

*VIII. Kárpát-medencei
Környezettudományi
Konferencia*

2012. április 18-21., Veszprém

Göttinger Kiadó, 2012



Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

Környezetmérnöki Intézet

H-8201 Veszprém, Egyetem u. 10. • Magyarország

Tel.: +36 88 624 296, • Fax: +36 88 624 533

Internet: km.mk.uni-pannon.hu • e-mail: kkt@almos.vein.hu



Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

Természettudományi és Művészeti Kar

Környezettudomány Tanszék

400375 Kolozsvár (Cluj-Napoca), Déva utca 19. • Románia

Tel/fax: +40 364 401 458 • <http://kt.sapientia.ro>

A TUDOMÁNYOS TANÁCS TAGJAI

Prof. Dr. Hegedűsová Alžbeta, Konstantin Filozófus Egyetem, Nyitra, Szlovákia

Prof. Dr. Kiss Ádám, ELTE, Budapest, Magyarország

Prof. Dr. Kiss Árpád Zoltán, ATOMKI, Debrecen, Magyarország

Prof. Dr. Köllő Gábor, EMT, Kolozsvár, Románia

Prof. Dr. Lenti István, Nyíregyháza Főiskola, Nyíregyháza, Magyarország

Prof. Dr. Mezey Pál, Newfoundlandi Memorial Egyetem, St. John's, Kanada

Prof. Dr. Rédey Ákos, Pannon Egyetem, Veszprém, Magyarország

Prof. Dr. Szabó Mária, ELTE, Budapest, Magyarország

Prof. Dr. Szép Sándor, Sapientia EMTE, Csíkszereda, Románia

Dr. Csavdári Alexandra, Babes-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Románia

Dr. Dezső Zoltán, Debreceni Egyetem, Debrecen, Magyarország

Dr. Fodorpataki László, Babes-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Románia

Dr. Horváth Erzsébet, Pannon Egyetem, Veszprém, Magyarország

Dr. Kárpáti Árpád, Pannon Egyetem, Veszprém, Magyarország

Dr. Körmöczy László, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, Magyarország

Dr. Mócsy Ildikó, Sapientia EMTE, Kolozsvár, Románia

Dr. Urák István, Sapientia EMTE, Kolozsvár, Románia

SZERKESZTETTE

Fejes Lászlóné Utasi Anett

Vincze-Csom Veronika

A kötetben közölt dolgozatokért a szerzők vállalják a szakmai felelősséget

ISBN 978-963-86627-2-9

Tartalomjegyzék

ALTERNATÍV ENERGIÁK 17

A LAKOSSÁGI BIOMASSZA TÜZELÉS KÖRNYEZETI KOCKÁZATAI AZ ÉLETSZÍNVONAL VÁLTOZÁSÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN KALICZNÉ PAPP KRISZTINA.....	18
FÁS SZÁRÚ ENERGIANÖVÉNYEKBŐL TÖRTÉNŐ TÜZELŐANYAG ELŐÁLLÍTÁS FŰTÉSI CÉLRA MÁDAINÉ ÜVEGES VALÉRIA, NAGY SÁNDOR	24
A VISION HUNGARY 2040 FENNTARTHATÓ ENERGIA-FORGATÓKÖNYV ÉS ENNEK HŐSZIVATTYÚZÁSSAL KAPCSOLATOS POTENCIÁLBECSLÉSE MUNKÁCSY BÉLA, SÁFIÁN FANNI, SZABÓ DÁNIEL.....	29
SZENNYVÍZISZAPOK SZERVES ANYAG TARTALMÁNAK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI ÜZEMI PÉLDÁKKAL REICH KÁROLY, PITÁS VIKTÓRIA, GULYÁS GÁBOR, FAZEKAS BENCE	35

KÖRNYEZETBIOLÓGIA 41

BEREGI-SÍK HOLTMEDREINEK ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTFELMÉRÉSE BALOGH ZSUZSANNA, KISS BERNADETT, LAKATOS CSILLA, KUNDRÁT JÁNOS TAMÁS, GYULAI ISTVÁN, KONCZ ERZSÉBET, LAKATOS GYULA	42
DUNÁNTÚLI ERDŐK DOMINÁNS FAFAJAINAK KÖRNYEZETI ALKALMAZKODÁSA BÉRES CSILLA, NÉMETH LÁSZLÓ	48
BIOADSORPTION OF HEAVY METAL IONS BY LYOPHILIZED CELLS OF PSEUDOMONAS FLUORESCENS KÖNIG-PÉTER ANIKÓ, PERNYESZI TÍMEA	54
A „BAKTALÓRÁNTHÁZI-ERDŐ TERMÉSZETVÉDELMI TERÜLET” GOMBAFLÓRÁJA LENTI ISTVÁN	60
ALACSONY CSERJESZINT DINAMIKÁJA EGY TÖLGYESBEN MAGYARORSZÁGON MISIK TAMÁS* , KÁRÁSZ IMRE.....	64
BÁLVÁNYOSFÜRDŐ KÖRNYÉKÉN LEVŐ FORRÁSVIZEK KOVAALGA-KÖZÖSSÉGEINEK ÖSSZETÉTELE SZIGYÁRTÓ LÍDIA, ZSIGMOND ANDREA-REBEKA, NAGY KRISZTINA	69
A KASZÁLÁS HATÁSA A NÖVÉNYLAKÓ PÓK-KÖZÖSSÉGEK ÖSSZETÉTELÉRE SZMATONA-TÚRI TÜNDE	75
SZÉKELYFÖLDI MOFETTÁK ÁLLATOKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA	

URÁK ISTVÁN 80

**A ZOOLOGIAI ÉS A BOTANIKAI GAZDAGSÁG VISZONYA ÁSZKARÁKOK ÉS PÓKOK
TEKINTETÉBEN**

VONA-TÚRI DIÁNA, SZMATONA-TÚRI TÜNDE..... 86

KÖRNYEZETFÖLDRAJZ..... 91

**„RÉTYI NYÍR ÉS UZON – SZENTIVÁNLABORFALVA TAVAI” MINT A BRASSÓI MEDENCE
TERMÉSZETVÉDELMI GYÖNGYSZEME**

RÁDULY ISTVÁN, RÁDULY LENKE..... 92

**AZ ERDŐS TERÜLETEK ARÁNYÁNAK VÁLTOZÁSA AZ TOKAJ-EPERJESI-HEGYSÉG
TERÜLETÉN XVIII. SZÁZADTÓL – NAPJAINKIG**

SZALONTAI LAJOS..... 98

A GEOELEKTROMOS GEOFIZIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSAI A RÉGÉSZET TERÜLETÉN

TURAI ENDRE*, HURSÁN LÁSZLÓ 104

KÖRNYEZETI ELEMEK: TALAJ..... 111

LEJTŐHORDALÉK TALAJOK OSZTÁLYOZÁSÁNAK KÉRDÉSEI

BERTÓTI RÉKA DIÁNA, DOBOS ENDRE, HOLNDONNER PÉTER 112

**A BELVÍZELÖNTÉS TALAJSZERKEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA
CSERNOZJOM TALAJÚ MINTATERÜLETEN**

GÁL NORBERT, FARSANG ANDREA, BARTA KÁROLY 118

TALAJVASTAGSÁG MÉRÉSE GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL

HOLNDONNER PÉTER, DOBOS ENDRE, TURAI ENDRE, BERTÓTI RÉKA DIÁNA, VASS PÉTER,
VADNAI PÉTER 124

**KÉMIAI BEHATÁSOKON ÁTESETT MEZŐGAZDASÁGI TALAJ GEOTECHNIKAI
VIZSGÁLATA**

KÁNTOR TAMÁS, GONDA NÓRA 129

MEZŐGAZDASÁGI TALAJOK VIZSGÁLATA DINAMIKUS BEHATÁSOK KÖVETKEZTÉBEN

MAKÓ ÁGNES..... 135

**AGGREGATION OF KAOLINITES AND SWELLING-DRYING EFFECT IN
MICROAGGREGATES OF BENTONITES**

UDVARDI BEATRIX, KOVÁCS ISTVÁN, SZABÓ CSABA, MIHÁLY JUDITH, NÉMETH CSABA..... 140

**TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK ÉS SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK,
MINT KÖRNYEZETVÉDELMI PROBLÉMÁK A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN**

VÁRALLYAY GYÖRGY 146

GEOCHEMICAL MEASUREMENTS ON URBAN SOIL SAMPLES FROM AJKA, HUNGARY

ZACHÁRY DÓRA, JORDAN GYŐZŐ, SZABÓ CSABA 153

KLÓROZOTT SZÉNHIDROGÉN SZENNYEZÉSEK TRANSZPORT-FOLYAMATAINAK MODELLEZÉSE SEAM3D ÉS UTCHEM PROGRAMKÓDOK ALKALMAZÁSÁVAL ZÁKÁNYI BALÁZS, SZŰCS PÉTER	158
---	-----

KVANTITATÍV SZERVESANYAG-VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÖSSZEHOSONLÍTÓ ELEMZÉSE HAT MAGYARORSZÁGI TALAJON ZBORAY NÓRA, SZALAI ZOLTÁN	164
--	-----

A GLEJES TALAJRÉTEGEK MEGJELENÉSÉNEK BECSLÉSE TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL DOBOS ENDRE, VADNAI PÉTER	169
--	-----

KÖRNYEZETI ELEMEL: VÍZ 175

AZ ÖSSZ-OLDOTT ANYAG VÁLTOZÁSA A DÉL-HARGITA DNY-I LEJTŐINEK ÁSVÁNYVIZEIBEN BÁN BARNA, BENKŐ CSABA, BOÉR ÁGNES, CZELLEZ BOGLÁRKA, KIS BOGLÁRKA-MERCEDESZ, MÁRTON RÉKA, PÁL ZOLTÁN, SÜTŐ SZABOLCS, SZÁSZ ÁRPÁD, SZÁSZ BÉLA.....	176
---	-----

VALÓS ÉS MODELLEZETT VILLÁMÁRVÍZI ESEMÉNY ÖSSZEHOSONLÍTÁSA 1. KOVÁCS KÁROLY ZOLTÁN, HOLNDONNER PÉTER, DOBOS ENDRE	182
---	-----

TERMÉSZETI ÉS ANTROPOGÉN TÉNYEZŐK HATÁSA A HERNÁD FOLYÓ MEDERVÁNDORLÁSÁRA KOZMA KATALIN, PUSKÁS JÁNOS	188
---	-----

A NŐTINCSEI-VÍZTÁROZÓ KÖRNYEZETKÉMIAI ÉRTÉKELÉSE SÁRKÖZI EDIT, NAGY NIKOLETTA, ANGYAL ZSUZSANNA, KARDOS LEVENTE.....	194
--	-----

KÖRNYEZETI FÖLDTAN..... 199

A HORTOBÁGYI NEMZETI PARK HATÁRVONALÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA BÓK TÜNDE, MOLNÁR ATTILA, VÉGVÁRI ZSOLT, NOVÁK TIBOR JÓZSEF	200
--	-----

ÚJSZERŰ REAKTÍV GÁTÁK MÉRETEZÉSE MADARÁSZ TAMÁS, SZŰCS PÉTER, LAKATOS JÁNOS, GOMBKÖTŐ IMRE, SZÉKELY ISTVÁN.....	206
---	-----

ANTROPOGÉN KÖRNYEZETTERHELÉS SZÁMSZERŰSÍTÉSE KARBON-LÁBNYOMMAL DÉL- ALFÖLDI TELEPÜLÉSEKEN PATOCSEAI MÁRIA.....	212
--	-----

KÖRNYEZETI KÉMIA.....217

JÁTSZÓTÉRI HOMOKOZÓK NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA BUDAPEST XI. KERÜLETÉBEN ANGYAL ZSUZSANNA, SÁRKÖZI EDIT, SZÉKELY DÓRA, KARDOS LEVENTE	218
PB (II) AND CD (II) BIOSORPTION BY PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM FUNGAL BIOMASS FROM AQUEOUS SOLUTION FARKAS VIKTOR, PERNYESZI TÍMEA	224
KÖRNYEZETBARÁT SZOLÁRIS ISZAPSZÁRÍTÁS ÉS KOMPOSZTÁLÁS MAGNÉZIUM-OXID ADAGOLÁSSAL FAZEKAS BENCE, GULYÁS GÁBOR, KÁRPÁTI ÁRPÁD.....	230
SZERVETLEN SZENNYEZŐK MONITORING VIZSGÁLATA SZEGED TALAJVIZÉBEN FEJES ILDIKÓ, FARSANG ANDREA.....	236
GÉPJÁRMŰ ABRONCSBÓL SZÁRMAZÓ ACÉL HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA NEHÉZFÉMELLEN SZENNYEZETT TALAJVIZEK KÁRMENTESÍTÉSÉRE GOMBKÖTŐ IMRE, NAGY SÁNDOR	242
KÖRNYEZETI JELENTŐSÉGŰ IONOK AZONOSÍTÁSA MAKROCIKLIKUS ÉS KELÁTKÉPZŐ KROMATOGRÁFIÁVAL HORVÁTH KRISZTIÁN, HAJÓS PÉTER	248
DÍZEL ÜZEMŰ GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓ GÁZAINAK ÖKOTOXIKOLÓGIAI ÉS GENOTOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATA KAKASI BALÁZS, KOVÁCS ANIKÓ, KOVÁTS NÓRA, HORVÁTH ESZTER, ÁCS ANDRÁS, FERINCZ ÁRPÁD, TURÓCZI BEATRIX.....	254
MÁTRIX IONOK HATÁSA A LIGNITEK NEHÉZFÉM-ION SZORPCIÓJÁRA LAKATOS JÁNOS	260
ILLÉKONY SZERVES SZENNYEZŐK VESZPRÉM VÁROS LEVEGŐJÉBEN MIKLÓS LÁSZLÓ, KOVÁCS JÓZSEF, YUZHAKOVA TATIANA, RÉDEY ÁKOS.....	266
SZERVES VÍZSZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSA ELEKTROKÉMIAI MÓDSZERREL MOGYORÓDY FERENC.....	270
FÉMEK FELVITELE KARBONGYÖNGY TÍPUSÚ ADSZORBENSRE DISPERSION OF METAL ON CARBON BEADS ADSORBENTS RUGÓCZKY PÉTER, LAKATOS JÁNOS.....	276
RDF- REFUSE DERIVED FUEL, POSSIBILITIES IN THE NORTH-BALATON REGIONAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM SARKADY ATTILA, RÉDEY ÁKOS, KURDI RÓBERT.....	281
GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓGÁZ EMISSZIÓJA ÉS KATALITIKUS TISZTÍTÁSA SINKA ZSÓFIA, KOVÁCS JÓZSEF, YUZHAKOVA TATIANA, RÉDEY ÁKOS	287

KARBON NANO-SZORBENSEK, ÉS -KATALIZÁTOROK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A KÖRNYEZETVÉDELMI TECHNOLÓGIÁKBAN I. BAMBUSZ SZERKEZETŰ SZÉN NANOCŐVEK SZINTÉZISE	
VANYOREK LÁSZLÓ, LAKATOS JÁNOS.....	293

INVESTIGATION OF COMPOSITION OF THE EXHAUST GASES OF GASOLINE ENGINES	
YUZHAKOVA TATIANA, KOVACS JÓZSEF, SINKA ZSÓFIA, RÉDEY ÁKOS, MIKLÓS LÁSZLÓ, RÁDULY ISTVÁN, RÁDULY LENKE, LAKÓ JÁNOS, UTASI ANETT, POPITA GABRIELA EMILIA.....	299

POLIMER ELEGYEK BENTONIT SZUSZPENZIÓ RÉSZECSKÉIRE KIFEJTETT FLOKKULÁLTATÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA	
ZÁKÁNYINÉ MÉSZÁROS RENÁTA.....	304

MAGYARLAPÁDI (ROMÁNIA) VETEMÉNYEK NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA	
ZSIGMOND ANDREA-REBEKA ¹ , SZATMÁRI GIZELLA, SZILÁGYI RENÁTA, LÁSZLÓ ENIKŐ.....	309

KÖRNYEZETI NEVELÉS ÉS EGÉSZSÉGÜGY..... 315

SZABAD FELHASZNÁLÁSÚ FIREK ALKALMAZHATÓSÁGA A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN	
DOMOKOS ENDRE, VINCZE-CSOM VERONIKA, SOMOGYI VIOLA.....	316

SZENNYVÍZTISZTÍTÁS ÉS VÍZKEZELÉS MODELLEZÉSE TANULÓKÍSÉRLETEKKEL	
KARDOS LEVENTE, SÁRKÖZI EDIT.....	321

KÖRNYEZETTUDATOSSÁG ÉS A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS HATÁSA AZ OKTATÁSBAN ÉS A KUTATÁSBAN	
LAKATOS GYULA, KOSZTIN BEÁTA, SERRA-PÁKA SZILVIA, TÓTH JUDIT, MARKÓCZI IBOLYA.....	326

KÖRNYEZETI NEVELÉS ALSÓ TAGOZATOS TANULÓK ÉS TANÍTÓKÉPZŐS HALLGATÓK KÖRÉBEN	
MAJOR LENKE.....	332

AZ IDŐJÁRÁS ÖSSZEFÜGGÉSE A KÖZLEKEDÉSI BALESETEKKEL	
PUSKÁS JÁNOS, LÓRÁNTFY MÁRIA, NAGY ÉVA.....	337

RADIOAKTIVITÁS A KÖRNYEZETBEN..... 341

EGYSZERŰSÍTETT MÉRÉSI MÓDSZER NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK LÉGNEMŰ 14C KIBOCSÁTÁSÁNAK MÉRÉSÉRE	
BIHARI ÁRPÁD, MOLNÁR MIHÁLY, JANOVICS RÓBERT, MOGYORÓSI MAGDOLNA.....	342

A SOPRONI CSALÓKA-FORRÁS MAGAS RADONTARTALMA EREDETÉNEK VIZSGÁLATA	
FREILER ÁGNES, SZABÓ KATALIN ZSUZSANNA, HORVÁTH ÁKOS, TÖRÖK KÁLMÁN, SAJÓ BOHUS LÁSZLÓ.....	347

A MOFETTÁK BELSŐ ÉS KÜLSŐ KÖRNYEZETÉNEK FIZIKAI PARAMÉTEREI	
MÓCSY ILDIKÓ, NÉDA TAMÁS, SZACSVAI KINGA, SZAKÁCS SÁNDOR.....	353

ÓLOMMAL ÉS RÉZZEL SZENNYEZETT TALAJOK INDUKÁLT FITOEXTRAKCIÓJA KELÁTKÉPZŐ SZEREKKEL CZIRA GYÖRGY, SIMON LÁSZLÓ, VINCZE GYÖRGY, KONCZ JÓZSEF, LAKATOS GYULA	360
NÖVÉNYZET HANGGÁTLÁNÁSOK VIZSGÁLATA VÁROSI KÖRNYEZETBEN DOMOKOS ENDRE, TAKÁCS JUDIT, KURDI RÓBERT, SOMOGYI VIOLA	365
KÖRNYEZETBARÁT ELJÁRÁS FELÜLETAKTÍV ANYAGOK MINERALIZÁCIÓJÁRA FÓNAGY ORSOLYA, SZABÓNÉ BÁRDOS ERZSÉBET, HORVÁTH OTTÓ, ZSILÁK ZOLTÁN.....	370
LILIOMTERMESZTÉS KÜLÖNBÖZŐ TERMESZTŐ-KÖZEGEKEN GÁSPÁR TAMÁS, JUHÁSZ ÁGOTA, JUHOS KATALIN, SEPSI PANNA, FORRÓ EDIT.....	376
FENNTARTHATÓ GYEPGAZDÁLKODÁS TERMÉSZETSZERŰ ÁLLATTARTÁSSAL A SZATMÁR-BEREGI SÍKON GYÖRKÖS ISTVÁN.....	382
POSSIBILITIES OF ACCUMULATION OF RISK ELEMENTS IN SMALL TERRESTRIAL MAMMALS JAKABOVÁ SILVIA, BALÁŽ IVAN, JAKAB IMRICH, HEGEDŰSOVÁ ALŽBETA.....	388
AZ ÁTÉPÍTETT BIOLÓGIAI TISZTÍTÓ BLOKK BEÜZEMELÉSE A DEBRECENI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN KISS BERNADETT, BÁLINTNÉ CZIRJÁK MÓNIKA, BALOGH ZSUZSANNA, LAKATOS GYULA	394
2011-ES ADATOK AZ ÖREG-TÚR FOLYÓ MAKROFITA VIZSGÁLATÁBAN ZOLTÁN NAGY, ALBERT TÓTH, JUDIT CSABAI.....	399
KISZÁRADÓ LÁPRÉTEK IDŐSZAKOS VÁLTOZÁSA SORÁN ÁTALAKULÓ PÓK-ÉS ÁSZKARÁK-KÖZÖSSÉGEK VIZSGÁLATA SZMATONA-TÚRI TÜNDE, VONA-TÚRI DIÁNA.....	404
AZ IP MÓDSZER KÖRNYEZETVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK ÚJABB EREDMÉNYEI TURAI ENDRE, HERCZEG ÁDÁM	410
KÉT RITKA ÁSZKARÁK FAJ ÚJABB ELŐFORDULÁSI ADATAI MAGYARORSZÁGON VONA-TÚRI DIÁNA	416
A SZÁNTÓFÖLDI BIOENERGIA TERMELÉS KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI A NYÍRSÉGBEN VÁGVÖLGYI SÁNDOR, SZABÓ BÉLA	421
EDC ANYAGOK ELTÁVOLÍTÁSA VIZEKBŐL (IRODALMI ÁTTEKINTÉS) ZÁKÁNYINÉ MÉSZÁROS RENÁTA	426

ABSTRACTOK – KIVONATOK..... 433

ALTERNATÍV ENERGIÁK..... 434

A LAKOSSÁGI BIOMASSZA TÜZELÉS KÖRNYEZETI KOCKÁZATAI AZ ÉLETSZÍNVONAL VÁLTOZÁSÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN
KALICZNÉ PAPP KRISZTINA..... 434

A GEOTERMIKUS ENERGIA FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI ÉS KILÁTÁSAI A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN
KISS ÁDÁM, SZABÓ MÁRIA 435

FÁS SZÁRÚ ENERGIANÖVÉNYEKBŐL TÖRTÉNŐ TÜZELŐANYAG ELŐÁLLÍTÁS FŰTÉSI CÉLRA
MÁDAINÉ ÜVEGES VALÉRIA, NAGY SÁNDOR 436

A VISION HUNGARY 2040 FENNTARTHATÓ ENERGIA-FORGATÓKÖNYV ÉS ENNEK HŐSZIVATTYÚZÁSSAL KAPCSOLATOS POTENCIÁLBECSLÉSE
MUNKÁCSY BÉLA, SÁFIÁN FANNI, SZABÓ DÁNIEL..... 438

SZENNYVÍZISZAPOK SZERVES ANYAG TARTALMÁNAK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI ÜZEMI PÉLDÁKKAL
REICH KÁROLY, PITÁS VIKTÓRIA, GULYÁS GÁBOR, FAZEKAS BENCE 439

KÖRNYEZETBIOLÓGIA..... 439

BEREGI-SÍK HOLTMEDREINEK ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTFELMÉRÉSE
BALOGH ZSUZSANNA, KISS BERNADETT, LAKATOS CSILLA, KUNDRÁT JÁNOS TAMÁS, GYULAI ISTVÁN, KONCZ ERZSÉBET, LAKATOS GYULA 439

DUNÁNTÚLI ERDŐK DOMINÁNS FAFAJAINAK KÖRNYEZETI ALKALMAZKODÁSA
BÉRES CSILLA, NÉMETH LÁSZLÓ 440

MAGYARORSZÁGI AUTÓPÁLYASZEGÉLYEK FLORISZTIKAI ÉS FAUNISZTIKAI FELMÉRÉSE
KISS BALÁZS, ILLYÉS ESZTER, MOLNÁR CSABA, KOZÁR FERENC, NAGY BARNABÁS, SZITA ÉVA, FETYKÓ KINGA, PODLUSSÁNY ATTILA 441

ÓLOM- ÉS KADMIUM IONOK BIOADSORPCIÓJA PSEUDOMONAS FLUORESCENS SEJTEK VIZES SZUSZPENZIÓJÁBAN
PÉTER ANIKÓ, KOCSIS BÉLA, PERNYESZI TÍMEA 442

A „BAKTALÓRÁNTHÁZI-ERDŐ TERMÉSZETVÉDELMI TERÜLET” GOMBAFLÓRÁJA
LENTI ISTVÁN 444

A CUSCUTA FAJOK TERJEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA
MÉRI ÁGNES, KARSAI JÁNOS..... 445

ALACSONY CSERJESZINT DINAMIKÁJA EGY TÖLGYESBEN MAGYARORSZÁGON
MISIK TAMÁS, KÁRÁSZ IMRE..... 446

BÁLVÁNYOSFÜRDŐ KÖRNYÉKÉN LEVŐ FORRÁSVIZEK KOVAALGA-KÖZÖSSÉGEINEK ÖSSZETÉTELE	
SZIGYÁRTÓ LÍDIA, ZSIGMOND ANDREA-REBEKA, NAGY KRISZTINA	447
SIGNIFICANCE OF CADDISFLIES (TRICHOPTERA) IN FUNCTIONAL FEEDING GROUPS OF AQUATIC MACRO-INVERTEBRATE COMMUNITIES	
SZITTA EMESE, VARGA JÁNOS.....	448
A KASZÁLÁS HATÁSA A NÖVÉNYLAKÓ PÓK-KÖZÖSSÉGEK ÖSSZETÉTELÉRE	
SZMATONA-TÚRI TÜNDE	449
SZÉKELYFÖLDI MOFETTÁK ÁLLATOKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA	
URÁK ISTVÁN	450
A ZOOLÓGIAI ÉS A BOTANIKAI GAZDAGSÁG VISZONYA ÁSZKARÁKOK ÉS PÓKOK TEKINTETÉBEN	
VONA-TÚRI DIÁNA, SZMATONA-TÚRI TÜNDE.....	451
<u>KÖRNYEZETFÖLDRAJZ</u>	<u>452</u>
TERMÉSZETES-POZICIONÁLIS VONZÁSREGIÓK ÉS FUNKCIÓI A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN	
MIKLÓS LÁSZLÓ, ŠPINEROVÁ ANNA.....	452
KOLOZSVÁR: A TÉRBELI NÖVEKEDÉS FÖLDTANI ÉS MORFOLÓGIAI KORLÁTAI	
POSZET SZILÁRD, WANEK FERENC	453
THE BIRCH RESERVE AT RECI AND THE LAKES OF OZUN-SËNTIONLUNCA	
RÁDULY ISTVÁN, RÁDULY LENKE.....	454
AZ ERDŐS TERÜLETEK ARÁNYÁNAK VÁLTOZÁSA AZ TOKAJ-EPERJESI-HEGYSÉG TERÜLETÉN XVIII. SZÁZADTÓL – NAPJAINKIG	
SZALONTAI LAJOS.....	454
A GEOELEKTROMOS GEOFIZIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSAI A RÉGÉSZET TERÜLETÉN	
TURAI ENDRE, HURSÁN LÁSZLÓ	455
<u>KÖRNYEZETI ELEMEL: TALAJ</u>	<u>455</u>
LEJTŐHORDALÉK TALAJOK OSZTÁLYOZÁSÁNAK KÉRDÉSEI	
BERTÓTI RÉKA DIÁNA, DOBOS ENDRE, HOLNDONNER PÉTER	455
A BELVÍZELÖNTÉS TALAJSZERKEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA CSERNOZJOM TALAJÚ MINTATERÜLETEN	
GÁL NORBERT, FARSANG ANDREA, BARTA KÁROLY	456
TALAJVASTAGSÁG MÉRÉSE GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL	
HOLNDONNER PÉTER, VASS PÉTER, DOBOS ENDRE, BERTÓTI RÉKA DIÁNA, TURAI ENDRE	458

KÉMIAI BEHATÁSOKON ÁTESETT MEZŐGAZDASÁGI TALAJ GEOTECHNIKAI VIZSGÁLATA	
KÁNTOR TAMÁS, GONDA NÓRA	459
MEZŐGAZDASÁGI TALAJOK VIZSGÁLATA DINAMIKUS BEHATÁSOK KÖVETKEZTÉBEN	
MAKÓ ÁGNES.....	460
KAOLINITEK AGGREGÁLÓDÁSA ÉS A KISZÁRADÁS - DUZZADÁS HATÁSA BENTONITOK MIKROAGGREGÁTUMAIN	
UDVARDI BEATRIX, KOVÁCS ISTVÁN, SZABÓ CSABA, MIHÁLY JUDITH, NÉMETH CSABA	461
TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK ÉS SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK, MINT KÖRNYEZETVÉDELMI PROBLÉMÁK A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN	
VÁRALLYAY GYÖRGY	462
KÖRNYEZETGEOKÉMIAI VIZSGÁLAT AJKAI VÁROSI TALAJOKON	
ZACHÁRY DÓRA, JORDÁN GYŐZŐ, SZABÓ CSABA	464
KLÓROZOTT SZÉNHIIDROGÉN SZENNYEZÉSEK TRANSPORT-FOLYAMATAINAK MODELLEZÉSE SEAM3D ÉS UTCHEM PROGRAMKÓDOK ALKALMAZÁSÁVAL	
ZÁKÁNYI BALÁZS, SZŰCS PÉTER	465
KVANTITATÍV SZERVESANYAG-VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE HAT MAGYARORSZÁGI TALAJON	
ZBORAY NÓRA, SZALAI ZOLTÁN	466
A GLEJES TALAJRÉTEGEK MEGJELENÉSÉNEK BECSLÉSE TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL	
DOBOS ENDRE, VADNAI PÉTER	467
<u>KÖRNYEZETI ELEMELK: VÍZ.....</u>	468
AZ ÖSSZ-OLDOTT ANYAG VÁLTOZÁSA A DÉL-HARGITA DNY-I LEJTŐINEK ÁSVÁNYVIZEIBEN	
BÁN BARNA, BENKŐ CSABA, BOÉR ÁGNES, CZELLECH BOGLÁRKA, KIS BOGLÁRKA-MERCEDESZ, MÁRTON RÉKA, PÁL ZOLTÁN, SÜTŐ SZABOLCS, SZÁSZ ÁRPÁD, SZÁSZ BÉLA.....	468
VALÓS ÉS MODELLEZETT VILLÁMÁRVÍZI ESEMÉNY ÖSSZEHASONLÍTÁSA 1.	
KOVÁCS KÁROLY ZOLTÁN, HOLNDONNER PÉTER, DOBOS ENDRE	470
TERMÉSZETI ÉS ANTROPOGÉN TÉNYEZŐK HATÁSA A HERNÁD FOLYÓ MEDERVÁNDORLÁSÁRA	
KOZMA KATALIN, PUSKÁS JÁNOS	470
A NŐTINCSEI-VÍZTÁROZÓ KÖRNYEZETKÉMIAI ÉRTÉKELÉSE	
SÁRKŐZI EDIT, NAGY NIKOLETTA, ANGYAL ZSUZSANNA, KARDOS LEVENTE.....	471
FOLYÓSZABÁLYOZÁSOK ÉS VÍZLÉPCSŐK – HIDROGEOGRÁFIAI VÁLTOZÁSOK HATÁSA AZ ÁRTÉRI TÁJSZERKEZETRE	
SZABÓ MÁRIA	473

KÖRNYEZETI FÖLDTAN.....474

A HORTOBÁGYI NEMZETI PARK HATÁRVONALÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK

VIZSGÁLATA

BÓK TÜNDE, MOLNÁR ATTILA, VÉGVÁRI ZSOLT, NOVÁK TIBOR JÓZSEF 474

ÚJSZERŰ REAKTÍV GÁTAK MÉRETEZÉSE

MADARÁSZ TAMÁS, SZŰCS PÉTER, LAKATOS JÁNOS, GOMBKÖTŐ IMRE, SZÉKELY ISTVÁN 475

ANTROPOGÉN KÖRNYEZETTERHELÉS SZÁMSZERŰSÍTÉSE KARBON-LÁBNYOMMAL DÉL-ALFÖLDI TELEPÜLÉSEKEN

PATOCSKAI MÁRIA 476

KÖRNYEZETI KÉMIA477

JÁTSZÓTERI HOMOKOZÓK NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA BUDATEST XI. KERÜLETÉBEN

ANGYAL ZSUZSANNA, SÁRKÖZI EDIT, SZÉKELY DÓRA, KARDOS LEVENTE 477

ÓLOM (II) ÉS KADMIUM (II) IONOK BIOSZORPCIÓJA PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM GOMBASEJTEKEN VIZES KÖZEGBEN

FARKAS VIKTOR, PERNYESZI TÍMEA 478

KÖRNYEZETBARÁT SZOLÁRIS ISZAPSZÁRÍTÁS ÉS KOMPOSZTÁLÁS MAGNÉZIUM-OXID ADAGOLÁSSAL

FAZEKAS BENCE, GULYÁS GÁBOR, KÁRPÁTI ÁRPÁD 480

SZERVETLEN SZENNYEZŐK MONITORING VIZSGÁLATA SZEGED TALAJVIZÉBEN

FEJES ILDIKÓ, FARSANG ANDREA 481

GÉPJÁRMŰ ABRONCSBÓL SZÁRMAZÓ ACÉL HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA NEHÉZFÉMMELEL SZENNYEZETT TALAJVIZEK KÁRMENTESÍTÉSÉRE

GOMBKÖTŐ IMRE, NAGY SÁNDOR 482

KÖRNYEZETI JELENTŐSÉGŰ IONOK AZONOSÍTÁSA MAKROCIKLIKUS ÉS KELÁTKÉPZŐ KROMATOGRÁFIÁVAL

HORVÁTH KRISZTIÁN, HAJÓS PÉTER 482

DÍZEL ÜZEMŰ GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓ GÁZAINAK ÖKOTOXIKOLÓGIAI ÉS GENOTOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATA

KAKASI BALÁZS, KOVÁCS ANIKÓ, KOVÁTS NÓRA, HORVÁTH ESZTER, ÁCS ANDRÁS, FERINCZ ÁRPÁD, TURÓCZI BEATRIX 483

MÁTRIX IONOK HATÁSA A LIGNITEK NEHÉZFÉM-ION SZORPCIÓJÁRA

LAKATOS JÁNOS 484

ILLÉKONY SZERVES SZENNYEZŐK VESZPRÉM VÁROS LEVEGŐJÉBEN

MIKLÓS LÁSZLÓ, KOVÁCS JÓZSEF, YUZHAKOVA TATIANA, RÉDEY ÁKOS 485

SZERVES VÍZSZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSA ELEKTROKÉMIAI MÓDSZERREL MOGYORÓDY FERENC	486
FÉMEK FELVITELE KARBONGYÖNGY TÍPUSÚ ADSZORBENSRE DISPERSION OF METAL ON CARBON BEADS ADSORBENTS RUGÓCZKY PÉTER, LAKATOS JÁNOS.....	487
RDF – ALTERNATÍV TŰZELŐANYAG FRAKCIÓ LEHETŐSÉGEI AZ ÉSZAK-BALATONI HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI RENDSZERBEN SARKADY ATTILA, KURDI RÓBERT, RÉDEY ÁKOS	488
GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓGÁZ EMISSZIÓJA ÉS KATALITIKUS TISZTÍTÁSA SINKA ZSÓFIA, KOVÁCS JÓZSEF, YUZHAKOVA TATIANA, RÉDEY ÁKOS	489
EGY FENNTARTHATÓ ENERGETIKAI- ÉS VEGYIPARI ALAPANYAG, A GAMMA-VALEROLAKTON STRÁDI ANDREA.....	490
KARBON NANO-SZORBENSEK, ÉS -KATALIZÁTOROK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A KÖRNYEZETVÉDELMI TECHNOLÓGIÁKBAN I. BAMBUSZ SZERKEZETŰ SZÉN NANOCŐVEK SZINTÉZISE VANYOREK LÁSZLÓ, LAKATOS JÁNOS.....	491
BELSŐ ÉGÉSŰ OTTO-MOTOR KIPUFOGÓ GÁZ KOMPONENSEINEK VIZSGÁLATA YUZHAKOVA TATIANA, KOVACS JÓZSEF, SINKA ZSOFIA, RÉDEY ÁKOS, MIKLÓS LÁSZLÓ, RÁDULY ISTVÁN, RÁDULY LENKE, LAKÓ JÁNOS, UTASI ANETT, POPITA GABRIELA EMILIA.....	492
POLIMER ELEGYEK BENTONIT SZUSZPENZIÓ RÉSZECSKÉIRE KIFEJTETT FLOKKULÁLTATÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA ZÁKÁNYINÉ MÉSZÁROS RENÁTA.....	494
MAGYARLAPÁDI (ROMÁNIA) VETEMÉNYEK NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA ZSIGMOND ANDREA-REBEKA, SZATMÁRI GIZELLA, SZILÁGYI RENÁTA, LÁSZLÓ ENIKŐ.....	494
<u>KÖRNYEZETI NEVELÉS ÉS EGÉSZSÉGÜGY</u>	495
SZABAD FELHASZNÁLÁSÚ TÉRINFORMATIKAI SZOFTVEREK ALKALMAZHATÓSÁGA A KÖRNYEZETVÉDELMBEN DOMOKOS ENDRE, VINCZE-CSOM VERONIKA, SOMOGYI VIOLA	495
SZENNYVÍZTISZTÍTÁS ÉS VÍZKEZELÉS MODELLEZÉSE TANULÓKÍSÉRLETEKKEL KARDOS LEVENTE, SÁRKÖZI EDIT	496
KÖRNYEZETTUDATOSSÁG ÉS A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS HATÁSA AZ OKTATÁSBAN ÉS A KUTATÁSBAN LAKATOS GYULA, KOSZTIN BEÁTA, SERRA-PÁKA SZILVIA, TÓTH JUDIT, MARKÓCZI IBOLYA	498
ERDEI ISKOLA KEZDEMÉNYEZÉSEK MAGYARORSZÁGON AZ 1900-AS ÉVEK ELEJÉN LESKÓ GABRIELLA, SZITTA EMESE	499

KÖRNYEZETI NEVELÉS ALSÓ TAGOZATOS TANULÓK ÉS TANÍTÓKÉPZŐS HALLGATÓK KÖRÉBEN	
MAJOR LENKE	499
AZ IDŐJÁRÁS ÖSSZEFÜGGÉSE A KÖZLEKEDÉSI BALESETEKKEL	
PUSKÁS JÁNOS, LÓRÁNTFY MÁRIA, NAGY ÉVA	500
<u>RADIOAKTIVITÁS A KÖRNYEZETBEN</u>	<u>501</u>
EGYSZERŰSÍTETT MÉRÉSI MÓDSZER NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK LÉGNEMŰ 14C KIBOCSÁTÁSÁNAK MÉRÉSÉRE	
BIHARI ÁRPÁD, MOLNÁR MIHÁLY, JANOVICS RÓBERT, MOGYORÓSI MAGDOLNA.....	501
A SOPRONI CSALÓKA-FORRÁS MAGAS RADONTARTALMA EREDETÉNEK VIZSGÁLATA	
FREILER ÁGNES, SZABÓ KATALIN ZSUZSANNA, HORVÁTH ÁKOS, TÖRÖK KÁLMÁN, SAJÓ BOHUS LÁSZLÓ.....	502
A PAKSI ATOMERŐMŰ C-14 KIBOCSÁTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A KÖZELI FÁK ÉVGYŰRŰIBEN	
JANOVICS R., KERN Z, LUKAS W., BARNABÁS I., MOLNÁR M.	504
MÉRÉSI MÓDSZER FEJLESZTÉSE AZ AEROSZOLOK 14C TARTALMÁNAK MÉRÉSÉRE ÉS AZ ELSŐ MEGFIGYELT ÉV EREDMÉNYEI DEBRECENBEN.	
MAJOR ISTVÁN, MOLNÁR MIHÁLY, JANOVICS RÓBERT, FURU ENIKŐ, KERTÉSZ ZSÓFIA.....	505
A MOFETTÁK BELSŐ ÉS KÜLSŐ KÖRNYEZETÉNEK FIZIKAI PARAMÉTEREI	
MÓCSY ILDIKÓ, NÉDA TAMÁS, SZACSVAI KINGA, SZAKÁCS SÁNDOR, TÓTH ATTILA, ZSIGMOND ANDREA, FARKAS GYÖRGY, URÁK ISTVÁN, SZIGYÁRTÓ LÍDIA.....	506
C-14 VÍZKOR MEGHATÁROZÁS 1-10 ML MINTÁBÓL	
MOLNÁR MIHÁLY, JANOVICS RÓBERT, WACKER LUKAS, RINYU LÁSZLÓ, VERES MIHÁLY	506
KÖPENYI HÉLIUM A SZENT ANNA TÓ VIZÉBEN	
PALCSU LÁSZLÓ, PAPP LÁSZLÓ, MAJOR ZOLTÁN.....	507
A NAGYAKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉK ELHELYEZÉSÉNEK KÉRDÉSE MAGYARORSZÁGON. MIÉRT ÉPPEN A BODAI ALEUROLIT FORMÁCIÓ?	
SÁMSON MARGIT.....	508
TALAJGÁZ RADONKONCENTRÁCIÓ IDŐBELI VÁLTOZÁSÁNAK NYOMONKÖVETÉSE NAGY PERMEÁBILITÁSÚ TALAJBAN	
SZABÓ KATALIN ZSUZSANNA, HORVÁTH ÁKOS, SZABÓ CSABA.....	509
A ²²⁶RA ÉS ²³⁸U IZOTÓPOK KÖZTI SZEKULÁRIS EGYENSÚLY VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGI SALAKMINTÁKON	
VÖLGYESI PÉTER, SZABÓ ZSUZSANNA, KIS ZOLTÁN, SZABÓ CSABA	510

POSZTERSZEKCIÓ..... 512

HORTOBÁGYI NEMZETI PARK HATÁRVONALÁNAK MÓDOSÍTÁSI JAVASLATAI TÁJÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATOK ALAPJÁN BÓK TÜNDE, MOLNÁR ATTILA, VÉGVÁRI ZSOLT, NOVÁK TIBOR JÓZSEF	512
ÓLOMMAL ÉS RÉZZEL SZENNYEZETT TALAJOK INDUKÁLT FITOEXTRAKCIÓJA KELÁTKÉPZŐ SZEREKKEL CZIRA GYÖRGY, SIMON LÁSZLÓ, VINCZE GYÖRGY, KONCZ JÓZSEF, LAKATOS GYULA	513
A FÖLDTANI TÉNYEZŐK SZEREPE A KIS ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSÉRE SZOLGÁLÓ TÁROLÓKAMRÁK KIALAKÍTÁSÁBAN. DÁLYAY VIRÁG, SÁMSON MARGIT MÁRIA	514
NÖVÉNYZET HANGGÁTLÁSÁNAK VIZSGÁLATA VÁROSI KÖRNYEZETBEN DOMOKOS ENDRE, TAKÁCS JUDIT, KURDI RÓBERT, SOMOGYI VIOLA	515
KÖRNYEZETBARÁT ELJÁRÁS FELÜLETAKTÍV ANYAGOK MINERALIZÁCIÓJÁRA FÓNAGY ORSOLYA, SZABÓNÉ BÁRDOS ERZSÉBET, HORVÁTH OTTÓ, ZSILÁK ZOLTÁN	516
LILIOMTERMESZTÉS KÜLÖNBÖZŐ TERMESZTŐ-KÖZEGEKEN GÁSPÁR TAMÁS, JUHÁSZ ÁGOTA, JUHOS KATALIN, SEPSI PANNA, FORRÓ EDIT	517
FENNTARTHATÓ GYEPGAZDÁLKODÁS TERMÉSZETSZERŰ ÁLLATTARTÁSSAL A SZATMÁR-BEREGI SÍKON GYÖRKÖS ISTVÁN.....	518
FENOL ELTÁVOLÍTÁSA VIZES KÖZEGBŐL ORGANOFILIZÁLT BENTONIT ÉS CANDIDA TROPICALIS SEJTEK KOMBINÁLT ALKALMAZÁSÁVAL HONFI KRISZTINA, PERNYESZI TÍMEA.....	519
VESZÉLYES ELEMEL AKKUMULÁCIÓJA A SZÁRAZFÖLDI KIS EMLŐSÖK SZERVEZETÉBEN JAKABOVÁ SILVIA, BALÁZ IVAN, JAKAB IMRICH, HEGEDŰSOVÁ ALŽBETA.....	520
AZ ÁTÉPÍTETT BIOLÓGIAI TISZTÍTÓ BLOKK BEÜZEMELÉSE A DEBRECENI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN KISS BERNADETT, BÁLINTNÉ CZIRJÁK MÓNICA, BALOGH ZSUZSANNA, LAKATOS GYULA	521
SZLOVÁKIA TERMÉSZETES VONZÁSREGIÓI POZICIONÁLIS-FUNKCIONÁLIS JELLEMZÉSE. MIKLÓS LÁSZLÓ, ŠPINEROVÁ ANNA.....	522
A FEJÉR MEGYEI SÁRRÉT NEGYEDIDŐSZAKI VEGETÁCIÓJA MOLNÁR MARIANNA.....	523
2011-ES ADATOK AZ ÖREG-TÚR FOLYÓ MAKROFITA VIZSGÁLATÁBAN ZOLTÁN NAGY, ALBERT TÓTH, JUDIT CSABAI.....	524
KISZÁRADÓ LÁPRÉTEK IDŐSZAKOS VÁLTOZÁSA SORÁN ÁTALAKULÓ PÓK-ÉS ÁSZKARÁK-KÖZÖSSÉGEK VIZSGÁLATA SZMATONA-TÚRI TÜNDE, VONA-TÚRI DIÁNA.....	525

AZ IP MÓDSZER KÖRNYEZETVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK ÚJABB EREDMÉNYEI	
TURAI ENDRE, HERCZEG ÁDÁM	526
KÉT RITKA ÁSZKARÁK FAJ ÚJABB ELŐFORDULÁSI ADATAI MAGYARORSZÁGON	
VONA-TÚRI DIÁNA	527
A SZÁNTÓFÖLDI BIOENERGIA TERMELÉS KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI A NYÍRSÉGBEN	
VÁGVÖLGYI SÁNDOR, SZABÓ BÉLA	528
KIPUFOGÓGÁZOK KÁROS SZÉNHIDROGÉN KOMPONENSEINEK CSÖKKENTÉSE KATALITIKUS MÓDSZERREL	
KOVACS JÓZSEF, YUZHAKOVA TATIANA, RÉDEY ÁKOS, LAUER JÁNOS, RÁDULY ISTVÁN, RÁDULY LENKE.....	529
EDC ANYAGOK ELTÁVOLÍTÁSA VIZEKBŐL (IRODALMI ÁTTEKINTÉS)	
MÉSZÁROS RENÁTA	530
A TORNA-PATAK VÍZMINŐSÉGÉNEK VÁLTOZÁSA AZ ELMÚLT EGY ÉVBEN	
KOVÁCS ZSÓFIA, KATONA CSABA, KOSZORUS LÁSZLÓNÉ, FUTÓ PETRA, RÉDEY ÁKOS.....	531

Alternatív energiák

A LAKOSSÁGI BIOMASSZA TÜZELÉS KÖRNYEZETI KOCKÁZATAI AZ ÉLETSZÍNVONAL VÁLTOZÁSÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN

Kaliczné Papp Krisztina

Miskolci Egyetem

Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet

3515. Miskolc-Egyetemváros

ejtkalic@uni-miskolc.hu

Bevezetés

Napjaink globális és nemzeti gazdasági válsághelyzete hatványozottan jelenik meg a leszakadó régiók lakosságának életszínvonal-csökkenésében.

Az életszínvonal csökkenésével szoros összefüggésben áll, hogy a lakossági hőellátásban – különösen a vidéki kistelepüléseken – ismét előtérbe kerültek az egyéni, földgáz-tüzeléshez viszonyítva jóval olcsóbb, viszont korszerűtlen házi biomassza (különösen fa- és vegyes szilárd) tüzelésű berendezések. Ezek égéstermékei nagymértékben fokozzák a levegőminőség, ezáltal a környezet-egészségügyi hatások romlását – különös tekintettel a szálló por koncentrációjának növekedésére.

Szakhatósági felmérések igazolják, hogy az egészségügyi szempontból veszélyes 10, ill. 2,5 µm alatti szálló por (PM₁₀ és PM_{2,5}) mennyisége az utóbbi években drasztikusan emelkedett az egyre elterjedtebb, biomassza-égetést megvalósító lakossági, szolgáltatási, ill. ipari kibocsátók miatt [1].

A dolog súlyosságát jellemzi, hogy 2011 decemberében – részben a sajátos időjárási körülmények miatt –, hazai nagyvárosok mellett kisebb településeken, így pl. már Miskolc kertvárosi részein is súlyos szmoghelyzet alakult ki, és azóta is szinte mindennaposak a határérték túllépések. A kialakult helyzet gyors kormány- és szakhatósági intézkedéseket tett szükségessé különösen a keleti, észak-keleti régiókban (ld. *1330/2011.(X. 12.) Korm. határozat*) [1, 7, 9]

Jelen tanulmány célja annak vizsgálata, hogy milyen összefüggések állhatnak fenn a lakosság elszegényedése, fűtési szokásainak átalakulása, ill. ennek következtében a levegőminőség-változás egészségügyi hatásai között – különös tekintettel az észak-magyarországi régióban –, valamint annak elemzése, hogy milyen megoldásokkal csökkenthetők a lakossági biomassza tüzelés környezeti kockázatai.

A lakosság fűtési szokásainak átalakulása B-A-Z megyében 2000-től napjainkig

A '90-es évek végétől a 2000-es évek közepéig a borsod megyei lakosság fűtési szokásait az egyéni szénttüzelésről a vezetékes földgáz-tüzelésre történő átállás, ill. a távhőszolgáltatás jellemezte. Ebben az időszakban épült ki a kistelepülési vezetékes gázrendszerek jelentős része [6]. A földgáz tüzelőanyagként történő felhasználását segítette az állam által nyújtott gázár-támogatás, mely lehetővé tette, hogy a rászoruló családok kedvezményesen jussanak ehhez az energiahordozóhoz.

Azonban napjainkban a vezetékes gáz árának 2006. évtől tartó drasztikus emelkedése (ld. pl. TIGÁZ Zrt. 2010-évi 12%-os áremelése), az ártámogatás 2010. évi megszüntetése, és a megyében egyre növekvő munkanélküliség, ill. jövedelem csökkenés miatt a megnövekedett kiadásokat fedezni nem tudó háztartások egyre nagyobb része elégti ki fűtési igényeit más módon. Ez főként az egyik legolcsóbb tüzelőanyag, a tűzifa felhasználásának növekedésével jár [5, 6, 11].

Az Energiaklub *NegaJoule2020* elnevezésű 2010. évi kutatási projektje szerint bár a hazai háztartások kb. 80%-ában be van vezetve a földgáz, mindössze a fele használja azt fűtési célra. Ezt támasztják alá B-A-Z megye lakosságának vezetékes gáz felhasználási adatai 2000 és 2010 között, melyek szerint a fajlagos gázfelhasználás kb. 30%-kal esett vissza a tíz évvel korábbihoz képest.

Hazánkban több mint 660 ezer háztartásban, jellemzően a vidéki kisvárosokban, községekben, tanyákon fűtenek fával. Az Energiaklub adatai szerint a leggyakoribb fűtési berendezések a fával működő kazán/cirkó, illetve a fatüzelésű kályha, kandalló. [3, 7].

A lakosság jegyzett tűzifa felhasználása 2010 évi országos adatok szerint 1,2-1,5 millió m³. Az illegális kereskedelem miatt ez az érték lényegesen magasabb [2], mely arány különösen igaz a keleti, észak-keleti régiók elmaradott településeire, hivatalos felmérések azonban ennek számszerűsítésére nem készültek.

A megnövekedett tűzifa igénynek mára már komoly természetkárosító következményei is ismeretesek (ld. Sajólad, 2010.: Natura 2000 természetvédelmi terület erdeinek kipusztítása), ugyanis a települések legszegényebb, főleg kisebbségi csoportba tartozó rétege tűzifa szükségletét a környező erdőkből, fás területekről, stb. fedezi, ezzel évi több százmillió forintnyi kárt okozva a gazdaságnak. [2, 3, 5].

A lakosság tüzelőanyagként azonban nem csak fát, hanem a háztartásban fellelhető biomassza-, sőt egyéb éghető hulladékot is felhasználja. A borsodi Cirkont Hulladékgyűjtő Zrt. adatai szerint 2007-től 2011-ig mintegy hatodára csökkent a lakosságtól begyűjtött éghető szelektív hulladékok (ld. papír, PET palackok, csomagolóanyagok) mennyisége. Ennek oka a „gyűjtési kedv” csökkenése és a megélhetési célokból „eltulajdonított” mennyiség mellett az, hogy ez a hulladék szintén háztartási tüzelőberendezésekben kerül „hasznosításra”. Egy 2009. évi kistéleplési kérdőíves felmérés szintén ezt a megállapítást támasztja alá [4, 10].

A lakosság fűtési szokásainak átalakulására, ill. a fűtőanyagok nagy árdifferenciájára utal az a tény is, hogy több, a '90-es években bezárt szénbánya újbóli megnyitását tervezik (pl. Farkaslyuk, Nagymányok, Lyukóbánya, mecseki szénbányák). [15]

Miért fenyeget környezeti veszéllyel a szilárd energiahordozókkal való lakossági tüzelés?

A természetkárosítás mellett az egyik legnagyobb környezeti problémát a szilárd tüzelőanyagok elégetéséből származó lokális füstgáz-emisszió okozza, melynek egyik legveszélyesebb alkotórésze a szálló por.

Két nagy csoportja (PM₁₀ és PM_{2,5}) a levegőben lebegő szilárd és folyadék részecskék elegye. A durva részecskék a tüdőbe kerülve köhögést, nehézlégzést válthatnak ki, míg a finom porszemcsék a tüdő mélyébe hatolva felszívódnak és a

keringésbe kerülve gyulladást indíthatnak el, növelve a véralvadékonyság-, rögösödés kockázatát. Mivel a szálló por a talajhoz közeli magasságban dúsul, különösen veszélyeztetettek a csecsemők és kisgyermek [8, 9].

Egy 2009-es tanulmány szerint a magas légszennyezettségű városokban lakó gyermekek az agykárosodás veszélyeinek vannak kitéve, mely gyulladást okozó folyamatokra vezethető vissza. Az előagyban diagnosztizált fejlődési rendellenességek kihatnak a társas viselkedésre, az érzelmekre, a tervezési, döntéshozói és cselekvési funkciókra is. [13]

A szálló por hosszú távú egészségi hatásai a várható élettartam csökkenése, valamint légzőszervi-, szív- és érrendszeri megbetegedések. Koncentrációjának emelkedése fokozza az asztmát okozó megbetegedések, rosszindulatú tüdőbetegségek kialakulásának lehetőségét. A szálló por veszélyességét növeli, hogy nagy felületi aktivitása miatt felületén nehézfémek, PAH-vegyületek telepednek meg, melyek rákkeltő hatásúak [9, 14, 16, 17].

A KSH B-A-Z Megyei Igazgatóságának statisztikai adatai alapján 2010-ben a tüdő daganatos betegségeiben kb. 10%-kal, légzőszervi megbetegedésekben 36%-kal többen haltak meg, mint tíz évvel korábban [6]. Bár a betegségek lappangási ideje, és a szervezetbe kerülő egyéb káros vegyi anyagok miatt a helyzet jóval összetettebb annál, minthogy egyértelmű legyen az összefüggés az elhalálozások és a szálló por koncentráció növekedése között, azonban ez a légszennyező anyag kutatásokkal bizonyítottan szerepet játszik a felsorolt betegségek kialakulásában.

Kritikus a levegő minősége

A szálló por forrása a közlekedés, ipari és lakossági szén- és fatüzelés. Mennyisége az adott területen található ipari tevékenység, a fűtőanyag típusa és háztartási felhasználása, valamint a földrajzi és időjárási viszonyok függvénye.

Hazánk nagyobb városaiban a levegő szálló por koncentrációja (az időjárás függvényében is) igen kedvezőtlenül alakulhat, és különösen a téli hónapokban a határérték túllépések is gyakoriak. [8, 10, 14]

A hazai jogszabályozás szerint megkülönböztetett küszöbértékek: a legalacsonyabb *egészségügyi határérték* – melynek átlépése tartós egészségkárosodást nem okoz –, a *tájékoztatási küszöbérték*, mely, ha két napon át fennáll, a lakosságot tájékoztatni kell a helyzetről, és a *riasztásos küszöbérték*, melynek rövid idejű fennállása is egészségkárosító hatású, ezért azonnali beavatkozást igényel.

Ilyen súlyos, a tájékoztatási küszöbérték feletti állapot alakult ki 2011. decemberében, amikor a sajátos időjárási körülmények következtében számos hazai nagyváros mellett már kistelepüléseken, így pl. Miskolc kertvárosi részein is súlyos szmoghelyzet alakult ki [8].

A helyzet megvitatására az Észak-Magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség 2011. december 14-én szemináriumot szervezett a Miskolci Egyetem, az OMSZ Észak-magyarországi Regionális Központja és a debreceni ATOMKI részvételével.

Megállapították, hogy a krízishelyzet kialakulásáért nagyrészt a hazánk területét uraló akkori meteorológiai viszonyok (szélcsendes időjárás, magas légnyomás,

fagypont körüli hőmérséklet) a felelősek, melynek következtében különösen a nagyobb városok felett ún. Londoni-típusú „redukáló” szmog alakult ki [10]. A megbeszélésen továbbá intézkedési javaslatokat tettek a szálló por koncentráció azonnali csökkentésének érdekében.

Megoldások a helyzet kezelésére – előnyök és hátrányok az egyes szinteken

A légszennyezés hatékony visszaszorítására különböző szinteken együttesen volna szükség, melyek az *állami, szakhatósági* intézkedések (tiltások, és szabályozások) mellett, a *településfejlesztési lehetőségek*, valamint az *egyedi környezetbarát fűtési technológiák* alkalmazása révén valósulhatnak meg.

A szakhatóságok 2004-ben és 2008-ban intézkedési programokat dolgoztak ki a légszennyezéssel különösen sújtott észak-magyarországi területek szálló por koncentrációjának csökkentésére vonatkozóan (Sajó-völgye zóna programja, Visonta zóna programja, Eger kiemelt város programja).

2011-ben a szálló por csökkentés ágazatközi intézkedési programja került kidolgozásra 1330/2011. (X.112.) Korm. határozat formájában [1, 10].

Mivel a PM₁₀ kibocsátás kb. 36%-át a lakossági fűtés teszi ki, a kormányhatározat a lakossági szektorra vonatkozóan is részletezi a szükséges intézkedéseket, úgy, mint:

- ♦ a kerti hulladékok égetésének tilalma és alternatívaként a komposztálás alkalmazása,
- ♦ a távfűtés versenyképesebbé tétele, ill. környezetbarát fűtési rendszerek megvalósításának támogatása, valamint
- ♦ az épületek energiahatékonyságának javítása.
- ♦ A határozat ezen kívül szigorítaná a lakossági ellenőrzéseket, fokozná a lakossági felvilágosító munkát és a tudatformálást, valamint drasztikus lépéseket tenne a dohányzás visszaszorítására [1]. Az intézkedések problémája lehet a felülről közelítés, melynek légszennyezés csökkentő hatása csekélyebb, mint az „alulról”, egyéni szinteken megvalósítható kezdeményezéseké lenne.

Megoldást jelenthet az egyedi, akár biomassza alapú, akár alternatív fűtési rendszerek kiépítése a háztartásokban [18]. Azonban ennek beruházási költsége az alacsony jövedelmű családok számára vállalhatatlan anyagi terhekkel jár, így gyakorlatilag nem versenyképes a hagyományos szilárd-tüzelési módokkal. Állami támogatások ugyan igénybe vehetők a lakóépületek energiatakarékosági célból való korszerűsítéséhez (Új Széchenyi Terv pályázatok), azonban ennek előfinanszírozási kötelezettségei és pályázati feltételei miatt a lakosság nagyon kis százaléka él a lehetőséggel.

Hosszú távon hatékonyabb módszert jelenthetne állami támogatásokkal ösztönözni a lakosságot, ill. a kistelepüléseket saját hulladékaik környezetbarát energetikai hasznosításának megvalósításában, pl. települési szintű távhőszolgáltató rendszerek, biomassza égető, vagy akár települési biogáz üzem létesítésére uniós finanszírozással. Azonban jelenleg ezek állami támogatottsága alacsony, és az egyébként is anyagi

nehézségekkel küzdő, elmaradott régiókban lévő kistelepülések számára ilyen nagy volumenű beruházás önerőből megvalósíthatatlan.

Összegzés

Hazánk – főként téli időszakban kialakuló – klimatikus viszonyai és a lakosság szilárd biomassza tüzelőanyagokhoz való visszatérése együttes következménye az utóbbi években tapasztalható levegőminőségi jellemzők romlásnak, különösen a szálló por tekintetében.

2011 decemberétől 2012 februárjáig szinte mindennaposak a voltak a tájékoztatási küszöb feletti határérték túllépések, főként az észak-keleti, keleti régiókban. A megnövekedett porkoncentráció 10, ill. 2,5 µm alatti tartománya nemzetközi kutatásokkal bizonyítottan fokozza a szív- és érrendszeri megbetegedések, légzőszervi kóros elváltozások kialakulását, sőt agykárosító hatása is kimutatott. B-A-Z megyében az utóbbi tíz évben 10%-kal nőtt a szálló porral összefüggésbe hozható légzőszervi daganatos megbetegedések, 36%-kal az egyéb légzőszervi megbetegedések száma.

A kialakult helyzet gyors kormány- és szakhatósági intézkedéseket tett szükségessé, így kormányhatározat formájában intézkedési programot dolgoztak ki a szálló por mennyiségének hatásági csökkentésére.

Azonban különösen a lakossági szektorban a légszennyezés csökkentésének hatékony módszere „alulról építkezve” az egyéni fűtési rendszerek korszerűsítése, vagy települési környezetbarát fűtési rendszerek kiépítése lehetne, mely jelen állami szabályozási keretek között komoly anyagi és jogi nehézségekbe ütközik.

Kulcsszavak: lakossági biomassza tüzelés, életszínvonal, levegőminőség, egészségügyi hatás

Irodalom

1. 1330/2011. (X. 12.) Korm. határozat „A kisméretű szálló por (PM10) csökkentés ágazatközi intézkedési programjáról”. Magyar Közlöny [Online] 2011. 117. szám, október 12. pp. 29546-29572. Hozzáférhető: www.kozlony.magyarorszag.hu/pdf/10546 [Hozzáférés 2011. december 20.]
2. Elek L. A háztartások energiafogyasztása. Statisztikai jelentés, Energia Központ Kft., Budapest; 2009. Hozzáférhető: www.energiakozpont.hu [Hozzáférés 2012. február 10.]
3. Farkas T. Rohamosan csökken a gázfogyasztásunk: nagykabáttal védekezünk vagy fával fűtünk? Ingatlan Magazin [Online] 2011. december 29. Hozzáférhető: <http://ingatlanmagazin.com/penz-es-jog/rohamosan-csokken-a-gazfogyasztasunk-nagykabattal-vedekezunk-vagy-faval-futunk/> [Hozzáférés 2012. január 15.]
4. Kalicziné P.K. Biogáz üzem létesítésének gazdasági lehetőségei egy vidéki kistelepülés fejlesztésében. Szakdolgozat, Miskolci Egyetem, GTK, 2010.
5. Kissné K.K. Jegyző – Sajólad Önkormányzata. Személyes konzultáció. 2009. június
6. Restyánszkiné J. V. Elemző statisztikus – KSH Miskolci Igazgatósága. Személyes kommunikáció. 2012. január 6.
7. Szilágyi Zs. Még egyszer a fátüzelésről. VGF Online. 2010. 06. 14. Hozzáférhető: <http://www.vgfszaklap.hu/cikkek.php?id=1986>

8. Szuhi A. Határérték felett a szálló por (PM10) koncentrációja. Hozzáférhető: <http://legszenyvezes.hu/component/content/article/51-hazai-hirek/219-hatarertek-felett-a-szallo-por-pm10-koncentracioja> [Hozzáférés 2012. január 15.]
9. Szuhi A. Szálló por (PM10) Hozzáférhető: <http://legszenyvezes.hu/legszenyvezok/37-legszennyezk/47-szallo-por-pm10> [Hozzáférés december 27.]jk
10. Uramné L.K. Szmoghjelzet jogszabályi háttér. Szmoghjelzetek alakulása a Sajó völgyében. [Szemináriumi előadás] Észak-magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség; Miskolc, 2011. december 14.
11. Üveges Zs. Igazgató – Cirkont Hulladékgazdálkodási Zrt. Személyes kommunikáció. 2012. február 6.
12. Gáz: Sokkoló áremelés északkeleten. Fogyasztók. Hu – fogyasztóvédelmi magazin. [Online] 2010. 04. 02. Hozzáférhető: <http://www.fogyasztok.hu/cikk/20100402/gaz-ara-sokkolo-aremeles-eszakkeleten> [Hozzáférés 2012. január 15.]
13. Ártalmas lehet a fátüzelés is. HVG.hu [Online] 2009. 03. 16. Hozzáférhető: http://hvg.hu/egeszseg/20090315_artalmas_fatuzeles [Hozzáférés 2012. február 28]
14. Magyarországon a legrosszabb a levegő - íme a következmények. HVG.hu [Online] 2012. 02. 17. Hozzáférhető: http://hvg.hu/egeszseg/20120217_magyarorszagon_legrosszabb_levego [Hozzáférés 2012. február 28]
15. Mecseki szénbányák újraindítása: trükk vagy üzlet? Népszabadság Online. 2011.08.27. Hozzáférhető: http://nol.hu/lap/mo/20110827-akcios_szen_bevezeto_aron [Hozzáférés 2012. február 17.]
16. Baukal, C.E, Industrial Combustion Pollution and Control, Oklahoma, U.S.A., 2004.
17. Seinfeld, J.H, Pandis, S.N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, Wiley-Interscience publication, U.S.A., 1998.
18. Ipoly Erdő Zrt., Megújuló energia – megújuló készülékek. [Online] Hozzáférhető: <http://ipolyerdo.hu/index.php?op=category&id=002002003>

FÁS SZÁRÚ ENERGIANÖVÉNYEKBŐL TÖRTÉNŐ TÜZELŐANYAG ELŐÁLLÍTÁS FŰTÉSI CÉLRA

Mádainé Üveges Valéria*, Nagy Sándor

Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet,
Magyarország, 3515 Miskolc –Egyetemváros

* *ejtmuva@uni-miskolc.hu*

Bevezető

Az utóbbi időszakban az egyre rosszabb gazdasági körülmények miatt komoly terhet jelent a fűtés költségeinek kigazdálkodása a magyar családoknak és közintézményeknek, különösen a hátrányos helyzetű térségekben, ahol a munkanélküliség is jelentős. A földgázárak emelkedése miatt sokan visszatértek a szén-, illetve fatüzelésre, de gyakran az éghető anyagok jelentős hányada is a kazánban végzi. Ennek azonban mérhető következményei vannak a légszennyezettséget tekintve, így fontos feladat egy olyan alternatív tüzelőanyag előállítása, amely nem szennyezi tovább a környezetet és megfizethető.

A direkt tüzelési célra termelt gyors vágásfordulójú energiafákból előállított pelleték és brikettek jó alternatívát kínálnak a fosszilis energiahordozókkal szemben, nemcsak a lakások, de akár nagyobb intézmények, üzemek esetén is. A fűtési költségek összehasonlításakor számításaink alapján ugyanazt a hőmennyiséget a főlgázzal történő fűtéshez képest fapellellettel 24%-al, faaprítékkal pedig akár 74%-al olcsóbban tudjuk előállítani (2011-es árakon számolva), fontos azonban mérlegelni az egyéb szempontokat is, mint, pl. kazán beruházási költsége, helyigénye, a tüzelőanyag beszerezhetősége, tárolhatósága.

Magyarországon a nemesnyár, az akác, a fűzek egy része, az éger bizonyult alkalmasnak hőtermelésben történő felhasználásra (Marosvölgyi B. 2003). Az éghajlat és a talaj nyújtotta adottságok figyelembevételével az akác-, nyár- és fűzfélék termesztése a legjellemzőbb, így a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében is a rendelkezésre álló különböző fafajták brikettálhatóságát vizsgáltuk kísérleti dugattyús préssel. A távlati célunk az Egyetemünkön futó TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt keretén belül egy olyan fafajtát találni, amelynek ültetvényes termesztésével, majd megfelelő előkészítést követően történő tüzelésével egy kisteleptülés fűtési problémái megoldhatóvá válnak.

Anyag és módszer

A kísérletek során elsőként az akácot vizsgáltuk, mint potenciális brikett alapanyagot. Az akác a legjobban a savanyú homokos talajokon terem a nyírségi és a somogyi erdőgazdasági tájakon, míg a legrosszabb hozamokat a Duna-Tisza közti meszes homokhátak adják [1]. Kedvező tulajdonsága igénytelensége, hiszen betakarítását követően elegendő foszfor és káli trágyázással pótolni a kivont tápanyagot, a tüzeléskor keletkező fahamu pedig kiváló káli trágyaként szolgál, így pl. egy kis település saját fűtőműjében keletkező hamuval az akác ültetvény tápanyagpótlása nagyrészt megoldható [2].

A fa fűtőértéke minimális mértékben a fafajtól, nagymértékben a nedvességtartalomtól függ. A fában található nedvességnek az elégés alatt el kell párolognia, ez viszont jelentős energiát von el, így minél nagyobb a tűzifa víztartalma, annál több energiavész kárba a fűtés folyamán. Pl. 20%-os nedvességtartalom mellett az átlagos fűtőérték 13,28 MJ/kg, míg 10%-os nedvességtartalomnál 14,75 MJ/kg-al számolhatunk. Ezt a szárazságot a fa kitermelésétől számított kb. egy, másfél év után éri el, jól szellőztetett helyen [3].

Akác tablettázás

A tablettázás nyomással történő agglomerálás, amikor nagy nyomással (10...1000MPa) éri el, hogy az érintkező felületeken megfelelő kötőerők léphessenek fel. Egy szemcsehalmaz brikettálhatósága az anyagsajátosságokon kívül függ a szemcsemérettől, az eljárás körülményeitől, (pl. hőmérséklet), és nem utolsósorban attól, hogy alkalmazunk-e kötőanyagot vagy sem [4].

A tablettázási kísérleteket a Nyersanyag előkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetben található kísérleti dugattyús préssel végeztük. Kísérletünkhöz száraz hasított akácot használtunk. A hasított akác testsűrűsége 740 kg/m³-re adódott. Az anyagot többlépcsős aprításnak vetettük alá, először forgótárcsás nyíró aprítógéppel 20 mm tárcsaszélesség mellett, majd függőleges tengelyű vágómalommal két lépcsőben aprítottuk a brikettáláshoz megfelelő szemcseméretre. Ezt követően mértük ki a kísérleti tablettákhoz szükséges mennyiségeket. A brikettálásra került anyag szemcseméret-eloszlását kézi szitálással határoztuk meg, az eredményeket az alábbi 1. táblázat tartalmazza. Az adatokból látható, hogy a szemcsehalmaz 80%-a 2mm alatti. Mértük az apríték nedvességtartalmát, mely 10,04 %-ra adódott, valamint a halmazsűrűséget (260 kg/m³).

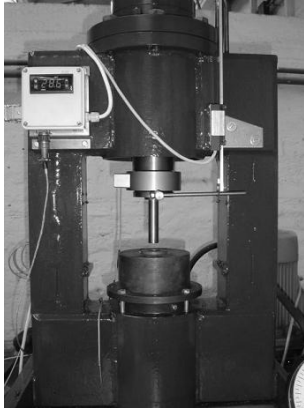
1. táblázat. Kísérleti brikettálás alapanyagának (akác) szemcseméret eloszlása

x_i (mm)	m (%)	F_x (%)	f_x (%/mm)
(4)>3	0,43	100	0,43
3...2	17,78	99,57	17,88
2...1,6	18,09	81,79	45,225
1,6...1	33,11	63,7	55,18
1...0,4	24,98	30,59	41,63
0,4...0	5,61	5,61	14,025
	Σ 100		

A kísérletek során az alapanyagot az előkészítést követően különböző nyomásokon préseltük, kísérleti tablettákat állítottunk elő. A kapott tablettákat minősítettük sűrűségük alapján.

A tabletták készítéséhez használt intézeti kísérleti dugattyús prés, a dugattyú elmozdulásának mérésére inkrementális távolságmérővel, a fellépő erők meghatározására erőmérővel van felszerelve. A hüvely és dugattyú jelenlegi állapotában 25 mm átmérőjű tablettá előállítására alkalmas, a hüvely hőmérséklete szabályozható valamint számítógépes adatrögzítő rendszer áll rendelkezésre a

kiértékeléshez. A berendezés az alábbi ábrán látható, a műszaki paramétereket pedig a 2. táblázat tartalmazza.



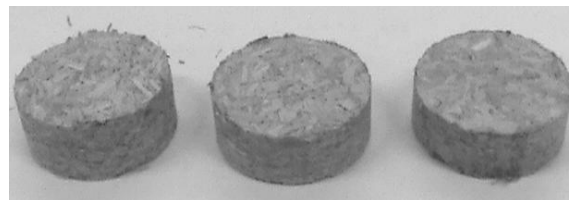
1. ábra. Intézeti dugattyús prés

2. táblázat. Dugattyús prés műszaki adatai

F_{\max}	200kN
v_{\max}	30mm/s
Hőmérséklet tart.	20...140°C
Tabletta átmérők	25 ill. 40mm
Távolságmérés	inkrementális
Adatfeldolgozás (erő, távolság)	PC, LabWindows

Eredmények

A brikettálást 90 °C-on, különböző nyomásokon végeztük, a kísérleti tablettákat sűrűségük alapján minősítettük. Az alkalmazott nyomás értékek: 50 MPa, 100 MPa, 150 MPa, 200 MPa és 250 MPa. 5 g aprítékot mértünk ki minden egyes kísérleti brikett elkészítéséhez, amelyeket a préshüvelyben előmelegítettük 2 percig, ez után történt a darabosítás. A préselő dugattyú sebességét 20 mm/s-ra állítottuk. Az így előállított tabletták az alábbi 2. ábrán láthatóak.



50 MPa

150 MPa

250 MPa

2. ábra. Kísérleti tabletták

A tabletták sűrűségével jól és egyszerűen jellemezhető a minőségük. Tolómérő segítségével meghatároztuk a tabletták átmérőjét. A prés hüvely átmérője 25 mm, azonban bizonyos anyag típusoknál a préselés után tágulás léphet fel, ezért kellett meghatározni az átmérőt is. Tolómérőt használtunk a tabletták magasság meghatározásához is. Minden esetben adott tömegű (5g) mintát mértünk be a préseléshez a berendezésbe, azonban a préselés, tabletták eltávolítás során kis tömegveszteségek léptek fel, ezért minden elkészült tabletták tömegét meghatároztuk. Ezekből az adatokból határoztuk meg - 5 érték átlagából - a tabletták sűrűségét (3. táblázat) az alábbi képlet alapján:

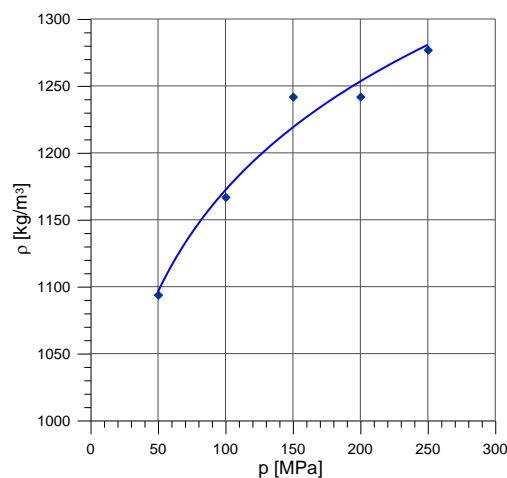
$$\rho_t = \frac{m}{V} = \frac{4m}{(D^2\pi h)}$$

ahol
 ρ_t a tabletta sűrűsége,
 m a tabletta tömege,
 V a tabletta térfogata,
 D a tabletta átmérője,
 h a tabletta magassága.

3. táblázat. A brikettek átlagsűrűségei különböző préselési nyomásokon, 90°C-on

Nyomás (MPa)	50	100	150	200	250
Átlagsűrűségek (kg/m ³)	1094	1167	1242	1242	1277

A könnyebb szemléltetés érdekében ábrázoltuk a kialakult tablettasűrűségeket a préselési nyomás függvényében (3. ábra).



3. ábra. Tabletta sűrűségek a préselési nyomás függvényében
 $\rho = 751,26 p^{0,09661}$

Megállapítható, hogy 90 °C-on megfelelő minőségű tabletta gyártható, hiszen a forgalomban kapható fabrikett is 1000-1300kg/m³ sűrűség tartományok között mozog. A préselési nyomás növelésével, mint az várható- a tabletta sűrűsége nő. Az összefüggés a gazdasági és műszaki szempontból optimális préselési nyomás meghatározásához nyújthat segítséget. Azonban a nagyobb nyomásokon készült tabletták esetén megfigyelhetők repedések, amik a terhelés megszűnését követő visszatágulásból származnak. Nagyobb hatásidővel, ill. hőmérséklettel a tabletták sűrűsége várhatóan növelhető. A hatásidő és a hőmérséklet növelésének, a szemcseméret változtatásának hatását, valamint a befektetett fajlagos munka és a tabletták közvetett húzószilárdságának meghatározását további kutatás keretén belül végezzük.

Következtetések

Az akác kísérleteink során alkalmasnak bizonyult megfelelő aprítást követően préseléssel történő agglomerálásra, kötőanyag alkalmazása nélkül. A hasított akác sűrűsége 740 kg/m^3 -re adódott, a préseléssel elért sűrűség ennek kb. másfélszerese. A brikett fűtőértéke is magasabb mint a faaprítéké, átlagosan $17\text{-}19 \text{ MJ/kg}$, valamint az egyenes hosszu, szinte tökéletes égés következtében jobb hatásfokkal égethető el [5][6].

Egyre terjed a faapríték közvetlen felhasználása fűtési célra, ez a fűtőanyag kétség kívül olcsóbb, mint a pellet, vagy a brikett, azonban ha összehasonlítjuk a faapríték általunk mért halmazsűrűségét (260 kg/m^3), és a brikett minimum halmazsűrűségét (600 kg/m^3), akkor láthatjuk, hogy közel két és fél szeres különbség mutatkozik, így főként kisebb fogyasztók esetén érdemes figyelembe venni a különböző fűtési alapanyagok tárolási térfogatát is. További előny a pellet automatikus adagolhatósága a tüzelőberendezésbe. A fapellet, és a fabrikett ígéretes megoldás kistelepülés biomassza alapú fűtésének megoldására abban az esetben, ha az alapanyag a közelben rendelkezésre áll, a Miskolci Egyetemen a TÁMOP projekt keretében alakult kutatócsoporttal szorosan együttműködve további vizsgálatokat tervezünk az optimális megoldás felkutatására.

Köszönetnyilvánítás

"A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"

Irodalom

1. Sulyok D., Megyes A. (2006): Energiatermelés faültetvényből származó energiából III. Agrárágazat 7./6. pp. 64–67.
2. <http://www.energyforest.eu/images/GYK-Akac-Technologia.pdf>
3. www.graffitokft.hu
4. Csöke B. (2000): Aprítás és darabosítás, egyetemi jegyzet, pp.165.
5. http://www.erdert.hu/termekvalasztek_m7_1.php
6. Bai A., Lakner Z., Marosvölgyi B., Nábrándi A.(2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest

A VISION HUNGARY 2040 FENNTARTHATÓ ENERGIA-FORGATÓKÖNYV ÉS ENNEK HŐSZIVATTYÚZÁSSAL KAPCSOLATOS POTENCIÁLBECSLÉSE

Munkácsy Béla*, Sáfaián Fanni, Szabó Dániel

ELTE TTK, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. stny. 1/c

* munkacsy@elte.hu

Bevezető

A Vision Hungary 2040 fenntartható energia-forgatókönyv, melyet az ELTE Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékének másfél éves kutatása alapozott meg. Egy 100%-ban megújuló energiaforrásokra támaszkodó rendszer képét vázolja fel, kifejezetten magyarországi körülményekre igazítva. A forgatókönyv optimális szabályozási környezetet feltételez, és olyan utat vázol fel, amely elvezethet egy fenntartható, hosszú távon is működőképes energiarendszer kialakításához. Már az akkori kutatás során is lényeges kérdéseket vetett fel a hőszivattyúk felhasználásában rejlő potenciál, ennek kapcsán ugyanis szinte kimeríthetetlen lehetőségekről beszélhetünk. Erre vonatkozóan azonban olyan szakirodalmi adatokkal nem találkoztunk, amely a környezeti hő mindhárom lehetséges forrását (így a lég-, a hidro- és a geotermikus) egyaránt tárgyalta volna. Az elmúlt években ismereteink szerint kizárólag a geotermikus hőenergia kapcsán jelentek meg a hazai szakirodalomban potenciálértékek. Jelen dolgozatunkban kísérletet teszünk a fenti hiányosság pótlására és a hőszivattyúzás technikai potenciáljának meghatározására.

A környezeti hő felhasználásának lehetőségei 2050-ig

Dolgozatunkban több, egymáshoz sok tekintetben közel álló, éppen ezért gyakorta nehezen áttekinthető módon tárgyalt szakterület magyarországi potenciáljainak bemutatását tűztük ki célul. Az itt tárgyalt megoldások közül legismertebb a geotermikus energia hasznosítása, ugyanakkor a környezeti hő forrása alapján megkülönböztetjük még a hidrotermikus és légtermikus energia felhasználását is (lásd: Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve).

A geotermikus energia egyik fő forrása a Föld belsejében lejátszódó radioaktív izotópok bomlása, melynek során óriási mennyiségű hő keletkezik, amely a kőzeteken keresztül vezetéssel és sugárzással, valamint a kőzetek pórusaiban áramló fluidum segítségével hőáramlás útján folyamatosan a Föld felszíne felé áramlik. Az így jelentkező hőenergiát kétféleképpen lehet hasznosítani. Alapesetben kitermelő kutak segítségével felhozzák a fluidumot a felszínre és fűtésre, valamint használati meleg víz előállításra használják. A hosszú távú energianyeres érdekében igen fontos, hogy a lehűlt folyadékot visszasajtoló kutak segítségével visszajuttassák a mélyebb, felszín alatti rétegekbe – még akkor is, ha ez az üzemeltető rövid távú haszonszerzésének céljával nem egyeztethető össze. További lehetőséget kínál, ha a kitermelés eredményeképpen kellően magas hőmérsékletű (> 120-150 °C) fluidum kerül a felszínre, ez esetben villamos erőművek üzemeltetésére is lehetőség van.

A mélyben zajló folyamatok eredményeképpen – egy adott hőtéljesítmény jelentkezik, amit hőáramsűrűségnek nevezünk (ez az 1 m²-en jelentkező

hőteljesítmény). Ennek értéke azonban még a kedvező földtani adottságokkal rendelkező Magyarországon is olyan csekély – mintegy $70-90 \text{ mW/m}^2$ [1] –, hogy ezt önmagában nem volna érdemes energetikai célra hasznosítani. Még szerencse, hogy a Föld felszínét a Nap is melegíti, ennek köszönhetően a nyári félévben a talaj és az alatta lévő közettest 10-20 méter vastagságban felmelegszik, így a figyelembe vehető hőteljesítmény $20-30 \text{ W/m}^2$ -re nő. Ezáltal már értelmet nyer a talajkollektoros hőszivattyúzás, aminek eredménye fűtési célú vagy használati meleg víz. Az energiaforrás ilyen esetben tehát sokkal inkább a Nap sugárzó hője, semmint a Föld belső hője [2]. Ebből következően a légtermikus és hidrotermikus hasznosítás esetében is egyértelműen a napsugárzás közvetett hasznosításáról beszélhetünk, a végeredmény itt is hőenergia kinyerése.

A környezeti hő alkalmazásának előnyei között energetikai szempontból a legfontosabb, hogy tervezhető a hasznosítás menete, időjárási tényezők nem befolyásolják a kitermelhető mennyiséget, valamint – elsősorban a légtermikus hő esetében – az ország egész területén alkalmazható. Különösen a geotermikus hasznosítás esetében fontos azt megemlíteni, hogy a hőhasznosítás hosszabb időtávlatban a termelés helyén lehűtheti környezetét, ezért úgy kell tervezni a felhasználás ütemét, hogy legyen elég ideje a közegnek újra felmelegedni.

A környezeti hő hazai hasznosításának jelenlegi gyakorlata

Hazánkban a geotermikus hőenergia-vagyonunk hasznosítása adja a környezeti hő felhasználásának szinte teljes egészét. Hazánkban 788 üzemelő termál kutat tartanak nyilván. A felszínre hozott 26-38 PJ hőenergiából alig 10%-nyit, 2009-ben például 4,03 PJ-t [3] hasznosítottunk. Sajnálatos tehát, hogy a rendszer hatalmas veszteségekkel működik. A hasznosítás (vagy elpazarlás?) fő területe a direkt hőhasznosítás (üvegházak fűtésére, épületek, uszodák fűtésére, használati-melegvíz termelés, távfűtés) és a hévizek gyógyászati alkalmazása [4].

A felszín közeli hőkészletek, valamint a légtermikus és hidrotermikus energia esetében hőszivattyúk segítségével nyerjük ki a hőt. 2000 és 2009 között 10 db-ról 1000 db-ra nőtt az éves hőszivattyú eladások száma Magyarországon – ebből 400 db földhőszonda, 400 db levegős szivattyú és 200 db hidrotermikus alkalmazás [5]. Ugyanakkor a 9,1 millió lakosú – és lényegesen kedvezőtlenebb természeti adottságú – Svédországban az értékesített berendezések száma 2000-ben 24 000 db, míg 2008-ban már 128 400 db [6] volt. Ezeknek a kimagasló eredményeknek a háttérében a magasabb jövedelmek és a kedvezőbb szabályozási környezet mellett nyilvánvalóan a hőszivattyúk működtetéséhez szükséges olcsó és tiszta üzemű vízenergia áll. Hazánkban egy ilyen magas darabszámot a jelenlegi villamosenergia-rendszer környezeti teljesítménye sem indokol, sőt véleményünk szerint mindaddig, amíg az energiamixben ilyen jelentős szerepet tölt be az atomerőmű és a fosszilis erőművek sokasága, addig kifejezetten korlátok között kell tartani a hőszivattyúk elterjedését.

A földhő hasznosításának magyarországi potenciálja

Az MTA 2010-es prognózisa [7] szerint 2020-ra csak a hőszivattyúk alkalmazásával 8-10 PJ/év energiát tudna hazánk előállítani, a közvetlen

hőhasznosítással együtt pedig elérhetnénk a 20 PJ/év körüli értéket. Ám a rendelkezésre álló készletek tekintetében megoszlik a szakmai körök véleménye. Az 1. táblázatban összefoglaltuk a különféle forrásokban talált adatokat.

1. táblázat. Hazánk földhő-hasznosítási potenciálja különféle források szerint (időrendi sorrendben)

Tanulmány címe	Szerző, évszám	A potenciál mértéke (PJ/év)
Az ország egyes régióin, területrészein a geotermikus potenciál meghatározása	Liebe P. 1982 [8]	ipari vagyon (társadalmi-gazdasági potenciál): 343 000
A geotermikus energiavagyon állami nyilvántartásának előkészítéséről	Rezessy G. et al. 2005 [9]	elméleti: 5 380 000
Magyarországi fenntartható energiastratégia	Energia Klub 2006 [10]	50-63
Magyarország megújuló energiaforrás felhasználás növelésének stratégiája 2007-2020	GKM 2007 [11]	elméleti: 63,5 gazdaságos: 12
A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeli lehetőségei Magyarországon	MTA – ELTE 2008 [4]	min. 60
Javaslat a geotermikus energia hazai hasznosításának növelésére	Ádám B. et al. 2009. ¹ [12]	100-110 (talajkollektoros hőszivattyúval együtt)

A potenciálbecslési adatok jelentős eltérése több okból is adódhat, így okozhatja a különböző mérési módszerek alkalmazása (hőáram módszer, térfogati módszer); az eltérő egységekre vonatkoztatott számítás (pl.: m²-re, utánpótlódó hővagyonra), vagy azok különböző potenciáltípusokra (elméleti, technikai, gazdasági, ipari, fenntartható) végzett számítása [4]. További ok, hogy a legújabb kutatások eredményei alapján egyre pontosabb a kialakult képünk, illetve a technológiai lehetőségek folyamatos bővülésével – így például a mesterséges földhőrendszerek (Enhanced Geothermal System) kínálta lehetőségek figyelembe vételével – a felhasználási lehetőségek is szélesednek.

Az elméleti potenciál bizonyosan hatalmas, egyes források [9] szerint a legjobban hozzáférhető negyedidőszaki és felső-pannóniai korú képződmények együttesen mintegy 5 380 000 PJ hőmennyiséget tárolnak. Figyelembe véve a jelenlegi pazarló felhasználást, valamint lehetőségeink szerény mértékű kihasználását, véleményünk szerint a valóban hasznosítható potenciálként jelzett 100-110 PJ/év energiamennyiség egyáltalán nem tekinthető túlzó elképzelésnek:

- ♦ Különösen annak tükrében, hogy ebben 30-40 PJ értékkel már a talajszondás és talajkollektoros környezeti hő felhasználása is benne foglaltatik [12];

¹ ÉTE Hőszivattyú Szakosztály; CEGE Zrt.; Magyar Termálenergia Társaság; Geotermikus Koordinációs és Innovációs Alapítvány; PYLON Kft.

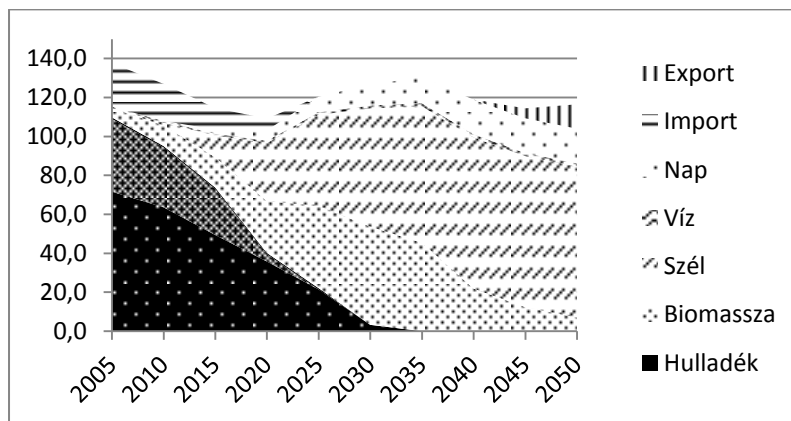
- ♦ A jelenlegi pazarló felhasználás helyett a kaszkád rendszerű komplex hasznosításra való átállással 2020-ra a jelenleg felszínre hozott 26-38 PJ-nyi hőenergiából a mostani 4 PJ mellett akár további 10-15 PJ hőt is ki lehetne nyerni anélkül, hogy többlet hēvizet termelnénk ki a felszín alól [4; 12].
- ♦ A fent hivatkozott kutatók határozott álláspontja szerint ezek után a termelést csak úgy lehet fokozni, ha a lehűlt vizet a rezervoárba visszajuttatjuk.

A hőszivattyúzás hazai potenciálja 2050-ben

Érdekes kérdéseket vet fel a hőszivattyúk felhasználásában rejlő potenciál, ennek kapcsán ugyanis szinte kimeríthetetlen lehetőségekről beszélhetünk. Erre vonatkozóan azonban olyan szakirodalmi adatokkal nem találkoztunk, amely mindhárom forrást tárgyalta volna, valójában kizárólag a geotermikus hő-energia kapcsán jelentek meg korábban potenciálértékek. Az alábbiakban kísérletet teszünk a légtermikus és hidrotermikus potenciálok meghatározására is.

Mi a korlátot abban látjuk, hogy az efféle rendszerek fenntartható módon történő működtetéséhez a villamos energiának környezetkímélő, megújuló forrásból kell származnia. A betáplált villamos áram egyébként is lényegesen értékesebb erőforrás – sokrétűbben használható, jól szállítható, ugyanakkor előállításához a forrásoknak jóval kisebb köre áll rendelkezésre. A fentiek tükrében véleményünk szerint a környezeti szempontból is elfogadható potenciált valójában a megújuló alapú villamos energia mennyisége határozza meg. A jelenlegi technológia lehetővé teszi a betáplált villamos energia mennyiségéhez képest akár a 4, de speciális esetben akár az 5-szörös mennyiségű hőenergia kinyerését is. A hőszivattyúk javára írható, hogy – mivel a hőenergia lényegesen egyszerűbben tárolható – az időjárásfüggő megújuló energiaforrások rendszerbe illesztésében kulcsfontosságú szerepet játszhatnak.

A Vision 2040 Hungary forgatókönyv számításai szerint 2040-re ki lehetne váltani a fosszilis energiaforrások felhasználását, így a megújuló források dinamikus növelésével 2050-ben 104 PJ fenntartható villamos energia termelése valósulhatna meg, amelyből 12,5 PJ-t exportálnánk (1. ábra).



1. ábra. Megújuló alapú villamosenergia-termelés a Vision 2040 forgatókönyv szerint

Az átmenet évtizedeiben a jelenleg is lendületesen bővülő szél- és biomassza alapú termelés kapna fontos szerepet. Utóbbi azonban később a napenergia váltaná ki ökológiai fenntarthatósági okok miatt, így 2050-re a folyamatosan növekvő szélenergia-termelés lenne a legjelentősebb. Ennek köszönhetően a hőszivattyúk kulcsfontosságú szerepet kapnának, hiszen az időjárásfüggő villamos energia rendszerbe integrálását segíthetik a lényegesen egyszerűbben tárolható hőenergia előállításával.

Forgatókönyvünkben 2050-re 68,64 PJ villamos áram felhasználásával számoltunk – ami a jelenlegi fogyasztást figyelembe véve igen alacsony értéknek tűnik. Ne feledjük azonban, hogy napjainkban a felhasználás hatékonysága sok területen – így a világítástechnikában – végletesen alacsony, így feltétlenül fejlesztésre szorul. A helyzetet bonyolítja, hogy jövőképünk elektromos alapú közlekedéssel számol. Ez a szektor nyilván előnyt élvez a csak hőenergia előállítására alkalmas hőszivattyúkkal szemben. Így a közúti közlekedés villamosenergia-igénye (hidrogén és bioüzemanyag felhasználása mellett) 14,6 PJ-nak, a vasúté 9,3 PJ-nak adódik. A háztartások áramfogyasztása megközelíti majd a 14,9 PJ-t, a szolgáltató szektoré a 12,44 PJ-t – ez utóbbi két tétel egy része, becslésünk szerint legfeljebb 50%-a szolgálhat majd a hőszivattyúk üzemeltetésére. A fentiek alapján hazánkban a hőszivattyúzás potenciálja 2050-ben:

$$(E_1 + E_2) / 2 * COP = E_{POT}$$

ahol

E_1, E_2 : a háztartások és a szolgáltató szektor villamosenergia-fogyasztása 2050-ben;

COP : a hőszivattyúk leadott fűtőtéljesítményének és teljesítményfelvételének az aránya;

E_{POT} : hőszivattyúzás társadalmi-gazdasági potenciálja 2050-ben.

$E_{POT} = 54,68 PJ$, ha $COP=4$

$E_{POT} = 68,35 PJ$, ha $COP=5$.

A fentiek alapján úgy véljük, hogy a jövőben a hőszivattyúk terén a kapacitás növelése fontos feladat, de azt egyfelől a mindenkori megújuló-alapú áramtermeléshez kell igazítani, másfelől össze kell egyeztetni a közlekedésben felmerülő villamosenergia-felhasználással. Forgatókönyvünkben a környezeti hő felhasználásának csúcsidezőszaka 2035-2040, akkor 65 PJ energiát kellene a rendelkezésre álló három környezeti forrásból kinyerni. A fenti számítás alapján – némi technológiai fejlesztéssel – ez megvalósíthatónak tűnik. Reménykedésre adnak okot az elmúlt 5-10 év történései, amelyek eredményeképpen például ma már olyan levegős hőszivattyúk kerültek kereskedelmi forgalomba, amelyek akár téli üzemben (-15-20 °C-ig) is képesek megfelelő mennyiségű 50-60 °C-os meleg vizet szolgáltatni viszonylag magas, COP 3-3,5 mellett, így a tapasztalatok szerint teljes értékű és gazdaságos megoldást jelentenek akár nagyobb fogyasztók számára is. Az efféle rendszerek hidrotermikus változatának széles körű elterjedése lehetővé tenné, hogy akár a háztartásokban nagy mennyiségben keletkező hulladékhőt (fürdés, mosogatás, mosás) is hasznosítsuk, így a nagyobb hatásfok elérése sem jelent majd műszaki problémát.

Kulcsszavak: energia-forgatókönyv; holisztikus megközelítés; a környezeti hő felhasználásának technikai potenciálja

Felhasznált irodalom:

1. Völgyesi L. (2002): Geofizika. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 346 p.
2. MacKay, D. (2009): Sustainable Energy — without the hot air. UIT, Cambridge, 383 p.
3. Eurostat (2011): Energy Balance Sheets 2008-2009. Eurostat Statistical Books. 528 p. (letöltve: 2011. 07. 13.) http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-EN-11-001/EN/KS-EN-11-001-EN.PDF
4. Mádlné Sz. J. (2008): A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeli lehetőségei Magyarországon – Ajánlások a hasznosítást előmozdító kormányzati lépésekre. MTA, ELTE
5. Ádám B. (2010a): Hőszivattyús földhőszondák méretezésének aktuális kérdései. CONSTRUMA-ENEO
6. Ádám B. (2010b): Hőszivattyús technológia és az elérhető KEOP támogatások. A hőszivattyús geotermikus energia termelés, hőhasznosítás hazai eredményei és lehetőségei. Energia Központ Nkft.
7. Büki G. (2010): Megújuló energiák hasznosítása. MTA, Köztestületi Stratégiai Programok
8. Liebe P. (1982): Az ország egyes régióin, területrészein a geotermikus potenciál meghatározása – MFT tanulmány, OFGA T.17968
9. Ámon A. – Kardos P. – Kazai Zs. – Perger A. – Tóth N. (2006): Magyarországi megújuló energiastratégia. Energia Klub
10. GKM (2007): Magyarország megújuló energiaforrás felhasználás növelésének stratégiája 2007-2020,
11. Ádám B. – Kujbus A. – Kurunczi M. – Szanyi J. – Unk J. (2009): Javaslat a geotermikus energia hazai hasznosításának növelésére.

SZENNYVÍZISZAPOK SZERVES ANYAG TARTALMÁNAK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI ÜZEMI PÉLDÁKKAL

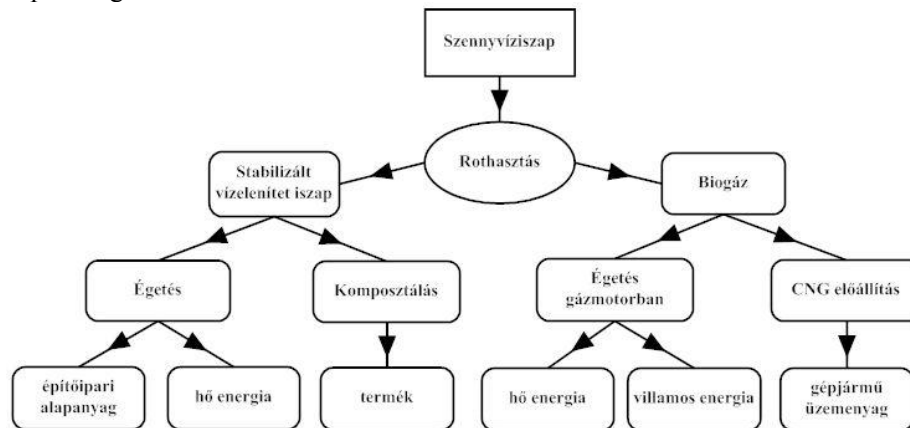
Reich Károly*, Pitás Viktória, Gulyás Gábor, Fazekas Bence

Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, 8200 Veszprém Egyetem út 10.

* reichk@almos.vein.hu

Bevezető

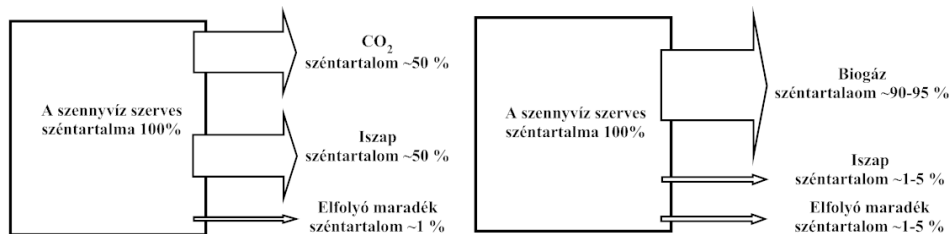
A települési szennyvíztisztítás kapcsán a keletkező szennyvíziszap mennyisége az utóbbi időszakban a csatornával ellátott háztartások számának folyamatos emelkedése miatt növekedőben van. A fajlagos szennyvíziszap-termelés növekedése ilyen módon egy bizonyos szintig együtt jár az ország fejlődésével, azonban ez várhatóan a csatorna kiépítések befejezésével néhány éven belül tetőzni fog. A csökkenést várhatóan a nagyobb telepeken sorra kiépülő biometanizációs hasznosítás fogja eredményezni, azonban a 20 ezer lakos-egyenértéknél kisebb tisztítótelepek esetén a biometanizáció nem lehet gazdaságos. Ugyanakkor a keletkező iszapmennyiség csökkentése minden telepen megoldandó. Az iszapfeldolgozás és termékeinek hasznosítása elvében az 1. ábrán láthatók.



1. ábra. Az iszapfeldolgozás és termékeinek hasznosítási lehetőségei.

A szennyvíziszap részleges átalakítása biogázzá a nagy szennyvíztisztítók esetében már az elmúlt évszázad második felében általános gyakorlattá vált. Ez a rothasztás jelentősen csökkenti az iszap szerves anyag és szárazanyag tartalmát és részleges fertőtlenítést is végez. A híg szennyvíziszapok energiatartalmának visszanyerésére jelenleg ez a leghatékonyabb lehetőség. A szennyvíz energia tartalmának több mint harmada ugyan ilyen módon elveszik az aerob szennyvíztisztítás során azonban az elengedhetetlen az oldott és lebegő szennyezők megfelelő nitrogén és foszfor eltávolításához. Az eredeti energiatartalomnak azonban valamivel kevesebb, mint harmadából azonban az iszap biometanizációjával hamu nélkül égethető energiahordozó lesz. Elvileg persze sokkal jobb lenne a szennyvíz szerves anyagának az energiáját közvetlen anaerob

biológiai átalakítással metán energiává alakítani a 2. ábrának megfelelően, azonban a híg szennyvíz kellő sebességű metanizációjához szükséges hőmérsékletre történő melegítéséhez a szennyvíz nem tartalmaz kellő mennyiségű szerves anyagot [1]. Éppen ezek miatt kell előbb koncentrálni annak egy részét, hogy a töményebb formában már a mezofil rothasztás iszap előmelegítési igényét biztosíthassa.



2. ábra. Az aerob és anaerob szennyvíztisztítás anyagmérlegei

Eredmények

A szennyvíziszap anaerob rothasztása ezzel együtt mára általánossá vált, sőt a kis telepek szennyvíziszapja is ilyen jellegű regionális feldolgozásra kerül a nagyobb telepeken. Erre azért is szükség van, mert a rothasztáson túl a gázhasznosítás is rendkívül beruházás-igényes. Az iszap szerves anyag tartalma a rothasztást követően metán formájában közvetlen fűtésre is hasznosítható. A metánt azonban célszerűbb megfelelő gáztisztítást követően gázmotorokban elégetve hasznosítani. Ez melléktermékként a rothasztó fűtéséhez elegendő mennyiségű hőenergiát szolgáltat, ami mellett a gázmotorokkal előállított villamos energia felhasználható a telepen, a hulladék-hő pedig a kiszolgáló épületek fűtésére is hasznosítható. Az anaerob rothasztásából termelt energiája sajnos csak a telep elektromos energia igényének a felét tudja éves átlagban fedezni [2]. Ez alól csak azok a telepek kivétel, ahol energia-gazdag iszap külső beszállításával tudják ezt a részarányt megnövelni.

Veszprémben a keletkezett biogázból termelt villamos energia nagyobb időszak átlagát figyelembe véve a telepi igény több mint 40%-át fedezik. Ez azért alakul így, mert szezonális fogyasztás-ingadozást okoz a nyári és téli fűtési energiaigény ciklikussága is. Télen nem elegendő a gázmotorok hűtővizének a hőtartalma a rothasztók hőháztartásához, és a telep összes egyéb hőigényének a biztosításához, ezért a biogáz egy részét közvetlenül a kazánokban kell elégetni hőtermelés céljára. Ilyenkor a generátorok elektromos áram termelése még kisebb. A külső hőmérséklet csökkenésével a saját villamos áram termelés folyamatosan csökken, s mínusz 5 °C körül jut a tisztító abba a helyzetbe, hogy a biogázzal már nem tud a telep villamos áramot termelni. Ekkor annak a teljes mennyiségét a kazánokban fűtésre kell felhasználni [3].

A szombathelyi tisztító biogázából történt villamos energia a telep villamos energia igényének mintegy a felét a szennyvíz szerves anyagának az újrahasznosításával fedezi. A teljes villamos energia felhasználás átlagosan 10000 kWh/d a tisztításnál, ami a 24 ezer köbméter szennyvízre mintegy 0,45 kWh/m³ tisztított szennyvíz fajlagos érték a tisztítás kapcsán, amit azonban egyéb energiaigények további 10 %-al megnövelnek [3].

Az üzemanyagárak drasztikus emelkedése miatt kaphat egyre nagyobb jelentőséget a szennyvíztisztító telep járműparkjának üzemeltetési költség csökkentése, a rothasztókban megtermelt metán segítségével. Erre magyarországi példát Zalaegerszegen találunk, ahol az anaerob rothasztók által termelt biogázra CNG (Compressed Natural Gas) üzem létesült. A biogázt megfelelő tisztítást követően nagyjából 200-250 bar nyomásra komprimálják majd arra kialakított tárolóban tárolják további felhasználásig. A CNG alkalmas a gépjárművek szakszerű átalakítását követően a benzin illetve a gázolaj helyettesítésére. Az iszapmozgatás, termőhelyre történő folyamatos kiszállítás üzemanyag igénye így a helyben megtermelt biogázból fedezhető. Elvileg a nagyvárosok tisztítótelepein a megtermelt biogáz – természetesen a hulladéklerakókról származó metánnal együttesen – a jövőben jelentős szerephez juthat a tömegközlekedés, vagy egyéb kommunális szolgáltatások (például a hulladékbegyűjtés) üzemanyagigénye egy részének a kielégítésére. Erre külföldi kísérletek Bernben, Göteborgban, Romában, Stockholmban is folyamatban vannak. Ez a megoldás azonban az előzőekben bemutatott szennyvíztisztítói gáztermelés láttán csak akkor lehet reális, ha az adott városokban, vagy környezetükben nagy mennyiségű szerves anyag hulladék is keletkezik, amit a lakossági szennyvíztisztító anaerob rothasztójában alakítanak biogázzá. Ezekben az üzemekben a belső energiaigény több mint 80 %-át meg kell tudni termelni a biogázból. Hazánkban jelenleg ilyen részarányú energia visszaforgatás csak a dél-pesti és a debreceni szennyvíztisztítóban alakulhat ki. Zalaegerszeg esetében csak egy gyors élelmiszeripar telepítés adhat erre lehetőséget, aminek jelenleg alig van realitása.

Az anaerob iszaprothasztás szilárdanyag-maradékra még mindig jelentős energia tartalmat (szerves anyag tartalom) képvisel. Bár gyakorlatilag valamennyi tüzelőberendezés alkalmas lehet a víztelenített szennyvíziszap elégetésére, a legáltalánosabban a fluid-ágyas és az etázkemencés égetés, azonban annak nedvességtartalma illetve előkezelési igénye problémát jelenthet. A szárított, rothasztott szennyvíziszap égésmelege hasonló a barnaszénéhez azonban fűtőértéke a relatíve magas víztartalma miatt jóval kisebb. Éppen ezért a szennyvíziszap égetés energetikai szempontból önmagában nem önfenntartó. A külső energia felhasználásával, hulladék hővel történő szárítás éppen ezért célszerű. Mono égető kiépítése igazán nagyvárosok esetén azonban már költséghatékony lehet, ezzel szemben a különböző szilárd tüzelőanyagokkal történő együttegítés (5-10%-os víztelenített iszap hányad) kevés beruházással járó gyorsan megvalósítható megoldásnak tűnik. A szénnel történő együttegítést már több mint 25 éve alkalmazzák Nyugat-Európában különösen Belgiumban, Dániában, Németországban illetve Franciaországban, de Japánban illetve az USA-ban is leterjedt megoldásnak mondható.

Az égetés során a szennyvíziszap víztartalma elpárolog, szerves anyag tartalma szén-dioxidra és vízre oxidálódik. Az iszap foszfát- és nehézfém tartalma a kalcium- és magnézium- tartalmával, valamint egyéb fémszennyezőivel az égetési hamumaradékba kerül. Azonban ennek térfogata lényegesen kisebb a kiindulási iszapénál, és mindemellett nagyobb biztonsággal deponálható, illetve további felhasználása is lehetséges. Ilyen többek között a cement- illetve téglagyártás,

különböző tartószerkezetek, útalapok építésekor történő hasznosítás. Amennyiben a hamu nehézfém-komponensei az építőanyagban immobilizálódnak nem jelenek további kockázatot a környezetre. Az együttégetésre magyarországi példa a cementipari felhasználás, ahol a szennyvíziszapot részben alapanyagként is felhasználják. A téglagyártás esetében a késztermék szárazanyag tartalmának maximálisan 30%-a lehet a szennyvíziszap hányad, ami jelentős energia megtakarítást jelent a téglá égetésekor is.

A nagyobb tisztítók esetében ugyan az anaerob rothasztással jelentősen csökkenthető a keletkező iszap mennyisége, azonban annak helyben történő mezőgazdasági elhelyezésére egyre kevesebb lehetőség adódik. A deponálást napjainkban a hatóságok egyre inkább igyekeznek kizárni a lehetőségek közül a hulladéklerakók egyre magasabb kiépítési költsége és a depóniák esetleges talajvíz- és légszennyezése miatt egyre gyakrabban kialakuló lakossági tiltakozások következtében, ami egyébként megfelel az EU hasonló törekeseinek. Pontosan ezek miatt keresnek az üzemeltetők gazdaságos iszap-elhelyezési lehetőséget. A rothasztott majd víztelenített iszap kellő mértékben stabilizált, így annak magas szerves anyag illetve növényi tápanyag (N és P) tartalma lehetővé teszi talajtápanyagként történő hasznosítást [4].

A stabilizált iszapot valamilyen strukturáló anyaggal pl: faforgáccsal keverve – ami a megfelelő C-N-P arány betartása miatt is szükséges – keverve, megfelelő levegőztetés és forgatás mellett lejajlik a humifikáció. Az iszaptól keletkezett humusz javítja a talaj termőképességét, vízháztartását, hőmérsékletét porozitását. Az utóbbit különösen a nagyon kötött vagy az igen gyengén kötött talajok esetében. Javítja az így készített komposzt a talajok szerkezetét csökkenti a térfogatsúlyát, víztartó képességét. Az iszapkihelyezést meghatározóan a nitrogén tápanyagmennyiségen túl az iszap patogén mikroorganizmus-, nehézfém-, és biológiailag nehezen bontható szerves szennyezőanyag-tartalmának ellenőrzésével szabályozzák. Az ilyen módon – lakossági szennyvíziszaptól – keletkezett kész komposzt, nehézfém-tartalma azonban igen megnehezíti annak terméké nyilvánítását és kereskedelmi fogalomba hozását, azonban rekultivációs célra – például iszaptározók, hulladéklerakók fedésére – alkalmas lehet.

Jelenleg a víztelenített iszap teljes mennyisége a fentieknek megfelelően komposztálásra kerül szombathelyi szennyvíztisztító külterületen, mezőgazdasági művelésű földek közelében megépült komposztálójánál. A komposztálás segédanyag és üzemeltetési költsége a szennyvíztisztítót terheli. A kész komposztot a mezőgazdaság teljes mennyiségében hasznosítja. A már korábban bevizsgált területtel (komposztnál egyébként nem is előírás) rendelkező gazdák, ingyen szállíthatják el a komposztot a komposztáló telepről. Ez a tisztítónak jelentős költségmegtakarítás, mert az iszapot korábban csak megbízott (a tisztító által fizetett cég) szállíthatta ki az elhelyező területekre. Kihelyezett iszapot nem lehetett tárolni a földeken, azonnal be kellett szántani (aminek a költségét szintén a tisztító fizette). Szerencséjére a komposztálótelep rendelkezik elegendő iszapérlelő tároló kapacitással [3].

A zalaegerszegi tisztító víztelenített, rothasztott iszapját a végső elhelyezés előtt megfelelően kiépített iszaptározóban tárolják, stabilizálják. Azt követően a

részlegesen komposztálódott szennyvíziszap a környező mezőgazdasági területeken kerül felhasználásra. A tározóba és onnan a mezőgazdasági területekre történő szállítás költségeit a tisztító állja (3000 Ft/t), ugyanakkor nem kell fizetnie a mezőgazdasági elhelyezésért. Ez utóbbi kampányszerű, és az előírásoknak megfelelően a kihelyezést követően beszántásra kerül az iszap [5].

A veszprémi szennyvíztisztító speciális adottsága az iszap napenergiával történő szárítása. Korábban az iszapelhelyezése, hasznosítása is az volt. A 2010-es vörösiszap iszapkatasztrófa ebben igen nagy változást eredményezett. Addig ugyanis a szárított iszap Ajkán került felhasználásra, rekultivációra. Egy tonna iszap elhelyezése ott mintegy 2000 Ft/t költséget jelentett, ami gyakorlatilag a szállítás költsége volt. Ekkor az iszap nedvességtartalmának a csökkentése csak szállítási költség megtakarítást jelentett. Az iszapkatasztrófa az iszapelhelyezés, hasznosítás lehetőségét gyökeresen megváltoztatta. Jelenleg Ajka nem fogadóképes, helyette Inotára, vagy Székesfehérvárra lehet iszapot szállítani. Inotán a víztelenített iszapot (25-27 % szárazanyag tartalom) 4500-5000 Ft költséggel fogadják, amihez 1500 Ft/t szállítási költség adódik. Szárítva, 50 % körüli szárazanyag tartalommal, ugyanezt az iszapot 1500 Ft/t költséggel veszik át rekultiváció céljára. Székesfehérvár körzetében mezőgazdasági hasznosítás történik, amelynél az átvételi költség 3500 Ft/t. Ehhez további 1800 Ft/t szállítási költség adódik [3]. Látható tehát, hogy a szoláris szárítás az iszapkatasztrófa óta nem csak a veszprémi, de a környező szennyvíztelepeknek is fontos kérdése. Mind az elhelyezési, mind a szállítási költséget jelentősen csökkenti.

A debreceni szennyvíztisztító rothasztott iszapját víztelenítés után a közeli ASA telep veszi át és hasznosítja, így a szennyvíztisztításnak az egy folyamatos, mintegy 6000 Ft/t elhelyezési költséget jelent. Ez a költség a közelítőleg 25-27 % szárazanyag tartalmú iszapra vonatkozik [5]. A fentiekből láthatóan az iszapelhelyezés fajlagosan igen komoly költséget képvisel a szennyvíztisztítás összes költségében. Mára ez lassan eléri, vagy meg is haladja magának a tisztításnak a költségét.

Ezért is lehet fokozott jelentősége az utóbbi években favorizált energianövény termesztésnél történő hasznosításnak. A biomassza-égetés elterjedésével a szennyvíziszap-termék az energianövények termesztésében fokozott jelentőséggel bírhat. Különösen igaz ez a gyengébb, homokos talajok esetében.

Kulcsszavak: Anaerob iszaprothasztás, energetikai hasznosítás

Irodalomjegyzék

1. Pitás V., Reich K., dr. Kárpáti Á.: Energiahasznosítás élelmiszeripari szennyvizekből. Élelmiszer tudomány technológia 2010; 64(4): 7-13.
2. Waldner, C. Lindtner, S. Proesl, A. Klegraf, F. Vasanthakumar, T. Weichenbacher, N.: Large Wastewater Treatment Systems. IWA Conference, 4-8 szeptember 2011, Budapest).

3. Horváth, A. Kiss, G. Fazekas, B. Kárpáti, Á.: Tisztítási hatások, iszaphozamok és energia visszaforgatás alakulása a veszprémi és a szombathelyi szennyvíztisztítónál iszaptérfogat bővítése nélkül. (Publikációra a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Hírcsatorna című periodikájában elfogadva 2011)
4. Kárpáti, Á.: Szennyvíziszap és termékeinek mezőgazdasági hasznosítása, várható hatásaik. Biohulladék 2009; 4(3):17-19.
5. Böcskei, Zs. Ditrói, J. Fazekas, B. Kárpáti, Á.: Tisztítási hatások, iszaphozamok és energia visszaforgatás alakulása a zalaegerszegi és a debreceni szennyvíztisztító bővítése eredményeként. (Publikációra a Magyar Szennyvíztechnikai Szövetség Hírcsatorna című periodikájában elfogadva 2011)

Környezetbiológia

BEREGI-SÍK HOLTMEDREINEK ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTFELMÉRÉSE

**Balogh Zsuzsanna^{1*}, Kiss Bernadett¹, Lakatos Csilla²,
Kundrát János Tamás¹, Gyulai István¹, Koncz Erzsébet¹, Lakatos Gyula¹**

¹Debreceni Egyetem, TTK Ökológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
Magyarország,

²Debreceni Egyetem, TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
Magyarország,

* *balogh.zsuzsanna.08@gmail.com*

Bevezetés

A Tisza és a mellékfolyói hullámterén található különböző korú, feltöltődési állapotú és szukcessziós stádiumú holtmedrek jelentős része az európai viszonylatban is ritka, természetközeli állapotú vizes élőhelyek maradványai közé tartoznak (Wittner et al., 2004).

A felszíni vizek minősége védelmének egyes szabályait a kormány 220/2004.(VII. 21.) rendelete tartalmazza. A rendelet célja a felszíni vizek minőségének megóvása, fenntartása és javítása, a vízi és vízközei, továbbá a felszíni víztől közvetlenül függő szárazföldi élőhelyek és élő szervezetek fennmaradásához szükséges feltételek biztosítása, az emberi egészség és a környezeti állapot megőrzése érdekében a szennyezések megelőzése és csökkentése. A vizes élőhelyek sok esetben határokon átnyúló rendszerek, amelyeknek a megfelelő működése gyakran a más országból érkező víz mennyiségén és minőségén múlik (Lakatos, 1998). A rendszeresen kialakuló árhullámok nagy hatással vannak a vegetáció összetételére, mivel egy-egy áradás nem csak építő, hanem romboló tevékenységet is végez. Továbbá fontos az árvizek időtartama és a vízmagasság, ezek együttesen befolyásolják a holtmedrek növénytakarójának a kialakulását és emiatt a területen az időközönként ismétlődő változatos összetételű zonációs rendszerek alakultak ki (Lakatos et al., 2000, Kiss et al., 2002).

Kutatásunk célja, egy átfogó ökológiai felmérés készítése a Felső-Tisza vidékén található Beregi-sík három holtmedrén, melyek természetes- és mesterséges úton képződtek. Összehasonlításuk révén jelenlegi állapotukról kapunk átfogó jelentést.

Anyag és módszer

A mintavételekre 2011. október 27-én és 28-án került sor a Foltos-kerti-, Patkó- és Keskeny-holtmeder több pontján. A Foltos-kerti-Holt-Tisza (FK1-FK9) a Hortobágyi Nemzeti Park kezelésében álló, természetvédelmi terület, nem mentesített ártér, antropogén hatásoktól mentes.

A Patkó-Holt-Tisza (PK1-PK9) magántulajdon részét képezi. Ez az állóvíz a töltésen kívül, mentett oldalon található. Intenzív horgászat folyik rajta.

A Keskeny-Holt-Tisza (KE1-KE5) a Tisza hullámterében fekszik, Vásárosnamény és Tiszaszalka között. Áradáskor a Tisza víztestével teljesen összefüggő vízteret képez, évente egyszer legalább innen töltődik vize. Ez a terület egy horgászegyesület kezelésében valamint a vásárosnaményi önkormányzat

tulajdonában áll. Csekély emberi beavatkozás történik a területen, mely a növényzetre és a vízkészletre nincs számottevő hatással, csak a halállományt telepítik évente egyszer.

1. táblázat. A mintavételi helyek koordinátái

FK 01	2011.10.27 12:43	N48 06.058 E22 23.008
FK 03	2011.10.27 15:33	N48 06.139 E22 23.364
FK 04	2011.10.27 13:39	N48 06.052 E22 23.519
FK 06	2011.10.27 14:54	N48 05.916 E22 23.690
FK 07	2011.10.27 14:41	N48 05.793 E22 23.794
FK 08	2011.10.27 14:39	N48 05.782 E22 23.818
FK 09	2011.10.27 14:17	N48 05.704 E22 23.782
KE 01	2011.10.28 12:43	N48 08.969 E22 19.995
KE 02	2011.10.28 13:01	N48 09.094 E22 20.155
KE 03	2011.10.28 13:18	N48 09.225 E22 20.215
KE 04	2011.10.28 13:27	N48 09.276 E22 20.160
KE 05	2011.10.28 13:57	N48 09.543 E22 20.096
PK 01	2011.10.27 17:03	N48 06.304 E22 22.765
PK 03	2011.10.27 17:20	N48 06.372 E22 22.916
PK 04	2011.10.27 17:28	N48 06.414 E22 23.039
PK 05	2011.10.28 10:16	N48 06.461 E22 23.026
PK 06	2011.10.28 10:28	N48 06.446 E22 22.910
PK 07	2011.10.28 10:48	N48 06.483 E22 22.654
PK 08	2011.10.28 10:58	N48 06.481 E22 22.629
PK 09	2011.10.28 11:15	N48 06.492 E22 22.563
FK 01	2011.10.27 12:43	N48 06.058 E22 23.008

A holtmedrek bejárása során (1. táblázat) vízmintákat, valamint lágyüledéket vettünk és felmértük az akkori viszonyokra jellemző fizikai paramétereket. A minták laboratóriumban történő feltárása során a vízkémiai méréseket Felföldy (1987) alapján végeztük el, az üledék mintákat pedig szervesanyag, karbonát és Cladocera vizsgálatoknak vetettük alá.

A három holtmeder vízkémiai vizsgálata során biológiai monitorozó rendszert használtunk alapként. Mértünk általános változókat: vízhőmérsékletet, fajlagos vezetőképességet, elektródpotenciált, pH-t, szapróbia mutatók közül kémiai oxigén igényt és szerves-N tartalmat, trófia mutatók közül, pedig oldott ortofoszfát P, szerves-N és klorofill-a tartalmat.

A szervesanyag-tartalmat és a karbonát-tartalmat izzításos módszerrel határoztuk meg (550 C ° és 950 C°-on) (Dean, 1974). Az így kapott izzítási veszteségekből tudunk következtetni a holtmedrek múlt és jelenkori állapotára.

A Cladocera minták feltárásánál 1 cm³ üledéket használtunk fel, a leggyakoribb előzetes kezelést alkalmaztuk: a mintákat először vízfürdőbe helyezett főzőpoharakban 10%-os KOH oldatban roncoltuk 30 percig, majd az oldatokat átszűrtük 63 µm-es szitán (Frey, 1986), safranin oldattal megszíneztük a mintákat és legalább 100 egyedet leszámoltunk, az eredményeket Past program segítségével értékeltük ki (Hammer et al., 2001).

Eredmények

Fizikai paraméterek

Fizikai paraméterek alapján a Foltos-kerti-holtmedernél mért pH a természetes vizek értékeinek megfelelt. Vezetőképesség szempontjából igen nagy az eltérés a két szélsőérték között (285 μ S/cm-344 μ S/cm). Feltehetőleg ezt a nagy eltérést a víz hőmérsékleti különbségek és az oldott kationok és anionok befolyásolják. Átlátszóságát a vízi növényzet nagymértékben befolyásolja. A Keskeny-holtmeder ötödik mintavételi helyén mért pH nagymértékben eltér a többitől, ennek oka, hogy az már a kifolyó csatorna része. Mind üledékét tekintve, mind növényzet szempontjából homogén terület. A Patkó-holtmeder pH értékei magasabbak, mint a természetes vizeké, a 9 körüli pH az intenzív horgászatnak köszönhető, de megfigyelhető hogy a PK8 és PK9 mintavételi helyeken a pH alacsonyabb, ez egy teljes mértékben antropogén hatásoktól mentes terület, itt horgászat sem folyik. Vezetőképessége is ugyanezt mutatja, mivel az utolsó kettő mintavételi helyen nagyobb értékeket mértünk a többi mintavételi ponthoz képest.

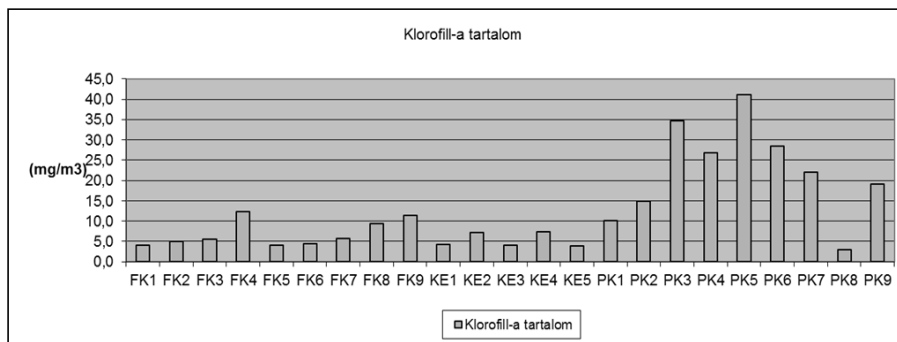
Dévai és munkatársai (2003) is hasonló értékeket mértek a pH tekintetében (enyhén savas, 5,8-6,7) a Hordódi-Holt-Tisza esetében. Az elektródpotenciál 280-350 mV között volt. A vezetőképességi értékek egy tipikusan tiszai víznek megfelelőek, ennél átlagosan magasabb értékeket mértek a Tisza mellékfolyóin. A Lónyai-főcsatornában az átlagos vezetőképesség 600 μ S körül volt (Nagy et al. 2004).

Vizkémiai paraméterek

Klorofill meghatározás eredményei alapján (1. ábra) a Keskeny- és a Foltos-kerti-holtmeder az oligotróf osztályba tartozik, ez alól kivételt képeznek az FK4, FK8, FK9-es helyek, ahol mezotróf állapot van. A Patkó-holtmeder leginkább eutróf de itt is találhatóak mezotróf, valamint oligotróf részek is. A Patkó-holtmeder klorofill koncentrációja igen változatos.

Lebegőanyag meghatározás eredményeit tekintve a Foltos-kerti-Holt-Tiszánál két kimagasló értéket mértünk (FK4-FK5), ezeket a mintákat az összekötő csatornából vettük, melynek vízszintje igen alacsony és növényzete nagyon sűrű. A Patkó-holtmeder lebegőanyag tartalma magas, de egyenletes az egész területen, kivéve az utolsó kettő mintavételi pontot, ahol jóval alacsonyabb.

Kémiai oxigén igény meghatározásánál a Keskeny- és a Foltos-kerti- a kiváló a Patkó-Holt-Tisza a jó és a tűrhető osztályok között váltakozik.

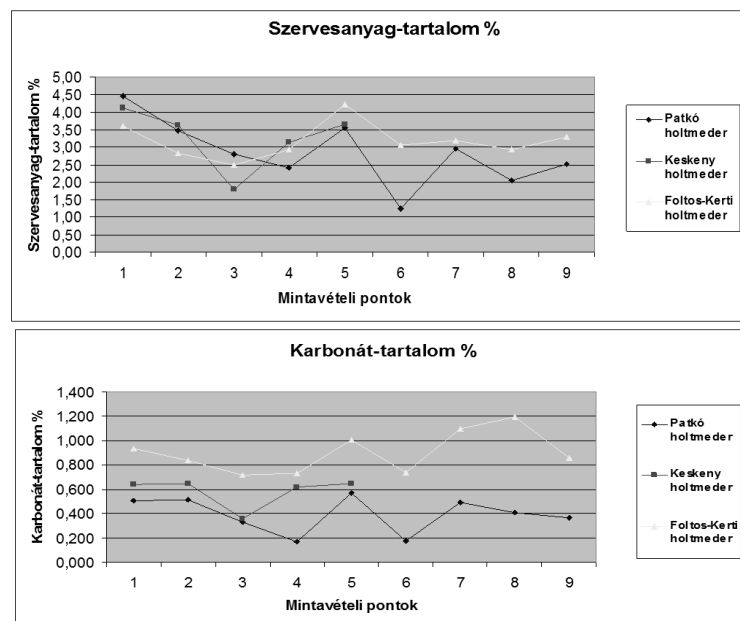


1. ábra. A minták klorofil-a tartalma

Ammónia meghatározás alapján a Foltos-kerti- erősen szennyezett kategóriába tartozik, míg a Keskeny-holtmeder a tűrhető, a kapott értékek 1-2 mg/l között mozognak. A Patkó-Holt-Tisza több csoportba is osztható, de ha átlagoljuk a kapott értékeiket, akkor a negyedik, a szennyezett kategóriába tartozik, viszont egyes mintavételezési helyek a harmadik (tűrhető) míg más mintavételezési helyek alapján az ötödik (erősen szennyezett) kategóriába sorolhatók.

Nitrit, nitrát és oldott orto-foszfát tartalom alapján megállapítható, hogy mind a három holtmeder a kiváló, azaz az első osztályba sorolható.

A szervesanyag- és karbonát-tartalom eredményei



2. ábra. A karbonát-tartalom százalékos megoszlása a mintavételi helyeken

A 2. ábrán jól látszik, hogy a szervesanyag- és karbonát-tartalom nagyon alacsony, jóval alacsonyabb, mint más vizes élőhelyeknél mért eredmények, mint például a Velencei-tó üledékének értékei (Lakatos et al., 2011). Tóth (1998) publikációja szerint ezek átlagosnak tekinthetők a Tisza menti holtmedrek esetében. A tiszai holtmedrek közül a rakamazi Nagy-Morotva üledékének szervesanyag-tartalma képvisel eltérő értéket. A rendkívül alacsony karbonát-tartalom egyértelműen a tiszai holtmedrek tipikus eredményei közé tartoznak.

A Cladocera elemzések eredményei

2. táblázat. A mintavételi helyek diverzitási viszonyai

	KE_2	KE_4	KE_5	FK_1	FK_6	FK_7	PK_1	PK_5	PK_8
Taxa_S	14	9	14	13	11	19	10	12	13
Individuals	7200	3625	2067	525	357,1	2150	260	41,03	281,3
Dominance_D	0,436	0,505	0,306	0,354	0,343	0,302	0,258	0,109	0,118
Shannon_H	1,372	0,926	1,592	1,6	1,548	1,876	1,667	2,342	2,31

A 2. táblázat alapján legnagyobb fajszámot a Foltos-kerti-Holt-Tiszában, míg a legkisebbet a Patkó-Holt-Tiszában találtunk. Az egyedszámot tekintve a Keskeny-holtmeder kiugróan magas eredményei nagy ellentétben állnak a Patkó-holtmederben fellelhető csekély egyedszámmal, ez jól mutatja a Patkó-holtmederben lévő erős hal predációt, mely a folyamatos haltelepítés következménye. Bár a Keskeny-holtmederben is történik haltelepítés, azonban ez a holtmeder kapcsolatban áll a Tiszával, ami az áradások alkalmával nagy hatással van a Keskeny-holtmeder állományára. A Keskeny- és a Foltos-kerti-Holt-Tisza diverzitása kicsi, és a *Bosmina longirostris* dominanciája a jellemző. A Foltos-kerti holtmeder esetében ez a dominancia nem annyira erős és a diverzitás sem olyan alacsony, mint a Keskeny-Holt-Tiszánál. Utóbbi medernél a *Bosmina longirostris* dominanciája erős, a hely diverzitása alacsony. Ennek oka az itt fellelhető nagy halgazdagság. A *Bosmina* fajok kicsi méretei miatt a predáció nem olyan nagy irányukban, ugyanis a predáció alkalmával először a nagyobb fajok tűnnek el, emellett a különböző fajú halak táplálékába más és más élőlények tartoznak bele. A Patkó-holtmeder ezzel szemben nagy diverzitású, nincs különösebben kiugró domináns faj, valamint itt már a Tisza hatása sem érvényesül, így nincs megújulás, erős halpredációs nyomás nehezedik a zooplanktonra.

Következtetések

A vizsgálatok jól mutatják az egyértelmű különbségeket a három különbözőképpen kezelt és hasznosított holtmeder között. A Patkó-Holt-Tiszán a legerőteljesebb a horgászat. A hal telepítés és különböző kezelések hatására a klorofill-a tartalma igen magas, ami alapján leginkább az eutróf osztályba tartozik. Ez a legnagyobb diverzitású holtmeder, ami a stabil állapotot jelezi. A Foltos-kerti-Holt-Tisza természetvédelmi terület, amelyet antropogén hatás nem ért, a mért változók mindenütt határérték alatt voltak. A Keskeny-Holt-Tisza homogén,

diverzitását tekintve alacsonyabb a többinél, holott itt is történik hal telepítés, a halfaunáját tekintve a kisméretű vagy ivadékhalak dominanciája érvényesülhet, a kisméretű Cladocera egyedek nagy száma miatt.

Irodalomjegyzék

1. Wittner I., Dévai Gy., Kiss B., Müller Z., Miskolczi M., Nagy S. A. (2004). A Felső-Tisza menti holtmedrek állapotfeltárása. 1. rész Állapotfelmérés – Hidrológiai Közlöny 84 (5-6): 172-175.
2. Lakatos Gy. (1998). Vizes élőhelyek osztályozása és tulajdonsága. (kézirat), Debrecen.
3. Lakatos, G., Kovács, B., Kiss, K.M., Keresztúri, P. (2000). The ecological, hydrobiological and nature conservational state of the eustatic dead-arms around the village of Tarpa (NE-Hungary). p. 99- 105. In: Gallé, L., Körmöczy, L. (eds.), Ecology of river valleys. TISCIA monograph series. Szeged.
4. K. Kiss M., Lakatos Gy., Borics G., Braun M., Deák Cs. (2002). Tiszai hullámtéri holtmedrek hidrobiológiai vizsgálata. Hidrológiai Közlöny, 82: 48-49.
5. Felföldy L. (1987). A biológiai vízminősítés. Vízügyi Hidrobiológiai sorozat. 4. javított és bővített kiadás, Budapest, pp. 263.
6. Dean, W. E., Jr., (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. J. Sed. Petrol. 44: 242-248.
7. Frey, D. G. (1986). Cladocera analysis. In. Berglund, B. E. (ed.) Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology. Wiley & Sons Ltd. p. 667-692.
8. Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1) 9pp.
9. Dévai Gy., Nagy S. A., Csabai Z., Ebesfalvi S., Kiss B., Lukács B. A., Miskolczi M., Müller Z., Némeczky M. (2003). A Hordódi-Holt-Tisza állapotértékelése a vegetációfelmérések és az oxigénháztartás vizsgálatok alapján – Hidrológiai Közlöny 83: 38-41.
10. Nagy S. A., Dévai Gy., Takács P., Gecsei J. (2004). Helyszíni vízvizsgálatok a Lónyai-főcsatornán és főbb mellékvízfolyásain – Hidrológiai Közlöny 84(5-6): 94-96.
11. Lakatos Cs., Gyulai I., Kiss B., Tóth A., Lakatos Gy. (2011). A Velencei-tó tisztásainak összehasonlító paleolimnológiai elemzése. VII Kárpát - Medencei Környezettudományi Konferencia p. 283-288.
12. Tóth A., Braun M., Dévai Gy., Nagy S. (1998). A Nagy-morotva rakamazi szakaszának üledékminősége. – Hidrológiai Közlöny 78 (5-6): 375-376.

DUNÁNTÚLI ERDŐK DOMINÁNS FAFAJAINAK KÖRNYEZETI ALKALMAZKODÁSA

Béres Csilla, Németh László

NYME TTK Földrajz és Környezettudományi Intézet

9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.

csberes@bdtf.hu, nemethl@bdtf.hu

Bevezetés

Hazánk területén is jelentkeztek az elmúlt években a nemzetközi előrejelzések által jósolt időjárási változások. Az elmúlt 10 évet tekintve szélsőségesen száraz, valamint az elmúlt évben rendkívül csapadékos időszakok fordultak elő a fák tavaszi-nyári növekedési időszakában, amelyek alapvetően befolyásolják a fák mindenkori egészségi állapotát és éves növekedését. Különösen érzékenyen érinti a határ-termőhelyen lévő területeken lévő erdőket és azok fafajait.

A légköri növekvő szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gázok a meteorológusok számításai szerint hőmérséklet emelkedést, és hazánk területén egyre fokozódó aszálykárokat okozhatnak az elkövetkezendő évtizedekben, amely az erdőgazdálkodást is érintheti. A csapadékeloszlás és légnedvesség változása jelentősen befolyásolhatja nemcsak a légnedvességre érzékeny fafajok, hanem például a téli szárazságra érzékeny fenyők életképességét is. Ezek a fafajok eltérő ökológiai tűrőképességgel, és ennek megfelelően eltérő termőhely igényekkel rendelkeznek. Hazánkban vannak olyan területei, ahol ezek a fajok együttesen előfordulnak mivel eddig mindegyiknek megfeleleltek a termőhely igények. Az újonnan történő erdőfelújítások során célszerű lenne erdeinket az adott termőhelyhez leginkább megfelelő fajjal betelepíteni. Ehhez azonban jobban kellene ismernünk a fafajok szárazsághoz való alkalmazkodását.

Vizsgálataink célja egyrészt, hogy összehasonlítsuk különböző fafajok vízszállítását abból a célból, hogy a faji sajátosságokat megállapíthassuk, másrészt fontos tudnunk mennyire képesek alkalmazkodni, és hogyan a vízhiányhoz, és képesek lesznek-e fennmaradni, a nyugat-magyarországi erdőterületeken, ahol előfordulnak, mint erdőalkotó fafajok.

Készült a TÁMOP - 4.2.1.B-09/1/KONV pályázat támogatásával.

Anyag és módszer

Fás szárú növények nedváramlásának roncsolás mentes, terepi vizsgálatára direkt és indirekt módszereket alkalmaznak. A direkt módszerek közé az izotóp nyomjelzéses módszerek tartoznak. Ennek terepi kivitelezése drága, másrészt számos biztonsági előírásnak is be kell tartani. Az indirekt módszerek állandó hőárammal történő fűtéssel (heat balance), vagy hőimpulzussal (heat impulse) dolgoznak. A vízszállítást Granier- féle hőáramláson alapuló (GRANIER, 1987), saját gyártmányú készüléken mértük. A hőáramlásos eljárás (CERMAK,1972) állandó árammal való fűtésen alapszik, melyet szabályozható fűtésteljesítményű szondán keresztül (4mm átmérőjű) juttatunk be a fák vízszállító területére. A mérőszonda 50 mm-el a fűtőszál fölött helyezkedett el, és ez a fatörzs hőmérsékletét méri. Ha nincs

vízáramlás a törzsben, akkor maximális a hőmérsékletkülönbség a két szonda között. Minél gyorsabb a vízáramlás, annál kisebb a két szonda közötti hőmérsékletkülönbség.

A fák nedvmegtartó képességének és a nedvzáramlási keresztmetszetnek a meghatározására komputer tomográfiát (CT) lehet alkalmazni. A víz fatörzsön belüli pontosabb lokalizációját és pontos mennyiségi meghatározását a nagyfelbontású orvosi komputer tomográfok teszik lehetővé. Ez nem terepi módszer, de a minták kellő előkészítése és a fák kivágása utáni gyors mérések nem változtatják meg számottevően a fatörzs vízeloszlását és tartalmát. A vízszállítási kérdések jobb megértéséhez, különösen sejtszinten, régóta alkalmaznak mágneses rezonancián alapuló módszereket a biológiában. A mérések során mágneses teret hoznak létre, amely hatására a protonok mágneses momentuma egyirányúvá változik, majd a mágneses tér megszüntetésével mérik az eredeti állapotba való visszatérés idejét. A szerkezeti elemekhez kötött vízmolekulák és a szabad vízmolekulák relaxációs ideje jelentős különbséget mutat. Az így elkészített T1 és T2 felvételek nemcsak a víz térbeli lokalizációját adják meg, hanem azt is, hogy az egyes helyeken lévő víz szabad, vagy struktúrához kötötten helyezkedik el.

A komputer tomográfus mérésekhez a fákat kivágtuk, a törzséből egy 1000 mm-es darabot kivágtunk, azt szintelen lakkal befújtuk, és szigetelő fóliába csavartuk, a vízvesztés megakadályozása miatt. Előzetes méréseink igazolták, hogy így nem következik be 0,1 %-nál magasabb vízvesztés a mérések kezdetéig (Béres,1998). A méréseket Philips Tomoscan AV típusú orvosi komputer tomográfjal végeztük. A mágneses rezonancia vizsgálatokhoz Philips Gyroscan T5-NT készüléket használtunk a CT képek elkészítése után.

A vizsgált fajok: kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), csertölgy (*Quercus cerris*), bükk (*Fagus sylvatica*), gyertyán (*Carpinus betulus*), vörösfenyő (*Larix decidua*) és lucfenyő (*Picea abies*).

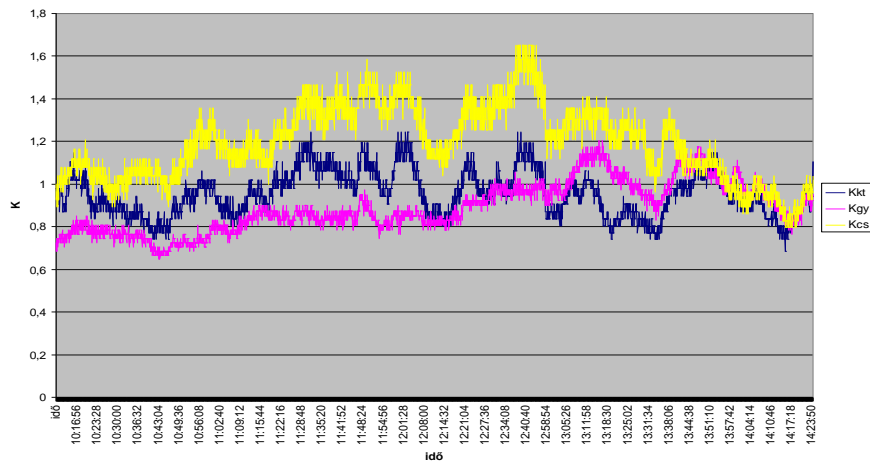
Eredmények és értékelés

A törzsben mért vízáramlás értékeinél nem az abszolút sebességeket, hanem az un. K_1 értéket tüntettük fel, amely arányos a tényleges sebességgel.

$$v = K_1 * (dT_{max}/dT_{(v)} \cdot I)^{K_2}$$

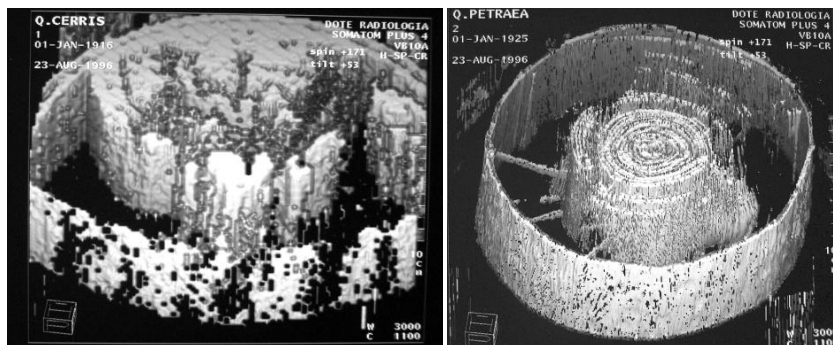
A pontos sebességi érték meghatározásához szükséges annak a hőmérsékletkülönbségnek az értéke, ami akkor alakul ki, amikor egyáltalán nincs áramlás. A görbéket megnézve, ez még az éjszakai szakaszban sem alakult ki, ennek a meghatározásához, valamint az egyenletben szereplő konstansok értékeihez laboratóriumi mérések szükségesek. Ezeket a méréseket csak a témához kapcsolódó pályázat keretében beszerzendő műszer segítségével tudjuk meghatározni.

Összesítés 08. 01. de



1. ábra. kocsánytalan tölgy (Kkt), csertölgy (Kcs) és gyertyán törzsben való vízszállítása szárazság után

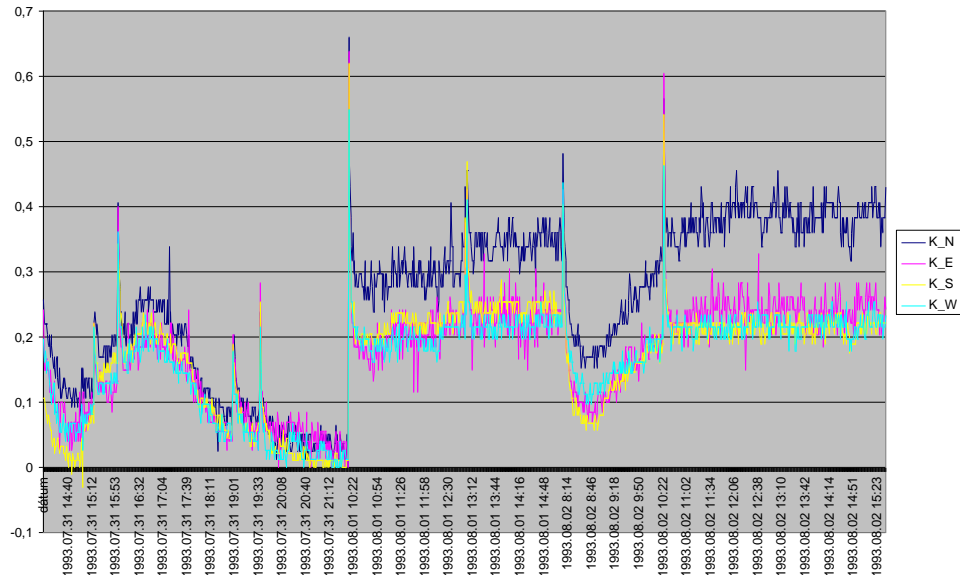
A hosszan tartó csapadékhiányos időszak a törzsben való szállítást nagyon lelassította. A csertölgy törzsében a legnagyobb felfelé szállított vízmennyiség, mely összhangban van a csertölgy törzsében tárolt vízmennyiséggel. A cser ezt a vízhiányos időszakban képes felhasználni. Az aktív kapcsolatot a törzs kerületén lévő szállító területek, és a törzs belsejében lévő tartalék víz között a CT felvételek mutatják (2. ábra). A kocsánytalan tölgy belseje jóval kevesebb vizet tartalmaz és ez a víz csak néhány, kis csőszerűen jellemezhető, vízben gazdag területen keresztül kapcsolódik a kéreg alatti szállító tracheákhoz.



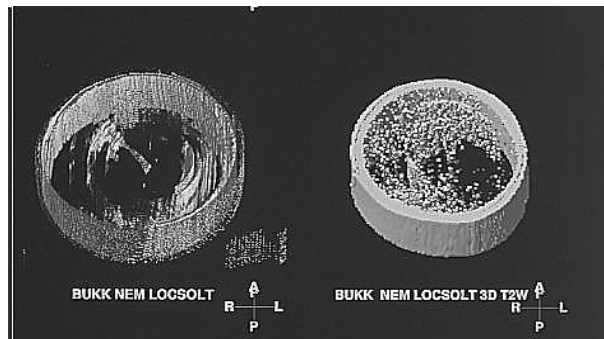
2. ábra. csertölgy és kocsánytalan tölgy törzsében lévő víztartalék.

A büknél a törzs körül a törzs több pontján helyeztük el a mérőszondákat. A száraz periódusban a fa különböző oldalain mért áramlások alig tértek el, de csapadék után az eltérés jelentős. A legnagyobb áramlási növekedés az északi oldalon jelentkezett. Ezt a bükk törzséről készült CT kép magyarázza (4. ábra), ahol

látható, hogy a fa törzsén asszimmetrikusan helyezkednek el a működő szállító nyalábok, melyek a csapadékot a lombkoronába vezetik. Az északi oldal a legkevésbé sérült, így ezen a területen csapadék jelenlétében újraindulhat a vízszállítás.



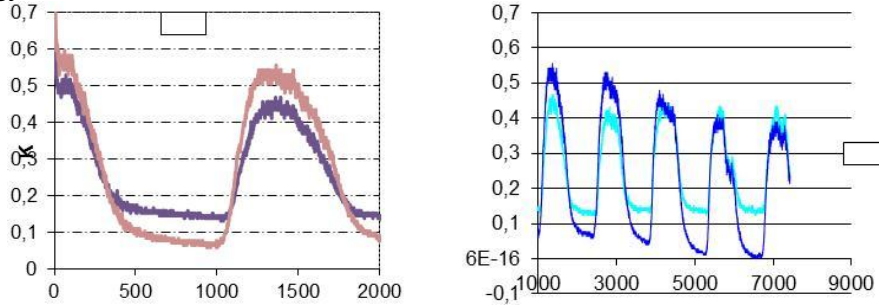
3. ábra. bükk törzsében mért vízszállítás eső előtt és után négy ponton (észak, dél, kelet, nyugat), azonos magasságban.



4. ábra. Bükk törzsében lévő víztartalom szárazság után.

A vörösfenyő vízáramlási görbéje (5. ábra) napszakos dinamikát mutat. A legintenzívebb vízáramlást a kora délutáni órákban kaptuk. Az éjszakai és kora délutáni áramlások között, közel hatszoros eltérések mutatkoznak. Ez arra utal, hogy a fánál jelentős szerepet játszik a lombkorona transzspirációja a nedvzáramlás intenzitásában. A kísérlet idején napos idő, és jó talajvíz ellátottság volt, ami lehetővé tette az aktív fotoszintézist, és transzspirációt. A fa déli és északi oldala

különbözik. Az északi, kevésbé megvilágított oldalon a napi áramlási különbségek nagyobbak, mint a déli oldalon.



5. ábra. vörösfenyő és lucfenyő törzsében mért vízáramlás

A lucfenyő törzsében mért vízáramlást láthatjuk a 6. ábrán több napon keresztül. Az első nap előtt eső esett, ez láthatóan intenzív nedvzárlást hozott létre a törzsben, majd a talaj víztartalékainak csökkenésével az áramlás intenzitása napról napra csökken. A kezdeti északi oldalon mért nagyobb intenzitás a harmadik napra megfordul, és ekkor a fa déli oldalán lesz gyorsabb a lombkorona felé történő áramlás. Az éjszakai órákban is a déli oldalon nagyobb a vízszállítás, végig a kísérlet során.

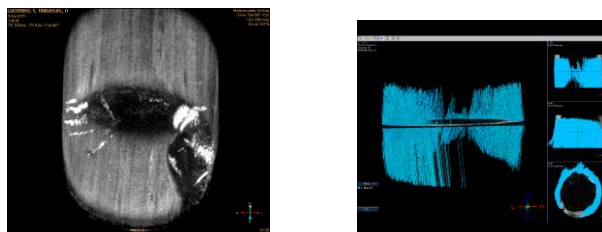
A lucfenyő és vörösfenyő törzsében lévő vízszállítási területet CT és MRI módszerrel mértük. A CT és MRI képek elkészítésénél komoly módszertani problémával szembesültünk. A fenyők törzsében nagy mennyiségű gyantaanyag van berakódva, amely a képek értékelésénél zavart okozhatnak, különösen az MRI képeknél, ahol a felvehető és kötött víz közti különbségeket kívántuk eldönteni.



6. ábra. Vörösfenyő és lucfenyő törzsében lévő víztartalékok.

A vörösfenyő és lucfenyő törzsében lévő víztartalék háromdimenziós képét láthatjuk a 6. ábrán. A képek úgy készültek, hogy az orvosi komputer tomográf 0 Hausfield egységnél (ez egy relatív skála) érzékeli a vizet. A képeken a -10 és +10 Hausfield egység közötti területeket jelenítettük meg, mely a vízben gazdag morfológiai képleteket jelzi. A két fafaj között a legfontosabb különbség, hogy a vörösfenyőnél több „csatornácska” vezet a fatörzs belsejébe, ahol az eddigi méréseik alapján a fa víztartalékai helyezkednek el. Ezek a vízben gazdag részek valószínűleg

a régi ágak eredési helyén alakulnak ki. A fenyőfajoknál ez a víztartalék sokkal kisebb, mint az eddig vizsgált lombos fáknál.



7. ábra. Vörösfenyő és lucfenyő törzsének MRI felvétele

A 7. ábrán az MRI képek a szabad és kötött víz elhelyezkedését mutatja a fenyők törzsében. A képeken látható, hogy összevetve a CT képekkel, a szállító felületen jelzett víznek, csak kis hányada olyan, amelyet a fa közvetlenül a lombkoronába tud továbbítani, a többi víz struktúrához kötött, azaz ezt azt jelenti, hogy a lombkoronába való továbbítása akadályokba ütközik.

Összefoglalás

Nyitvatermő fák vízszállítása és törzsben való víztartalékai jelentősen eltérnek a lombos fákétól. Azon lombos fák, amelyek jobban alkalmazkodnak a szárazsághoz, jelentős vízmennyiséget tudnak tárolni törzsükben, melynek egy részét képesek a lombkoronába szállítani, ha a talaj víztartalma kevés számukra. Azok a fafajok, melyek csapadék után nemcsak felgyorsítják a vízszállítást, hanem a törzsben való víztartalékokat is gyorsan fel tudják tölteni szintén jobban alkalmazkodnak a szárazsághoz. Ezek a fafajok várhatóan könnyebben átvészelik a hosszabb aszályos periódusokat is. A fenyőfélék törzsi tartalékai kisebbek, szállító felületük viszont nagyobb a lombos fákénál. A hosszú aszályos periódus számukra nagyon kedvezőtlen lehet.

Irodalom

1. Béres Cs. et.al. (1998): Field experiment on water transport of oak trees measured by computer tomograph and magnetic resonance imaging. *Chemosphere*, Vol.36, No. 4-5, pp. 925-930
2. Béres Cs. et al. (1993): Concurrent measurements of sap velocity, ultrasound emission and computer tomography on forest trees. *Journal of Experimental Botany*. Vol. 44.p.47
3. Cermak, J. - Deml, M. - Penka, M. (1972): A new method of sap flow rate determination in trees. *Biologia Plantarum*, Vol. 15, pp. 171-178.
4. Granier A. (1987): Measure du flux de seve brute dans le tronc du Douglas par une nouvelle methode thermique. *Am.Sci.For.* Vol. 44,pp.1-14

BIOADSORPTION OF HEAVY METAL IONS BY LYOPHILIZED CELLS OF PSEUDOMONAS FLUORESCENS

Kónig-Péter Anikó^{1*}, Pernyeszi Tímea²

¹Institute of Bioanalysis, University of Pécs, Faculty of Medicine,
Szigeti út. 12, H-7624 Pécs, Hungary

²Department of Analytical and Environmental Chemistry, Faculty of Science,
Ifjúság u. 6, H-7624 Pécs, Hungary

* *aniko.konig@aok.pte.hu*

Introduction

Heavy metal pollution is one of the most important environmental problems today. Cadmium and lead are heavy metals, which pose serious health hazards through entry into the food chain by anthropogenic pathways. Certain natural materials of biological origin, including bacteria, fungi, yeast and algae possess metal-sequestering property and can be used to decrease the concentration of heavy metal ions out of dilute complex solutions with high efficiency and quickly. These biosorbents are an ideal candidate for the treatment of high volume and low concentration complex wastewaters containing heavy metal ions.

Our aim was to test bacterial cells for their capacity to adsorb cadmium and lead ions and optimize the conditions for bioadsorption. The equilibrium and kinetic study of cadmium (II) and lead (II) sorption were analyzed in lyophilized *Pseudomonas fluorescens* (BME) biomass using batch technique. This Gram-negative bacterium is an environmental strain, its metabolism is versatile, and the cells can develop in water and soil, moreover in heavy metal polluted area. So they can play a role by wastewater retreatment as a biosorbent [1].

The effect of pH, temperature, initial metal concentration and adsorption time on bioadsorption was studied. The residual metal content of the solution was determined using flame atomadsorption spectrophotometer (AAS).

Materials and methods

Bacterial strain and cultivation

The microorganism used in this study was *P. fluorescens* (BME) The strain was cultivated in Mueller-Hinton broth (Difco) using shaken flasks. They were incubated at 30°C and the liquid cultures were agitated at 220 rpm. Lyophilized early stationary phase (at 38 h) cells were used in this study.

Study of pH effect on biosorption

The effect of pH on Cd(II) and Pb(II) adsorption was investigated by *P. fluorescens* biomass in aqueous suspension. To determine the optimum pH range of bioadsorption, adsorption measurements with 50 mg/L solutions were performed for both Cd(II) and Pb(II) ions in the pH range of 3.0 – 8.0. The suspension concentration was 1 g/L. The expected pH was regulated with 0.1 M NaOH and 0.1 M HCl solutions, then the adsorption systems were agitated at 250 rpm. After 24 hours samples were taken from the adsorption systems and measured by AAS.

Kinetics study of biosorption

In the Cd(II) and Pb(II) biosorption kinetics study by *P. fluorescens* the concentration of Cd(II) and Pb(II) ions were 50 mg/L at a suspension concentration of 1 g/L. Samples were taken from the solutions at desired time intervals and the metal concentrations of the supernatants were measured.

Determination of biosorption isotherms

The biomasses (1g/L) were suspended in heavy-metal solutions in the glass containers, which were gently agitated at room temperature. For the determination of adsorption isotherms for Pb(II) and Cd(II) solutions in the concentration range of 25 - 250 mg/L were used. After 24 hours incubation samples were taken from the suspensions and the heavy-metal content of the supernatants was measured by AAS.

Results

Effect of pH on biosorption

It has been shown that the affinity of cationic species towards the functional groups present in the cellular surface is strongly dependent on the pH [2]. Fig. 2. summarizes the results of the Cd(II) and Pb(II) adsorption by *P. fluorescens* bacterial cells as a function of pH at initial concentrations of 50 mg/L. In all cases, metal uptake by the biomass increases with increasing pH till it reaches a maximum after which the metal uptake decreases for Pb(II). For Pb(II) the results can be influenced by the precipitation above pH 7. For Cd(II) the adsorbed amount does not decrease in the range of pH 5 - 8. The bacterial cell wall contains negatively charged functional groups such as carboxyl, phosphate, imidazole and amino groups. They are primarily responsible for the anionic character and metal binding capacity of the cell wall by Gram-negative bacteria [3]. Increasing pH increases the negative charge on the cell surface, which favors the adsorption of the heavy-metal cations. In addition, metal ions undergo hydrolysis as the pH increases, so strong acidic pH range (pH < 3) is not appropriate for adsorption. High alkaline pH (pH > 8) results metal precipitation. So the effect of pH was determined in the pH range of 3.0 – 8.0. Optimum pH values were found to be at 5.0 – 6.0 for cadmium(II) and about 4.0 - 5.0 for lead(II) biosorption. Other researchers like Chang et al. reported that the maximum pH by inactivated and resting cells of *P. aeruginosa* PU21 was 5.5 for lead(II) and 6.0 for cadmium(II) [4].

Effect of time on biosorption

The time-course profiles for the adsorption of Pb(II) and Cd(II) by lyophilized bacterial cells are shown in Fig. 3. at 285 K. It represents the adsorbed amounts of Cd(II) and Pb(II) by the biomass against contact time.

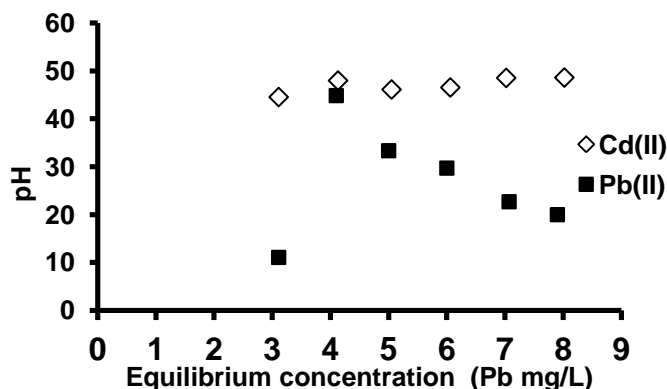


Fig. 2. Effect of pH on Cd(II) and Pb(II) biosorption by *P. fluorescens* bacterial biomass. Initial concentrations 50 mg/L, contact time 24 h, biomass concentration 1 g/L, at 285 K.

It was observed from figures that the uptake of heavy metals by biomass increased with increasing sorption time. No significant increase in the sorption was found after 20 min, and the adsorption was rapid. The rapid adsorption feature was in agreement with the results of Gabr et al by *P. aeruginosa*, in which the time required for equilibrium was 30 minutes [5].

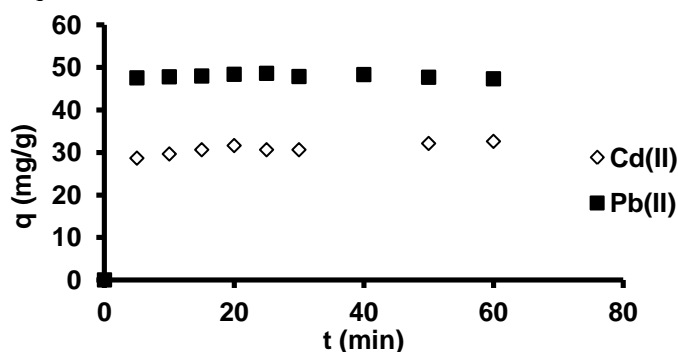


Fig. 3. Biosorption of Cd(II) and Pb(II) by lyophilized cells of *P. fluorescens* as a function of time. Biomass concentration 1 g/L, initial concentration 50 mg/L, at 285 K.

Kinetic modelling

There are several kinetic models about adsorption of heavy metals [6]. To evaluate the bioadsorption kinetics of heavy metals, pseudo second-order model was used to fit the experimental data determined by lyophilized bacterial cells at 285K. Pseudo first-order model could not be used for modelling the biosorption kinetics.

For the utilization of pseudo second-order model the experimental value of q_{eq} is not necessary to be pre-estimated. By plotting t/q against t straight lines were obtained (Fig. 4).

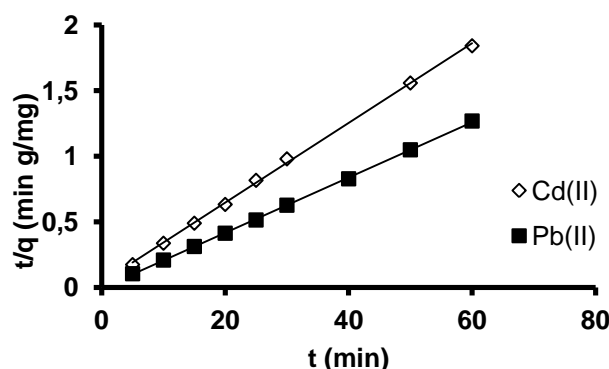


Fig. 4. Linearized pseudo second-order kinetic model for Cd(II) and Pb(II) by lyophilized cells of *P. fluorescens* Biomass concentration 1 g/L, initial concentration 50 mg/L, at 285 K.

The second-order rate constants $k_{2,ad}$ and the theoretical adsorption capacities q_{eq} calculated from the slope and intercept of the plots, summarized in Table 1. along with the corresponding correlation coefficients. The Cd(II) sorption rate constant $k_{2,ad}$ is $7.6 \cdot 10^{-3}$ g·mg/min, for Pb(II) it is $6.5 \cdot 10^{-3}$ g·mg/min. The theoretical adsorption capacities $q_{eq,cal}$ are 29.41 mg/g for Cd(II); 44.84 mg/g for Pb(II) at 285 K. The calculated adsorption capacities agreed well with the experimental data. The correlation coefficients for the second-order kinetic model were close to 1.0 for all cases. This suggests that the sorption of heavy metals by the bacterial biomass follows the second-order kinetics.

Table1. The pseudo second-order rate constants and the calculated equilibrium adsorption capacities by *P. fluorescens*. Biomass concentration 1 g/L, initial concentration 50 mg/L, at 285 K.

<i>P. fluorescens</i>	$k_{2,ad}$ (g/mg min)	$q_{eq,cal}$ (mg/g)	R^2	$q_{eq,exp}$ (mg/g)
Cd(II)	$7.6 \cdot 10^{-3}$	29.41	0.998	32.59
Pb(II)	$6.5 \cdot 10^{-3}$	44.84	0.999	48.59

Biosorption isotherms

Cadmium(II) and lead(II) sorption performance by lyophilized bacterial cells of *P. fluorescens* was achieved by the biosorption equilibrium measurements at initial concentration of 25 – 250 mg/L for both metals at pH 6 by Cd(II) and at pH 5 by Pb(II). Biomass concentration was 1 g/L. The equilibrium bioadsorption isotherms determined for both heavy-metals using batch technique show that metal uptake by bacterial biomass was a chemically equilibrated and saturable mechanism (Fig. 7.) Thus, there was an increase in metal uptake as long as binding sites were free. Preferential adsorption mechanism can be observed for Pb(II) in comparison with Cd(II) adsorption process. Experimental data were applied to adsorption model given Freundlich, the adsorption constants were estimated using non-linear least-squares mathematical

method. By biosorption of these metals the Langmuir model could not be used to evaluate the adsorption equilibrium.

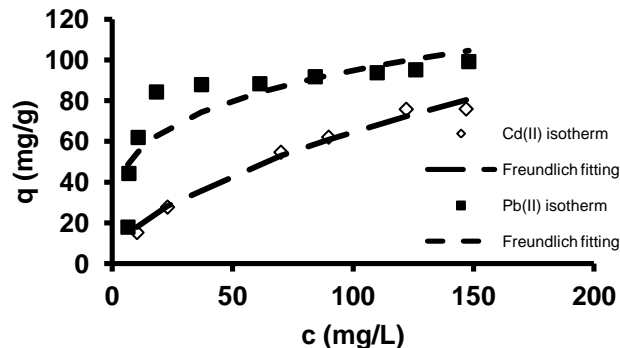


Fig. 5. Bioadsorption isotherms of lyophilized *P. fluorescens* bacterial cells, for Cd(II) and Pb(II) ions in the initial heavy-metal concentration of 25 – 250 mg/L . Biomass concentration, 1 g/L, temperature 285.

The non-linearly estimated Freundlich adsorption isotherms of heavy metals obtained using *P. fluorescens* biomass are shown in Fig. 5. The experimental q_{max} value for Pb(II) was 92 mg/g, while it was 76 mg/g for Cd(II). Previous work showed, that the resting cells of *P. aeruginosa* PU21 is able to adsorb at pH 5.5 110mg Pb(II)/g dry cell and at pH 6.0 58 mg Cd(II)/g dry cell [4].

The estimated values of k_F and n are given in Table 2, along with the regression correlation coefficients. The parameter k_F related to the sorption capacity is 4.81 (mg/g)(mg/L) n for Cd(II) and 30.58 for Pb(II) biosorption. Table 2. also shows that n was greater than unity for the biosorption, indicating that the heavy metal was adsorbed favorably by the bacterial cells. The regression correlation coefficient of Freundlich model was 0.936 for Cd(II) biosorption, suggesting that the Freundlich model was able to describe the adsorption equilibrium well.

Table 2. The Freundlich isotherm constants of Cd(II) and Pb(II) adsorption by *P. fluorescens* lyophilized cells at 285 K.

Freundlich isotherm model			
<i>P. fluorescens</i>	k_F [(mg/g)(mg/L) n]	n (L/mg)	R^2
Cd(II)	4.81	1.77	0.986
Pb(II)	30.58	4.06	0.723

Conclusions

The high potential of lyophilized bacterial cells of *Pseudomonas fluorescens* (BME) to adsorb Cd(II) and Pb(II) ions from aqueous solution was demonstrated in this study. Optimum pH values were found to be at 5.0 – 6.0 for Cd(II) and about 4.0 - 5.0 for Pb(II) biosorption. The sorption capacity increased with an increase in initial heavy metal concentration. The heavy metal biosorption by the bacterial

biomass followed pseudo second-order adsorption kinetics. Preferential adsorption mechanism could be observed for Pb(II) in comparison with Cd(II) adsorption process. The Freundlich model exhibited a good fit to the biosorption data.

Acknowledgements

This work was supported by grant TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0029.

Keywords: *P. fluorescens*, bioadsorption, heavy metals

References

1. Valls, M., de Lorenzo, V. González-Duarte, R., Atrian, S., 2000. Engineering outer-membrane proteins in *Pseudomonas putida* for enhanced heavy-metal bioadsorption. *Journal of Inorganic Biochemistry* 79, 219-223.
2. Volesky, B., Holan, Z.R., 1995. Biosorption of heavy metals. *Biotechnology Progress* 11, 235-250.
3. Sherbert GV., 1978. The biophysical characterization of the cell surface. London: Academic press
4. Chang, J-S., Law, R., Chang, Chung-Cheng, C., 1997. Biosorption of lead, cooper and cadmium by biomass of *Pseudomonas aeruginosa* PU21. *Wat. Res.* 31, 1651-1658.
5. Gabr, R.M., Hassan, S.H.A., Shoreit, A.A.M., 2008. Biosorption of lead and nickel by living and non-living cells of *Pseudomonas aeruginosa* ASU 6a. *International biodeterioration & Biodegradation* 61, 195-203.
6. Vjayaraghavan, K., Yun, Y.S., 2008. Bacterial biosorbents and biosorption. *Biotechnology Advances* 26, 266-91.

A „BAKTALÓRÁNTHÁZI-ERDŐ TERMÉSZETVÉDELMI TERÜLET” GOMBAFLÓRÁJA

Lenti István

Nyíregyházi Főiskola MMK, 4400 Nyíregyháza, Sóstói ú. 31/b.

lentiistvan@gmail.com

Bevezetés

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Terület Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, a Nyírség közepén, Baktalórántháza várostól északra, s nyugatra helyezkedik el. A több, mint ezer hektárnyi (ha) erdőből 341 ha védett területet, melyet a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága kezel.

Növényvilágát az Alföldre jellemző társulások alkotják, mint a kocsányos tölgyes a hozzá kapcsolódó gyöngyvirágos tölgyessel, s a homoki gyertyános. A nyírségi homokbuckák által alkotott mélyedésekben ún. pangó vizes területek alakultak ki, s környezetüket a hűvösebb mikroklíma, az aránylag magas páratartalom uralja. Így jött létre a középhegységekre jellemző gyertyános-tölgyes és a nedves klímát kedvelő gyöngyvirágos tölgyes.

E természeti táj egy részének szigorú védelmét fejlődéstörténeti-, növényföldrajzi adottságai, génmegőrző szerepe is indokolja. Az erdő védett része Baktalórántházától nyugatra terül el. A baktalórántházi erdőben a gyertyános és a tölgyes erdőtípus gyakorlatilag átmenet nélkül „csúszik” egymásba. Az erdőség 341 ha-nyi hányadát még 1977-ben nyilvánították védetté. A gyöngyvirágos- és gyertyános-tölgyes alkotja ma a génbankot.

Az erdő növényzetét különféle fenyőfajok gazdagítják (erdei- és feketefenyő), de megtalálható a lombos fa fajok közül a cser, juhar, szil, akác, nemes nyár, s kisebb csoportokat alkot a feketedió. A cserjeszintet gazdagítja a bodza, a vadrózsa, a galagonya, de gyakori a kökény és a kecskerágó is.

Nagyon változatos az erdő lágyszárú növényzete. Olyan fajok tenyésznek itt, mint a szagos müge, a gyöngyvirág, az erdei ibolya, s a hagymás fogasír. Jelen van az odvas és ujjas keltike, hatalmas felületeket borít a kis téli zöld meténg. Fellelhető az erdei sás, a hevesi tisztessű, az enyves zsálya, a varázslófű. Megtalálható a hölgypáfrány, a gombernyő, a szirmatlan ibolya, az orvosi veronika. Az erdő talán legértékesebb növényfaja a debreceni csormolya.

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Terület klimatikus és edafikus adottságai kiváló életteret nyújtanak a gombák számára [1]. Bizonyítja e tényt Fintha [4] kézirata is, amely szerint a Baktai-erdő országos jelentőségű természetvédelmi területről 100 gombafajt gyűjtött és azonosított. Felvételezései szerint az *Agaricales* rend képviselteti magát a legnagyobb fajszámmal (67 faj).

Ugyancsak megerősíti ezt az állítást a 27. Európai Cortinarius Konferenciának mikológiai eredménye is, amely szerint egyetlen felvételezési napon - a külhoni és magyar gombakutatók - a Baktalórántházi-erdőben 161, míg az erdészeti területén 5 taxont leltek [3].

Rimóczi [7] viszonylag részletes tájékoztatást nyújtott a Baktalórántházi-erdő Természetvédelmi Terület gombavilágáról, leközölte, hogy a mintegy 160 nagyomba fajnak jelentős hányada szerepel a honi Vörös Listán.

A Nyírség gombavegetációjának korábbi kutatása során Ubrizsy [9,10] elkerülte a baktalórántházi területeket, s nem tett említést e táj nagytestű gombáiról.

Anyag és módszer

A Baktalórántházi-erdő Természetvédelmi Terület nagyombáinak felvételezését 2007 – 2011 években végeztem, négy aspektusban. Két területet választottam a bonitálásokhoz, az egyik a „Baktai-erdő Rezervátum”, a másik a „Réti lénia”. Minden aspektusban - felvételezési területenként - két-két bejárást tettem, véletlenszerűen.

A felvételezett fajokat részben a helyszínen, ill. labor körülmények között határoztam meg, a Nyíregyházi Főiskola MMK Agrártudományi Tanszékének mikrobiológiai laboratóriumában.

A bonitált gombák adatait feljegyeztem (gyűjtési idő, lelőhely /BR = „Baktai-erdő Rezervátum”, RL = „Réti lénia”/, termőhely, vagy aljzat, termőtestek gyakorisága), s mindegyik fajról fényképet készítettem. A nevezéktanhoz Dahncke [2] munkáját vettem alapul, de alkalmaztam Keizer [5] enciklopédiáját, Lozano [6] monográfiáját is.

Alapozva Rimóczi és mtsai. [8] munkájára, feltüntettem az egyes fajok veszélyeztetettségi kategóriáit (VL).

Eredmények

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Területen végeztem gombakutatásokat, s 5 év alatt, (évenként négy-négy aspektusban) felvételeztem 335 nagytestű gombafajt. A Baktai-erdő Rezervátumban talált fajok száma 233, míg a Réti léniaiban 102 fajt bonitáltam. E fajlistából is megállapítható, hogy a bonitált területek nagyon változatos, sokféle gombanemzetséget és fajt képviselnek. Jelentős részük előfordul az alföldi lombos erdőkben, viszont akad olyan gombafaj is, amelyet csak innen ismerünk, itt leltünk fel. Az általam felvételezett gombafajok több mint fele szerepel a hazai nagyombák Vörös Listáján.

A 335 fajból 312 faj sorolható a bazidiumos gombák közé. Elenyésző számban találtam tömlős- és nyálkagombát.

A bazidiumos gombák bő nemzetség- és fajszáma alapján meghatároztam a fajokban leggazdagabb nemzetségeket. A két felvételezési területen (összevontan) az *Agaricales* rend volt a nemzetségekben és fajokban leggazdagabb, a szaprofitonok közül. A *Mycena* nemzetség 32, *Coprinus* (23), a *Clytocybe* 22, a *Marasmius* 17, a *Psathyrella* 13, a *Pluteus* 10 fajjal volt jelen e biotópokban, addig a *Gymnopus* 7 fajjal képviseltette magát.

A növényvilágra jellemzően, nagy számban fordultak elő szimbiózisban élő mikorrhizás gombafajok is. A *Cortinarius* (17), a *Boletus* (14), a *Russula* (13), a *Hebeloma* (11), a *Lactarius* (90), a *Tricholoma* (9), az *Amanita* (4), a *Leccinum* (4), *Xerocomus* (3) nemzetségek voltak fajokban a leggazdagabbak.

A taplók (*Polyporaceae* s. l.) jelenléte is igen bőséges, változatos a Baktalórántházi-erdő Természetvédelmi Területen. A lignikol életmódot folytató taplók közül 114 fajt határoztam meg. A fajokban leggazdagabb nemzetségek: *Trametes* (13), *Phellinus* (11), *Stereum* (7), *Polyporus* (6), *Pleurotus* (4), *Panus* (3).

A honi Vörös Listán szerepel a Baktalórántházi-erdő Természetvédelmi Területről felvételezett fajokból 178. Ebből az 1-es, szigorúan védett kategóriába 3, a 2-esbe 27 faj, a 3-asba, mint védett kategóriába 44, a többi pedig a 4-esbe sorolható. Az 1-es kategóriába soroltam az általam felvételezett gombafajokból a *Hebeloma pusillum* J. E. Lange, az *Agaricus subperonatus* (J. Lge) Pil. és az *Agrocybe pusilla* (Fr.) Watl. fajokat.

Következtetések

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Terület Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, a Nyírség közepén, Baktalórántháza várostól északra, s nyugatra helyezkedik el. A több, mint ezer hektárnyi (ha) erdőből 341 ha védett területet, melyet a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága kezel. Növényvilágát az Alföldre jellemző társulások alkotják, mint a kocsányos tölgyes a hozzá kapcsolódó gyöngyvirágos tölgyessel, s a homoki gyertyános.

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Terület klimatikus és edafikus adottságai kiváló életteret nyújtanak a gombák számára, melyet több kutató munkája is bizonyított. A Baktalórántházi-erdő Természetvédelmi Terület nagygombáinak felvételezését 2007 – 2011 években végeztem, négy aspektusban. Két területet választottam a bonitálásokhoz, az egyik a „Baktai-erdő Rezervátum”, a másik a „Réti lénia”.

Kutatásaink során (2007-2009) – bár az évek időjárása többségében mostoha volt a gombákra tekintettel – 335 nagytestű gombafajt bonitáltunk. A túlnyomó részben bazídiumos gombafajok (312 faj) többségükben fellelhetők Szabolcs-Szatmár-Bereg megye egyéb, védett természeti területein. Az aszkuszos gombák – más élőhelyekhez hasonlóan – szerény mértékben találhatóak e rezervációban. A nyálkagombák száma szinte elenyésző.

Kulcsszavak: Baktalórántházi erdő, erdőrezervátum, „réti lénia”, nagytestű gombák, génbank.

Irodalom

1. Bartha D. (1986): Adatok a Nyírség gyertyános-tölgyeseinek tapló (*Polyporaceae* s. l.) gombáihoz. Mikológiai Közlemények, Clusiana, **1**: 49-58.
2. Dahncke, R. H. (2008): 1200 Pilze in Farbfotos. Verlagsgruppe Weltbild GmbH, Steinerne Furt, 86162 Augsburg. pp. 1178.
3. Dima B., Siller I., Albert L., Rimóczi I. és Benedek L. (2010): A 27. Európai Cortinarius Konferencia mikológiai eredményei. Mikológiai Közlemények, Clusiana, **49** (1-2): 5-66.
4. Fintha I. (1985-1995): „A Baktai erdő országos jelentőségű természetvédelmi terület” gombaflórájához. Kézirat.

5. Keizer, G. J. (2006): *Illustrierte Pilze Enzyklopadie*. Dörfler im Nebel Verlag GmbH, Eggolsheim. pp. 288.
6. Lozano, F. P. (2001): *Setas para Todos pirineos, peninsula Iberica*. Editorial Pirineo, 22003 Huesca. pp. 654.
7. Rimóczi I. (2010): A Baktai-erdő nagygombái. In: Bartha D. (szerk.): *A Baktai-erdő. A NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt., Debrecen*. 174-181.
8. Rimóczi I., Siller I., Vasas G., Albert L., Vetter J., Bratek Z. (1999): Magyarország nagygombáinak javasolt Vörös Listája. *Mikológiai Közlemények, Clusiana*, 38 (1-3): 107-132.
9. Ubrizsy G. (1941): *A Nyírség gombavegetációja*. Tisia, Debrecen. 5: 44-91.
10. Ubrizsy G. (1947): Újabb kutatások a Nyírség gombaflóráján. *Magyar Gombászati Lapok*, IV (1-2): 52-55.

ALACSONY CSERJESZINT DINAMIKÁJA EGY TÖLGYESBEN MAGYARORSZÁGON

Misik Tamás*, Kárász Imre

Eszterházy Károly Főiskola, Környezettudományi Tanszék, 3300 Eger, Leányka utca 6.

* misikt@ektf.hu

Bevezetés

Az erdőökológiai hosszú távú, folyamatos adatsorok nemzetközi jelentősége megnőtt az utóbbi évtizedekben világszerte, miután alátámasztják, alátámaszthatják a globális klímaváltozást, reprezentálják az ökoszisztémákban végbemenő átalakulásokat. Másrészt a cserjék struktúrájában bekövetkező változások lenyomatai az erdődinamikai folyamatoknak. Mind a fa, mind a cserje dinamika indikátorként alkalmazható az erdők általános egészségi állapotának a reprezentálására.

Az 1979-1980-as évektől kezdődően egy teljesen új típusú megbetegedés és gyors ütemű faelhalás jelentkezett a magyar erdőkben [1, 2]. Síkfőkúton az 1979/80-ban kibontakozó erőteljes tölgypusztulásról (amely különösen a *Quercus petraea* egyedeket érintette) és ennek hatására az erdő faállományában bekövetkező változásokról több munkában is olvashatunk [3, 4, 5]. Mind a hazai mind a külföldi publikációk nagy többsége a világszerte megfigyelt erdőpusztulásokat követően az erdei ökoszisztémák működésében bekövetkező változásokról, illetve a pusztulások okairól, biotikus [6, 7, 8] és abiotikus tényezőiről értekezik [9]. A publikációk között azonban a cserjeszint vizsgálatai a háttérbe szorulnak.

A cserjeközösség dinamikáját indikátorként is felhasználhatjuk az erdő egészségi állapotának jellemzésére és az erdő ökológiai funkcióival való kapcsolat bemutatására. A cserjeszint struktúrája szoros kapcsolatban áll az erdei ökoszisztémák ökológiai funkcióival [10, 11]. A cserjék fontos szerepet játszanak bizonyos esszenciális tápelemek erdei körforgásában, így az összes N, K⁺ és szén dinamikájában [12]. A cserjék lényeges szerepet játszanak az anyagkörforgalomban, jelentős mértékben hozzájárulnak a faji és a strukturális diverzitáshoz, megvédik a vízgyűjtő területet az eróziótól és fokozzák az erdei ökoszisztémák sokrétűségét [13, 14]. A cserjeborítás mérete függ az élőhely minőségétől, az interakciók számától és az ökológiai folyamatoktól [15]. Ezért is tartjuk hangsúlyos feladatunknak a cserjeszintben bekövetkező esetleges változások nyomon követését és kiértékelését.

Kutatási hipotéziseink a következők voltak. (i) Nem vártuk az alacsony cserjeszint jelentős fajösszetétel átrendeződését a tölgypusztulást követően. (ii) Előzetesen nem vártunk jelentős egyedszám változást közvetlenül a jelentős tölgypusztulás után. (iii) Nem vártunk az alacsony cserjefajok átlagméreteiben jelentős elmozdulást.

Anyag és módszer

A Síkfőkúti erdő Eger városától 6 km-re, a Bükk hegység lábánál található (koordinátái: N 47° 90', E 20° 46'). Az erdőt a zonális klímaviszonyok érvényesülése, reliefhiány, a mély talaj és a 320-340 m tengerszint feletti magasság

jellemzi. Ilyen adottságok mellett klímazonális, homogén cseres-tölgyes erdő (*Quercetum petraeae-cerris*) jött létre. A vizsgált folt jelenleg 100 év körüli sarjeredetű állomány, amelyben az elmúlt fél évszázadban semmiféle erdőművelés nem folyt. Cönológiai összetétele a vizsgálatok kezdetekor, és ma is megfelel az észak-magyarországi cseres-tölgyesek átlagának [16, 17]. A vizsgálati terület további részletesebb leírását, a geológiai, talajtani, klimatikus és egyéb paramétereket megtaláljuk számos publikációban [18, 19].

Jelen cikkünkben az 1972, 1982 és a 2007-es felmérések adatait használtuk fel. A felmérést a 24 hektáros kutatási terület 1 hektáros mintaterületén belül, a struktúra-vizsgálatokra kijelölt negyedhektáros "A" négyzetben végeztük az 1972-ben kialakított módszerrel [18]. A 48 m × 48 m-es alapterületű magterületet 144 darab 16 m² kiségyzetre osztottuk fel a munka megkönnyítése és a hatékonyabb adatfeldolgozás végett. A negyedhektárból származó cserje adatokat vonatkoztattuk az 1 hektáros mintaterületre. Az alacsony cserjeszintbe az 1,0 m-nél alacsonyabb egyedeket soroltuk. Meghatároztuk a fajösszetételt, majd a fajok denzitását. Az egyedek magasságát mérőszalaggal, hajtásátmérőjüket pedig a talaj szintje felett 5 cm-rel analóg, illetve digitális tolómérővel állapítottuk meg. Az alacsony cserjék lombjáról 1972, 1982 és 2007 helyett 2008-ban készült felmérés átlagos cserje módszerrel, így ennek az évnak az adatait használtuk fel munkánkban. A lombot mérőszalaggal határoztuk meg úgy, hogy a lomb legszélesebb pontjai mentén két egymásra merőleges mérést végeztünk, és a kapott értékeket egymással beszoroztuk.

Eredmények

Az alacsony cserjeszintben 17 faj volt jelen folyamatosan a 3 felmérés során. A fajkészlet 3 évtized alatt lényegében nem változott. Csupán a *Sorbus domestica* néhány egyed tűnt el, és a *Tilia cordata* 4 példánya jelent meg új fajként. 1982-re a *Rhamnus catharticus* és *S. domestica* kivételével valamennyi faj megjelent a magas cserjeszintben is. Az alacsony cserjeszint denzitása 41.207-99.559 egyed között mozgott egy hektárra vetítve. Közvetlenül a tölgypusztulás kezdete után volt a legmagasabb, és az utolsó felmérés során a legalacsonyabb. Említést érdemel, hogy 1982-ben a *Q. petraea* magoncok az összes alacsony cserje több mint 46,0%-át tették ki. A tölgymagoncok száma jelentős ingadozásokat mutatott a területen. A leggyakoribb alacsony cserje a magoncokat leszámítva az első két vizsgálat alkalmával a *Ligustrum vulgare* volt, és öt követte egyre kisebb különbséggel az *Euonymus verrucosus*. 2007-ben már magasan az *E. verrucosus* denzitása volt a legnagyobb és öt az *E. europaeus* fajtársa követte. Gyakori fajnak tekinthető még a *Cornus sanguinea*.

Átlagmagasság alapján a nagyobb méretű cserjéknek a *Rosa canina*, *C. sanguinea* és a *Crataegus monogyna* tekinthető. Hajtásátmérő átlaga szerint a *Cr. monogyna* kimagaslik, de vastag hajtású a *C. sanguinea* is. 2007-ben a *T. cordata* és a *Lonicera xylosteum* magasodott ki a szintből átlagméreteivel, de a két fajtából összesen csak 4, illetve 11 egyed élt a területen. Az első két felmérés során a legnagyobb lombvetületet a *C. mas* egyedeinél mértük. 2008-ban a domináns alacsony cserjék közül nagyobb átlagos lombborítást a *L. vulgare* és a *C. sanguinea* esetében mértünk 435,3 cm² és 612,0 cm² értékkel. Az összes alacsony cserjefaj minden egyedének borítása által

kapott összborítás értéke 2668,5 m², ami az "A" négyzet 2304 m²-es területének 115,8%-a. Az alacsony cserjeszint fajaira jellemző részletes méret adatokat az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat. Az alacsony cserjefajok átlagméret változásai 1972-2007 között

Fajnév	magasság (m)			törzsátmérő (cm)			lombborítás (m ²)		
	1972	1982	2007	1972	1982	2007	1972	1982	2008
<i>Acer campestre</i>	0,33	0,39	0,16	0,44	0,45	0,29	0,034	0,051	0,033
<i>Acer tataricum</i>	0,29	0,33	0,27	0,35	0,37	0,33	0,040	0,042	0,038
<i>Cerasus avium</i>			0,22			0,32			0,029
<i>Cornus mas</i>	0,42	0,40	0,40	0,51	0,49	0,54	0,190	0,176	0,076
<i>Cornus sanguinea</i>	0,43	0,56	0,38	0,31	0,32	0,37	0,043	0,051	0,061
<i>Crataegus monogyna</i>	0,43	0,52	0,37	0,75	0,69	0,54	0,035	0,039	0,088
<i>Euonymus europaeus</i>	0,17	0,18	0,16	0,20	0,22	0,34	0,007	0,062	0,010
<i>Euonymus verrucosus</i>	0,29	0,30	0,29	0,35	0,32	0,40	0,036	0,040	0,024
<i>Juglans regia</i>			0,33			0,40			0,107
<i>Ligustrum vulgare</i>	0,41	0,45	0,36	0,31	0,30	0,49	0,031	0,035	0,044
<i>Lonicera xylosteum</i>			0,57			0,65			0,112
<i>Quercus cerris</i>			0,15			0,28			0,024
<i>Quercus petraea</i>	0,23	0,24	0,18	0,36	0,32	0,30	0,033	0,016	0,019
<i>Quercus pubescens</i>			0,15			0,23			0,008
<i>Rhamnus catharticus</i>			0,51			0,50			0,024
<i>Rosa canina</i>	0,67	0,61	0,37	0,39	0,41	0,32	0,011	0,012	0,045
<i>Tilia cordata</i>			0,58			0,85			0,116
egyéb*	0,23	0,29		0,32	0,33		0,034	0,041	
átlag	0,35	0,39	0,58	0,39	0,38	0,42	0,045	0,051	0,050

*Az 1972-es és 1982-es vizsgálat során a kis egyedszámú fajokat sorolták ide.

Következtetések

A lombkoronában végbemenő strukturális változások természetesen a cserjeszintben is változásokat generálnak [20, 21]. Az erdő fény és hőviszonyai szoros kapcsolatban állnak a lékek képződésével. A vizsgált erdőben számos különböző méretű lék alakult a fák pusztulását követően, és ez alapvetően befolyásolta az alsóbb szintek struktúráját. Az erdőben a fajösszetétel nem változik meg a lékek létrejöttével [22]. Eredményeink alátámasztják ezt a megállapítást, ugyanis az alacsony cserjeszintben a fajkészlet nem változott. A vizsgált terminusban a polikormon képzésre hajlamos cserjefajok denzitása volt a legmagasabb. 1982-ben mértük a legnagyobb denzitását a vizsgált cserjeszintnek, de ennek elsődleges oka a tölgygagocok nagy száma volt. A tölgypusztulás kezdete nem generált egyetlen fajnál sem hirtelen és tartós egyedszám növekedést. A tölgygagocok száma jelentősen lecsökkent 2007-re, és többségük nem nőtt 25,0 cm fölé. Ez előrevetíti a tölgyerdő regenerációs képességének a hiányát. Számos cikk foglalkozik világszerte a tölgyerdők természetes felújulásának a problémájával [23]. Misik és Kárász [24] kutatásai a tölgyfák denzitásának szignifikáns csökkenése után a magas cserjeszint bizonyos fajainál igen jelentős méretnövekedést mutattak. Az alacsonyabb egyedeknél ilyen mértékű méretváltozást nem tapasztaltunk. Az alacsony cserjeszint átlagmagassága több mint

48,0%-os mértékben emelkedett, míg a hajtásátmérőnél csak kis méretékű pozitív változást tapasztaltunk. Az átlagos lombméretnél is a kismértékű emelkedés után lényegében stagnálást tapasztaltunk. Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy csupán az alacsony cserjeszint strukturális jellemzőire fókuszálva nem követhető nyomon a jelentős tölgypusztulás erdőre kifejtett hatása. Tehát magát az alacsony cserjeszintet nem használhatjuk az erdő egészségi állapotának indikátoraként.

Kulcsszavak: tölgypusztulás, fajkészlet, átlagméret, lombborítás, *Euonymus verrucosus*

Irodalom

1. Igmándi Z, Béky A, Pagony H, Szontagh P, Varga F. The state of decay of sessile oak in Hungary in 1985. *Az Erdő* 1986; 35:255-259.
2. Jakucs P. (ed.) Examination of the Health State of Hungarian Oak Stands with Ecologically Oriented Methods. 1983. p.232.
3. Jakucs P. Ökologische Untersuchung der Schädigungen in Ungarischen Quercus-petraea-Waldern. In: Schubert R, Hilbig W, Weinert F. (ed.): Internat. Symp. über Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderung. Halle, 25-28. März 1986. Abstracts 1986. pp.54-55.
4. Jakucs P. Ecological approach to forest decay in Hungary. *Ambio* 1988; 17:267-274.
5. Mészáros I, Módy I, Marschall M. Effects of air pollution on the condition of sessile oak forests in Hungary. *Studies in Environ Sci* 1993; 55:23-33.
6. Innes JL. Forest decline. *Prog Phys Geogr* 1992; 16:1-64.
7. De Vries W, Klap JM, Erisman JW. Effects of environmental stress on forests crown condition in Europe. Part I: hypotheses and approach to the study. *Water, Air and Soil Pollut* 2000; 119:317-333.
8. Bréda N, Huc R, Granier A, Dreyer E. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Ann For Sci* 2006; 63:625-644.
9. Bussotti F, Ferretti M. Air pollution, forest condition and forest decline in Southern Europe: an overview. *Environ Pollut* 1998; 101:49-65.
10. McKenzie D, Halpern CB, Nelson CR. Overstory influences on herb and shrub communities in mature forests of western Washington USA. *Can J For Res* 2000; 30:1655-1666.
11. Augusto L, Dupouey JL, Ranger J. Effects of tree species on understory vegetation and environmental conditions in temperate forests. *Ann For Sci* 2003; 60:823-831.
12. Gilliam FS. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. *BioSci* 2007; 57:845-858.
13. Alaback PB, Herman FJ. Long-term response of understory vegetation to stand density in Picea-Tsuga forests. *Can J For Res* 1988; 18:1522-1530.
14. Halpern CB, Spies TA. Plant species diversity in natural and managed forests of the Pacific Northwest. *Ecol Applicat* 1995; 5:913-934.
15. Muir PS. et al. Managing for biodiversity in young Douglas-fir forests of Western Oregon. Biological Science Report. (USGS/BRD/BSR 2002 -0006). US

- Geological Survey, Forest and Rangeland Ecosystem Science Center: Corvallis, OR. 2002.
16. Jakucs P. Quercetum petraeae-cerris. In: Guide der Exkursionen d. Int. Geobot. Symp., Ungarn, Tab. 1967; XV-XVII:40-42.
 17. Papp M, Jakucs P. Phytozöologische Charakterisierung des Quercetum petraeae-cerris-Waldes des Forschungsgebietes „Sikfőkút Project” und seiner Umgebung. Acta Biol Debrecina 1976; 13:109-119.
 18. Jakucs P. (ed.) Ecology of an oak forest in Hungary. Results of „Sikfőkút Project” I. Akadémia Kiadó, Budapest, 1985.
 19. Jakucs P. A magyarországi erdőpusztulás ökológiai megközelítése, Fizikai Szemle 1990; 8. p.225.
 20. Brosnoff KD, Chen J, Crow TR. Understory vegetation and site factors: implications for a managed Wisconsin landscape. For Ecol Manag 2001; 146:75-87.
 21. Légaré S, Bergeron Y, Leduc A, Paré D. Comparison of the understory vegetation in boreal forest types of southwest Quebec. Can J Bot 2001; 79:1019-1027.
 22. Pancer-Koteja E, Szwagrzyk J, Bodziarczyk J. Smallscale spatial pattern and size structure of *Rubus hirtus* in a canopy gap. J Veg Sci 1998; 9:755-762.
 23. Tremolieres M, Sanchez-Perez JM, Schnitzler A, Schmitt D. Impact of river management history on the community structure, species composition and nutrient status in the Rhine alluvial hardwood forest. Plant Ecol 1998; 135:59-78.
 24. Misik T, Kárász I. A cserjeszint változásai a tölgypusztulás után egy cseres-tölgyes erdőben Magyarországon. Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Sectio Pericemonologica 2010; 37 (in press).

BÁLVÁNYOSFÜRDŐ KÖRNYÉKÉN LEVŐ FORRÁSVIZEK KOVAALGA-KÖZÖSSÉGEINEK ÖSSZETÉTELE

Szigvártó Lídia*, Zsigmond Andrea-Rebeka, Nagy Krisztina

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, 400112

Kolozsvár, Mátyás király u., 4 sz., Románia

* *lidia_szigyarto@yahoo.com*

Bevezetés

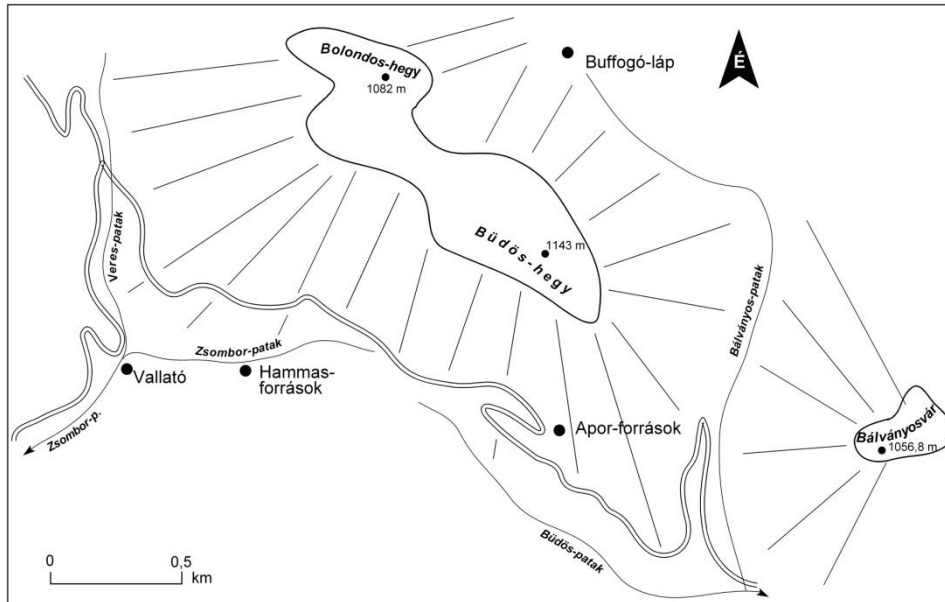
Székelyföldön, a dél-hargitai Csomád hegycsoport keletkezésében is szerepet játszó vulkanikus tevékenységeknek jelenleg is tapasztalhatók különböző aktív posztvulkanikus megnyilvánulásai a környéken, mint amilyenek a mofetták (széndioxidos és dihidrogén-szulfidos száraz gázfeltörések), a változatos összetételű ásványvízforrások, fortyogó lápok, valamint geotermális jelenségek [1, 2]. Ezeknek a változatossága egyedülálló a Kárpát-medencében.

A Bálványosfürdő környékén található ásványvízforrások és kisebb-nagyobb medencék kémiai sokféleségét egyrészt a vulkanikus és üledékes kőzetek vegyes előfordulása határozza meg, melyeken ezeknek a forrásoknak a vize felszínre bukkanás előtt áthalad, de befolyásolják kémiai összetételüket a feltörő gázok is. Mindenképpen figyelemreméltó, hogy több, egymástól alig néhány méter távolságra található forrás, illetve medence vize – kémiai összetételét és tulajdonságait tekintve – jelentősen különbözik egymástól. Bár gyógyászati jelentőségüket régóta ismerik a helybeliek és az ide látogatók, nem csupán az emberi hasznosítás szempontjából érdemes ezeket az ásványvizeket tanulmányozni, hanem úgy is, mint különleges életközözet a bennük élő szervezetek számára. Az ásványvizek átlagostól eltérő kémiai tulajdonságai valószínűvé teszik, hogy a bennük megtelepedő élőlényközösségek is – több-kevesebb szempontból – különlegesek lesznek, mivel az élő szervezetek alkalmazkodnak az életterük fizikai, kémiai és biológiai tényezőihez, közösségeik összetétele és szerkezete szintjén tükrözve az említett tényezők milyenségét [3, 4]. E bioindikációs képességükről ismertek a kovaalgák is, melyeket – az élőbevonat részeként – az Európai Unió Vízügyi Kerettörvénye (Directive 2000/60/EC) is biológiai vízminősítésre alkalmas élőlénycsoportnak nyilvánít. Egyrészt ebből a megfontolásból választottuk a diatómákat vizsgálataink tárgyává a Bálványosfürdő környékén található ásványvízforrások esetében, másrészt pedig azért, mert egy olyan algacsoportról van szó, melynek képviselői szinte bármilyen típusú felszíni vízben megtalálhatók, így feltételezhetően ezekben a forrásvizekben is, melyeknek kémiai jellegzetességei nem ritkán extrémeknek bizonyultak.

A tanulmányozott területről, tudomásunk szerint, még nem ismertek eredmények a különböző ásványvízforrások és –medencék kovaalga-taxonjait, illetve a közösségek jellegzetességeit illetően, ezért elsődleges célul az itt élő kovaalga-fajok és -változatok azonosítását tűztük ki, emellett pedig a társulások összetételére vonatkozó egyes következtetések megfogalmazását a víz kémiai jellegzetességeivel összefüggésben.

Anyag és módszer

Vizsgálataink során az Apor-forrásoknál, a Hammas-forrásoknál és a Vallató-forrásnál jelöltünk ki mintavételi pontokat, illetve a Buffogó-láp területéről gyűjtöttünk algológiai mintákat (1. ábra).



1. ábra. Bálványosfürdő-környéki egyes ásványvízforrások (Harghita megye)

Az itt összefoglalt eredmények egy előzetes, felmérő jellegű vizsgálatból származnak, és 2009 tavaszán végzett mintavételeken és helyszíni méréseken alapszanak. A források medencéjében található különböző típusú aljzatokról (kövek, falevelek, faágak) bevonatmintákat gyűjtöttünk [5], melyeknek a szerves anyag tartalmát – a helyszíni tartósítás (90 %-os etanol) után – laboratóriumban 30 %-os töménységű H_2O_2 és 1 N-os HCl-oldat elegyével roncsoltuk [6], a kovavázak tisztítása és láthatóvá tétele céljából. A tisztított kovavázakat gyantába ágyazva, állandósított mikroszkópi készítményeket hoztunk létre, melyeknek fénymikroszkópos vizsgálata során azonosítottuk a társulásokot alkotó fajokat és változatokat, az erre vonatkozó diatomológiai szakirodalom alapján [7, 8]. Az egyes forrásvizek kémiai jellegzetességeinek vizsgálatához, ugyanakkor helyszíni méréseket is végeztünk (vízhőmérséklet, pH, fajlagos vezetőképesség, oldott oxigén-tartalom), illetve vízmintákat gyűjtöttünk a vízben oldott fontosabb szervesetlen anyagok laboratóriumi mennyiségi meghatározásához, különböző analitikai kémiai módszerekkel.

Eredmények

Az 1. és 2. táblázatban összesített kémiai eredmények alapján elmondható, hogy az összes forrás vize savas jellegű, de az Apor 1, Apor 2, Hammas 2 források és a Buffogó-láp vize fokozottan savas kémhatású (pH < 4), ami annak köszönhető, hogy ezeknek a forrásoknak a vizében a szénsav mellett szabad kénsav is jelen van.

1. táblázat. A vizsgált források fontosabb fizikai-kémiai tulajdonságai

	Apor 1	Apor 2	Apor 3	Hammas 1	Hammas 2	Vallató	Buffogó
t (°C)	13,07	15,91	14,91	7,58	5,63	15,61	13,19
pH	2,46	2,64	4,32	5,34	3,07	5,36	3,53
λ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	2902	2367	640	536	1613	1993	501
O ₂ (ppm)	0,56	1,11	0,92	1,27	0,77	2,10	1,52
vízkeménység (°G)	20,55	15,59	11,60	10,52	5,00	41,91	6,71

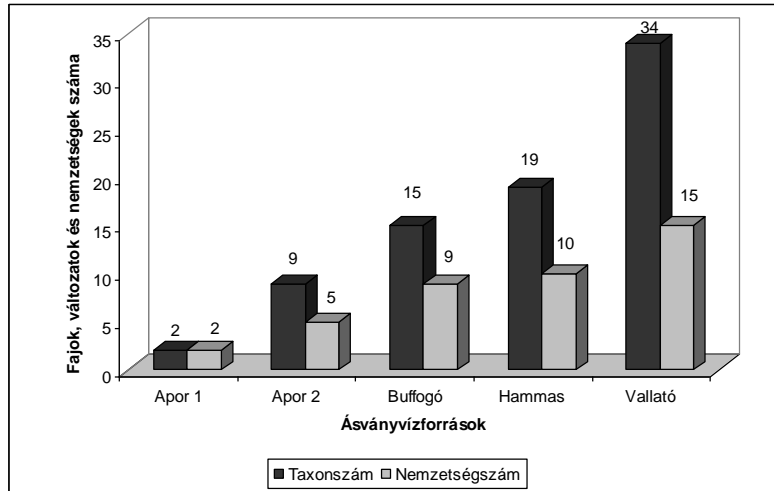
2. táblázat. A vizsgált források vizében oldott egyes ionok és vegyületek koncentrációja ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)

	Apor 1	Apor 2	Apor 3	Hammas 1	Hammas 2	Vallató	Buffogó
Fe^{3+}	23,8	16,6	32,2	1,2	13,8	0,2	4,0
Na^+	85,2	113,3	35,4	122,0	238,8	256,1	20,3
NH_4^+	2,8	2,1	5,8	0,5	2,1	1,0	1,0
Cl^-	3,2	99,8	15,1	22,9	2,1	151,7	2,8
HCO_3^-	-	-	69,1	142,3	-	-	-
H_2CO_3	487,7	376,1	-	-	367,7	-	74,4
SO_4^{2-}	2116,7	1566,7	406,3	318,8	1693,8	38,1	287,5
H_2SO_4	989,8	313,6	-	-	1074,7	-	316,8

Továbbá, a fajlagos vezetőképesség értékei alapján magas oldott sótartalom jellemzi az Apor 1, Apor 2, a Hammas 2 és a Vallató források vizét, a többi esetben az oldott össz-só tartalom jelentősen kisebb. A források közös sajátossága a redukáló jelleg, ami megmutatkozik az alacsony oldott oxigén-tartalomban, és a szerves nitrogén legredukáltabb formájának – az ammónium-ionnak – a kizárólagos jelenlétében. A redukáló jellegből adódóan magas a források vastartalma is. Az Apor-források esetében a vastartalom meghaladja a felszíni vizekre jellemző átlagértéket (10 mg l^{-1}). Figyelemre méltó, továbbá, a Vallató-forrás esetében a magasabb Na^+ és Cl^- ion koncentráció.

A hét forrásból 5 esetben (Apor 1, Apor 2, Hammas 1, Vallató és Buffogó-láp) volt lehetőségünk bevonatmintákat is gyűjteni, amelyekből összesen 50 diatomataxont azonosítottunk, amelyek 19 génuszot képviselnek. A mintákra összesítve számolva a legnagyobb taxonszámmal képviselt nemzetségek a *Pinnularia* (12 taxon), a *Navicula* (8 taxon), az *Achnanthes* (4 taxon), a *Gomphonema* (3 taxon), illetve a *Nitzschia* (3 taxon) génuszok. A legkisebb taxonszám az Apor-források esetében volt megfigyelhető, a Buffogó-lápnál és a Hammas-forrásokban a fajok és változatok száma valamivel magasabb volt, míg a legnagyobb taxonszám a Vallató-

forrásból vett bevonatmintát jellemezte. A fajok (és változatok) számának ilyen irányú növekedését követi a nemzetségek számának változása is (2. ábra).



2. ábra. A kovaalga-társulásokat alkotó fajok és nemzetségek száma

A kovaalga-társulásokat alkotó fajok jellegzetességei és a társulások közötti fajazonossági szintek alapján három forráscsoport látszik elkülönülni a vizsgált területen (jól tükrözve az egyes forrásvizek jellegzetes fizikai-kémiai összetétel-mintázatát): 1. az Apor-források erősen savas vizében ($\text{pH} < 3$) kevés faj életképes, ugyanakkor két-három, jól alkalmazkodó, acidofil faj (*Pinnularia acidophila*, *Eunotia exigua*, *Achnanthes minutissima* var. *macrocephala*) alkotja a domináns-szubdomináns fajegyüttest; 2. a Hammas 1 forrás és a Buffogó-láp esetében a valamivel magasabb pH érték és az alacsony össz-ionkoncentráció közepes fajszámot eredményez, olyan domináns fajokkal, mint a *Pinnularia microstauron* és az *Eunotia exigua*; 3. a Vallató-forrás szembevetően elkülönül a többitől, valószínűleg az itt jellemző kevésbé savas közeg és a magas össz-ion-koncentráció több olyan faj megjelenésének és fennmaradásának is kedvez (növelve így a fajszámot és a diverzitást), amelyek például az Apor források igen savas vizében nem lennének életképesek (az azonosított fajok közül többet kizárólag a Vallató forrás vizében találtunk meg).

A mintákból azonosított fajok többsége oligoszaprób/oligo- β -mezoszaprób indikátor, és alapvetően ezek a fajok határozzák meg a társulások és a forrásvizek szaprobitási jellegét: oligoszaprób (kevés, antropogén eredetű szerves szennyezést tartalmazó) vizekről van szó, melyeknek a minősége ugyanakkor időnként eltolódhat a xenoszaprób (szerves szennyezéstől gyakorlatilag mentes), illetve a másik oldalon az oligo- β -mezoszaprób jelleg (a közepesnél valamivel enyhébb mértékű szerves szennyezés) irányába.

A mintákban szép számban azonosítottunk olyan fajokat és változatokat, amelyek romániai viszonylatban ritkán jelzetteknek számítanak, illetve –

tudomásunk szerint – eddig még nem jelezték őket Románia területéről [9]. Ilyenek például az *Achnanthes minutissima* var. *macrocephala*, *Anomoeoneis vitrea*, *Chamaepinnularia kroockii*, *Cymbella falaisensis*, *Navicula ignota* var. *palustris*, *Pinnularia acidophila*, *Pinnularia divergens* var. *media*, *Pinnularia microstauron* var. *rostrata*, *Stauroneis undata* és mások. Ezek a ritkán vagy először jelzett fajok az azonosított össz fajszámnak 44%-át teszik ki, amely már önmagában is elegendő indok arra, hogy a jövőben ezeket a forrásokat, mint különleges élőhelyeket tovább is vizsgáljuk.

Következtetések

A tanulmányozott bálványosi forrásvizekben élő kovaalga-társulásokat zömében kozmopolita vagy az északi féltekére jellemző, nem ritkán alpin-boreális jellegű fajok alkotják.

A víz fizikai-kémiai tulajdonságainak extrém értékei (savas közeg, szabad kénsv jelenléte, kevés növényi tápanyag) jelentősen csökkentik a fajok számát és a diverzitást az algaközösségekben, míg a kevésbé extrém életkörülmények több fajnak kedveznek, ami a fajszám növekedésével jár.

A fajok többségét kevés szerves anyagot (oligoszaprób), illetve kevés szervesen növényi tápanyagot (elsősorban nitrátot és foszfátot) is tartalmazó (oligotróf), alacsony vagy közepesen magas oldottanyag-tartalmú, rendszerint alacsony pH-jú vizekből írták le eddig, jellegek, melyek különleges élőhelyekké teszik a bálványosi forrásvizeket az itt élő szervezetek számára.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnénk köszönetet mondani dr. Urák István és dr. Poszet Szilárd kollégáinknak a minták begyűjtésében és a mintavételi pontok feltérképezésében nyújtott segítségéért.

A kutatást a Sapientia Alapítvány Kutatási Programok Intézete támogatta.

Kulcsszavak: ásványvíz, acidofil, Bálványos, bioindikátor, diatóma

Irodalom

1. Szakács A, Seghedi I. The Calimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain, East Carpathians, Romania: Volcanological features. *Acta Vulcanologica* 1995; 7(2): 145-153.
2. Vaselli O, Minissale A, Tassi F, Magro G, Seghedi I, Ioane D, Szakács A. A geochemical traverse across the Eastern Carpathians (Romanian): constraints on the origin and evolution of the mineral water and gas discharges. *Chemical Geology* 2002; 182: 637-654.
3. Lowe RL, Pan Y. *Benthic algal communities as biological monitors*. In: Stevenson RJ, Bothwell ML, Lowe RL (ed). *Algal Ecology, Freshwater Benthic Ecosystems*. San Diego: Academic Press; 1996.
4. Patrick R. *Ecology of Freshwater Diatoms – Diatom Communities*. In: Werner D (ed). *The Biology of Diatoms, Botanical Monographs*. Vol. 13. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1977.

5. Hauer FR, Lamberti GA (ed). *Methods in Stream Ecology*. Amsterdam: Academic Press, Amsterdam; 2007.
6. Ács É, Kiss KT (ed). *Algológiai praktikum*. Budapest: ELTE Kiadó; 2004.
7. Krammer K, Lange-Bertalot H. *Bacillariophyceae*. In: Ettl H, Gerloff J, Heyning H, Mollenhauer D (ed). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 2/1-5. Stuttgart: G. Fisher; 1986, 1988, 1991, 2000.
8. Lange-Bertalot H (ed). *Diatoms of Europe – Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats*. Vol. 1-4. Ruggel: A.R.G. Gantner Verlag K.G.; 2000, 2001, 2002, 2003.
9. Cărăuș I. Algae of Romania – A distributional checklist of actual algae. *Studii și Cercetări Biologice Univ. Bacău* 2010; **7**: 1-788.

A KASZÁLÁS HATÁSA A NÖVÉNYLAKÓ PÓK-KÖZÖSSÉGEK ÖSSZETÉTELÉRE

Szmatona-Túri Tünde

Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola és Kollégium
3232 Mátrafüred, Erdész út 11
turitunde79@gmail.com

A természetvédelmi kezelés összetett feladat, hiszen mindenhol előfordulnak olyan területek, ahol természeti értékek vannak jelen, amelyek megőrzése fontos feladat, legyen az erdő, vizes élőhely, vagy fátlan társulás. A Mátra Tájvédelmi Körzet területén zajló gyepterkezelési eljárások a hegyi rétek eredeti fajösszetételének fennmaradására és helyreállítására irányulnak. Leggyakrabban szárazzással és kaszálással történik a területek rekonstruálása, illetve állapotának fenntartása. A vizsgálatokat Fallós-kút négy hegyi rétején végeztem, annak érdekében, hogy feltárjam, hatással van-e a kaszálás a növénylakó pók-közösségek összetételére. Négy kezelt és egy kezeléstől mentes réten végzett, három év gyűjtési adatát hasonlítottam össze. A négy kezelt terület közül kettő réten esetében, mindig a gyűjtések után történt a kaszálás. Ezek a réteken (kaszált) összesen 16 faj 127 egyede került elő, a kaszátlan gyepeken 22 faj 122 egyedét gyűjtöttem be. A *Salticidae* családnak csak egy faja jelent meg a kaszált réten 3 egyedszámban, ezzel szemben a kaszátlan területen 4 faj, 21 egyedszámban volt jelen. Az *Araneidae* és a *Thomisidae* család kivételével hasonló megoszlás volt megfigyelhető a többi család esetében is. A keresztes pókok a kaszált réten nagyobb egyed-és fajszámúak voltak jelen, mint a magas növényzettel borított területeken. Elmondható, hogy a kaszálásból eredő vegetációcsökkenés és zavarás a legtöbb pókcsaládra negatív hatással volt. Még azok a fajok (*Agelenidae*) is kevesebb egyeddel képviselték magukat, melyek alacsonyabb növényzetet részesítenek előnyben. Azoknak a fajoknak, amelyek virágokon élnek (*Thomisidae*), nem volt szignifikánsan magasabb az egyed-és fajszáma a kaszált területeken. A kaszálás elengedhetetlen a terület biodiverzitásának fenntartásában, miközben átmeneti faunacsökkenést eredményez.

Bevezetés

A rét-és legelőgazdálkodás megszűnésével a gyepek gyomosodnak, cserjésednek, majd beerdősödnek, ezáltal elveszítik eredeti fajösszetételüket, és védett növényfajok tűnnek el. Mivel a legeltetés és kaszálás tartotta életben a gyepeket, ezek pótlása létfontosságú a fajösszetétel és szerkezet szempontjából. [1]. A Mátra Tájvédelmi Körzet területén zajló gyepterkezelési eljárások a hegyi rétek eredeti fajösszetételének fennmaradására és helyreállítására irányulnak. Leggyakrabban szárazzással és kaszálással történik a területek rekonstruálása, illetve állapotának fenntartása. Kutatásom célja a Mátra Tájvédelmi Körzet területén zajló természetvédelmi kezelések hatásának feltárása a pók-közösségek összetételére. Jelen munkában a kaszálás és az abból adódó vegetációcsökkenés hatását vizsgálom a növénylakó pók-együttesek szerkezetére. Továbbá, azt hogy a kaszálás hosszú távon mennyire hat a pók-közösség faj-és egyedszámára.

A Mátra- hegység pókfaunájára vonatkozóan kevés irodalmi adattal rendelkezünk [2], [3]. A korábbi adatok mellett jelen gyűjtések szolgálnak kiegészítésül.

Anyag és módszer

A vizsgálatokat Fallós-kút öt hegyi rétjén végeztem 2008 és 2010 között. Négy kezelt és egy kezeléstől mentes területen végeztem, három év gyűjtési adatát hasonlítottam össze. A négy kezelt terület közül kettő az adott gyűjtések során alacsony gyepmagassággal rendelkezett (kaszálás utáni gyűjtés), kettő pedig magas növényzettel bírt (kaszálás előtti gyűjtés). Fűhálózással (100 csapás/ terület) és duplaedényes talajcsapdával végeztem a mintavételezést. Tetővel lazán fedett 10 cm átmérőjű, műanyag poharakat használtam. A kijelölt gyűjtőhelyen mintaterületenként 4-4 minta begyűjtésére került sor. Egy minta 3 csapdából állt. A területen előforduló egyéb védett fajokra tekintettel, csak élvefogó csapdák kerültek kihelyezésre, illetve a csapdákból csak a pókokat gyűjtöttem be. Az egyedek konzerválásához 75%-os etil-alkoholt használtam. 7 növényzeten élő pókcsalád került feldolgozásra. (*Araneidae*, *Pisauridae*, *Agelenidae*, *Heteropodidae*, *Philodromidae*, *Thomisidae*, *Salticidae*), melyek között részben talajon mozgó és hálózó fajokat magába foglaló családok is előfordulnak. A családok kiválasztása a fajok növényzethez való kötődése alapján történt. A egyedek azonosítását sztereomikroszkóp segítségével, Loksa [4], Nentwig, Hänggi, Kropf, Blick [5], [6], internetes határozói alapján végeztem. A feldolgozott pókfajok tudományos neveinél Norman I. Platnick [7] katalógusát vettem alapul.

Eredmények

A gyűjtések során összesen 25 növényzeten élő pókfaj 264 egyedét sikerült kimutatni. A alacsony gyepmagasságú réteken összesen 16 faj 127 egyede került elő, melyből 71 adult, 56 juvenilis fejlődési stádiumban volt. A magas növényzettel borított gyepeken 22 faj 122 egyedét sikerült begyűjteni, ebből 73 adult, 49 juvenilis egyed volt. A kezeletlen területen 7 faj 15 egyede került elő.

1. táblázat. A négy kezelt mintavételi területről begyűjtött növénylakó pókfajok egyedszáma

Faj/ Gyűjtőhely	Magas gyepszerkezet		Alacsony gyepszerkezet	
	1. rét	3. rét	2. rét	4. rét
<i>Araneidae</i>				
<i>Aculepeira ceropegia</i> (Walckenaer, 1802)		2		1
<i>Aculepeira spp. juv</i>	9		19	2
<i>Agalenatea redii</i> (Scopoli, 1763)	3		12	9
<i>Araneus diadematus</i> Clerck, 1757		2	3	3
<i>Araneus quadratus</i> Clerck, 1757	1		1	
<i>Araneus spp.juv</i>	1			1

Faj/ Gyűjtőhely	Magas gyepszerkezet		Alacsony gyepszerkezet	
	1. rét	3. rét	2. rét	4. rét
<i>Araniella displicata</i> (Hentz, 1847)		1		
<i>Argiope bruennichi</i> (Scopoli, 1772)			1	
<i>Hypsosinga sanguinea</i> (C.L. Koch, 1844)				1
<i>Pisauridae</i>				
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	2	10	2	3
<i>Agelenidae</i>				
<i>Agelena gracilens</i> C.L. Koch, 1841	2	1	1	
<i>Agelena</i> spp. juv		1		
<i>Histopona torpida</i> (C.L. Koch, 1834)		1		
<i>Heteropodidae</i>				
<i>Micrommata virescens</i> (Clerck, 1757)		3	2	1
<i>Philodromidae</i>				
<i>Philodromus dispar</i> Walckenaer, 1826				
<i>Philodromus</i> spp. juv		1		1
<i>Thanatus formicinus</i> (Clerck, 1757)	3	1		1
<i>Thanatus</i> spp. juv	2		2	
<i>Tibellus</i> spp. juv	5	3	1	3
<i>Thomisidae</i>				
<i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1757)	4	5	2	3
<i>Ozyptila atomaria</i> (Panzer, 1801)		1	1	
<i>Ozyptila simplex</i> (O.P.-Cambridge, 1862)	1			
<i>Ozyptila</i> spp. juv		1		
<i>Synaema globosum</i> (Fabricius, 1775)	4	3	1	6
<i>Tmarus</i> spp. juv		1		1
<i>Xysticus bifasciatus</i> C.L. Koch, 1837	2	4	7	4
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1857)	1			
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	1		3	
<i>Xysticus robustus</i> (Hahn, 1832)	1			
<i>Xysticus</i> spp. juv	7	11	8	18
<i>Salticidae</i>				
<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)	1	5	1	2
<i>Evarcha falcata</i> (Clerck, 1757)		4		
<i>Evarcha</i> spp. juv	1	6		
<i>Pellenes tripunctatus</i> (Walckenaer, 1802)	3			
<i>Pellenes</i> spp. juv				
<i>Phlegra fasciata</i> (Hahn, 1826)		1		
Össz. egyedszám	122		127	

2. táblázat. A begyűjtött növényzeten élő pókok összes faj-és egyedszáma a négy kezelt és a kezeléstől mentes területen

Egyed-és fajszám Gyűjtési hely	Kezelt rét				Kezeletlen rét
	1. rét	2. rét	3. rét	4. rét	
Egyedszám	48	67	68	60	15
Fajszám	14	13	15	11	7

Következtetés

A természetvédelmi kezelések feladata az eredeti fajösszetétel fenntartása és helyreállítása. Azonban a beavatkozások és azokból eredő tényezők (gyepmagasság változása, prédakínálat, mikroklíma viszonyok) meghatározzák a terület pók-együttesének összetételét. A vizsgált fajok többsége zavarásra igen érzékeny. A kezelésekből adódó közvetlen vegetáció csökkenés, illetve a kaszálás okozta bolygatás, kedvezőtlen hatással van a legtöbb növényzethez kötődő pók család faj-és egyedszámára. A vizsgálat alá vont családok közül mindössze kettőre (*Araneidae*, *Thomisidae*) volt jellemző az, hogy az alacsony gyepeken nagyobb gyakorisággal fordult elő. A *Thomisidae* fajoknál az eltérés nem volt számottevő és fajszámuk a magas növényzettel bíró réten jelentősen nagyobb volt. A legszembevetőbb egyed-és fajszámbeli különbség a *Salticidae* családnál volt megfigyelhető. Az alacsony növényzettel rendelkező réten 1 faj 3 egyede, a magas gyeppel bíró réten 4 faj, összesen 21 egyede volt kimutatható. Az eltérő vadászati struktúrát alkalmazó családok különböző módon reagálnak a zavarásra és az abból eredő környezeti feltételekre. A lesből vadászó fajok (*Salticidae*, *Heteropodidae*, *Philodromidae*, *Pisauridae*), az alacsony növényzethez kevésbé kötődtek, melynek egyik oka az lehet, hogy a gyepmagasság változásából eredő tényezőkhöz lassabban vagy egyáltalán nem alkalmazkodnak. A hálószövő *Araneidae* család képviselői kisebb egyedszáma ezeken a gyepeken arra utal, hogy ezek a fajok a megváltozott környezeti feltételekhez könnyebben adaptálódnak, illetve azok, kedvező feltételeket biztosítanak számukra. Egyedszámuk szignifikánsan nagyobb volt az alacsony gyepmagassággal bíró területen. Ez az *Agalenatea redii* esetén volt a legszembevetőbb. Összevetve a jelen eredményeket a korábbi adatokkal [9]. véleményem szerint a kaszálást követő vegetáció csökkenés negatív hatással van a növénylakó fajokra. Azonban a kezelések következtében, hosszútávon kialakuló gazdag növényzeti struktúra kedvező feltételeket teremt sok pókfaj számára. Elmondható, hogy a természetvédelmi kezelések elengedhetetlenek a terület biodiverzitásának, illetve eredeti fajösszetételnek fenntartásában, miközben átmeneti faunacsökkenést eredményeznek.

Kulcsszavak: Természetvédelmi terület, kaszálás, növénylakó pókfajok, egyed-és fajszám

Irodalom

1. Iloncai Z. Gyepkezelés a Bükki Nemzeti Park területén. Zöld Horizont. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság időszakos kiadványa. 1 (1-2): 13.

2. Chyzer K, Kulczynski L. Ordo Araneae. A Magyar Birodalom Állatvilága III. Arthropoda. Budapest: Kir. Magyar Term. tud. Társ; 1918.
3. Kolosváry G. Die Spinnenbiosphäre des ungarländischen Pannonbeckens, III. Act. Lit. Sci. Univ. Hung. 5: 134-144.
4. Loska I. Pókok I-II. Araneae I-II. Budapest: Akadémia Kiadó; 1969, 1972.
5. Nentwig W, Hangii A, Kropf C, Blick T. Spinnen Mitteleuropas. Weblog. [Online] Available from: <http://www.araneae.unibe.ch> [Accessed 02th September 2007].
6. Nentwig W, Hangii A, Kropf C, Blick T. Weblog. Central European Spiders-Determination Key [Online] Available from: <http://www.spiderling.de/arages/Fotogalerie/species> [Accessed 21th June 2008].
7. Platnick N. I. (2009): The World Spider Catalog. The American Museum of Natural History. Weblog. [Online] Available from: (<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>) [Accessed 21th June 2008].
8. Szmátóna-Túri T, Dudás Gy. Hegyi rétek arachnológiai összehasonlító vizsgálata a Mátra-hegységben. VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Kolozsvár: Abel Kiadó; 2011.

SZÉKELYFÖLDI MOFETTÁK ÁLLATOKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA

Urák István

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék,
400112 Kolozsvár, Mátyás kir. u. 4 sz., Románia
istvan.urak@milvus.ro

Bevezető

A mofetták, népies nevükön „gözlők”, vulkanikus tevékenységhez kötődő, főleg szén-dioxidból álló gázfeltörések. Az aktív vulkánokon, valamint a recens (Holocén korú) vulkáni területeken végzett megfigyelések világszerte egyértelműen bizonyítják, hogy a magma felszínre vagy felszínközébe kerülése nagytérfogatú illóanyag kibocsátásával társul. A vulkáni tevékenységhez kapcsolódó felszíni gázömlések időben megelőzhetik a magma felszínre törését a vulkánkitörések során, kísérhetik a vulkánkitöréseket vagy követhetik azokat az egyedi vulkáni jelenségeket messze meghaladó időskálán. A székelyföldi mofettákat a neogén vulkánossághoz kötődő jelenségekként tárgyalják a kutatók, melyek közül a Csomád-hegységi a legfiatalabb, kb. 35000–42000 évvel ezelőtt zajlott le [1, 2, 3].

Az általunk vizsgált terület a Csomád-Büdös hegycsoport, amely Hargita megye délkeleti és Kovászna megye északi határán fekszik. Az 1968-ban meghúzott adminisztrációs határoktól függetlenül, földrajzi és geológiai jellemzőit tekintve összefüggő egységet alkot.

A térség megkülönböztetett figyelemmel áll a turisták és a természettudósok érdeklődésének középpontjában. A földrajztudósok, botanikusok és geológusok kutatásainak színhelye, olyan tájképi és természeti ritkaságokkal büszkélkedik, mint a Szent Anna-tó, Kelet-Európa egyetlen épen maradt vulkáni eredetű krátertava és ikertestvére, a jégkorszakok maradványnövényeit őrző Mohos-tözepláp, a torjai Büdös-barlang és környéke, Bálványos-fürdő és még lehetne sorolni a természeti ritkaságokat, melyek már régen felkeltették a turisták és kutatók érdeklődését.

A mofetták állatvilágra gyakorolt hatását már több kutató is vizsgálta. Molnár Lídia 1979-től 1980-ig havonta végzett itt megfigyeléseket [4]. Barti Levente, Kovács István és Varga Ágnes hat évig gyűjtötték össze és határozták meg a gázkiömlésekben elpusztult gerinceseket, monitorozták a mofetták áldozatspektrumának változásait. Ebből az anyagból mutatták ki az északi késeidenevért (*Eptesicus nilssonii*), mint faunára új denevérfajt, amelynek az első igazolt erdélyi és romániai példányai a Büdös-hegyről ismertek [5, 6, 7, 8].

Kutatásaink során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen hatással vannak az állatokra a gázkiömlések. Vannak-e olyan fajok vagy állatcsoportok, amelyek elkerülik vagy ellenkezőleg, valamilyen okból kifolyólag kedvelik, és rendszeresen felkeresik a mofettákat vagy ezek környékét? Ugyanakkor a gázokban elpusztult állatok tetemei, a kiszállások alkalmával megfigyelt fajok és a talajcsapdákkal gyűjtött biológiai anyag alapján próbáltunk képet alkotni a helyi faunáról.

Anyag és módszer

Az állattani felmérések egy része terepi megfigyeléseken alapult. Minden kiszállás alkalmával feljegyeztük a megfigyelt és azonosított fajokat, begyűjtöttük a gázömlésekben elpusztult gerinces és gerinctelen állatokat. A bomlásnak indult gerinces állatok tetemei esetében a fajok azonosítása a csontvázak alapján történt. A gerinctelen ízeltlábú-fauna tanulmányozása érdekében etilén-glikol-oldatos talajcspadákat helyeztünk el, melyekből minden kiszállás alkalmával begyűjtöttük a mintákat. Az így összegyűlt biológiai anyagot 70%-os etil-alkohol-oldatban tároltuk, laboratóriumban szétválogattuk, és sztereómikroszkóp segítségével határoztuk meg. A fajok azonosítása és rendszertani besorolása változatos határozókulcsok alkalmazásával, szakemberek segítségével történt [9, 10, 11].

A lelőhelyek (barlangok és gázömlések) bemutatása:

1. *Mofetta* a Büdös-hegy lábánál: a 12-es országútról elindulva a Büdös-hegyre, a piros ponttal jelzett turistaösvényről egy balra letérő mellékösvényen lehet megközelíteni.

2. *Gázfeltörés* a Büdösbarlang fele vezető ösvény bal oldalán található, az első pihenő paddal szemben. A kénes gázok az ösvényen is érezhetők.

3. A *Kis-barlang* mintegy 6 m hosszú üreg, melynek bejárata nyugatra néz.

4. A *Büdös-barlang* egy kénes barlang: a Büdös-hegy déli oldalán, 1052 méter magasságban. 14 méter hosszú üreg, régi felhagyott kénbánya tárnája. A híres üreg állandóan gázzal borított alsó részének falfelületét élénksárga kén-kéreg borítja, ami világosan mutatja a gáz felső szintjét.

5. *Kőfülke* a Büdös-barlangtól balra, pár méterre a turistaösvény fölött.

6. A *Timsós-barlang*: a Büdös-barlangtól kb. 150 méterre, a kék ponttal jelzett turistaösvény mentén, a Büdös-barlanggal azonos magasságban található. Szélessége 2,7 méter, magassága 1,5 méter. A délnyugatra néző nyílás egy 3 méter magas és 6 méter hosszú terembe vezet, de van egy 2 méter hosszú összekötő nyúlványa is északnyugat felé. Az ellenkező irányban 3 méter hosszú, egyre alacsonyodó járat található.

7. A *Madártemető*: a kék ponttal jelölt turistaösvényen található, mely félkörívben megkerüli a Büdös-hegy kúpját. Régi felszíni kénbánya helye, amelynek gödre tele van a halálos, kénes-széndioxid gázzal.

8. A *Gyilkos-barlang*: a Madártemetőtől pár méterre található. Szintén magán viseli az egykori kénbányászat nyomait. Északra néző bejárata 1,8 méter magas és 3,5 méter széles. A bejárattól induló 7 méter hosszú, 2,5 méter széles és 1,3 méter magas befelé lejtő járat egy terembe vezet, melynek magassága 4 méter, hossza 6 méter, szélessége 2,5-3 méter.

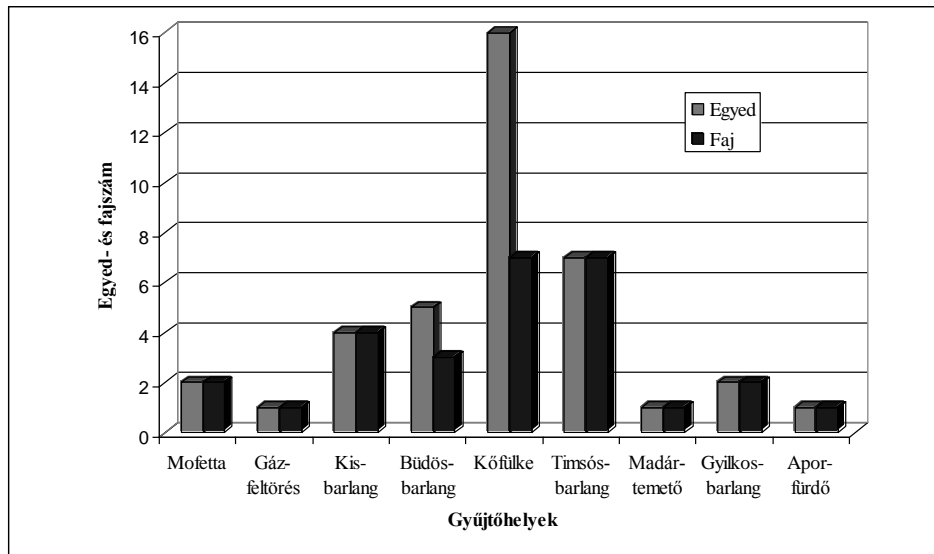
9. Az *Apor (Timsós) fürdők*: a térség legritkább ásványvizeit tartalmazza. Az erős kénes-szén-dioxidos kigőzölgésektől záptojás szagú a levegő, kopár, szürke a talaj. A források és medencék vize nemcsak timsót tartalmaz, hanem kis mennyiségben szabad kénsavat is.

Eredmények

Összesen 39 gerinces állat tetemét gyűjtöttük be, melyek közül 2 hüllő, 10 madár és 27 emlős. Ezeket mind sikerült faji szintig meghatározni, melynek során 2 hüllő-, 8 madár- és 12 emlősfajt azonosítottunk (1. ábra, 1. táblázat).

1. táblázat. A mofetták gerinces áldozatainak listája (2008 március-május)

Sz.	Gyűjtőhely	Taxon	Össz
	Mofetta	Erdei pinty (<i>Fringilla coelebs</i>)	1
		Közönséges erdeiegér (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	1
	Gázfeltörés	Közönséges erdeiegér (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	1
	Kisbarlang	Törékeny gyík (<i>Anguis fragilis</i>)	1
		Pisze denevér (<i>Barbastella barbastellus</i>)	1
		Horgasszörű denevér (<i>Myotis nattereri</i>)	1
		Bajuszos denevér (<i>Myotis mystacinus</i>)	1
	Büdös-barlang	Közönséges késeidenevér (<i>Eptesicus serotinus</i>)	1
		Nagy pele (<i>Glis glis</i>)	2
		Vöröshátú erdei pocok (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	2
	Kőfülke	Vörösbegy (<i>Erithacus rubecula</i>)	2
		Szécinege (<i>Parus major</i>)	2
		Énekes rigó (<i>Turdus philomelos</i>)	1
		Barna hosszúfülű denevér (<i>Plecotus auritus</i>)	5
		Közönséges denevér (<i>Myotis myotis</i>)	4
		Vöröshátú erdei pocok (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	1
		Csalitjáró pocok (<i>Microtus agrestis</i>)	1
	Timsós-barlang	Elevenszülő gyík (<i>Lacerta vivipara</i>)	1
		Fenyvescinke (<i>Parus ater</i>)	1
		Őszapó (<i>Aegithalos caudatus</i>)	1
		Barna hosszúfülű denevér (<i>Plecotus auritus</i>)	1
		Brandt denevére (<i>Myotis brandti</i>)	1
		Közönséges denevér (<i>Myotis myotis</i>)	1
		Törpedenevér (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	1
	Madártemető	Szajkó (<i>Garrulus glandarius</i>)	1
	Gyilkos-barlang	Pisze denevér (<i>Barbastella barbastellus</i>)	1
		Ökörszem (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	1
	Apor-források	Közönséges erdeiegér (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	1



1. ábra. A gerinces tetemek egyed- és fajszám szerinti megoszlása

Összehasonlítva a különböző gázömlésekben elpusztult gerinces állatok egyedszámát, azt tapasztalhatjuk, hogy a legtöbb gerinces a Kőfülkében és a Timsós-barlangban pusztul el, de igen jelentős mennyiségű tetem van általában a Kisbarlangban és a Büdösbarlangban is. A többi gázömlés esetében, az általunk vizsgált periódusban csak egy-két tetemet találtunk. A Kőfülkében elpusztult állatok nagy része denevér, ami azzal magyarázható, hogy sokkal sötétebb, mint a többi barlang és nem látogatott, nincsen emberi eredetű zavarás, a denevérek menedéket keresve repülnek be. Az egyszerű gázfeltörések esetében hamarabb elillannak a gázok, ezért ezeknek kevesebb gerinces állat esik áldozatul.

A talajcspadák segítségével gyűjtött biológiai anyagban a legnagyobb egyedszám által a bogarak (Coleoptera) voltak képviselve. A bogarak közül is ki kell emelni a futóbogarak (Carabidae) nagy egyed- és fajszámát, valamint az erdei ganajtúrót (*Geotrupes stercorosus*) nagy egyedszámát. A következő csoportok a hártványúak (Hymenoptera) és a soklábúak (Miriapoda) voltak, majd következtek a pókok (Araneae). Az ászkarakok (Isopoda), kaszópókok (Opiliones) és kétszárnyúak (Diptera) kis egyedszámmal voltak jelen.

A kutatások során 64 pókot gyűjtöttünk és 17 fajt azonosítottunk 10 családból. Valójában a mofetták és borvízforrások környékén előforduló fajok száma jóval nagyobb. Ahhoz, hogy pontosabb képet kapjunk több éves felmérésre lenne szükség. Az általunk gyűjtött mintákban nagy volt az ivaréretlen egyedek aránya (37,5%), ami tovább nehezítette az adatok kiértékelését, ugyanis az ivaréretlen egyedek esetében a fajok azonosítása néhány kivételtől eltekintve nem lehetséges. Ilyenkor még nincsenek kifejlődve az ivarszervek, melyek szerkezete a pontos faji szintű meghatározás alapját képezi. Ezek többségét csak családi szintig határoztuk meg. Az ivarérett egyedek esetében minden esetben megtörtént a nemek és fajok pontos azonosítása és rendszertani besorolása.

2. táblázat. A mofetták és források környékén gyűjtött pókok fajlistája

Sz.	Taxon	H	N	J	Össz
I.	Pholcidae			1	1
	<i>Pholcus opilionoides</i> (Schrank, 1781)			1	1
II.	Theridiidae	4	9	4	17
	<i>Enoplognatha ovata</i> (Clerck, 1757)	1	2	1	4
	<i>Enoplognatha thoracica</i> (Hahn, 1833)	1			1
	<i>Neottiura bimaculata</i> (Linnaeus, 1767)	1	1		2
	<i>Parasteatoda lunata</i> (Clerck, 1757)	1	2		3
	<i>Parasteatoda tabulata</i> (Levi, 1980)		2		2
	<i>Steatoda bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)		1		1
	<i>Theridion melanurum</i> Hahn, 1831		1		1
III.	Linyphiidae	1	3	6	17
	<i>Leptyphantus leprosus</i> (Ohlert, 1865)	1	1		2
	<i>Neriere emphana</i> (Walckenaer, 1842)		1		1
	<i>Neriere montana</i> (Clerck, 1757)		1		1
IV.	Tetragnathidae	2	3	1	6
	<i>Metellina segmentata</i> (Clerck, 1757)	1	1		2
	<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)	1		1	2
	<i>Tetragnatha montana</i> Simon, 1874		2		2
V.	Araneidae			4	5
VI.	Lycosidae	1	1		2
	<i>Arctosa maculata</i> (Hahn, 1822)		1		1
	<i>Pirata latitans</i> (Blackwall, 1841)	1			1
VII.	Agelenidae			4	10
VIII.	Clubionidae		1	1	3
	<i>Clubiona neglecta</i> O. P.-Camb., 1862		1		1
IX.	Zodariidae			2	2
X.	Thomisidae			1	1

Jelmagyarázat: H – hím egyedek száma, N – nőstény egyedek száma, J – juvenilis (ivaréretlen) egyedek száma a mintákban.

A mintákban legnagyobb egyedszám és fajsám által képviselt családok a törpepókok (Theridiidae) és a vitorlaspókok (Linyphiidae) voltak. A törpepókok közül a *Parasteatoda tabulata* (Levi, 1980) jelenlétét a közelmúltban jelezték Románia faunájában.

Következtetések

A mofetták csapdaként működnek, a gázba tévedő állatokra gyors, fulladásos halál vár. A gerinces áldozatok legnagyobb részét denevérek teszik ki. A legtöbb denevér a Büdös-barlang mellett található Kőfülkében pusztul el.

A talajcsapdák segítségével gyűjtött anyagban a legnagyobb egyedszám által a futóbogarak (Carabidae) és az erdei ganajtúró volt képviselve. Egyes állatok különböző okok miatt fordulnak elő nagyobb mennyiségben az áldozatok között. A

denevérek elsősorban menedéket keresnek a mofettákban. Az énekesmadarak táplálékszerzés közben esnek áldozatul a mérgező gázoknak. A rovarok közül a ragadozókat és dögevőket vonzza a bomlásnak indult állati tetemek szaga.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Környezettudomány Tanszékének kutatásban résztvevő minden oktatójának és hallgatójának a terepmunkában nyújtott segítségért, valamint Barti Leventének a hasznos tanácsokért és a kisemlősök azonosításában nyújtott segítségért.

A kutatást a Sapientia Alapítvány Kutatási Programok Intézete támogatta.

Kulcsszavak: mofetták, gázömlések, állatok

Irodalom

1. Szakács A, Seghedi I, Pécskay Z. Peculiarities of South Harghita Mts. as terminal segment of the Carpathian Neogene to Quaternary volcanic chain. *Revue Roumaine de Géologie* 1993, 37: 21-36.
2. Szakács A, Seghedi I. The Calimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain, East Carpathians, Romania: Volcanological features. *Acta Vulcanologica* 1995, 7(2): 145-153.
3. Szakács A, Seghedi I. Large volume volcanic debris avalanche in the East Carpathians, Romania, pp. 131-151, in Leyrit H, Montenat C. (eds) *Volcaniclastic rocks, from magma to sediments*”, Gordon Breach Science Publishers, 2000.
4. Molnár L. A Torjai Büdöshegy (Kovászna megye) mofettáinak madár- és emlősáldozatai. *Aluta XIV-XV*. 1983.
5. Barti L. A torjai Büdöshegy természetes gázömléseinek denevér-áldozatai (1997-1999). *Acta (Siculica)* 1999, 1: 103-114.
6. Barti L. Semnalări ale liliacului nordic (*Eptesicus nilssonii* Keyserling et Blasius) din România. *Acta (Siculica)* 2001, 2: 133-138.
7. Barti L, Kovács I. A málnásfürdői mofetták gerinces áldozatainak jegyzéke (1999 febr.28.- 2000 szept.18.), *Acta (Siculica)* 2001, 1: 103-112.
8. Barti L, Varga Á. A torjai Büdöshegy gázbarlangjainak, mofettáinak denevéráldozatai (1999-2002), *Acta (Siculica)* 2004. 1: 65-73.
9. Nentwig W, Hänggi A, Kropf C, Blick T. Spinnen Mitteleuropas (Bestimmungsschlüssel)/Araneae. Spiders of Europe. [Online] Available from: <http://www.araneae.unibe.ch> [Accessed 19th June 2010].
10. Móczár L. *Állathatározó* I-II. Tankönyvkiadó, Budapest. 1969.
11. Svensson L., Peter J. *Madárhatározó*. Park Kiadó, Budapest. 2002.

A ZOOLÓGIAI ÉS A BOTANIKAI GAZDAGSÁG VISZONYA ÁSZKARÁKOK ÉS PÓKOK TEKINTETÉBEN

Vona-Túri Diána^{1*}, Szmationa-Túri Tünde²

¹ Eötvös József Középiskola 3360 Heves Dobó út 29.

² Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola és Kollégium
3232 Mátrafüred, Erdész út 11

* turidiana79@gmail.com

Bevezetés

A természetvédelmi eljárások célja, hogy mérsékelje a különböző használati módok káros hatásait, vagy amennyiben szükséges, mesterséges módon beavatkozva fenntartsa egy bizonyos állapotot, rétfenntartó kaszálással a cserjésedéssel szemben [1]. A gyepkezelési eljárások további formái a kaszálás mellett a bozótirtás, melyet kézi erővel végeznek és a szárazítás, melyet a cserjétől mentesített területen évente hajtanak végre, a legeltethető területeket pedig legeltetéssel kezelik [1]. A Lengyendi-Galya rét, ami a korabeli botanikusok által egykor az ország egyik legjobb hegyi rétéjeként emlegetett rétfolt volt [2], jelenleg is egyike hazánk botanikai szempontból fajgazdag rétféleit. Vegetációjának gazdagsága ma is kiemelkedő. Területén a leggyakrabban alkalmazott gyepkezelési eljárás a bozótirtás, szárazítás és kaszálás, melyek feladata a fátlan társulások rekonstruálása, illetve jelenlegi állapotának fenntartása. Ezen a mezofil, nedves hegyi réten a siskanádtippán (*Calamagrostis epigeios*) és az erdei nádtippán (*Calamagrostis arundinacea*) tömegesen fordul elő. Ugyanakkor megtalálható itt a mocsári kardvirág (*Gladiolus palustris*), a turbánliliom (*Lilium martagon*), a bakfű (*Betonica officinalis*), a dunai szegfű (*Dianthus collinus*), a buglyos boglárka (*Ranunculus polyphyllus*) és számos értékes növényfaj. Ezzel szemben a Piszkes tetői legelő, a gyepkezelés hiányából adódóan elcserjésedett és gyomosodott. Vegetációja szegényesebb, amit a kecses palástfű (*Alchemilla gracilis*), a közönséges palástfű (*Alchemilla monticola*) a szártalan bábakalács *Carlina acaulis*, mezei cickafark (*Achillea collina*) és az őszi kikerics (*Colchicum autumnale*) alkot. Ezen a két területen végeztünk szárazföldi ászkarákokra és pókokra vonatkozó vizsgálatokat, annak érdekében, hogy összefüggést keressünk egy terület cönológiai gazdagsága és az ott uralkodó zoológiai heterogenitása között.

Anyag és módszer

A gyűjtések 2009 májusában és októberében történtek. Duplaedényes talajcspadával, végeztük a mintavételezést. Ez a gyűjtési mód a talajon mozgó ízeltlábúak befogásának elfogadott és egyik legközismertebb módja [3]. Tetővel lazán fedett 10 cm átmérőjű, műanyag poharakat használtunk, úgy, hogy a pohár szája a talajfelszínnel egy síkban legyen. A mintavételi területeken lineáris vonalban helyeztük el a csapdatorokat a folt szegélytől 3-4 m távolságra úgy, hogy az egymást követő minták egymástól hasonló távolságra kerüljenek. A kijelölt gyűjtőhelyen mintaterületenként 4 minta begyűjtésére került sor. Egy minta 3 csapdából állt. A területen előforduló egyéb védett fajokat figyelembe véve, csak

élvefogó csapdákat helyeztünk ki, illetve a csapdákból csak a pókokat és ászkarákat gyűjtöttük be kétnaponta. A pohárcsapdás gyűjtések mellett alkalmaztunk fűhálózást (100 hálósapás/minta), mellyel pókokat szedtünk össze és egyeléses módszert is, mellyel főként az Isopoda egyedek gyűjtése történt. A csapdába került egyedek konzerválásához 75%-os etil-alkoholt használtunk. A pókfajok azonosítása sztereomikroszkóp segítségével történt, melyhez Loksa, [4], Nentwig, Hänggi, Kropf & Blick [5] határozóit vettük alapul. A feldolgozott pókfajok tudományos neveit Platnick [6] katalógusára alapoztuk. Az ászkafajok azonosítása sztereomikroszkóp és fénymikroszkóp segítségével, Schmidt [7], Hopkin [8] illetve, Berg & Wijnhoven [9] határozói alapján történt. A feldolgozott ászkafajok tudományos neveinél Schmalzfuss [10] katalógusát használtuk. A feldolgozott pókfajok az Eszterházy Károly Főiskola Állattani Tanszék gyűjteményében, a begyűjtött ászkafajok pedig a SZIE ÁOTK Ökológiai Tanszékén, a Crustacea Gyűjteményben lettek elhelyezve.

1. táblázat. A begyűjtött fajok egyedszáma

Ászkarák fajok	Egyedszám a Lengyendi-Galya réten	Egyedszám a Piszkes tetői legelőn	Összes
<i>Lepidoniscus minutus</i> (C.L. KOCH, 1838)	3	-	3
<i>Porcellium collicola</i> (VERHOEFF, 1907)	18	-	18
<i>Trachelipus rathkii</i> (BRANDT, 1833)	127	74	201
<i>Armadillidium vulgare</i> (LATREILLE, 1804)	131	129	260
Pókfajok			
<i>Aculepeira spp.juv.</i>	8	3	11
<i>Agalenatea redii</i> (SCOPOLI, 1763)	-	2	2
<i>Araneus spp.juv.</i>	1	1	2
<i>Alopecosa cuneata</i> (CLERCK, 1757)	2	-	2
<i>Alopecosa trabalis</i> (CLERCK, 1757)	62	78	140
<i>Alopecosa spp.juv.</i>	1	2	3
<i>Pardosa lugubris</i> (WALCKENAER, 1802)	7	1	8
<i>Pardosa riparia</i> (C.L. KOCH, 1833)	71	35	106
<i>Pardosa spp.juv.</i>	2	4	6
<i>Trochosa terricola</i> (THORELL, 1856)	16	7	23
<i>Trochosa spp.juv.</i>	3	1	4
<i>Pisaura mirabilis</i> (CLERCK, 1757)	7	3	10
<i>Coelotes atropos</i> (WALCKENAER, 1830)	2	5	7
<i>Coelotes inermis</i> (C.L. KOCH, 1855)	17	12	29
<i>Coelotes sp.juv.</i>	-	1	1
<i>Drassodes cupreus</i> (BLACKWALL, 1834)	2	9	11
<i>Drassodes sp.juv.</i>	-	1	1
<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. KOCH, 1833)	3	2	5
<i>Drassyllus spp.juv.</i>	1	-	1
<i>Thanatus formicinus</i> (CLERCK, 1757)	-	1	1
<i>Ozyptila spp.juv.</i>	1	-	1
<i>Xysticus bifasciatus</i> (C.L. KOCH, 1837)	12	7	19
<i>Xysticus kochi</i> (THORELL, 1872)	2	-	2
<i>Xysticus spp.juv.</i>	6	3	9
<i>Evarcha arcuata</i> (CLERCK, 1757)	-	1	1
Összesen	505	382	887

Eredmények

A gyűjtések során 19 talajlakó ízeltlábú fajt mutattunk ki a vizsgált területekről 887 egyedszámban. Az ászkarákoknak 482 egyedének 4 faja került elő, míg a pókoknak 15 fajt tudtuk begyűjteni 405 egyedszámban a két gyűjtési területen (1. táblázat).

A vizsgált ízeltlábúak fajsza és egyedsza a kezelt Lengyendi-Galya réten több volt (16 faj, 505 egyede), mint a kezeletlen Pizskés tetői legelőn, ahol kisebb (15 faj, 382 egyede) faj- és egyedsza jellemezte a területet. A szárazföldi ászkarákok fajsza a kezeletlen legelőn alacsonyabb volt, a kezelt réten megduplázódott a fajok száma. A Lengyendi-Galya réten 4 faj, a Pizskés legelőn 2 faj bukkant fel. Az egyedsza a kezelt területen volt magasabb (279 egyed), a kezeletlen réten alacsonyabb (204 egyed). Az ászkarákok közül kettő generalista faj volt, mely mindkét területen előfordult (*T. rathkii*, *A. vulgare*), egy generalista (*P. collicola*) és egy természetes élőhelyen gyakori faj (*L. minutus*) kizárólag a kezelt Lengyendi-Galya réten volt jelen.

2. táblázat. Az ászkarákok és a pókok fajszaának és egyedszaának változása az kezelt és kezeletlen területen

	Kezelt Lengyendi-Galya tét	Kezeletlen Pizskés tetői legelő
Összes ízeltlábúak fajsza	16	15
Összes ízeltlábúak egyedsza	505	383
Ászkarákok fajsza	4	2
Ászkarákok egyedsza	279	204
Pókok fajsza	12	13
Pókok egyedsza	226	179

A pókok fajsza a kezeletlen területen volt nagyobb, ezzel szemben az egyedsza a kezelt területen volt kiemelkedőbb. A Lengyendi-Galya réten 226 egyed, a Pizskés tetői legelőn 179 egyed volt begyűjthető. A Lengyendi-Galya réten 12 pókfajt, a Pizskés tetői legelőn 13 pókfajt mutattunk ki (2. táblázat). Pókok közül a legnagyobb egyedszámban a *Lycosidae* családba tartozó *A. trabalis* és a *P. riparia* fajokat sikerült begyűjteni. A *P. riparia* a kezelt réten kétszer annyi egyedszámban volt jelen, mint a kezeletlen területen. Védett pókfaj nem került elő a gyűjtések során.

Következtetés

Eredményeink mindkét állatcsoport esetén tükrözik a vegetáció hatását a vizsgált élőlény-együttesekre. Jelen munkánkban a gyepezés hatását közvetve sikerült igazolnunk. A gazdag vegetáció mindkét élőlénycsoport esetén fontosnak bizonyult az egyedsza kialakításában.

Az ászkarákok páratartalom és hőmérséklet igénye nagyfokú faji különbségeket mutat [11],[12]. Egyértelműen befolyásolja a faj-és egyedszámot az élőhely nedvességtartalma, kitétsége és vegetációja [13]. A magas páratartalmú lombos erdők ászkarák fajösszetétele eltér a fátlan társulásokétól [14], ugyanakkor az

eredményeink azt mutatják, hogy két füves társulásban is nagyfokú különbség mutatkozik a faj és egyedszám tekintetében. Mindkét mintavételi területen megjelentek generalista fajok (*T. rathkii*, *A. vulgare*, *P. collicola*), melyek sikeresen adaptálódnak és terjednek el. Ezek a fajok gyakran kozmopoliták, természetközeli és zavart élőhelyeken egyaránt megjelennek [15]. Testméretük relatíve nagy és a felszíni aktivitású fajokra jellemző ökomorfológiai típusba sorolhatóak [16]. Kizárólag a kezelt, gazdag vegetációval bíró területen volt jelen a *L. minutus*, mely természetközeli élőhelyek gyakran előforduló faja, melyre jellemző a nagy testméret és a felszíni aktivitás [15].

A természetvédelmi kezelések a pókfajok egyedszámára pozitív hatással vannak, mert a fajok fennmaradásához szükséges élőhelyet biztosítanak. Megfigyelhető, hogy a kaszált, illetve szárazúzott gyepek változatosabb vegetációval rendelkeznek. A mikroklímatis viszonyok és a különféle növényzeti struktúra kialakulása az egyedek térbeli elrendezését is befolyásolja, illetve a pók-közösség összetételére is kedvező hatással van. A gazdag vegetációval bíró réten a magas egyedszáma arra utal, hogy a megváltozott viszonyok kedveznek a prédafajok számának, ezzel befolyásolva a pókfajok területválasztását.

Jelen dolgozatban arra adtunk választ, hogy hasonló háttérváltozók mellett, milyen mértékben hat a gyepezések hiányából vagy meglétéből adódó vegetációváltozás az ászkarákok és pókok fajösszetételére és egyedszámára. Eredményeink rámutatnak, hogy a gazdag vegetációval bíró réten magasabb a vizsgált ízeltlábúak egyedszáma, ezzel szemben a fajszámok tekintetében a növényzet hatása nem mutatkozott markánsan. A fajszámok és egyedszámok alakulásának tükrében egyértelműen nem állíthatjuk, hogy a botanikailag gazdag rétek gazdag faunával is rendelkeznek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk Kontschán Jenőnek, Vilisics Ferencnek, Dudás Györgynek és a Mátra Tájvédelmi Körzet dolgozóinak a munkánkhoz nyújtott segítségért. Köszönet Túrinné Kiss Magdolnának, Vona Ádámnak és Szmatona Ádámnak a terepi munka során tanúsított kitartásukért.

Kulcsszavak: vegetáció, fauna, pók, ászkarák, gyepezés

Irodalom

1. Magos G, Szabó Sz, Szuromi L, Urbán L. Természetvédelem a Mátrai tájegységben. Eger: Bükki nemzeti Park Igazgatósága; 2010.
2. Kárpáti Z. Az északi hegyvidék nyugati részének növényföldrajzi áttekintése. Földrajzi Értesítő 1952; 1 (2): 289.314.
3. Kádár F, Samu F. A duplaedényes talajcspadák használata Magyarországon. Növényvédelem 2006; 42 (6): 305- 312.
4. Loska I. Pókok I-II. Araneae I–II. Budapest: Akadémia Kiadó; 1969, 1972.
5. Nentwig W, Hangii A, Kropf C, Blick T. Spinnen Mitteleuropas. Weblog. [Online] Available from: <http://www.araneae.unibe.ch> [Accessed 9th Febr 2012].

6. Platnik N.I. The World Spider Catalog. The American Museum of Natural History 2009. Weblog. [Online] Available from: <http://research.amnh.org/entomolgy/spiders/catalog/index.html>. [Accessed 9th Febr 2012].
7. Schmidt C. Revision of the European species of the genus *Trachelipus* Budde-Lund, 1908 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). *Zoological Journal of the Linnean Society* 1997; 121: 129-244.
8. Hopkin S.P. A Key to the Woodlice of Britain and Ireland. AIDGAP, Field Studies Council 1991; 7: 599-650.
9. Berg M.P, Wijnhoven H. Landpissebedden. Een tabel voor de landpissebedden (Crustacea; Oniscidae) van Nederland en België. *Wetenschappelijke Mededelingen KNNV* 1998; 221: 1-80.
10. Schmalfuss H. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. A. Nr.* 2003; 654: 341 pp.
11. Warburg M. The response of isopods towards temperature, humidity and light. *Applied Animal Behaviour Science* 1964; 12: 175–186.
12. Warburg M, Linsenmair K, Bercovitz K. The effect of climate on the distribution and abundance of isopods. *Symposium of the Zoological Society of London* 1984; 53: 339–367.
13. Sólymos P, Vilisics F, Kemencei Z, Páll-Gergely B, Farkas R, Nagy A, Kisfali M, Hornung E. Globális változás, lokális túlélés: kitettség és nedvességi grádiens hatása avarlakó gerinctelenekre aggteleki tőbrök alapján. *Természetvédelmi Közlemények* 2009; 15: 396-411.
14. Túri D. A Hevesi-sík és a Mátra- hegység ászkaegyütteseinek (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) összehasonlító vizsgálata. Kolozsvár: VII. Kárpát - medencei környezettudományi konferencia; 2011.
15. Hornung E, Vilisics F, Sólymos P. Ászkarák együttesek (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) felhasználhatósága élőhelyek minősítésében. *Természetvédelmi Közlemények* 2009; 15: 381-395.
16. Hornung E, Vilisics F, Szlávecz K. Hazai szárazföldi ászkarák fajok (Isopoda, Oniscidea) tipizálása két nagyváros, Budapest és Baltimore (ÉK Amerika) összehasonlításának példájával. *Természetvédelmi Közlemények* 2007; 13: 47-58.

Környezetföldrajz

„RÉTYI NYÍR ÉS UZON – SZENTIVÁNLABORFALVA TAVAI” MINT A BRASSÓI MEDENCE TERMÉSZETVÉDELMI GYÖNGYSZEME

Ráduly István, Ráduly Lenke

Babes-Bolyai Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgy Stadion utca 14 szám
radulyistvan@yahoo.com, radulylenke@yahoo.com

Bevezető

A Rétyi Nyír, mint rezerváció, a 1962. évi 949 számú Rendelettel keletkezett, teljes területe 259,10 Ha. A 2004. évi 2151 számú Kormányrendelet, amely új környezetvédelmi területek létrehozásáról rendelkezik, a *Rétyi Nyír és Uzon - Szentivánlaborfalva tavai* természeti rezerváció területét 2.020,00 hektárban állapítja meg.

A Környezetvédelmi és Fenntartható Fejlődés Minisztériuma a 2007. évi 1964 számú rendelete szerint, a rezervációt a *Natura 2000* környezetvédelmi hálózat részeként közösségi jelentőségűnek nyilvánították, területe pedig 2.112,60 hektár.

Orbán Balázs a Székelyföld leírása művében (III. kötet, 169 oldal) a Rétyi Nyírt mint *Háromszék Szaharája* [1] említi, amely „oly jelenség, melynek figyelmes észlelése óhajtható lenne”. Valójában e tájegységet a továbbiakban is számos kutató, természetbarát szakember tanulmányozta, átfogó szaktanulmányokat megjelentetve a Rétyi Nyír geomorfológiai összetételéről (*M. Căndea, 2003*), hidrográfiai adatairól (*E. Pop, 1960; K. Ádám, 1970*), növényzetéről (*M. Gusztáv, 1910, L. Kálmán, 1938; E. Pop, 1944; K. Sándor, 1969*), állatvilágáról (*S. Rezső; 1944, K. Ádám, 1970, M. László, 1988*), a mocsári békákról (*B. Stugren, 1966*), lepkefajtaíról (*D. László, 1931*) és természeti szépségeiről (*N. Ciangă, 1998*).

Jelen tanulmány célja az átfogó természetföldrajzi bemutatás mellett megismertetni azokat a szükséges védelmi intézkedéseket, alkalmazható fenntartható működtetési menedzsmentet, amelyeknek köszönhetően e természetvédelmi tájegység érintetlenül és a maga szépségében ismertté válik, illetve fennmarad az utókor számára is.

A Rétyi Nyír és Uzon - Szentivánlaborfalva tavai védett terület természetföldrajzi adottságai

A „*Rétyi Nyír és Uzon - Szentivánlaborfalva tavai*” mint egységes természetvédelmi terület a brassói medence középső részében, Kovászna megyében, Réty és Uzon községek közigazgatási területén, a Fekete-ügy folyó bal partján, kb. 12 km-re Sepsiszentgyörgytől található. A rezerváció tengerszint feletti magassága 513 és 545 m között váltakozik.

A természetvédelmi terület finom szemcsés homokját a jégkorszak felső harmadában, a Fekete-ügy folyó, a kárpáti - homokkő (*flis*) övezetből, a kézdivásárhelyi medencén át, hordta és rakta le a rétyi szűkületben. A felhalmozódott homok azonban nem maradt nyugalomban. A negyedkor utolsó időszakában itt a felerősödött szelek szélbarázdákat és homokbuckákat hoztak létre, amelyek az erős észak-keleti légáramlatok hatására állandó mozgásban, ún. területi áthelyeződésen mentek keresztül, míg végül az éghajlat fokozatos felmelegedése és

a növekvő csapadék mennyisége következtében kialakultak a homok-dűnék [2]. Ezek a homok dűnék mai átlag magassága nem haladja meg a 3 – 4 métert, amelyek fekvési iránya megegyezik az itt észlelhető keleti kontinentális és a nyugati Atlanti-óceáni légáramlatok irányával. A homok dűnék hosszúsági tengelyei átlagosan 70 – 80 m, míg kereszt tengelyei 20 – 35 m érnek el. A homok vastagsága 5 – 15 m között változik.

A hidrográfiai feljegyzések [3] adatai azt bizonyítják, hogy a Rétyi Nyír átlagosan elég csapadékot kap. A területén található tavak vízháztartását a területre lehulló csapadék évi mennyisége határozza meg (500 milliliternél kevesebb csapadék esetén a kisebb tavak teljesen, a nagyobbak részlegesen kiszáradnak). Homokbuckái között, még ma is, de különösen, amikor a freátikus vízszint a felszínhez közel van, közel száz kisméretű tó vize csillog, amelyben gyönyörű tavirózsa található. Sajnos a legtöbbjét azonban már megtámadta és lassan meghódítja a mocsári növényzet [4,5].

A jégkorszak után eltelt időszakban a futóhomok fokozatosan népesült be növényekkel [5]. A homokbuckákon gyökeret vert nyír (*Betula verrucosa*) *ligeterdők*, amelyet a kor reliktumaként kell tekinteni.

A tavak partján jégkorszaki maradvány növényfajok képviselik a terület ritkaságait: a tarajos pajzsika (*Dryopteris cristata*), tőzegeper (*Comarun palustre*), a fürtös lizinka (*Lysimachia thyrisflora* - 1.kép), a keserű vidrafű (*Menianthes trifoliat.*).

A *Béldi patak* kapcsolatban, levő tavakban, a nyílt víztükrök ritka látványossága júniusban – júliusban a fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*) mutatkozik (2.kép). Őshonos volt a Nyírben a tölgyfa is, ma csak néhány létezik. A tölgyek kiirtása, a fenyő, a kanadai nyár, az akác telepítése, a legeltetés, a mezőgazdasági tevékenység, a turisztika okozták és okozzák továbbra is a növényzet átalakulását. Ma uralkodó fás növénye az enyves éger (*Alnus glutinosa*).



1. kép. Fürtös lizinka (*Lysimachia Thyrisflora*)



2. kép. Tavi rózsza (*Nymphaea alba*)

Különlegesség például a tavakban tenyésző húsevő hínárféle *aldrovanda* (*Aldrovanda vesiculosa*) [5,6], továbbá a tőzegesek mohagyepében él a szintén ritka kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*), tőzegeper (*Comarun palustre*) és a lizinka (*Lysimachia thyrisflora*) társaságában.

A Rétyi Nyír kutatása növénytanilag szempontból, de az első szakszerű leírás szempontjából is Moesz Gusztáv brassói tanár tevékenységével kezdődött (1905).

Átfogó munkájában részletesen ismerteti a Nyírt. Ő fedezte fel, és írta le a kaldéziát (*Caldesia parnassifolia*) az aldrovandát (*Aldrovanda vesiculosa*) és a fürtös lizinkát (*Lysimachia thyriflora*).

A későbbiek során mások is tanulmányozták a Nyír növény és állat világát: Diószegi László (1931) gyűjtött lepkefajokat a Nyírből; gyűjteménye 83 fajt, 123 egyed tartalmaz: bagolylepkék (20), araszolók (42), szövőlepkék (12), busalepkék, boglárkafélék, tarkalepkék, répa és repcelepkék, melyek megtekinthetők a sepsiszentgyörgyi Székely Nemzeti Múzeumban; László Kálmán (1938) és Soó Rezső (1944). Péterfi Leontin István algológiai munkájában több mint 300 algafajt közölt a Nyír vizeiből (1976), ezek közül 100 faj és változat – Románia területén – eddig ismeretlennek számított [6].

A természetvédelmi terület állandó lakója az őz (*Capreolus capreolus*), a vörös róka (*Vulpes vulpes*), a borz (*Meles meles*), a mókus (*Sciurus vulgaris*), a vadmacska (*Felis silvestris*), mezei nyúl (*Lepus europaeus*) és a vaddisznó (*Sus scrofa*) [7].

Az erdő-mező határán hörcsög, menyét, különböző cickány és pocokfajok, mezei egerek élnek világukat. A nagytó partján vízi pockok láthatóak, a vakond mindenütt jelen van.

Madarak közül rég eltűntek [7] a feketególyák, a szürke gémelek, nem fészkelnek már sajnos a vadrécék. Tavasszal csapatosan röpdösnek a kormos szerkők (*Chlidonias niger*), a bibicék (*Vanellus vanullus*), a cserék (*Sterna hirundo*) a víz szélén szárcsák (*Fulica atra*) lépegetnek, a mesterséges tó fölött danka sirályok röpdösnek tavasztól-őszig.

Halak közül amur, ponty és süllő található.

A sok-sok békafaj között reliktum fajnak is tekinthető a kékbékaként ismert mocsári béka (*Rana arvalis arvalis Nilss*), melynek hímje a szaporodáskor égszínkék völgényi ruhát ölt [2,7]. Tavasszal a hóolvadás utáni párzási időszakban előjönnek rejtékhelyeikről és a sekélyebb vizű tavakban tömegesen fordulnak elő.

A Rétyi Nyírnek igen gazdag és sajnos még feldolgozatlan rovarvilága van. Ezek közül megemlíthetünk egy párat: szitakötők, csikbogarok, sáskák, tücskök, stb.

Mivel az kulcsfontosságú lények vízfüggők, az első védelmi tevékenységek a tavak vízszintje csökkenésének megakadályozására kell irányuljanak [8]. Bizonyos fajok számára nemcsak a víz szintje, hanem a víz minősége is nagyon fontos.

A természetvédelmi övezet tulajdonjoga és használata

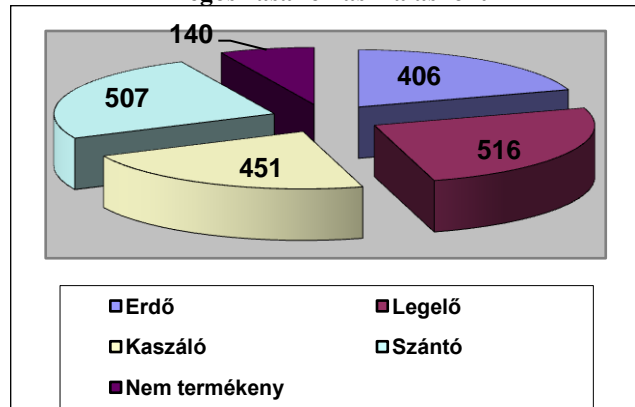
A hatékony menedzsment érdekében a rezervációt funkcionális szempontok, társadalmi-gazdasági követelmények, a fajok és lények eloszlása szerint zónákra oszthatjuk [8].

A 2004-es évhez viszonyítva, 2011 –ben is ugyanazok a tulajdontípusok és méretek figyelhetőek meg: 523 Ha nemzeti közvagyon; 17 Ha megyei közvagyon; 49 Ha községi közvagyon; 48 Ha jogi személyek magán tulajdonában és 1.383 Ha természetes személyek magántulajdonában.

A rezerváció környéke lakosságának hagyományos tevékenysége évszázadok óta az állattenyésztés és a mezőgazdaság.

A Rétyi Nyír és Uzon - Szentivánlaborfalva tavai természeti rezerváció 2.020 hektár területe a felhasználás szempontjából a következő módon oszlik fel: 406 Ha erdő, 516 Ha legelő, 451 Ha kaszáló, 507 Ha szántó és 140 ha nem termékeny.

1. táblázat. A Rétyi Nyír és Uzon - Szentivánlaborfalva tavai természeti rezerváció megoszlása felhasználásként



Forrás: Uzon Polgármesteri Hivatal, 2012.

A természetvédelmi területen alkalmazható fenntartható működtetési menedzsment

A rezerváció menedzsment tervezetének célja a létező életterek és fajok hatékony konzerválása, a táj integritásának védelme és a rezervációval szomszédos területek fenntartható fejlődésének biztosítása.

A cél elérése érdekében hét fontos területet (témát) azonosítottunk:

- ♦ A biodiverzitás védelme és menedzsmentje;
- ♦ A természeti erőforrások kiaknázása és menedzsmentje;
- ♦ A turizmus és üdülés menedzsmentje;
- ♦ A helyi közösségek és gazdaság támogatása;
- ♦ A tudatosítás és nevelés támogatása;
- ♦ A kutatási tevékenységek támogatása;
- ♦ Monitorizálás.

E rendkívüli tájértékkel bíró terület, gyakorlatilag napjainkig megőrződött eredeti formájában de az antropológiai tényezők fejlődése egyre erőteljesebb nyomot hagy rajta. Az akác, a fenyő, a hibrid fekete nyárfa ültetvények létrehozása a flóra fokozatos elsikelyesedését, elsősorban a tudomány számára nagy jelentőséggel bíró jellegzetes ritka fajok eltűnését okozta. Ugyanakkor egyre nagyobb területek vannak kitéve az intenzív megművelésnek vagy legeltetésnek. A tavakban felgyorsult az eliszaposodás, a bozótos egyre jobban terjed a szabad vízfelszín rovására. A természetvédelmi területet egy sor, a környéken a legelők kialakítása érdekében végzett lecsapolás hátrányosan érintette. Ezek az 1980 után végzett munkálatok a talajvíz szintjének csökkenéséhez vezettek [2,8], ez hátrányosan érintette, a védet terület tavainak vízszintjét, egyesek teljesen kiszáradtak.

Az idegenforgalmi infrastruktúra hiánya miatt, a természetvédelmi övezet keretén belül a turizmus és az üdülés, szervezeti keret nélkül működik, ez negatív következményekkel jár a hulladékok eldobása, a nem megengedett helyeken való tűzgyújtás, az állatvilág megzavarása és a védett növények szedése és a védett részekben járművekkel való közlekedés által.

A biodiverzitás védelme és konzerválása érdekében fontos:

- ♦ a reprezentatív területek kijelölése és körülhatárolása a helyszínen;
- ♦ a tevékenységek szabályozásához szükséges infrastruktúra megvalósítása (ösvények, táblák, irányjelzők, megfigyelő pontok);
- ♦ a rezervációba való belépés ellenőrzése (sorompók, táblák stb. felszerelése);
- ♦ a talajvíz csökkenését és a tavak vízszintjét közvetetten csökkentő tevékenységek korlátozása (a rezervációban és közvetlen környezetében);
- ♦ a tájidegen és betolakodó idegen fajták azonosítása, a veszélyeztetett területek megállapítása és a konzerválási intézkedések meghatározása;
- ♦ a jelenlegi növény- és állatvilág eloszlásának megőrzése illetve esetenként növelése;
- ♦ egy adatbázis létrehozása a táj, a biodiverzitás és a területek használata változásainak nyomon követése céljából;
- ♦ folyamatos adat- és ismeretgyűjtés.

A természeti erőforrások kiaknázására irányuló tevékenységek szabályozása, monitorizálása és ellenőrzése annak érdekében, hogy a természetvédelmi tájegységünk fenntartható és megőrizhető legyen a jövő nemzedékének is, ezért ajánlott:

- ♦ a legelők teherbírásának felmérése;
- ♦ ésszerű legeltetés megvalósítása és a túllegeltetés elkerülése;
- ♦ a konzerválási intézkedések meghozatala az erdőgazdálkodási területeken;
- ♦ a helyi növények hagyományos begyűjtésének szabályozása (gombák, gyógynövények, erdei gyümölcsök stb.);
- ♦ az újra nem termelődő erőforrások kitermelésének leállítása (homok);
- ♦ a rezerváció látogatása, szervezett és civilizált keretének megteremtése;
- ♦ megfelelő infrastruktúra kialakítása (turistaútvonalak, kempinghelyek, ismeretterjesztő táblák felszerelése, poszterek, szórólapok, stb.);
- ♦ Oktató jellegű tematikus útvonalak kialakítása;
- ♦ A turisztikai stratégia megalkotása, gyakorlatba ültetése és integrálása a régiófejlesztési stratégiába;
- ♦ Internetes honlap létrehozása.

Következtetés helyett

Egy térség életminőség értékelése a megfelelő gazdasági és társadalmi mutatók mellett kötelezően tartalmaznia kell az ökológiai egyensúly vizsgálatát is. Az ökológiai egyensúlyhiányok vizsgálata a teljes ok-okozati összefüggésben, tekintettel az ember közvetlen vagy közvetett tevékenységére, egyre jelentősebb mozgatóerőt szolgált a konkrét környezetvédelmi intézkedések meghozatalára.

A környezet által elviselhető gazdaság, az öko-gazdaság előfeltétele a környezeti és gazdasági alapokra helyezett gazdaságpolitika.

Olyan gazdaságpolitikára van szükség, amely betartja a környezet működési elveit annak minden alkotóeleme szempontjából. Az öko-politikát a jövőben tudatosítás és gazdasági gyakorlat racionális ökológia kell jellemezze a fenntarthatóság szellemében.

Ilyen értelemben a rezerváció, a látogatók adminisztrálásának előírásai és menedzsment technikái révén, a vízgazdálkodás, a növény- és állatvilág erőforrásainak fenntartható tervezése alapját képezi, biztosítja ezek megőrzését, bátorítja a helyi közösségek fejlődését (természeti és kulturális jellegzetességek védelme), valamint a turizmus fenntartható fejlődését a védett területek szomszédságában. Elsőrendű cél a rezerváció konzerválása, megőrzése valamint a környezetbarát tevékenységek és szolgáltatások meghonosítása a fenntartható fejlődés érdekében. Ezáltal integrálható a ökológiai, genetikai erőforrások konzerválása, a biodiverzitás megőrzése, a környék növényzete védőintézkedéseinek megőrzése, a turisztikai potenciál és a kulturális jellegzetességek konzerválása.

Irodalomjegyzék

1. Orbán Balázs, (1868–1873), A Székelyföld leírása történelmi, régészeti, természetrajzi és népmeseteri szempontból, Pest–Budapest.
2. Konya Ádám., Kovács Sándor., (1970), *A Rétyi Nyír és környéke*, Sepsiszentgyörgy könyvkiadó.
3. Emil Pop, (1960), *Mlaștinile de turbă din RPR*, Editura Academiei RPR, București.
4. Kovács Sándor, (1963), Mestecănișul de la Reci și vegetația acestuia, *Natura*, Seria Biologie, 4.
5. Moesz Gusztáv, (1910), A Rétyi Nyír növényzete, *Magyar Botanikus Lapok*, IX, 10/12, Budapest, 333–359.
6. Péterfi Leontin István, Al. Ionescu, (1976), *Tratat de algologie*, vol. IV, Editura Academiei RSR, Bucuresti.
7. Molnár, L. (1988), *A Rétyi Nyír állatvilága*, Román Akadémiai könyvkiadó, Bukarest.
8. Ráduly István, (2006), *A Kézdivásárhelyi medence faluturizmusa*, Egyetemi könyvkiadó, Nagyszeben.

AZ ERDŐS TERÜLETEK ARÁNYÁNAK VÁLTOZÁSA AZ TOKAJ-EPERJESI-HEGYSÉG TERÜLETÉN XVIII. SZÁZADTÓL – NAPJAINKIG

Szalontai Lajos

Miskolci Egyetem, Földrajz Intézet, 3515. Miskolc-Egyetemváros
ecoszalo@uni-miskolc.hu

Bevezető

Az észak-keleti országrészben található Zempléni-hegység területén hasznosítható természeti erőforrások közül mindig kiemelt szerepet kapott a történelem során a fa. Ez a nyersanyag, energiahordozó a történelem során nagy ráhatással volt a terület társadalomföldrajzára is.

Térképek feldolgozásán keresztül szeretném bemutatni, hogyan változott a XVIII. Századtól napjainkig az erdős területek aránya a hegység területén megtalálható Sárospataki és Sátoraljaújhelyi kistérségben. Mikor, milyen események, hogyan befolyásolták az erdőhasznosítást, eljutva a XXI. századig, hogy jelenleg milyen viszonyok vannak a hegység területén és milyen elmozdulás várható a közeljövőben, mivel napjainkra a megújuló energiaforrások használata „kötelezővé” vált, így a területen található biomassa felhasználási lehetőségeket is megvizsgálom.

Anyag és módszer

A kutatás alapjául a I. (1780-84), II. (1806-69) és III. katonai felmérések (1869-73), valamint a 1985-86-ban a területről elkészített 10000-es térképszelvények szolgáltak. A vizsgálat alá vont két kistérségre azért esett a választásom, mivel a doktori kutatásom során ezeknek a területeknek a társadalmi, gazdasági helyzetével, változásaival és a természeti erőforrások felhasználásával foglalkozom.

A 3 katonai felmérés hozzáférhetőségét biztosította az Arcanum Adatbázis Kft. gondozásában kiadott DVD sorozat, melyen már az EOVS koordináta rendszerben georeferált térképeket lehet megtekinteni, elemezni. A 10000-es topográfiai térképeket pedig a Földmérési és Távérzékelési Intézet adatbázisa szolgáltatta.

A megfelelő térképlapok kiválogatása után a feldolgozást, erdős területek kijelölése, arányváltozás számítását az ArcGIS 9.2. ArcMap programmal végeztem el.

A területváltozásoknál az alapot a jelenleg (hivatalosan) érvényben lévő Sátoraljaújhelyi és Sárospataki kistérségek határait vettem alapul, melyeken belül bekövetkező erdős területváltozást követtem végig. Több szemszögből is végrehajtottam az arányváltozások számítását, egyrészt külön-külön a kistérségek területén belül, másrészt pedig a két kistérség együttes területén belül.

A Zempléni-hegység történeti földrajzával foglalkozó tanulmányokat, történelmi feldolgozásokat végigböngészve pedig a számos helyen előforduló erdős területek csökkenésének kérdésére/miértjére kaphattam választ.

Ezen módszerek bemutatása után pedig szeretném bemutatni a kapott eredményeimet.

Eredmények

Az Eperjes-Tokaji hegység kedvező adottságai tették lehetővé már az őskorban is az ide érkező népcsoportoknak a biztonságos megtelepedés feltételeit, a megélhetést. A területen található erdők, a hegyi patakok és a hegység két oldalán található nagyobb folyók (Hernád és Bodrog) és azok teraszaik biztosították az élelmet. A hegységet felépítő kőzetek és azok ásványai pedig a munkaeszközei alapjául szolgáltak az embereknek. A régészeti feltárások által bizonyítottá vált, hogy több tízezer éves múltra tekint vissza a helyben megtelepedő emberiség történelme a zempléni vidéken (Sallai J. 1983).

896. évben bekövetkezett a magyarok honfoglalóinak beözönlése a Kárpát-medencébe. A célterületen kialakult korábbi telepések, „települések” kedvező földrajzi adottságait kihasználva folytatták azok további fejlődését. Árpád-kori lelőhelyek is tanúskodnak erről nekünk. Többek között ilyen régészeti feltárások vannak Sárospatak, Sátorajjájhely, Szerencs, Tokaj, Tarcfal körzetében. A fent említett helységnevekből is láthatjuk és kiemelhetjük a vizek, folyók közelségét, majd ezekből a telepekből alakul ki a terület falurendszer is a 11-13. században [1].

Fontos kiemelni a lakosság köréből az erdőóvókat, akik, mint arra a nevük is utal, az erdészeti dolgokért voltak felelősek. Későbbiekben róluk kapják az Ardó végződésű települések a nevüket (Végardó) (Sallai J 1983). A XVI-XVII. században még a hegység belsejében található erdős terület szinte érintetlen, azonban a peremvidékeken, ahol a fontosabb települések, vásárvonalak kiépültek komolyabb erdőirtások keletkeztek. A kitermelt faanyaggal elégtették ki az ott élő népesség tűzifa-, épület-, szerszám-szükségleteit [2].

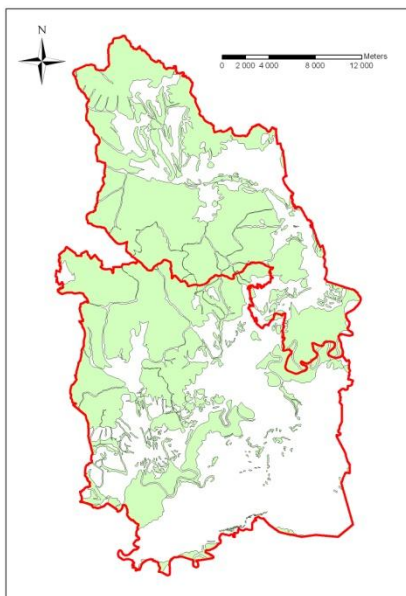
A hegység belsejében, a korlátlanul rendelkezésre álló faanyagnak köszönhetően már a 17. Század végén létrehozták az üveghutákat szlovák telepések segítségével (Óhuta, majd később Újhuta, Középhuta). Azonban a helyi lakosság foglalkoztatásán kívül, számottevő jelentőséggel nem bírt ez a manufaktúris üveggyártás [3].

A XVIII. századtól kezdődően egyre nagyobb mértékben játszik szerepet a helyi gazdasági életben a szőlő- és bortermelés és az ehhez kapcsolódó iparágak (hordókarókészítés). A megművelhető hegyláb felszíneken további erdősterület csökkenés következik be, hogy a szőlőtőkék termesztéséhez földet nyerjenek [2].

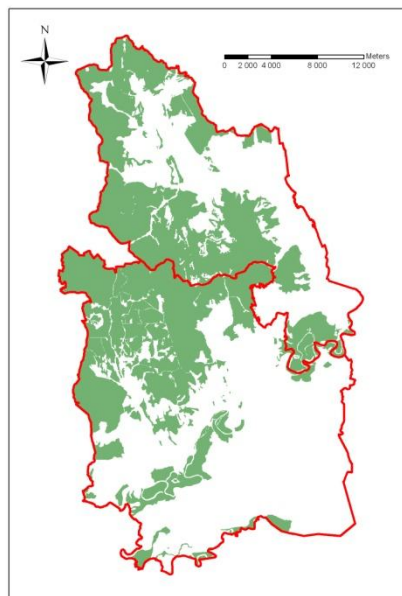
A 1880-as években, az árutermelés alapjául szolgáló mezőgazdaságban is hatalmas visszaesés történt, ugyanis a filoxéra járvány a térség szinte összes szőlőjét elérte s ez által tönkretéve jó pár évre a szőlő- és bortermelést. Ennek jelentős folyománya az lesz, hogy más borvidékek (külföldi és alföldi) termékei teret nyernek hazánkban, szűkül a piac a termelés szünetelése miatt. Így sok termelő kénytelen hátrahagyni földjeit és elvándorolni az Alföldre illetve külföldre, vagy áttérni gyümölcsstermesztésre [3]. A XIX. végére lelassul az erdősterületek csökkenésének sebessége, mivel a szőlőtermesztés újraindulásához szükséges földek, földterületek már a korábbi évtizedek során kialakultak.

A modern közlekedés alapjául szolgáló vasútvonalak a 19. – 20. Századra kiépülnek a hegység peremvidékein, azonban ez sem hozza el az ipari fellendülést a térségben. A főként a mezőgazdaságra támaszkodó nagyobb városoknak is elfogyott a fejlődésben tapasztalható lendületük, további növekedésük megtorpant. A fakitermelésben is elkezdődik az üzemszerű termelés a hegység lábainál szinte minden oldalon megtalálhatjuk a völgyekben a gerinc felé haladó kisvasút nyomvonalakat, melyek kiinduló pontjainál fűrészüzemek, bútorgyártó üzemek jöttek létre. Ilyen központtá lép elő Sátoraljaújhely és Sárospatak is, melyek megfelelő infrastruktúrával (vasúti fővonallal való ellátottság) rendelkeztek ahhoz, hogy a hegység belsejében található keskeny nyomtávú vasútvonalak ott végződjenek és a kitermelt fát ez által nagyobb távolságokra is (Miskolc, Debrecen, Nyíregyháza) el lehessen szállítani.

Erdős területek a I. katonai felmérés alapján

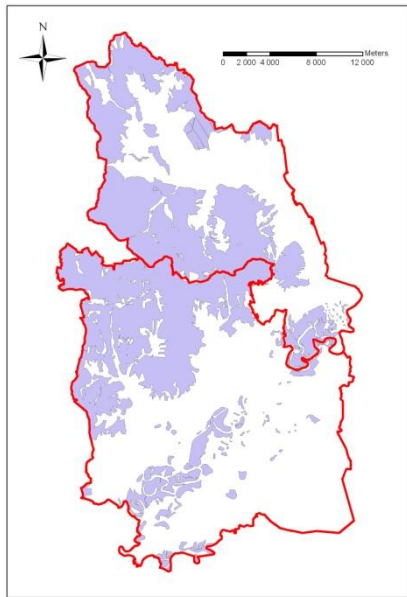


Erdős területek a II. katonai felmérés alapján

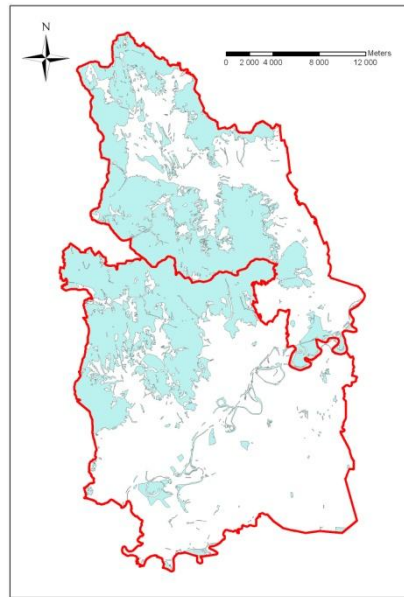


1. ábra. I. katonai felmérés (1780-84) és II. katonai felmérés (1806-69)

Erdős területek a III. katonai felmérés alapján



Erdős területek az 1980-as évekbeli felmérés alapján



2. ábra. III. katonai felmérés (1869-73) és 1985-86-os felmérés

Az erdős területek arányának változását jobban szemlélteti a számokban (m², ha) kifejezett összehasonlítása, mely a következőképpen alakul a vizsgálat alá vont felmérésekből:

1. táblázat.

	Teljes kistérség terület	Erdős Terület (m ²)	Erdős Terület (ha)	Erdős Terület %
I. katonai felmérés				
Sárospataki kistérség	476260186	193407400	19340,74	40,61
Sátoraljaújhelyi kistérség	311938468	210830995	21083,10	67,59
Összesen	788198654	404238395	40423,84	51,29
II. katonai felmérés				
Sárospataki kistérség	476260186	175161677	17516,17	36,78
Sátoraljaújhelyi kistérség	311938468	163005891	16300,59	52,26
Összesen	788198654	338167568	33816,76	42,90

III. katonai felmérés				
Sárospataki kistérség	476260186	159670930	15967,09	33,53
Sátoraljaújhelyi kistérség	311938468	158952616	15895,26	50,96
Összesen	788198654	318623546	31862,35	40,42
10000-es topo				
Sárospataki kistérség	476260186	140769899	14076,99	29,56
Sátoraljaújhelyi kistérség	311938468	160776288	16077,63	51,54
Összesen	788198654	301546187	30154,62	38,26

Változás számokban	Erdős terület (ha)	Területcsökkenés (ha)
I. Katonai felmérés	40423,84	
II. Katonai felmérés	33816,76	6607,08
III. Katonai felmérés	31862,35	1954,40
10000-es topo	30154,62	1707,74

Következtetések

Az 1. táblázat adataiból és az elkészített térképekből is kitűnik a folyamatos erdősterület csökkenés. Az I. és II. katonai felmérés közt eltelt közel 100 év alatt jóval nagyobb arányú csökkenés tapasztalható, mint a következő 1869-1986-ig tartó időszakban, melynek több oka is van. XVIII. század végén az addig létrehozott erdőispányságok megszűntek, így a korábban betelepített erdőóvókra nem volt tovább szükség és szabad erdőhasználat vette kezdetét. Különböző adók fejében korlátlanul lehetett az erdőhasználatot folytatni. A XVII-XVIII. században létrehozott huták lakosai engedélyekkel irthatták az erdőt mesterségük üzéséhez, mely erdőhasználat jól látszik a II. és III. katonai felmérésen a huták térségében létrejövő irtások területének gyarapodásában. A XIX. századtól, a növekvő népességszám és gazdasági tevékenységek számának növekedésével egyre nagyobb szerephez jutott ismételten a fa, mint alapanyag és energiahordozó. Ennek köszönhetően a települések környékén egyre nagyobb arányban irtották ki az erdőket, nem csak a nyersanyagigény kielégítése végett, hanem, hogy új mezőgazdasági célra felhasználható területet is szerezzenek az adott helyen élők. A Bodroghöz termékeny földjén is számos helyen eltűntek az erdővel borított területek, helyüket a mezőgazdasági célra hasznosított területek vették át (gabona-, gyümölcstermesztés) [3][4][5].

Az I. majd a II. világháborút is nagy károkat szenvedett a két kistérség. Az újjáépítési munkálatokhoz ismételten fára volt szükség, mely megint csak az erdősterületek kárára ment. Igaz a korábban megfogalmazott erdőrendezési terveknek köszönhetően a területcsökkenés kisebb mértékű a korábbiakhoz képest. A II. világháborút követően központosították az erdőt felügyelő szerveket is, így jött létre Zemplénhegységi Állami Erdőgazdaság, majd a rendszerváltás után pedig az Északerdő Zrt. felelős a térség erdőgazdálkodásáért.

A XX. század végén az Aggteleki Nemzeti Park fennhatósága alatt létrehozták a Zempléni Tájvédelmi Körzetet, mely az erdővel borított területek java részét lefedi, majd a későbbiekben a NATURA 2000 programmal újabb területeket vontak védelem alá. Köszönhetően ezeknek az intézkedéseknek sikerült minimalizálni esetenként megállítani a természetpusztítás mértékét, sőt egyes helyeken akár növelni is tudják a fával borítottság arányát.

A jövőbeni terveim között szerepel majd különböző légifotók és műholdképek általi területhasznosítási térképek elkészítése, melyekkel aktualizálni lehet a jelenlegi erdővel borítottság mértékét és a területhasznosítás változását 1980-as évekhez képest. Az 1996-os majd a 2000-2006-os CORINE adatbázissal is összevethető eredményeket szeretnék produkálni.

Az erdős területek vizsgálata, mindig kiemelt helyen kezelendő, nemcsak a természeti értékek megőrzése miatt, hanem a megújuló energiaforrások között nagy jelentőséggel bíró biomassza fő alapanyagaként a fát és hulladék fát is jegyezni kell. Az erdős területek közelsége miatt számos település energiatülszórását lehetne csökkenteni, kiváltani a csupán biomassza alapú fűtési- és elektromosáram-termelő rendszerek kiépítésével.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

1. Sallai J. (1983): A Zempléni-hegység történeti áttekintése, Zempléni-hegység turistakalauz, Miskolc, 1983., pp. 69-92
2. Frisnyák S. (2007): A mezőgazdaság történeti földrajza, A Zempléni Tájvédelmi Körzet, Abaúj és Zemplén határán, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger 2007., pp 265-270
3. Tamás E. (2007): Népeségtörténet, A Zempléni Tájvédelmi Körzet, Abaúj és Zemplén határán, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger 2007., pp 211-216
4. Járasi Lőrinc 2007.: Az erdő- és vadgazdálkodás története, A Zempléni Tájvédelmi Körzet, Abaúj és Zemplén határán, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger 2007., pp 243-264
5. Frisnyák S. 2009.: A táj és a természeti erőforrások használata a Zemplén-hegységben, In. Magyarország kultúrgeográfiai korszakai (895-1920), Történeti földrajzi tanulmányok, Nyíregyháza-Szerencs 2009., pp 57-92

A GEOELEKTROMOS GEOFIZIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSAI A RÉGÉSZET TERÜLETÉN

Turai Endre*, Hursán László
Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék,
3515 Miskolc, Egyetemváros
* gfturai@gold.uni-miskolc.hu

Az előadás ismerteti a geoelektromos geofizikai módszerek régészeti alkalmazási lehetőségeit. Elemzi a terepen mérhető geoelektromos fizikai paraméterképek és a régészeti objektumok kapcsolatait.

Bemutatja a szatmári térség néhány kutatási területén mért fajlagos elektromos ellenállások felhasználását az eltemetett falmaradványok helyének meghatározására.

Bevezetés

A fizikai terek behatolnak a Föld belsejébe, átjárják azt, illetve a földalatti szerkezetekről visszaverődnek, s így a különböző terek (mágneses, gravitációs, termikus, nukleáris, elektromos, elektromágneses, szeizmikus, stb.) felszíni mérésével ún. fizikai paraméter képeket alkothatunk a Föld belsejéről [3]. Ezeket a képeket fellelhetők és lehatárolhatók a keresett régészeti objektumok [1]. A lehatárolás jelentősen megkönnyíti, és olcsóbbá teszi a régészek feltáró munkáját. A geofizikai szakirodalom az elektromos és az elektromágneses geofizikai módszereket röviden geoelektromos módszereknek nevezi. Ezen módszerek régészeti célú alkalmazásának hazai bevezetése [2] a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékének egykori vezetőjéhez, Csókás János Professzor Úrhoz kötődik. Az akkor elkezdett úttörő munka folytatásaként, a Jósa András Múzeummal (Nyíregyháza) együttműködve 2010-ben és 2011-ben összesen hat területen végeztünk régészeti célú geofizikai kutatásokat a magyar alföld északkeleti térségében. Két terület esetében mindkét évben történtek geofizikai mérések, mivel ezeken a helyeken 2011-ben bővítettük a 2010-ben megkutatott területet. A geofizikai méréseknél a múltielektródás fajlagos elektromos ellenállás és IP mérő módszereket, valamint a geomágneses módszert alkalmaztuk. Ebben a cikkben a régészeti objektumok kimutatása szempontjából leghatékonyabb fajlagos ellenállásmérő módszer eredményeinek 2D inverziós rekonstrukciójából mutatunk be néhányat.

A régészeti objektumok geoelektromos anomáliái

A geoelektromos módszerek számos fizikai paraméter (a mért közeg egyen- és váltóáramú fajlagos ellenállása, polarizálhatósága, az elektromágneses térerősségvektor komponensek amplitúdó- és fázis értékei, stb.) mérését teszik lehetővé. Ezek közül a régészeti kutatásokban a leginkább a fajlagos ellenállás és a polarizálhatóság paramétereit használhatjuk fel eredményesen. Vizsgáljuk meg, hogy a fontosabb régészeti objektumok a környezetükhöz képest milyen anomáliaképpel (kisebb – negatív, nagyobb – pozitív) jelennek meg a fajlagos ellenállás és a polarizálhatósági képeken (téreképeken).

A természetben a kőzetek és a talajok elektromos vezetőképességét a fémes (elektronos) és a fluidumos (disszociált ionos) vezetés okozza.

A fémes vezetés esetén az anyag szabad (az atomoktól elszakadt) elektronjai teszik lehetővé a töltésáramlást. Ilyen vezetés alakul ki a fémesen vezető anyagok (fémek, ércék és a grafit) esetében. E miatt a vulkáni kőzetek fajlagos ellenállása jelentősebb érc tartalom esetén kis értékű, akár néhány ohm is lehet. Teléres ércesedést tartalmazó kőzetek esetében az egyenáramú és a váltóáramú (elektromágneses) fajlagos ellenállás egyaránt kicsi. Hintett (porfíros) ércesedést tartalmazó kőzeteknél azonban az ércszemcséket körülvevő szigetelő kőzetmátrix miatt nem alakul ki folyamatos elektromosan vezető csatorna, így ezeknek a kőzeteknek az egyenáramú fajlagos ellenállása nagy, azonban – az elektromágneses indukció miatt – a váltóáramú fajlagos ellenállása a frekvencia növekedésével arányosan csökken.

Az üledékes, porózus-permeábilis kőzetekben fluidumos típusú vezetés alakul ki. Ekkor a kőzet pórusait kitöltő fluidum disszociált ion tartalma vezeti az elektromos áramot. A porózus-permeábilis kőzetek fajlagos ellenállása tehát a porozitás, a fluidumszaturáció és a fluidum disszociált ion tartalmának a növekedésével csökken. A nedves agyagok fajlagos ellenállása a kötött vizük nagy ion tartalma miatt szintén kicsi (néhány ohm). A repedezett tengeri üledékes kőzetek (mészkö és dolomit) és a vulkáni kőzetek fajlagos ellenállásának a csökkenését a repedezettség mértékének, a repedéseket kitöltő víz mennyiségének és a víz disszociált ion tartalmának a növekedése okozza. Az ép (nem repedezett) tengeri üledékes kőzetek és az ércesedést nem tartalmazó vulkáni kőzetek fajlagos ellenállása igen nagy (több tízezer ohm).

Az előzőekben leírtakból következik, hogy a mészkőből, dolomitból és vulkáni kőzetekből készített *falmaradványok pozitív anomáliaképpel jelennek meg* a geoelektromos mérések fajlagos ellenállás képein, mivel a falmaradványokat beborító üledék fajlagos ellenállása a fluidumos áramvezetés miatt kicsi. Az egyéb (tégla, égetett agyag és döngölt föld) falmaradványok esetében a környezetükhöz képest szintén csak kis mértékű áramvezetés alakul ki, így ezek is pozitív anomáliákkal mutatkoznak meg a fajlagos ellenállás képeken.

Az *eltemetett utak* (földutak, kövezett utak, betonutak és aszfaltos utak) szintén *pozitív anomáliaképet adnak*, az előzőekben leírt elektromos vezetési tulajdonságaik miatt.

A fémből készült csatornák és vezetékek negatív (a környezetükhöz képest kisebb) anomáliaképet mutatnak a kialakuló fémes vezetés miatt.

A kőből, betonból, cserépből és kerámiából készült csatornák viszont pozitív fajlagos ellenállás anomáliával azonosíthatók.

Az *ásott sírgödrök* nagy porozitású, sok esetben agyagos üledékkel feltöltöttek, így ezek a környezetükhöz képest jobban vezetnek az elektromos áramot, ezáltal *negatív anomáliaképet mutatnak*.

A kövezett sírok, szarkofágok fajlagos ellenállás anomáliaképe viszont pozitív.

A csontok szintén pozitív anomáliaképet adnak, azonban ez csak nagy tömegű csonttalom esetén mérhető ki.

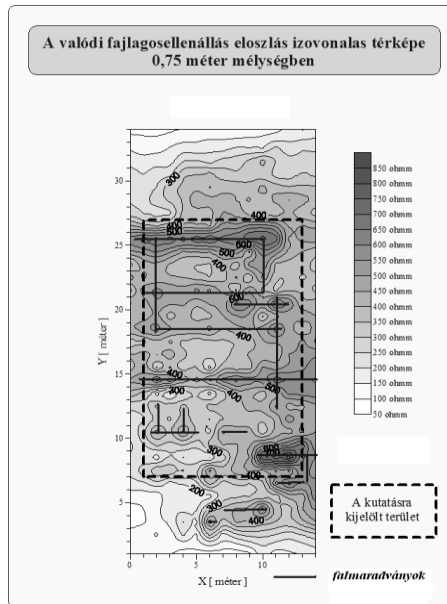
A fémtárgyak jó vezetők, így negatív anomáliaképpel mutatkoznak. Az elszórt fémpénzek, illetve kisebb fémtárgyak a diszperz ércesedéshez hasonlóan viselkednek, ezek egyenáramú fajlagos ellenállás anomáliaképe pozitív, míg a váltóáramú fajlagos ellenállás anomáliaképe negatív.

Az Indukált Polarizációs (IP) terepi mérések esetén a filtrációs, a membrán, a redox és a fémes polarizációk különíthetők el egymástól. Az időállandó értékek eloszlása alapján a polarizáció típusa és ezek földtani okai becsülhetők [5]. Az IP mérések pozitív (a környezethez képest megnövekedett) anomáliái jól korrelálnak a fajlagos ellenállásképek negatív anomáliáival.

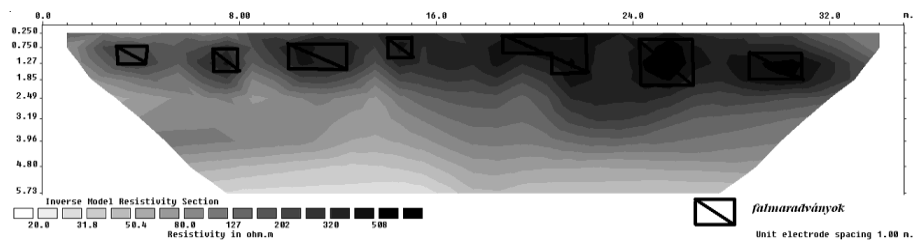
Az eltemetett falmaradványok és kövezett utak például negatív IP és pozitív fajlagos ellenállás anomáliaképekkel, míg a fémtárgyak pozitív IP és negatív fajlagos ellenállás anomáliaképekkel jelentkeznek. Az IP méréseket ezért célszerű a fajlagos ellenállásmérésekkel együtt elvégezni, mert a két mérési módszer eredményei megerősíthetik egymást. Figyelembe kell azonban venni az együttes értelmezésnél azt, hogy az IP anomáliák maximumai a felületi elektromos töltésfelhalmozódás miatt (konduktív hatás) a határfelületek felé tolnak el.

Terepi mérési eredmények a bemutatása

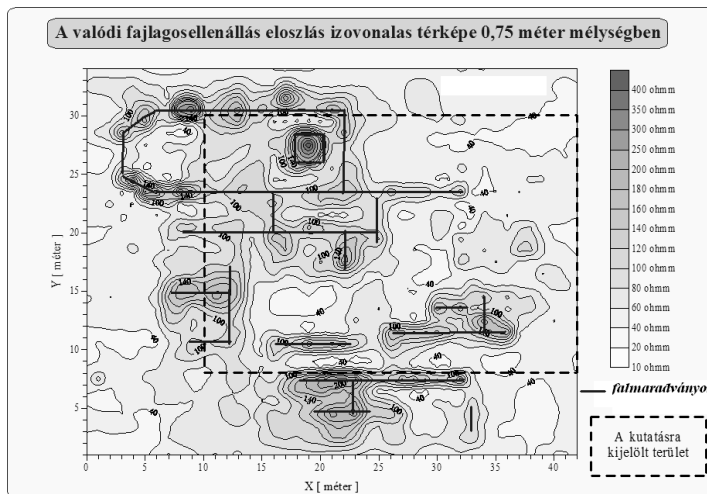
A geoelektromos módszerek régészeti célú terepi alkalmazására a következőkben három kutatási területről mutatunk be mérési eredményeket. Mindegyik területen, a „Patrimonium” projekthez kapcsolódóan történtek a mérések 2010-ben (I. és II. kutatási terület), illetve 2011-ben (III. kutatási terület). A geoelektromos mérések inverziós feldolgozásával megkapható a felszín alatti térrész valódi fajlagos ellenállás eloszlása. Az inverziós rekonstrukció elvégzéséhez a Res2DInv szoftvert [4] használtuk. Az *1. ábra* a valódi fajlagos ellenállás eloszlásnak a *0,75 méteres* mélységben felvett képszeletét mutatja az I. kutatási területen. Az ábrán meg van jelölve egy feltételezett kolostor falmaradványainak a nyomvonala. A falmaradványok mélységi elhelyezkedése a térbeli fajlagos ellenállás eloszlás vertikális képszeleteinek alapján adható meg. Egy ilyen vertikális képszelet látható a *2. ábrán*, melyen a falmaradványok helyeit a sötét színnel jelölt nagy fajlagos ellenállású anomáliák mutatják. A *3. ábra* a II. kutatási terület mérési eredményeiből kapott térbeli fajlagos ellenállás eloszlás horizontális képszeletét mutatja be. A *0,75 méter* mélységben számított képszeleten szintén jól felismerhetők a megjelölt falmaradványok. A III. kutatási területen kimutatott fajlagos ellenállás eloszlás *0,75 méter* mélységben (*4. ábra*) nagy fajlagos ellenállású (pozitív) anomáliaképpel jelöli a falmaradványokat. Az *1,85 méter* mélységben elhelyezkedő képszeleten (*5. ábra*) viszont a falmaradványok nyomvonala jó vezető (negatív) anomáliaképpel jelentkezik, ami arra utal, hogy ebben a mélységben már a falmaradványok alatti egykori alap árka található, amelyet vízzáró agyagos szigetelőanyaggal töltöttek fel.



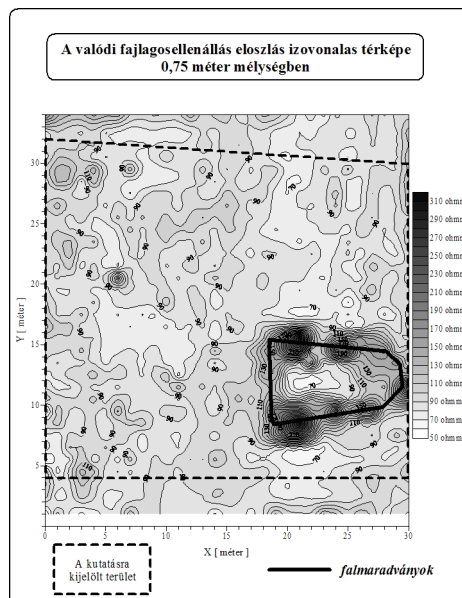
1. ábra. A fajlagos ellenálláseloszlás 0,75 m mélységszintre vonatkozó horizontális képszelete az I. kutatási területen



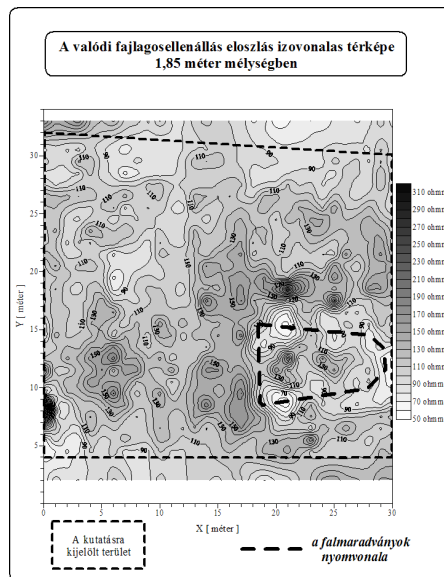
2. ábra. A fajlagos ellenálláseloszlás vertikális képszelete az I. kutatási területen



3. ábra. A fajlagos ellenálláseloszlás 0,75 m mélységszintre vonatkozó horizontális képszelete a II. kutatási területen



4. ábra. A fajlagos ellenálláseloszlás 0,75 m mélységszintre vonatkozó horizontális képszelete a III. kutatási területen



5. ábra. A fajlagos ellenálláseloszlás 1,85 m mélységszintre vonatkozó horizontális képszelete a III. kutatási területen

Következtetések

A geoelektromos geofizikai módszerek által kapható fizikai paraméterképek jól használhatók az eltemetett régészeti objektumok kimutatására. A bemutatott terepi geoelektromos mérések adataiból kapott fajlagos ellenállás anomáliaképek szemléletesen megmutatják az eltemetett régészeti objektumok térbeli (felszín alatti) elhelyezkedését.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Kulcsszavak: geoelektromos módszerek, geofizika, régészet, falmaradványok.

Irodalom

1. Aitken M J. *Physics and Archeology*. London: Interscience Publ. Ltd.; 1961.
2. Csókás J, Gádor J, Gyulai Á. Geofizikai módszerek az archeológiai kutatásban. *Herman Ottó Múzeum Évkönyve* 1977; 16: 7-33.
3. Kearey P, Brooks M and Hill I. *An Introduction to Geophysical Exploration*. Oxford: Blackwell Publishing Company; 2002.
4. Loke M H. *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Malaysia: Geotomo Software; 2001.
5. Turai E. IP data processing results from using TAU-transformation to determine time-constant spectra. *Geophysical Transactions* 2004; 44(3-4): 301-312.

Környezeti elemek: talaj

LEJTŐHORDALÉK TALAJOK OSZTÁLYOZÁSÁNAK KÉRDÉSEI

Bertóti Réka Diána*, Dobos Endre, Holndonner Péter

Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar, Természetföldrajz-Környezettan
Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

* *ecodia@uni-miskolc.hu*

Bevezető

A magyarországi talajosztályozási rendszer – a genetikus megközelítésnek megfelelően – nem a szelvény tulajdonságaiból, hanem a környezeti folyamatok jellemzéséből indul ki. Ezzel szemben a nemzetközi talajtan már túllépett az általános genetikai osztályozáson és bevezette a diagnosztikai talajosztályozást, mely a szelvény fizikai, kémiai, biológiai jellemzőin alapszik. Bár már Magyarországon is megindult a talajosztályozási rendszer diagnosztikai alapú átalakítása, a lejtőhordalék talajok esetében ez a munka még nem indult el. Osztályozási rendszerünk lejtőhordalék talajok esetében elsősorban a ráhordódott anyag forrását jellemzi, kevésbé törődik a szelvényben kialakult, illetve kialakulóban lévő tulajdonságokkal.

A lejtőhordalék vagy kolluvium megnevezés a latin *colluere* szóból ered, melynek jelentése *mosni* [1]. A lejtőhordalék, mint anyag, helyi lemosódás, tömegmozgás és gravitáció révén rakódik le homorú lejtőkön, lejtők lábánál, lejtők pihenőin, mélyedésekben vagy kisebb völgyekben, és sok esetben több méter vastagságban halmozódik fel [2, 3]. Rétegzettségé - ha van - általában szembetűnő. A lejtőhordalék talajok jellemzőit leginkább a ráhordott anyag minősége határozza meg [2, 4].

Anyag és módszer

Célunk a lejtőhordalék talajok helyének meghatározása a hazai és nemzetközi talajosztályozási rendszerekben, az egyes osztályozási rendszerek összevetése, valamint a lejtőhordalék – mint tulajdonság (*colluvic*) és e talajtípus jellemzőinek feltárása. Ezért sorra vettük a nemzetközi és nemzeti talajosztályozási rendszereket és megvizsgáltuk a lejtőhordalék (kolluviális) típusok hierarchiában elfoglalt helyét, prioritási szintjét. Továbbá ástott talajszelvényekkel szemléltetjük a lejtőhordalék talajtípust, illetve ezen példák segítségével igyekszünk a magyar talajosztályozási rendszer hiányosságait kimutatni.

A lejtőhordalék kategória megjelenése a nemzetközi és egyes nemzeti osztályozási rendszerekben

Magyarország talajainak genetikai és talajföldrajzi osztályozási rendszerében a lejtőhordalék talajt, mint típust a „folyóvizek, tavak üledékeinek, valamint a lejtők hordalékainak talajai” főtypuson belül találjuk. Azon belül négy altípust találunk: csernozjomok lejtőhordaléka, erdőtalajok lejtőhordaléka, rendzinák lejtőhordaléka és vegyes üledékek [3].

Az 1990-es évek végén megjelent két igen jelentős, nemzetközileg használt talajrendszertan könyvben – Soil Taxonomy (1999) [5] és „Világ Talaj

Referenciabázis” (World Reference Base for Soil Resources, továbbiakban WRB; 1998) [6] – még semmilyen formában nem jelenik meg a lejtőhordalék. Ellenben a 2006-ban megjelent WRB már a diagnosztikai anyagok között említi, mint lejtőhordalék anyag (*colluvic material*) [1]. Ennek jelenléte azonban (pl. ha a talaj felszínétől kezdve az anyag vastagabb, mint 25 cm) még nem indokolta egy új referenciacsoport létrehozását (pl. *Colluvisol*) [2]. A lejtőhordalék (*colluvic*) kifejezés ugyancsak fellelhető a 2006-os WRB-ben a második-szintű talajképző elemek között (*Definitions of formative elements for second-level units of the WRB*), miszerint: „lejtőhordalék anyaga van, 20 cm vagy annál vastagabb, ember által előidézett talajmozgás hozza létre”. Minősítő utótagként (*suffix qualifier*) számos talajtípusnál szerepel (*Solonetz, Gleysols, Andosols, Plinthosols, Nitisols, Ferralsols, Cambisols*), illetve minősítő előtagként (*prefix qualifier*) is előfordul (*Regosols*). Ugyancsak számos talajtípus esetében szerepel a talajképző kőzetek között (*Calcisols, Cambisols, Cryosols, Durisols, Gypsisols, Luvisols, Planosols, Plinthosols, Regosols, Stagnosols*) [1].

A második-szintű talajképző elemek közül a lejtőhordalékhoz szorosan kapcsolódik még a *Transportic*, valamint *Novic* minősítő is. A *Transportic* valamilyen gépezet segítségével történő emberi beavatkozás (pl. felszíni bányászati tevékenység során áthalmozott/mentett humuszos fedőréteg) által eredményezett ráhordódást jelöl [1], ami a lejtőhordalék szempontjából azért fontos, mert a lejtőkön felszínen lévő talajra (*Regosol*) ezáltal humuszos anyag kerül rá (bányászati meddő), hasonlóan a természetes módon ráhordódott anyaghoz, ami a terepi meghatározást nehezíti az előzmények nem ismerése esetén. A *Novic* minősítő a talajra frissen ráhordott/hordódott, kis mennyiségű anyagra (5-50 cm) utal [1]. A kevés anyag miatt a talajok eredeti jellemzői megmaradnak, ezért az eltemetett talajt osztályozzuk. Az 1. táblázat mutatja, hogy a lejtőhordalék, valamint a *Transportic* minősítők mely talajtípusoknál jelennek meg. Ezen talajtípusoknál a *Novic* jelző – a *Regosol*okat kivéve – mindenhol jelen lehet [1].

A nemzetközi talajosztályozási rendszerek áttekintése után vegyük sorra a lejtőhordalék előfordulását az egyes nemzeti rendszerekben.

A franciák osztályozási rendszerében (AFES-INRA Pedological Reference Base, 1992) a *Colluviosol*, mint talajtípus, azzal a rövid leírással szerepel, hogy olyan talajtípus, mely kolluviális üledékeken jön létre [7]. Az ezt követően megjelent *Référentiel pédologique* (1995) viszont a *Fluvisolok* (öntéstalajok) alatt, mint altípus említi a lejtőhordalék talajokat több talajtípussal egyetemben (*Fluvisols, Thalassosols, Colluvisols*) [8].

A közel egymást követően megjelent szlovák (2000) és cseh (2001) talajosztályozási rendszerek is különböznek a lejtőhordalék kategóriát illetően. A csehek rendszere (az 1995-ös francia osztályozási rendszerhez hasonlóan) a *Fluvisolok* alatt, mint típus („*Typy*”) említi (*Kolvizem, Fluvizem*) [8], míg a szlovák rendszer sehol nem említi, még a *Fluvisolok* alatt sem; feltehetőleg azért, mert ez a rendszer az 1994-es WRB Draft-ot veszi alapul (melyben ez a típus még nem szerepelt) [9].

A németek egy korábbi osztályozási rendszere (*Systematik der Böden und bodenbildenden Substrate Deutschlands*, 1998) a franciákhoz és csehekhez

hasonlóan az *Fluvisolok* alá sorolja be (*Auenböden, Marschen, Kolluvisole*) [8]. Viszont egy későbbi, elsősorban talajtérképezési célokat szolgáló rendszer (Bodenkundliche Kartieranleitung, 2005) igen részletesen ír a lejtőhordalék talajokról, az „antropogén talajok” osztályba sorolja őket és négy altípust különít el: lejtőhordalék talaj (*Normkolluvisol*), podzolok lejtőhordaléka (*Podsol-Kolluvisol*), pszeudoglejes lejtőhordalék (*Pseudogley-Kolluvisol*) és glejes lejtőhordalék (*Gley-Kolluvisol*) [10].

A lettek talajosztályozási rendszerében is megjelenik, de ők csupán a talajképző kőzeteknél sorolják fel a *colluvium*-ot, más helyen náluk sem fordul elő [11].

1. táblázat. A colluvic és transportic minősítők előfordulása (WRB 2006. alapján saját szerkesztés)

	Colluvic		Transportic	
	Prefix	Suffix	Prefix	Suffix
Histosols				x
Solonetz		x		
Gleysols		x		
Andosols		x		
Plinthosols		x		
Nitisols		x		
Ferralsols		x		
Arenosols				x
Cambisols		x		
Regosols	x			x

Eredmények

Alábbiakban két, a lejtőhordalék talajtípusra jellemző talajszelvény kerül bemutatásra, mely jól jellemzi a magyarországi lejtőhordalék talajok osztályozási problémáit.

Az *I. számú* szelvény (1. kép):

Domborzat: völgytalpon, de nem ellaposodott részen (nincs feltöltődés, csak anyag lerakás).

A₁ 0-10 cm; gyökerekkel sűrűn átszőtt; humuszos, morzsás szerkezet; kiválásmentes; fizikai féleség: homokos vályog; szín: 10YR 2/2.

AB 10-30 cm; közepesen szerkezetes; humuszhártyák, vaskiválások megjelenése, fizikai féleség: homok; szín: 10YR 3/2.

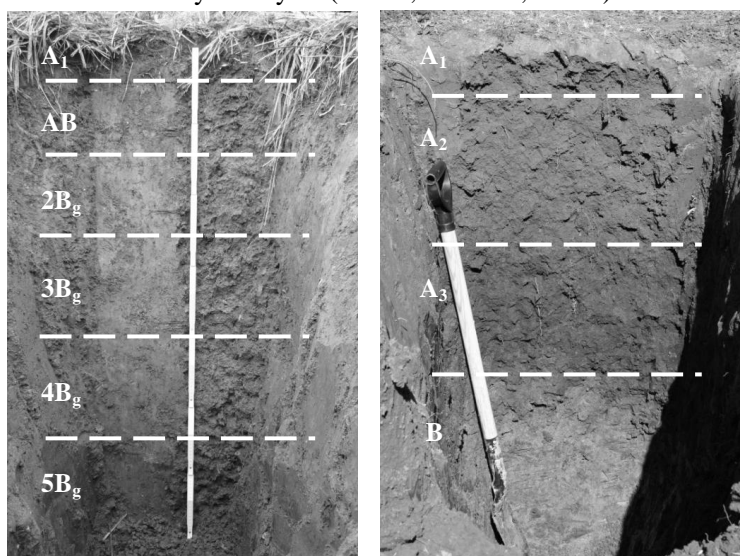
2B_g 30-50 cm; sok vaskiválás; glejes szint; fizikai féleség: durva homok; szín: 10YR 4/2.

3B_g 50-80 cm; erősen szerkezetes, kifejezett vaskiválásokkal; glejes; fizikai féleség: vályogos homok; szürke mátrix: 10YR 4/2.

4B_g 80-110 cm; közepesen szemcsés szerkezet; erősen glejes; fizikai féleség: agyagos vályog; szín: 10YR 4/1.

5B_g 110 cm alatt; gyengén szerkezetes, szürke mátrix, vörös foltokkal, fizikai féleség: vályog; szín: 10YR4/1.

A talajszelvény fizikai félesége és színe folyamatosan változik. A szelvény teljes mélységében karbonátos, bár változó mértékben (0-30cm: gyengén, 30-110cm: erősen, 110 cm alatt: gyengén). A mély A-szint arra utal, hogy ennél a talajszelvénynél a felszínre jelentős mértékű humuszós ráhordódás történt. 30 cm-től lefelé haladva rendre glejes. Ezen tulajdonságai alapján a magyar genetikai osztályozási rendszerben öntés, ill. lejtőhordalék jellegű. Ugyanakkor a nagyon mély, egyenetlen humuszós réteg (szürke) a környező területekről összehordott anyagra utal. Ilyen csak lejtőhordalékon jön létre. Összességében e szelvényt nem lehet egyértelműen egy talajtípusba besorolni: lehet mély glejes lejtőhordaléktalaj vagy típusos réti talaj lejtőhordalékon, melyek nem létező talajtani egységek. WRB alapján: Mollic Fluvic Gleyic Gleysol (Calcic, Colluvic, Eutric).



1-2. kép. Az I. (balra) és II. számú (jobbra) talajszelvények; Alacska

A II. számú szelvény (2. kép):

Domborzat: lejtőláb

A₁ 0-10cm; gyökerekkel sűrűn átszőtt; nem pezseg (savanyú); szín: 10YR 5/4.

A₂ 10-40 cm; gyengén szerkezetes, enyhén morzsás; kiválásoktól mentes; nem pezseg; fizikai féleség: vályogos homok; 10YR 5/4.

A₃ 40-70 cm: eltemetett humuszós A-szint; erősen szerkezetes, szemcsés; sötét, vas-humátos szerves anyag tartalmú, kevés vaskiválás; nem pezseg; fizikai féleség: vályog; szín: N 2/0.

B 70-110 cm; eltemetett réti talaj B-szint, erősen glejes, közepesen szemcsés-morzsás szerkezet; nem pezseg; fizikai féleség: homokos vályog; szín: 10YR 6/8.

A magyar genetikai osztályozási rendszerben erdőtalajok lejtőhordaléka típusba sorolható, mivel felette agyagbemosódásos barna erdőtalaj és pszeudoglejes barna

erdőtalajok találhatóak. A lehordódás elsősorban antropogén folyamatok eredménye: a hosszú, egyenes völgyoldalt szántóföldi művelésre használták, felgyorsítva ezzel a talajanyag lemosódását és a lejtőlábon való felhalmozódását. A magyarországi besorolás gyakorlatilag semmilyen szempontból nem jellemzi e talajt, hiszen a lejtőhordalék anyag felhalmozódásán kívül annak semmilyen tulajdonságát nem tükrözi. A WRB alapján kétféle megközelítés lehetséges. Mivel az eltemetett talaj 50 cm-nél sekélyebben kezdődik, ezért osztályozhatjuk magát az eltemetett talajt, a ráhordott anyagot (ez a lejtőhordalék) pedig a *Novic* jelzővel írjuk le: Mollic GLEYSOL (Areninovic). A másik megközelítésben a lejtőhordalék anyagot osztályozzuk a felszínen, ilyenkor közvetlenül utalhatunk a lejtőhordalék jellegre (*Colluvic suffix*), emellett *Thapto*- jelzővel emeljük ki az eltemetett talaj jellemzőit: Haplic CAMBISOL (Colluvic, Eutric) (Thapto-Gleysolic).

Következtetések

A vizsgált talajszelvények alapján látszik, hogy a magyarországi genetikai talajosztályozási rendszerben nincs tipikus folyamat a lejtőhordalék kategória jellemzésére. A lejtőhordalék talajok jelentős része a hegy- és dombvidéki környezetben található, gyakran völgytalpi helyzetben, ahol a lejtőhordalék jelleg mellett gyakran a réties jellemzők is megjelennek. Ennek ellenére a hazai talajosztályozási rendszerben ezeket a talajokat igen nehéz elhelyezni. Nincsenek átmeneti talajtípusok, amelyek a kettős talajképződési irányt jellemezni tudnák. Hiányzik pl. a réti talajok felé történő átmeneti típus. Fontos jellemzők, mint pl. a ráhordott anyag minősége sem jelenik meg, az osztályozás nem tesz különbséget a humuszos anyag ráhordódásának következtében kialakuló mélyrétegű humuszos szintek, illetve az agyagos-köves B és C szintek ráhordódása következtében kialakult talajok között.

Megállapítható, hogy a lejtőhordalék talajosztálynak alapvető szerepe van az egyes talajosztályozási rendszerekben. Egyrészt, mint főkategória (magyar genetikai osztályozási rendszerben: lejtőhordalék talaj), másrészt a fiatal és kevésbé fejlett talajok, váztalajok, közethatású talajok, ill. változó talajok (Cambisol) főtípusainak jellemző alegységeként jelenik meg (WRB). Megállapítható továbbá, hogy a lejtőhordalék jelleg csak mint talajképző közet marad meg az osztályozási rendszerben abban az esetben, ha a talajképződés a lejtőhordalék anyagon felismerhető diagnosztikai jellemzőket eredményez, vagy az áthalmazott anyag magával hozza diagnosztikai tulajdonságait.

Észrevételeink előrevetítik egy, a magyarországi körülményekre illeszthető, és azt kellő részletességgel leíró osztályozási rendszer szükségességét, hogy a lejtőhordalék főtípus típusai könnyebben meghatározhatók legyenek.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Kulcsszavak: lejtőhordalék, kolluvium, kolluviális, talajosztályozás

Irodalom

1. IUSS Working group on WRB 2006: World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Reports. No. 103. FAO. Rome p. 128.
2. Berding, F. (WRB Working Group): Colluvic and Fluvic soil materials and qualifiers (discussion and proposals) in World Reference Base for Soil Resources. Hozzáférhető: www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/doc/colluvicfluvic.doc [Hozzáférés: 2012. február 27.]
3. Stefanovits P. - Filep Gy. – Füleky Gy. 1999: Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Bp. 1999. pp. 239-247.
4. Dobos E. 2002: Talajtakaró. In: Baráz Csaba (szerk.): A Bükk Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 2002. pp.153.
5. USDA-NRCS 1999: Soil Taxonomy. Agricultural Handbook No.436, Second edition
6. IUSS Working group on WRB 1998: World reference base for soil resources 1998. World Soil Resources Reports. No. 84. FAO. Rome
7. Sumner, Malcolm E. 2000: Handbook of Soil Science. CRC Press 2000. E-157.
8. Nemecek, J. et al. 2001: Taxonomický klasifikační systém pro České Republiky. Praha, 2001. pp.40, 70.
9. Morfogenetický klasifikační systém pro Slovensko. Bazálna referenčná taxonómia. Bratislava, 2000.
10. Eckelmann, V. et al. 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover 2005. pp. 200, 233-234.
11. Karklins, A. 2007: Augšnes diagnostika un apraksts. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2007. p.18.

A BELVÍZELÖNTÉS TALAJSZERKEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA CSERNOZJOM TALAJÚ MINTATERÜLETEN

Gál Norbert*, Farsang Andrea, Barta Károly

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.

* galnorbert@geo.u-szeged.hu

Bevezető

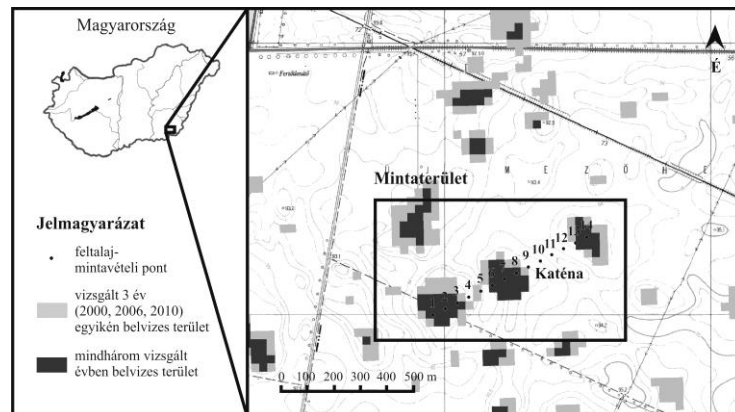
A globális klímaváltozás következtében egyre gyakoribbá váltak az időjárási szélsőségek. Míg az 1980-as, 1990-es években az aszály okozott károkat az agroökoszisztémában, addig az utóbbi két évtizedben az aszály mellett a belvíz is gyakori problémává vált – ugyanazon a területen akár egy időben megjelenve.

A belvíz kialakulása összetett folyamat. Pálfai (2004) a belvízképződés három közvetlen okaként a csapadékot, a felszínre jutó talajvizet („földárját”), valamint az árvizek kísérő jelenségeként a töltések mentett oldalán fakadó vizeket (buzgárok) jelölte meg. Közvetve hat a belvíz kialakulására a felszíni morfológia (domborzati konvergencia), a földhasználat, valamint a földtani tényező is (Rakonczai et al., 2003). Thyll és Bíró (1999) a belvíz-veszélyeztetettséget befolyásoló tényezők között első helyen említette a talajréteg víztároló képességét (vízkapacitását és a réteg vastagságát), Körösparti et al. (2009) pedig többváltozós kapcsolatvizsgálatok eredményeként mutatott rá a talajtani tényezők belvízképződésben betöltött fontos szerepére. Azonban nemcsak a talajtani tényezők befolyásolják a belvízképződést, hanem maga a belvízelöntés is hat – visszacsatolási rendszerként – a talaj tulajdonságaira.

Kutatásunk fő célja a belvizet kiváltó talajtani tényezők, talajhibák feltárása csernozjom talajú mintaterületen, továbbá a belvizes területen a belvíz talajszerkezetre gyakorolt hatásának felmérése mechanikai összetétel, mikroaggregátum-stabilitás, agronómiai szerkezet elemzésével, valamint a tömörödöttség terepen történő penetrométeres vizsgálatával.

Anyag és módszer

A mintaterület kiválasztása az utóbbi évek leginkább belvizes éveiből származó, 2000, 2006, és 2010-es Landsat műholdképek ISODATA osztályozásával történt ArcView 3.2-es szoftverrel, a Pálfai-féle belvíz-veszélyeztetettségi és az Almási-féle hidraulikus rezsimeket ábrázoló térképek figyelembevételével. Mintázásra Békés megyében, Mezőhegyes és Pitvaros települések között elhelyezkedő, 45 hektáros, karbonátos réti csernozjom talajú, mezőgazdasági művelés alatt álló területet jelöltük ki, melyen 3 nagyobb belvízfoltot azonosítottunk, és amelyekre egy 700 m hosszú szegmenst illesztettünk. A kijelölt 700 m-es katéna mentén 50 méterenként, 14 mintavételi helyen 0–5, 10–15 és 20–25 cm mélységből bolygatott talajmintát gyűjtöttünk (1. ábra).



1. ábra. A mintaterület a feltalaj-mintavételi pontokkal topográfiai térképen

A feltalajmintákat kéthetes szobahőmérsékleten történő szárítás után 7 tagú (20–10–5–3,15–2–1–0,5–0,25 mm-es) szitasorozattal szitarázógépen frakcionáltuk az agronómiai szerkezetük megállapításához, melyet a frakciók közepes átmérőjének tömegszázalékkal súlyozott átlagával (KSÁ) fejeztünk ki.

A talajminták mechanikai összetételének vizsgálatát pipettás eljárással végeztük (Buzás, 1990), a mikroaggregátum-összetételt a mechanikai eloszláshoz hasonlóan elemeztük, azonban a nátrium-pirofoszfátos diszpergálás helyett 12 órás vizes előkezelést alkalmaztunk, a pipettázási időközöket pedig 1,72-szeresére növeltük az aggregátumok lassabb ülepedésére való tekintettel.

A belvíz talajszerkezetre gyakorolt hatásának kimutatása céljából 3T System kézi penetrométer segítségével térképeztük a 45 hektáros mintaterületen az esetleges talajtömörödést. A mintaterületre 25x25 méteres mintavételi hálót illesztettünk, majd a belvízmintázatnak megfelelően a háló által meghatározott pontok közül 117-ben háromszoros ismétléssel 60 cm mélységig mértük centiméteres felbontásban a talaj szabadföldi vízkapacitás (2,5 pF) térfogatszázalékában kifejezett nedvességtartalmát, valamint a penetrométer szondájának behatolási ellenállását. Az így keletkezett 21060 adatpár kezelhetősége érdekében 5 cm-enként átlagoltuk a mért értékeket, továbbá a háromszori ismétlések közül a kiugró értékeket manuálisan eltávolítottuk az adatbázisból. A felső 5 cm-t, valamint az 55–60 cm mélységű szakasz mért értékeit kivettük az elemzésből a mérés technika sajátjaiból adódóan.

Az eredményeket Microsoft Office Excel 2007 szoftverrel elemeztük, Surfer 8 programmal ábráztuk.

Eredmények

Szemcseeloszlás és szerkezetesség

Az eredmények közlését a legkisebb szerkezeti elemtől a nagyobb aggregátumok felé haladva végezzük. A mechanikai összetétel csak igen hosszú idő alatt tud megváltozni egy-egy talaj esetében, így a belvízzel borított és a belvízmentes, azaz kontroll terület talajainak szemcseeloszlásában mutatkozó különbségek nem a belvízelöntés következményeiként, hanem a belvízképződést kiváltó okként említendők. Az azonos helyekről, 3 mélységből vett talajminták mechanikai eloszlásainak átlagolt eredményeit az 1. táblázat tartalmazza – sötétszürkével az adott frakció szerint sorrendbe állított 5 legnagyobb, világosszürkével az 5 legkisebb frakcióarányú mintákat emeltük ki.

1. táblázat. A feltalajminták mechanikai eloszlása Atterberg-skála alapján

Típus	belvizes			nincs belvíz		belvizes				nincs belvíz				belvizes
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	
Agyag (%)	33,61	32,07	34,74	32,00	26,12	39,62	31,93	34,50	35,07	26,65	25,61	26,75	31,29	38,31
Iszap (%)	32,04	30,81	36,86	31,59	38,16	32,67	32,33	31,77	34,99	38,11	39,09	37,94	34,96	39,10
Homok (%)	34,35	37,12	28,40	36,41	35,72	27,71	35,75	33,73	29,94	35,24	35,30	35,31	33,75	22,59

A nem belvizes (kontroll) pontok (pl. 5., 10., 11., 12.) agyagtartalma a legkisebb (25,61–31,29%), míg a legnagyobb agyagtartalom (34,50–39,62%) a belvízelöntés területéről vett talajmintákat jellemzi (pl. 3., 6., 9., 14.). A homok frakció aránya a kontroll pontoknál a legnagyobb (35,31–37,12%), legkisebb pedig a belvizes mintáknál (22,59–33,73%).

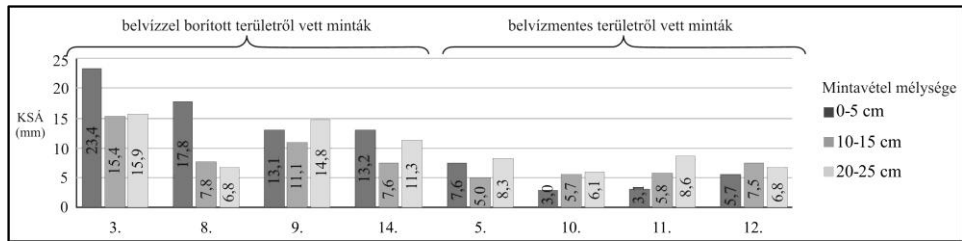
Az agyag (<0,002 mm), iszap (0,002–0,05 mm) és homokfrakció (>0,05 mm) arányát kifejező fizikai féleség tekintetében a belvizes területéről származó minták iszapos agyagos vályog textúrájúak, míg a kontrollminták iszapos vályog fizikai féleségűek.

Noha a mikroaggregátum analízis nem feltétlenül tükrözi a talaj makrostruktúrájának állapotát, mégis utalhat a talajszerkezet stabilitására, hiszen a talajszerkezetet a mikroaggregátumok vízállósága nagymértékben befolyásolja.

Mikroaggregátum analízisnél a talajminták 0,002 mm-nél kisebb egységekre szétesett, illetve 0,25 mm-nél nagyobb frakcióit hasonlítottuk össze. Az egyazon helyről, de három különböző mélységből vett feltalajminták azonos frakcióba tartozó értékeit átlagoltuk. A legkevesebb agyagfrakcióba tartozó szerkezeti elemet a 10., 11. és 12-es, belvízmentes talajminták (1,18–1,57%) tartalmazták, a legtöbbet pedig 3., 7. és 13-as, belvízzel borított minták (2,80–3,52%). A 0,25 mm-nél nagyobb szerkezeti elemek aránya az agyaggal ellentétes képet mutatott – a belvizes minták tartalmazták a legkevesebbet, míg a kontrollpontok a legtöbbet.

Az agronómiai szerkezetvizsgálat eredményei is rávilágítottak a belvizes talajszerkezetre gyakorolt kedvezőtlen hatására. A belvizes (3., 8., 9., 14.) és a nem belvizes (5., 10., 11. és 12.) mintavételi pontokból vett 3 különböző mélységű talajminták agronómiai szerkezetét a frakciók közepes átmérőjének súlyozott átlagával (KSÁ) fejeztünk ki (2. ábra). A hosszabb vízborítás utáni kérgesedésre, cserepedésre való hajlam megmutatkozott a belvizes talajminták – elsősorban 0–5

cm-hez tartozó – nagyobb KSÁ értékeiben: 13,2 mm-es közepes átmérőátlaguk a rögrfrakcióba tartozik, míg a nem belvizes minták 3,0–8,6 mm közötti KSÁ értékei kedvező, főként morzsás szerkezetet mutattak (2. ábra).

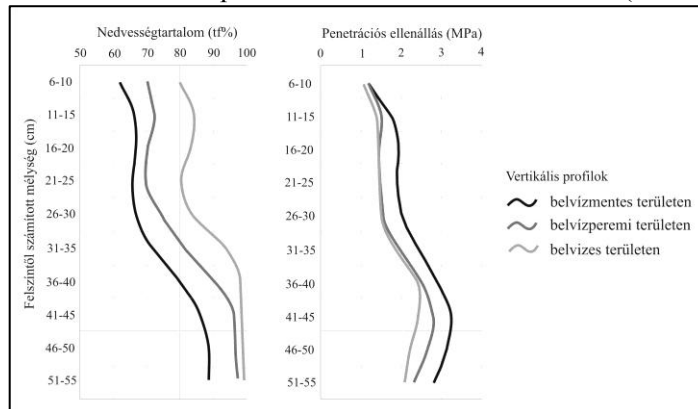


2. ábra. A feltalajminták agronómiai szerkezetét jelölő KSÁ értékek mélységgel történő változása

Penetrométeres tömörödöttség-vizsgálat

A 3T System kézi penetrométer használatával történő tömörödés-vizsgálatunk célja az volt, hogy kimutassuk a belvíz okozta szerkezetváltozást.

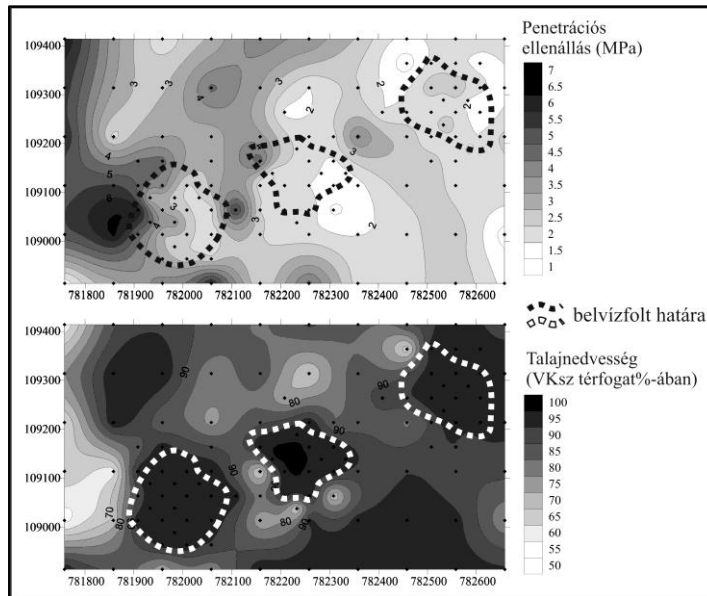
A 117 penetrométeres mérési helyet csoportosítottuk belvizes, belvízperemi, illetve nem belvizes pontkategóriákba. A nedvességtartalom és a behatolási ellenállás érték vertikális profiljai a belvizes, belvízperemi és nem belvizes mintázási helyeken eltérnek abban, hogy a belvizes területeken a nagyobb nedvességtartalomhoz kisebb penetrációs ellenállás érték tartozik (3. ábra).



3. ábra. A jellemző mintavételi helyek nedvességtartalmának és behatolási ellenállásának átlag értékei a mélység függvényében

Az ábrán 41–45 cm mélységnél rajzolódna ki a penetrációs ellenállás maximum értékei, amelyek mivel meghaladják a 3 MPa-t, tömörödést mutatnak [1]. Ez megegyezik az eketalpréteg általánosságban jellemző mélységével. A 117 mérési pont 41–45 cm mélységhez tartozó értékeinek interpolációs térképén jól látható a belvíz okozta nagyobb nedvességtartalom penetrációs ellenállásra gyakorolt hatása – a belvízelöntés helyén a környező területekhez képest kisebb behatolási ellenállás értékek jellemzőek (4. ábra). Azonban a belvízfoltokon belül, ahol a

nedvességtartalom közel azonos (95–100%), már kirajzolódnak nagyobb behatolási ellenállású területfoltok, amelyek a belvizet kiváltó, illetve a belvíz következményeként létrejövő tömörödésekre utalhatnak.



4. ábra. A mintaterületen 41–45 cm mélységben mért penetrációs ellenállás és talajnedvesség-tartalom

Következtetések

A belvíz kialakulását a fizikai talajtulajdonságok közül elsősorban a mechanikai összetétel, azon belül is az agyagfrakció aránya befolyásolja (a homokfrakcióval szemben). A belvízborítás hatására a nagy agyagtartalom kedvezőtlen talajszerkezet kialakulását okozhatja, hiszen a kiszáradás és nedvesedés folyamatában a duzzadni, majd zsugorodni képes talajalkotók kérgesedést, cserepedést okozhatnak a feltalajban, melynek következtében a talaj agronómiai szerkezetében a rögfakció dominanciája lesz jellemző.

A makroszerkezet állapotát jól indikálja a talaj tömörödése, mely penetrométerrel terepen is vizsgálható. Azonban a belvizes és belvizmentes terület talajainak tömörödöttsége közti különbségek csak úgy vethetők össze, ha azonos nedvességtartalom vizsgálatuk a behatolási ellenállást. Feltételezzük, hogy a talaj tömörödése és a belvíz kialakulása közötti ok-okozati rendszer pozitív feedback mechanizmusként működik tehát, minél tömörödöttebb a talaj, annál nagyobb valószínűséggel fog kialakulni belvíz, illetve minél gyakoribbak a belvízelöntések, annál nagyobb lesz a tömörödés.

További kutatásunkban a talaj térfogattömege, nedvességi állapota és a penetrációs ellenállás értékek közötti függvénykapcsolatok igyekszünk feltárni.

Irodalom

1. Birkás M. 1995. A hagyományos művelés hatásai a talajra. In: Birkás Márta: Energiatakarékos, talajvédő és kímélő talajművelés, GATE KTI, Egyetemi Jegyzet
2. Buzás I. 1990. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. A talaj fizika, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata. INDA 4231 Kiadó, Budapest, 358 p.
3. Körösparti J. – Bozán Cs. – Pásztor L. – Kozák P. – Kuti L. – Pálfai I. 2009. GIS alapú belvív-veszélyeztetettség térképezés a Dél-Alföldön. Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Vándorgyűlése. Konferencia Proceedings CD-ROM (ISBN 978-963-8172-23-5). 2009. július 1–3., Miskolc
4. Pálfai I. 2004. Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai Tanulmányok. Közlekedési Dokumentációs Kft., Budapest, 492 p.
5. Rakonczi J. – Csató Sz. – Mucsi L. – Kovács F. – Szatmári J. 2003. Az 1999. és 2000. évi alföldi belvív-elöntések kiértékelésének gyakorlati tapasztalatai. – Vízügyi Közlemények, 1998-2001. évi árvízi külön füzetek. IV. kötet., 317–336. p.
6. Thyll Sz. – Bíró T. 1999. A belvív-veszélyeztettség térképezése. Vízügyi Közlemények, LXXXI. évf., 4. sz., 709–717. p.

TALAJVASTAGSÁG MÉRÉSE GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL

**Holndonner Péter^{1*}, Dobos Endre¹, Turai Endre²,
Bertóti Réka Diána¹, Vass Péter², Vadnai Péter¹**

^{1,2}Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar; 3515 Miskolc-Egyetemváros

¹Természetföldrajz-Környezettan Intézeti Tanszék

²Geofizikai Intézeti tanszék

* *ecohp@uni-miskolc.hu*

Bevezető

A geofizikai kutatások leginkább földtani szerkezetek megismerésével, illetve nyersanyagkutatással foglalkoznak. Ezen túlmenően, egyre gyakrabban alkalmaznak hasonló módszereket a földalatti objektumok keresésénél, amelyek a régészetben is egyre inkább rutin eszközökké válnak. Ennek ellenére, a kifejezetten talajtani vizsgálatok esetében történő geofizikai módszerek alkalmazására csak néhány esetben találunk példát. Magyarországon FEJES I. és társai [1] geoelektromos módszerekkel végeztek vizsgálatokat síkvidéki területen, alapvetően meliorációs-tervek elkészítéséhez. Ezen kívül, a geoelektromos eszközök talajtani kutatásoknál használt módszertanát Fábán E. [2] írja le disszertációjában. Lejtős területek talajtakaró-vastagságának meghatározásával is csak egy-két nemzetközi értekezés foglalkozik. Kis vízgyűjtőterületen P. Francés és társai [3], vulkanikus alapközeten képződött talajokon pedig Y. Yamakawa és társai [4] végeztek vizsgálatokat hasonló módszerekkel.

Dolgozatunk célja, a Mádi-patak vízgyűjtőterületén végzett geofizikai módszerekkel történt mérések eredményeinek bemutatása, illetve talajfizikai tényezők – a talajtakaró vastagságának, illetve a talaj fizikai féleségének – meghatározása. A mintaterület talajtani térképezésével Holndonner P. [5] már korábban foglalkozott, emiatt a geofizikai mérések eredményei nemcsak kiegészítése a fenti munkának, hanem a módszerek és eszközök ez irányú alkalmazhatóságát is vizsgálja.

Anyag és módszer

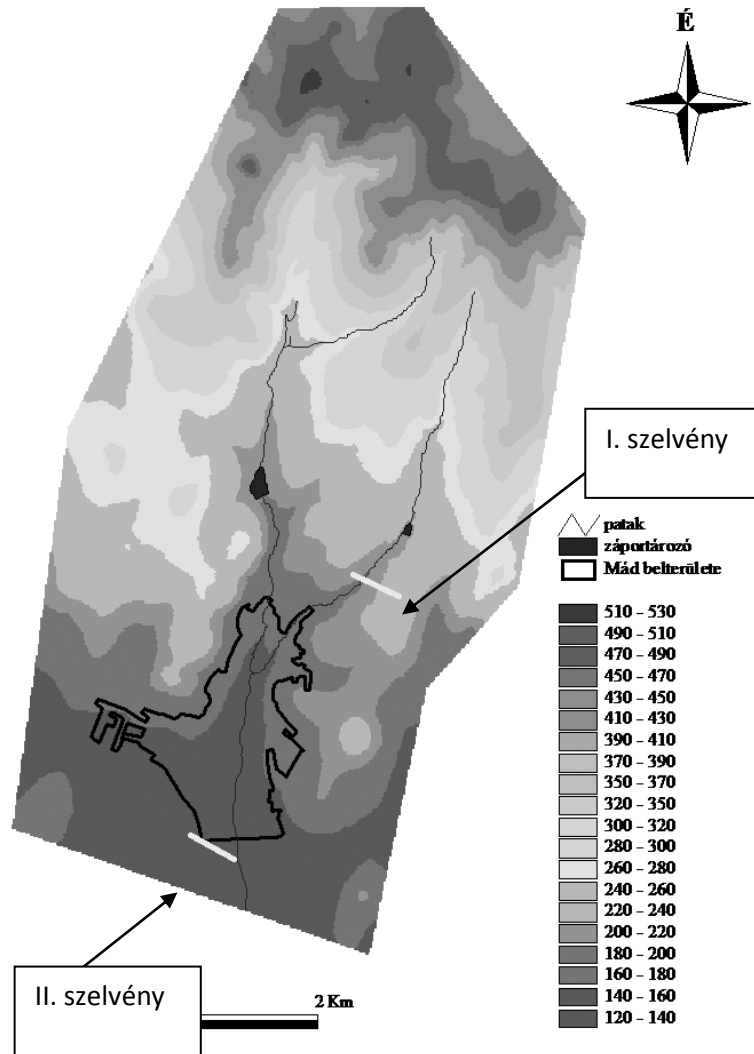
A méréseket az alábbi két geofizikai eszközökkel végeztük:

- ♦ MALÁ elektromágneses földradar (Ground-Penetrating Radar: GPR) 100 MHz-es, illetve 500 MHz-es középfrekvenciájú árnyékolt antennákkal
- ♦ IRIS SYSCAL PRO 72ch multielektrodás műszerrel, 5 m-es elektrodaközű Wenner elrendezésben végzett fajlagos ellenállás és indukált polarizációs (IP) mérések.

A mérési helyek kijelölésénél a földtani adottságok mellett a felszínalaktani helyzetet, illetve a talajok fejlődésénél meghatározó domborzatot, mint talajképző tényezőt vettük figyelembe.

A vizsgált terület földtani szempontból homogénnek mondható. A vízgyűjtő keleti részén a Szerencsi Riolittufa Formáció, nyugati részén pedig az erre települt, szintén alsó-szarmata Baskói Andezit Formáció a jellemző képződmények [6].

A Szerencs-patak és a Takta mellékvizét képző Mádi-patak 14 km² nagyságú vízgyűjtője két völgyre tagozódik [7]. A keleti völgy alsó harmadánál, illetve a – síkvidék felé kiszélesedő – völgytalpi részen jelöltük ki a mérési szelvényeket (1. ábra). A „vonalak” mentén a méréseket mindkét módszerrel, párhuzamosan végeztük.



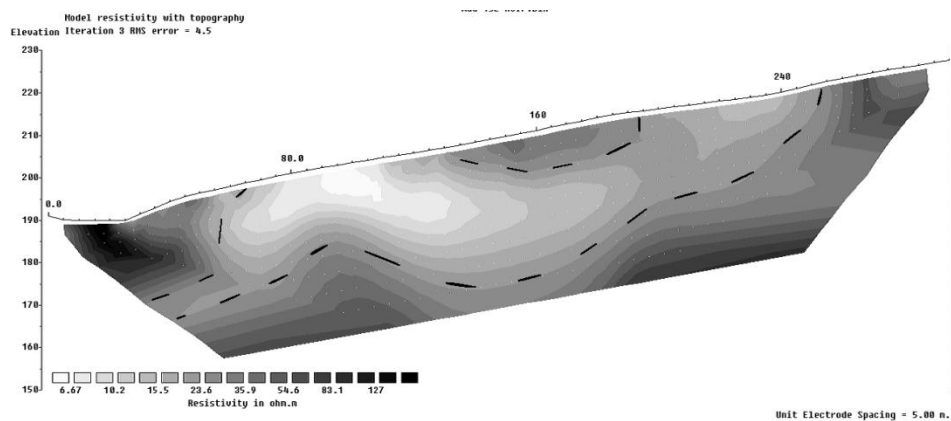
1. ábra. A mérési helyek elhelyezkedése, és a terület átnézeti képe [Készítette: HOLNDONNER P.]

A méréseket 2012. február 13-án végeztük. Az időjárási körülményeket figyelembe véve, kedvező volt a teljesen átfagyott talaj, a GPR és az elektromos vezetőképesség mérés szempontjából is.

Eredmények

A GPR-ral történt méréseknél a Sensors & Software Inc. (Canada) által fejlesztett családot alkalmaztuk. Az mérések mind a – 8-10 méterig „látó” – 100 MHz-es, és az – 1-2 méterig „látó” – 500 MHz-es antenna esetében sajnos többszörös reflexiókkal terheltek, melyek kiszűréséhez szükséges feldolgozásra a jelen dolgozat megírásáig még nem volt lehetőségünk. A kétfrekvenciás radar mérések feltehetően nem észleltek a többszörös reflexiók kiszűrése nélkül is egyértelműen kimutatható határfelületet.

Az multielektrodás módszer esetében, mérési eredmények inverziós rekonstrukciója RES2DINV feldolgozó szoftverrel [8] történt. Az inverzió eredményeként a felszín alatt 1,25 – 40 m-es mélységintervallumban kapjuk meg a felszín alatti összlet fajlagos ellenállás- és polarizálhatósági képeit. A két mérési szelvény alatt a fajlagos ellenállás eloszlás vertikális képeit a 2. és 3. ábrák mutatják be. Mindkét ábrán szaggatott vonal jelzi az általunk értelmezett réteghatárokat. Az 2. ábra fajlagos ellenállás intervalluma 6-200 Ω m.



2. ábra. Az I. szelvény fajlagos ellenállás metszete, értelmezett réteghatárokkal [Készítette: TURAI E.]

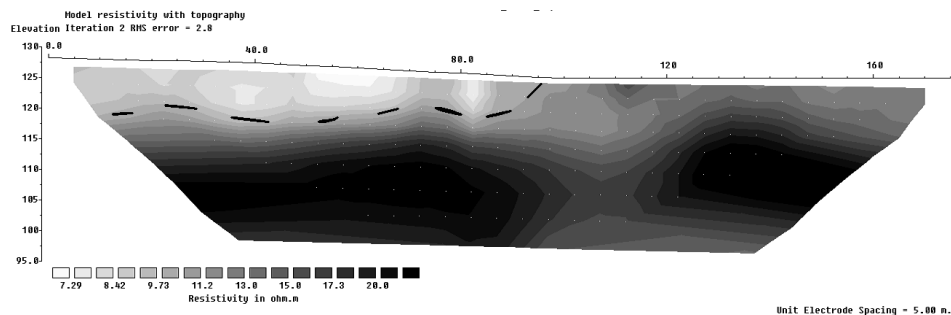
A dombtetőn– két oldalról is – hátráló erózió következményeként a talajképző kőzet feltöredezett darabjai a felszínre kerülnek. Ezt mutatja az I. szelvény (2. ábra) tetején – völgyoldal felső részén – a közép szürke szín. A felszínen aránylag kis porozitású, alacsony víz- és agyagtartalmú kompakt tufa található, amely a völgy irányába elmélyül 20-30 m-ig. Ehhez hasonló kibúvást a völgyoldal közepén észleltünk (*a 160-as pont alatt*). Ezen a két helyen, a lejtő meredeksége, – környezetéhez képest – magasabb relief értéke és domborúsága következtében az állékonyabb, erózióval szemben ellenállóbb, (nagyobb fajlagos ellenállású) kőzetek a felszínre kerülnek.

A lejtő felső harmadában kisebb, míg az alsó harmadában jelentős mennyiségű (az ábrán világosszürke-fehér) nagy porozitású, feltehetőleg nagy víz- és diszperz

agyagtartalmú zóna mutatkozik. A jó vezetőképesség nagy víztartó-képességű agyagos rétegre utal, amely lehet lejtőhordalék, illetve erősen mállott tufa, esetleg löszös üledék. Ezek a helyben mállott, és/vagy erodált anyagok kis lejtőszögű, homorú területeken kevert összetétet képezve akumulálódtak.

A szelvény nyugati (bal) oldalán egy fekete, rosszabb vezetőképességű, kis permeabilitású kompakt tömb látható, amely a patakmeder aljzatát, és a „túloldalról”, nyugatról átnyúló andezit blokkot mutatja.

A település déli határánál kijelölt völgytalpi II. számú szelvény alatti térrész fajlagos ellenállás vertikális képe, egy homogén, jó vezetőképességű összetétet mutat. A szürkeárnyalatos szintartomány a 3. számú ábrán más ellenállás intervallumot jelölnek, emiatt a „szinkódok” nem azonosak a 2. ábra ellenállás tartományaival. A szelvényben végig alacsony (40-50 Ωm alatti) a fajlagos ellenállás, amely pontosabban 7-25 Ωm közötti értékek.



3. ábra. A II. szelvény fajlagos ellenállás metszete, értelmezett réteghatárokkal [Készítette: TURAI E.]

A sötétszürke-fekete markáns aljzat relatíve kisebb agyagtartalmú és kisebb porozitású, felalmozódott üledék. Jellegzetes eltérés a 3. ábra bal oldalán, a felszín közeli részén látható. Ez a terület mezőgazdasági művelés alatt van, ahol szántott rész alatt kis fajlagos ellenállású, nagy porozitású üledék halmozódhatott fel. A művelés hatására az agyagtartalom növekedés, a humuszanyag bekeverés, mind a talajosodott, mállott üledék vezetőképességének megnövekedését eredményezi.

Következtetések

A két módszer párhuzamos alkalmazása, időben célszerű, és lehetséges. A GPR méréseiben egyedül a II. szelvény keleti (jobb oldali) harmadában mutatott ki anomáliát, amelyet a földalatti gázvezeték okozott. Ez a vezeték a geoelektromos mérések IP paraméterképén is kimutatható. A GPR beállításai, és alkalmazási lehetőségei még további vizsgálatokat igényelnek, a talajtani mérések rutinszerű vizsgálatait elvégzéséhez.

A geoelektromos mérések fajlagos ellenállás vertikális metszetei reális képet mutatnak, amelyek talajképző kőzet vagy annak málladékáról, a keverten felhalmozott löszös lejtőhordalékról ad információt.

Az 5 méteres elektródközű szelvényezésének előnye, hogy akár 40 méter mélységig is „lelát” 300 méter hosszú szelvény alatt, viszont kis felbontású képalkotással. Az elektródközök csökkentésével (pl. 0,5-1 m-es elektródköz esetén) részletesebb, nagyobb felbontású képet kapunk, de így a szelvény hossza 35-70 méterre csökken, mivel egy szelvény mérése legfeljebb 72 elektródából álló rendszerrel történik.

A dolgozatban bemutatott eredményeket további terepi vizsgálatokkal szeretnénk alátámasztani. Reprezentatív fúrási mintavételek segítségével ellenőriznénk a geofizikai módszerekkel végzett méréseket.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A konferencián való részvételt a miskolci Háromkő Egyesület támogatta.

Irodalom

1. Fejes I, Kuti L, Simon A. Geofizikai módszerek és eszközök lehetőségei a talaj-alapközet- talajvíz rendszer kutatásában és az agrárkörnyezetvédelemben. *Agrokémia és Talajtan* 1995; 44 (3-4): 317-325.
2. Fábián E. Felszínközeli talajvizsgálatok sokelektrodás geoelektromos műszerrel. *Diplomadolgozat*, Sopron: NYME; 2003. 53 p.
3. Francés AP, Lubczynski MW. Topsoil thickness prediction at the catchment scale by integration of invasive sampling, surface geophysics, remote sensing and statistical modeling. *Journal of Hydrology* 2011; 405: 31-47
4. Yamakawa Y, Kosugi K, Masaoka N, Sumida J, Tani M, Mizuyama T. Combined geophysical methods for detecting soil thickness distribution on a weathered granitic hillslope. *Geomorphology* 2012; 145–146: 56–69
5. Holndonner P. A Mádi-patak vízgyűjtőjének talajtani térképezése digitális talajtérképezési módszerekkel. *Szakdolgozat* Gödöllő: SZIE; 2009. 35 p.
6. Magyar Állami Földtani Intézet. *Magyarország földtani térképe (M-34-139 - Szerencs 1:100.000)* Scharek P. 1984, Pentelényi L. 2000., Budapest: MÁFI; 2005.
7. Holndonner P. Völgyi árvizek vizsgálata digitális domborzatmodell segítségével. *Diplomaterv* Miskolc: ME-MFK; 2006. pp. 49-50.
8. Loke M H. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging survey. Malaysia: Geotomo Software; 2011.

KÉMIAI BEHATÁSOKON ÁTESETT MEZŐGAZDASÁGI TALAJ GEOTECHNIKAI VIZSGÁLATA

Kántor Tamás*, Gonda Nóra

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet
Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros
* *tamas.kantor@gmail.com*

Bevezető

A talajok felhasználása rendkívül sokrétű lehet. Talajainkat használjuk például teherviselő rétegeként házak, mérnöki műtárgyak építéseinél, építőanyagként, valamint mezőgazdasági termelés során, növényeink táptalajaként. Ezen tevékenységek során különböző fizikai és kémiai behatások érik a talajt, amelyek egy része az adott „talajfeladat” vonatkozásában ronthatja a talaj viselkedését, de olyan eset is előfordulhat, amely bizonyos szintű javulást okoz, talajjavító hatása van. [1]

A mezőgazdaságban gyakori vegyszerhasználat miatt a talajok szerkezete tehát módosulhat. Vizsgálataink során egy mezőgazdasági területről választott agyagtalaj nyírószilárdsági paramétereinek és tömörödő-képességének változását tanulmányoztuk, különböző kémiai behatások következtében. A tanulmány célkitűzéseként a kiválasztott agyagtalajon végrehajtott korábbi kémiai kísérletek során szerzett tapasztalatokat és eredményeket felhasználva a talajminta kémiai kezelését, valamint az ezek miatt bekövetkező, mérhető talajmechanikai paraméterek változásának leírását határoztuk meg.

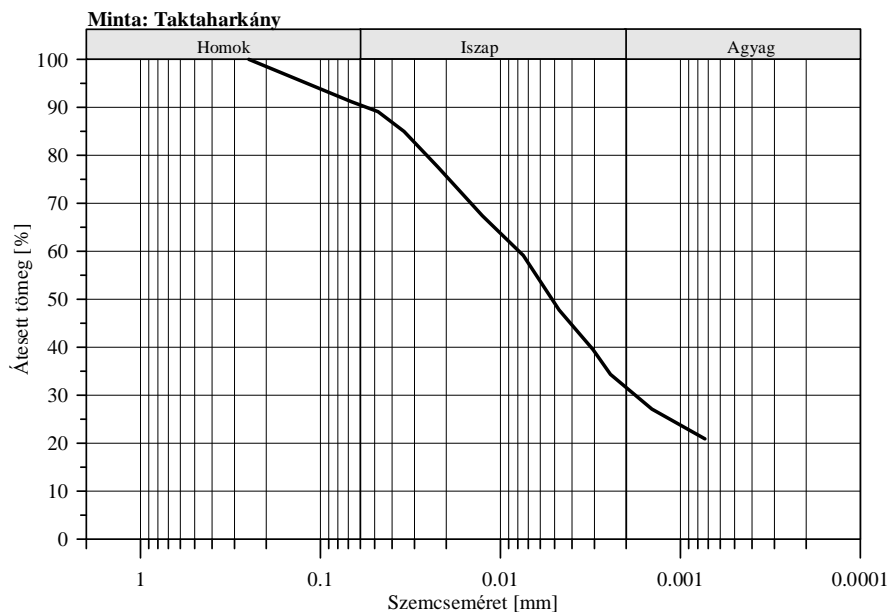
Anyag és módszer

Ebben a fejezetben a méréseink során használt mezőgazdasági talajt és az alkalmazott geotechnikai módszereket mutatjuk be. A vizsgálatokhoz olyan mérési módszereket választottunk ki, amelyekkel az előzőleg várt hatások leginkább kimutathatóak.

A vizsgált talaj bemutatása

Laboratóriumi méréseink során magyarországi termőterületről származó mezőgazdasági talajt vizsgáltunk. A talaj kiválasztásában két fő szempont vezérelt minket, egyrészt az, hogy mezőgazdasági területeken a komplex vegyszerhasználat következtében jelentős szerepe lehet ezen anyagok kémiai hatásának, másodsorban pedig olyan talajt kívántunk kiválasztani, amely fizikai féleségét tekintve agyagos talaj, hiszen a nagy fajlagos felület miatt az agyagszemcsék határfelületén lejátszódó kémiai reakciók számottevőek.

A szemeloszlási görbe meghatározásánál hidrometrálási eljárást alkalmaztunk, hiszen ha a vizsgált talaj szemcséinek legalább 5%-a kisebb, mint 0,08 mm (a legkisebb lyukbőségű szita), akkor az iszapoló eljárást kell alkalmazni. Ennek eredményeképpen a szemeloszlási görbét szemlélteti az 1. ábra.



3. ábra. Taktaharkányi agyagtalaj szemeloszlási görbéje

1. táblázat. A vizsgált talaj szemcsefrakcióinak részarányai

Frakció	Tömeg%
Homok $d > 0,06$	9 %
Iszap $0,06 > d > 0,002$	60 %
Agyag $d < 0,002$	31 %

A szemeloszlási görbe meghatározásánál hidrometrálási eljárást alkalmaztunk. Ennek eredménye alapján a vizsgált talajunk egy homokos, agyagos iszap. [2]

Alkalmazott mérési módszerek és eszközök

A talajparaméterek meghatározásánál a geotechnikai gyakorlatban alapvető laboratóriumi mérésnek számító ödométeres vizsgálatot választottuk a talaj tömörödő képességének meghatározására, valamint a nyírószilárdsági paraméterek vizsgálatát környűri nyíró berendezéssel végeztük.

Az ödométerben a talajmintát egy vékonyfalú fémgyűrű öleli körül, így a minta normál irányú terhelése során oldalirányú elmozdulásra nincs lehetőség. A mintatestet alulról és felülről porózus szűrőkő és szűrőpapír fogja közre, így az összenyomódás során a pórusokból kilépő víz szabadon távozhat, ezáltal a mintában a szemcséken átadódó hatékony feszültségek növekedésével a talaj tömörödik, vagyis idővel lezajlik a konszolidáció. [3]

A kémiaileg kezelt talaj állékonysági paramétereinek meghatározásához a környűri nyírási módszert választottuk. A vizsgálat viszonylagos egyszerűsége miatt, könnyen elvégezhető a rendelkezésre álló modern eszközökkel, valamint

fajlagosan kevés mintaanyagot igényel egy vizsgálatsorozat végrehajtása. A nyíróvizsgálatok során egy adott talaj Coulomb-féle tönkremeneteli egyenesét határozzuk meg, amely a talajra jellemző paramétereket, a belső súrlódási szöget (Φ) és a kohéziót (c) adja meg számunkra. [4]

A 2. ábrán látható a mérőberendezés és mintatartó. Ezen látszik, hogy a mintát egy körgyűrű alakú vályúba helyezük és a felső stabil rész alatt elforgatott alsó, mintatartó edény által hozzuk létre a talajban a tönkremenetelt. A felső részhez csatlakoztatott erőmérők által határozhatjuk meg a nyírófeszültségeket a mérés során. A normálfeszültségek egy manuális terhelőkeret és súlyok segítségével adjuk a mintára. A módszer a kvázi végtelen elmozdulási lehetőség miatt, a talajok és szemcsés anyagok reziduális nyíróellenállásának meghatározására és kúszások szimulálására alkalmazható.



4. ábra. Körgyűrű nyíró berendezés

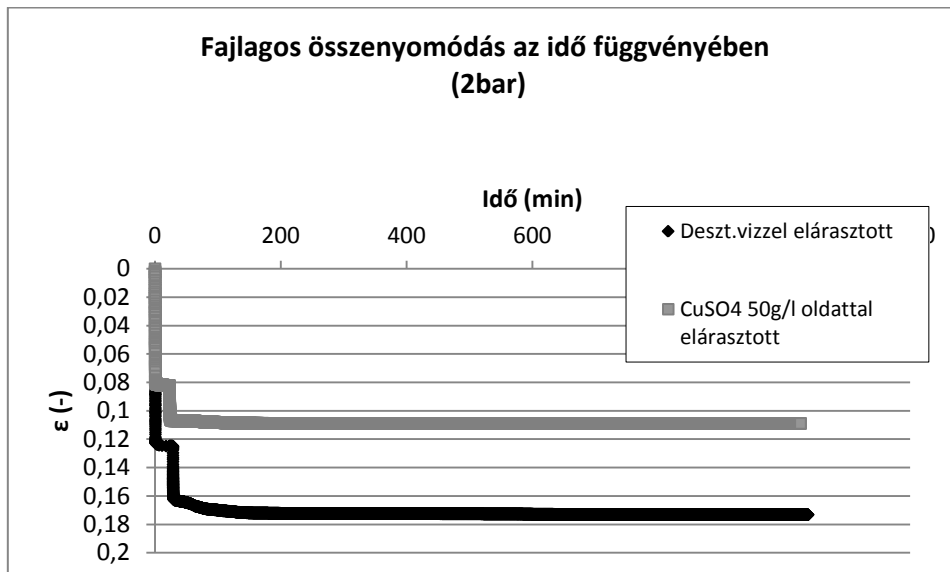
Eredmények

Az alábbiakban a fent említett mérési módszerekkel nyert adatokból származtatott eredményeket foglaljuk össze.

Ödométeres vizsgálatok eredményei

A vizsgálatokat száraz talaj konszolidációjával kezdtük, 2 bar normálterhelés mellett, majd a konszolidáció beálltával (mikor már nem tömörödött tovább a minta) felöntöttük desztillált vízzel, valamint és 50 g/l koncentrációjú CuSO_4 oldattal. A minta fokozatos telítődése a folyadékokkal kezdetben hirtelen növekedésben, majd lassabb alakváltozásban mutatkozik meg, ezt szemlélteti a 3. ábra.

A 3. ábrán látható görbék alapján megállapítható, hogy a desztillált víz hatására a mintán, a kezdeti tömörítést követő elárasztás hatására nagyobb mértékben nyomódott össze, mint a hasonló eljárással, de réz-szulfáttal elárasztott minta esetében.



5. ábra. A 10 g/l koncentrációjú réz-szulfát oldattal kezelt minta tömörödése

A vizsgálatok során alkalmazott CuSO_4 oldat a mezőgazdaságban széles körben alkalmazott gombaölő szer (hétköznapi nevén rézgálic, vagy „kék kő”). Választásunk tehát ezért esett erre a vegyszerre, továbbá azért is, mert korábban végzett ülepitéses vizsgálataink eredményei alapján a különböző szulfátokkal kezelt szuszpenziók közül a CuSO_4 üledéktérfogat csökkentő, pelyhesítő hatása volt a legmarkánsabb. Az alkalmazott koncentráció igen extrémnek mondható természetes körülmények között, igen erős szennyezésnek felelne meg.

Körgyűrű nyíró vizsgálatok

A vizsgálathoz használt talaj pH-ját a 2. táblázatban jelölt pH értékekre állítottuk be. A mérések során kapott eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban feltüntetésre kerültek a talajok zagyból számított pH értékei is.

2. táblázat. Nyírások során kapott eredmények összefoglalása

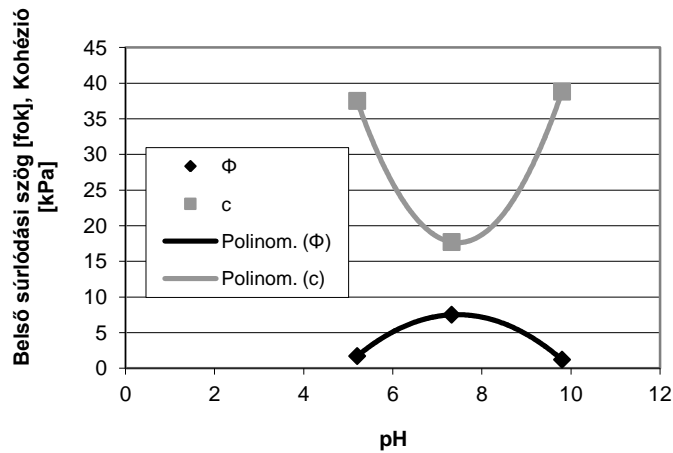
	HCl (pH=4,2)	Deszt. Víz (pH=7,3)	NaON (pH=10,3)
Belső súrlódási szög Φ [°]	1,7	7,5	1,2
Kohézió c [kPa]	37,5	17,7	38,8

Az eredmények jól mutatják, hogy a vizsgálathoz használt agyagtalajnak megfelelő, a szakirodalmakban megtalálható értékeket kaptunk a természetes pH tartalomnál. A kis belső súrlódási szög és a viszonylagosan magas kohézió a agyagos iszapos talajokra jellemző.

A mért értékek jobb szemléltetése végett grafikonos formában is ábrázoltuk azokat (4. ábra). A mérésorozat kezdeti fázisa miatt messzemenő következtetések

levonása bátor tett lenne, de az világosan látszik, hogy az eltolt pH-nál, mind savas mind lúgos oldalon a talajmechanikai paraméterek változása következik be. A belső súrlódási szög esetén csökkenés, míg a kohéziós értékeknél növekedés mutatkozott.

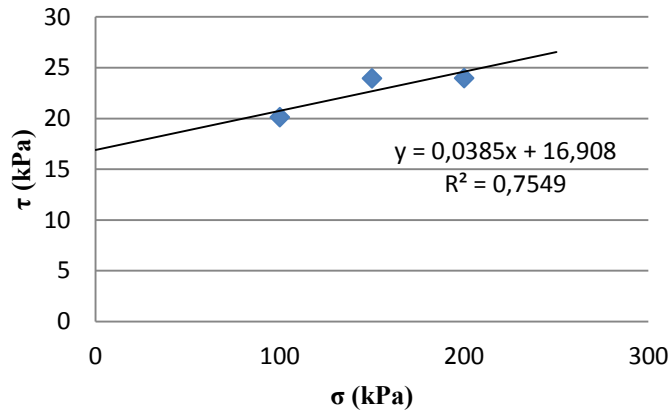
Ezek magyarázata a talaj agyagos voltából következik. Az agyagok rétegszilikátos szerkezete pH változás hatására összeomolhat, ami okozhatja a belső súrlódási szög csökkenését.



6. ábra. Belső súrlódási szög és kohézió változása a pH függvényében

Körgyűrű nyíró vizsgálatok CuSO_4 -os mintán

A szélső értékekig eltolt pH értékű talajokhoz hasonló vizsgálatot végeztünk 50 g/l CuSO_4 oldattal elárasztott mintán is. Ezen mérések eredményeiből szerkesztett Coulomb-féle tönkremeneteli egyenest tartalmazza a 5.ábra.



7. ábra. Körgyűrű nyírási vizsgálat - TH_ CuSO_4 -tal (50 g/l)

A 5. ábrán látható egyenesről leolvasható belső súrlódási szög értéke ($\Phi = 2,2^\circ$), a pH változtatás során tapasztalt alacsony értékeket mutatja. A 2.táblázatban található desztillált vizes méréshez képest a réz-szulfátos kezelés is csökkentette a talaj belső súrlódási szögét.

A kohézió ($c=16,9$ kPa) esetében viszont nem tapasztaltunk a savas-lúgos behatásoknál megfigyelt növekedést. Itt az érték a talaj természetes pH melletti kohézióját adta vissza.

Következtetések

Összefoglalásként elmondható, hogy a vizsgált talaj talajmechanikai paramétereit tekintve bizonyítható változások következtek be a különböző kémiai behatások következtében. Ezért a továbbiakban más talajok, valamint szennyezők bevonása indokolt lehet a kutatásokba.

Kulcsszavak: geotechnika, talaj, kémiai behatás, nyíróvizsgálat, ödométeres teszt

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Irodalom

1. Stefanovics, Filep, Füleky: Talajtan, Budapest, Mezőgazda Kiadó, 1999.
2. Kézdi Árpád: Talajmechanika I-II., Budapest, Tankönyvkiadó, 1952-1954.
3. Kézdi Árpád: Talajmechanikai praktikum., Tankönyvkiadó, Bp, 1972
4. Szepesházi Róbert: Geotechnika, Egyetemi jegyzet, Győr, 2008.

MEZŐGAZDASÁGI TALAJOK VIZSGÁLATA DINAMIKUS BEHATÁSOK KÖVETKEZTÉBEN

Makó Ágnes

Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet,
Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros
makoagnes@gmail.com

Bevezető

Napjainkban egyre inkább felértékelődik a jó minőségű termőtalaj szerepe a mezőgazdaságban. Fontos, hogy óvjuk a talajokat a különböző degradációt okozó külső behatásoktól. Az egyik ilyen ok lehet a talajművelés során fellépő tömörödések, melyeket a talajművelő eszközök okoznak.

A Miskolci Egyetem Geotechnikai Talajvizsgáló Laboratóriumában három különböző talajmintával dolgozunk, melyeknek agyagásványtani összetételét, valamint konzisztencia határait megállapítottuk. A talajok származási helyének felkeresése után méréseket végeztünk a helyszíneken, majd Magyarország talajainak mezőgazdasági alkalmasságát tekintve az egyik legalkalmasabb talajtípusba tartozót kiválasztottunk további terepi, illetve laboratóriumi vizsgálatok folytatására. Ez a talajtípus Megyaszó közeléből származik, fizikai féleségét tekintve vályognak nevezik a magyar nevezéktan szerint.

Terepi mérések bemutatása

A bevezetőben említett település közelében található mezőgazdasági művelés alatt álló területen méréssorozatot végeztem kollegáimmal.

A vizsgált területeken a nedvességtartalom és a talajmechanikai ellenállás mérésére a Magyarországon leggyakrabban alkalmazott 3T SYSTEM elektronikus talaj réteg indikátort, más néven penetrométert használtam.

Másik eszköz, amely a rendelkezésemre állt, a ZORN, ZFG 3000 GPS könnyű ejtősúlyos dinamikus terhelőtárcsás terepi eszköz (továbbiakban LDWT). Az LDWT a gyakorlati használatban különböző földművek (gátak, út- és épületalapok) tömörödöttségi állapotainak vizsgálatára szolgál.

A terepi mérések mellett a mérési pontokból vett talajminták víztartalmát laboratóriumban is meghatároztam.

A penetrométeres mérések eredményei alapján megállapítható volt az adott mezőgazdasági területre jellemző művelési mélység, azaz az eketalp mélysége. Ez a mélységhatár választja el a felső, művelt réteget az alsó, természetes állapotú rétegtől.

Az eketalp alatti rétegben az adott talajra jellemző szántóföldi vízkapacitás maximális értékéhez közeli eredményeket kaptunk.

Az LDWT által mért eredményekből megállapítható, hogy a méréssorozatok között talajművelést végeztek a mérési területen, amely a talaj fellazulásával járt együtt, illetve a mezőgazdasági gépjárművek okozta, szabad szemmel nem látható tömörödések jól kimutathatók.

Laboratóriumi mérések Tritech 100 kN típusú ciklikus triaxiális berendezéssel

A triaxiális berendezések alapvető feladata, hogy az általuk vizsgált közet, talaj vagy egyéb anyagok tulajdonságait, a mintavétel helyének megfelelő körülmények szimulálásával vizsgálja.

Ez azt jelenti, hogy a minta egytengelyű nyomó vizsgálata kiegészül, egy a minta palástjára ható oldalnyomással, mintha a mintát az eredeti környezetében „támasztaná” a körülötte lévő közeg.

A rendszer vezérlése lehetővé teszi bármilyen külső eszközön felvett dinamikus vagy ciklikus terhelési történést (pl.: földrengés, cölöpverés, vasúti forgalom) adatainak felöltését a teszrendszerbe, és így a jelenség reprodukálható a laboratóriumi mintán [1].

Mintatest bemutatása és az izotróp konszolidáció okozta változások

A vizsgálatok első lépéseként mindig elő kellett készíteni a megfelelő víztartalmú talajmintákat, majd ezeket hengeres próbatesté formáztam az előtömörítő géppel egy meghatározott nyomásértéken.

A hengeres talajmintákat rétegenként építettem fel, hogy biztosítani tudjuk a megfelelő homogenitást, valamint nyomon követhető legyen a felhasznált talaj tömege.

2. táblázat. A talajminták jellemző adatai

	Víztartalom	Nedves tömeg	Minta magassága	Minta átmérője
1. minta	21,00 %	2905,16 g	208 mm	100 mm
2. minta	20,95 %	2902,23 g	207 mm	100 mm
3. minta	17,25 %	2701,71 g	211 mm	100 mm
4. minta	17,10 %	2701,29 g	208 mm	100 mm
5. minta	12,77 %	2502,73 g	208 mm	100 mm
6. minta	12,21 %	2502,43 g	210 mm	100 mm

A dinamikus vizsgálatokat elsősorban telített talajokra használják, ezért szaturálni kell, de jelen dolgozatban a dinamikus hatások víztartalom függését is vizsgáltam, ezért a szaturációt elhagytam a folyamatból. Szaturáció során a talajmintát vízzel telítjük, mindaddig, amíg a pórusokban lévő levegőt a víz teljes mértékben fel nem oldja.

A mérési folyamat első lépése az izotróp konszolidáció, amely során a cellanyomás (CP) értékét egy meghatározott szintig növeltem a kívánt tömörség elérése érdekében. Az izotróp konszolidáció alatt az axiális és a radiális terhelés nagysága egyenlő, melyet a terhelőcellában lévő víznyomás biztosít. Ezen a konstans nyomáson a minta eléri a megfelelő tömörségi szintet, amellyel megpróbáljuk a természetben előforduló állapotokat labor körülmények között előállítani.

Az 5. és 6. minta esetén 1-1,25 mm-t csökkent a minta magassága, míg az első négy minta esetén 2-2,25 mm-es csökkenés figyelhető meg. Ennek oka a pórusok

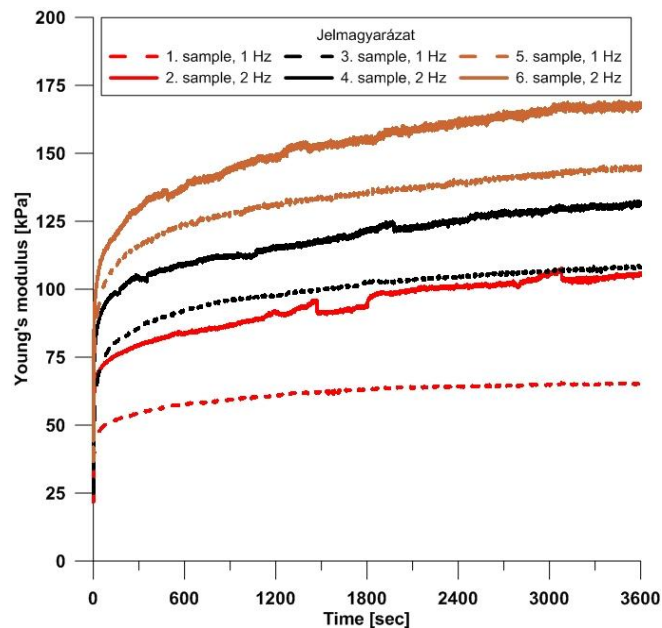
között található víz, ugyanis a nedvesebb talaj jobban össze tud tömörödni. Korábbi Proctor vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy ennek a talajnak az optimális víztartalma 13,2 % körül van, tehát ennél a víztartalomnál a legkisebb a minta hézagtenezője.

Ciklikus nyírási vizsgálatok

A konszolidációt a ciklikus nyírási vizsgálat követi, a beállításai az alábbiak voltak:

- ♦ Erő vezérelt terhelés, a mintára ható terhelést 1000 N erőben határoztam meg,
- ♦ A terhelés képe szinuszos hullám,
- ♦ Páratlan sorszámú minták esetében 1 Hz-es, páros sorszámúak esetében 2 Hz-es frekvenciát állítottam be,
- ♦ A minta drénezetlen, azaz az ellennyomás szelep zárva volt a terhelés során, így a víz a mintából nem távozhatott el.
- ♦ Páratlan sorszámú minták esetében 3600-as, páros sorszámúak esetében 7200-as ciklusszámot adtam meg, tehát mindegyik esetben egy órán keresztül tartott a ciklikus nyírási szakasz.

Az 1. ábrán a különböző víztartalmú, illetve terhelési frekvenciájú minták rugalmassági modulusát hasonlítottam össze. A rugalmassági vagy más néven Young modulus egy anyagra jellemző állandó, az adott anyag merevségéről ad információt [2].



8. ábra. A rugalmassági modulus

Az 1. ábrán is látható, hogy a víztartalomnak milyen nagy szerepe van. A közepesen nedves talaj (1., 2. minta) esetén két hertzes frekvenciánál 50%-os növekedés állapítható meg a rugalmassági modulus értéknél az egy hertzes frekvenciánál mérthez képest, míg a 17 %-os víztartalommal rendelkező talajnál ez az érték 20 %-ra csökkent, száraz talaj esetén pedig 15%-ra.

Megállapítható, hogy a rugalmassági modulus nem csak a víztartalomtól függ, hanem a terhelési frekvencia is befolyásolja.

Az érintő irányú nyíró feszültségek okozta alakváltozások jellemzésére a nyírási rugalmassági modulus szolgál [3].

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (1)$$

ahol

E a rugalmassági modulus, ν pedig a Poisson-tényező.

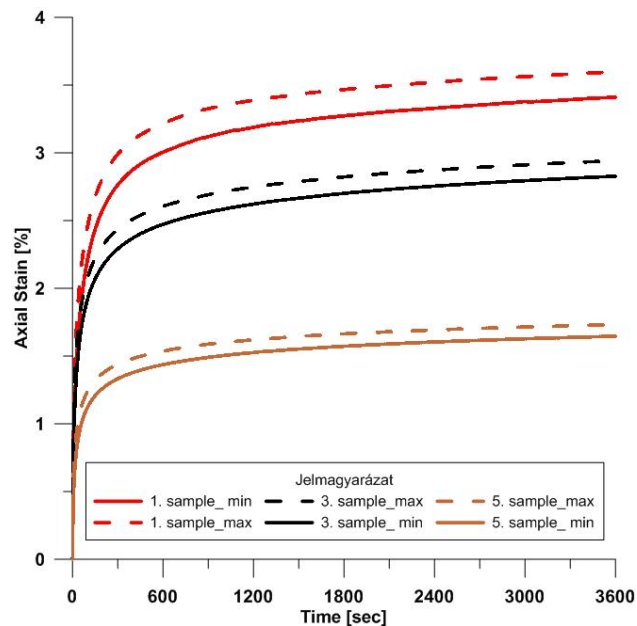
A berendezést vezérlő program a talaj Poisson-tényezőjét $\nu=0,5$ -nek feltételezi.

A nyírási modulusra kapott végeredmények hasonló tendenciát mutatnak, mint a rugalmassági modulusra kapott értékek. A legkisebb értéket a 21%-os víztartalommal rendelkező mintára kaptuk, ezt követte a 17%-os, majd a legnagyobb nyírószilárdsági érték a közel száraz állapotú, 12,5%-os nedvességtartalmú minta esetében volt.

A víz molekuláknak nincs nyírószilárdsági értékük, ezért a több vizet tartalmazó talaj képlékenyebb lesz, nyírási rugalmassági modulusa lecsökken.

A 2. ábra jól szemlélteti a hiszterézis görbe mozgását, amely a szemcsék tömörödése miatt következhet be

A nyírási modulushoz képest fordított tendenciát mutatnak az eredmények, magasabb víztartalom esetén ugyanakkora terhelések mellett nagyobb alakváltozás érhető el különböző frekvenciájú erőhatások mellett, mint szárazabb talajokon. Tehát a száraz talaj esetén ugyanakkora erőbefektetéssel kevesebb tömörítési munka végezhető, mint nedves állapotban. A munkavégzés a hiszterézis görbék által közrefogott terület nagysága adja meg. Két hertzes frekvencia esetén a tendencia hasonló, a mértéke nagyságrendileg azonosan csökken, mint a rugalmassági modulusé.



9. ábra. A hiszterézis görbe minimum és maximum pontjai 1 Hz-es frekvencia mellett

Összegzés

Végeredményként megállapítható, hogy a nedvesség tartalom mellett a különböző frekvenciájú terhelés is nagy mértékben befolyásolja a mérési eredményeket, ezért a jövőben tervezem a méréseim különböző paraméterek – pl. különböző nedvességtartalom, terhelés – melletti bővítését.

Kulcsszavak: geotechnika, mezőgazdaság, talaj, ciklikus, triaxiális

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

1. Triaxiális vizsgáló berendezés, talajok és egyéb minták vizsgálatához
Hozzáférhető: <http://www.complexlab.hu/termek/trixialis-vizsgalo-berendezes-talajok-es-egyeb-mintak-vizsgalatahoz>
2. [Hozzáférés 2012. február 24.]
3. Wood, D.M. 1990. Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics. Cambridge, England: Cambridge University Press.
4. Kézdi Á. Talajmechanikai praktikum (1976) Budapest, Tankönyvkiadó

AGGREGATION OF KAOLINITES AND SWELLING-DRYING EFFECT IN MICROAGGREGATES OF BENTONITES

Udvardi Beatrix^{1*}, Kovács István², Szabó Csaba¹, Mihály Judith³,
Németh Csaba³

¹Lithosphere Fluid Research Lab, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest,
Pázmány Péter sétány 1/C.

²Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.

³Hungarian Academy of Sciences, Science Research Center, H-1025 Budapest,
Pusztaszeri u. 59-67.

* *udvbeatrix@gmail.com*

Introduction

In soil mechanics, agriculture, engineering applications and geology concerning clays the clay-water relations are of crucial importance. These interactions depend on properties of the clay particles, particularly on the specific surface area of clays, which is inversely proportional to the average particle thickness and on size of aggregates of clays (domain-cluster-ped) building up the macrofabric system.

The nature of aggregates changes significantly with external and internal surface areas. The external surface area is a function of crystal size and the shape of particles, whereas the internal surface area is dependent on types of clay minerals in question influencing both the sorption of water and other compounds.

The aggregation style of clay minerals is markedly influenced by various factors such as humidity and temperature, which change the stability of clayey agents. Changes of the physicochemical conditions of the system evoke transitions in the balance of attractive and electrostatic repulsive forces, which result in changes in the style of aggregation [1]. These features have been observed in several studies microscopically or by infrared methods [2, 3, 4], however it has not been fully understood how it affects the spectra obtained by ATR-FTIR.

This paper aims to determine the effects of the grain size and availability of water (drying and wetting) on ATR-FTIR spectrometric features in microaggregates of clay standards with high amount of clay minerals. Parallel high resolution SEM images were also used to monitor the aggregation structure of clays under different conditions.

Materials and methods

Four standard clay samples used in this study obtained from the Clay Mineral Society Source Clays Repository. KGa-1b is a well ordered kaolinite from Washington County, Georgia, USA. KGa-2 is a poorly ordered kaolinite from Warren County, Georgia, USA. The observed montmorillonite were used Ca-Montmorillonite STx-1 from Gonzales, Texas, USA; and Na-Ca montmorillonite SWy-2 from Crook, Wyoming, USA.

Infrared spectra were recorded on the original samples, and later, on montmorillonite samples subjected to heating at different temperatures for 5 minutes

(at 60, 70, 80, 90, 100, 110 and 150 °C), wetting (in same proportion of distilled water for each sample). Five different portions, from each clay sample, were analyzed and their IR spectra were averaged. The Fourier-transform infrared (FTIR) spectra were obtained using a Varian 2000 FT-IR spectrometer, equipped with single reflection diamond ATR (attenuated total reflectance) cell for MIR measurements (400-4000 cm^{-1}), with 128 scans, and a resolution of 4 cm^{-1} . Correction of the relative intensities in the mid-range infrared spectrum was undertaken by using the Attenuated Total Reflectance (ATR) method ($A_{\text{corrected}} = (A_{\text{atr}}) * (\text{frequency}/\text{end frequency})^n$, where n is 1.0). This correction is necessary as in ATR spectra the light penetrates into the sample to a depth proportional to wavelength (the reflection angle, the refractive index of sample, and the refractive index of the ATR crystal also have an impact on the strength of absorption). Longer wavelengths penetrate more into the material and, therefore, are absorbed more. The baseline was corrected by the automatic algorithm of OPUS 6.5-software (concave rubber band correction, 2 numbers of iteration, 64 numbers of baseline points). All the spectra were recorded under identical experimental conditions. Therefore, the intensity and wavenumber of the characteristic infrared bands depend only on the particle size, degree of crystallinity and the chemical composition of the sample.

Morphologies, as observed in high resolution electron microscopic images by FEI Quanta 3D dual beam focused ion beam scanning electron microscope (ELTE) on a heated (at 150 °C), moisturized and original in each sample after coal coated preparation, in high vacuum [5]. The coating is necessary due to the charging effects, as the nonconductive surface character of clay particles tends to accumulate electrons and deteriorate image quality.

Results and discussion

Infrared spectra for untreated, heat-treated and moisturized samples of kaolinites (Fig. 1A) and montmorillonites (Fig. 2A, Fig. 3A) at different temperatures are shown. The strong band near 1000 cm^{-1} is due to Si–O–Si stretching vibrations, which corresponds to the characteristic band of montmorillonite and kaolinite. This band shifts to higher wavenumbers with increasing temperature in spectra of montmorillonites.

Stretching OH vibrations where the oxygen belongs to one of the coordination polyhedron building up the clay structure, stretching OH vibrations related to molecular water and bending vibration related to molecular water occur near 3620, ~3400 and 1635 cm^{-1} , respectively [i. e. 6, 7]. The intensity and relative area of these bands decreased with respect to the decreasing intensity of Si–O–Si band for the sample with increasing heating temperatures, indicating that the water molecules from the surface and partly from the interlayer spaces were removed (Fig. 2A, Fig. 3A). The decreasing shoulder near 3250 cm^{-1} was ascribed to an overtone of the bending mode of molecular water hydrating cations hydration water [7].

Heating from 60 °C to 150 °C causes a gradual shift of the OH stretching in molecular water (~3400 cm^{-1}) to higher wavenumbers with simultaneous decrease in its intensity, and the position of water bending vibration (~1600 cm^{-1}) is gradually shifted to lower wavenumbers in each sample. The broad

band of the spectrum in the 3500-3000 cm^{-1} region indicates that structural OH stretching band is superimposed on the broad band of adsorption water.

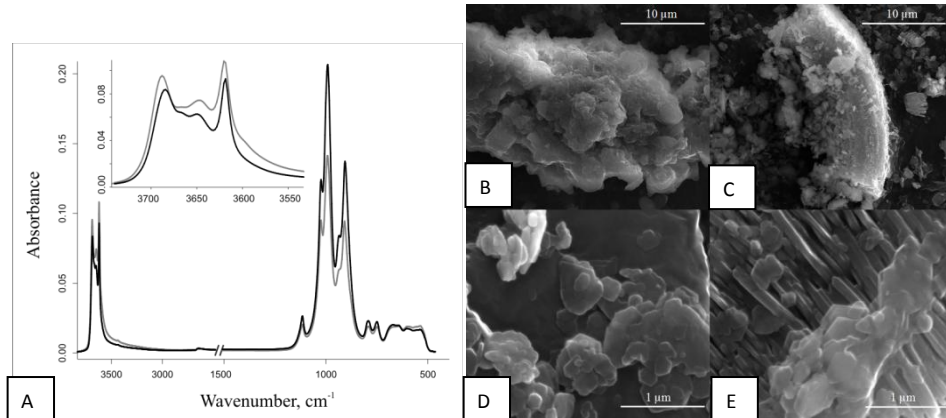


Figure 1. The averaged infrared spectra show KGa-2 (grey) and KGa-1b (black) kaolinites. In high resolution SEM images are KGa-2 (B, D) and KGa-1b (C, E) untreated kaolinite samples.

Figures 1-3 show the high-resolution scanning electron microscopic images of standard kaolinites and smectites indicate the microstructures at various conditions. The observed kaolinites show hexagonal (mostly in KGa-1b sample) or slightly rounded (mostly in KGa-2 sample) platelets, micropits, microislands, individual crystallites and broken edges (Fig. 1 B-E). The well ordered KGa-1b kaolinite comprises vermicular "books" or worm-like aggregates of kaolinite crystals. In the images of poorly ordered KGa-2 kaolinite, where the smaller flakes attach on the basal surface of larger particles, show a more complex surface structure than KGa-1b kaolinite. Previous studies [8] have shown that the complexity of the surface structure in the poorly crystallized kaolinite could contribute more than 30 % of the total area which is clear in images of KGa-2 kaolinite. The KGa-1b particles tend to be larger in diameter and thicker than KGa-2 particles. This is also manifested in the lower intensities in the infrared spectra of KGa-2 kaolinite (Fig. 1A).

The platy smectite particles form spherical and oval aggregates, in which the clays can be found as loose sheet like structures (Fig. 2 B-G, Fig. 3 B-G). The irregularity of particle edges of montmorillonites is less apparent in the moisturized samples than in the heated samples. The edge of the platelets bends irregularly upwards in the micrograph of heated samples. The SEM images of STx-1b montmorillonite indicate thin particles both in heated state and in moisturized state (Fig. 2 B, E, D, G). The moisturized sample of SWy-2 montmorillonite shows more compact structure than particles of STx-1b montmorillonite (Fig. 3 B, E). The SWy-2 montmorillonite consists more of parallel particles relative to STx-1b montmorillonite, which explains the high degree of desintegration in dry state. There are indications that random particle orientation and edge-to-face contacts prevent the

decrease in particle thickness (delamination). On the other hand, decrease in particle thickness is easier in case of mutual parallel orientation of clay particles [9].

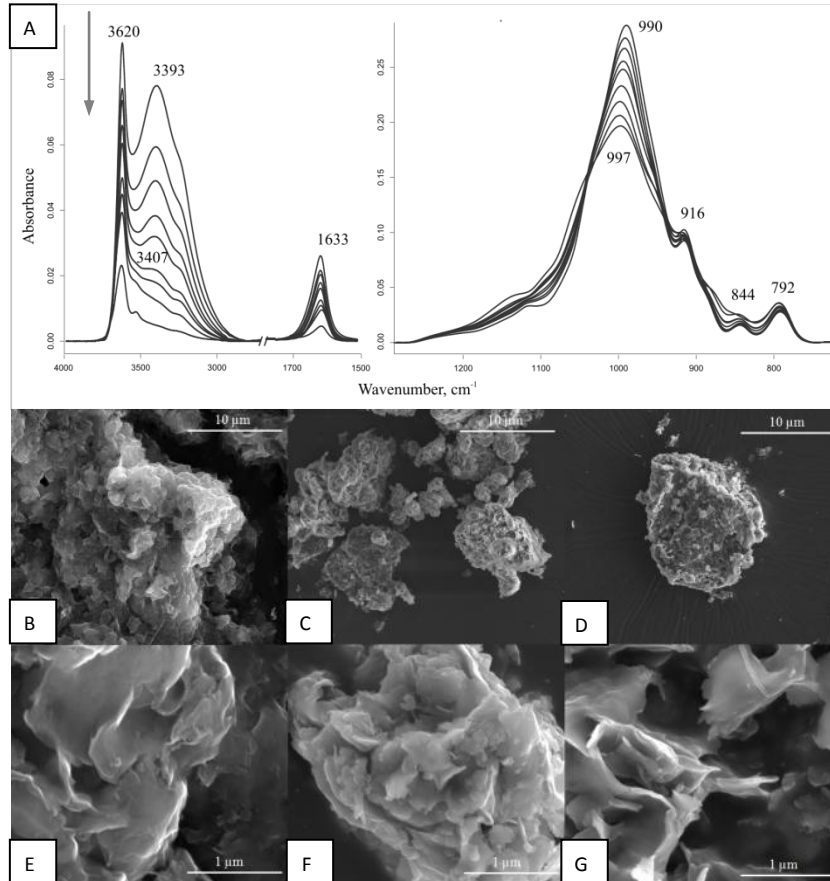


Figure 2. From the top to bottom, the averaged infrared spectra of STx-1b montmorillonite (A) represent the samples from wetting to heating. High resolution SEM images of STx-1b montmorillonite show: images: B, E: moisturized, C, F: original, D, G: heated sample.

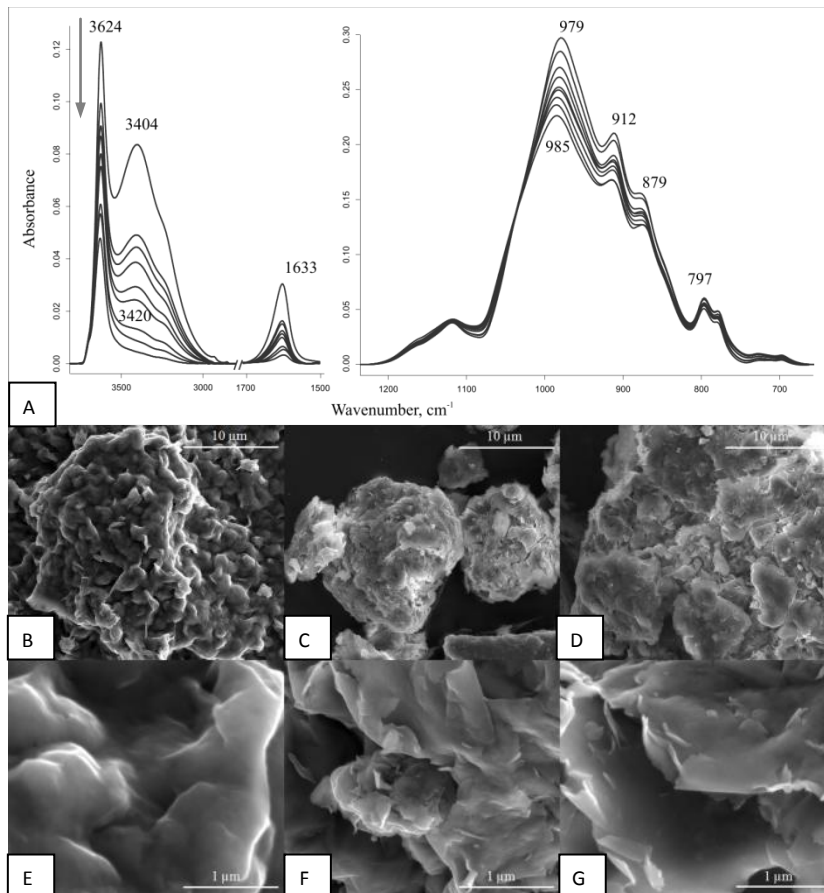


Figure 3. From the top to bottom, the averaged infrared spectra of SWy-2 montmorillonite (A) represent the samples from wetting to heating. High resolution SEM images of SWy-2 montmorillonite show: B, E: moisturized, C, F: original, D, G: heated sample.

The observed features on ATR-FTIR spectra and SEM images of clay minerals can indicate the importance of size and total surface area of clay minerals which influence the penetration depth of infrared radiation. The lower size and the higher surface area cause higher intensity of infrared spectrum. However, the decrease of aggregate size causes decreasing intensity which was also confirmed [10]. The most considerable differences during the experiments are shown for montmorillonites because the TOT clays, such as montmorillonites, have one of the largest external and internal surface.

Conclusions

The heating and wetting experiments by ATR-FTIR and SEM give information concerning the aggregation. A clay particle is composed of several crystallites,

therefore the heating followed by a decrease in the intensity and band area of O–H and Si–O stretchings and a possible decrease in their thickness due to the disintegration of aggregates and decrease the size of aggregates.

Acknowledgements

The authors owe thanks to the members of Lithosphere Fluid Research Lab and Gábor Varga (Material Sciences and Biological Research Center, Eötvös University). This work was performed under the financial support of TAMOP 4.2.1./B-09/1/KMR-2010-0003 and MC IRG NAMS-230937 to IK.

Keywords: clay minerals, aggregation, ATR-FTIR, SEM

References

1. Bennett, R. H. & Hulbert, M. H. (1986) Clay Microstructure: D. Reidel, Dordrecht, The Netherlands, 57–58.
2. Wolff, R. G. (1963) Structural aspects of kaolinite using infrared absorption. *Am. Mineral.* 48: 390–399.
3. Suzuki, S., Prayongphan, S., Ichikawa, Y., Chae, B.-G. (2005) In situ observations of the swelling of bentonite aggregates in NaCl solution. *Appl. Clay Sci.*, 29: 89–98.
4. Du, J., Morris, G., Pushkarova, R. A. & Smart, R. St. C. (2010) Effect of Surface Structure of Kaolinite on Aggregation, Settling Rate, and Bed Density. *Langmuir*, 26: 13227–13235.
5. Udvardi, B. (2011) Investigation of water and hydroxyl content in clay minerals by complex analytical methods. p. 86. M.Sc. Thesis, Department of Petrology and Geochemistry, Budapest.
6. Kovács, I. (2008) Water in the nominally anhydrous minerals of the upper mantle: Analytical and experimental developments, p. 228. Ph.D. thesis, Australian National University, Canberra.
7. Farmer, V.C. (1974) The layer silicates. In: Farmer, V.C. (ed.), *The Infrared spectra of Minerals*. The Mineralogical Society, London, 331–363.
8. Zbik, M. & Smart, R.St.C. (1998) Nanomorphology of kaolinites: comparative SEM and AFM studies. *Clays and Clay Minerals*, 46, 153–160.
9. Stepkowska, E.T., Pérez-Rodríguez, J. L., Maqueda, C., Starnawska, E. (2004) Variability in water sorption and in particle thickness of standard smectites. *Appl. Clay Sci.*, 24: 185–199.
10. Bishop, J.L., Pieters, C.M. & Edwards, J.O. (1994) Infrared spectroscopy analyses on the nature of water in montmorillonite. *Clays and Clay Minerals*, 42: 702–716.

TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK ÉS SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK, MINT KÖRNYEZETVÉDELMI PROBLÉMÁK A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Várallyay György

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézete

(MTA AKK TAKI), 1022 Budapest, Herman O. út 15.

g.varallyay@rissac.hu

Bevezetés

A Kárpát-medencében a *fenntartható fejlődés* megkülönböztetett jelentőségű eleme természeti erőforrásaink, benne *talajkészleteink* (felszín közeli geológiai képződmények – talaj – víz – élővilág – légkör kontinuum) *ésszerű hasznosítása, védelme, sokoldalú funkcióképességének fenntartása*.

A Kárpát-medence, különösen alföldjei *általában és viszonylag kedvező agroökológiai adottságokkal* rendelkeznek [1, 2]. De e kedvező adottságok igen nagy tér- és időbeni *változatosságot* mutatnak, *szeszélyesek, szélsőségekre hajlamosak*, s érzékenyen reagálnak bizonyos természeti okok miatti vagy különböző emberi tevékenység okozta *stresszhatásokra*.

Talaj, mint multifunkcionális természeti erőforrás

A Kárpát-medence legfontosabb *feltételesen megújuló természeti erőforrását* a talajkészletek képezik.

A talaj három *specifikus, unikális* tulajdonsággal rendelkezik:

- ♦ Termékenység.
- ♦ Megújuló képesség.
- ♦ Multifunkcionalitás: primér biomassza-termelés alapvető közege, a bioszféra primér tápanyagforrása; a többi természeti erőforrás integrátora, transzformátora; hő-, víz-, tápelem-, szükséges esetben szennyezőanyag-raktár; stresszhatások puffer közege; szűrő- és detoxikáló-rendszer; bioszféra gén rezervoárja [2].

A felsorolt funkciók mindegyike nélkülözhetetlen, azok egymáshoz viszonyított fontossága, jelentősége, „súlya” azonban térben és időben egyaránt nagymértékben változott az emberiség történelme során, s változik ma is. Hogy hol és mikor melyik funkciót hasznosítja az ember, az az adott gazdasági helyzettől, szocio-ökonómiai körülményektől, politikai döntésektől, az ezek által megfogalmazott céloktól, „elvárásoktól” függ. A megújuló képesség feltételeinek elmulasztása vagy elhanyagolása gyakran vezetett ésszerűtlen talajhasználathoz, a talaj kizsárolásához, megújuló képességének megghiúsulásához, egy vagy több talajfunkció zavarához, súlyosabb esetben komoly környezet-károsodáshoz.

A Kárpát-medence változatos domborzatú geológiai képződményein a változatos éghajlati és hidrológiai viszonyok, természetes növényzet, valamint emberi tevékenység hatására igen változatos talajképződési folyamatok indultak meg és eredményezték a különösen változatos, gyakran mozaikosan tarka talajtakaró kialakulását. A változatosság horizontálisan (foltosság) és vertikálisan

(rétegeztség) egyaránt kifejezett és a legtöbb talajtulajdonságra érvényes. A talajok általában és viszonylag kedvező adottságokkal rendelkeznek, különböző célú biomassza-termelés céljára.

A viszonylag kedvező adottságokat azonban elsősorban az alábbi három tényező korlátozza:

1. Talajdegradációs folyamatok [3, 4, 5].
2. Szélsőséges vízháztartási helyzetek [6, 7, 8, 9].
3. A szerves anyag és az elemek (növényi tápanyagok és potenciális szennyező anyagok) kedvezőtlen biogeokémiai körforgalma [1, 5].

Talajtermékenységet gátló tényezők, talajdegradációs folyamatok

A Kárpát-medence jelentős területein *korlátozzák* a talaj multifunkcionalitását, benne *termékenységét* az alábbi *tényezők* [10]: nagy homoktartalom; savanyú kémhatás; szikesedés; szikesedés mélyebb talajrétegekben; nagy agyagtartalom; láposodás, mocsarasodás; erózió; felszín közeli tömör kőzet. E tényezők *természeti* (termőhelyi) *adottságok*, amelyekhez vagy *alkalmazkodni* kell *megfelelő* talajhasználattal, művelési ággal, vetésszerkezettel és agrotechnikával, vagy – amennyiben az lehetséges, szükséges, indokolt és racionális – azok *megváltoztatásával* (melioráció, talajjavítás, talajvédelem, vízrendezés).

A talaj anyagforgalmának számunkra kedvezőtlen irányban történő megváltozását jelentő *talajdegradációs folyamatok* természeti okok (pl. klímaváltozás, árvíz, földcsuszamlás stb.) miatt, vagy a sokoldalú emberi tevékenység közvetlen vagy közvetett hatásaiként; tudatos vagy nem kívánt (ismert, kiszámítható vagy váratlan) következményeiként egyaránt bekövetkezhetnek [3, 4].

Európa Talajvédelmi Stratégiájának kidolgozása során 8 talajdegradációs folyamat vizsgálata és „kezelése” kapott prioritást. Ezeket mutatjuk be az 1. ábrán [4].



1. ábra. Talajdegradációs folyamatok Európában

Sajnos, e degradációs folyamatok különböző mértékű káros hatásai a Kárpát-medencében is kivétel nélkül előfordulnak [3, 4]: (1) Víz és szél okozta erózió. (2) Savanyodás. (3) Sófelhalmozódás, szikesedés. (4) Talajszerkezet leromlása,

tömörödés. (5) A talaj vízgazdálkodásának szélsőségesé válása. (6) Biológiai degradáció: kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyag-készlet csökkenése. (7) A talaj tápanyagforgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása. (8) A talaj pufferképességének csökkenése, talajmérgezés, toxicitás.

A *talajdegradációs folyamatok* nem szükségszerű és kivédhetetlen következményei az *ésszerű és megfelelő* földhasználatnak. Az esetek túlnyomó részében *megelőzhetőek, kivédhetőek*, vagy legalább bizonyos tűrési határig *mérsékelhetőek*. Ehhez azonban a talaj „megújuló képességének” feltételeit biztosító, tudományosan sokoldalúan megalapozott beavatkozások szükségesek. Ezek kidolgozásához pedig egy olyan *korszerű és naprakész talajtani adatbázis*, amely *megfelelő* információit nyújt a talajok jelenlegi környezeti állapotáról, annak változásáról (*monitoring*), valamint a talajok környezeti érzékenységéről/sérülékenységéről.

A talajdegradációs folyamatok felmérésére és térképezésére az EU integrált nemzetközi programot indított, amelynek kidolgozásában Magyarország is tevékeny részt vállalt, sőt meghatározó szerepet játszott [11]. Fenti célok megvalósítása érdekében

- ♦ Az országban fellelhető és hozzáférhető talajtani információ (térképek, adatok, leírások) felhasználásával Magyarország kistáj-katasztere alapján 88 komplex degradációs régiót különítettünk el, megalkottunk egy olyan korszerű GIS-alapú talajtani adatbázist, s megszerkesztettünk egy olyan tematikus talajtani atlaszt, amely hét tematikus térképen ábrázolja a legfontosabb talajtulajdonságokat az ország hét nagytáján [5].
- ♦ Módszert dolgoztunk ki a talaj környezeti érzékenységének jellemzésére. Megállapítottuk, hogy a talajnak (illetve a területnek) nincs általános *környezeti érzékenysége*, hanem ez mindig egy-egy *adott* stresszhatással, „fenyegetettséggel” szembeni *érzékenységet/sérülékenységet/tűrőképességet/terhelhetőséget*, illetve regenerálódó képességet kifejező *specifikus tulajdonság* [9].
- ♦ Mindezek figyelembe vételével megszerkesztettük a talajok víz- és szélérózióval, savasodással, szikesedéssel, szerkezet-leromlással és tömörödéssel, valamint a nitrát-bemosódással szembeni érzékenységét/sérülékenységét ábrázoló térképsorozatot [11, 12].

Korlátozott vízkészletek, szélsőséges vízháztartási helyzetek – a talaj, mint hatalmas természetes víztározó

Korlátozott vízkészletek

A Föld korlátozott édesvíz-készletei egyre keresettebb hiánycikké, stratégiai tényezővé, gyakran nemzetközi konfliktusok forrásává válnak, hisz a korlátozott vízkészletekből egyre nagyobb és sokoldalúbb igényeket kell(ene) kielégíteni.

A *Kárpát-medence* természeti adottságai között is nagy biztonsággal előrejelezhető, hogy az életminőség javítását célzó társadalmi fejlődésnek, a multifunkcionális mezőgazdaság- és vidékfejlesztésnek és a környezetvédelemnek egyaránt a *víz* lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése pedig megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata.

A lehulló csapadék a jövőben sem lesz több (sőt a prognosztizált globális felmelegedés következtében esetleg kevesebb) mint jelenleg, s nem fog csökkenni annak tér- és időbeni változékonysága sem. Mégpedig a Kárpát-medencében elsősorban éppen ennek van megkülönböztetett jelentősége. Az évek közötti, az éveken, hónapokon, sőt napokon belüli csapadék-megoszlás ugyanis egyaránt szeszélyes, „oszcilláló” ingadozásokat mutat. S az utóbbi években ugrásszerűen megnőtt a nagy intenzitású záporok valószínűsége, gyakorisága, súlyossága is [2, 7].

Nem lehet számítani a 85–90%-ban szomszédos országokból érkező felszíni vizeink mennyiségének növekedésére sem, különösen nem a kritikus „kisvízi” időszakokban. Felszín alatti vízkészleteink ugyancsak nem termelhetők ki korlátlanul súlyos környezeti következmények nélkül, mint erre az utóbbi években a már-már katasztrofális következményekkel járó és „sivatagosodási tüneteket” okozó Duna–Tisza közti talajvízszint-süllyedés hívta fel a figyelmet.

A társadalom egyre sokoldalúbbá váló növekvő vízigényének kielégítését tehát korlátozott és a szeszélyes eloszlású légköri csapadékból származó vízkészletekből kell megoldani. Ez csak a vízfelhasználás határfokának növelésével valósítható meg, amelynek egyik nélkülözhetetlen eleme a talaj vízháztartásának, nedvességforgalmának hatékony szabályozása, ami a Kárpát-medence alföldjein a *fenntartható fejlődés* egyik kulcskérdése.

Szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek

A *klimaváltozás prognózisok* egybehangzó megállapítása szerint a *szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek* bekövetkezésének valószínűsége, gyakorisága, tartama és súlyossága egyaránt növekedni fog, s fokozódnak kedvezőtlen, káros, bizonyos esetekben katasztrofális gazdasági, környezeti, ökológiai, sőt szociális következményei is [7, 9].

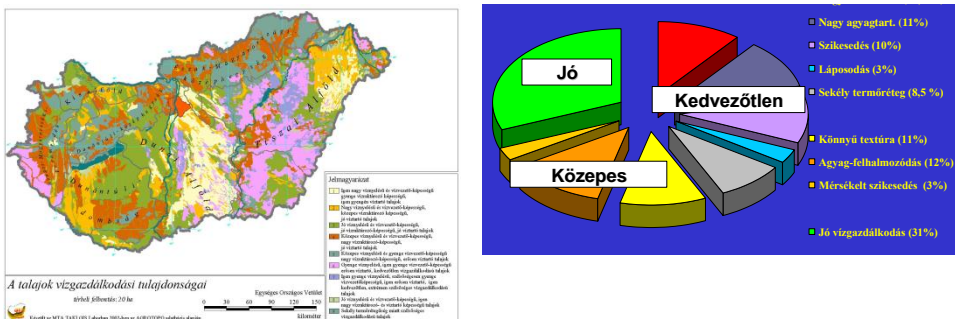
A *szélsőséges vízháztartási helyzetek* (vízfelesleg: árvíz, belvíz, túlnedvesedés; vízhiány: aszály) fő okai a légköri csapadék nagy és szeszélyes tér- és időbeni variabilitásán, szélsőségességén túlmenően az eső: hó arány és a hóolvadás körülményei; a változatos makro-, mezo- és mikrodomborzat; a talajviszonyok; a növényzet; és a nem megfelelő talajhasználat. Következményei pedig vízvesztesség (felszíni lefolyás, párolgás, mélybe szivárgás), talajvesztesség (szerves anyag, növényi tápanyagok); biota károsodás és biodiverzitás-csökkenés; növénypusztulás vagy károsodás, termésvesztesség (mennyiség, minőség); energiavesztesség [6, 8, 12].

A talaj, mint hatalmas potenciális természetes víztározó

A Kárpát-medence szélsőségességére hajlamos időjárási körülményei között megkülönböztetett jelentősége van annak, hogy *a talaj a térség legnagyobb potenciális természetes víztározója*. 0–100 cm-es rétegének pórusterebe *elvileg* a lehulló átlagos csapadékmennyiség közel kétharmada egyszerre beleférne. Hogy ennek ellenére a Kárpát-medence alföldjeinek talajaira mégis az előbbieken bemutatott szélsőségesség, illetve az arra való hajlam a jellemző, annak az oka, hogy talajaink 43%-a különböző okok miatt kedvezőtlen, 26%-a közepes, s csak (?) 31%-a jó vízgazdálkodású (2. ábra) [6, 8].

A nagy tározótér – szélsőséges vízháztartás ellentmondás alapvető oka, hogy a talaj potenciális nedvességtározó terének *hasznos kihasználását* igen nagy területen korlátozzák:

- ♦ A talaj felszínére jutó víz talajba szivárgását akadályozó tényezők:
 - ♦ a víz tárolására egyébként alkalmas póruster vízzel telítettsége („*tele palack effektus*”), mivel azt egy előző vízforrás) előzetesen már feltöltötte;
 - ♦ a felszíni talajréteg fagyott volta („*befagyott palack effektus*”);
- ♦ kis vízáteresztő képességű réteg a talaj felszínén vagy felszín közelben („*ledugaszolt palack effektus*”).
- ♦ A talajba szivárgott víz hasznos (növények számára felvehető formában történő) tározását korlátozó kis víztartó képesség (homoktalajok: „*lyukas palack effektus*”) vagy nagy holtvíztartalom (agyagtalajok): kis hasznosítható vízkészlet → aszályérzékenység.



2. ábra. Magyarországi talajok vízgazdálkodása és annak okai

A talaj vízháztartás-szabályozása, mint a fenntartható fejlődés és a környezetvédelem kulcs feladata a Kárpát-medencében

A szélsőséges vízháztartási és ökológiai *stressz*-helyzetek megelőzésének, kiküszöbölésének, mérséklésének megkülönböztetett jelentősége van a Kárpát-medence alföldi területein. Ez kétirányú vízháztartás-szabályozást tesz szükségessé, amelynek alaptétele nem lehet más, mint

- ♦ a talaj felszínére jutó víz talajba szivárgásának, és
- ♦ a talajban történő hasznos (a növények számára felvehető formában történő) tározásának elősegítése.

Ezzel egyidejűleg csökkenthető a „*túl sok víz*” (árvíz és/vagy belvízveszély, túlnedvesedés) és a „*túl kevés víz*” (aszály) állapot veszélye. Csökkennek az elfolyási, párolgási, el-, ill. mélybe szivárgási veszteségek; a talajban tározott vízkészlet pedig hosszabb csapadégmentes időszakokra képes a természetes növényzet és a termesztett kultúrák vízigényét (többé vagy kevésbé) kielégíteni, mérséklődik a „csapadék-kiszolgáltatottság”, csökken az aszályérzékenység.

A talaj vízháztartás-szabályozásának lehetőségeit, módszereit foglaltuk össze, utalva arra is, hogy e beavatkozások túlnyomó része egyben hatékony környezetvédelmi intézkedés is [13].

Következtetések, teendők

A talaj, mint természeti erőforrás, megújuló képessége, multifunkcionalitása és termékenysége szempontjából egyaránt megkülönböztetett jelentősége van a talaj vízgazdálkodásának és nedvességforgalmának, Hisz ez a növényzet és a biota közvetlen vízellátásán kívül többnyire döntő mértékben befolyásolja a többi talajökológiai tényező (levegő-, hő- és tápanyag-forgalom, biológiai tevékenység) állapotát és dinamikáját is. Jelentős (gyakran meghatározó) hatással van a talaj abiotikus és biotikus transzport és transzformációs folyamataira, anyag- és energiaforgalmára is. Hat továbbá a talaj technológiai állapotára, művelhetőségére, a talajművelés energiaigényére; valamint a talaj környezeti érzékenységére, stressztűrő képességére, technikai és kémiai terhelhetőségére is [8, 9].

A kedvezőtlen talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek – bizonyos határfeltételek között – *szabályozhatók*: káros gazdasági/ökológiai/környezeti/társadalmi következményei megelőzhetőek, kivédhetőek, bizonyos tűrési szintig mérsékelhetőek. Mégpedig korszerű, sokoldalú, részletes és pontos adatbázisokra, információs és monitoring rendszerekre alapozott reális és megbízható előrejelzések, érzékenység és stressz-tűrés elemzések alapján. Mindezek nélkülözhetetlen és prioritást érdemlő elemei a fenntarthatóság alapelvét szem előtt tartó racionális talajhasználatnak, a korszerű vízgazdálkodásnak, és az eredményes környezetvédelemnek egyaránt [6, 12].

Kulcsszavak: talaj–víz kölcsönhatások; talajdegradációs folyamatok; szélsőséges vízháztartási helyzetek; talajnedvesség-szabályozás; fenntartható talajhasználat és vízgazdálkodás

Irodalom

1. Láng I., Csete L. & Harnos Zs., 1983. A magyar mezőgazdaság agroökológiai potenciálja az ezredfordulón. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
2. Magyarország Nemzeti Atlasza, 1989. Magyar Tudományos Akadémia. Budapest.
3. Várallyay Gy., 1989. Soil degradation processes and their control in Hungary. Land Degradation and Rehabilitation. 1. 171–188.
4. Várallyay, Gy., 2006. Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. Agrokémia és Talajtan. 55. 9–18.
5. Várallyay Gy., 2010. Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, a környezeti állapot meghatározó tényezői. KLÍMA-21 Füzetek. 62. 4–28.
6. Várallyay, Gy., 2010. Increasing importance of the water storage function of soils under climate change. Agrokémia és Talajtan. 59. 7–18.
7. Pálfai I., 2005. Belvizek és aszályok Magyarországon (Hidrológiai tanulmányok). Közlekedési Dokum. Kft. Budapest.
8. Várallyay Gy., 2004. A talaj vízgazdálkodásának agroökológiai vonatkozásai. AGRO-21 Füzetek. 37. 50–70.

9. Várallyay Gy., 2010. A talaj, mint víztározó; talajszárazodás. „KLÍMA-21” Füzetek. 59. 3–25.
10. Szabolcs I. & Várallyay Gy., 1978. A talajok termékenységét gátló tényezők Magyarországon. Agrokémia és Talajtan. 27. 181–202.
11. Szabó, J., Pásztor, L., Suba, Zs., Várallyay, Gy., 1998. Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping. Agrokémia és Talajtan. 47. 63–75.
12. Németh T., Stefanovits P. & Várallyay Gy., 2005. Országos Talajvédelmi Stratégia tudományos háttere. Tájékoztató: Talajvédelem. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. Budapest.
13. Birkás M. & Gyuricza Cs. (szerk.), 2004. Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség. SzIE MKK. Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft. Gödöllő.

GEOCHEMICAL MEASUREMENTS ON URBAN SOIL SAMPLES FROM AJKA, HUNGARY

Zachary Dóra^{1*}, **Jordan Győző**², **Szabó Csaba**¹

¹Lithosphere Fluid Research Lab, Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös University, Pázmány Péter sétány 1/C, H-1117, Budapest, Hungary

²Geological Institute of Hungary, Environmental Geology Department, Stefánia út 14., H-1143, Budapest, Hungary

* *zachary.dora@gmail.com*

Introduction

Urban environment may concentrate contaminants in large quantities deriving from industry, traffic, fertilizers, tailings and wastes. More than half of the world's population is living in urban areas and urban environmental pollution have received significant attention in the past few decades with special regard to the toxic element content of soils [e.g. 1, 2, 3, 4].

Soil plays a fundamental role in plant nutrient uptake and groundwater filtration. In addition, soil is one of the most essential parts of the urban ecosystem contributing to the biogeochemical cycles along the rock-soil-plant-animal and human pathway. Therefore, soil influences human health, especially of children who can have direct contact to the urban soils by suspended dust or direct ingestion [e. g. 5, 6, 7]. For this reason, the urban geochemical sampling at children places, such as playgrounds and school gardens has become a generally recognised procedure in the past few years [e.g. 8, 9, 10].

The major objective of this research was to study and map the spatial distribution of trace element (e.g., As, Pb, Cd, Mo, Ba) content of soils in order to figure out a link between the contamination sources and the receiving urban soils at sensitive receptor locations in the city of Ajka, western Hungary. We also compared our results to official and scientifically determined limit values to point out the relative polluted areas, which have the possibility to risk the environment and human health.

Material and methods

Forty-six soil samples have been collected at 44 locations in Ajka, which has been one of the most industrialized cities in Hungary in the past with multiple contamination sources of glass industry, heavy alumina industry and coal-based power plants supplied by the nearby bauxite and coal mines. The samples were collected from the surface layer of the soils, at depth of 0-10 cm along a 1x1 km grid following EuroGeoSurveys international standards. The whole grid covers an area of 48 km². In each grid cell a sampling site was selected at playgrounds, parks and other communal areas.

Samples were dried at 40 °C before laboratory analyses. Sample preparation also includes thorough homogenization and sieving. Grain size distribution and loss on ignition were also determined. Samples were analysed with ICP-OES method after the aqua regia digestion to quantify the trace element content of the soils.

Results

Seventeen elements were analyzed, here we present our results on those five (As, Pb, Cd, Mo, Ba) which are assumed to represent major pollution sources.

The measured concentrations are illustrated in *Figure 1*. The map shows the main urban network, the main roads and industrial areas of Ajka. The sampling sites are represented with points proportional to the selected element concentrations. The '+' symbols in the points indicate the exceedance of different environmental standards. Hungarian national legislation on the protection of groundwater and the geologic medium [11] defines environmental standards as follows: (A) background concentration: typical concentration of a particular substance reflecting natural or close to natural conditions in the groundwater or in the soil, (B) pollution limit value: risk substance, with due regard in the case of groundwater to the requirements of drinking quality and the aquatic ecosystem, in the case of the geological medium of the full range of soil functions and the sensitivity of groundwater to pollution, (C_i) intervention pollution limit value: risk substance concentration level set forth in a special act of legislation (C₁ = especially sensitive, C₂ = sensitive, C₃ = less sensitive area). The regional geochemical background and typical range values are defined by the 1:500,000 Geochemical Atlas of Hungary published by the Geological Institute of Hungary [12]. In accordance with this classification, Ajka is situated in the Geochemical Region 2 of Hungary, a carbonate geochemical region characterized by Ca, Mg and Sr (and SO₄) element group.

The measured concentration values for As have higher values than the regional geochemical background value (6.3 ppm) at 20 sampling points, however all of them are in the typical range value (<2.5-57 ppm) for this geochemical region. In addition, neither of them exceed the A (background concentration) value (10 ppm) defined by environmental legislation. Pb concentrations exceed regional geochemical background value (13 ppm) at 19 points, two of them are above the typical range value (5.3-23 ppm) and one of them are higher than the A value (25 ppm). In seven points the Cd concentrations are above the regional geochemical background value (<0.5 ppm) and the A value (0.5 ppm), but neither of them exceed the typical range value (< 0.5-3.4 ppm), nor reach the B (pollution limit value) threshold (1 ppm). Our study shows that Mo concentrations are higher than the A value (3 ppm) in 3 points, and higher than the B value (7 ppm) in 3 samples, and exceed the C₁ (intervention pollution limit value for especially sensitive areas) threshold (20 ppm) in 1 sample. Seven samples indicate that the Ba concentrations are above the regional geochemical background value (68 ppm), whereas they do not exceed the typical range value (22-158 ppm) and none of them reach the A value (150 ppm).

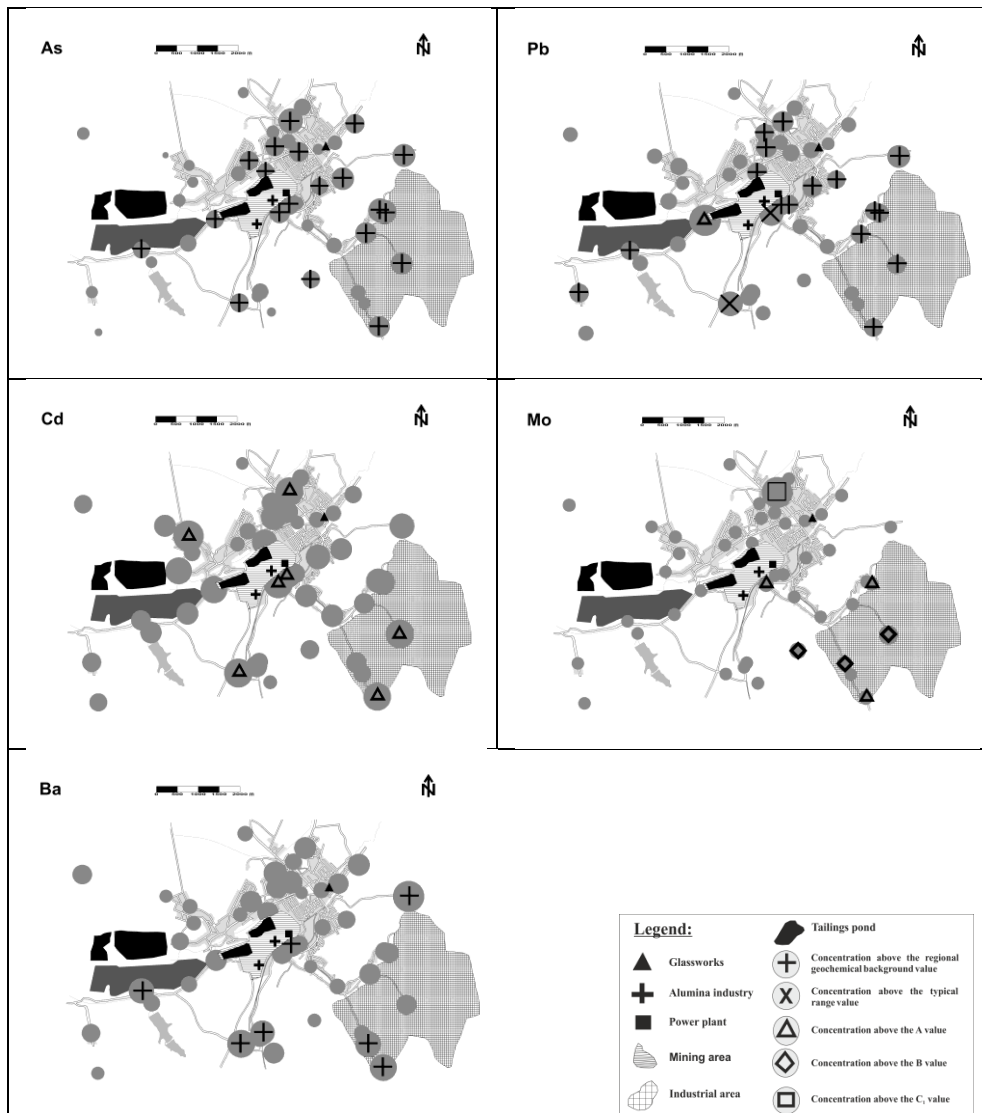


Figure 1. Spatial distribution of measured concentrations of As, Pb, Cd, Mo and Ba in urban soil samples. The concentrations are illustrated with circles proportional to the measured values. The '+' symbols in the circle represent those concentrations which exceeded the different environmental standards. Geochemical background and typical range values are determined by the Geological Institute of Hungary for this geochemical region [12]. The A (background concentration), B (pollution limit value) and C₁ (intervention pollution limit value for especially sensitive areas) values are declared by Hungarian environmental legislation [11].

The pollution sources cannot be identified exactly in each case, however, characteristic trends can be recognized in the spatial disturbance of the elements

above. The higher concentrations of As and Ba are associated with the mining area because coal can contain appreciable amounts of As [13] and soils developed over coal spoil and coal ash waste are high in trace element such as As, Hg, V, Ni, Cr, Zn, Cu, Cd, Ba and Pb [e.g. 14]. The elevated Pb concentrations may reflect the industrial area because coal combustion releases large amounts of harmful particulates, including Pb-bearing particles, into the environment [15]. Cadmium has multi-source pollution (industrial, mining and traffic origin), thus the pollution sources at Ajka cannot be separated clearly. The highest Mo concentration was measured in a peat sample due to the fact that Mo is commonly present at trace levels in organic rich soils due to strong complexes with organic matter [13].

Conclusions

This study shows that the Mo concentrations exceed the A, B and C₁ environmental standards, whereas Cd and Pb are higher than the A value in some samples. The other elements do not reach the A value however in some cases they are higher than the regional geochemical background value.

Pollution sources cannot be identified clearly but the spatial trends of the elements show that higher concentrations can be observed for As and Ba in the coal mining area and in the industrial area for Pb, whereas elevated concentrations of Mo are found in the peat sample. Cadmium has multiple sources.

Acknowledgements

The authors owe thanks to the members of Lithosphere Fluid Research Lab especially to Csilla Király, Viktória Forray and Péter Völgyesi for fieldwork, and to András Bartha, Zsolt Horváth and Ferenc Budai of the Geological Institute of Hungary for the laboratory analyses.

Keywords: urban soil, trace element content, pollution

References

1. Birke M, Rauch U. Urban Geochemistry: Investigations in the Berlin Metropolitan Area. *Environmental Geochemistry and Health* 2000; 22: 233-248.
2. Norra S, Lanka-Panditha M, Kramar U, Stüben D. Mineralogical and geochemical patterns of urban surface soils, the example of Pforzheim, Germany. *Applied Geochemistry* 2006; 21: 2064-2081.
3. Ajmone-Marsan F, Biasioli M. Trace Elements in Soils of Urban Areas. *Water, Air, Soil Pollution* 2010; 213: 121-143.
4. Andersson M, Ottesen RT, Langedal M. Geochemistry of urban surface soils – Monitoring in Trondheim, Norway. *Geoderma* 2010; 156: 112-118.
5. Mielke HW, Berry KJ, Mielke, PW, Powell ET, Gonzales CR. Multiple metal accumulation as a factor in learning achievement within various New Orleans elementary school communities. *Environmental Research* 2005; 97: 67-75.
6. Guney M, Zagury GJ, Dogan N, Onay TT. Exposure assessment and risk characterization from trace elements following soil ingestion by children exposed

- to playgrounds, parks and picnic areas. *Journal of Hazardous Materials* 2010; 182: 656-664.
7. Laidlaw MAS, Taylor MP. Potential for childhood lead poisoning in the inner cities of Australia due to exposure to lead in soil dust. *Environmental Pollution* 2011; 159: 1-9.
 8. Ljung K., Selinus O, Otabbong E. Metals in soils of children's urban environments in the small northern European city of Uppsala. *Science of The Total Environment* 2006; 366: 749-759.
 9. Figueiredo AMG, Tocchini M, dos Santos TFS. Metals in playground soils of Sao Paulo city, Brazil. *Procedia Environmental Sciences* 2011; 4: 303-309.
 10. Kumpiene J, Brännvall E, Taraškevičius R, Aksamitauskas Č, Zinkutė R. Spatial variability of topsoil contamination with trace elements in preschools in Vilnius, Lithuania. *Journal of Geochemical Exploration* 2011; 108: 15-20.
 11. Joint decree No.10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM of the ministres of environmental protection, public health, agriculture and regional development, and of traffic, communication and water management on the limit values necessary to protect the quality of groundwater and the geological medium. Available at: http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/jogszab/jogszab02/10-2000_angol.pdf.
 12. Ódor L, Horváth I, Fügedi U. Low-density Geochemical Survey of Hungary. Volume of Abstracts, Environmental Geochemical Baseline Mapping in Europe Conference. Spisska Nova Ves, Slovakia, May 21–24, 1996; pp. 53–57.
 13. FOREGS Global Geochemical Baselines Programme. Geochemical Atlas of Europe. Salminen R, De Vos W, Tarvainen T. (chief-editors). Available at: <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas>.
 14. Fordyce FM, Brown SE, Ander EL, Rawlins BG, O'Donnell KE, Lister TR, Breward N, Johnson CC. GSUE: urban geochemical mapping in Great Britain. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis* 2005; 4: 325-336.
 15. Swaine DJ. Trace elements in coal and their dispersal during combustion. *Fuel Process Technol* 1994; 39:121–38.

KLÓROZOTT SZÉNHIIDROGÉN SZENNYEZÉSEK TRANSPORT-FOLYAMATAINAK MODELLEZÉSE SEAM3D ÉS UTCHEM PROGRAMKÓDOK ALKALMAZÁSÁVAL

Zákányi Balázs^{1*}, Szűcs Péter^{2}**

Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék, 3515, Miskolc-Egyetemváros

hgzb@uni-miskolc.hu*, *hgszucs@uni-miskolc.hu*

Bevezetés

Az Iparban hosszú ideje, igen sokféle célra használnak fel halogénezett szerves vegyületeket: halogénezett szénhidrogéneket és származékaikat, így pl. olajok és zsírok oldószereként, a vegyiparban aktív reagensként, fakonzerváló anyagként vagy elektromos szigetelőanyagként [1]. A halogénezett származékok, elsősorban a klórtartalmú szerves vegyületek (Polychlorinated Organic Compounds, PCOC) számos tagjának használata különösen az 1960-as és 70-es években terjedt el [2], és a mai napig használják őket különböző iparágak, bár a termelés intenzitása csökken.

A használt, szennyezett oldószereket nem egy esetben hulladéklerakón deponálták, onnan az idők folyamán a talajba és a talajvízbe szivárogtak. Nem kellő gondoskodás, kezelés mellett vagy balesetek folytán még ma is fennáll a veszélye annak, hogy halogénezett szerves vegyületek kerülnek a környezetbe.

Az utóbbi két évtizedben egyre több korszerű in situ kármentesítési technológia került alkalmazásra, illetve egyre több tapasztalat áll rendelkezésre velük kapcsolatban[3]. Az in situ technológiák előnye a kisebb költség, hátránya, hogy nehezebben ellenőrizhetők és sokkal jobban függenek a helyi adottságoktól

Hazánkban valószínűleg több százra tehető a klórozott szénhidrogénnel szennyezett területek száma, bár megbízható felmérési eredmény nem áll rendelkezésre. A klórozott szénhidrogénnel szennyezett területeken a sekély felszín alatti víz (talajvíz) mellett mélyebb víztartók elszennyeződésével is számolni kell, ami esetenként vízbázisok vízminőségét is veszélyeztetheti, amint azt az elmúlt évtizedek tapasztalatai megerősítik [4].

Célunk, hogy ezen technológiák tervezési fázisához, olyan transzportmodellezési programokat gyűjtsék össze, amely ezen szennyezőanyagok közül leginkább a klórozott szénhidrogének szimulációjára alkalmas. Célunk, hogy ezen transzport modellezési szimulációk megbízhatóságát növeljük.

A halogéntartalmú szerves vegyületek viselkedése és terjedése a felszín alatt

A szennyező anyagok egy része a felszín alatti vizek mozgását követi, melyeket konzervatív szennyezőanyagoknak nevezünk, és melyeket a hidrodinamika törvényszerűségeinek felhasználásával vizsgálhatunk, más részük az úgy nevezett nem konzervatív szennyezőanyagok más fizikai törvényszerűségeknek engedelmeskednek. A nem konzervatív szennyezőanyagokat szokás nem vízfázisú folyadékoknak vagy angol rövidítéssel NAPL (Non-Aqueous Phase Liquid) vegyületeknek nevezni [5]. Az NAPL vegyületek mozgását uralkodóan a sűrűségük

határozza meg, ennek megfelelően könnyű és nehéz nem vízfázisú vegyületekről vagy az angol nevezéktant átvéve LNAPL és DNAPL vegyületekről (L = light, D = dense) beszélhetünk attól függően, hogy a külön fázis sűrűsége kisebb vagy nagyobb-e a vízénél [6].

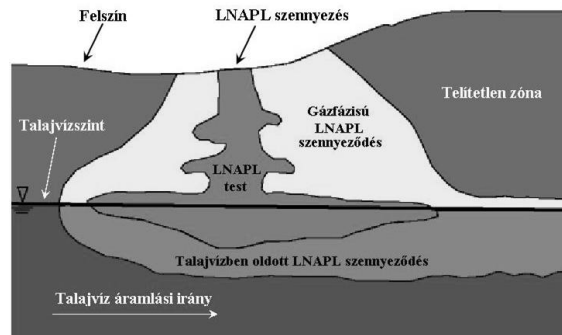
Először, röviden, a víznél könnyebb szennyezőanyagok mozgását mutatom be.

LNAPL

LNAPL szennyeződés (mint pl. egyes olajfajták) talajba kerülése után, a nehézségi erő hatására lefelé húzódik és olajtest alakul ki, amelynek alakja és nagysága a talaj és az alatta elhelyezkedő képződmények nemétől és szerkezetétől, valamint a szennyeződés mennyiségétől és fizikai tulajdonságaitól függ [7].

A beszivárgó szennyezés alakja egyenletes közel hengeres homogén talajban, inhomogén talajban a kisebb átteresztőképességű réteg a szivárgási keresztmetszet növekedését (LNAPL szétterülését) okozhatja. A jobb átteresztőképességű rétegbe való átmenetnél lényegében azonos marad a szivárgási keresztmetszet [8].

Ha a beszivárgott pl. szénhidrogén mennyiség meghaladja a szivárgási tartomány olajvisszatartó képességét (ROS-t), akkor az olaj egészen a talajvízig hatol. Elegendő mennyiség esetén az elszivárgási hely alatt behatolhat a talajvízbe. Ha az olaj nyomása miatt közvetlenül behatol a talajvíztartó rétegbe, akkor a nyomás kiegyenlítődése után gyorsan felemelkedik a talajvíz felszínéig, és egyensúlyi helyzetet vesz fel, majd a kapilláriszívásban a talajvízáramlás irányában fog elmozdulni elsősorban [9] (1. ábra).



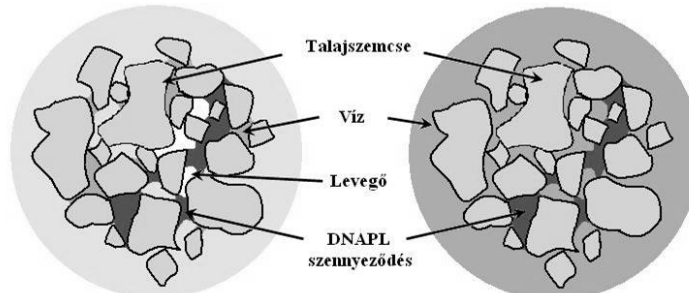
10. ábra. Az LNAPL szennyezők mozgásának sematikus rajza ([9] alapján).

DNAPL

A felszín alatti környezetbe került vízzel nem elegyedő és a víznél nagyobb sűrűségű klórozott szénhidrogének a gravitáció hatása alatt a földtani közeg átteresztőképessége és szerkezeti sajátosságai által meghatározott irányokban terjednek, és kiszorítják a pórustérből, repedésekből a levegőt és a vizet [6]. A szerves fázis tovább mozogva már csak részlegesen tölti ki a pórusteret, repedéseket, és szerves fázis cseppeket, ereket (az angol nyelvű irodalomban residual DNAPL) hagy hátra maga után, amelyeket a kapilláris erő tapaszt a szemsékhöz, repedések falához, mert a víz és szerves folyadék fázisok, illetve a gáz és szerves folyadék

fázisok közt kialakul a felületi feszültség [11]. A szerves fázis alkotta cseppek és erek átmérője általában a törmelékes üledék szemcseméretének 1-10-szerese, a pórustér 5-20 %-át tölti ki [1].

A nem összefüggő cseppek és erek hálózata előfordulhat a vízszint felett és alatt is. Az alábbi ábra szemlélteti a maradék telítettséget képező elkülönülő szerves fázis elhelyezkedését porózus földtani közegben, telítetlen és telített zónában.



11. ábra. A nem elkülönülő DNAPL szennyeződés telítetlen és telített térészben ([1] alapján).

Az elkülönülő szerves fázis összefüggő folyadéktestként is megjelenhet (az angol nyelvű szakirodalomban pooled DNAPL) [12, 1], ez általában elegendő utánpótlás esetén alacsony átteresztőképességű, szivárgálassító képződmények felszínén valószínű.

Az elkülönülő szerves fázis szeszélyes térbeli eloszlásának a következménye, hogy a belőle kilépő egyedi oldott csóvák zónájában a felszín alatti vízben oldott klórozott szénhidrogén koncentrációk térben igen változékonyak.

Klórozott szénhidrogének transzportmodellézése

A Groundwater Modelling System

A Groundwater Modeling System az egyik legátfogóbb szivárgáshidraulikai modellezési rendszer. Olyan átfogó rendszer, mellyel a hidrodinamikai- és transzportmodellézés minden fázisa elvégezhető. A GMS véges differencia és véges-elem 2D és 3D modellekkel is együttműködik. A program moduláris felépítése lehetővé teszi, hogy a felhasználó csak azokat a modellezési képességeket használja, amelyekre szüksége van.

Az Utchem modul

Az Utchem programot a Texasi Egyetem (Austin), Olaj és Környezeti rendszerekkel foglalkozó mérnöki központja fejlesztette ki. Eredetileg szénhidrogén szennyeződések modellezésére alkalmazták, mára azonban a különböző környezetvédelmi problémák megoldására alakították át. A program önmagában is megvásárolható, de része a Groundwater Modeling System-nek (továbbiakban GMS) is.

A Miskolci Egyetem Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tanszékén ezzel a program csomaggal (GMS) foglalkozunk, már négy éve. Ezek közül most az Utchemet mutatjuk be.

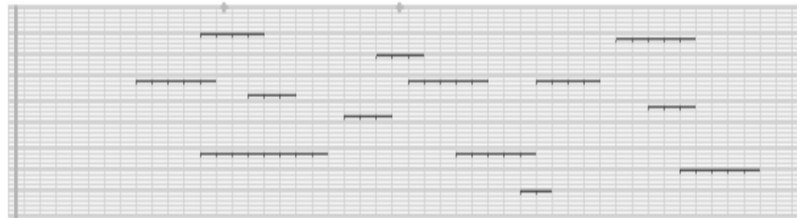
Mire is használható az Utchem? Mint már azt említettük 3-dimenziós több komponensű, több fázisú véges differencia modellt lehet létrehozni. Nagyon jól használható szennyeződésterjedések, és NAPL (Non-Aqueous Phase Liquid) szennyeződéseknek felületaktív anyagokkal elősegített kármentesítésének (*Surfactant Enhanced Aquifer Remediation - SAER*) modellezésére. Ideális eszköze az UTCHEM a pump-and-treat rendszerek szimulációjának.

A következő fejezetben egy esettanulmányt mutatunk be, ahol egy klórozott szénhidrogén szennyezést szimuláltunk.

Esettanulmány bemutatása az Utchem modul alkalmazásával:

Adott területen két pontszerű forrásból 1 ill. 0,75 m³/d főként PCE-t tartalmazó szénhidrogén származék került a talajba 30 napon keresztül. A terület földtanáról elmondható hogy több kisebb nagyobb mikrorétegzetségű agyag rétegek találhatók a szennyeződések alatt, amelyen az olajszármazék nem tud (vagy csak nagyon kis mértékben tud) áthatolni. A szénhidrogén származék sűrűsége 1,55 g/cm³. A talajvíz áramlási iránya balról jobbra van.

Az 3. ábrán a földtani közeg látható, amelyben jól megfigyelhető a mikrorétegzett agyagrétegek és a modell határfeltételei.



12. ábra. A homokos homoklisztes talajban lévő mikrorétegzett agyagrétegek és a szennyező- források.

Az alábbi ábrán a klórozott szénhidrogén transzport modellje látható, a szennyezést követő 30. napon. Jól látható a PCE koncentrációjának növekedése az agyag rétegeken.

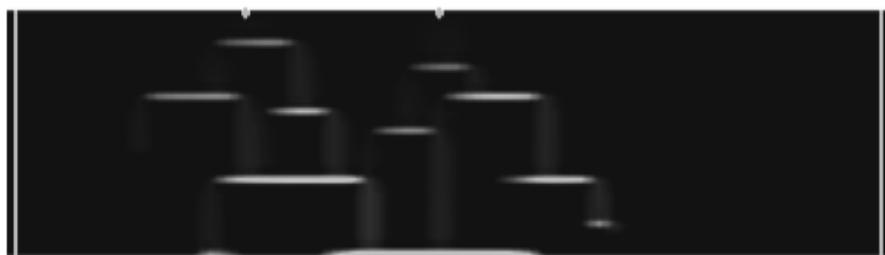
A 5. ábra a klórozott szénhidrogén eloszlást mutatja a szennyezést követő 3. évben. Megfigyelhető a kvázi vízzáró rétegen való növekvő szennyező anyag koncentráció.

A SEAM3D modul

A SEAM3D Reaktív transzport szimulációs kód, mellyel komplex, több szubsztrátumot és elektron akceptort is figyelembe vevő biodegradációs feladatok modellezhetők. A modul alapja a MT3DMS kód. A SEAM3D - az MT3DMS modulhoz képest – tartalmaz egy biodegradációs és egy NAPL típusú szennyeződések lebomlást szimuláló csomagot. SEAM3D Mark Widdowson fejlesztette ki a Virginia Tech egyetemen.



13. ábra. A 30 napos szennyezés után fél évvel kialakult szennyeződés eloszlás.



14. ábra. A 3 év elteltével kialakuló szennyeződés.

Összefoglalás

Munkánk első részében bemutattuk a felszín alatti környezetbe került vízzel nem elegyedő és a víznél nagyobb sűrűségű klórozott szénhidrogének mozgásformáit. Megállapítható, hogy az önálló szerves fázis két megjelenési formája a szivárgálassító képződmények felszínén az összefüggő folyadéktest, ahol a pórustér nagyrészt szerves fázissal kitöltött, és a cseppek, erek formájában elkülönülő forma, ahol a pórusok szerves fázisú telítettsége alacsony.

A második részben bemutattuk a Groundwater Modeling System programcsomagot és annak moduljait. Ezek közül kiemeltük azt, amely leginkább alkalmas a klórozott szénhidrogének modellezésére, ez pedig az Utchem modul. Felhívtuk a figyelmet arra, hogy, e szennyezőanyagoknál, mennyire fontos a megfelelő és pontos adatok ismerete. Végül egy esettanulmányon keresztül bemutattuk egy klórozott szénhidrogén modellezést.

Az oldott csóva mozgásának és a NAPL szennyezők lebomlásának modellezésére pedig a SEAM3D modul alkalmazható.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

1. Environment Agency: An illustrated handbook of DNAPL transport and fate in the subsurface., R&D Publication 133, ISBN:1844320669, 2003.
2. Markóné Dr. Monostory B.: Halogénezett szénhidrogének a talajban és a talajvízben., Környezetvédelmi füzetek, Budapest, 2001., pp. 1-52.
3. Szűcs P, Sallai F, Zákányi B, Madarász T (szerkesztők). Szerzők: Jolánkai G, Kovács G, Madarász T, Mádlné Szőnyi J, Mándoki Mónika, Muránszkiné Mojeróczy Mária, Sallai F, Szűcs P, Takács J, Virág M, Zákányi B. Vízkészletvédelem. A vízminőség-védelem aktuális kérdései. Bíbor Kiadó, 2009., ISBN 978-963-9988-00-2, pp. 1-418.
4. Halmóczy Sz., Gondi F.: Klórozott szénhidrogénekkal szennyezett területek kármentesítése korszerű technológiákkal – A laboratóriumi kísérletektől a terepi alkalmazásig vezető út. Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. Országos Vándorgyűlés, Sopron, 2010. július 7-9.
5. Kovács B.: Szennyezőanyag-terjedési számítások környezetvédelmi alkalmazásai., kézirat, PhD értekezés, Miskolc, 1998.
6. Poehls, D.J. and Smith, G. J. : Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology. Elsevier, Academic Press, ISBN: 978-0-12-558690-0, 2009., pp. 1-517.
7. Laurer J.: Talajvédelem. Pécsi Egyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai kar, digitális oktatási segédlet. 2007.
8. Barótfi I.: Környezettechnika, , Mezőgazda kiadó, Budapest. 2000.
9. Newell C. J., Acree S. D., Ross R. R., and Huling S. G.: Light Nonaqueous Phase Liquids., Ground Water Issue, US EPA, EPA/540/S-95/500; 1995. pp. 1-28.
10. Delin G.N., Essaid H.I., Cozzarelli I.M., Lahvis M.H., and Bekins B.A.: Ground Water Contamination by Crude Oil near Bemidji, Minnesota., USGS Fact Sheet 1998., 084-98
11. Pankow, J. F., and Cherry, J.A.: Dense Chlorinated Solvents and other DNAPLs in Groundwater., Portland, OR, Waterloo Press, 1996.
12. Kueper B. H., Davies K. L.: Assessment and Delineation of DNAPL Source Zones at Hazardous Waste Sites. USEPA, Ground Water Issue, EPA/600/R-09/119, 2009., pp. 1-20.

KVANTITATÍV SZERVESANYAG-VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE HAT MAGYARORSZÁGI TALAJON

Zboray Nóra^{1*}, Szalai Zoltán²

¹ ELTE TTK FFI, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

² ELTE TTK FFI, MTA FKI CsFK 9400 Sopron Csatkai Endre utca 6-8

*nora.zboray@gmail.com

Bevezető

A talaj szervesanyag-tartalom mérésére többféle módszer létezik. Ezek egymástól jelentősen különbözhetnek, földrajzi régióként esetleg tudományos iskolánként más-más eljárásokat preferálnak. Egy kultúrkörön belül is több eljárás lehet használatban, aminek egyik lehetséges oka az, hogy egyik módszer sem tökéletes, eredményességük nagyban függ a talaj fizikai (agyag frakció aránya) és kémiai tulajdonságaitól (karbonát-, klorid-tartalom, kétértékű vegyértékváltó fémek jelenléte stb...) [1]. Hazánkban a legelterjedtebb kvantitatív meghatározási módszerek a magas hőmérsékletű izzításon, ill. a krómsavas oldatokkal illetve bikromáttal történő oxidáción alapulnak, de az utóbbi években a non-diszperzív infravörös spektroszkópia is terjedőben van. Az izzításon alapuló eljárások elsősorban a magasabb szerves anyag tartalmú anyagok vizsgálatánál terjedtek el, de azokat a vizsgálandó anyag magas karbonát- és agyagtartalma zavarhatja. A legtöbb ásványi talaj esetében a mezőgazdasági talajvizsgálatoknál is (MSZ-08-0206-2:1978) használatos krómsavas módszereket használják. Ezeknél a talaj klorid-tartalma és a kétértékű vegyértékváltó fémek jelenléte okozhat problémát. A zavaró hatások következtében általában a valóságosnál nagyobb szervesanyag-tartalmat mérünk [2, 1].

Az összehasonlítás során a különböző eljárásokat befolyásoló környezeti tényezők zavaró hatásainak azonosítása volt a célunk.

Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz jellemző magyarországi talajok A-szintjeit, egy útburkolattól 10 cm-es távolságban gyűjtött talajszerű anyagot (0-2 cm) és egy podzolos barna erdőtalaj szelvényét használtam.

Talajminták

- ♦ Bonyhádot Bátaszékkal összekötő főút úttestétől 10 cm távolságra gyűjtött, talajszerű anyag 0-2 cm
- ♦ vörösayagos rendzina az Aggteleki Karszt területéről A-szint, 0-20 cm (Aggtelek Sárga Út)
- ♦ karbonátos humuszos homok A-szint 0-20 cm (Ceglédbercel)
- ♦ agyagbemosódásos barna erdőtalaj A-szint (Csóványos, Börzsöny)
- ♦ mészlepedékes csernozjom A-szint (Martonvásár)
- ♦ podzolos barna erdőtalaj A₁, A₂, B, BC szintjei
- ♦ kontroll minták: Ramann-féle barna erdőtalaj C-szintje (löss) és podzolos barna erdőtalaj C-szintje (Sopron, Löverek)

Módszerek

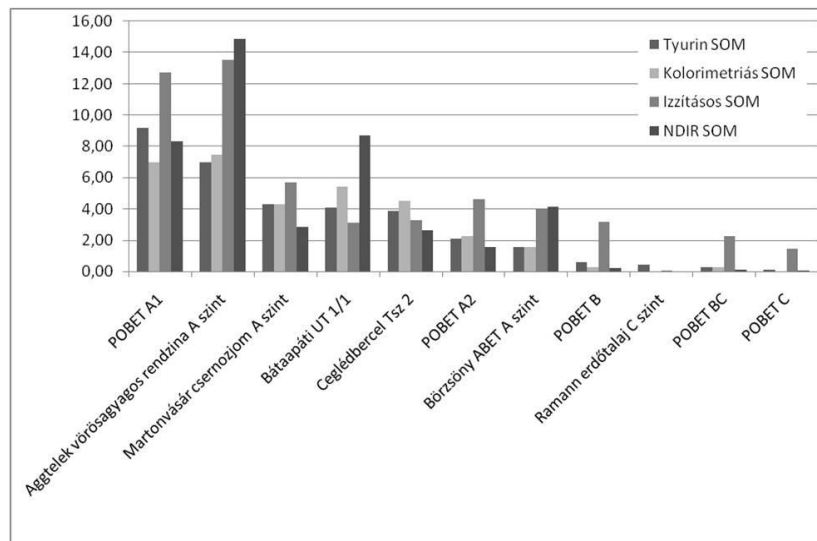
A szerves anyagok mennyiségi mérését a Tyurin-féle módszerrel, kolorimetriás módszerrel, izzítási veszteség módszerével [2] és non-diszperzív infravörös spektroszkópiával végeztük. A szerves anyag kvalitatív elemzéséhez (fulvo- és huminsavak aránya) a Hargitai-féle módszert alkalmaztam [2]. A szervesanyag-mérő módszerek eredményét jelentősen befolyásolhatják a talaj fizikai (szemcseösszetétel) és kémiai tulajdonságai (karbonát-, klorid-tartalom, kétértékű vegyértékváltó fémek jelenléte stb) [1]. A mért szervesanyag-tartalom és a talajtulajdonságok kapcsolatának feltérképezésére a minták szemcseösszetételét, pH-ját, karbonát-tartalmát és higroszkóposágát vizsgáltam.

A szemcseösszetételt lézerdiffrakciós elv alapján Fritsch Analysette Microtech 22 készülékkel határoztam meg. A talajok kémhatását elektrometriás elven, a karbonát-tartalmat Scheibler féle kalciméterrel határoztam meg [3]. A talaj egyensúlyi nedvességállapotát [4] alapján határoztam meg.

Minden mérést háromszoros ismétléssel, párhuzamosan végeztünk. Az adatfeldolgozás MS Excel segítségével történt.

Eredmények

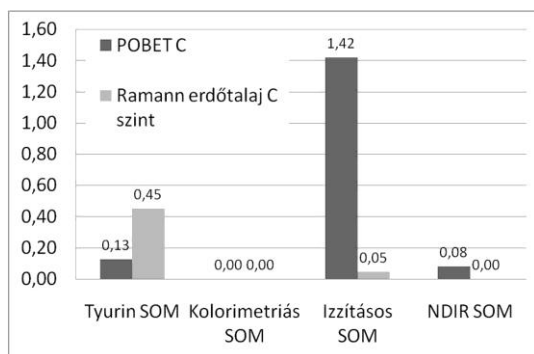
A párhuzamos mérések átlagait az 1. táblázat és az 1. ábra mutatja.



15. ábra. A mérések eredményei az összes talajmintára. POBET = Podzolos barna erdőtalaj, SOM = talaj szerves anyagai

1. táblázat. Mérési eredmények (három párhuzamos mérés átlagai)

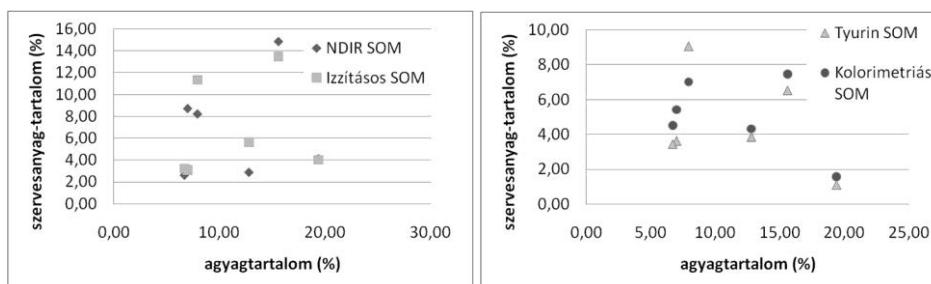
Minta	Tyurin SOM	Kolorimetriás SOM	Izzításos SOM	NDIR SOM	Hargitai-féle humuszminőség	Agyag	Karbonát	hy	pH _{ev}	pH _{KCl}
Podzolos barna erdőtalaj A ₁	9,18	7,00	12,75	8,30	0,4704	7,93	0,00	1,16	3,91	2,98
Aggtelek vörösagyagos rendzina A-szint	6,96	7,45	13,53	14,86	0,3248	15,60	0,43	3,18	7,13	6,11
Martonvásár csernozjom A- szint	4,28	4,30	5,68	2,87	4,2617	12,80	5,59	2,01	8,23	7,14
Bátaapáti UT 1/1	4,06	5,41	3,09	8,72	0,3665	7,00	8,89	1,05	8,34	7,51
Ceglédbercel Tsz 2	3,88	4,49	3,25	2,61	1,8568	6,70	5,12	1,33	8,23	7,58
Podzolos barna erdőtalaj A ₂	2,09	2,25	4,61	1,54	0,7739	6,40	0,00	3,84	4,23	3,55
Börzsöny ABET A-szint	1,54	1,55	4,04	4,11	0,1313	19,40	0,43	1,43	6,67	4,52
Podzolos barna erdőtalaj B- szint	0,57	0,25	3,18	0,23	0,0801	5,66	0,00	2,70	4,70	3,65
Ramann erdőtalaj C-szint	0,45	0,00	0,05	0,00	0,5662	12,60	12,33	1,18	9,07	7,53
Podzolos barna erdőtalaj BC- szint	0,29	0,25	2,23	0,12	0,7027	2,55	0,00	2,00	4,79	3,50
Podzolos barna erdőtalaj C- szint	0,13	0,00	1,42	0,08	0,8603	1,07	0,00	1,33	3,51	3,52



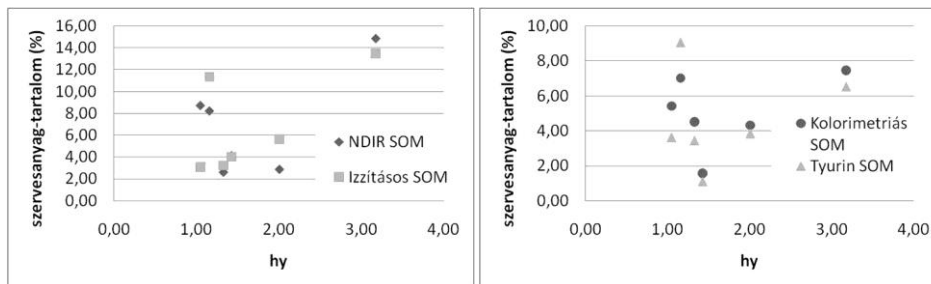
2. ábra. A podzolos barna erdőtalaj (POBET) C-szintjének és a Ramann-féle barna erdőtalaj C-szintjének eredményei

Következtetések

A négy vizsgált szervesanyag-mérő módszer eredményei az összehasonlítások során erősen szórtak (1. ábra). A talajtulajdonságok függvényében kell tehát megválasztanunk a vizsgálati eljárást is. A lőszre kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a Tyurin-féle módszer és az izzítási veszteség módszere adja a legnagyobb hibát (2. ábra). A Tyurin-módszer esetében az agyagásványokból feltáródó kétértékű, vegyértékvtáló fémek okozzák a hamis szervesanyag-többletet [5], míg az izzítási veszteségnél a szmektitek, kaolinit, illit, klorit és goethit termikus bomlásával kell számolnunk az alkalmazott hőmérsékleten (700°C) [6]. A podzolos barna erdőtalaj alapkőzete leukofillit volt, aminek csillám tartalma szervesanyag-tartalomként jelentkezett a mérésekben. A Ramann-féle barna erdőtalaj esetében a magas agyagtartalom (12,6%) lehet felelős a hamisan kimutatott szervesanyag-tartalomért. A kolorimetriás módszer alacsony hatékonyságának következtében (a nehezen oxidálható humuszformák feltárására nem alkalmas) egyik lőszmintában sem mutatott ki szervesanyag-tartalmat (2. ábra).



16. ábra. A vizsgált minták egyes módszerekkel mért szervesanyag-tartalmának összefüggése az agyagtartalommal. Egyértelmű trendek nem rajzolhatók ki, a mintaszám növelése szükséges.



17. ábra. A vizsgált minták egyes módszerekkel mért szervesanyag-tartalmának összefüggése az egyensúlyi nedvességállapottal (hy). Egyértelmű trendek itt sem rajzolhatók ki, a mintaszám emelése szükséges.

Az egyes szervesanyag-mérő módszereket összehasonlítva csak a Tyurin-féle és kolorimetriás mérés között mutatkozott összefüggés ($r^2=0,8$). A többi esetben a kapott eredmények nem korreláltak. Ennek oka az egyes módszereket befolyásoló tényezők különbözőségében keresendő.

A szervesanyag-tartalom és agyagtartalom közötti kapcsolat meghatározására a mintaszám emelése szükséges, egyelőre nem találtam összefüggést (3. ábra). A szervesanyag-tartalom hy-tól való függése sem egyértelmű (4. ábra).

Köszönetnyilvánítás

A munka a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0003 és az OTKA 100180 projektek támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

1. Pansu M, Gautheyrou J: Handbook of Soil Analysis. Springer; 2006
2. Hargitai L: A talaj szerves anyagának meghatározása és jellemzése. Buzás István (szerk.): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv II. kötet, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest; 1988
3. Buzás I, Murányi A, Rédly Lászlóné: A talaj kémhatásának vizsgálata, Buzás István (szerk.): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv II. kötet, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest; 1988
4. Bellér Péter, Hajdú Péter: Termőhelyismerettan gyakorlat 1. talajvizsgálati módszerek. Sopron: Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőmérnöki Kar; 1988
5. Nemezc Ernő: Agyagásványok, Akadémiai Kiadó, Budapest; 1973
6. Németh T, Sipos P: Characterization of clay minerals in brown forest soil profiles (Luvisols) of the Cserhát Mountains (North Hungary). Agrokémia és Talajtan (Agrochemistry and Soil Science) 2006; 55 (1), 39-48.

A GLEJES TALAJRÉTEGEK MEGJELENÉSÉNEK BECSLÉSE TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL

Dobos Endre, Vadnai Péter*

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar
Természetföldrajz - Környezettan Intézeti Tanszék
3515 Miskolc – Egyetemváros

**ecovape@uni-miskolc.hu*

Bevezetés

A talajvízszint, és annak ingadozása jelentős befolyással bír a talajfejlődésre, és ezen keresztül a természetföldrajzi környezetre. A talajvíztől való nagy távolság, vagy a talajrétegek állandó, illetve időszakos elöntése egyaránt jelentősen kihat a talajfolyamatokra, és ezáltal a vegetációra. Ennek ellenére a talajvízhatás térinformatikai módszerekkel történő becslése még gyerekcipőben jár.

A kutatás célja a talajvízszint ingadozás talajfejlődésre gyakorolt hatásának térinformatikai vizsgálata, melynek keretein belül a VITUKI Nonprofit Kft. 2010 – ben kiadott Vízrajzi Évkönyvének adatai alapján készített térinformatikai adatbázis adatainak geostatistikai elemzését végezzük. Az adatbázis pontszerűen tartalmazza a magyarországi felszínközeli vizek mérőállomásainak helyét, és az egyes kutakhoz tartozó 2006 évi mért kisvíz, és nagyvíz értékeket. A geostatistikai vizsgálatokat meglévő digitális talajtani adatbázisok (pl.: Agrotopo) felhasználásával szeretnénk végrehajtani, amihez szükség van összefüggő talajvíz felszínre, és hozzá egy a kutatás szempontjából optimális interpolációs módszerre, amit nyolc különböző közelítő eljárás összevetésével próbáltuk megtalálni.

A talajokban a talajvíz hatása leginkább az általuk okozott glejesedés segítségével fogható meg. A glejesedés a talajrétegek időszakos vagy állandó vízborítottsága miatt alakul ki, amikor is a reduktív környezetben a talajoldatokban található vas- és mangánvegyületek vegyértékváltása játszódik le. Talajvízglej esetében a szürke mátrixban vörös márványozottság figyelhető meg [2]. Elsődleges célunk tehát az volt, hogy a mért adatok alapján következtetéseket próbáljunk levonni arra vonatkozóan, hogy a vizsgált mintaterületen hol, és milyen mélységben valószínűsíthető a glejes rétegek előfordulása.

Adatok és módszerek

A kutatás első fázisában a VITUKI által kiadott Vízrajzi Évkönyv 2006 adatai alapján térinformatikai adatbázisba rendeztük a magyarországi felszínközeli vizek mérőállomásainak 2006 évben mért éves kisvíz, és nagyvíz adatait, továbbá a mérőállomások koordinátáit, és a hozzájuk tartozó terepmagasságot. A valószínűsíthető hibák kiszűrése után az elkészült pont állományt, és ezáltal a vizsgálatokban használt területet tovább szűkítettük a talajvíz mérőállomások térbeli sűrűsége alapján, mivel bizonyos területeken a ponthálózat igencsak ritka volt, ami a későbbiekben az interpolációs pontosságra negatív hatással lehetett volna. A vizsgált terület tehát leszűkült az Alföldre, a Mezőföld egy részére, és a Kisalföldre. A

mintaterület csökkentése után a kezdeti majd 1200 pontból 880 mérőállomás adatai maradtak a későbbi vizsgálatok során használt adatbázisban.

Mivel a mért adatok pontosságának megőrzése a vizsgálat szempontjából kulcsfontosságú, az elkészítendő felszínhez olyan interpolációs módszert kell találnunk, amellyel a mintaterületünk esetében a meglévő, mért adataink felhasználásával, azok értékeit legjobban közelítő felszín tudunk létrehozni. Az összehasonlítható interpolációs módszerek egy része a mért értékekre illeszti a felszín, ezért szükség van független ellenőrző adatokra az összevetésükhöz. Így 140 db véletlenszerűen kiválasztott pontot kivettünk az adatbázisból, és a maradék 740 db pont alapján készítettük el a becsült felszíneket az ArcMap 9.3 Geostatistical Analyst eszköztárának, és egyéb parancsainak segítségével. A felhasznált közelítő eljárások a következők voltak: Spline with Barriers, Topo to Raster, Inverse Distance Weighting, Radial Basis Functions, Ordinary Kriging, Simple Kriging, Universal Kriging. Ezek segítségével 90m-es felbontású nagyvíz felszíneket készítettünk a mérőállomások adatai alapján.

Az említett módszerek mellett a terület 90m-es SRTM domborzatmodelljének magasság adatai, illetve a belőle származtatott lejtőszög, és relief értékek felhasználásával lineáris regresszióval becsültük a nagyvíz felszín, majd ezt összevetettük a mért értékekkel, és az eltérésekből Ordinary Kriging segítségével készített különbség felületet hozzáadtuk a regresszióval készített felszínhez. Ez az úgy nevezett Regression Kriging módszer, melyet relatíve nagy pontossága miatt széles körben alkalmaznak térinformatikai modellezésre.

Mivel az finom és durva fizikai féleségű talajok eltérő kapillárisvíz-emelő tulajdonságokkal rendelkeznek, ezek alapján két csoportra osztottuk a pontjainkat. A finom textúrájú csoportba az agyag, agyagos-vályog, és vályog területek pontjait tettük, a többi a durva textúrájúak közé került. Ezek után az összes pontból, és a differenciált pontokból is készítettünk egy-egy Regression Kriging felszín, hogy megvizsgálhassuk, van-e haszna annak, ha az interpolációnál külön kezeljük az eltérő fizikai féleségű területeket.

Az elkészült felszín pontosságát a 140 kontrol pont felhasználásával hasonlítottuk össze. Segítségükkel kiszámoltuk a Pearson-féle korrelációs együtthatót (R), valamint a négyzetes eltérések átlagának gyökét, azaz a különbségek szórását (RMSE) mindegyik becsült nagyvíz felületre.

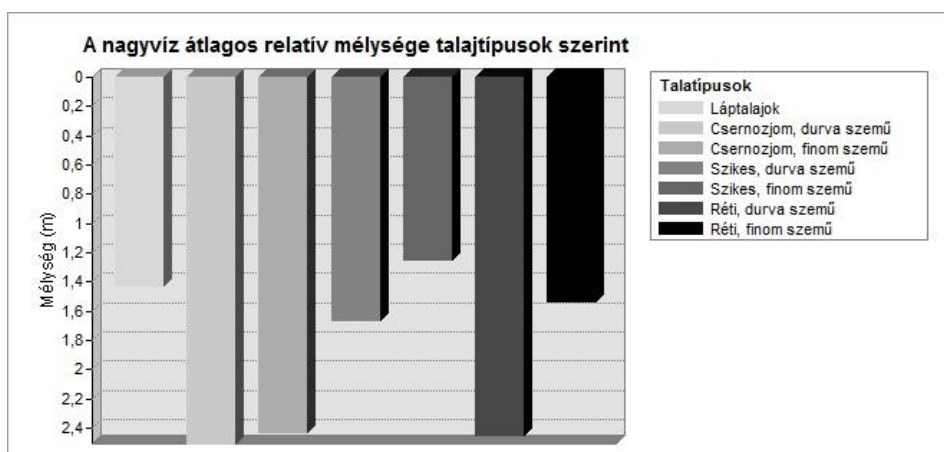
Végül az Agrotopo digitális talajtani adatbázis poligonjaiból leválogattuk a mintaterületünkre a vizsgálat szempontjából releváns talajtípusokat (láptalajok, szikes talajok, réti talajok, csernozjomok), majd a korábban említett módon fizikai féleség szerint tovább osztottuk őket. Az így kapott állománnyal zonális statisztikákat származtattunk a legjobbnak ítélt interpolációs módszerrel készült nagyvíz felszín, és terep magasság különbségéből, azaz a nagyvíz relatív mélységéből, külön megvizsgálva azokat a potenciálisan glejjes területeket is, ahol a nagyvíz legalább 1 méterre megközelíti a felszín.

Eredmények

Az eredmények alapján elmondható, hogy a független mért értékekkel történő összevetések során a Regression Kriging módszerrel készített felszín hozták a

legpontosabb eredményeket. Mind az egyszerű Regression Kriging –gel, mind a fizikai féleség szerinti differenciált módszerrel készült nagyvíz felszín erősen korrelál a talajvíz mérőállomások adataival ($R^2=0,974$). A hibák szórása (RMSE) is nagyon hasonló mindkét esetben, azonban az ebben a mutatóban jelentkező kisebb eltérés miatt a későbbi vizsgálatokhoz használt interpolált felületeknél nem vesszük figyelembe talaj textúráját. Az így készült nagyvíz felszínről tehát elmondható, hogy átlagosan kb. 13 cm-rel becsüli túl a mért értékeket, a Root Mean Squared Error pedig 2,286 méter. A relatív nagyvíz mélység meghatározásához szükségük van a terep magasságára is. Mivel az SRTM a felvételezés módszeréből eredően a tereptárgyak magasságát is tartalmazza, célszerűbbnek találtuk, hogy a mérőállomások koordinátáin mért terepmagasságokból a korábbiakban ismertetett Regression Kriging folyamattal készítsük el a domborzatot is. Az így készült felszín mért értékekhez számított Pearson-féle korrelációs együtthatója $R^2=0,984$, az eltérések szórása (RMSE) pedig 1,865 méter.

Elképzeléseink szerint első körben a glejes rétegek mélységét az éves nagyvíz felszíntől való távolságával próbáljuk közelíteni. A kutatás során az Agrotopo digitális talajtani adatbázis a glejesedési vizsgálatok szempontjából releváns talajtípusokat jelölő poligonjai adták a statisztikai összehasonlítás alapját.

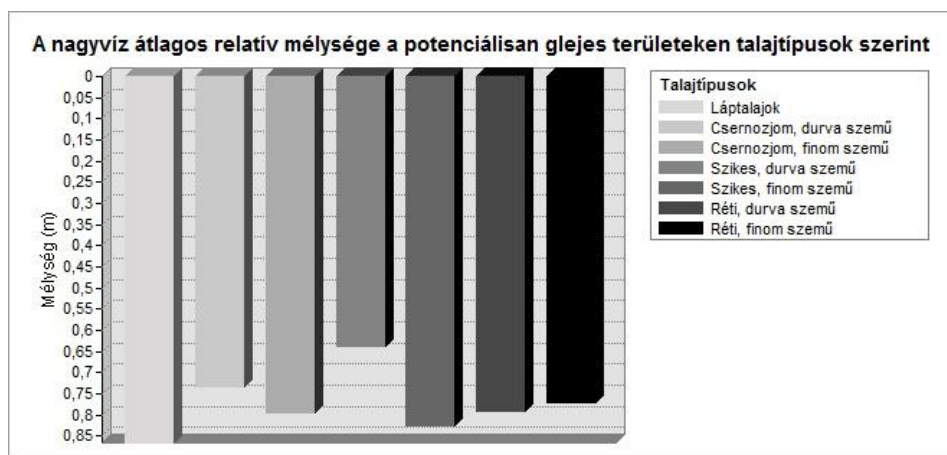


18. ábra. A nagyvíz felszínhez viszonyított átlagos mélysége talajtípusok szerint a vizsgált mintaterületen.

A nagyvíz átlagos mélységét ábrázoló diagramról (1. ábra) leolvasható, hogy az Agrotopo poligonjaival lefutott statisztikák alapján a szemcseméret befolyása a talajvíz mélységére eléggé szembeötlő. A homokos talajokon a talajvíz kevésbé közelíti meg a felszínt, mint a finomabb frakciók esetén. Megfigyelhető továbbá, hogy a vizsgált típusok közül a csernozjomok esetében van legmélyebben a talajvíz. Ezenél az interpolált nagyvíz felszín átlagban kb. 2,5 méterre közelítette meg a felszínt, a szemcseméret szerinti különbség nem jelentős. Ezzel magyarázható az, hogy a csernozjom talajok esetében glejfeltok megjelenéséről nagyon ritkán, inkább csak réti csernozjomok esetén beszélhetünk. A talajvíz felszíntől mért távolságának

szempontjából a statisztikák szerint a következő lépcsőfokot a réti talajok jelentik. Ezek esetében a nagyvíz átlagban kb. 1,5-2,5 méteres mélységben jelent meg a számított felszínnek alapján. Ez kissé meglepő, mivel az elméleti sorban a szikes talajoknak kellene következni a nagyvíz relatív mélységét tekintve, mert a réti talajokat a talajvíz időszakosan majd teljes mélységében átmossa, többek között ezért nem is szikesednek. A szikesek a mély fekvésű területek taljai, kialakulásukban fontos szerepet játszik a magas talajvíz. Esetünkben a statisztikák szerint a nagyvíz átlagban nagyjából 1,3-1,7 méter mélységig közelítette meg szikes talajjal fedett felszíneket. A láptalaj polygonok alatt pedig átlagban 1,4 m mélységig jött fel a nagyvíz a felszínhez képest.

Azt azonban hozzá kell tenni, hogy az említett átlagos nagyvíz mélység értékekhez elég jelentős szórás társul. A minimum értékek pedig majd minden esetben negatív számok, amik arra utalnak, hogy a nagyvíz felszín a valós terepmagasság felett fut.



19. ábra. A nagyvíz felszínhez viszonyított átlagos mélysége a vizsgált potenciálisan glejes területeken talajtípusok szerint.

Ezek részben lehetnek interpolációs hibák is, ugyanakkor egyes kutak esetében a mért nagyvíz értékek valóban nagyobbak voltak, mint a felszín tengerszint feletti magassága. Az ilyen magas mért talajvíz adatok magyarázhatóak lehetnek az adatbázisban rejlő bizonytalansággal (mérési hibák, elírások), de előfordulhat az is, hogy valóságosak, és például belvíz elöntésről tanúskodnak.

Ha a potenciálisan glejes területek átlagos nagyvíz mélység statisztikáit nézzük (2. ábra), meglepődve tapasztaljuk, hogy a csernozjomok és a szikes talajok esetében is megfordult a fizikai féleség szerinti eddigi tendencia, és a nagyvíz átlagosan magasabbra emelkedik a homokos talajokon, mint a finomabb szemcseméret mellett. A csernozjom területeken átlagban kb. 75-80 cm-re ér fel a nagyvíz szintje, míg a szikesek esetében kb. 65-85 cm-es mélységről beszélhetünk. A réti talajoknál nincs jelentős vízszint különbség, mindkét textúra típus mellett nagyjából 78 cm-re közelíti meg a nagyvíz a felszínt. Meglepő módon a láptalajoknál marad a

legmélyebben a nagyvíz felszín, ezeknél csupán kb. 87 cm az átlagos vízmélység. A statisztikákra tekintve a legnagyobb szórás továbbra is a csernozjomok esetén figyelhető meg.

Következtetések

A Regression Kriging módszerrel közelített nagyvíz felszínekre készített zonális statisztikák alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a durvább fizikai féleségű talajok esetén a nagyvíz átlagosan kevésbé közelíti meg a felszín, mint a finomabb frakciók esetében. Az is kiderült, hogy a vizsgált talajtípusok teljes területére nézve a csernozjomoknál volt a legmélyebben az nagyvíz átlagos szintje. Ezt a sorban a réti talajok követték, majd a szikesek, és a láptalajok. Ez a statisztika szembe megy a valósággal, mivel a nagyvíz szintje alapján a csernozjomokat a szikeseknek kellene követniük, majd a rétiak, és a lápok következnenek. Ez a különbség valószínűleg az Agrotopo poligonok 1:100 000 méretarányából eredő pontatlanságainak számlájára írható. De a pontos okok megtalálása további utánajárást igényel.

Azokat a területeket, ahol a nagyvíz legalább 1 méterre megközelítette a felszín, potenciálisan glejesnek kiáltottuk ki. Az egyes talajtípusok teljes területéhez viszonyítva azt mondhatjuk, hogy a vizsgált durva fizikai féleségű csernozjom poligonok területek mintegy 6%-án valószínűsíthető a glejesedés megjelenése, finomabb szemcseméret mellett pedig mindössze 4%-ban. A homokon kialakult réti talajok poligonjainak 4%-án emelkedik elég magasra a nagyvíz a talajvízhatású glej kialakulásához, finomabb textúrájánál azonban ez az arány már kb. 20%. Az Agrotopo poligonjai szerint a durva illetve finom frakció mellett kialakult szikes talajok 23, illetve 27%-át teszik ki a feltételezhetően glejes területek míg az eredményeink alapján a láptalaj poligonok 30%-án valószínűsíthető a glejesedés megjelenése a mintaterületen.

A kutatás következő lépésében az eredmények valóságtartalmát szeretnénk leellenőrizni, ehhez azonban először terepi munkával gyűjtött kontrol adatokra lesz szükségünk. Az ellenőrzés eredményének függvényében esetleg célszerű lehet a nagyvíz helyett egy alkalmasabb értéket találni a glejes rétegek mélységének közelítéséhez. További kutatási irány lehet vizsgálatok újbóli elvégzése más, pontosabb talajtani adatbázis (pl. Kreybig) felhasználásával.

Köszönetnyilvánítás

„A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Kulcsszavak: talaj, talajvízszint, interpoláció, glejes talajréteg, térinformatika

Irodalomjegyzék

1. FAO. World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Reports No. 103. Rome: ISS-ISRIC-FAO, 2006.
2. Stefanovits P. Talajtan. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1992.

3. VITUKI Kft. Vízrajzi Évkönyv CXI. 2006., Budapest: VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet, 2010.
4. Sun Z, Kang S, Li F, Zhang L. Comparison of interpolation methods for depth to groundwater and its temporal and spatial variations in the Minqin oasis of northwest China. *Environmental Modelling & Software* Volume 24 Issue 10. pp. 1163–1170. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. 2009.
5. Hengl, T.. *A Practical Guide to Geostatistical Mapping*. Amsterdam: University of Amsterdam, 2009.

Környezeti elemek: víz

AZ ÖSSZ-OLDOTT ANYAG VÁLTOZÁSA A DÉL-HARGITA DNY-I LEJTŐINEK ÁSVÁNYVIZEIBEN

Bán Barna¹, Benkő Csaba¹, Boér Ágnes¹, Czellecz Boglárka^{1*}, Kis Boglárka-Mercedesz², Márton Réka¹, Pál Zoltán¹, Sütő Szabolcs¹, Szász Árpád³, Szász Béla¹

¹Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Clinicilor utca, 5-7 szám, 400006 Kolozsvár, Románia

²Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Környezettudományok és Környezetmérnöki Kar, Fântânele utca, 30 szám, 400294 Kolozsvár, Románia

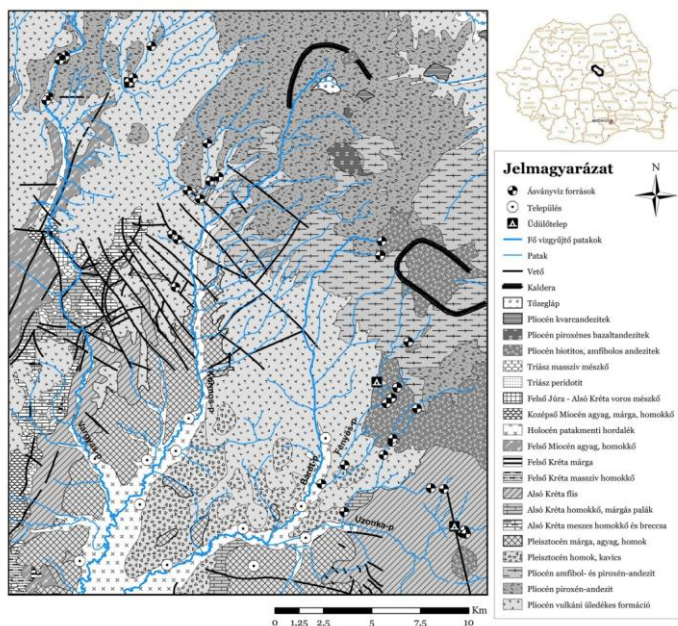
³Országos Ásványvíz Társaság, Kőrösi Csoma Sándor utca, 2 szám, 530101 Csíkszereda, Románia

*czelleczke@yahoo.com

Bevezető

Dolgozatunkban a Keleti-Kárpátok vulkáni hegyláncának legdélebbi vonulatát, a Dél-Hargita-hegység DNY-i lejtőin feltörő ásványvizeket tanulmányozzuk, összefüggéseket keresünk a feltörő ásványvizek össz-oldott ásványi anyag tartalmának csökkenése, a magas CO₂-tartalom és a tengerszint feletti magasság növekedése között.

A Székelyföldi Ásványvíz Kataszter munkacsoporttal 2008 májusában, 2011 júliusában, októberében és novemberében, valamint 2012 januárjában végeztünk méréseket a Dél-Hargita egyes területein (Vargyas-, Kormos-, Uzonka-, Barót- és Fenyős-patak vízgyűjtőiben).



1. ábra. A kutatott ásványvizek és a Dél-Hargita földtani formációi

Kutatott területünk a Dél-Hargita és annak vulkáni platója igen változatos földtani összetételű. A vulkáni összletek mellett üledékes sorozatokat is találunk, amelyek egyrészt az Erdélyi-medencéhez, másrészt a Kárpátok vonulatához kapcsolódnak. Három nagy egységet különböztetünk meg: a belső-kárpáti flisövezet Csalhó-takarójának redőkbe gyűrt, erodált és tagolt felszínű, kréta-kori egységét, az Erdélyi-medence középső és felső miocén üledékeit, valamint a neogén magmatizmus létrehozta Hargita-hegységet és annak vulkáni platóját [1, 2, 3]. A törésrendszerek mentén erőteljes vulkáni utóműködés nyomai észlelhetők [4, 5]. A földtani adottságok függvényében megkülönböztethetünk kalciumos, magnéziumos, vasas, szénsavas, sós típusú ásványvizeket, de gyakori jelenség ezen típusok keveredése is [5].

A kutatott terület ásványvizei

A Kakukk-hegy É-i részén tör fel az általunk is beazonosított Pető-borvíz, amelynek típusa Kisgyörgy [6] és Berszán et al. [7] szerint kalcium-bikarbonátos, valamint a Cigány-patak forrásvidékén található három, alacsony össz-oldott anyag tartalmú borvízforrás.

A Fenyős-patak menti ásványvíz-előfordulások langyos borvizek, kis vízhozammal és viszonylag alacsony oldottanyag-tartalommal. A HCO_3 -os, Ca-Mg-Fe- H_2CO_3 -as ásványvizek kategóriájába sorolhatók. Magas szabad szén-dioxid tartalommal rendelkeznek, és gázfeltörés kíséretében jönnek a felszínre, amit az ÉÉNy–DDK irányú törésvonal jelenlétével magyaráznak [4, 8, 9].

Nagybacon településtől ÉK-re, a Sűgő- és Kígyós-patak mentén találunk borvízforrásokat. A Sűgő-patak mentén 5 borvízforrás ismeretes amelyek Na-Mg- HCO_3 -os, valamint Ca-Mg-os vizek csoportjába tartoznak [7].

A kutatott terület DK-i részére a kréta flis összletből feltörő ásványvíz-előfordulások jellemzőek. A szénsavas ásványvizek az Uzonka-patak mentén valamint a Nagy-Murgó É-i oldalán törnek felszínre [8].

A Kormos-patak vízgyűjtőjében a Halaság-patak, Aranyos- és Fehér-patak, Muhar-patak, Fenyős-patak mentén találunk borvízforrásokat.

Halaság-patak mentén található Halasági-borvíz nátrium-magnézium-kalcium-bikarbonátos, nagy mésztartalommal rendelkezik, amit a kréta homokkőből old ki [7]. Az Aranyos-patak mentén találjuk az Egeres- és Csorgó-borvizeket, amelyek Ca-Mg- HCO_3 -os típusúak. A Muhar-patak mentén található a Muhari-borvíz, amelynek vize magnézium-kalcium-nátrium-bikarbonátos [7].

A Fenyős-patak mentén tör felszínre a Fenyős-borvíz és a felső Hályogi-borvíz. Mindkettő Ca-Mg- HCO_3 -os jellegű [7]. Az itt feltörő ásványvizek összefüggésbe hozhatók egy ÉÉNy–DDK irányú törésvonallal [4, 8].

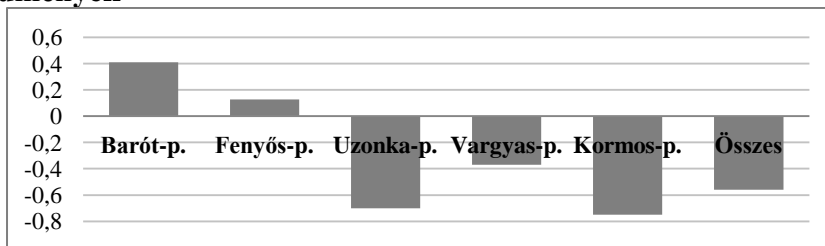
A Vargyas-patak felső szakaszán található Szelterszfürdő és Kirujfürdő. Szelterszben 5 borvízforrás ismeretes, Délü-borvíz, a Szelterszi két fő-forrás, közelükben, az út mellett elhelyezhető andezit köpübe foglalt borvízforrás és a Nádasszéki borvíz. Bányai [10] a forrásokat a borvizek és a sós vizek közötti átmeneti típusba sorolja és feltételezése szerint a források már a vulkáni működés előtt léteztek. Kirujfürdőn, a tábor területén található a Kiruji-borvíz. Továbbá ismert források az erdészház előtt található borvízforrás, az andezit sziklából feltörő Rebeka-forrás és a Festő-borvíz vagy Kamilla [7].

Anyag és módszer

Az ásványvizek fizikai-kémiai tulajdonságainak meghatározására terepi mérőműszereket használtunk: Merk Rqflex plus 10 reflektométer (Ca, Mg), Thermo hordozható elektródás multiparaméter mérő (elektromos vezetőképesség, TDS, pH), hőmérő, titráló eszközök (szabad CO₂ és HCO₃).

A nyert adatokat egy általunk kidolgozott adatlapon rögzítettük. Az adatok Excel adatbázisba kerültek. Az adatok térképi megjelenítésében segítségünkre voltak az ESRI és Global Mapper programcsomagok. A vektoros és raszteres domborzat-modelleken térinformatikai feldolgozás segítségével azonosítottuk be az egyes forrásoknak megfelelő fővízgyűjtőket (Vargyas-, Kormos-, Barót-patakok) és a forrásokhoz tartozó, azoknál magasabban fekvő potenciális részvízgyűjtőket. A Romániára készült 200.000-es és 50.000-es földtani térképek alapján meghatároztuk a források felbukkanásának közzettípusát és a törésvonalaktól való távolságát. A források tengerszint feletti magasságát a terepi felmérés során rögzítettük egy terepi GPS segítségével. A forrásokat csoportosítottuk azok összetétele és felszíni helyzete alapján, amelyhez a Statistica 8 program többváltozós statisztikai adatelemző műveletét alkalmaztuk.

Eredmények

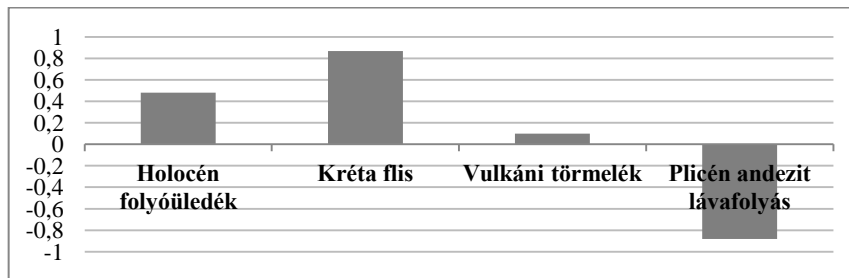


2. ábra. A források törésvonalától mért távolsága és szabad szén-dioxid tartalom közötti korreláció vízgyűjtőnként illetve összesített formában.

A 2. ábra az egyes ásványvizek oldott CO₂-tartalma és törésvonalától való távolság kapcsolatára mutat rá korrelációs értékek megjelenítésével. A kapcsolat egyes vízgyűjtők esetében erős, negatív korreláció, azaz minél közelebb van a forrás a törésvonalhoz, a CO₂ tartalom annál magasabb. A gázfluxus nagyobb a törésvonalak és a hozzájuk tartozó repedéshálózat mentén.

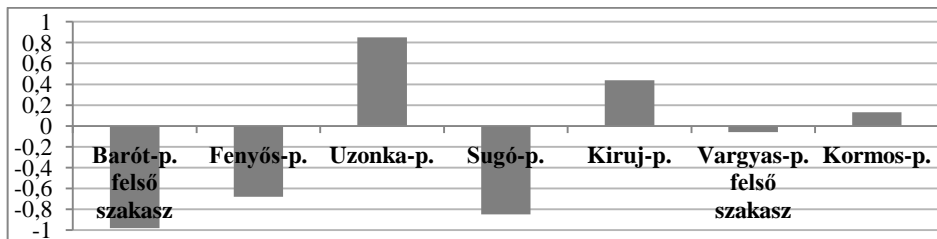
A korreláció azon vízgyűjtők esetében magas, ahol sikerült kimutatni törésvonal jelenlétét, ilyenek az Uzonka-, Kormos- és Vargyas- patakok. A Barót- és Fenyős-patak esetében az összefüggés gyenge, mivel nem sikerült a térkép alapján közeli törésvonalat azonosítani.

A törésvonalaktól való távolság és a forrásvíz CO₂ tartalma közötti kapcsolatot vizsgáltuk a felbukkanás közzettípusa alapján szűrve a forrásokat. A legerősebb korreláció a vulkáni üledékes formáció esetén mutatkozott, mivel a törmelék valószínűleg nagyobb porozitással rendelkezik, így könnyebb közlekedési teret biztosít a gázoknak, mint egy masszív andezites láva. A holocén patakmenti üledékekre ugyancsak a laza, kevésbé kompaktálódott állapot jellemző, így erősebb az összefüggés, bár kis területen jelenik meg. A kréta flis esetében a szakirodalom szerint [4] a jelentős tektonikai mozgásoknak köszönhetően gyakoriak a törésvonalak, ezért az utóvulkáni gázok szabadon közlekedhetnek ezek mentén, így növelik a kapcsolat erősségét.



3. ábra. A TDS és a tengerszint feletti magasság korrelációja az egyes földtani formációkban feltörő ásványvizek esetében

A TDS és tengerszint feletti magasság kapcsolata nagyon erős a kréta flis összlet és az andezitből feltörő források esetében. A pozitív összefüggést azzal magyarázzuk, hogy a meszes kréta flis összleten áthaladó víz könnyen dúsul ásványi anyagban, könnyebben oldja, míg az andezitből kevesebbet tud kioldani. Mivel a tengerszint feletti magasság átlag 800 m körüli, ezért a víz is kevés időt tölt a kőzetekben és nincs ideje oldott anyagban dúsulni [11].



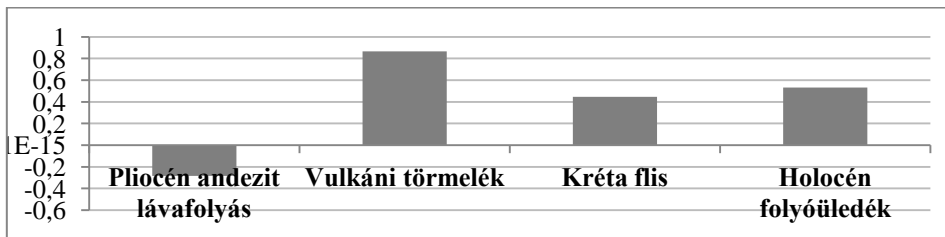
4. ábra. A tengerszint feletti magasság és TDS korrelációs értékei az egyes részvízgyűjtőkben megjelenő ásványvizekben

A 4. ábra alapján a korrelációs értékek az Uzonka-, Kormos- és Kiruj-patakok mentén 0 és 1 között vannak, vagyis a magasság növekedésével a TDS is nő. Uzonkafürdőn és a Kormos-patak mentén ez összefüggésbe hozható a kréta flis formációkkal. A Barót-patak forrásvidékén, a Fenyős- és Sugó-patak mentén valamint a Vargyas-patak felső szakaszán a korrelációs értékek -1 és 0 között vannak, a magasság növekedésével csökken a TDS.

A Szelterszfürdőn megjelenő gyenge kapcsolatra magyarázat lehet az Erdélyi-medence kőzetösszletének közelsége és ez által befolyásoló hatása.

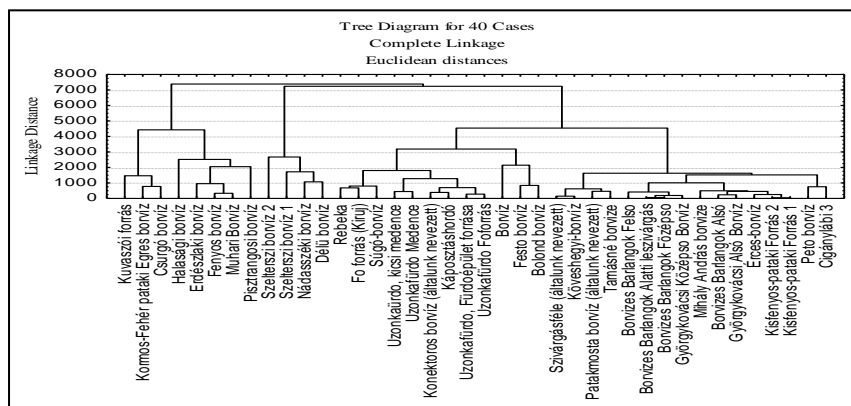
A kirujfürdői és szelterszi gyenge korrelációk azzal is magyarázhatók, hogy alacsony a szintkülönbség a legfelső és legalsó forrás között. Kirujban ez az érték 40 m, Szelterszben 60 m. Ezzel ellentétben a Fenyős-patak mentén található ásványvizek esetében 950 m-ről 550 m-re esik a tengerszint feletti magasság, különböző földtani összleteken haladunk keresztül és több borvíz tör fel a patakok mentén.

Abban az esetben, ha kis részterületekre alkalmazzuk a feltételezést, akkor bebizonyosodik a kapcsolat a magasság és a TDS között. Ez az elemzés nagy területekre nem alkalmazható, ugyanis a különböző formációk, amikből az ásványvizek feltörnek változó magasságokban jelennek meg.



5. ábra. A TDS és CO₂-tartalom közötti korreláció a különböző földtani rétegekben feltörő források esetén

A CO₂ jelenléte a vízben növeli annak oldhatósági képességét. Erősebb kapcsolat a vulkáni törmelék esetén mutatkozik, mivel ebben közlekedik könnyebben a CO₂, így a forrásoknak növeli az oldottanyag-tartalmát.



6. ábra. A kutatott ásványvizek klaszter-analízise, 40 forrás 12 változója alapján.

A klaszter analízist 40 forrásra és 12 változóra végeztük el (6. ábra). A változók: forrás tengerszint feletti magassága, vízgyűjtő-terület átlagmagassága, a forrás törésvonaltól számított távolsága, a forrás potenciális vízgyűjtő területe, egyes fizikai-kémiai paraméterek.

Az ábrán négy fő csoportot tudunk elkülöníteni. Az első csoport (balról jobbra) a Pisztrángosi-borvíz kivételével a Kormos-patak felső szakaszának forrásait foglalja magába. Ezekre a borvizekre jellemző, hogy törésvonalak mentén bukkannak a felszínre olyan helyeken, ahol a kréta flis összlet a felszínhez közel található. Ezzel magyarázható a Pisztrángosi-borvíz jelenléte is ebben a csoportban. A következő csoport borvizei a Szeltersz-típusú ásványvizek, amelyek nagyrészt egymáshoz közel helyezkednek el a Vargyas-völgyében, összetételükre az enyhén nátrium-bikarbonát-kloridos típus jellemző. Továbbá két nagy csoportot tudunk elkülöníteni. Az elsőben nagyrészt az uzonkafürdői vasas, szénsavas források jelennek meg, amelyekhez a kirujfűrdői források is csatlakoznak, valószínűleg az összetételük hasonlósága miatt. A legutolsó csoportban a Fenyős-patak és a Barót-patak forrásvidékén felszínre bukkadó források jelennek meg, amelyekre az összetétel és a felszínre bukkadás térbeli viszonyainak hasonlósága jellemző.

Következtetések

Dolgozatunkban a Dél-Hargita nyugati lejtőin megjelenő ásványvizeket elemeztük kapcsolatot keresve a források néhány fizikai-kémiai paraméterei, földtani adottságok, külső befolyásoló tényezők és a tengerszint feletti magasság között. A feldolgozás alapján elmondhatjuk:

- ♦ a kutatott területen az ásványvizek össz-oldott anyagtartalmát a felszínrebukkanás földtani formációja mellett a tengerszint feletti magasság is befolyásolja. A kapcsolat a kisebb rész-vízgyűjtők mentén állapítható meg. Általánosan kimutatható, hogy a tengerszint feletti magasság növekedésével az ásványvizek össz-oldott anyagtartalma csökken;
- ♦ a CO₂-tartalomnak a vizek oldóképességére gyakorolt hatása leginkább a vulkáni törmelékben érvényesül;
- ♦ a kutatott területen négy ásványvíz-csoport figyelhető meg: a Kormos-patak felső szakaszának nagy Ca-tartalmú ásványvizei és a Szeltersz típusú enyhén sós, bikarbonátos ásványvizek. Az uzonkafürdői és kirujfürdői ásványvizek együtt alkotnak egy csoportot, amelyek vasas, szénsavas források, valamint megkülönböztethetjük még a Barót- és Fenyős-patakok forrásvidékének ásványvizeit, amelyek alacsony össz-oldott anyaggal rendelkeznek;
- ♦ a korrelációs kapcsolatok erőssége vagy gyengesége arra utal, hogy további, általunk nem vizsgált tényezők is hatással vannak a források összetételére.

Irodalomjegyzék

1. László, A., Kozák, M., Püspöki, Z. Cercetări structurale, vulcanologice și petrografice asupra magmatitelor pliocene din zona estică a Bazinului Baraolt, ACTA, 1996., Sf. Gheorghe–Sepsiszentgyörgy; 1997. p. 17–32
2. Peltz, S., Contribuții la cunoașterea formațiunii vulcanogen-sedimentare pleistocene din sudul munților Harghita și nord-estul bazinului Baraolt. D. S. Inst. Geol., LVII/5. (1969–70), București; 1971. p. 173–189
3. Gheorghiu, C. Relațiile dintre sedimentele terțiare și eruptivul lanțului Harghita, fenomene postvulcanice. D. S. Com. Geol., XL., 131–137, București. 1956
4. Airinei Ș., Pricăjan A. Corelații între structura geologică adâncă și aureola mofetică din județul Covasna, cu privire la zonele de apariție a apelor minerale carbogazoase. Bul. Soc. șt. geol. Rom. 1972; XII: 173–185.
5. Pricăjan, A. Hargita megye ásványvíz és mofetta-gáz kincsei, Csíkszereda: Hargita megye Néptanácsa, Egészségügyi Igazgatóság; 1974
6. Kisgyörgy Z. Erdővidék útikalauz. Sepsiszentgyörgy 1973
7. Berszán, I., Jánosi Cs., Jánosi, K., Kristály, F., Péter, É., Szakáll, S., Ütő, G. Székelyföld borvizei Csíkszereda: Polgár-Társ Alapítvány, Csíki Természetjáró és Természetvédő Egyesület, Csíkszereda; 2009
8. Pricăjan, A., Apele minerale și termale din România, București: Ed. Technică; 1972. p. 296
9. Bányai J. A székelyföldi langyos források, Különlenyomat. Hidrológiai Közlöny 1949; 9 – 10. Sz.
10. Bányai J. A székelyföldi ásványvizek, Kül.1 Erdélyi Múzeum 1934; XXXIX évf. 7-12 sz.
11. Fetter C. W., Applied hydrogeology, Prentice-Hall, New Jersey, 7. fejezet, 2001

VALÓS ÉS MODELLEZETT VILLÁMÁRVÍZI ESEMÉNY ÖSSZEHASONLÍTÁSA 1.

Kovács Károly Zoltán^{*}, Holndonner Péter^{}, Dobos Endre^{***}**

Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar,
Természetföldrajz-Környezettan Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros, A4
(fő)épület, III. em. 302. szoba

^{*}*ecocares@uni-miskolc.hu*, ^{**}*ecohp@uni-miskolc.hu*, ^{***}*ecodobos@uni-miskolc.hu*

Bevezető

A változó éghajlat és egyre szélsőségesebb meteorológiai körülmények, egészen kiszámíthatatlan módon, időben és helyen csapnak le javakra olykor emberéltre. Ezen csapások egyike az ún. *villámárvíz* (nemzetközi szakirodalomban *flash flood*). A jelenség kis – néhánytól legfeljebb néhány száz km²-es vízgyűjtőjű – vízfolyásokon alakul ki, nagy pusztító erejű és, mint neve is mutatja, villámgyors. Pusztító erejéhez hozzájárul, hogy nagy mennyiségű hordalékot szállít, az iszaptól a sziklatömbig, mindenféle méretben.

Anyag és módszer

A villámárvizek kialakulása, jellemzően, rövid idő alatt lehulló nagy mennyiségű csapadékhoz köthető, melyek megjelenése időben elég véletlenszerű és hirtelen. Egymást követő esős időszakok esetében már kevesebb csapadék is elég, hogy villámárvizek alakuljanak ki, köszönhetően a talaj vízzel való telítettségének, illetve a tavaszi, hóolvadást okozó esők is okozhatnak ilyen katasztrófákat, hisz ekkor az olvadó hó ad többlet vízmennyiséget és a fagyott talaj porozitása, vízelnyelő képessége majdnem nulla.

A villámárvizek által sújtott területek hegy- illetve dombvidéki kis vízgyűjtőjű patakok mentén találhatóak. Az észak-magyarországi régióban a hegyvidékről az Alföld felé lefutó patakok völgye a leglakottabb, ahol legsúlyosabb csapásokat mérhetnek a villámárvizek. Ezen területek meteorológiai szempontból is nagyobb eséllyel számolhatnak villámárvizet okozó légköri állapotokkal. A két, egymástól eltérő domborzati vidék találkozásánál a nyugat-délnyugatról érkező ciklonok légtömegei feláramlásra kényszerülnek. A tavasz végi, nyár eleji időszakban a felszín közeli légrétegek az erős napsütés hatására könnyen felmelegednek, de a magasabban lévő légtömegek még nem tudnak átmelegedni. A hirtelen feláramlás hirtelen lehűlést, tehát gyors felhő- és csapadékképződést eredményez. A térség a Hernád, a Bodrog és Tisza mentén nyitott a „hideg kapuk” (Duklai-hágó, Uzsoki-hágó, Vereckei-hágó) irányába, ezáltal az északkeletről beáramló hideg levegő és a Kárpát-medencében megülett meleg légtömeg keveredési pontja. Az egymástól eltérő fizika tulajdonságokkal rendelkező légáramok találkozása labilis állapotot eredményezhet, ezzel növelve a hirtelen, bőséges csapadékképződés esélyét [2].

Mád a Fördös-patak és Máj-patak összefutásánál, és az onnantól Mádi-patak néven továbbfolyó vízfolyás völgyében, a völgytalpon helyezkedik el. A települést keletről és nyugatról körülvevő dombok magassága 150-300 m és nagyrészt 15-35% lejtésű, erősen lejtős oldalúak, a falutól északra lévő hegyhátak már 500 m magasak, mint

például a az 532 m magas Hollós-tető, amely a Mádi-patak vízgyűjtőterületének legmagasabb pontja. Délről nyitott, hol a Mádi-patak kifutása van.

A települést észak-déli irányban átszelő Mádi-patak (a Szerencs-patak mellékvíze) két patak összefolyásából jön létre: a Fördös kútból induló Fördös-patak és a tőle keletre eredő, Máj-patak. A falutól egy kilométerre, északra, a Fördös-patak az Őz-völgyi záportározót táplálja, amelynek vízfelszíne kb. 2 ha, mélysége kb. 5,5 m. A 4,5 km hosszú Máj-patak, szintén táplál egy közel fél hektár kiterjedésű záporgyűjtőt. A két patak összefolyása a falu északi részén található [1].

A vízgyűjtő teljes területén vulkáni eredetű kőzetek (riolit és dácit tufák) található, illetve azok lepusztulás termékei. Ez alapja a később tárgyalt talajtani leírásnak, mely többnyire igen agyagos talajfélésegekről tesz említést. Ezeket a piroklastikumokon többnyire igen agyagos lepusztulás termékek alakulnak ki. [5]

A terület éghajlata mérsékelt meleg – mérsékelt száraz. Az évi átlaghőmérséklet 9,9 C°, a januári (-3,2 C°) és a júliusi (20,1 C°) középhőmérsékletek a magyarországi átlagnál valamivel alacsonyabbak. A napsütéses órák éves mennyisége 1850-1900 óra. Évente átlagosan 620 mm csapadék hull [4].

A vizsgált nap légköri viszonyainak leírása:

2005. május 4-én hazánk időjárási képét egy előregedett ciklon határozta meg. Ez a ciklon, melynek középpontja délkelet Lengyelország fölött volt, alacsony pályán haladt délnyugat – északkelet irányba. A felhőszakadást alapvetően két időjárási tényező befolyásolta: a ciklonban kialakult, azzal együtt mozgó okklúziós front és egy magas légköri hidegfront. Az okklúziós front délután egykor haladt át a térség felett. Ugyanebben az időben a magasabb szinteken (kb. 5000 m) nyugat-délnyugat felől hideg levegő gyors beáramlása (hidegadvekción) zajlott le, a fent már említett, jól észlelhető magassági hidegfrontot okozva. A magassági hidegfront közel 90 fokos szöveget zárt be a talaj közeli feláramlással, így a vihar kialakulását gyorsító konvergencia – azaz két különböző irányú légáram találkozása – jött létre, metszéspontjuk Mád térségére esett [2]. A gyakran jéggel kísért felhőszakadást kiváltó közvetlen ok az volt, hogy a térség fölött kialakult légköri rendszer igen lassan mozgott, és a közel másfél órán keresztül (délután kettő órától kb. fél négyig tartó) erőteljes esőzés alatt a zivatarcellák szinte ugyanazon a pont felett keletkeztek.

A környékbeli települések magánszemélyek által fenntartott csapadékmérő állomásain mért mennyiségek nagyban elmaradtak (pl. Boldogkőváralja 9,3 mm; Taktaharkány 7,6 mm) [3] a Mádön mért 180 mm csapadékösszeghez képest. Ez igazolja, hogy a csapadéközön viszonylag kis területen összpontosult.

A villámárvizek lefutását befolyásoló tényezők térképezése:

A vízgyűjtő területén található talajtípusokat ábrázoló térképet (*1. térkép*) a Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat 4766-2 számú, szelvényéről digitalizáltam. A jelmagyarzatban a római számok a Sigmond-féle talajosztályozási rendszer által jelölt talajfélésegek, a nagybetűk a hidrológiai talajcsoport (Hydrologic Soil Group) jelölése, ahol A, a nagyon jó vízelnyelő képességű talajok, homok, kavics félésegek és D a majdnem vízhatlan agyagok, vagy belterületen beton vagy aszfalt felületek és a számok az ezekhez rendelt számszerű értékek.

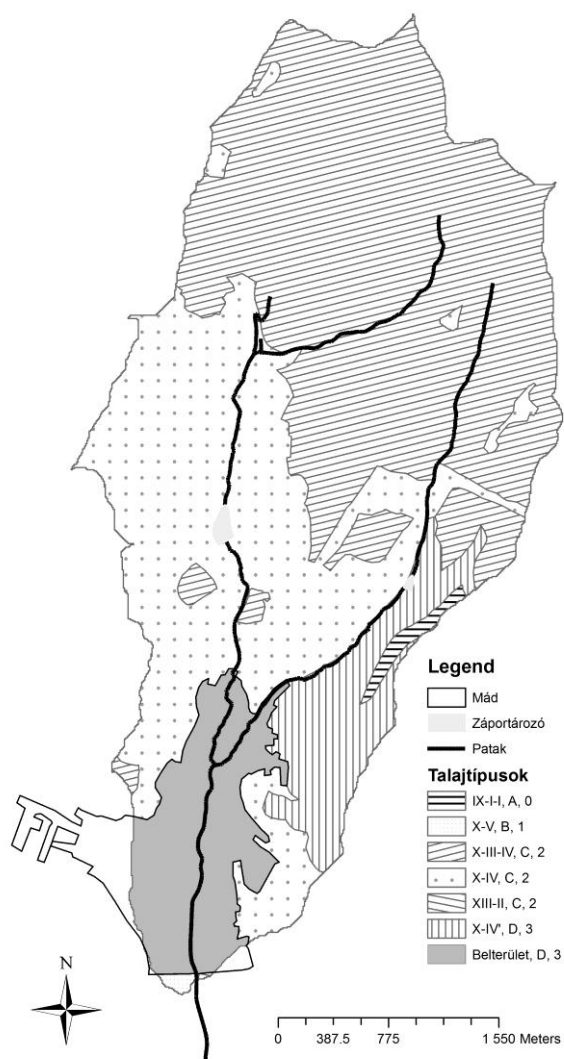
Jól látható a térképen, hogy az érintett vízgyűjtő területén C és D kategóriájú talajok találhatók, melyeknél a modellben számított beszivárgási tényező majdnem nulla, azaz a pár órán át tartó, lezúduló csapadék, szinte teljes mennyisége eljutott a mederig.

Szintén elkészült a területhasználati térkép (*2. térkép*) a USGS (U.S. Geological Survey) távérzékelt adatok feldolgozására kidolgozott területhasználat és felszínborítottság osztályozó rendszere alapján, mely osztályok a hidrológiai modellezésben elfogadottak. Az alapadatot a területet lefedő, ingyenesen hozzáférhető Landsat 7 műholdképek szolgáltatták. A két kép (2000 év májusi és októberi) 8-8 csatornájából, illetve az ezekből generált NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetációs indexet tartalmazó csatornákból állítottam össze a 18 csatornából álló képet ERDAS IMAGINE 9.2 szoftverrel, melyet később kiértékeltem és ennek eredménye a területről készült területhasználati térkép.

A területhasználati térkép jól mutatja, hogy a vízgyűjtő területének legnagyobb százalékát szőlő illetve füves, bokros rét fedi, ahol ráadásul, mint a helyszíni bejárás során kiderült, a szőlőket a lejtés irányával párhuzamosan ültették. Ez azt jelenti, hogy az agyagos, kis nedvszívó képességű talajra hulló csapadéknak szinte semmi nem lassította az útját a meder felé, szőlősorok között árkos eróziós barázdákat váj, az elhordott a talajrétegekből, lejtőalji hordalékkúpokat épített. A Mádi-patak vízgyűjtőjének területhasználatára nagyban hozzájárult a villámárvíz villám jellegéhez illetve a víz által szállított hordalék mennyiségéhez. A nagy relief energiával rendelkező terület legnagyobb része a művelés miatt majdnem csupasz, vagy gyér füves, bokros növényzettel rendelkezik. Az ilyen térszínre lehulló csapadék lefolyása villámgyors és rengeteg hordalékot szállít. A víz visszavonulása után jelentős vastagságú iszapréteg (az elöntési magasság kb. 20 %-a) maradt vissza.

Eredmények

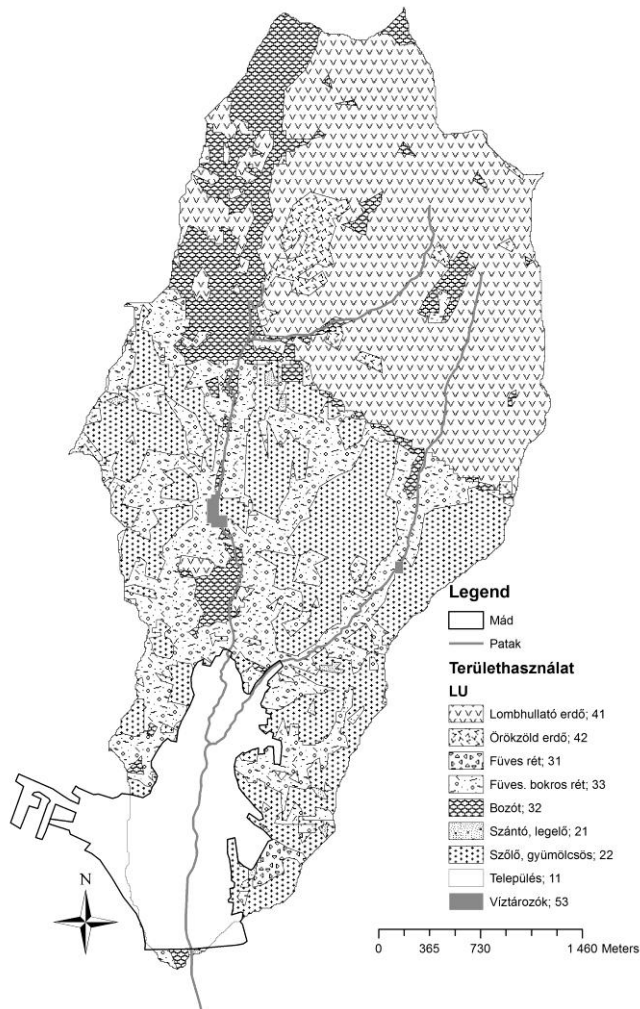
A fentiekben leírtak alapján betekintést nyerhetünk a 2005-ös mádi események kiváltó okaiba. A meteorológiai körülmények alapos ismerete már segíthet leszűkíteni a villámárvizek által veszélyeztetett területeket. A leszűkítés nagyon fontos, hiszen ezeket a katasztrófákat helyesen modellezni csak nagy pontosságú adatok alapján lehet. A nagy pontosságú adat előállítására nagyon időigényes vagy nagyon drága.



1. térkép. A Mádi-patak vízgyűjtőjének talajtani viszonyai és a talajok hidrológiai osztályozása

A másik fontos szűkítő tényező a domborzat, a mély völgyek szabdalta, nagy relief energiájú területek, hol ilyen jellegű katasztrófák jelentkezhetnek. Az ilyen típusú felszínen lerohanó víz pontos modellezéséhez igen finom felbontású (> 5m) domborzatmodellek szükségesek. Ezek elkészítése fontos, mert az árvíz által veszélyeztetett területek pontos lehatárolása ilyen digitális domborzatmodell alapján történhet, pl. a HEC-RAS szoftver segítségével.

A pontos lehatárolást követően lehet a modellt finomítani, a talaj, a földhasználat vagy a felszínborítottság adataival, mely tényezők bizonyos esetekben lassíthatják az áradat lerohanását annyira, hogy még mentésre, kilakoltatásra idő legyen.



2. térkép. A Mádi-patak vízgyűjtőjének területhasználati osztályozása

Következtetések

A villámárvizek előrejelzése fontos feladat, de mivel váratlan meteorológiai események okán alakulnak ki nagyon nehéz. Villámgyors és pusztító hatású. A leírt Mád-patak vízgyűjtője teljes területén a talaj nagyon agyagos, a lehulló csapadék csak igen kis százalékát tudta magába szívni. A lefolyás gyorsaságáról a területhasználati tényező is tehet, szinte az egész vízgyűjtő szőlő, vagy művelésből kivont fűves, bokros bozót, mely kevés akadályt állított a lezúduló víz útjába.

A villámárvizek hosszú távú megelőzését, vagy legalább hatásuk csökkentését a területhasználat gondos megválasztásában látom. A lefolyásmodellek pontosítása a területhasználati tényezővel segíthet egy olyan döntéstámogató rendszer kiépítésében, mely a későbbiekben a hatóságok segítségére lehet a mezőgazdasági és erdészeti tájhasznosítás során.

Köszönetnyilvánítás

A konferencián való részvételt a miskolci Háromkő Egyesület támogatta.

Kulcsszavak: villámárvíz; megelőzés; összehasonlítás; valós adat; modellezés;

Irodalom

1. Holndonner Péter 2006: Egy völgyi árvíz kialakulásának okai, azok vizsgálata digitális domborzatmodell segítségével (Diplomaterv). Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar, Természetföldrajz-Környezettan Tsz.,
2. Horváth Ákos 2005: Vihar és felhőszakadás a Zemplénten. <http://www.met.hu/pages/vihar20050504.html>
3. Tamáskovits Károly 2005: Május 4. Mád. - Léggör. L. évf. 2. szám, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, pp. 11.
4. Marosi Sándor [szerk.] - Somogyi Sándor [szerk.] 1990: Magyarország kistájainak katasztere. Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézete, Budapest, pp. 903-908.
5. Budai T. [szerk.] - Gyalog L.[szerk.] - Magyarország földtani atlasza országszerte. Magyar Állami Földtani Intézet 2010, Budapest, pp. 31.
6. B.-A.-Z. Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság 2005: hivatalos jegyzőkönyvek, jelentések. Miskolc, 2005
7. Novák András, Mád község jegyzője elmondása alapján. Mád, 2005-2006.
8. Kaszab Ferenc 2009: Kisvízfolyások vízgyűjtőterületeinek lefolyási viszonyai– extrém árvízi esettanulmányok és a revitalizáció;
9. http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/27/dolgozatok/13kaszab_ferenc.htm

TERMÉSZETI ÉS ANTROPOGÉN TÉNYEZŐK HATÁSA A HERNÁD FOLYÓ MEDERVÁNDORLÁSÁRA

Kozma Katalin^{*}, Puskás János

Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely Károlyi G. tér 4.

**kata.kozma8@gmail.com*

Bevezetés

A Hernád folyó igen rendkívüli jelenség. Meanderező tevékenysége máig számos kérdést vet fel, melyre a kutatók keresik a választ. Tanulmányunkban a környezeti tényezők egy részének (csapadék, vízállás, földhasználat) szerepét taglaljuk, azok milyen mértékben befolyásolják, befolyásolhatják a Hernádra olya jellemző és a táj képét meghatározó természetes folyamatokat.

Napjainkban egyre több esetben tapasztalható, hogy az időjárás extrém változásai nem csak globális vagy országos szinten, hanem kisebb régiók szintjén is érzékelhető. A változások volumene akár szélsőséges értékeket között is mozoghat, mely változások közvetett úton az egyéb természeti folyamatokra is hatással vannak [1]. A magyarországi folyók mentén az utóbbi másfél évtizedben látványosan megnövekedett az árvízveszély. Az árvizek következtében az árvízvédelem kérdése mind a szakemberek, mind a széles közvélemény figyelmének homlokterébe került.

A Hernád vízgyűjtőjére hulló csapadék mennyisége közvetett úton hatással van a folyóra. A vízállás értékeinek alakulására gyakorolt hatásukkal befolyásolhatják a folyó mederváltozását, így a folyó futásvonalát is. A futásvonal változásai viszont a későbbi árvízi eseményekre is hatással vannak, ezért a magyar szakaszán alapvetően meanderező folyó mederfejlődésének és a Hernád-völgyére jellemző időjárási események nyomkövetésének, valamint ezen tényezők várható jövőbeni alakulásának prognosztizálása egyaránt fontos az egyes tudományterületek számára [2].

A vízállás és a csapadék mellett a környező területek földhasználati módja és a használat intenzitása is befolyásoló tényező lehet, hiszen az összefüggő természetes növényzet talaj „megtartó” szerepe, a gyökérszét jótékony hatása a part menti területekre mind olyan eleme ennek a rendszernek, melyeket véleményünk szerint figyelembe kell venni.

Anyag és módszer

Mintaterületünk a Hernád folyó alsó szakaszán helyezkedik el, Alsódobsza és Gesztely között. A választásban elsődleges szempont volt, hogy a folyó ezen szakasza nincs szabályozva, így a természetes folyamatok gyakorlatilag szabadon érvényesülhetnek. Vizsgálatunk során terepi munkákat, adatgyűjtést és feldolgozást végeztük. Az adatok kiértékelése során az 1890 és 2011 között eltelt 121 év időintervallum napi és havi szinten mért csapadékadatát dolgoztuk fel és jelenítettük meg grafikonos formában.

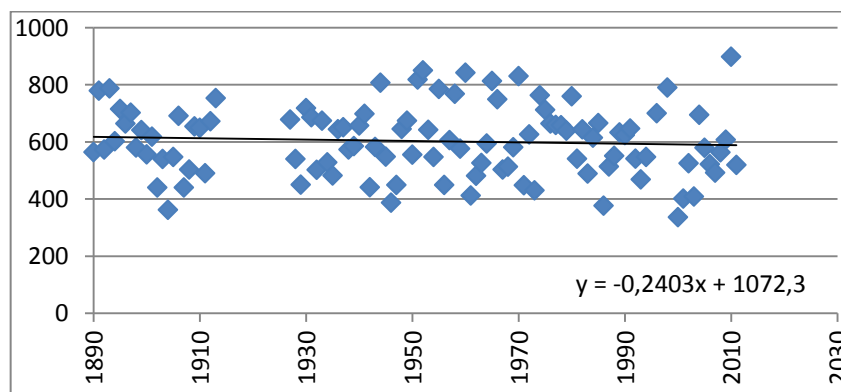
Elemeztük az éves csapadékösszegek alakulását a vizsgált 121 év során, valamint ennek tendenciáját. Ezután havi lebontásban kiértékeljük az egyes

hónapokban lehullott csapadékmennyiségek változását. A kiértékelés során a továbbiakban négy 30 éves szakaszra bontottuk a 121 éves adatsort. Ezen felosztás alapját a WMO (World Meteorological Organization) megfogalmazása adta, mely 30 éves időintervallumot tekint éghajlatnak (IPCC, 2007). Az adatok feldolgozását Minitab v14 statisztikai szoftverrel végeztük. Az extrém évek alakulásának vizsgálatát boxplot segítségével határoztuk meg.

Méréseink során a vizsgálati területen mérőkarók kihelyezésével vizsgáltuk a partfal eltolódását centiméteres pontossággal. A közel 100 karó kihelyezése mind az intenzív mezőgazdasági hasznosítású, mind a természetes növényzettel borított partszakaszokon megtörtént, mely során összehasonlításokat is tehettünk a két különböző hasznosítású mód között.

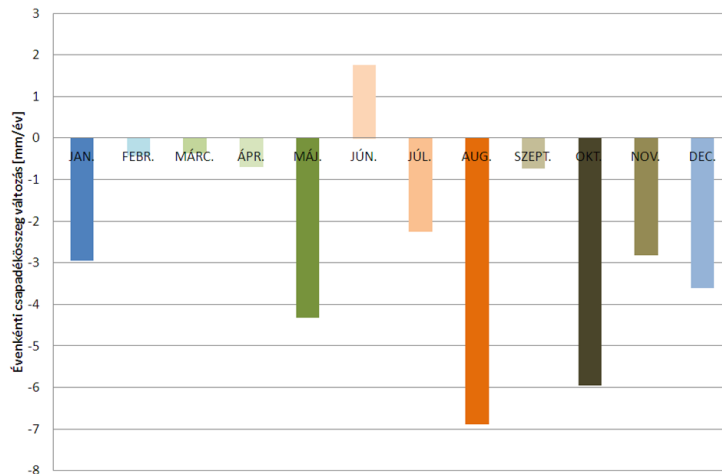
Eredmények

A kiértékelte csapadékösszegek adataiból kitűnik, hogy az elmúlt 121 év alatt csökkenő tendenciát mutat a lehullott csapadék mennyiségének összege. A csapadék mennyisége 0,24 mm-el csökkent évente, ami ezen vizsgált időtartam alatt mintegy 30 mm-es csökkenést eredményezett. Ez az eredmény korrelációt mutat azon elméletekkel, miszerint a Kárpát-medencében egy lassú szárazodási periódus indult meg (Horváth, 2009) (1. ábra).



1.ábra. Éves csapadékösszegek alakulása 1890 és 2011 között Hidasnémétinél

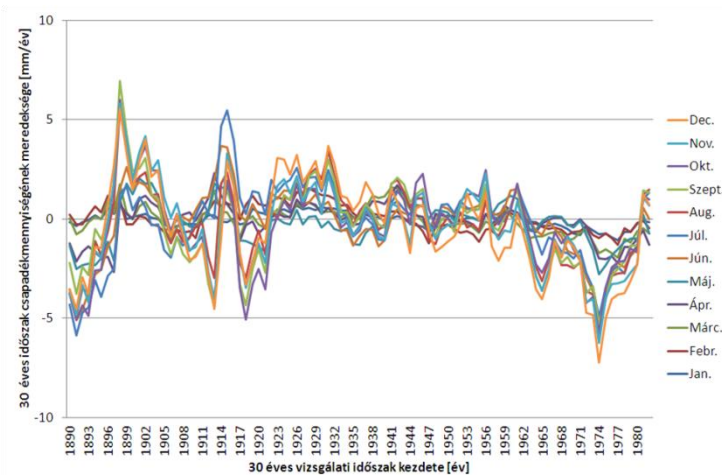
Az éves csapadékösszegek analógiájára elkészítettük a havonkénti csapadékösszegek tendenciájának számítását 1890 és 2011 között. (2. ábra) Az ábrán látható, hogy havonkénti lebontásban az június kivételével minden hónap csapadékösszegében csökkenés mutatkozik.



2. ábra. A csapadék mennyiségének havonkénti összváltozásai 1890 és 2011 között Hidasnémetinél

A csökkenő tendencia jelenlétét még egy tekintetben kívántuk megvizsgálni.

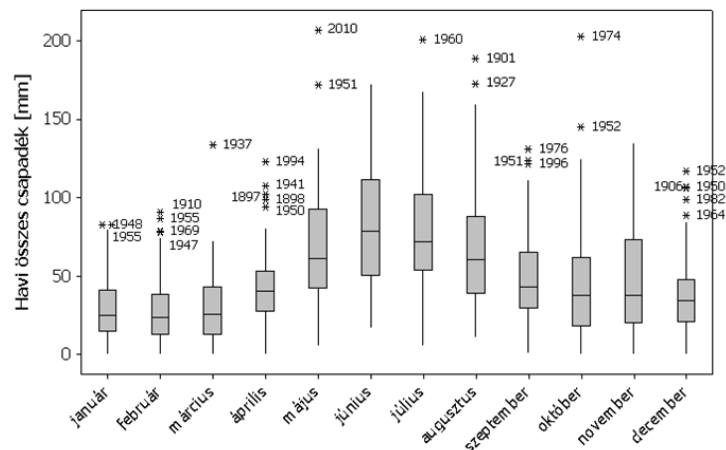
A WMO által definiált 30 éves intervallumokat állítottuk be egy-egy időszakra vonatkozó intervallumnak, amelyre megvizsgáltuk a csapadékösszegek csökkenésének a tendenciáját. Látható a 3. ábrán (Fig. 3), hogy egy adott évvel kezdődő (vízszintes tengely) 30 éves periódus során milyen csapadékváltozás (függőleges tengely) mutatkozik meg az éves csapadékösszeg változásában. Jól látható, hogy bárholnan is vizsgáljuk a csapadék összegek alakulását a 121 éven belül, markánsan kirajzolódik egy csökkenő tendencia.



3. ábra. Évi csapadékösszeg változásának mértéke 30 éves periódusra vonatkoztatva

Nagyjából az 1930-as évek elejétől kezdődő csökkenés a 1970-es évek derekára érte el mélypontját és onnantól tapasztalható némi stagnálás, majd növekedés a nulla érték irányába. Az utóbbi évtized extrém időjárási helyzetei láthatóan nem érvényesültek markánsan ebben a tendenciában, de ennek ellenére intenzitásukban az adott időszakok helyi szinten jelentősek voltak.

Megvizsgáltuk a 121 év során előforduló extrém, kiugró havi csapadékösszegek alakulását. (4. ábra). A boxplot-os ábrázolás során a középső vonal a vizsgálati minta medián értékét jelzi, a doboz tetején és alján levő vonalak az első kvartilis ($Q1$) és harmadik kvartilis ($Q3$) értékeket mutatja. Az első kvartilis érték azt mutatja meg, hogy a sorbarendezett adatok közül melyik az az érték, amely alatt az összes adat 25%-a található, a felső kvartilis pedig az, amely alatt az összes adat 75%-a van. A kiugró értékeket meghatározhatjuk oly módon, hogy ha a vizsgált adat nagyobb, mint $Q3 + 1,5 \cdot (Q3 - Q1)$; vagy kisebb, mint $Q1 - 1,5 \cdot (Q3 - Q1)$. Látható, hogy az extrém évek száma (adott hónapokat tekintve) viszonylag alacsonynak mondható. Az utóbbi évtizedek árvízi időszakai közül csak a 2010-es év májusa jelenik meg, mint extrém érték a 121 év tükrében.



4. ábra. Az extrém évek számának alakulása a 121 éves időintervallum alatt havi lebontásban

A csapadék mennyiségének változásai közvetett úton hatással vannak a vízállás értékeire, mely viszont komoly mértékben befolyásolja a partpusztulást. A csapadékmennyiség tendenciájának csökkenésével párhuzamosan az utóbbi évtizedekben megnőtt a kisvízi időszakok gyakorisága és tartóssága is. A mederfejlődési vizsgálatainkkal mindez összhangban áll, ugyanis kisvízállás ingadozáskor mértük a legnagyobb, helyenként 3-6 m-es partfal omlásokat, míg az extrém csapadékos időszakot követő magas vízállási értékek esetén a partfal pusztulása nem volt számottevő (0,5 m körüli), helyenként nem is jelentkezett eltérés.

A partfal omlásos folyamatainak és formáinak típusait is vizsgáltuk egy új módszer segítségével. A mérések során légifényképek segítségével elvégeztük a vizsgált kanyarulat morfológiai elemzését, melynek eredménye az omlások típusainak megkülönböztetése, valamint fejlődési ütemének meghatározása. Meghatározásra került egy lépcsőzetesen leszakadó partfal pusztulási formája, mely több ütemben zajlik és repedések által előre jelzett módon történik. A víz ezen tömböket lassan, hosszú időn keresztül szállítja el. Ez a fajta pusztulási forma azon partszakaszokra jellemző, ahol természetes növényzet borítja a talajt. A másik típus hirtelen leszakadt tömbök formájában jelenik meg, amely során a part falának egy része függőleges repedések mentén blokkszerűen válik el a partfáltól és oszlopszerűen dől bele a folyóba. A folyó erodáló munkája rövid időn belül elszállítja anyagát. A legintenzívebben pusztuló, túlfejlett partszakaszok esetén jellemzőek, melyek leggyakrabban olyan területek, amelyek intenzív mezőgazdasági művelés alatt állnak (1.kép).



1.kép. Erősen pusztuló partfal az intenzíven művelt mezőgazdasági terület mentén

Konklúzió

A Hernád folyó meanderező tevékenységének vizsgálata során számos tényező befolyásoló hatását vizsgálták és vizsgálják ma is. A természeti tényezők mellett azonban napjainkban az ember is hatást gyakorol a tájra, melyben él, így egyes folyamatokat fel is erősíthet, elő is segíthet.

Az egész Kárpát-medencét egy erős negatív trend jellemzi, azaz a csapadékos napok számának erőteljes csökkenése várható [4]. Ezen megállapítást alátámasztani látszanak eredményeink, mely negatív tendencia hosszú távon közvetett és közvetlen úton befolyásolhatja a tájban zajló természetes folyamatokat.

Irodalom:

1. Drégelyi-Kiss, Á., G. Drégelyi-Kiss, and L. Hufnagel: Ecosystems as climate controllers – biotic feedbacks (a review), *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 6, issue 2, pp. 111-135., 2008.
2. Szabó J. – Kozma K. – Lóki J.: Újabb adalékok a Hernád partfejlődéséhez. In: *A magyarországi Hernád-völgy. Földrajzi Tanulmányok. Nyíregyháza-Szerencs*, pp. 21-42., 2011.
3. IPCC: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Annex I, p. 941., 2007.
4. Horváth L.: *Alkalmazkodási kihívások és eszközök az éghajlatváltozási kerettörvényben*. 2009.

A NŐTINCSEI-VÍZTÁROZÓ KÖRNYEZETKÉMIAI ÉRTÉKELÉSE

Sárközi Edit^{1*}, Nagy Nikoletta¹, Angyal Zsuzsanna², Kardos Levente¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, 1118 Budapest Villányi út 29-43.

²ELTE TTK Környezettudományi Centrum, 1117. Budapest Pázmány Péter sétány 1/a.
*edit.sarkozi@uni-corvinus.hu

Bevezető

Természetföldrajzi és hidrológiai jellemzés

A Nőtincsei-víztározó Nógrád megye délnyugati részén, a Cserhát Börzsönnyel határos területén, a Naszálytól északra, a Lókos-patak völgyében található, Budapesttől kb. 50 km-re. Északi végét az E77 (Magyarországon 2-es sz.) nemzetközi főút vonal, déli vége a település belterületével határos.

A tározó területe az 1980-as évekig vizenyős rét volt több forrással. Nagy részét nád borította, kisebb területeket legeltetéssel hasznosították. Az 1980-as évek elején a területet meliorálták. Ezt követően szántóként hasznosították, de a műtárgyak karbantartásának hiánya miatt az 1990-es évek közepére a terület elnedvesedett, szántóföldi művelésre alkalmatlanná vált.

A Nőtincsei-víztározó 1997-ben az Ipolymenti Vízgazdálkodási és Talajvédelmi Társulat tározóprogramjának keretében létesült.

Funkciója komplex: elsődlegesen árvízcsúcs-csökkentés, mellékhasznosításként: tűzvízbázis biztosítása, öntözővíz-tározás, horgászat, vizes élőhely biztosítása.

Az 51 hektáros tározó, amely egy 186 m hosszú völgyzáró gát építésével keletkezett, kiváló horgászati, pihenési lehetőséget kínál. Maximális tárolókapacitása 1 130 000 m³, ekkor a vízfelszín közel 43 ha. Az elöntési terület üzemvízszinten 36,2 ha. Üzemi vízszinten a tengerszint feletti magasság 201,5 m.



1. ábra. A Nőtincsei víztározó

A legmélyebb pontján 197,4 m a tengerszint feletti magasság. A vízgyűjtő terület kiterjedésének nagysága 20,5 km², amely javarészt lankás dombvidék. A terület jellemző talajtípusa Ramann-féle barna erdőtalaj. A tározót a Börzsönyben eredő Lókos-patak, melynek sokévi átlagos lefolyása 3,02 millió m³, és a jóval kisebb vízhozamú Vereszlini-patak táplálja [1].

A Nőtincsi-víztározó lehetséges szennyező forrásai

A víz, mint az ember és a természet számára nélkülözhetetlen lételem, fokozott figyelmet és védelmet érdemel. A jó vízminőség fenntartása érdekében elsődleges feladat a vízgyűjtő területén felmérhető lehetséges szennyező források behatárolása, és azok folyamatos ellenőrzése mellett egy fenntartható környezeti állapot megteremtése.

A Nőtincsi-víztározó vízminőségét pontszerű és diffúz szennyező források alakíthatják.

Pontszerű szennyeződést okozhat a víztározó közvetlen környezetében kialakult nagymértékű látogatottság (horgászok, kirándulók) következtében keletkező kommunális hulladék. A 2-es számú főútvonalon a közlekedési balesetek, műszaki problémák következtében különböző olajszármazékok, illetve a veszélyes rakományokból származó anyagok okozhatnak szennyeződést, melyek csurgalékvizekkel kerülhetnek a víztározóba.

Diffúz szennyezés keletkezhet a mezőgazdasági tevékenység során a környező szántóföldeken végzett trágyázásból. A nagy területen kijuttatott műtrágya a csapadékvízzel könnyen bemosódhat a tározóba. A vegyszeres növényvédelem következtében a vegyszerek bemosódása okozhatja a szennyezést.

A fentiek figyelembevételével a megfelelő és fenntartható környezeti állapot megőrzése céljából rendkívül fontos feladat a mezőgazdasági tevékenység során az agrár-környezetgazdálkodási célprogramokban való részvétel ösztönzése, a helyes mezőgazdasági gyakorlat betartása.

Anyag és módszer

A tározó vízminőségét 2011. júniusa és 2012. februárja között havi rendszerességgel vizsgáltuk. A helyszíni mintavételezéskor megmértük a levegő és víz hőmérsékletét, a víz kémhatását, a víz oldott oxigén tartalmát, valamint megállapítottuk a víz színét, szagát, illetve zavarosságát.

A laboratóriumi kísérleteket a Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszékén végeztük el. A vizsgált komponensek koncentrációját a szulfátió kivételével egy „Compact Photometer PF-12” spektrofotométerrel határoztuk meg. A vizsgálandó komponenseket „Visocolor ECO Analysenkoffer” gyorstesztkészletek segítségével készítettük elő a mérésekre. A szulfátió koncentrációját abszorbancia méréssel határoztuk meg. A kémhatás és fajlagos vezetőképesség mérésére egy digitális pH és vezetőképesség-mérőt alkalmaztunk.

Eredmények

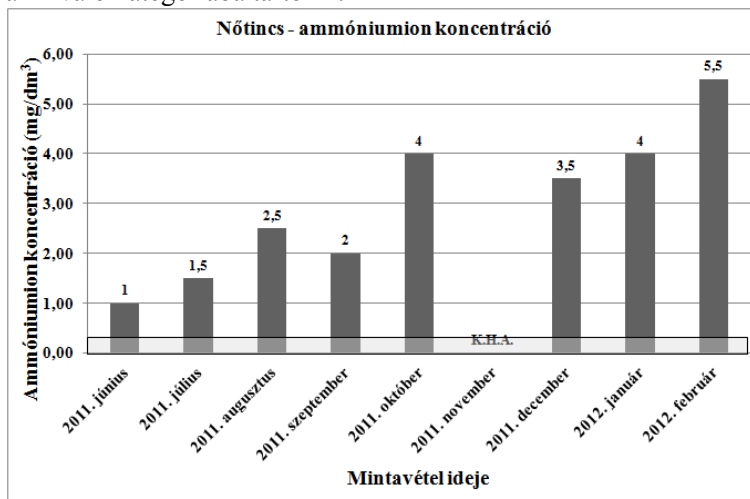
A Tanszéken vizsgált paraméterek a következők voltak: kémhatás, fajlagos vezetőképesség, összes sótartalom, nitrátion-, nitrition-, ammóniumion-, foszfátion-, szulfátion-, vasion-, mangánion-, kloridion koncentráció, összes keménység és lúgosság.

Az 1. táblázatban láthatóak a N-tartalmú ionok és a foszfátion kivételével a különböző komponensek mérési eredményei.

1. táblázat. A vizsgált vízminőségi komponensek átlagértékei (n=9)

Vizsgált komponens	Mértékegység	Mért értékek átlaga	Vízminőségi osztály
pH	-	8,08	II. jó
Fajlagos vezetőképesség (κ)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	700,67	II jó
Összes sótartalom	mg/dm^3	352,44	-
Szulfátion koncentráció ($c(\text{SO}_4^{2-})$)	mg/dm^3	113,93	-
Vasion koncentráció ($c(\text{Fe}^{3+})$)	mg/dm^3	<0,04	I. kiváló
Mangánion koncentráció ($c(\text{Mn}^{2+})$)	mg/dm^3	0,1	II. jó
Kloridion koncentráció ($c(\text{Cl}^-)$)	mg/dm^3	48,89	-
Összes keménység	nK°	15,88	-
Lúgosság	mmol/dm^3	4,47	-

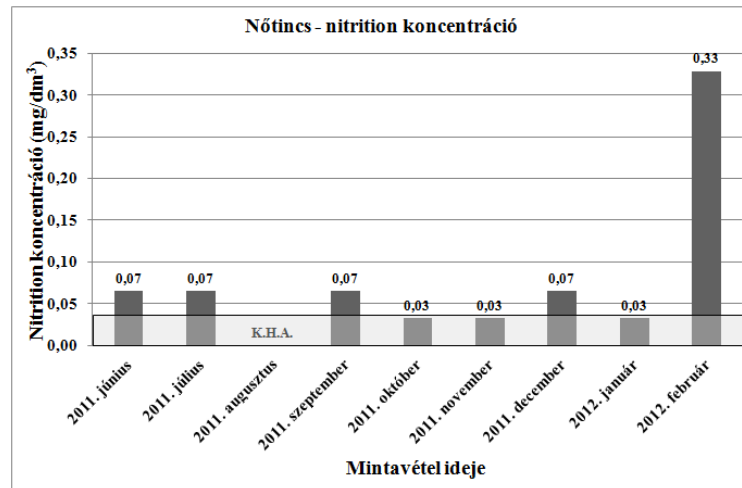
A felszíni vizeket öt vízminőségi osztályba sorolja az 1994. január 1-től hatályos MSZ 12749 szabvány [2]. Ennek értelmében a kémhatás, fajlagos vezetőképesség (azaz összes sótartalom) és a mangánion-koncentráció szempontjából a tározó II. jó vízminőségi osztályba sorolható, míg a vasion- koncentráció értéke szerint I. osztályba, azaz kiváló kategóriába tartozik.



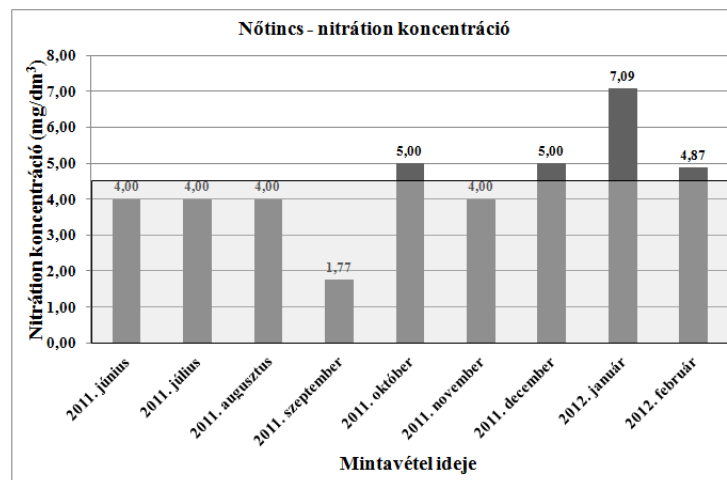
2. ábra. A Nőtincsi-víztározó ammóniumion koncentrációjának változása 2011. június és 2012. február között

A vízszintes sáv az MSZ 12749 szabvány szerinti I. osztályú vízminőséget jelöli.
K.H.A. = kimutatási határ alatt

A 2-4. ábrán látható az ammóniumion-, a nitrition- és a nitrátion koncentráció változása 2011. június és 2012. február között. Az ábrán feltüntettük vízszintes sávval az MSZ 12749 szabvány szerinti I. osztályú vízminőséget.



3. ábra. A Nőtincsi-víztározó nitrition koncentrációjának változása 2011. június és 2012. február között
A vízszintes sáv az MSZ 12749 szabvány szerinti I. osztályú vízminőséget jelöli.
K.H.A. = kimutatási határ alatt



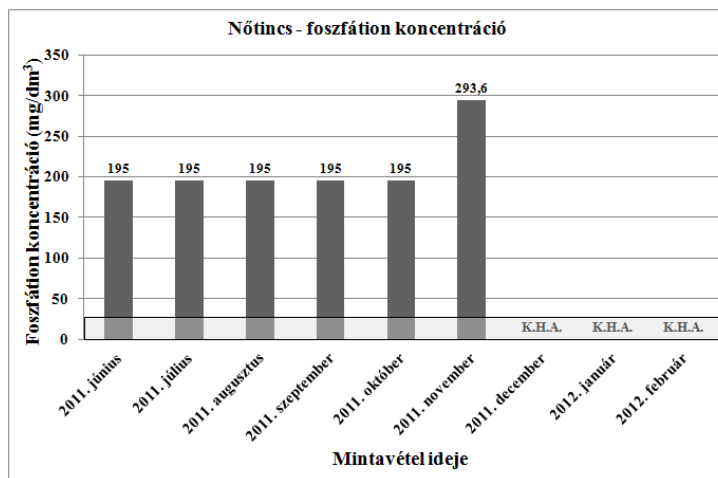
4. ábra. A Nőtincsi-víztározó nitrátion koncentrációjának változása 2011. június és 2012. február között
A vízszintes sáv az MSZ 12749 szabvány szerinti I. osztályú vízminőséget jelöli.

A februári kiugró nagy érték az ammóniumion és a nitrition esetében azzal magyarázható, hogy a tározó vízének befagyását követően az ammóniumion

feldúsult, nitrifikálódás során ugyan nitritionná oxidálódott, de az oxigén mennyiségének csökkenése miatt nem volt képes tovább oxidálódni nitrátiónná. Az oldott oxigén hiányát méréseink is alátámasztják, az oxigéntelítettség 74%.

Összességében a vizsgált időszakban az ammóniumion a vízminőségi osztály szerint V. erősen szennyezett, a nitrition II. jó, míg a nitrátió I. kiváló kategóriába esik. Ebből arra következtetünk, hogy ammónium műtrágya használata jelentős a mezőgazdasági területeken.

Az 5. ábrán a foszfátion koncentráció változása követhető nyomon a vizsgálatunk idejében. 2011 júniustól októberig tartó IV. kategóriába eső vízminőség novemberben az V. erősen szennyezett kategóriába ugrott, amit az októberi műtrágyázással magyarázhatunk.



5. ábra: A Nőtincsi-víztározó foszfátion koncentrációjának változása 2011. június és 2012. február között

A vízszintes sáv az MSZ 12749 szabvány szerinti I. osztályú vízminőséget jelöli.
K.H.A. = kimutatási határ alatt

Eddigi kutatásaink arra sarkalnak, hogy tovább folytassuk vizsgálatainkat és többéves eredményeink birtokában megfelelő következtetéseket vonhassunk le az emberi tevékenységek okozta vízszennyezésekre vonatkozóan.

Kulcsszavak: vízkémia, vízminőség, Nőtincsi víztározó, állapotfelmérés

Irodalom

1. Közép-Duna- Völgyi Vízügyi Igazgatóság, mint I. fokú vízügyi hatóság, 2000.július 3-án kelt H.43606-7/2000. számú Nőtincs, Lókos-pataki víztározó vízjogi üzemeltetési engedély tárgyú határozata
2. MSZ 12749 szabvány: Felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés

Környezeti földtan

A HORTOBÁGYI NEMZETI PARK HATÁRVONALÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

Bók Tünde^{1*}, Molnár Attila^{2}, Végvári Zsolt^{3***}, Novák Tibor József^{4****}**

¹Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, 4032 Debrecen,
Egyetem tér 1.,

²Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen u.2.,

³Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen u.2. , Természetvédelmi
Zoológiai Tanszék, Debrecen Egyetem tér 1.,

⁴Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, 4032 Debrecen,
Egyetem tér 1.,

* *boktunde@gmail.com*, ***attila@hnp.hu*, ****vegvari@hnp.hu*,
*****novak.tibor@science.unideb.hu*

Bevezetés

A védett természeti területek határvonalának jellemzői rendkívül fontosak, hiszen ezeken át gyűrűzhetnek be negatív hatások a belső, általában sérülékenyebb zónákba (1). Éppen ezért a természetvédelmi területeknél a minél kompaktabb, azaz a minél kisebb határvonal-összterület arány az optimális, illetve a határfelületet kívülről burkoló keskeny pufferzóna kialakítása, ami a veszélyeztető tényezőket már a határvonal elérése előtt mérsékli (2). Ezek a feltételek legkönnyebben nemzeti parkok, mint nagy kiterjedésű védett területek esetében teljesíthetőek, ezért az ott található fajoknak és életközösségeknek kisebb valószínűséggel fog romlani a sérülékenységi státuszuk (3). A nemzeti parkok határvonalán a sérülékenységi mértéke és jellege nemzetközi viszonylatban óriási eltéréseket mutat: míg a trópusi területek nemzeti parkjai a legsérülékenyebbek, a sarkvidékeken elhelyezkedő parkok a legvédelettebbek negatív emberi hatásokkal szemben (4).

Vizsgálatunkban a nemzeti parkok határvonalát negatívan érintő hatások felmérését és elemzését céloztuk meg Európa legnagyobb, összefüggő szikes pusztáján, a Hortobágyi Nemzeti Parkban (HNP). Ez a munka Magyarországon elsőként foglalkozik a védett területek határvonalán jelentkező sérülékenységi faktorok vizsgálatával. Terveink szerint feltárjuk a határvonal szakaszainak sérülékenysége és az egyes veszélyeztető faktorok közötti összefüggéseket, különös tekintettel az élőhelytípusnak és a kezelési módnak az özönnövények jelenlétére gyakorolt hatására.

Anyag és módszer

Adatgyűjtés

A HNP határvonalát érintő antropogén eredetű zavarótényezők vizsgálatára 2011 áprilisa és októbere között végeztünk terepi bejárásokat. A területbejárások elsősorban terepjárával történtek, a HNPI munkatársa segítségével, néhány alkalommal viszont gyalogosan tettük meg az aznapra tervezett útvonalat. A kinyomtatott légi fotó alapján tájékozódunk. A határszakaszok kezdő és végpontjainak koordinátáit kézi Garmin E-trex Venture GPS műszerrel állapítottuk

meg. Egy- egy alkalommal 10 -12 órát töltöttünk a terepen, és átlagban ez idő alatt 150 km tettünk meg, 27 terepnapon.

Minden szakaszon feljegyeztük a védett és nem védett területeken a földhasználati módokat, a potenciális zavaró faktorokat, a védett fajokat és jegyzőkönyvben rögzítettük észrevételeinket, az összegyűjtött adatokat pedig Excel táblázatban dolgoztuk fel.

A felvett GPS koordináták alapján szakaszfedvényeket (vonalfedvényeket) készítettünk, a HNP fontosabb tájökológiai jellemzőinek rendelkezésre álló fedvényei (nemzeti park, települések, utak, halastavak, mocsarak) alapján, a bejárt határszakaszokról pedig térképeket szerkesztettünk ArcGis 9.2 és Qgis 1.7.3. programok segítségével, illetve az R programkörnyezet „maptools” és „spatstat” csomagjainak alkalmazásával.

Tájökológiai változók

Első lépésben a szakaszfedvény attribútumtáblájába a terepen rögzített adatok mellett kiszámítottuk a következő változókat: homogén határszakasz hossza (m); a szakasz középpontjának X koordinátája; a szakasz középpontjának Y koordinátája; legközelebbi közút távolsága (m); legközelebbi település távolsága (m); legközelebbi állattartó telep távolsága (m); a határ védett oldalának lelegetettsége (legett, legeletlen); a határ nem védett oldalának lelegetettsége (legett, legeletlen); a határ védett oldalának kaszálttsága (kaszált, kaszálatlan); a határ nem védett oldalának kaszálttsága (kaszált, kaszálatlan); a határ védett oldalának élőhelytípusa : szikes puszta, szikes rét, szántó, mocsár, halastó, erdő, folyó, település; a határ nem védett oldalának élőhelytípusa; határvonal típusa; a határszakasz sérülékenysége (sérülékeny, nem sérülékeny)

Statisztikai elemzések

Sérülékenység: amennyiben egy adott határszakaszon találtunk veszélyeztető tényezőt, a szakaszt sérülékenynek, ellenkező esetben nem sérülékenynek tekintettük. A kategóriaváltozóknak a határszakasz sérülékeny voltára gyakorolt hatását χ^2 - teszttel elemeztük. A numerikus változóknak a határszakasz sérülékeny voltára gyakorolt hatását $n=2$ esetben Mann-Whitney teszttel, $n>2$ esetben pedig Kruskal-Wallis teszttel végeztük.

Özönnövényfajok: külön függő, numerikus változóban rögzítettük a határszakaszokon talált özönnövényfajok számát. A kategóriaváltozóknak az özönnövényfajok számára gyakorolt hatását $n=2$ esetben Mann-Whitney teszttel, $n>2$ esetben pedig Kruskal-Wallis teszttel végeztük. A numerikus változóknak az özönnövényfajok számára gyakorolt hatását, mivel az utóbbi változó nem mutatott normáloszlást, Spearman rangkorrelációval végeztük. A statisztikai elemzéseket R programkörnyezetben végeztük.

Eredmények

Vizsgálatunk során 607 db határszakaszt különítettünk el. Összesen 19 - féle veszélyeztető tényezőt tártunk fel, melyek az alábbi csoportokba sorolhatók:

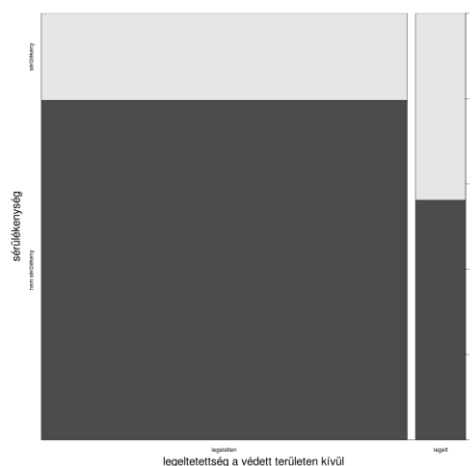
özönnövények {gyalogakác (*Amorpha fruticosa*); keskenylevelű ezüstfa (*Eleagnus angustifolia*); amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*); bálványfa (*Ailanthus altissima*); betyárkóró (*Conyza canadensis*); parlagfű (*Ambrosia elatior*)}; bemosódás; tájképromboló elemek: villanypásztor; légvezeték; gázvezeték; szemét: kommunális; törmelék; beton; trágya; fényszennyezés; beszántás

A védett és nem védett területek közt az alábbi határoló típusokat találtuk: dülő; csatorna; folyó; aszfalt; makadámút.

Statistikai elemzések

Sérülékenység:

A védett területen kívüli legeltettségnek erős hatása volt a sérülékenységre ($\chi^2 = 18,4669$, $df = 1$, $p = 0,000017$; 1. ábra). A védett területen belüli élőhelytípusnak szignifikáns hatása volt a sérülékenységre ($\chi^2 = 20,8813$, $df = 7$, $p = 0,00395$; 2. ábra). A védett területen kívüli élőhelytípusnak szignifikáns hatása volt a sérülékenységre ($\chi^2 = 17,5688$, $df = 8$, $p = 0,0247$).



1. ábra.

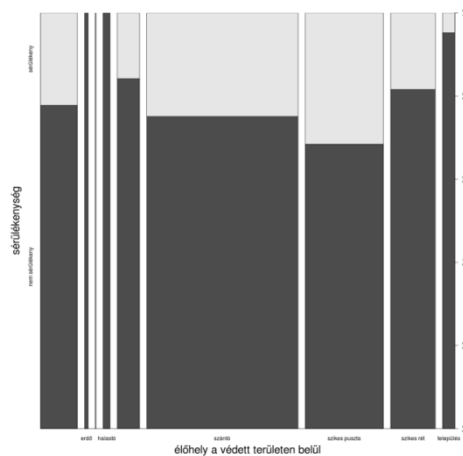
Özönnövények:

A védett területen kívüli legeltettségnek erős hatása az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2 = 4,4819$, $df = 1$, $p = 0,03426$). A védett területen belüli élőhelytípusnak szignifikáns hatása volt az özönnövényfajok számára (Kruskal-Wallis-teszt, $\chi^2 = 9,6281$, $df = 7$, $p = 0,2106$).

Következtetések

Eredményeink más tanulmányokhoz hasonlóan arra utalnak, hogy a nemzeti park határvonala korlátot szab az inváziós fajok terjeszkedésének, ami elsősorban az intenzíven legeltetett határvonalon vagy a pufferzónában elhelyezkedő legelőkön

jellemző (5,6). Ezt az eredményt támogató statisztikai tesztek prediktív ereje, illetve a HNP reprezentatív volta alapján úgy gondoljuk, hogy ez a megállapítás alföldi nemzeti parkokra általánosan jellemző.



2.ábra.

A legeltetésnek az özönnövények terjeszkedésének meggátolására vonatkozó eredményeink alapján javasoljuk, hogy az invázorok által fenyegetett határzónákban növeljék a legeltetés intenzitását, illetve agrárkörnyezetvédelmi, és Érzékeny Természeti Területekre vonatkozó programcsomagokkal támogassák a pufferzónában zajló legeltetés szintjének növelését, hasonlóan más európai nemzeti parkokhoz (7, 8). A legeltetés rendszerének esetleges átalakításakor azonban tekintetbe kell venni a Hortobágy, mint ökoszisztéma fejlődéstörténetét. A Hortobágyon, mint a Föld minden más füves élőhelyén az ökoszisztéma működését három alapvető folyamat a vizek mozgása, a tüzek, és a legelés határozza meg. A Hortobágy esetében a füves élőhelyek jelenlegi arcát nagyrészt a nagytestű patások legelése (síksági bölény, őstulok, vadló) határozta meg. Bár a bronzkor óta elsősorban háziállatok legelése lett a jellemző, a nagytestű patások dominanciája megmaradt és a házi juh csak később, ökológiai folyamatokat elhanyagolható mértékben befolyásolva jelent meg (9). Ezért megfontolandó, hogy a legeltetési rendszerek módosításánál a szarvasmarhát és a házi lovat részesítsék előnyben a juhokkal szemben.

A nemzeti parkok tájképi értékeit, ökológiai folyamatait és veszélyeztetett fajait negatívan érintő vonalas létesítmények másik fő típusát alkotják az elektromos légvezetékek, amit a területbejárásaink során tapasztaltunk is (10, 11). Míg a magasfeszültségű vonalak elsősorban tájképromboló hatásúak, addig a középfeszültségű vezetékek a nagytestű madarak (elsősorban ragadozók, golyaalakúak) állományait veszélyeztetik: ennél a vezetéktípusnál ugyanis az oszlopok alakja olyan, hogy a rászálló nagytestű madarak zárhatják az áramkört, ami pusztulásukhoz vezet. Azonban fontos megemlíteni, hogy a magasfeszültségű vezetékek tartóoszlopai több fokozottan védett ragadozó madárfaj (keresensólyom,

parlagi sas) fészkelőhelyeivé váltak, mivel előszeretettel foglalják el az emberek által megközelíthetetlen fémszerkezetre helyezett fészkalapokat (www.sakerlife.mme.hu/intro.html, 12). Ezt a hatást mérséklendő, a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság egy Európai Unió pályázatban partnerszervezetként vesz részt, melynek fő célja a középvezetékű vezetékek földkábelre való cseréje. Azokon a vezetékszakaszokon, amelyek nem férnek be a jelenlegi pályázat keretei közé úgynevezett FireFly-okat alkalmaznak, amelyek foszforeszkáló légmozgás hatására forgásban lévő lapok, a repülő madarak számára észrevehetővé teszik a vezetékeket (12). Mivel bejárásaink során a légvezetékek jelenlétét számos helyen tapasztaltuk, ezért javasoljuk a földkábel program folytatását.

Bár területfelméréseink során, számos helyen észleltük, hogy a nemzeti park a határvonalon kívüli, a védett terület felé meredeken lejtő szántók felől a mezőgazdasági technológiában használt vegyszerekben dúsított bemosódásnak van kitéve, ennek a hatásnak a következményeit mérni nem tudtuk. Mivel nemzetközi vizsgálatok eredményei alapján a pufferzóna nélküli nemzeti parkokat gyakran érik határvonaluk irányából vegyszerrel szennyezett csapadékvíz káros hatásai, amely mind a vizes élőhelyeket, mind a talajvizet erősen szennyezhetik (13), javasoljuk, hogy:

(1) a nemzeti park tervezett pufferzónájában a vegyszerhasználati szabályozásnak a védett területen érvényes szabályzás alkalmazását, (2) azokon a határszakaszokon, ahol a határvonal mezőgazdasági terület mellett fut a felszín alatti és feletti vizek szennyezettségének rendszeres mérését

A felvett adatok alapján a kommunális személtlerakatok, betontörmelék és ipari hulladék a nemzeti park határvonalának számos pontján rongálja a tájképi értékeket és szolgál ismeretlen vegyszerek bemosódása révén potenciálisan jelentős szennyező forrásként. Ennek a problémának a kiterjedtsége és jelentősége az elmúlt évtizedekben ugyan nagymértékben csökkent végleges felszámolásuk rövidtávú táj rehabilitációs programok célját kell, hogy képezze.

Terepi vizsgálatok során a határvonal több szakaszán észleltük fényszennyezést okozó világítótestek jelenlétét, amelyek leggyakrabban állattartó telepek kivilágítását szolgálják. Korábbi fénymérési vizsgálatok alapján kiderült, hogy a Hortobágyi Nemzeti Park hazánk és egyben a kontinens egyik, fényszennyezés által legkevésbé érintett területei közé tartozik. Ennek eredményeképpen 2010-ben Magyarországon másodikként Európában pedig harmadikként elnyerte a Csillagoségbolt-park (Dark Sky Park) elnevezést (<http://csillagpark.hu/>). Bár ez az elismerés azt jelzi, hogy a Hortobágy viszonylag kevésbé érintett a fényszennyezés negatív hatásai által, a rosszul elhelyezett fényforrások az éjjel tömegesen átvonuló madarak túlélési esélyében és éjjel mozgó rovarok állománycsökkenésében egyelőre ismeretlen károkat okoznak (14). Ezek alapján javasoljuk a HNP részletes fényszennyezettség térképének elkészítését, majd ez alapján a szennyező lámpatestek megfelelő burkoltatásának elvégzését.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóságnak, hogy lehetővé tette a terepi kutatások feltételeit.

Kulcsszavak: védett terület, pufferezóna, sérülékenység.

Irodalomjegyzék

1. IUCN: [cited 2012 Febr 25]; available from: <http://www.iucn.org/about/union/commissions/wcpa/>; 2012
2. Ewers RM, Rodrigues ASL. Estimates of reserve effectiveness are confounded by leakage. *Trends in Ecol Evol.* 2008; 23:113–116.
3. Primack RB. *Essentials of conservation biology.* Sunderland, Massachusetts: Sinauer; 1993.
4. Hole DG, Willis SG, Pain DJ, Fishpool LD, Butchart SHM, Collingham YC, Rahbek C, Huntley B. (2009) Projected impacts of climate change on a continent-wide protected area network. *Ecol Lett.* 2009; 12, 420–431.
5. Foxcroft LC, Jarošík V, Pyšek P, Richardson DM, Rouget M. Protected-area boundaries as filters of plant invasions. *Cons Biol*; 25:400-405.
6. Gaston KJ, Jackson SF, Cantú-Salazar L, Cruz-Piñón G. The ecological performance of protected areas. *Ann Rev Ecol Evol Syst.* 2008; 39:93–113.
7. Wilson GA. German agri-environmental schemes. I. A preliminary review. *J Rural Studies* 1994; 10:27–45.
8. Balázs K, Szabó G, Podmaniczky L. Agri-environmental policy in environmentally fragile areas. In: ACE Seminar on Sustainable Agriculture in Central and Eastern European Countries: The Environmental Effects of Transition and Needs for Change; 2001 Sep 10–16; Nitra, Slovakia; 2001.
9. Ecsedi Z, editor. *A Hortobágy madárvilága.* Szeged-Balmazújváros, Hungary; 2004.
10. Murphy RK, McPherron SM, Wright GD, Serbousek KL. Effectiveness of avian collision averters in preventing migratory bird mortality from powerline strikes in the central Platte River, Nebraska. Nebraska Game and Parks Commission, U.S. Fish and Wildlife Service, and University of Nebraska, Kearney; 2009.
11. Barrientos R, Alonso JC, Ponce C, Palacin, C. Meta-Analysis of the Effectiveness of Marked Wire in Reducing Avian Collisions with Power Lines. *Cons Biol.* 2001; doi: 10.1111/j.1523-1739.2011.01699.x.
12. Palomino D, Carrascal LM. Habitat associations of a raptor community in a mosaic landscape of central Spain under urban development. *Landsc Urban Plan.* 2007; 83:268–274.
13. Pimental D, Stachow U, Takacs A, Brubaker W, Dumas AR, Meaney JS et al. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bioscience* 1992; 43:354–362.
14. Rich C and Longcore T. *Ecological consequences of artificial night lighting.* Washington, DC: Island Press; 2006.

ÚJSZERŰ REAKTÍV GÁTAK MÉRETEZÉSE

Madarász Tamás^{1*}, Szűcs Péter¹, Lakatos János², Gombkötő Imre³, Székely István¹

¹Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros

²Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet, Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet

³ME, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet

**hgmt@uni-miskolc.hu*;

Bevezetés

A felszín alatti vízszennyezések kárelhárítása napjainkban egyre fontosabb feladattá vált az ivóvíz készleteink védelmének érdekében. A kárelhárítás megvalósításához egyre több és újabb technológiát dolgoznak ki a jobb hatásfok és gazdaságosság eléréséhez.

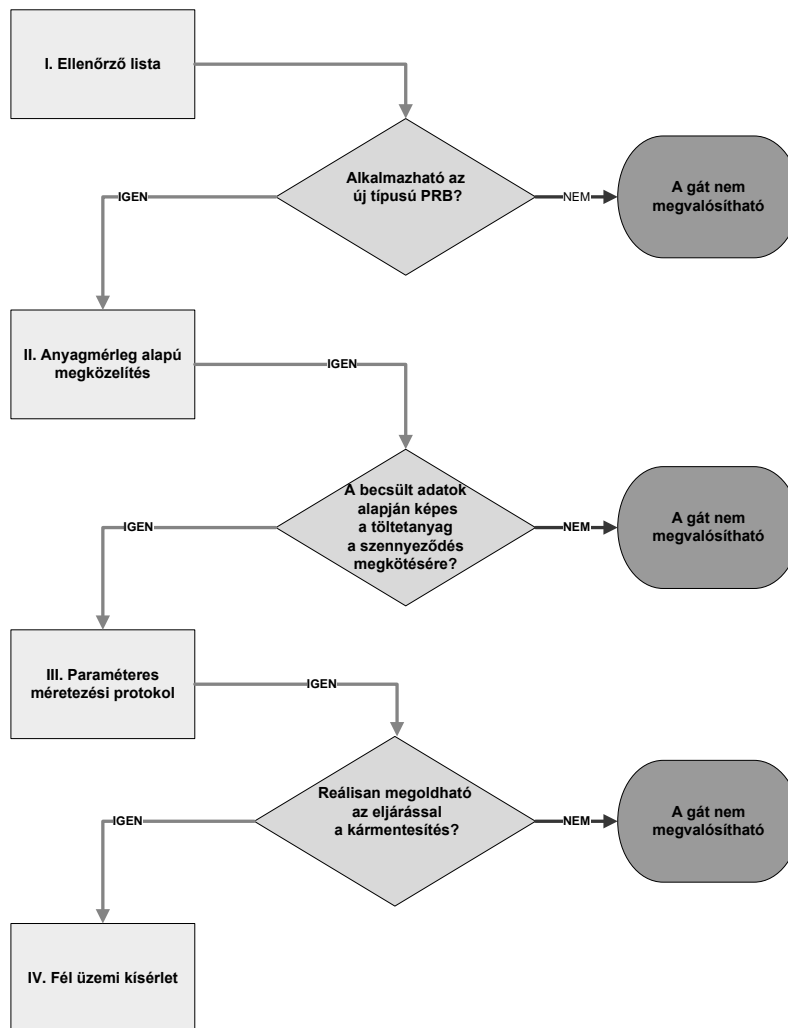
A Miskolci Egyetem kutatói korábban is részt vettek reaktív gátak tervezését célzó projekteken [1, 4, 6, 7], de az elmúlt években a Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék, a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet és a Kémiai Intézeti Tanszék közreműködésével indult egy kutatás a Három Kör Delta Kft. támogatásával, amely egy új típusú reaktív gát fejlesztését tűzte ki célul a talajvízszennyezések kármentesítésére. A kutatási tevékenység magját a töltetanyag kifejlesztése, előkészítése, kémiai és hidrodinamikai vizsgálata, kockázatsökkentő képességének elemzése és utólagos hasznosítása képezte. Töltetanyagként huminsav tartalmú természetes anyagokat, pl.: lignit vagy tőzeget vizsgáltunk.

Az új fejlesztésű reaktív gát méretezési protokollja

A gáttervezés folyamata egy 4 részből felépülő folyamat, amit az 1. ábra szemléltet. Ennek elemei az (1) Ellenőrző lista; (2) Anyagmérleg alapú megközelítés; (3) Paraméteres méretezési protokoll; (4) Fél üzemi kísérlet [2, 3].

A folyamatára első két része (az ellenőrző lista és az anyagmérleg alapú megközelítés) főként a gát megvalósíthatóságának kérdésre ad választ, míg az utolsó két lépés (a paraméteres méretezési protokoll és a fél üzemi kísérlet) a gát tervezéséhez szükséges paraméterekről ad információt (pl.: töltet szemcsemérete, a gát vastagsága, szivárgási tényezője, stb.).

Jelen cikk terjedelmi korlátai miatt az egyes lépések részletes bemutatására nincs lehetőségünk, azok áttekintést tudjuk csak bemutatni. A reaktív gát tervezése egy bonyolult munkafolyamat. Nem létezik és nem is lehet felállítani egy általános standardot, ami bármely helyzetben alkalmazható reaktív gátak tervezésére, azt viszont ismerjük, hogy melyek azok a környezeti hatások, amik befolyásolják a gát paramétereit és a vizsgálatok segítségével igazolhatjuk, miként hatnak ezekre a paraméterekre. Ezt felhasználva készült el a méretezési segédlet megkönnyítve a tervezési munkát.



20. ábra. A gáttervezés folyamata.

A protokoll egyes elemei elkülöníthetőek, mint pl. környezeti input paraméterek, vagy gát paraméterek (output). Az input paramétereket változtatni nem tudjuk, maximum csak mérsékelhetjük őket (pl.: pH változtatása egy puffer zóna kialakításával a gátfal előtt), ami viszont plusz költségeket jelent.

Ezzel szemben a gát paramétereit változtathatjuk, változtatnunk kell a környezeti adottságok miatt, mert egy output paraméter megváltozása is hatással van az egész rendszerre. Ennek következtében körültekintően kell eljárni és meg kell ismerni az output paraméterek egymásra gyakorolt hatását is.

Célszerű tehát egy iterációs folyamatként tekinteni a gáttervezésre és az adott input paraméterek mellé választani kell output paramétereket kezdő értéknek (pl.: gátvastagság, töltet szemcsemérete).

Előzetes ellenőrző lista

A reaktív gát összetett mérnöki tervezést igényel de ezelőtt szükséges egy gyors ellenőrzés, hogy meggyőződjünk a költséges feladatok elkezdése előtt arról, hogy nincsenek az új fejlesztésű PRB-t kizáró, a megvalósítást ellehetetlenítő körülmények. Ennek kivitelezéséhez a szennyezett területről és a szennyeződés egyes tulajdonságairól információkkal kell, rendelkezünk [4]. Az ellenőrző lista ebben is nagy segítségünkre szolgál, mert célirányosan megtudjuk, mely paramétereket kell meghatározni az előzetes tényfeltárás során. Ilyen paraméterek pl. a terület geológiai tulajdonságai, a talajvíz áramlási viszonyai, a szennyeződés paraméterei, eredete a terület szivárgási tényezője. Amennyiben ezeket ismerjük, megválaszolhatjuk az ellenőrző lista kérdéseit. Az új fejlesztésű gát tervezésének megkezdése előtt az alábbi táblázat kérdéseire kell, hogy választ kapjunk.

Ellenőrző kérdések	
1.	Az eltávolítani kívánt szennyeződés a talajvízben van?
2.	A talajvíz áramlási iránya állandó a területen?
3.	A területen a talajvíz áramlási viszonyai lehetővé teszik a reaktív gáttal történő szennyező csóva befogását?
4.	A gát problémamentesen illeszthető a geológiai környezetbe?
5.	Előállítható olyan szivárgási tényezőjű gátanyag, ami megfelelően illeszkedik a környezetéhez?
6.	A szennyeződés komponensei megköthetőek a gátanyagon?
7.	A szennyeződés komponensei olyan mennyiségben vannak jelen, ami indokoltá teszi a gát kiépítését?
8.	Az előzetes vizsgálatok alapján kizárható, hogy a szennyeződés nem tartalmaz olyan komponenseket (például Hg), amelyek a gát működését gátolják?
9.	A terület beépítettsége lehetővé teszi a gát kialakítását?
10.	A kármentesítéshez ez az elérhető legjobb technológia?

A további tervezés csak akkor folytatódhat, ha minden kérdésre „IGEN” választ kaptunk és meggyőződünk róla, hogy megfelelő adatgyűjtés és feldolgozás áll az adott válaszok hátterében.

Anyagmérleg alapú megközelítés

Az ellenőrző lista kiértékelése után következhet a gát tervezése. A tervezés megkönnyítése érdekében érdemes egy anyagmérleg alapú értékelést elvégezni. Az így kapott közelítő adatok segítséget nyújthatnak a tervezés korai szakaszában egyes változók kezdeti értékének megválasztásában, mint például a gátvastagság, amit az anyagmérleg alapján kapott töltetmennyiségből származtathatunk.

Első lépésben megközelítőleg meg kell határozni a környezetbe kijutott és a gát által megkötni kívánt szennyezőanyag mennyiségét komponensenként (V_{kijutott}). A következő feladatunk, hogy megbecsüljük a rezidens szennyezőanyag mennyiségét (V_{rezidens}). A kármentesítési célállapot határértékből (D) és a gátra

érkező anyagmennyiségből ($V_{\text{gátra érkező}}$) kiszámolható a gáton átengedhető szennyező mennyisége ($V_{\text{átengedhető}}$). Az előbbieket alapján:

$$V_{\text{(kijutott)}} - V_{\text{(residens)}} = V_{\text{(gátra érkező)}}$$

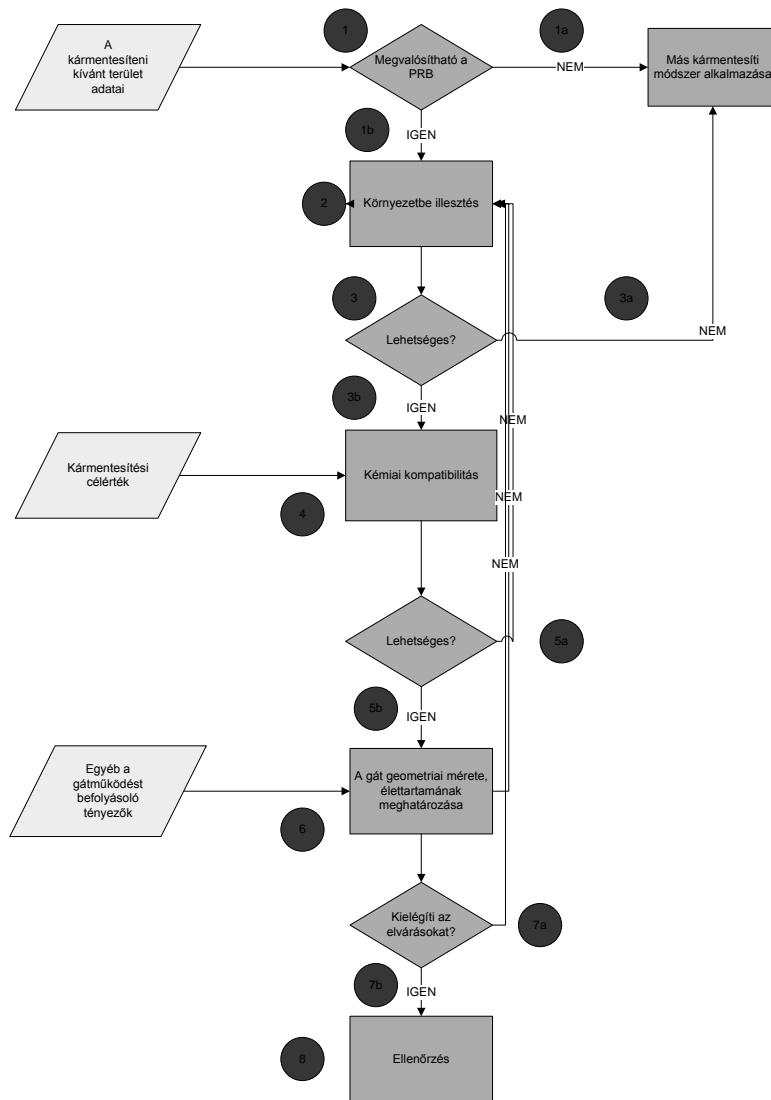
$$V_{\text{(gátra érkező)}} - V_{\text{(átengedhető)}} = V_{\text{(megkötendő)}}$$

$V_{\text{(megkötendő)}}$ az a szennyező anyag mennyiség, amit a gátnak meg kell tudnia kötni.

Ha ismerem azt az anyagmennyiséget, amit a gátnak tudnia kell megkötni és a gát tömegegységre vonatkoztatott szennyező visszatartó képességét ($V_{\text{megköthető}}$), akkor ki tudom számolni milyen mennyiségű gátanyag (M) képes a kármentesítést elvégezni. A kapott értékek egy előzetes közelítést adhatnak a gát vastagságára, illetve a töltet kimerülésének idejére, de ki is zárhatják a gát megvalósítását ($V_{\text{megkötendő}} > V_{\text{megköthető}}$). Nagyon fontos megjegyezni, hogy ez még nem a gát tényleges méretezése, hanem csak egy gyors anyagmérleg, melynek értékei csak tájékoztató jellegűek, elvégzése a későbbi méretezési feladatokhoz nyújt segítséget.

Jelen dolgozat terjedelme miatt a 2. ábrán a reaktív gát méretezési protokolljának egy egyszerűsített változatát mutatjuk be, amely megmutatja az egyes paraméterek közötti összefüggéseket és a tervezés során elvégzendő feladatokat. A könnyebb átláthatóság és értelmezhetőség érdekében a paraméteres méretezési protokoll az alábbi munkafolyamatra lett felbontva: (1) Környezetbe illesztés; (2) Kémiai kompatibilitás; (3) Gát geometriai mérete, élettartamának meghatározása; (4) Egyéb a gátműködést befolyásoló tényezők; (5) Ellenőrzés. Az egyes részek külön- külön részletesen tárgyalják a reaktív gát tervezésének adott szakaszát, amit az alábbi lépések szerint kell elvégezni:

1. lépés: Az ellenőrző lista és az anyagmérleg alapú megközelítés elvégzése után el kell döntenünk, hogy a jelenlegi következtetések alapján a reaktív gát megvalósítható (*1a eset*), vagy nem kivitelezhető és más eljárást kell választanunk (*1b eset*).
2. lépés: A gát környezetbe illesztésének megoldása. Itt olyan szivárgási tényezőjű töltetanyag kialakítása a cél, amely 100%-os határfokkal képes befogni a szennyezett vizet. Részletesen a *4.3.1-es pontban*.
3. lépés: Dönteni kell, hogy lehetséges a környezetbeillesztés (*3b eset*) és haladhatunk tovább a tervezésben, vagy pedig nem megoldható (*3a eset*) és másik eljárást kell alkalmazni az adott szennyeződés felszámolásához.
4. lépés: A töltet kémiai kompatibilitásának meghatározása, a környezetbe illesztési paraméterek, valamint a kármentesítési célérték figyelembe vételével. Részletesen a *4.3.2-es pontban*.



21. ábra. A paraméteres méretezési protokoll folyamatábrája.

5. lépés: A kompatibilitás végeztével meg kell vizsgálni a kapott adatokat és eldönteni, hogy a kapott értékek megfelelnek-e a gáttal szemben támasztott elvárásoknak. Amennyiben nem (5a eset), akkor vissza kell térni a 2. lépéshez és előről kezdeni a tervezési lépések elvégzését. Ha a kémiai kompatibilitás megfelelő, akkor haladhatunk tovább.
6. lépés: A gát geometriai méreteinek és élettartamának meghatározása a gátműködést befolyásoló egyéb tényezők figyelembe vételével.
7. lépés: A 2. 4. és 6. lépés eredményeit összegezve el kell tudni dönteni, hogy a gát működőképes-e az adott paraméterek mellett. Amennyiben nem (7a eset),

akkor vissza kell mennünk az *1. lépéshez* és előről kezdeni a tervezést, ha igen akkor is el kell végezni az ellenőrzési fázist.

8. lépés: Ellenőrzés (transzportmodellezés)

Összefoglalás

A tanulmányunkban huminsav tartalmú töltetanyagú PRB gátak méretezésének módszertanát mutattuk be három lépésben. A három méretezési lépés a fokozatosság elvét szem előtt tartva egyre részletesebb és nagyobb erőfeszítéseket igénylő lépésekből áll. A méretezési módszertan részletesebben megismerhető a szerzők által összeállított „méretezési protokoll” dokumentumban. A dokumentum a gátanyag fejlesztésével kapcsolatos eljárástechnikai és kémiai vizsgálatok legfontosabb lépéseit mutatja be és igazolja, hogy bár a lignit alapú töltetek kation megkötő képessége elmarad egyes elterjedten használt gátanyagokétól, de gazdaságos alternatívát jelentenek megfelelő méretezés mellett, különösen, ha a töltetanyag cseréjének műszaki megoldása lehetséges. A gát környezetbeillesztése és hidraulikai méretezése laboratóriumi mérésekre alapozva oldhatóak meg.

Az előadásban méretezési eljárás folyamatának legfontosabb, paraméteres méretezési lépését is bemutatjuk.

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával jelent meg.

Irodalomjegyzék

1. J. Bóhm, Á Debreczeni, I. Gombkötő: PEREBAR – Innovative Groundwater remediation. In The Functioning and Management of the Water – Soil – System at River Basin Scale: Diffuse Pollution and Point Sources, BRGM – Bureau de Recherches Géologiques et Mines, 2003, p. 437-445: Water Cycle and Soil-related Aspects EU-Workshop, Orléans, France, 2003; ISBN: 3-937750-00-2
2. Madarász T.- Tóth R. (2010) Új generációs reaktív falak alkalmazása talajvíz szennyezések kármentesítésére, Műszaki megvalósítási modul (II. Részletjelentés)
3. Filep Gy.- Kovács B.- Lakatos J.- Madrász T.- Szabó I. (2002) Szennyezett területek kármentesítése (Miskolci Egyetemi kiadó 2002)
4. J. Lakatos, I. Szabó, B. Csőke, C. E Snape: Coals and biomass as active materials for permeable reactive barriers. Anyagmérnöki Tudományok, Miskolc, 33 vol. 13-22 (2007).
5. Szűcs P, Sallai F, Zákányi B, Madarász T Vízkészletvédelem.: A vízminőségvédelem aktuális kérdései. Miskolc: Bíbor Kiadó, 2009. (ISBN:978-963-9988-00-2)
6. J. Lakatos, C. E. Snape, M. Ulmanu: Transition and heavy metal sorption from multi component system. Proc of the 4th Intern. Conf. on Carpatian Euroregion Ecology, Miskolc- Tapolca, 128-134 (2003).
7. J. Lakatos , S.D. Brown, C.E.Snape: Coals as sorbent for the removal and reduction of hexavalent chromium for aqueous waste streams .Fuel, 81, 691-698 (2002).

ANTROPOGÉN KÖRNYEZETTERHELÉS SZÁMSZERŰSÍTÉSE KARBON-LÁBNYOMMAL DÉL-ALFÖLDI TELEPÜLÉSEKEN

Patocskai Mária

Eötvös József Főiskola, Baja, Szegedi út 2.

Bevezetés

Előzmények

Mára a természet, mint létfenntartó förendszer globális léptékű válságba jutott, ezért szükségserűvé vált a környezet használatát számszerűsíteni. A legelterjedtebbek a termőföld területre, a légkörre és az elfogyasztott vízmennyiségre fókuszálnak.

Az ökológiai lábnyom mellett jelenleg széles körben kezd terjedni a *széndioxid-lábnyom* vagy *karbon lábnyom* (carbon footprint, CF), amely abból indul ki, hogy minden emberi tevékenység maga után von CO_2 kibocsátást, ezáltal mindenki valamennyire hozzájárul a légköri CO_2 növeléséhez, illetve az ÜHG-k légköri mennyiségének változásához. Azt fejezi ki, hogy az emberi tevékenységek során indirekt vagy direkt módon mennyivel terheljük a légkört ÜHG-k vonatkozásában.

Irodalmi áttekintés

Az IWR Nemzetközi Kutatóintézete szerint 2008-ban a világ CO_2 emissziója 31,5 milliárd tonna volt, ez 40%-kal több, mint 1990-ben.

Az egy főre jutó CF-k országos átlagai nagyon változnak 1t /COe-től (afrikai országok) a 30t /COe-ig (Luxemburg) [1]. A világ összes országának CF-e nem ismert, mert számos ország, úgymint a Közel-Kelet országai nem érdekeltek a CF-ban, ezért nincsenek is benne a GTAP (Global Trade Analysis Project) adatbázisában. Aránytalanul kevés a szegény országokra (Afrika, Dél-Ázsia, Latin-Amerika) vonatkozó adathalmaz is. A már kiszámolt CF-k nemzetközi összehasonlítását nagyban akadályozzák a számolás során alkalmazott különböző metodikák és osztályozások.

A különböző ágazatok ÜHG emissziójára vonatkozó számos tanulmány hangsúlyozza a háztartások környezeti hatásainak fontosságát [2]. A vizsgálatokból kiderült, hogy globális szinten a kibocsátás 72%-a a lakossági fogyasztással kapcsolatos [1]. Ez megerősíti jelen írás alapfelvetését, miszerint a végső fogyasztóhoz kapcsolódó tevékenységek CF-ét érdemes vizsgálni.

Magyarországon az OMSZ ÜHG számítással foglalkozó munkacsoportja készíti el évről-évre az ENSZ számára a hazai ÜHG-k leltárát, amely az összes emberi közvetlen és közvetett tevékenységekkel összefüggő kibocsátásokat és elnyeléseket veszi számba. Ezek a számítások is az IPCC által kidolgozott módszertannal készülnek, ezért alapját adják kutatásaim eredményeinek összehasonlításához az országos ÜHG-k kibocsátásával. Az éves jelentések az UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) honlapján olvashatók.

Ezzel a módszerrel végzett számítások szerint a 2009. évi ÜHG kibocsátás 66,7 millió tonna CO_2 egyenérték volt, ami a vizsgált időszakban (1985-2009) a legalacsonyabb érték. Ez a módszertan nullának veszi a mezőgazdaság és a légkör

CO₂ cseréjét, csak az erdeink által elnyelt CO₂-dal számol, ezért a (nettó) kibocsátásunk 63,6 millió tonna CO₂ egyenértékre csökken. Így a hazai egy főre jutó kibocsátás 6-7 tonna közötti értékre jön ki, ami az európai 9 tonna/fő átlaghoz képest alacsonynak számít.

Célkitűzés

A karbon-lábnyom számításokkal a lakosság környezeti problémák iránti személyes felelősségét szeretném különösen kihangsúlyozni. Ennek elsődleges oka, hogy az emberek hajlamosak az életvitelükből származó környezetterhelést semmisnek vélni vagy a felelősséget áthárítani főleg gazdasági ágazatokra (ipar és mezőgazdaság, valamint ezek objektumaira), mintha ezek önmagukért léteznének, működnek, miközben nem tudatosul, hogy mindezt az ember hozta létre az ő növekvő fogyasztási igényeinek kiszolgálása végett. Jelen írás a következő kérdésekre próbál választ adni: Mekkora légköri szennyezéssel él a lakosság (országosan és a kiválasztott településeken), ha csak a legtöbb energiát igénylő tevékenységeit vesszük alapul? Milyen arányban áll ez az érték az összes (közvetlen és közvetett) tevékenységből származó légköri terheléshez viszonyítva (OMSZ által kiszámolt érték)? Van-e különbség településtípusonként a lakossági környezetterhelésben?

Anyag és módszer

Az 1988-ban megalakult *Éghajlatváltozási Kormányközi Testület* (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) által 2006-ban kidolgozott antropogén ÜHG-k kiszámításának módszerét *Irányelvek az országos üvegházhatású gázok leltárához* (2006 Guidelines) címmel alkalmaztam [3]. Ez a dokumentum meghatározza a legfontosabb ÜHG-kat, az összes energiahordozóra vonatkozó fűtőértékeket, emissziós faktorokat, és a főbb emberi tevékenységeket.

A kiszámítás elve, hogy az erőforrás mennyiségét, a fűtőértéket és az adott ÜHG-ra vonatkozó emissziós faktort összeszorozzuk. Kihagyjuk a fűtőértéket, ha a mennyiség valamilyen energia mértékegységben van megadva. A számításnak 3 szintje van: *alap- közép- és felsőszint*. Ahogy a szintek felfelé haladnak, a számítás is egyre bonyolultabb lesz, mert annál több eredményt pontosító tényezőt kell figyelembe venni. Viszont ennek nehézsége az adatkövetelmények szempontjából a legnehezebb. A lakosság energiahasználatából eredő ÜHG kibocsátás kiszámításához ennek a módszertanát vettem alapul.

Az ÜHG-k közül a CO₂, CH₄ és N₂O kibocsátást számoltam ki, mert a vizsgált tevékenységek során ezekből jut a légkörbe a legnagyobb mennyiség.

Számításaimmal a hazai (vagy országos) átlagot, valamint 3 település emisszióját kaptam meg a három tevékenységre vonatkozólag.

Mindhárom tevékenységből származó ÜHG kibocsátás eredményei a 2009-es évre vonatkoznak, mert visszamenőleg ez az utolsó év, hogy mindhárom tevékenység esetén egységesen kiindulási adatokhoz jutottam. A számítások végső eredményei 1 lakosra vonatkoznak, ezek az összehasonlítás alapjai.

Eredmények

Az általunk kiszámolt eredmények azt mutatják, hogy a hazai lakosság legnagyobb energiafogyasztással járó végfelhasználási tevékenységeiből: *villamos energiafogyasztásból (1465,18 kg/fő), közlekedésből (836,8 kg/fő) és fűtésből (990,17 kg/fő)* kiszámolt CO₂e kibocsátás összege 3292,1 kg/fő értéknek adódott, amit *részleges karbon-lábnyomnak (részleges CF)* nevezünk el. Százalékos megoszlásban ez azt jelenti, hogy *44,5%-kal a villamos energiafogyasztással, 25,4%-kal a közlekedéssel és 30%-kal a fűtés által járul hozzá a lakosság a légkör ÜHG terheléséhez csak e három tevékenységet figyelembe véve.*

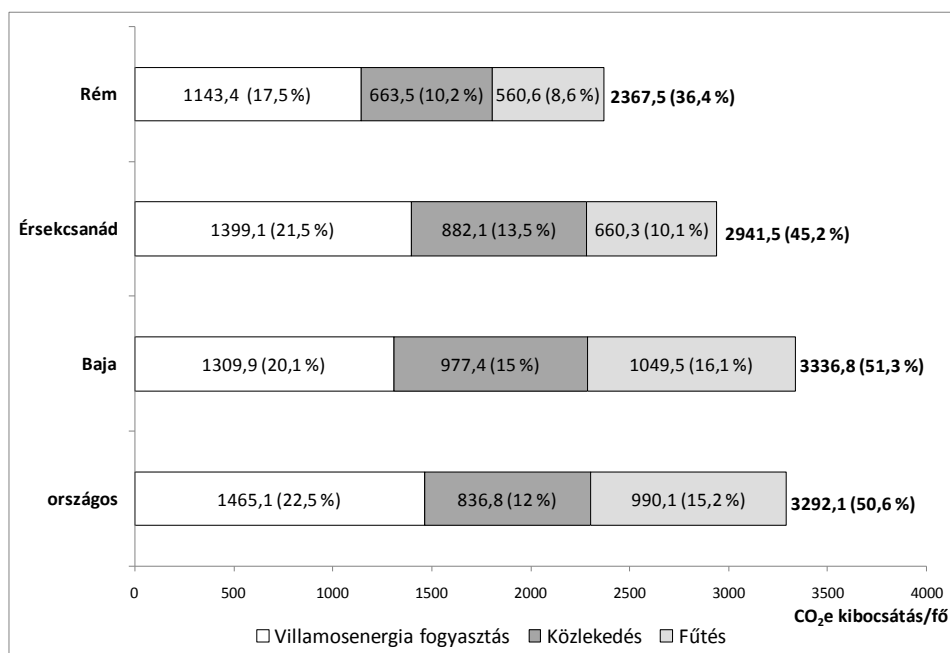
A részleges CF 50,6 %-a az OMSZ által minden évben kiszámolt egy főre jutó összes emberi közvetlen és közvetett tevékenységekkel összefüggő 6-7 tonna közötti kibocsátásnak (ezután *teljes karbon-lábnyom – teljes CF*) (1. ábra).

Az 50,6% azt jelenti, hogy a lakosság életvitele által csak a közvetlen hatású tevékenységeivel: a villamos energiafogyasztással, a közlekedéssel és a fűtéssel *már fele részben* hozzájárul a légkör ÜHG-kal történő terheléséhez. A másik feléhez közvetett módon járul hozzá: minden szállítás, ipari, mezőgazdasági és a szolgáltató szektorban felhasznált energia is végső soron a lakosságért használódik fel (1. ábra).

Ha a települések részleges CF-t vetjük össze a teljes CF-fel, akkor látható, hogy Baján közel akkora CO₂e emisszióval élnek az emberek, mint a hazai lakosság átlagosan (1. ábra). Mindhárom tevékenység százalékos aránya is közel azonos, mint az országos átlag. A két falu esetében jóval kedvezőbb a kibocsátás: a legkisebb emissziójú Rémen a teljes CF-nek csak 36%-t bocsátják ki az itt élők a vizsgált tevékenységek által. A kisebb kibocsátás mindhárom tevékenység jóval alacsonyabb emissziójából ered. A kisebb környezetterhelés nagy valószínűséggel az itt élők kedvezőtlen társadalmi és gazdasági helyzetéből következik. Érsekcsanád település kisebb részleges CF-t elsősorban a fatüzelésből származó csökkent emisszió okozza, annak ellenére, hogy a falu közlekedés kibocsátása az országos átlagot is eléri. A település nagymértékű közlekedési emissziójának háttérében a közeli város által biztosított vidéki munkahelyekre történő eljutás, valamint a város által nyújtott szolgáltatások (főleg a bevásárló központok és hipermarketek) igénybevétele húzódik.

Mindhárom település magas villamos energiafogyasztásából eredő ÜHG kibocsátás háttérében a nyugati típusú pazarló, energiaigényes és a valós igényeket meghaladó fogyasztási minta elterjedése húzódhat meg.

Ha az eredményeket összevetjük a hazai erdők nagyságával, illetve azok CO₂ elnyelő kapacitásával, akkor a következő következtetésekre jutunk. A hazai lakosság legnagyobb energiafogyasztással járó végfelhasználási tevékenységeiből származó 1 lakosra jutó 3292,1 kg CO₂e mennyiség figyelembe vételével az össz hazai lakosság (Magyarország népessége 2009-ben 10 014 324 fő) 32 968 156 040 kg CO₂e-t bocsátott ki. Az OMSZ által figyelembe vett hazai erdők elnyelő kapacitása 3,1 millió tonna CO₂ volt 2009-ben, így 10,6-szor több CO₂ keletkezett a lakosság által csak a legnagyobb energiafogyasztással járó végfelhasználási tevékenységekből, mint a hazai erdők elnyelő kapacitása. Ez azt is jelenti, hogy a hazai erdőknek 10,6-szor nagyobb területűnek kellene lennie, ha azt szeretnénk, hogy az 1 lakosra jutó CO₂ kibocsátás elnyelődjön (1. táblázat).



1. ábra. Országos és települések részleges karbon-lábnyoma a hazai teljes karbon-lábnyom százalékában

Forrás: Elek L. 2010 [4] [5], Energiaközpont Nonprofit Kft [6], Ksh 2010 [7], <http://www.odyssee-indicators.org> [8], adatai alapján saját számítás után saját szerkesztés

Ha a hazai erdőterület nagyságához igazítjuk a CO₂ kibocsátást, akkor 309,5 kg/fő kibocsátás lenne megengedett.

1. táblázat. A keletkezett összes CO₂ átváltása erdőterületre

Forrás: KSH 2010 és az 1. ábra adatai alapján saját számítások

	Jelenleg adott hazai adatok	CO ₂ kibocsátás elnyelés miatt szükséges lenne	Hiány
Összerdő terület (ha)	1 890 866	20 043 179,6	10,6-szoros
Összerdő terület CO ₂ elnyelő képessége (t)	31 00 000	32 968 156	10,6-szoros

Következtetések

A fentiek alapján elmondható, hogy a lakosság a túlzott energiafogyasztáson alapuló életvitele által nagymértékben terheli a légkört és az élő rendszereket. Az eredmények önmagukban értékelve is figyelmeztető értékűek, hogy változtassunk

életvitelünkön. Ezt követeli meg az előrelátás és a következő generációk iránti felelősség.

Kulcsszavak: geo-bioszféra, túlzott anyag-és energiahasználat, fenntartható fejlődés indikátorai, karbon-lábnyom

Irodalomjegyzék

1. Edgar, G. H. – Glen, P. P. 2009: *Carbon Footprint of Nations: a Global, Trade-Linked Analysis*. Environmental Science and Technology, 43. pp. 6414–6420.
2. Tukker, A. – Jansen, B. 2006: *Environment impacts of products: A detailed review of studies*. Journal of Industrial Ecology, 10. 3. pp. 159–182.
3. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
4. Elek L. 2009: *A háztartások energiafogyasztása*. Energia Központ Nonprofit Kft. Budapest, 43 p.
5. Elek L. 2010: *A közlekedési szektor energiafogyasztása Magyarországon 2000-2009*. Melléklet. Energia Központ Nonprofit Kft. Budapest, 25 p.
6. Energia Központ Nonprofit Kft 2009: *Energiagazdálkodási statisztikai évkönyv*.
7. KSH 2010: Statisztikai Évkönyv
8. <http://www.odyssee-indicators.org>

Környezeti kémia

JÁTSZÓTÉRI HOMOKOZÓK NEHÉZFÉMTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA BUDAPEST XI. KERÜLETÉBEN

Angyal Zsuzsanna^{1*}, Sárközi Edit², Székely Dóra³, Kardos Levente²

¹ELTE TTK Környezettudományi Centrum, 1117 Budapest Pázmány P. stny. 1/a.

²Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vizgazdálkodás Tanszék, 1118 Budapest Villányi u. 29-43.

³Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológiai Tanszék, 1118 Budapest Villányi u. 29-43.

* *anzsu7@hotmail.com*

Bevezető

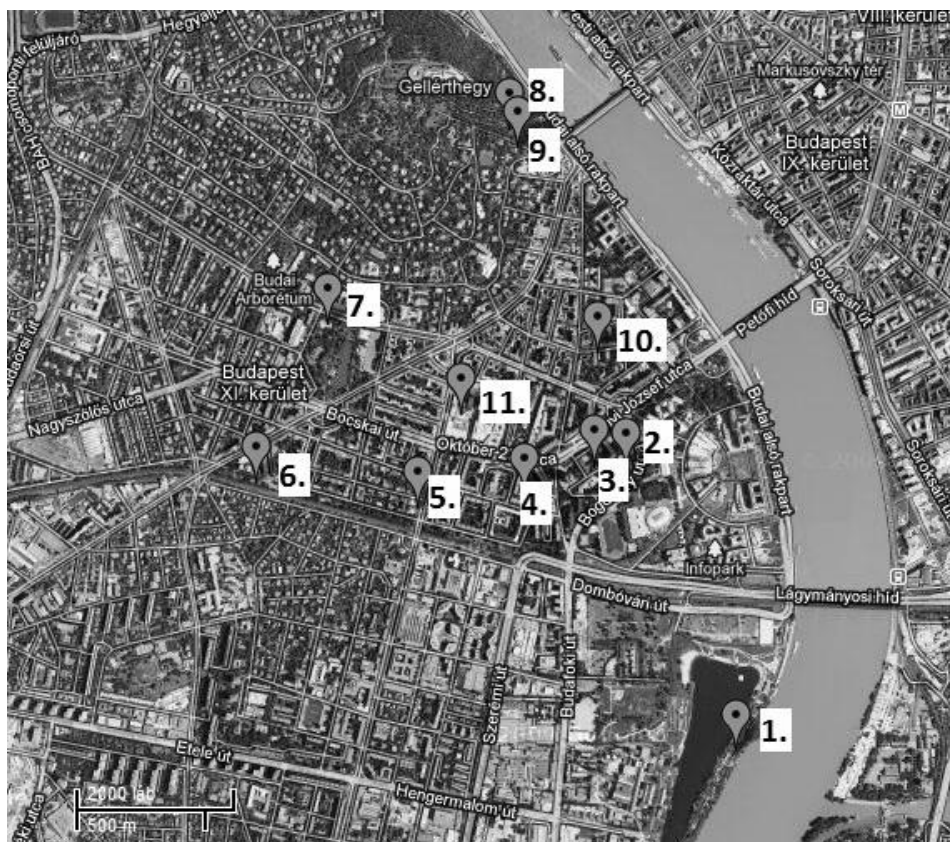
Napjainkban a nehézfém szennyezés elsősorban a közlekedés révén egyre nagyobb területeket veszélyeztet a települések ipartelepeken kívüli részein is. Ennek kapcsán sok szó esik a szennyezett területek környezet- és egészségkárosító hatásairól. A problémát egyrészt az jelenti, hogy a nehézfémek a talajban maradvá hosszú ideig megőrizhetik toxikus hatásukat, mobilizálódva viszont akut, gyors lefolyású károkat okozhatnak.

Különösen fontos a városok nehézfém szennyezésének vizsgálata ott, ahol rengeteg gyermek fordul meg, hiszen az ő szervezetük a felnőttekénél sokkal érzékenyebben reagál ezekre a toxikus anyagokra, ugyanakkor a szennyezett talajjal, homokkal való kézzel történő érintkezés után megnő annak az esélye, hogy a szennyező anyag a szájüregben át az emésztőrendszerbe jut [1]. Kutatások kimutatták, hogy a gyerekek körében a nehézfémek szervezetbe jutása leggyakrabban lenyelés formájában történik meg [2]. Kutatásunk témájának éppen ezért választottuk a városi játszóterek homokozóinak nehézfém-tartalom-vizsgálatát.

Hasonló kutatást végeztek már Szegeden is, melynek eredménye szerint ott a játszóterek homokozói tisztának tekinthetők, viszont a játszóterek talajainál az expozíciós utakat figyelembe véve minden vizsgált fém esetében (Cd, Co, Cr, Ni, Pb, Zn) történt határérték-túllépés [3]. Emiatt kijelenthetjük, hogy a játszóterek talajai a lakosság, főként pedig a gyermekek egészségügyi veszélyeztetésében szerepet játszanak, a városi lakosságot érintő kockázatuk van, éppen ezért rendszeres vizsgálatuk nélkülözhetetlen.

Anyag és módszer

Vizsgálataink helyszínül Budapest XI. kerületét, ezen belül Lágymányos, Szentimreváros és Gellérthegy városrészeket választottuk. A játszóterek kiválasztásánál nagyon fontos szempont volt, hogy mind a beépítettséget, mind pedig a közlekedést tekintve eltérő tulajdonságú területek legyenek. A mintavételezésbe bevont 11 játszótér között tehát volt olyan, amely forgalmas utak mellett, vagy lakótelepi házak között helyezkedik el, de olyat is vizsgáltunk, amelyet a Gellérthegy közlekedéstől elzárt, növényzettel borított részén alakítottak ki (1. ábra). A legnagyobb nehézfém-terhelést értelemszerűen a nagy forgalmat lebonyolító utak mellett elhelyezkedő játszótereknél vártuk, míg a forgalomtól távolabb eső, zöldövezeti homokozóknál kisebb értékekre számítottunk.



1. ábra. A vizsgált játszóterek elhelyezkedése

A mintavételek során az egyes mintavételi helyeket kódszámokkal láttuk el, amelyet az 1. táblázatban foglalunk össze.

A mintavételek és a mérések 2012 februárjában történtek. A tél végi időpont két dolog miatt is indokolt volt; egyrészt az ülepedő porhoz viszonyítva a fémek koncentrációjának aránya télen a legmagasabb, a tavaszi és nyári hónapokban szinte minden esetben kisebb értékkel találkozhatunk [4]. A másik ok pedig az volt, hogy a kerületi önkormányzat tájékoztatása alapján március végétől cserélik, illetve új homokkal frissítik a homokozókat. Mindezek alapján tehát ez az az időpont, amikor várhatóan a legnagyobb nehézfém-koncentrációkat mérhetjük.

1. táblázat. A mintavételi helyek kódolása

Térképi jelölés (1. ábra)	Mintakód	Helyszín
1.	1-KOP-0	A Kopaszi-gát középső részén található játszótér
2.	2-BOG1-0	A Bogdánfy u. 2. és 3. közötti játszótér
3.	3-BOG2-0	A Bogdánfy u. 8. előtti játszótér
4.	4-OKT-0	Az Október 23-a u.-i játszótér
5.	5-PIA-0	Az Október 23-a utcai piac és a Fehérvári úti rendelőintézet közti terület
6.	6-FEH-0	A Fehérvári u. melletti játszótér
7.	7-TÖL-0	A vasúti töltés mellett fekvő játszótér
8.	8-FEN-0	A Feneketlen-tó Villányi úti oldalán lévő játszótér
9.	9-GEL1-0	A Gellérthegy felső részének oldalában lévő játszótér
10.	10-GEL2-0	A Gellérthegy alsó részének oldalában lévő játszótér
11.	11-LAG-0	A Lágymányosi utca házakkal körülvett részén lévő játszótér

A minták mérése a homokozók öt különböző felszíni pontjáról vett (a minták kódolásánál a 0 jelenti a felszíni mintavételt) és a pontmintákból képzett átlagmintából történt. Ezekből a vizsgálatokból tehát csak a homokozó felszínén lévő szennyeződés kimutatására nyílt lehetőségünk, de a kiporzás, a belégzés és a gyermekek által történő lenyelés túlnyomó részben ezt a felszíni régiót érinti. Terveztük a 20 cm-es mélységben történő mintavételt is, ám ez a mélyebb rétegek fagyottsága miatt nem valósult meg.

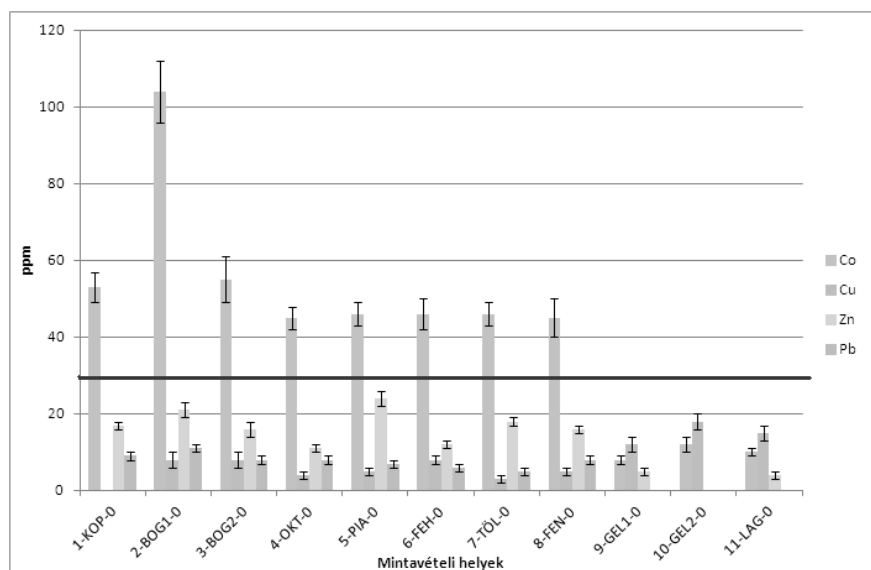
A terepi méréseket egy hordozható röntgenfluoreszcens analízis (X-ray fluorescence – XRF) készülékkel végeztük (2. ábra). Ez a módszer a különböző anyagminták elemzésének gyakorlati megvalósításakor egyszerűsége és könnyű kezelhetősége miatt napjaink egyik legkorszerűbb vizsgálati módszere. Az eljárás lényege, hogy a vizsgálandó mintát röntgensugárással (nagyon ritkán gamma-sugárással) gerjesztve az anyag által kibocsátott ún. karakterisztikus röntgensugárzás spektrumának mérése valósítható meg. A mérésekhez egy új fejlesztésű összetétel és ötvözetelemző műszert használtunk (*INNOV-X ED-XRF*), mely képes segédgáz, vagy vákuum nélkül röntgensugár segítségével gyors és pontos elemösszetétel elemzésre. A technológiának köszönhetően a minták felület-előkészítése az esetek többségében szükségtelen, de a leginkább szennyezett felületeken is csak minimálisan szükséges. Szintén nagy előnye a készüléknek, hogy vele a könnyűfémek (Al, Mg, Ti) kimutatása is lehetséges. A mérési paraméterek megfelelő értékeinek megválasztásával (anyag specifikus módszer kidolgozásával) érhető el a megkívánt optimális pontosság. A mintákat az átlagminták elkészítése után egyéb minta-előkészítési eljárás nélkül mértük.



2. ábra. A mérésekhez használt XRF-készülék

Eredmények

A méréseink után kapott adatok kiértékelésének eredményeit a 3. ábrán mutatjuk be. Mérőműszerünk a négy feltüntetett elemnél sokkal több elemet mutatott ki, ám azok mennyisége annyira kicsinek adódott, hogy bemutatásukat feleslegesnek ítéltük. Így most itt a továbbiakban csak a kobalttal, a rézzel, a cinkkel és az ólommal foglalkozunk.



3. ábra. A homokminták nehézfém-koncentrációja ppm-ben

Összehasonlítva a négy vizsgált nehézfémeket elmondható, hogy az összes vizsgált anyag közül kiugrik a kobalt koncentrációja. A koncentrációértékeket összehasonlítva a jelenleg hatályos 10/2000 számú együttes rendelet (2000) eredményeképpen meghatározott szennyezettségi határértékkel (B-érték) megállapítható, hogy a vizsgált négy elem közül csupán a kobalt lépi azt át. A 3. ábrán látható vastag vonal a kobalt szennyezettségi határértékét mutatja [5].

A nehézfém-koncentráció térbeli eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a nagyobb koncentrációk elsősorban a forgalmas, zsúfolt utak mellől származnak (1-8-as mintavételi hely), ami a közlekedés jelentős nehézfém-kibocsátásával magyarázható. A Gellérthegyi (9-10-es mintavételi hely) és a zöldövezetben elhelyezkedő (11-es mintavételi hely) játszóterek esetén a réz kivételével kis koncentrációkat mértünk. A réz koncentrációja érdekes módon éppen ezeken a forgalomtól távolabb eső, növényzet által védettebb parkokban volt a legnagyobb, ám a szennyezettségi határértéknek még így is bőven alatta maradt.



4. ábra. A Bogdánfy úton lévő homokozó (2-BOG-0) háttérben az óvodával

A 3. ábráról leolvasható, hogy a *kobalt* szennyezettségi határértékét többszörösen meghaladja 2. mintavételi pontban, a forgalmas Bogdánfy utcában mért homok kobaltkoncentrációja. Ezt már csak amiatt is aggályosnak tartjuk, mert a játszótér mögött egy óvoda található, udvarán homokozóval (4. ábra). A kobalt élettani hatását tekintve különösen fontos a B12-vitamin képzéséhez, illetve több

enzimreakció számára fontos elem. Nagy koncentrációban a szervezetbe kerülve hányást, látás- és hallásproblémát és a pajzsmirigy károsodását okozhatja [6].

Összefoglalás

Kutatásunkból kitűnik, hogy a vizsgált játszótérek homokja számos nehézfémot tartalmaz, ám ezek koncentrációja a legtöbb esetben nem haladja meg a szennyezettségi határértéket. Ez alól kivételt jelent a kobalt, amelynek a koncentrációja a forgalmasabb utak mellett jóval a megengedett felett van. Összességében tehát elmondható, hogy a vizsgált játszótérek homokozóinak minősége a nehézfém-szennyezés szempontjából jó.

Ezt a vizsgálatot egy hosszabb kutatássorozat első állomásának tekintjük, amely során a jövőben szeretnénk méréseinket rendszeresen ismételni, kiegészítve a játszótérek talajainak vizsgálatával. Tervezzük a játszótérekben található növények (pl. fák, mohák) nehézfém-akkumulációjának a mérését is, hiszen ezek a növények – különböző mértékben ugyan –, de képesek felvenni a talajban található elemeket. Vizsgálati helyeink számát is igyekszünk bővíteni, a játszótérek mellett tervezzük a kerületi bölcsődék és óvodák homokozóinak a vizsgálatát is. Különösen fontosnak találjuk ezt azokon a helyeken, ahol az intézmények közelében lévő játszótérek nagy koncentrációkat mérünk.

Kulcsszavak: homokozó, röntgenfluoreszcens analízis, nehézfém

Irodalom

1. Dupler, D. Heavy metal poisoning. Gale Encyclopedia of alternative Medicine. Farmington Hills (MI): Gale Group; 2001
2. Roberts, J. R. Metal toxicity in children. In: Training Manual on Pediatric Environmental Health: Putting It into Practice. [Online] Available from: <http://www.cehn.org/cehn/trainingmanual/pdf/manual-full.pdf> [Accessed June 1999]
3. Puskás I., Farsang A., Kitka G. Szeged háttérszennyezettségi vizsgálata mohaindikátorokkal. In: Mezősi G. (eds.) Földrajzi tanulmányok (Vol 1.) Városökológia. Szeged: JATE Press; 2007. pp. 149-157.
4. Rácz P. Az ülepedő por nehézfém-tartalmának vizsgálata Szegeden. (diplomamunka) Szeged: SZTE; 2000.
5. Magyar Közlöny, 53: 3156-3167. 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről. Budapest; 2000
6. Füleky Gy. Tápanyag-gazdálkodás. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1999. pp. 73-74.

PB (II) AND CD (II) BIOSORPTION BY PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM FUNGAL BIOMASS FROM AQUEOUS SOLUTION

Farkas Viktor, Pernyeszi Tímea*

Department of Analytical and Environmental Chemistry, Institute of Chemistry, Faculty of Science, University of Pécs, H-7624 Pécs, Ifjúság útja 6., Hungary
Tel. +36 72 5030600 ,fax: +36 72 503518,

* ptimea@ttk.pte.hu

Introduction

Heavy metal pollution in surface waters has been a very serious problem nowadays. It is known that most of the wastewaters contain several metal ions such as zinc, copper, cadmium and lead. Various treatment technologies are used for the removal of heavy metals, such as chemical reduction, electrochemical treatment and ion exchange[1-3].

There is a need an environmental-friendly, cost effective technology for removal toxic heavy metals from surface waters and wastewaters as well. Bacteria and fungal cells are used as a natural biosorbents. *Phanerochaete chrysosporium* is a well-known white-rot fungus and it has a strong ability to degrade xenobiotics[4].

Yetis and Dolek (2000) studied the removal of Pb(II) ions by live, resting and dead cells of *P. chrysosporium*. Kinetic studies showed that adsorption is a two-stage process: a rapid surface adsorption and a slow intracellular diffusion. The resting cells were able to uptake 80 mg/g Pb(II) [5].

Simultaneous biosorption of cadmium(II) and lead(II) ions by pretreated biomass of *P. chrysosporium* biomass was performed by Li et al. [6]. The uptake capacity and adsorption yield of one metal ion were reduced by the presence of other metal ion. Comparison of biosorption of Pb(II) ions and Cd(II)ions by *P. chrysosporium* in the binary solution could lead to the conclusion, that biosorption of Pb(II) ions was preferential to that Cd(II) ions. The bioadsorption equilibrium data fitted the Freundlich model well. The uptake of Cd(II) had less sensitive dependence on temperature than that of Pb(II) ions [6].

Biosorption of three divalent metals, Pb(II), Cu(II) and Cd(II) in ternary aqueous mixtures was also studied using *P. chrysosporium* in batch shake flasks. The results revealed that an increase in Pb(II) and Cd(II) concentrations helped in their better biosorption by the fungus, but an increase in initial Cu(II) concentration slightly diminished its removal [7].

Say et al. studied the biosorption of Cd(II), Pb(II) and Cu(II) [8]. The maximum adsorption of different heavy metal ions on the fungal biomass was obtained at pH 6.0 and the biosorption equilibrium established after 6 hours. The experimental data were in good agreement with those calculated by the Langmiur model [8]. Our purposes in this paper are the comparison of Pb(II) and Cd(II) biosorption by *the P. chrysosporium* biomass and modeling the biosorption equilibrium using linearization of isotherm equations and nonlinear least-squares estimation from experimental data.

Materials and Methods

Chemicals

All chemicals were used in analytical grade. lead nitrate was produced by VWR International (Belgium). Cadmium nitrate tetrahydrate was purchased from Scharlau GmbH. 1000 mg/l of Cd(II) and Pb(II) concentrations in standard solutions were purchased also by Scharlau. The test solutions containing heavy metals were prepared by diluting 1000 mg l⁻¹ of stock solution of Pb(II) and Cd(II) to the desired concentrations. The pH value of the biosorption systems (2.0 – 9.0) was adjusted to the required value by using 0.1 M NaOH or 0.1 M HCl (Merck, Germany) solutions.

Cultivation of the biosorbent

Phanerochaete chrysosporium (strain SzMC 1726) obtained from the Department of Environmental Microbiology, Faculty of Science, University of Pécs (Pécs, Hungary) was used in this study. It was cultivated as previously described by Kirk et al. [9]. After 5 days incubation at 35°C on a shaker (app. 180 rpm), the mycelial pellets were removed from the medium through filtration and inactivated in a pressure cooker at high temperature (120°C) for 20 min. Then the mycelia pellets were washed several times with deionized water and were lyophilized.

Biosorption study

The biosorption of heavy metals onto the *P. chrysosporium* fungal biomass was investigated using batch technique. The lyophilized fungal biomass were respectively put into the heavy metal solutions with initial concentrations from 10 to 450 mg l⁻¹. The concentration of biosorbent was 0.3 g l⁻¹, the suspension volume was 50 ml. The experiments were carried out at 22.5°C temperature. The adsorbed amounts of phenol were calculated from the following equation:

$$q = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad (1)$$

where,

q = adsorbed amount of phenol (mg g⁻¹), C_o = initial phenol concentration (mg l⁻¹), C_e = equilibrium phenol concentration (mg l⁻¹), V = the volume of the solution (l), m = the weight of the biosorbent (g).

Analysis

Atomadsorption spectrophotometer (AAS, Perkin-Elmer) was used to determine the equilibrium concentration of heavy metals in the supernatant. The AAS system contained a system controller (Perkin – Elmer 2380). The experiments were performed on an UV/VIS detector at the wavelengths of 216.3 nm (Pb) and 228 nm (Cd).

Results and Discussion

Adsorption isotherms of Pb (II) and Cd (II) ions on fungal biomass

The biosorption isotherms of Pb(II) and Cd(II) onto *P. chrysosporium* biomass were determined by varying their initial concentrations in the range of 10 - 450 mg l⁻¹ with a constant adsorbent dosage of 0.3 g l⁻¹ at pH 5.5 in natural state without pH adjustment. In Figs. 1a and 1b the change of adsorbed amounts of Pb (II) and Cd (II) by *Phanerochaete* white-rot fungal biomass are presented against equilibrium concentrations. Figure 1a and 1b also show the fitting of non-linear Langmuir and Freundlich models to the experimental isotherm data. The experimental maximum adsorbed amount was 220.48 mg g⁻¹ for Pb (II) and 211.91 mg g⁻¹ for Cd(II).

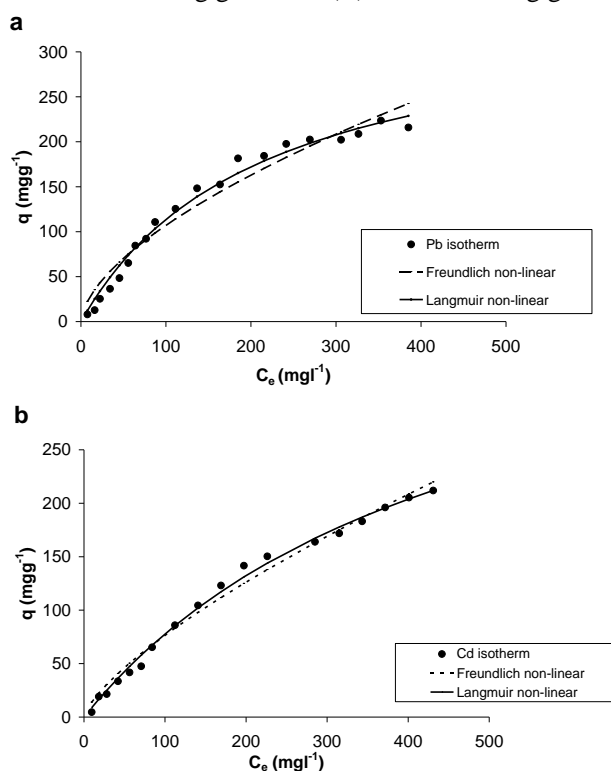


Figure 1. Fitted (a) Pb(II) and (b) Cd(II) bioadsorption isotherms by *P. chrysosporium* biomass using nonlinear least-squares estimation

Equilibrium modeling

Among several two and three parameters isotherm models there are two that are simple and frequently used to describe biosorption processes [10]. To evaluate the biosorption isotherms of heavy metals, Freundlich and Langmuir models were used to fit the experimental data determined by *Phanerochaete chrysosporium* biomass.

The Freundlich isotherm model

The well-known Freundlich model is expressed as follows:

$$q_{eq} = K_F C_e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

where,

q_{eq} is the adsorbed amount in the equilibrium (mg g^{-1}), K_F is the Freundlich constant (mg g^{-1}), C_e equilibrium concentration of phenol (mg l^{-1}).

Linearization of Eq. (2) gives

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (3)$$

In this study we give a comparison for Freundlich constants calculated from linearized presentation of isotherms and from nonlinear least-squares estimation [11]. The values of Freundlich constant K_F and the n calculated from the slope and intercept of the linear plots with the corresponding correlation coefficients and their estimated values from nonlinear least-squares estimation using Origin 6.0 are summarized in Table 1 indicate the adsorption capacity and adsorption intensity. Using linearized presentation the Freundlich constant K_F was 1.74 and 1.00 mg g^{-1} for Pb (II) and Cd (II) bioadsorption. For Pb (II) and Cd (II) adsorption n values were both greater than unity, indicating a strong adsorption. The values of exponent n are 1.16 for Pb (II), 1.09 for Cd (II) biosorption. The estimated constants K_F are 6.56 mg g^{-1} for Pb (II), 2.72 mg g^{-1} for the Cd (II) bioadsorption. The estimated values of exponent n are 1.65 for Pb (II), 1.38 for Cd (II).

The Langmuir isotherm model

The Langmuir model is valid for monolayer adsorption onto a surface containing limit number identical sites [10]. The Langmuir isotherm model is written as the following form:

$$q_{eq} = q_{max} \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (4)$$

where,

q_{eq} is the adsorbed amount of phenol in the equilibrium (mg g^{-1}), K_L is the Langmuir constant (l mg^{-1}), q_{max} is the maximal adsorbed amount of phenol (mg g^{-1}), C_e is the equilibrium concentration of phenol (mg l^{-1}).

Linearization of Eq. (4) gives

$$\frac{1}{q_{eq}} = \left(\frac{1}{K_L q_{max}} \right) \frac{1}{C_e} + \frac{1}{q_{max}} \quad (5)$$

We also give a comparison for Langmuir constants calculated from linearized presentation of isotherms and from nonlinear least-squares estimation [11]. The theoretical maximum adsorption capacity defined the total capacity of the bioadsorbent for heavy metal. Using the linearized presentation the maximum adsorption capacities (q_{max}) were 220.48 and 211.91 mg g^{-1} for the Pb (II) and Cd (II), respectively. The calculated maximum adsorption capacities from non-linear

estimation (q_{max}) were 354.56 and 442.86 mg g⁻¹ for Pb (II) and Cd(II), respectively. The Langmuir constant K_L is an indicator of the stability of the combination between adsorbate and adsorbent surface and a constant related to the free energy or net enthalpy of adsorption ($b\alpha e^{-\Delta H / RT}$) [12]. As shown in Table 1, the adsorption of Pb (II) onto *P. chrysosporium* biomass resulted higher K_L calculated value from both linearization and non-linearized estimation. From the nonlinear least-squares estimation K_L values were $4.72 \cdot 10^{-3}$ for Pb (II) and $2.13 \cdot 10^{-3}$ 1 mg⁻¹ for Cd (II) adsorption onto fungal biomass. The comparison of linearized presentation of Freundlich and Langmuir isotherm equations and non-linear least-squares estimation from experimental data we can conclude that the same results could not be obtained. Due to the hazards of linearization the nonlinear least-squares estimation can be suggested for bioadsorption-equilibrium evaluation.

Table 1. The Freundlich and Langmuir constants calculated from the nonlinear least-squares estimation and linearized presentation for the adsorption of Pb (II) and Cd (II) onto the *Phanerochaete chrysosporium* biomass.

Heavy metal biosorption	From nonlinear least-squares estimation			From linearized presentation			
	Freundlich isotherm model						
	K_F (mgg ⁻¹)	n	R ²	K_F (mgg ⁻¹)	n	R ²	$q_{max,exp}$ (mgg ⁻¹)
Cadmium	2.72	1.38	0.986	1.00	1.09	0.969	211.91
Lead	6.56	1.65	0.952	1.74	1.16	0.956	220.48
	Langmuir isotherm model						
	K_L (lmg ⁻¹)	$q_{max,cal}$ (mgg ⁻¹)	R ²	K_L (lmg ⁻¹)	$q_{max,cal}$ (mgg ⁻¹)	R ²	$q_{max,exp}$ (mgg ⁻¹)
Cadmium	$2.13 \cdot 10^{-3}$	442.86	0.994	0.53	188.67	0.977	211.91
Lead	$4.72 \cdot 10^{-3}$	354.56	0.986	1.04	226.31	0.976	220.48

Conclusions

The comparison of adsorption capacity of lyophilized *P. chrysosporium* for Pb(II) and Cd(II) was presented in this study. The maximal adsorbed amount of heavy metals was obtained at pH values of 5.0 – 6.0. The bioadsorption capacity slightly decreased in the case of Cd(II) adsorption in comparison with Pb(II) adsorption. Biosorption equilibrium was evaluated by Freundlich and Langmuir isotherm model using linearized presentation and non-linear least-squares estimation. Due to the hazards of linearization the nonlinear least-squares estimation is suggested to evaluate the bioadsorption-equilibrium.

References

1. Bai R, Abraham T. Studies on chromium(VI) adsorption-desorption using immobilized fungal biomass. *Bioresource Technology*. 2003; 87: 17-26
2. Bailey SE, Olin TJ, Bricka RM, Adrian DD. A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. *Water Research*. 1999; 33: 2469-2479
3. Uzun H, Bayhan Y, Kaya Y, Cakici A, Algur O. Biosorption of chromium(VI) from aqueous solution by cone biomass of *Pinus sylvestris*. *Bioresource Technology*. 2002; 85: 155-158

4. Benoit P, Barriuso E, Calvet R. Biosorption characterization of herbicides, 2,4-D and atrazine, and two chlorophenols on fungal mycelium. *Chemosphere*. 1998; 1271-1282
5. Yetis U, Dolek A, Dilek F, Ozcengiz G. The removal of Pb(II) by *Phanerochaete chrysosporium*. *Water Research*. 2000; 34: 4090-4100
6. Li Q, Wu S, Liu G, Liao X, Deng X, Sun D, Hu Y, Huang Y. Simultaneous biosorption of cadmium (II) and lead (II) ions by pretreated biomass of *Phanerochaete chrysosporium*. *Separation and Purification Technology*. 2004; 34: 135-142
7. Pakshirajan K, Swaminathan T. Biosorption of Lead, Copper, and Cadmium by *Phanerochaete chrysosporium* in Ternary Metal Mixtures: Statistical Analysis of Individual and Interaction Effects. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2009; 158: 457-469
8. Say R, Denizli A, Arica M. Biosorption of cadmium(II), lead(II) and copper(II) with the filamentous fungus *Phanerochaete chrysosporium*. *Bioresource Technology*. 2001;76: 67-70
9. Kirk T, Schultz E, Connors W, Lorenz L, Zeikus J. Influence of culture parameters on lignin metabolism by *Phanerochaete-chrysosporium*. *Archives of Microbiology*. 1978;117: 277-285
10. Febrianto J, Kosasih A, Sunarso J, Ju Y, Indraswati N, Ismadji N. Equilibrium and kinetic studies in adsorption of heavy metals using biosorbent: A summary of recent studies. *Journal of Hazardous Materials*. 2009;162: 616-645
11. Harrison F, Katti S. Hazards of linearization of Langmuir's model. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 1990; 9: 249-255
12. Arica M, Arpa C, Ergene A, Bayramoglu G, Genc O. Ca-alginate as a support for Pb(II) and Zn(II) biosorption with immobilized *Phanerochaete chrysosporium*. *Carbohydrate Polymers*. 2003; 52: 167-174

KÖRNYEZETBARÁT SZOLÁRIS ISZAPSZÁRÍTÁS ÉS KOMPOSZTÁLÁS MAGNÉZIUM-OXID ADAGOLÁSSAL

Fazekas Bence^{1*}, Gulyás Gábor¹, Kárpáti Árpád¹

¹Pannon Egyetem, 8200. Veszprém, Egyetem utca 10.

*fazekasb@almos.uni-pannon.hu

Bevezetés

A komposztálás elvileg lehetőséget biztosít állati trágyák és lakossági szennyvíziszap környezetbarát növényi tápanyaggá alakítására. Ezzel azok nagy nitrogén és foszfor tartalmát a növénytermesztésben újrahasznosíthatóvá alakítja, elkerülve a közvetlen felhasználásuk számos kedvezőtlen környezetszennyező hatását [1]. A fenti anyagok potenciális környezetszennyező hatása éppen azok nagy nitrogéntartalmának az ammónium és nitrát formájában történő veszteségeiből, levegő és talajvíz szennyező hatásából ered. A karbamid műtrágya alkalmazása esetén például az ammónia veszteség a légkör fele akár 26,5-29,4 % is lehet, míg az esővíz 5,6-7,7 %-ot moshat be a vízfolyásokba, 4-5 %-ot a mélyebb talajvíz rétegekbe és a denitrifikációval is veszendőbe mehet további 4,5-5 % [2]. Az ilyen nitrogénvesztés nagy környezeti veszély az álló és folyóvizekre, ami a komposztok ammónium tartalmának a struvit ($MgNH_4PO_4$) formájában történő időszakos immobilizálásával jelentősen csökkenthető [3,4].

A komposztálás az oxidáció révén kialakuló nagyobb hőmérséklettel inaktíválja az alapanyag patogén mikroorganizmusait, szervezeteit, és az abba belekerülő mindenféle növényi és gyomnövény magvakat is. A megfelelően kialakított, jó komposzt, szerves anyaga, s elsősorban humusz tartalma révén javítja a talajszerkezetet, víztartó képességet, a talaj átmelegedését a napfény hatására, visszaszorítja a talajból eredő növényi betegségeket, összességében kedvező a növény növekedésének [5]. A nyers trágyák és a szennyvíziszap, ezzel szemben fitotoxicitást okozhat a növényzetnél és kedvezőtlen tápanyag kimosódást is eredményezhet.

A struvit szennyvízből történő kinyerését Japánban üzemeltették, s a terméket amerikai műtrágya gyártóknak is forgalmazzák [6]. Mivel az egyéb kereskedelmi műtrágyáknál lassabban adja le a növényi tápanyagot, ammóniumként szóba jöhető vesztesége, környezetszennyezése minimális, így alkalmazásának, kihelyezésének gyakorisága is csökkenthető. Túladagolása esetén sem tapasztaltak kedvezőtlen hatásokat, a növényzet megpörkölődését [7].

A struvit képződésének a komposztálás során elsősorban a biológiai átalakulások (hidrolízis, oxidáció) során szabaddá váló ammónium megkötéséből adódik a kedvező hatása. Jelentősen csökkenti a gázfázisba kerülő ammónia, s ugyanakkor növeli a komposztban maradó kötött, redukált nitrogén mennyiségét. Ez a magnézium és foszfát külső adagolásával érhető el [8].

Anyag és módszer

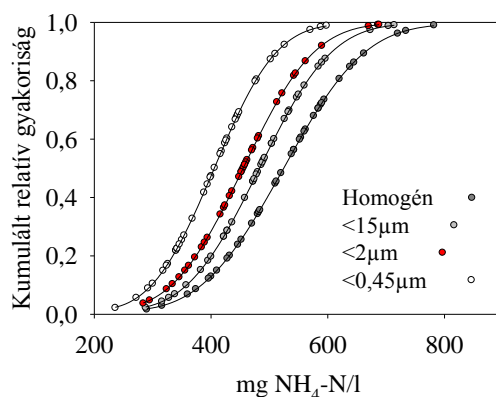
Az anaerob iszaprothasztás során struvit keletkezik. A struvit kristályos gyengén lúgos környezetben keletkező magnézium-ammónium-foszfát (MAP, $MgNH_4PO_4$)

x/H₂O), melyben a magnézium, ammónium és foszfát ekvimoláris mennyiségben van. Ortorombikus formában kristályosodik fehér-sárgásfehér színezettel, illetőleg piramidális formában barnás-fehér színezettel. Ezen túl amorf látszatú finom szerkezetet is kialakíthat. Lágy kristályos anyag, sűrűsége 1,7 g/cm³. Semleges és lúgos közegben alig, savasban ugyanakkor jól oldódik [9]. Ennek megfelelően kitűnő műtrágya, ammónium és foszfortartalmát lassan adja le a növényzet számára. Különösen alkalmas a savasabb talajoknál, hegyvidékek termőföldjeinél, ahol így nem jelentős a csapadékkal történő kimosódása [10]. Megfelelő tápanyagforrás a lassúbb oldódása miatt a vízzel gyakrabban elárasztott talajok esetében is. Különösen szerencsés műtrágyának bizonyult ezért az olyan növényeknél, melyek lassú ütemben hasznosították a talaj ammónium tartalmát. Nagyon szerencsés az alkalmazása a cukorrépa esetében, amelynek a magnézium igénye is fokozott [11].

Eredmények

Szennyvíziszap komposztálás és szoláris szárítás gáztisztításának a MgO igénye

A nagyobb szennyvíztisztítóknak, melyek anaerob iszaprothasztással is rendelkeznek, a rothasztott iszap viszonylag jól vízteleníthető. Átlagosan mintegy 75%-ra csökkenthető annak a nedvességtartalma. Ez azt jelenti, hogy az ilyen iszapok 250 kg/t szárazanyagot tartalmaznak, az utóbbi mintegy 4 %-os nitrogéntartalmával. Ez azt is jelenti, hogy egy tonna 25 % szárazanyag tartalmú elővíztelenített rothasztott szennyvíziszap szárazanyagának mintegy 10 kg az összes nitrogéntartalma. Ehhez adódik az abban levő 750 liternyi iszapvíz nitrogéntartalma, amely 16 ilyen hazai üzem iszapvizének a mérési eredményei alapján (1. ábra) átlagosan 524 mg/l volt [12].



1. ábra. Magyarországi szennyvíztisztítók anaerob iszaprothasztása iszapvizének az ammónium koncentrációi homogén és szűrt iszapvíz mintákból (Thury, 2010).

A hazai mérési adatoknak megfelelően minden tonna elővíztelenített rothasztott iszap iszapvizében kerekítve 0,37 kg TN van döntően ammónium-N formájában. Összesen tehát a víztelenített rothasztott iszap TN tartalma 10,37 kg/t. Korábbi adatok alapján ennek akár a harmada is veszendőbe mehet a komposztálásnál, ami

3,5 kg TN/komposztált elővíztelenített rothasztott iszap [13]. Valószínű azonban, hogy ilyen nagy veszteség a komposztálásnál nem alakul ki. A győri gyorskomposztálásnál az elszívott gázából mért ammónium-veszteség fajlagos a már korábban említett iszapszárítási veszteség fajlagossal megegyezőnek, 10 %-nak adódott [14].

A komposztálásnál és az iszapszárításnál a fentieknek megfelelően egyaránt a feldolgozott elővíztelenített rothasztott iszap mennyiségére célszerű adagolni a magnézium-oxidot a biológiai átalakításnál felszabaduló ammónium megkötésére. A célszerű dózis ilyenkor az 1,04 kg TN veszteségre 40/14-szer ennyi (14 a nitrogén atomsúlya, 40 pedig a magnéziumoxid molekulatömege). Ennek alapján a szükséges MgO mennyiség 3 kg minden tonna elővíztelenített rothasztott iszapra mind a komposztálás, mind a napenergiával történő iszapszárítás esetében.

Fontos megjegyezni, hogy nyers iszapok komposztálásánál, vagy szárításánál a vegyszer fajlagos az iszap szárazanyagára számolandó, figyelembe véve azt is, hogy azok nitrogéntartalma is nagyobb, mint a rothasztott iszapoké. Erre példa éppen a soltvadkerti szennyvíziszap kapcsán a következőkben kerül bemutatásra.

Nyersiszap szoláris szárításának a MgO igénye két hazai üzemre számolva

A szennyvíziszap szárítása hazánkban eddig két helyen épült ki. Egyik esetben (Soltvadkert) előülepítés nélkül működő kisebb kapacitású kétlépcsős eleveniszapos tisztító első iszapköréből elvételre került, présszalag-szűrővel 16-18 % szárazanyag tartalmúra elővíztelenített fölösiszap szárítására épült ki a rendszer. Másik esetben (Veszprém) az helyi és környező tisztítókból beszállított nyersiszapok anaerob rothasztását követően centrifugával víztelenített, 25 % körüli szárazanyag tartalmú iszapra készült ilyen megoldás.

Soltvadkert

A soltvadkerti szennyvíztisztító mintegy 750 m³/d szennyvizet tisztít. A tisztítandó szennyvíz átlagos KOI és BOI₅ koncentrációi 1500 és 800 mg/l. A tisztító BOI₅ terhelése így 600 kg/d (10 ezer LEÉ). Ez alakul át a telepen szennyvíziszappá. A tisztító nagy terhelésű első lépcsőjéből akár 1 kg iszap szárazanyag/kgBOI₅ fajlagossal is keletkezhet szennyvíziszap, ami így szárazanyagban akár 600 kg/d is lehetne, ha nem alkalmazna a telep az iszaphozam csökkentésére speciális mikroorganizmus tenyésztettel történő folyamatos beoltást. A szalagprés jelenleg átlagosan 16-18 % szárazanyag tartalmú iszapot produkál, a heti víztelenített iszap mennyisége pedig 15 köbméter. Így a napi iszaphozam szárazanyagban jelenleg a tisztítóban 364 kg, ami a 600 kg BOI₅/d terhelésre 0,6 kg iszap szárazanyag/kg BOI₅ fajlagos iszaphozamot jelent. A tervezők egyébként mintegy 8500 LEÉ terhelésre 3 m³/d ilyen szárazanyag tartalmú iszapot (21 m³/hét) prognosztizáltak. Nyilvánvaló, hogy sokkal nagyobb fajlagos iszaphozammal számoltak, jogosan.

A soltvadkerti szennyvíztisztítónál az elővíztelenítés után szárításra kerülő iszap szárazanyagának a nitrogéntartalma átlagosan 5%, ami a napi 364 kg iszap szárazanyagban 18,2 kg TN mennyiséget jelent. Az iszapvíz ammónium tartalmával a nyersiszap esetében nem kell számolni. A várható napi ammónium-N veszteség a szárításnál (10 %), tehát kevesebb, mint 2 kg. Ekkora ammónium veszteséget, vagy

emissziót kell megszüntetni ott a magnézium oxid adagolásával. Ez napi 5,2 kg MgO por kiszórását jelenti a szolár szárítóba. Természetesen, ahogy az iszap víztelenítése hetente csak 5 napon keresztül történik, a heti MgO igényt is öt nap alatt célszerű kiszórni friss iszapréteg felületére, hogy azt a keverő homogénebben bekeverje a száradó iszaprétegbe.

A napi 5,2 kg MgO szükséglet 1,9 t MgO igény évente, ami a jelenlegi kereskedelmi áron 171 ezer Ft/év vegyszerár (+ szállítási költség). Ezzel a vegyszeradagolással ugyanakkor várhatóan meg lehet szüntetni a jelenlegi illatosító anyag vásárlását, s el lehet kerülni az iszap nitrogénvesztését, illetőleg a környezet ezen ammónia veszteséggel történő szennyezését.

Veszprém

A veszprémi szennyvíztelepen gyakorlatilag A2/O technológia üzemel, melynek a napi elővíztelenített iszapmennyisége 12,7 t. Ennek a szárazanyag tartalma 3,17 t/d (25 % sza.). A mérések alapján az 1 tonna ilyen módon centrifugált nedves iszapban átlagosan 4 % a szárazanyag összes nitrogéntartalma. Egy tonna nedves iszapban tehát 10 kg TN tartalom adódik annak a szárazanyagából, amihez még hozzáadódik a szerkezeti víznek (75 %) a beszárítás során elillanó, mintegy 0,4 kg ammónium-N tartalma. Méréseink során ennek a nitrogénmennyiségnek a szárítás során a 10 %-a kerül ammóniaként a szárítógázba [14]. A nitrogénvesztés tehát kerekítve 1 kg/tonna szárított víztelenített iszap. Napi mennyiségét illetően 12,7 kg ammónium-N/d. Ennek az ekvivalens mennyisége MgO formájában 40/14-szer ennyi, tehát 36,3 kg MgO. Ez az a MgO mennyiség, amivel a szárításnál az iszaptól felszabaduló ammónium struvitté alakítható az iszapban egyidejűleg szabaddá váló foszfát segítségével. A magnézium/TN mólarányt számolva ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy a szárításra kerülő iszap 127 kg TN/d mennyiségére (9,07 kmól/d) a 36,3 kg/d MgO-ból számolható 21,8 kg/d magnézium éppen 0,9 kmól/d. A gáz ammónia tartalma alapján számított Mg/TN mólarány tehát mintegy 0,1. Ekkora magnéziumoxid felhasználás tehát várhatóan bőségesen elegendő az adott üzem iszapszárítója ammónia emissziójának a megkötésére.

Mivel a magnézium túladagolása nem jelent kockázatot a biológiai folyamatok beindulása tekintetében, ugyanakkor biztonság az ammónia tökéletesebb megkötésére, a számított 36,3 kg MgO dózis kétszerese is nyugodtan adagolható a centrifugált rothasztott iszaphoz. A MgO ára ugyanis viszonylag mérsékelt, 90 Ft/kg. Így még 60 kg/d MgO adagolás (kétszeres túladagolás) esetén is csak 5400 Ft/d a gáztisztítás üzemeltetés költsége. Mivel a szükséges beruházási költség minimális (centrifugálással szinkronizált poradagolás a centrifuga kihordócsigája végéhez), a gáztisztítás éves költsége 2 millió forint alatt marad. Ez az üzemeltetés, a magnézium-oxid adagolás optimalizálásával a fenti számítások alapján esetleg a felére is csökkenthető.

Komposztálás ammónium emissziójának csökkentési lehetősége

Szombathelyen

A struvitként történő ammóniumfixálás a fentiekben bemutatottaknak megfelelően a komposztálásban is realizálható. Erre az esetre hasonló rothasztott iszap

szárazanyagot feltételezve, mint a veszprémi üzemben volt mérhető, hasonló mértékű fajlagos (10 %) ammónium veszteséggel, vagy emisszióval számolhatunk, mint a veszprémi iszapszárításnál, annak ellenére, hogy külföldi kutatók mérései szerint ennek a háromszorosa is létrejöhet a komposztálásnál [13].

Példaként legegyszerűbb a szombathelyi szennyvíztisztító iszapkomposztálásának a vegyszerigényét kiszámolni, annak ugyanis mintegy kétszerese a biológiai terhelése, mint a veszpréminek. Ennek megfelelően az iszap szárazanyag hozama is a kétszerese, illetőleg a 10 % ammónium-N veszteséggel számolva a magnézium-oxid igénye is kétszer akkora. Ez azt jelenti, hogy a komposztálásnál az annak megfelelő mennyiségű vegyszer adagolásával a komposzt ammónium-N vesztesége 4 mFt/év MgO költséggel elkerülhető lenne, s egyidejűleg a komposzt TN tartalma is 10 %-al nőne.

Érdekes összehasonlítani az így számolható nitrogénvesztés árát a felhasználandó vegyszer költségével. A napi 25,4 kg ammónium-N veszteség ennél az üzemnél évi 9,27 tonna $\text{NH}_4\text{-N}$ veszteséget jelent. Jelenleg egy tonna ammónium-nitrát műtrágya ára 80000 Ft körül alakul. Ennek a nitrogéntartalma 35 %, tehát a TN ár, 230 ezer Ft/t TN körül van. A szombathelyi üzemre számított $\text{NH}_4\text{-N}$ veszteségre ez 2,1 mFt/év körül van, szemben a 4 mFt vegyszerköltséggel. Figyelembe véve, hogy a 10 % ammónium-N veszteségre kétszeres vegyszerfelesleggel számoltunk, elképzelhető, hogy a vegyszerár közel azonos a vele rögzített növényi tápanyag értékével. Ez persze azt jelenti, hogy ha a komposztálásnál nagyobb az ammónia képződés mint 10 %, a vegyszeradagolás a kétszeres ammónia emisszióig is biztonságot ad.

Következtetések

A lakossági szennyvíztisztítók nyers, vagy rothasztott iszapjainak a tovább feldolgozása, vagy anélküli alkalmazása során is az iszap nitrogéntartalmának egy része veszendőbe megy. A talajban történő komposztálódáskor ennek egy részét a talaj humusztartalma megkötheti, a komposztáláskor, vagy szoláris iszapszárításkor azonban az a környezetet szennyezi. Ez elkerülhető a víztelenített szennyvíziszapok magnézium-oxiddal történő adagolásakor, amikor is a biológiai átalakulások során szabaddá váló ammóniumot az adagolt magnézium, s a bomláskor szabaddá váló orto-foszfát struvitként megköti, immobilizálja. Ilyen módon környezetszennyezés csökkentő hatása is jelentős. A struvit lassan oldódó, elnyújtott hatású növényi tápanyag (N és P), amely éppen ezért a jelenlegi műtrágya dózisoknál nagyobb mennyiségekben is adagolható, tehát a kihelyezés fajlagos költségét is csökkenti. Komposztálás esetén keverve a nyersanyagkeverékhez ez a hatása hasonlóan érvényesül.

Hivatkozások

1. Deng, L.W., Zheng, P., Chen, Z.A. (2006) Anaerobic digestion and post treatment of swine wastewater using IC-SBR process with bypass of raw wastewater. Proc. Biochem. 41, 965–969.

2. Liang, X.Q., Chen, Y.X., Li, H., Tian, G.M., Ni, W.Z., He, M.M., Zhang, Z.J. (2007) Modeling transport and fate of nitrogen from urea applied to a near-trench paddy field. *Environ. Pollut.* 150, 313–320.
3. Jeong, Y. K., Hwang, S. J. (2005) Optimum doses of Mg and P salts for precipitating ammonia into struvite crystals in aerobic composting. *Bioresource Technology* 96, 1-6.
4. Fukumoto, Y, Suzuki, K., Kuroda, K., Waki, M., Yasuda, T. (2011) Effect of struvite formation and nitrification promotion on nitrogenous emissions such as NH₃, N₂O and NO during swine manure composting. *Bioresource Technology* 102, 1468-1474.
5. Farrel, M., Jones, D. L. (2009) Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. *Bioresource Technology* 100, 4301-4310.
6. Driver, J., Lijmbach, D., Steen, I. (1999) Why recover phosphorus for recycling, and how? *Environ. Technol.* 20, 651–662.
7. Bridger, G.L., Salutsky, M.L., Starostka, R.W. Metal ammonium phosphates as fertilizers, *J. Agric. Food Chem.* 10, 181–188.
8. Jeong, Y. K., Hwang, S. J. (2005) Optimum doses of Mg and P salts for precipitating ammonia into struvite crystals in aerobic composting. *Bioresource Technology* 96, 1-6.
9. Chirmuley, D.G. (1994) Struvite precipitation in WWTPs: causes and solutions. *Water (J. Austr. Water Assoc.)* (December) 21–23.
10. Pastor, L., Mangin, Barat, R., Seco, A. (2008) A pilot-scale study of struvite precipitation in a stirred tank reactor: conditions influencing the process. *Bioresour. Technol.* 99, 6285–6291.
11. Bashan, D.L.E., Bashan, Y. (2004) Recent advances in removing phosphorus from wastewater and its future use as a fertilizer (1997–2003). *Water Res.* 38, 4222–4246.
12. Kárpáti, Á., Thury, P. (2011) A szennyvíz N és P tápanyagai eltávolításának, újra-hasznosításának technológia/vegyszerigénye. *Hírsatorna (Publikációra elfogadva)*
13. Hansen, R.C., Keener, H.M., Hoitink, H.A.J. (1989) Poultry manure composting: an exploratory study. *Transac. ASAE* 36, 2151–2157.
14. Radács, A., Volf, B., Gulyás, G., Kárpáti, Á. (2011) Napenergiával történő rothasztott iszap szárítás levegő szennyezése és levegőtisztítása. *Hírsatorna, (júl.-aug.)* 16-20.

SZERVETLEN SZENNYEZŐK MONITORING VIZSGÁLATA SZEGED TALAJVIZÉBEN

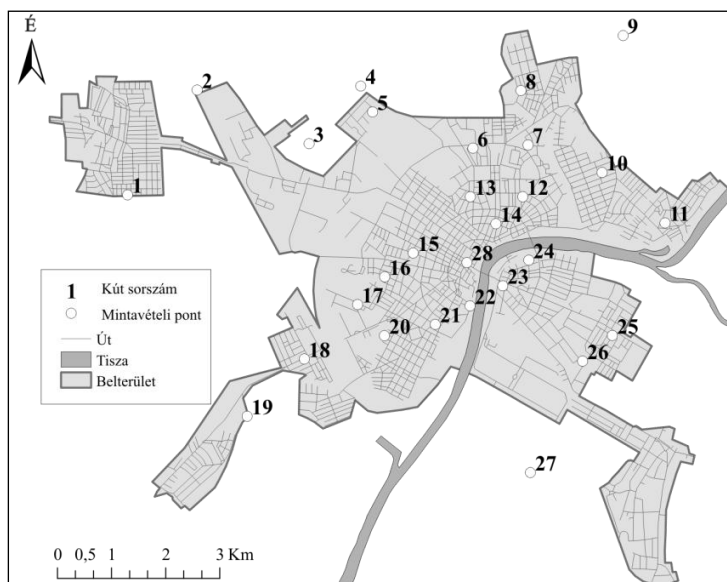
Fejes Ildikó*, Farsang Andrea

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722
Szeged, Egyetem u. 2-6.

* fejesildi@geo.u-szeged.hu

Bevezető

Szegeden a talajvíz minőségét és mennyiségét vizsgáló kutatás mintegy 40 éves múltra tekint vissza. Az első monitoring kutakat 1972-ben telepítették és 1984-ig egy 175 db megfigyelő kútból álló monitoring rendszert hoztak létre [1]. 1991-ig folyamatosan mérték a talajvízszinteket és számos kémiai komponens (pl. szulfát-, magnézium-, kloridion) koncentrációját, majd 12 évig szünetelt minden vizsgálat e kúthálózattal kapcsolatban. A megfigyelések újraindítására 2003-ban a még fellelhető és észlelésre alkalmas kutak közül 45db-ot jelöltek ki és mintáztak, melyeket fémes és félfémes szennyezőkre és más szennyezést jelző komponensekre vizsgáltak be. 2006-ban újabb kémiai állapotra vonatkozó kutatás következett a 21 legszennyezettebb kút esetében [2]. A felsorolt állapotfelmérések nagy szennyezettségről tanúskodnak, mely tény alátámasztja korábbi, 2009-ben végzett kutatásunk is [3]. E tanulmány szerint – 21 kútból származó minta alapján – a város talajvize számos nehézfémrel, főként rézzel és cinkkel szennyezett. Mivel 1991 óta csak néhány időpontban, az adott időpillanatra érvényes vizsgálatok készültek, szükségessé vált egy új monitoring indítása a szegedi talajvíz minőségi változásainak nyomon követésére.



22. ábra. A vizsgált talajvíz-megfigyelő kutak elhelyezkedése a mintaterületen

Kutatásunk fő célja tehát a talajvíz kémiai állapotának felmérése városi környezetben, különös tekintettel a szerves szennyezőkre. Célunk az egyes komponensek térbeli és időbeli változásainak monitorozása, a szennyezési gócpontok feltérképezése, valamint a geokémiai háttérfolyamatok feltárása.

Anyag és módszer

Kutatásunkba 28 db kutat vontunk be a szegedi talajvíz-megfigyelő monitoring-rendszerből, melyek kiválasztásánál arra törekedtünk, hogy a várost közel egyenletesen lefedő hálózatot kapjunk (1. ábra). A jelenleg is tartó mérésorozatot 2010. októberében kezdtük, havi rendszerességű mintavételezéssel, melynek köszönhetően már 1,5 éves adatsor és több mint 7000 értéket tartalmazó adatbázis áll rendelkezésünkre. Jelen tanulmányunkban az első év eredményeit és elemzését mutatjuk be.

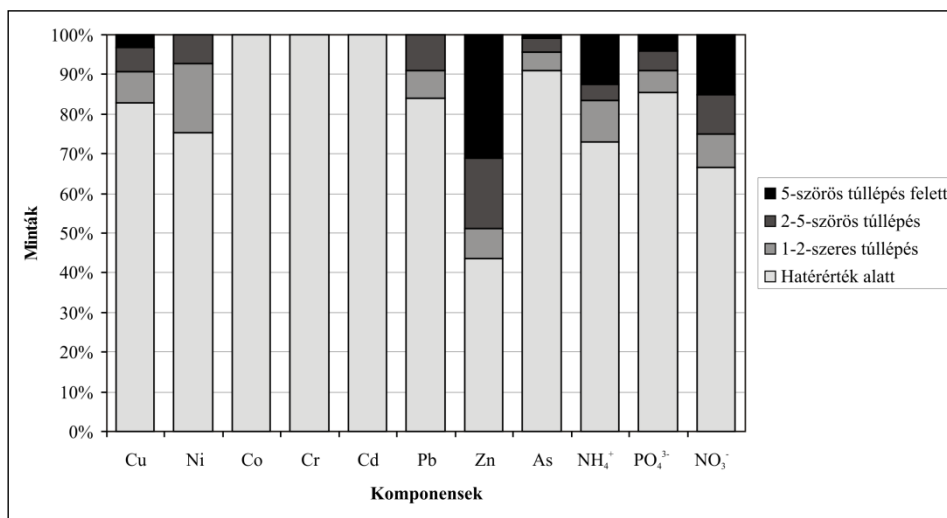
A mintavételek alkalmával a helyszínen került sor a vízszintek regisztrálására, a pH, a hőmérséklet, a vezetőképesség, valamint a sótartalom meghatározására. A mintázás az MSZ ISO 5667-11:2009 szabványnak [4] megfelelően szivattyúzásos tisztítás után történt. A mintákat az SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék akkreditált Talaj- és Vízvizsgáló Laboratóriumában 12 komponensre – réz (Cu), kadmium (Cd), kobalt (Co), króm (Cr), nikkel (Ni), ólom (Pb), cink (Zn), arzén (As), ammónium (NH_4^+), ortofoszfát (PO_4^{3-}), nitrát (NO_3^-) és nitrit (NO_2^-) – vizsgáltuk meg. A NO_2^- , a NO_3^- , az NH_4^+ és az PO_4^{3-} koncentrációkat áramlásos analízissel (FOSS FIASStar 5000 Analyzer), a fémeket és az As-t pedig optikai emissziós spektrofotometriás módszerrel (Perkin Elmer ICP OES Optima 7000 DV) határoztuk meg.

A vízállásokat bemutató szintvonalas ábrákat Surfer 8 programmal, krigeléses interpolációval készítettük el. A koncentrációkat ábrázoló térképeket és a szennyezés térbeli eloszlását ESRI ArcGIS 10 szoftver segítségével jelenítettük meg. A vízminősítés a 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet *a felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékekről* [5] (B) szennyezettségi határértékei alapján történt.

A statisztikai számításokat SPSS 18.0 szoftverrel végeztük el. A változók közötti monoton kapcsolat jellemzésére nem paraméteres, Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztunk.

Eredmények

Az egyes mintákat elemezve a leggyakrabban a Zn-nél tapasztaltunk határérték túllépéseket (a minták 56 %-ánál), majd ezt követte a NO_3^- (36 %), az NH_4^+ (27 %) és a Ni (25 %). A Co, a Cr és a Cd vonatkozásában egyetlen minta sem haladta meg a B szennyezettségi határértékeket (2. ábra).



23. ábra. A vizsgált komponensekre vonatkozó határérték átlépés mértéke az összes mintaszám százalékos megoszlásában

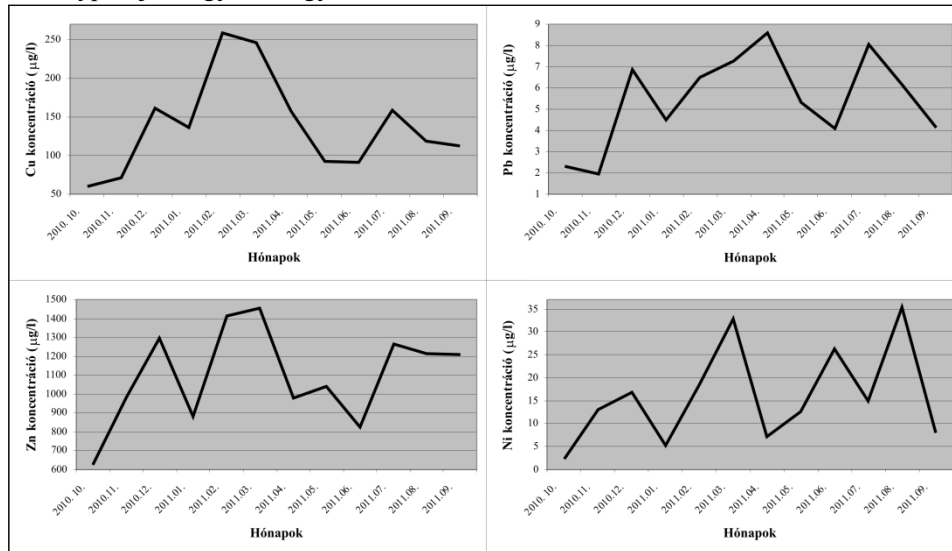
A toxikus fémek közül leginkább cinkkel terhelt a talajvíz, ugyanis 18 helyszín éves átlagértéke a 200 µg/l-es határérték felett volt, és néhány belvárosi pontban (22., 24.) rendkívül magas értékeket mértünk (akár ötvenszeres túllépéssel). A réz szintén számos területen nagy mennyiségben fordul elő a talajvízben. A mintavételi helyek negyede határértéket (200 µg/l) túllépő koncentrációkkal jellemezhető, egyes esetekben a megengedetthez képest négy-, illetve akár ötszörös réz mennyiséggel (22., 28.). Öt kútban az ólom-koncentráció éves átlagértéke átlépte a 10 µg/l-es határt. A Tisza jobb partján elhelyezkedő kútban (22.) a teljes vizsgált évben határérték feletti mennyiséget mértünk. A nikkelnél két mintavételi helyen haladta meg az átlag a 10 µg/l-es határértéket. Arzénnel négy kút vize szennyezett, főként a Tisza partján elhelyezkedő kutakból származó mintáknál jelentős a határérték-túllépés.

A nitrát 50 mg/l-es határértékét négy kút (12., 13., 16., 24.) vize több mint nyolcszorosan meghaladta az év nagy részében. Nitritre nem állapítottak meg szennyezettségi határértéket a 6/2009-es együttes rendeletben, de magas értékei egybeesnek a nitrát magas koncentrációival. Az ammónium tekintetében két belvárosi kút és Újszeged talajvize szennyezett, az 500 µg/l-es határérték húszszorosát mértük az újszegedi 23. és 26. kútban. Az ortofoszfát éves átlagos mennyisége öt mintában határérték (500 µg/l) feletti, melyek közül a leginkább terhelt vizű kút a 13.

Következtetések

A vizsgált paraméterek koncentrációinak időbeli változását tekintve a legmagasabb értékek döntően márciusban és decemberben adódtak, tehát a talajvíz télen és tavasszal volt a legszennyezettebb. A fémek közül a Cu, a Zn, az Pb és a Ni

koncentrációi hasonlóan változtak a 12 hónapban (3. ábra), a koncentrációk csúcsai és mélypontjai nagyrészt egybe esnek.

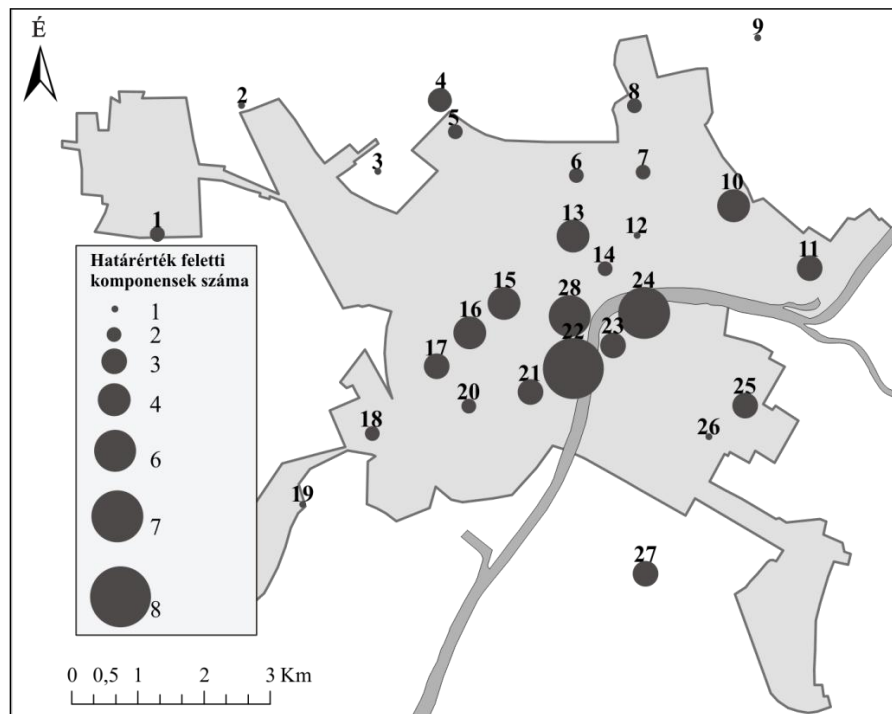


24. ábra. A Cu, a Zn, az Pb és a Ni koncentrációk időbeli változása a havi átlagértékek alapján

A laborvizsgálatok alapján Szeged talajvíze kémiaiilag erősen szennyezett, ugyanis minden vízmintában legalább egy komponens meghaladja a határértéket. A káros anyagokkal legkevésbé terhelte kutak leginkább Szeged falusias jellegű területein helyezkednek el. A legrosszabb eredményeket a belvárosban, a Tisza közvetlen közelében lévő 22. kútból származó minta adta, mely 8 vizsgált kémiai paraméternél számos hónapban határértéken felüli koncentrációkat mutatott. A térbeli elhelyezkedést vizsgálva kitűnik, hogy a leginkább szennyezett kutak a belvárosban, illetve a Tiszához közel helyezkednek el (22., 24., 28) (4. ábra).

Az előzők alapján a szegedi talajvíz erősen kontaminálódott toxikus fémekkel és egyéb szennyezőkkel. A minták számottevő részében a szennyezettségi határérték felett volt a Cu, Zn, Pb, Ni, As, NH_4^+ , NO_3^- és PO_4^{3-} mennyisége, melyek jelenléte a talajvízben ökológiai és humán-egészségügyi szempontból is veszélyes lehet [6].

Kutatásunk során statisztikai vizsgálatokkal tártuk fel a komponensek közötti összefüggéseket és a szennyezések háttérében álló geokémiai folyamatokat. A változók közötti monoton kapcsolat erősségének és szorosságának meghatározására Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztunk. Szignifikáns pozitív korrelációs kapcsolatot tártunk fel a kalkofil elemeknél, tehát a Cu, Zn, Pb és Cd esetében (1. táblázat), amelyek gyakran fordulnak elő szulfid fázisokban és jellemzőjük a kénnel való nagy affinitás, [7].



25. ábra. A kutak szennyezettségének mértéke a határérték feletti komponensek száma szerint (éves átlagértékek alapján)

Erős szignifikáns kapcsolatot mutató párost alkot a Ni és a Cr, melynél a korrelációs együttható 0,88. Mindkét elem sziderofil, a vas-csoportba tartozik, azaz a vassal fordulnak elő a természetben [7]. A nitrogénformákat vizsgálva negatív korrelációt kaptunk az NH_4^+ és a NO_3^- között, amelynek oka a nitrogénciklus folyamatában keresendő, ugyanis az első lépéseként létrejött szerves nitrogén bomlásából származó NH_4^+ a vízbe jutva NO_3^- -tá oxidálódik. Az NH_4^+ változása azért is meghatározó, mert a szerves szennyezések egyik legfontosabb mutatója a felszín alatti vizekben [8]. A NO_3^- és a vezetőképesség között közepes erősségű, pozitív korrelációt mutattunk ki, miszerint a NO_3^- mennyisége azokban a kutakban magasabb, ahol az elektromos vezetőképesség is nagy. Ezt alátámasztja az is, hogy a legmagasabb NO_3^- (500 mg/l feletti) koncentrációval jellemezhető 12. kútnál a vezetőképesség is rendkívüli (akár 17.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

1. táblázat. Spearman-féle korrelációs együtthatók 9 paraméter esetében ($p < 0,01$)

	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr	NH₄⁺	NO₃⁻	Vezetőkép.
Cu	1								
Zn	0,86	1							
Pb	0,66	0,59	1						
Cd	0,54	0,56	0,32	1					
Ni	0,16	0,17	0,19	0,12	1				
Cr	0,08	0,06	0,08	0,06	0,88	1			
NH₄⁺	-0,2	-0,14	-0,21	0,07	-0,14	-0,11	1		
NO₃⁻	0,21	0,23	0,13	0,04	0,02	-0,04	-0,52	1	
Vezetőkép.	0,18	0,2	0,16	0,11	0,024	-0,08	-0,07	0,55	1

Összességében Szeged talajvizét erős kémiai szennyezettségi állapot jellemezte 2010. október és 2011. szeptember között, hiszen a mért 12 szerves szennyező közül 8-nál a kutak jelentős részénél határérték túllépéseket észleltünk. Számos esetben kiugróan magas értékek is adódtak, főként a Cu, a Zn, a NO₃⁻, az NH₄⁺ és a PO₄³⁻ esetében. Az időbeli változást vizsgálva a legerősebb szennyezést márciusra, míg a legalacsonyabbat októberre tehetjük. A korreláció vizsgálatok alapján elkülönítettünk olyan csoportokat (sziderofil és kalkofil elemek, nitrogénformák, stb.), melyek tagjai korrelálnak egymással, vagyis mennyiségük együtt változik a város talajvizében.

Irodalom

1. Kaszab I. Építésföldtani összefüggések Szeged és környéke felszínközeli üledékeiben. Szeged: Szegedi Nyomda, a Magyar Állami Földtani Intézet és a Szeged Városi Tanács Közös Kiadása; 1987.
2. Kaszab I. Szeged talajvizének geokörnyezeti állapota. In: Galbács Z. (szerk.) *The 13th Symposium on Analytical and Environmental Problems: Proceedings of the 13th Symposium on Analytical and Environmental Problems, 2006, 25 September 2006, Szeged, Hungary*. Szeged: MTA Szegedi Akadémiai Bizottság; 2006. p. 270-276.
3. Farsang A., Fejes I. Contamination and human health risk of groundwater in Szeged. In: Papp A. (ed.) *11th Reg. Conference on Environment and Health: Proceedings of 11th Reg. Conference on Environment and Health, 2009, 15-16 May 2009, Szeged, Hungary*.
4. MSZ ISO 5667-11: 2009 2., *Vízminőség. Mintavétel. 11. rész: A felszín alatti vizek mintavételéhez*.
5. 6/2009. (IV. 14) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékekről, *Magyar Közlöny* 2009; 51: 14398-14414.
6. Gy. Szabo, A. Angyal, A. Csikos, E. Bessenyei, E. Toth, P. Kiss, P. Csorba, Sz. Szabo. Examination of the groundwater pollution at lowland settlements. *Studia Universitatis „Vasile Goldiş”, Seria Ştiinţele Vieţii* 2010; 20(4): 89-95.
7. Grasselly Gy. *A geokémia alapjai*. Budapest: Nemzetközi Tankönyvkiadó, 1995.
8. Barótfi I. *Környezettechnika*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 2003.

GÉPJÁRMŰ ABRONCSBÓL SZÁRMAZÓ ACÉL HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA NEHÉZFÉMEL SZENNYEZETT TALAJVIZEK KÁRMENTESÍTÉSÉRE.

Gombkötő Imre, Nagy Sándor

Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet, 3515
Miskolc, Egyetemváros

Bevezetés

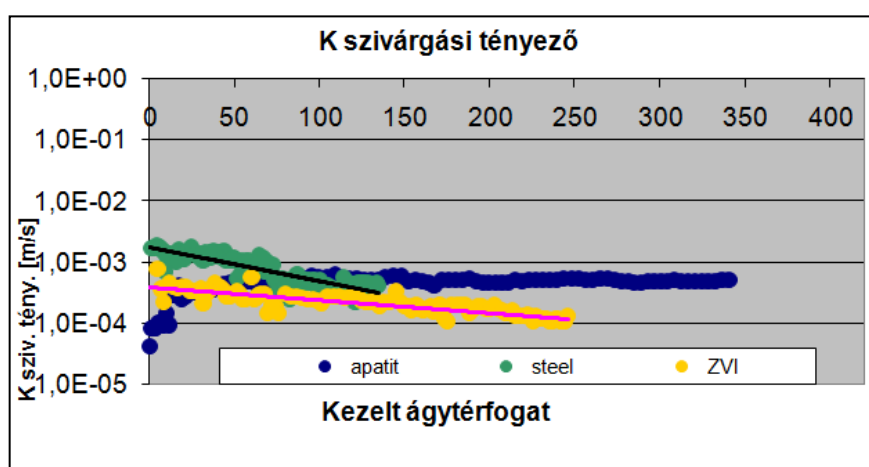
A felszín alatti vizek az Európai Unióban fontos ivó víznyerő források, ezért méltán sorolhatjuk a jelentős, stratégiaileg fontos nyersanyagok közé. A felszín alatti vizek és az azt tározó rétegek szennyeződése azonban éppen ezért jelentős környezeti probléma, amely az európai országokban számos helyen előfordul ugyan, de a magas költségek, vagy a kedvezőtlen természeti adottságok miatt hagyományos módszerekkel nem kezelhetők. Innovatív megoldásokkal, mint egyes passzív technológiákkal történő kezelésük azonban megoldást jelenthet a problémára. Ilyen passzív talajvíz kezelő technológia az ún. permeábilis reaktív falak alkalmazása (PRB) ahol a szennyezett talajvíz egy a felszín alá épített műtárgyon keresztül áramlik. A megoldás alkalmas mind egyes szerves és szervetlen szennyezők eltávolítására a talajvízből. A PRB technológia üzemeltetési költségei alacsonyak és megfelelő határfokkal rendelkeznek ahhoz, hogy versenyképesek legyenek, az ún. aktív, a víz kiszivattyúzásával és reaktorokban történő kezelésével” járó eljárásokkal szemben. Nehézfém szennyezés esetén a reaktív gátakban ún. nulla vegyértékű vasat (ZVI) alkalmaznak előszeretettel. A ZVI ilyen jellegű alkalmazását a Waterlooi Egyetemen dolgozták ki és szabadalmaztatták [1]. A ZVI granulátum szakirodalmi adatok alapján [2], és jelenleg már az ipari gyakorlati tapasztalatok alapján is alkalmas klórozott szénhidrogénekkal szennyezett talajvizek tisztítására is [4]. A nulla vegyértékű vassal végzett kísérleteik során Sivavec és Horney [4] és más szerzők is [3], [5] úgy találták, hogy a tisztítási hatékonyság növekszik a granulátum szemcsék fajlagos felületével, így a szabad fajlagos felület fontos kiválasztási paraméter lett a PRB technológiában. A reaktív gátban az Fe^0 oxidálódik Fe^{2+} -vé, amely a pH emelkedésével jár. A pH emelkedése egyes elemeket a víz egyéb összetételétől és a tartózkodási időtől függő módon redukál, kicsap, immobilizál. Mindazonáltal a pórusokban ezen csapadék felhalmozódik csökkentve a szabad Fe^0 felületet a teljes áramlási keresztmetszetben, jelentősen rontva a műtárgy hidraulikai tulajdonságait, rontva ezáltal a teljes hatékonyságot. Amennyiben a talajvízben magas az oldott oxigéntartalom, a folyamat csupán még rosszabb. Igazolható [3], hogy az oxigén redukciója során a teljes keresztmetszetben jelentős mennyiségű vas (oxi) hidroxid csapadék keletkezik, amely a hidraulikus áteresztőképesség további jelentős csökkenésével jár. A Fe^0 oxidációja ráadásul H_2 képződéssel is jár, amely keletkezett gáz a pórusokat kitöltve tovább rontja a reaktív gát hatékonyságát.

Az autóabroncsból származó acélszálak a fent tárgyalt alkalmazás tekintetében hasonló tulajdonságokkal bírnak, mint a ZVI mátrixanyagok, kivéve, hogy jelentősen kisebb fajlagos felülettel rendelkeznek, hatékony és olcsó alternatívát nyújtva a PRB technológiák számára.

Acélszálak alkalmazhatósága reaktív gátakban

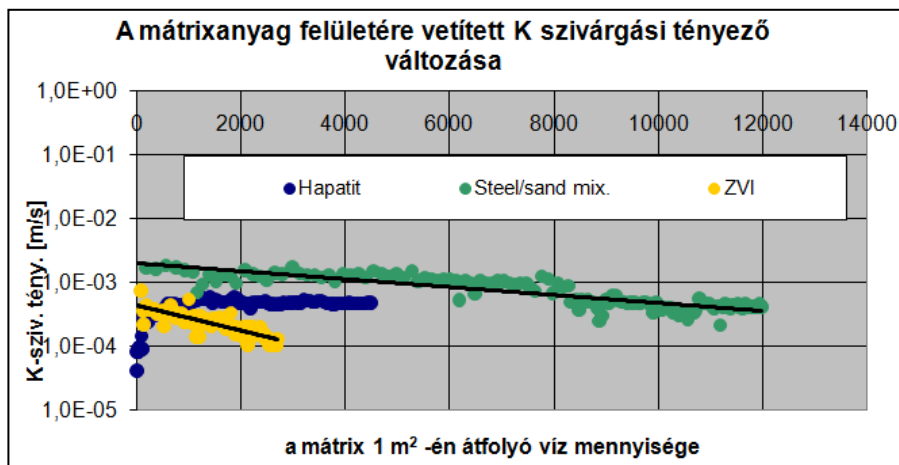
Az acélszálak PRB-kben történő alkalmazhatóságát korábban egy Európai K+F kutatási projekt, a PEREBAR keretein belül vizsgáltuk. A vizsgálatok során az alábbi eredmények születtek. [6], [7] A vizsgálatok során három, a vízben oldott urán ion eltávolítására alkalmasnak vélt mátrixanyag összehasonlító vizsgálata történt. A vizsgálatok időkerete 7 hónap volt, amely vizsgálatokra az akkori Mecsekérc Rt. pécsi kísérleti telepén került sor. A kísérleti telepen ioncserélő gyantán kezelt vízzel végzett vizsgálatokban a víz átlagosan 850 mg/l uránt tartalmazott. A tesztanyagokat (ZVI, acélszálak autóabroncsból, illetve hidroxipatit) egyenként egy vízszintes átfolyású, egyenként 1 m³-es tesztcellába került kialakításra.

Az acélszálakból készült mátrix ágy k szivárgási tényezője a kezdeti $K=1,7 \cdot 10^{-3}$ m/s értékről $K=4,66 \cdot 10^{-4}$ m/s.-ra csökkent. A rendszerből eltávozott víz urántartalma a kísérlet ideje alatt végig 50 mg/liter érték alatt maradt.



1. ábra. Az egyes tesztanyagok K szivárgási tényezőjének változása a kezelt ágytérfogat függvényében.

A kilépő víz pH és EH értéke az U(VI) U(IV) -é történő redukciójának kedvez, így a tesztfalban áttörésről nem beszélhetünk, jelentős aktív kapacitások maradtak benne. Habár a vas alapú gátanyagok esetén nem tapasztaltunk az áttörésre jellemző jegyeket, mindkét anyag esetén megfigyelhető volt a hidraulikus áteresztőképesség csökkenése. A tendenciát megfigyelve könnyen kiszámítható, hogy mekkora ágytérfogat tisztítása után éri el a gátanyag k szivárgási tényezője a környező talaj szivárgási tényezőjét. Ennél kisebb szivárgási tényező esetén a talajvíz visszaduzzad, a gátelkerülés veszélye áll fenn. A tesztanyagok k szivárgási tényezőjének változása az 1. ábrán látható. Ha az adatokat a kezelt ágytérfogatnyi vízmennyiség függvényében ábrázoljuk, akkor úgy tűnik, az acélszálak hidraulikus áteresztőképessége nagyobb ütemben csökken, mint a ZVI alapú gátanyagé. Ez azonban ellentmond a tapasztalatnak és valójában hibás megközelítés.



2. ábra. Az egyes teszanyagok K szivárgási tényezőjének változása az 1m² gátfelületre vetített kezelt vízmennyiség függvényében.

Hibás, mivel a pórusok eltömődése nem a kezelt ágytér fogattal van összefüggésben, hanem a reaktív ágy, áramlásra merőleges keresztmetszetével. A csapadékképződés az áramlási irányra merőleges keresztmetszeten megy végbe, ahol a víz találkozik a még aktív felületű vas szemcsékkel. Az itt keletkező csapadék – az itt kiváló urán sók is – a pórusok eltömődését okozzák. Éppen ezért a reaktív gát 1 m² felületére esett kezelt víz mennyiségének függvényében tekintve a K szivárgási tényező értékét a következő, 4. ábrán látható diagramot kapjuk. A diagramról jól látható, hogy az acélszállal épített fal k szivárgási tényezője lényegesen lassabban változik [6], [7], mint a ZVI alapú gátaké, s habár tisztítási hatékonysága kisebb, kiválóan alkalmazható olcsó reaktív mátrixanyagként.

Használt gumiabroncs mennyisége és összetétele

Az iparilag fejlett államokban évente 7...9 kg hulladék gumiabroncs keletkezik lakosonként. Észak Amerikában 2,5 millió tonna, Japánban 1 millió tonna, és az EU tagállamokban 2,8 millió tonna gumihulladék keletkezik évente. Az illegálisan lerakott mennyiség több milliárd tonnára rúg [9], [13]. A használt gumiabroncs összetételét mutatja a táblázat.

Az EU-n belül 2009-ben a begyűjtött használt abroncsok (95 %) 45,9 %-át anyagában, 49,3 %-át energiatermelésre használták, 4,8 % lerakásra került [11].

1. táblázat. Használt gumiabroncs összetétel [11]

%	Gumi	Korom	Acél	Textil szál	Egyéb
Személygépkocsi	47	21,5	16,5	5,5	9,5
Tehergépkocsi	43	21	27	-	9

Gumiabroncs hulladék feldolgozása

A használt gumiabroncs feldolgozására – az újra futózáson felül – több alternatíva is létezik [10, 12, 13]. *Normál hőmérsékletű őrlés* esetén: Az őrlés célja a gumiabroncs alkotóinak egymástól való elkülönítése, ehhez az előaprítást követően több lépcsőben őrlik le a használt autógumit rendszerint 2...3 mm alá. Az előaprító általában forgótárcsás nyíró aprító berendezés, az ezt követő lépcsőkben vágómalmokat használnak. A vasat mágneses szeparátorral nyerik ki, a textil leválasztása történhet többek közt légszérrel. Egy ilyen üzem beruházási költsége rendszerint kisebb mint más hasznosítási módok üzei esetén, a végtermék tisztasága nagy, és emisszió sem jelentős. Jelentős ezzel szemben az elektromos energia igény, és a végtermékek piaca is korlátozott.

Kriogén aprítás alkalmazásakor az eljárás során a gumit folyékony nitrogénnel hűtik, amitől az rideggé válik, és ütéssel ütközéssel dolgozó aprítóban (pl. kalapácsos malom, röpítő törő) könnyen apríthatóvá válik. A termék rendkívül finom lesz (akár 100 µm), viszont a folyékony nitrogén, és az aprítás költsége jelentősen megdrágítja az eljárást. Az *égetés* az éghető hulladékok nagy hőmérsékleten történő inert maradékokká történő átalakítása. Gumi esetén 400 °C fölött spontán és önfenntartó folyamat az égés. A gumi fűtőértéke kb. 32 MJ/kg. A gumi égetőműben történő égetés közben keletkező hő gőzt termel, mely épületek fűtésére, ill. elektromos áram előállítására használható. A speciális égetőműben, ill. a hulladékégetőkben kiegészítő tüzelőanyagként történő gumihasznosítás előnyei közé tartozik a teljes hő visszanyerés, alacsony emisszió, környezetvédelmi szempontból elfogadható a folyamat, és az energiatermelés költség csökkenés. Hátrány a nagy beruházási költség, füstgáztisztító szükségessége, relatíve magas üzemeltetési költségek. A *pirolízis* során az anyagokat termikus úton bontják oxigénmentes vagy oxigén hiányos környezetben. Az eljárás során az nitrogénoxid, ill. kéndioxid ill. por emisszió kisebb, mint az égetőművek esetén. A technológia végtermékeinek kihozatalai láthatók a táblázatban.

2. táblázat. Pírolízis végtermékeinek tömegkihozatala

Termék	Koksz	Olaj	Fém	Gáz
Kihozatal [%]	33	35	12	20

Tiszta fém kinyerése gumihulladék égetőmű salakjából, brikettálás

Az acél az gumiégetés ill. pirolízis esetén a salakba ill. koksz termékbe kerül. Intézetünkön kísérleteket folytattunk salakból történő fémszálak kinyerésére. Speciális gumi égetőmű esetén a salakból le kell választani az esetlegesen jelen levő túl méretes fémeket. Ezt követően a salakban lévő acél teljes feltárásához aprítani kell a salakot, a töretről a tiszta acél megfelelően beállított mágneses szeparátorral távolítható el.

A kinyert acélszálakat jobb kezelhetősége érdekében, illetve reaktív gátek tölteteként való alkalmazhatóság érdekében célszerű lehet brikettálni. Fémek (pl. acél, alumínium) brikettálására általában dugattyús préseket használnak, melyek

tablettákat eredményeznek. Az intézetünkben korábban kísérleti dugattyús préssel, salakból kinyert acélszalakból 25 mm átmérőjű tablettákat gyártottunk 150 MPa nyomáson (3. ábra), melyek hézagterfogata 45 %.



3. ábra. Acélszalakból készült kísérleti tabletták

Az így módon nyert tabletták átteresztőképessége átlagosan $k=10^{-4}$ m/s, nagyságrendre adódott. Ez az érték megfelel egy kavics ágy átteresztő képességének, amely alkalmassá teszi a briketteket reaktív gátban történő alkalmazásra a felszín alatti vizek visszaduzzasztása nélkül.

Következtetés

A fejlett régiókban keletkező gumiabroncsok mennyiségének nagyságrendje megköveteli, hogy kiemelten foglalkozzunk hasznosításukkal. Ahogy a vizsgálati sorokból kiderül, a hagyományos hasznosítási lehetőségek mellett olyan alternatív megoldások is találhatóak, amelyek műszakilag megalapozottak. Az Intézetünkben előállított brikettek mind összetételükben, mind fizikai tulajdonságait tekintve alkalmasak lehetnek reaktív gátak mátrixanyagaként való felhasználásra. Problémát okozhat ugyanakkor, hogy az ismertett módszerrel előállított tabletták hulladéknak, vagy másodlagos terméknek minősülnek. Amennyiben az ilyen és hasonló megoldások során előállított termék valóban termékként kerül kataszterbe, hasznosításuk lényegesen leegyszerűsödik ahhoz képest, mintha továbbra is hulladékként kezeljük.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

1. Gillham, R.W. and O'Hannessin, S.F. (1994), Enhanced Degradation of Halogenated Aliphatics by Zero-Valent Iron. *Groundwater* 32(6), 958-967
2. Vogan, J.L., Gillham, R.W.O. and Hannessin, S.F. (1995), Site Specific Degradation of VOCs in Groundwater Using Zero Valent Iron, *209th American Chemical Society National Meeting*, Anaheim, CA, Division of Environmental Chemistry, Conference Proceedings Vol. 35, pp 800-804
3. P.D. Mackenzie, T.M. Sivavec, D.P. Horney: Extending Hydraulic Lifetime of Iron Walls,

4. Sivavec, T.M. and Horney, D.P. (1995), Reductive Dechlorination of Chlorinated Ethenes by Iron Metal, *209th American Chemical Society National Meeting.*, Anaheim, CA, Division of Environmental Chemistry, Conference Proceedings Vol. 35, pp 695-698
5. Matheson, L.J. and Tratnyek, P.G. (1994), Reductive Dehalogenation of Chlorinated Methanes by Iron Metal. *Environmental Science and Technology* 28(12), 2045-2053
6. József Böhm, Ákos Debreczeni, Imre Gombkötő, Franz-Georg Simon, Mihály Csövári, Laboratory Tests Using Natural Groundwater. In: K E Roehl, T Meggyes, F G Simon, D I Stewart (szerk.) Long Term Performance of Permeable Reactive Barriers 7. Amsterdam: Elsevier, 2005. pp. 111-136.
7. Imre Gombkötő, Dr József Böhm, Dr Ákos Debreczeni, Long-term Performance of Permeable Reactive Barriers used for the Remediation of Contaminated Groundwater. In: Proceedings of MicroCAD 2003 International Scientific Conference. Miskolc, Magyarország Miskolc: Miskolci Egyetem, pp. 25-30.
8. Silvestraviciute, I., Karaliunaite, I.: Comparison of End-of-life Tyre Treatment Technologies: Life Cycle Inventory Analysis. *Environmental research, engineering and management*, 2006.No.1(35), P.52-60
9. Sharma, V. K., Fortuna, F., Mincarini, M., Berillo, M., Cornacchia, G.: Disposal of waste tyres for energy recovery and safe environment. *Applied Energy* 65 (2000) 381-394
10. ETRMA-European Tyre & Rubber Manufacturers' Association honlapja: <http://www.etrma.org>
11. Geiger A., Bíró Sz., Gergó P.: Hulladék gumibroncsok hasznosítása, gumibitumenek előállítása és alkalmazása. *Magyar Kémikusok Lapja*, 2008, 63(7-8), 198-202.
12. Csőke B.: Hulladékélelőkészítés. Egyetemi jegyzet, Miskolci Egyetem, 2006.

KÖRNYEZETI JELENTŐSÉGŰ IONOK AZONOSÍTÁSA MAKROCIKLIKUS ÉS KELÁTKÉPZŐ KROMATOGRÁFIÁVAL

Horváth Krisztián, Hajós Péter*

Pannon Egyetem, Analitikai Kémia Intézeti Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

*hajosp@almos.uni-pannon.hu

Bevezető

A kromatográfias elválasztási módszereket széles körben alkalmazzák különböző környezeti minták elemzése során. Az ionkromatográfia [1,2] egyaránt alkalmazható ivóvizek és szennyvizek összetételének meghatározására, talajok, csurgalékok, szilárd hulladékok analitikai vizsgálatára is [3]. A technikának elsősorban anionok meghatározásában van kiemelt jelentősége. Az ivóvíz minősítés területén az ionkromatográfia igen elterjedt, ugyanis lehetőséget nyújt az ivóvízben található szerves ionok többségének nagy hatékonyságú elválasztására. Ennek köszönhetően több szabványos mérési módszer is rendelkezésre áll a vízminősítés területén [4].

A víztisztítás során alkalmazott fertőtlenítés anionos melléktermékeinek kimutatására is előnyösen alkalmazható az ionkromatográfia. A klórral való fertőtlenítés során a vízben lévő szerves anyagokból halogénezett szerves szennyezők keletkezhetnek, melyek közül legnagyobb mennyiségben a halogénezett ecetsavak találhatók meg az ivóvizekben. Attól függően, hogy a nyersvíz milyen mennyiségben tartalmaz bromidot, klórozott- ill. brómozott-klórozott ecetsavak különböző variációi keletkezhetnek [5]. Ezek a vegyületek erősen toxikus hatásúak, feltételezhetően rákkeltők is, bár ez utóbbi hatás egyelőre még nem bizonyított [6]. Ivóvízben, köszönhetően meglehetősen alacsony pK_a értéküknek, disszociált formában, azaz anionokként vannak jelen. Ionkromatográfias meghatározásuk nehézségét elsősorban az okozza, hogy a különböző mértékben halogénezett ecetsavak nagyon eltérő módon kötődnek az állófázishoz, így analízisük főként gradiens technika és induktív csatolású plazma tömegspektrometria (ICP-MS) detektálás alkalmazásával oldható meg [5,7]. Az anioncsere-kromatográfia mellett lehetőséget biztosít fémionok kelát komplexeinek meghatározására [8,9]. Az oldat pH-jának függvényében a komplex negatív töltéssel rendelkezik, így anionkromatográfias meghatározásuk lehetséges.

Munkánk célja érzékeny, gyors és szelektív anionkromatográfias analitikai módszerek kidolgozása volt halogénezett ecetsavak, valamint az orvosi diagnosztikában elterjedten alkalmazott Gd^{3+} komplexeinek meghatározására.

Anyag és módszer

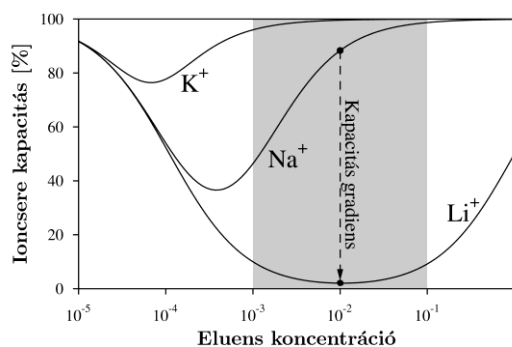
A méréseket Dionex DX 300 típusú gradiens kromatográfias rendszerrel (Dionex, Sunnyvale, CA, USA) végeztük, amely gradiens pumpát, Model 9125 típusú injektáló egységet (Rheodyne, Rohnert Park, CA, USA), 50 μ l térfogatú mintabeviteli hurkot, AMMS-II típusú mikromembrán szupresszort, eluens gáztalanító egységet tartalmazott. A halogénezett ecetsavak meghatározása során Dionex IonPac Cryptand A1 analitikai oszlopot használtunk. Az oszlop 2.2.2. kriptand molekulákat tartalmazott. A NaOH és LiOH mozgófázisok áramlási

sebessége 0,5 ml/min volt az elválasztások során. Gadolínium kelátok elválasztása során IonPac AS4A-SC (250x4 mm) típusú, alkil/alkanol kvaterner ammónium funkciós csoportokkal ellátott tölteteket tartalmazó anioncserélő oszlopot alkalmaztunk. Az eluens oldat literenként 0,2292 g Na_2CO_3 -ot és 0,1240 g NaHCO_3 -ot tartalmazott (pH = 10,2). A mozgófázis térfogatárama 1,2 ml/min volt. Az oldatokhoz (eluens, regenerálószer, minták) szükséges ultratisztaságú vizet ($18,2 \text{ M}\Omega\text{cm}^{-1}$) Milli-Q Plus (Millipore) típusú készüléken állítottuk elő. A felhasznált analitikai tisztaságú vegyszerek a svájci Fluka Chemie AG, Buchs termékeit alkalmaztuk.

Eredmények

Halogénezett ecetsavak meghatározása makrociklusos kromatográfiával

Makrociklusos állófázisok használata az anioncsere kromatográfiában lehetővé teszi, hogy különböző típusú alkálifém-hidroxid eluens használatával a szeparátor oszlop ioncserekapacitását a megoldandó analitikai feladatnak megfelelően beállítsuk. Emellett lehetőség van ún. „kapacitás gradiens” alkalmazására is az eluens típusának megváltoztatásával az analízis egy adott időpontjában. A kapacitás gradiens azzal az előnnyel szolgál, hogy az oszlopban kis visszatartást szenvedő komponensek is megfelelő hatékonysággal választhatók el, míg a nagy retenciójú komponensek gyorsan eluálthatók. Emellett a hagyományos kémiai gradienssel szemben a kapacitás gradiens nem okoz alapvonal torzulást, így a mintakomponensek detektálását és érzékeny meghatározását nem zavarja [10].



1. ábra. Halogénezett ecetsavak elválasztására használt kriptand alapú állófázis ioncsere kapacitása az alkáli hidroxid eluens koncentrációjának és típusának függvényében. A szürke sáv a gyakorlatban használt eluens koncentráció tartományt jelzi.

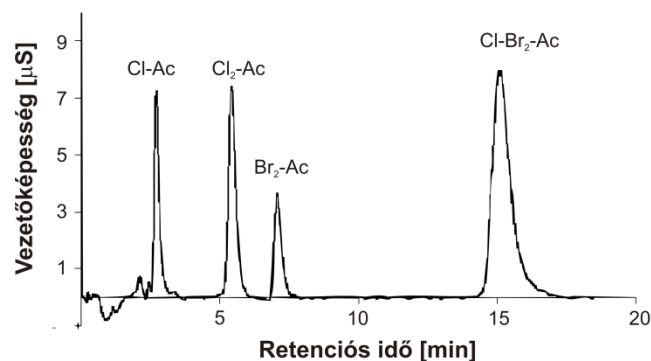
Az 1. ábrán a Dionex IonPac Cryptand A1 típusú ioncsere oszlop kapacitása látható LiOH, NaOH és KOH koncentrációjának függvényében. Az ábrán jól látszik, hogy a gyakorlatban használt koncentráció tartományban ($10^{-3} - 10^{-1} \text{ M}$) az oszlop ioncserekapacitása KOH eluens használata esetén nagy, NaOH esetén közepes, míg LiOH használata esetén szinte elhanyagolható. Az ábra jól tükrözi, hogy NaOH-ról

LiOH-ra történő eluens váltás milyen jelentős mértékben megváltoztatja az oszlop ioncserekapacitását az analízis során.

1. táblázat. Halogénezett ecetsavak retenciós ideje (min) izokratikus és kapacitás gradiens elválasztás esetén. Eluens koncentráció: 20 mM, gradiens lépcső: 0,1 min.

Minta	Izokratikus		Gradiens	
	NaOH	LiOH	NaOH/LiOH	Δ
Cl-Ac	2,80	1,50	2,70	0,10
Br-Ac	3,11	1,52	3,03	0,08
Cl ₂ -Ac	6,00	1,57	5,42	0,58
Cl-Br-Ac	7,07	1,60	6,28	0,79
Br ₂ -Ac	9,61	1,65	7,07	2,54
Cl ₃ -Ac	35,21	2,33	12,20	23,01
Cl-Br ₂ -Ac	64,03	2,99	15,07	48,96
Br ₃ -Ac	>120	3,66	18,05	>100

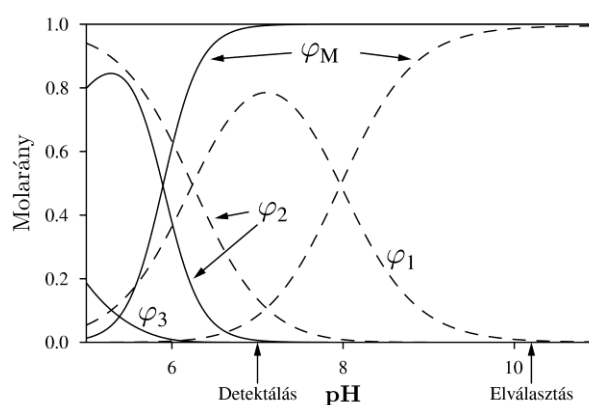
Az 1. táblázatban a vizsgált halogénezett ecetsavak retenciós ideje látható izokratikus és kapacitás gradiens elválasztás esetén. A táblázat adataiból jól látszik, hogy NaOH eluens használata esetén a halogénezett ecetsavak retenciós ideje között szignifikáns eltérés van, jó felbontással elválaszthatók egymástól, azonban a nagyobb halogéntartalmú komponensek retenciója túlságosan nagy. Tribrom-ecetsav esetén ez több mint két óra. Ezzel szemben LiOH eluens használatakor ez utóbbi komponens is kevesebb, mint négy perc alatt elhagyja az oszlopot. A legtöbb mintaion azonban nem választható el egymástól ezen körülmények között. Az oszlopot 20 mM koncentrációjú NaOH-dal egyensúlyba hozva, majd ezt az analízis kezdetén 20 mM koncentrációjú LiOH-ra cserélve kapacitás gradiens érhető el, melynek hatására a teljes analízis idő lényegesen lecsökken úgy, hogy az egyes komponensek elválasztása megfelelő marad (2. ábra). A módszer kimutatási határa 5-105 µg/l-nek adódott a halogénezett ecetsav tulajdonságaitól függően [11].



2. ábra. Halogénezett ecetsavak elválasztása kapacitás gradiens alkalmazásával. Eluens: 20 mM NaOH, 20 mM LiOH, gradiens lépcső: 0,1 min.

Gadolínium kelátok meghatározása kelát-ionkromatográfiával

A mágneses rezonancia (MRI) vizsgálatokban kontrasztanyagként használatos gadolínium kelátok használata vesebetegségben szenvedő páciensek esetén fokozottan kockázatos nefrogén fibrózis kialakulásának veszélye miatt. Munkánk során anionkromatográfiás módszert dolgoztunk gadolínium kelátok gyors, érzékeny és szelektív meghatározására. A 3. ábrán a ligandumként használt EDTA és DTPA különböző protonáltsági fokú ill. komplex formában levő specieseinek moltipált eloszlása látható a pH függvényében. Az ábrán jól látszik, hogy az elválasztás pH-ján mind EDTA, mind DTPA esetén a kialakult fém-kelát forma stabil, így lehetőség van a két negatív töltésű Gd-DTPA és az egy negatív töltésű Gd-EDTA anionkromatográfiás meghatározására.

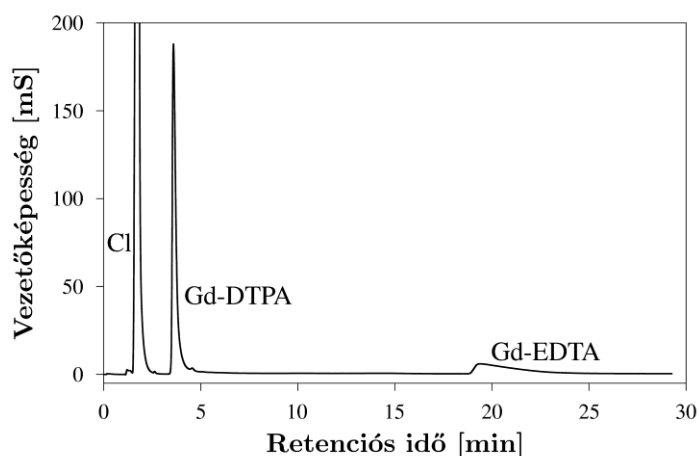


3. ábra. DTPA (folytonos vonal) és EDTA (szaggatott vonal) specieseinek moltipált eloszlása 10^{-15} M egyensúlyi koncentrációjú Gd^{3+} jelenlétében.

ϕ_i az i -szeresen protonált forma molarányát, míg ϕ_M a komplexált forma molarányát jelöli.

A 4. ábrán Gd-EDTA és Gd-DTPA komplexek szimultán elválasztása látható. A Gd-DTPA közel négy perces retenciós idővel rendelkezik, csúcsa éles, jól detektálható. Mindez azt mutatja, hogy a Gd^{3+} -ion kromatográfiás analízise DTPA-val kedvező körülmények között végezhető el. EDTA komplexképző esetén közel 16 percnél egy elnyúló csúcs jelenik meg, tehát a Gd-EDTA komplex kromatográfiás analízise ezzel a módszerrel kevésbé érzékeny és kevésbé hatékony, mint DTPA esetén. A 4. ábra jól tükrözi, hogy lehetőség van Gd-kelátok szimultán anioncsere kromatográfiás elválasztására.

Vizsgáltuk szerves és szervetlen anionok analízist zavaró hatását, valamint a módszer kimutatási határát. Megállapítottuk, hogy a környezetben és az emberi szervezetben legnagyobb koncentrációban előforduló ionok nem zavarják a Gd-DTPA meghatározását. A módszer kimutatási határa $0,3 \mu\text{M}$ -nak adódott Gd-DTPA esetén.



4. ábra. Gd-DTPA és Gd-EDTA szimultán elválasztása

Következtetések

Makrociklusos- és kelát-ionkromatográfiai módszereket dolgoztunk ki az ivóvíztisztítás melléktermékeként keletkező halogénezett ecetsavak, valamint az MRI vizsgálatok kontrasztanyagaként használatos Gd-kelátok kromatográfiai analizésére. A kidolgozott módszerek megfelelően szelektívek, a vizsgált komponensek érzékeny meghatározását teszik lehetővé rövid analízis idő alatt.

Köszönetnyilvánítás

A munka az OTKA K 81843, a TÁMOP 4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 és a TÁMOP 4.2.2/B-10/1-2010-0025 projektek támogatásával valósult meg.

Irodalom

1. Weiss, J. Handbook of Ion Chromatography. 3rd ed. Weinheim: Wiley-VCH; 2005.
2. Haddad P. R., Jackson, P. E. Ion Chromatography: Principle and Applications. Amsterdam: Elsevier; 1990.
3. Jackson, P. E. Ion Chromatography in Environmental Analysis. In: Meyer R.A. Encyclopedia of Analytical Chemistry. Chichester: Wiley & Sons; 2000. p. 2779-2801.
4. Horváth K. Kémiai egyensúlyi és kinetikai kölcsönhatások leírása, alkalmazása az ioncsere-kromatográfiában. Doktori (PhD) értekezés. Veszprém: Pannon Egyetem; 2007.
5. Paull B., Barron L. Using ion chromatography to monitor haloacetic acids in drinking water: A review of current technologies. J. Chromatogr. A 2004; 1046: 1-9.
6. Hunter E. S., Rogers E. H., Blanton M. R., Richard A. M., Chernoff N. Bromochloro-haloacetic acids: effects on mouse embryos in vitro and QSAR considerations. Reprod. Toxicol. 2006; 21:260-266.

7. Sarzanini C., Bruzzoniti M.C., Mentasti E. Preconcentration and separation of haloacetic acids by ion chromatography. *J Chromatogr A*. 1999; 850(1-2):197-211.
8. Hajós P., Révész G., Horváth O., PEAR J., Sarzanini C. The simultaneous analysis of metal-EDTA complexes and inorganic anions by suppressed ion chromatography. *J. Chrom. Sci.* 1996; 34(6):291-299.
9. Hajós P., Révész G., Sarzanini C., Sacchero G., Mentasti E. Retention model for the separation of anionic metal-EDTA complexes in ion chromatography. *J Chromatogr A*. 1993; 640(1-2):15-25.
10. Bruzzoniti M.C., Hajós P., Horváth K., Sarzanini C. Ion chromatographic retention mechanism of inorganic anions on macrocycle based stationary phase, *Acta Chim. Slov.* 2007; 54:14-19.
11. Bruzzoniti M.C., Carlo R.M.D., Horváth K., Perrachon D., PELLE A., Tófalvi R., Sarzanini C., Hajós P. High performance ion chromatography of haloacetic acids on macrocyclic cryptand anion exchanger. *J Chromatogr A*. 2008; 1187(1-2):188-196.

DÍZEL ÜZEMŰ GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓ GÁZAINAK ÖKOTOXIKOLÓGIAI ÉS GENOTOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATA

**Kakasi Balázs¹, Kovács Anikó¹, Kováts Nóra¹, Horváth Eszter¹, Ács
András¹, Ferincz Árpád¹, Turóczy Beatrix²**

¹Pannon Egyetem, Limnológia Tanszék, 8200 Veszprém Egyetem u. 10.

²Pannon Egyetem, Föld- és Környezettudományi Intézeti Tanszék, 8200 Veszprém
Egyetem u. 10.

Bevezetés

Városi környezetben a közúti közlekedés az egyik legjelentősebb légszennyező forrás. A dízel kibocsátásokból származik a finom és ultrafinom tartományba eső aeroszol részecskék (particulate matter - PM) legnagyobb része. A részecskék elsősorban a motortérben keletkeznek a tökéletlen üzemanyagégés, a kenőanyagok párolgása és kisebb mértékben az alkatrészek kopásának következményeként [1]. A dízel motorokból származó PM toxicitását széles körben vizsgálták in vivo tesztekkel, elsősorban egereket és patkányokat használva tesztszervezetként, így modellezve főképp a tüdőre vonatkozó várható egészségkárosító hatásokat [2-8]. A finom részecskék nagymértékben rakódhatnak le a légutakban, ezáltal légúti megbetegedéseket okozva [9] és a tüdőrák kialakulásának kockázatát növelik [10]. A dízel üzemű járművek öko- és genotoxikológiai hatásairól kevés információ áll rendelkezésünkre, azonban egyre nagyobb igény mutatkozik olyan pontos módszerekre, amelyekkel az üzemanyagok, motorok és más járművek környezeti hatásait jellemezhetjük.

Az ökotoxikológiai vizsgálatokban leggyakrabban a *Vibrio fischeri* biolumineszcencia gátláson alapuló tesztet alkalmazzák [11-13]. A lumineszcencia mikroorganizmusok normális anyagcseréjük közben fényt bocsátanak ki, ezt a fénykibocsátást egy luminométerrel mérhetjük. A mérgező anyagok változásokat idéznek elő a sejt állapotában – sejtfallal, sejtmembrán, az elektrontranszport-rendszer, enzimek, a citoplazma alkotói – amelyek a biolumineszcencia csökkenésében mutatkoznak meg. A biolumineszcencia gátlási teszt alap verziója (ISO 11348-2000) vízmintákon alkalmazható, tekintve, hogy a *V. fischeri* egy tengeri faj. Számos rendszer létezik, mely ezen a verzióan alapul, így a ToxAlert (Merck), a Microtox (AZUR Environmental), a LUMIStox (Hach-Lange) vagy a BioTox (ABOATOX) [14]. Vouisits et al. (2009) gépjárművekből származó aeroszol vizsgálatát végezte Microtox rendszert alkalmazva. A *Vibrio fischeri* teszt kinetikus változatát [15] sikeresen alkalmazták kvarcfilterekre gyűjtött aeroszol minták ökotoxikológiai elemzésére és jellemzésére [14]. Az eljárás során a baktérium tesztszervezetek közvetlen kapcsolatban vannak a toxikus részecskékkel.

A dízel emissziók genotoxikológiai vizsgálatát nagyrészt a leginkább elterjedt mutagenitást vizsgáló teszttel, az Ames teszttel végezték [16-19] és csupán néhány esetben használták az SOS-chromotestTM-et [20-23], habár bizonyos esetekben az SOS-chromotestTM- érzékenyebbnek bizonyult [24]. Szabványszinten a környezeti minták genotoxikológiai vizsgálatára több mikrobiális tesztet lehet alkalmazni (Ames-teszt, UMU-teszt, ill. SOS-chromotestTM). Az SOS-chromotestTM (OECD Guidelines

No 471:1977) olyan kolorimetriás bioteszt, mellyel a minták széles választékát lehet vizsgálni. A teszt az SOS válaszreakció mérésén alapul, amely minden sejt alapvető mechanizmusa. A teszt szerkezetként használt *Escherichia coli* PQ37-es törzsében az SOS mechanizmus aktiválódásakor (a törzsben eredetileg nem található) β -galaktozidáz enzim szintetizálása is megkezdődik. Ehhez megfelelő reagenst adagolva kék színreakció játszódik le, így egyértelműen jelezve a genotoxicitást. A megjelent kék szín intenzitása könnyen összevethető a pozitív kontrollként használt 4NQO hígításaival, vagy akár spektrofotométerrel is mérhető.

Jelen tanulmányban a különböző dízel üzemű autóbuszok kibocsátásának ökotoxikológiai vizsgálatát az ABOATOX Flash rendszerrel, a genotoxicológiai elemzést pedig SOS-ChromotestTM-tel végeztük.

Anyag és módszer

Minták

Az aeroszol mintáink 6 különböző motortípussal rendelkező autóbusz kipufogógázai voltak (alapjáraton és gázfröccsel), melyeket 10 percen keresztül $32 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ térfogatáramú KÁLMÁN mintavevővel gyűjtöttünk egy zárt telephelyen a kipufogóktól kb. 1 méterre. A mintavétel 2011.06.20-án történt.

Ökotoxikológiai értékelés

A mintaelőkészítés során 25 mm átmérőjű szűrő mintákat vágunk, melyeket ezután Sartorius mikromérleggel ($10 \mu\text{g}$ érzékenységgel) gravimetriásan mértünk. A szűrő foltokat achát mozsárban porítottuk, majd 4 ml-es tisztított üvegcékbe helyeztük és mindegyik üvegcékhez 2 ml ioncserélt (Millipore vizes tisztítóval előállított) vizet adtunk. A szuszpenzió készítését folyamatos keverés mellett végeztük.

A minta előkészítést követően az ökotoxikológiai vizsgálatot a következő ISO szabvány szerint végeztük: ISO 21338:2010: Water quality - Kinetic determination of the inhibitory effects of sediment, other solids and coloured samples on the light emission of *Vibrio fischeri* /kinetic luminescent bacteria test/. A minták toxicitásának értékeléséhez az Aboatox Co. által forgalmazott Ascent Software-t használtuk.

Genotoxicológiai értékelés

Az SOS-ChromotestTM mérések mintaelőkészítése kezdetben megegyezik az ökotoxikológiai mérésekével, a szűrőket 25 mm átmérőjűre vágunk, majd Sartorius mikromérleggel gravimetriásan mértünk. Ezt követően 300 ml diklórometánnal (DKM) Soxhlet extrakciót végeztünk, majd szárazra pároltuk. A koncentrált extraktumot 1 ml dimetilszulfoxidban (DMSO) oldottuk, majd desztillált vízzel 10 ml végső térfogatra hígítottuk.

A genotoxikus potenciál vizsgálatát az SOS-ChromotestTM-tel végeztük, amely a DNS károsító ágensek detektálására képes. Jelen esetben az eredmények értékelése műszeresen történt egy Dialab EL800 típusú plate readerrel. A mikroplatekre minden minta 4 hígításban került fel, három ismétlésben. A direkt genotoxicitás mérése mellett metabolikus aktiválást is végeztünk S9 májenzim-aktivációs kit segítségével. A mérés kivitelezése a kithoz mellékelt, műszeres értékeléshez ajánlott protokoll szerint történt (SOS Chromotest S9 Activation Enzymes version 6.4). A

teszt kvantitatív választ ad, komplex minták esetén az ún. SOS indukciós faktort (SOSIF), ami a vizsgált minta hígításainak függvényében adja meg a baktériumokban kiváltott SOS válasz mértékét.

Eredmények

A minták ökototoxicitását EC_{50} értékekkel (az a koncentráció, amely 50%-os gátlást okoz) fejeztük ki. Az EC_{50} értékek aeroszol tömeg/ ml szuszpenzió koncentrációban is kifejeztük, a kibocsátások veszélyességének könnyebb összehasonlítása érdekében. (1. táblázat)

1. táblázat. Gépjárművek ökototoxicitásának és genotoxicitásának eredményei

Minta neve	Motor		Évjárat	EC_{50} %	EC_{50} (µg)	Genotoxicitás
TÁMOP 30	VOLVO ALFA B12 B Regio	alapjáraton	2008.12.10	nem toxikus	nem toxikus	nem toxikus
TÁMOP 31	(Euro 4)	gázfröccsel		nem toxikus	nem toxikus	nem toxikus
TÁMOP 32	IKARUS 415.26	alapjáraton	1997.07.08	0,2	0,96	toxikus
TÁMOP 33	(Euro 1)	gázfröccsel		0,6	2,31	toxikus
TÁMOP 34	VOLVO ALFA B12 B Regio	alapjáraton	2006.04.05	34,23	12,58	nem toxikus
TÁMOP 35	(Euro 3)	gázfröccsel		9,5	3,71	nem toxikus
TÁMOP 36	IKARUS E 95	alapjáraton	2000.12.18	2,16	2,87	nem-konklúzív
TÁMOP 37	(Euro 2)	gázfröccsel		4,72	2,19	nem toxikus
TÁMOP 38	CREDO EC12	alapjáraton	2006.09.20	20,44	3,07	nem toxikus
TÁMOP 39	(Euro 3)	gázfröccsel		21,08	4,11	nem toxikus
TÁMOP 40	IKARUS 26006	alapjáraton	1987	0,32	1,24	toxikus
TÁMOP 41	(Euro 0)	gázfröccsel		0,59	2,47	toxikus

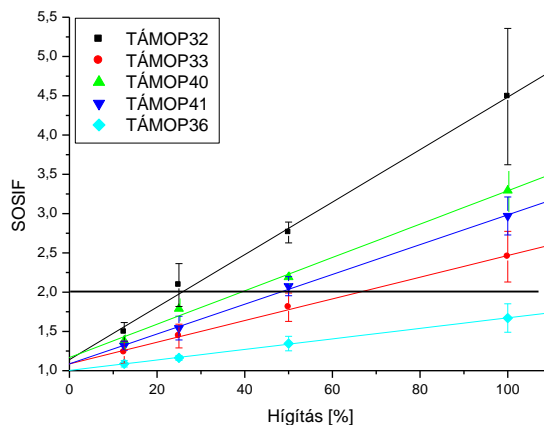
A genotoxikológiai eredményeket az EBPI által ajánlott SOSIF értékekkel fejeztük ki. SOSIF értéke azt mutatja meg, hogy egy minta adott hígításban milyen mértékű SOS választ indukál a baktérium tesztorganizmokban. A kapott SOSIF értékek alapján három kategória definiálható: 0 és 1,5 közt nem toxikus, 1,5 és 2,0 közt nem-konklúzív (nem egyértelműen megállapítható), 2,0 fölött pedig genotoxikus.

Következtetések

A dízel üzemű buszok kipufogógázainak EC_{50} értékei jelentős korrelációt mutattak a különböző motor típusok esetén. Az EURO 0 és az EURO 1 motortípusok ökototoxicitását találtuk a legmagasabbnak. Az EURO 4-es motor esetében nem volt kimutatható toxicitás (a legtöményebb koncentráció sem érte el az 50%-os gátlást). Az EURO 1 motorok lecserélése EURO 4-re nagymértékben csökkentené a lehetséges akut egészségügyi hatásokat. Eredményeink szerint az ökototoxicitás erősen függ a motor típusától és korától. A motor korának növekedésével jelentősen nőtt a motorok emissziójának ökototoxicitása is.

A hat buszból származó 12 minta közül négyet találtunk hígítatlan töménységben egyértelműen genotoxikusnak, ezek a TÁMOP 32,33,40,41 jelű minták, valamint egy minta a nem-konklúzív kategóriába esett, ez a TÁMOP 36-os minta. Metabolikus aktiválással csupán a TÁMOP 32 jelű minta tartozott a nem-konklúzív kategóriába, a többi minta a nem volt toxikus.

SOSIF értékeihez viszonyítva jelentős genotoxikus potenciállal bírnak az említett minták.



26. ábra. A toxikus minták SOSIF értékei a hígításhoz viszonyítva

2. táblázat. Mintavételhez használt gépjárművek

Minta neve	Motor	Évjárat	Km óra állása	Motor adatok	Jármű Tömege
TÁMOP 30	VOLVO ALFA B12 B Regio	2008.12.10	155814	12130 cm ³ , 250 KW	saját tömeg: 11120 kg, össztömeg: 19000 kg
TÁMOP 31	(Euro 4)				
TÁMOP 32	IKARUS 415.26	1997.07.08	977446	10350 cm ³ , 206 KW	saját: 10100 kg, összt: 17500 kg
TÁMOP 33	(Euro 1)				
TÁMOP 34	VOLVO ALFA B12 B Regio	2006.04.05	264792	12130 cm ³ , 250 KW	saját: 11323 kg, összt: 18600 kg
TÁMOP 35	(Euro 3)				
TÁMOP 36	IKARUS E 95	2000.12.18	713832	10350 cm ³ , 235 KW	saját: 13200 kg, összt: 18500 kg
TÁMOP 37	(Euro 2)				
TÁMOP 38	CREDO EC12	2006.09.20	355864	5880 cm ³ , 194 KW	saját: 8665 kg, összt: 16500 kg
TÁMOP 39	(Euro 3)				
TÁMOP 40	IKARUS 26006	1987	207505	11200 cm ³ , 150 KW	saját: 16000 kg
TÁMOP 41	(Euro 0)				

A toxikusnak talált minták közül néhány még jelentős hígítás után is genotoxikus maradt, vagy a nem-konklúzív kategóriába (SOSIF = 1,5-2.0) esett.

Genotoxikológiai eredményeink erős korrelációt mutatnak az ökotoxikológiai eredményeinkkel.

Valójában az a tény, hogy a legújabb VOLVO ALFA B12 Regio EURO 4-es motorja nem okozott toxikus hatást, azt mutatja, hogy a régi EURO 1 és EURO 2 motorok lecserélése egy alternatíva lehet a környezeti veszély csökkentésére.

A mintavételhez használt járművek a Balaton Volán Zrt. gépjárművei közül lettek kiválasztva (2. táblázat). Az általunk alkalmazott módszerekkel az autóbuszok teljes állományának a környezeti kockázatát is becsülni tudjuk.

Köszönetnyilvánítás

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projektek keretében készült. A projektek a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulnak meg.

Irodalom

1. Vouitsis E, Ntziachristos L, Pistikopoulos P, Samaras Z, Chrysikou L, Samara C, Papadimitriou C, Samaras P, Sakellariopoulos G (2009). An investigation on the physical, chemical and ecotoxicological characteristics of particulate matter emitted from light-duty vehicles. *Environmental Pollution* 157: 2320–2327.
2. Massad E, Saldiva CD, Cardoso LMN, Da Silva R, Saldiva PHN, Böhm GyM. Acute toxicity of gasoline and ethanol automobile engine exhaust gases. *Toxicology Letters* 1985;26:187-192.
3. McDonald JD, Eide I, Seagrave JC, Zielinska B, Whitney K, Lawson DR, Mauderly JL. Relationship between composition and toxicity of motor vehicle emission samples. *Environmental Health Perspectives* 2004;112:1527–1538.
4. Seagrave JC, McDonald JD, Gigliotti AP, Nikula KJ, Seilkop SK, Gurevich M. Mutagenicity and in vivo toxicity of combined particulate and semivolatile organic fractions of gasoline and diesel engine emissions. *Toxicological Sciences* 2002;70:212–226.
5. Seagrave JC, Seilkop SK, Mauderly JL. In vitro relative toxicity screening of combined particulate and semivolatile organic fractions of gasoline and diesel engine emissions. *J Toxicological and Environmental Health* 2003;66:1113–1132.
6. Seagrave JC, Gigliotti A, McDonald JD, Seilkop SK, Whitney KA, Zielinska B.. Composition, toxicity, and mutagenicity of particulate and semivolatile emissions from heavy-duty compressed natural gas-powered vehicles. *Toxicological Sciences* 2005;87:232–241.
7. Seagrave JC, McDonald JD, Mauderly JL. In vitro versus in vivo exposure to combustion emissions. *Experimental and Toxicologic Pathology* 2005;57:233–238
8. Seagrave JC, McDonald JD, Bedrick E, Edgerton ES, Gigliotti AP, Jansen JJ, Ke L, Naeher NP, Seilkop SK, Zheng M, Mauderly JM. Lung Toxicity of Ambient Particulate Matter from Southeastern U.S. Sites with Different Contributing Sources: Relationships between Composition and Effects. *Environmental Health Perspect* 2006;114(9):1387-1393.
9. Rantanen L, Mikkonen S, Nylund L, Kociba P, Lappi M, Nylund NO. Effect of fuel on the regulated, unregulated and mutagenic emissions of DI diesel engine. *SAE Technical Papers* 1993;932686.
10. Sidhu S, Ghaham J, Striebich R. Semi-volatile and particulate emissions from the combustion of alternative diesel fuels. *Chemosphere* 2001;42:681–90.
11. El-Alawi YS, McConkey BJ, Dixon DG, Greenberg BM. Measurement of short- and long-term toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons using luminescent bacteria. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2002;51.
12. Lee HJ, Villaume J, Cullen DC, Kima BC, Gu MB. Monitoring and classification of PAH toxicity using an immobilized bioluminescent bacteria. *Biosensors and Bioelectronics* 2003;18:571-577.

13. Lin TC, Chao MR. Assessing the influence of methanol-containing additive on biological characteristics of diesel exhaust emissions using microtox and mutatox assays. *The Science of the Total Environment* 2002;284:61-74.
14. Kováts N, Ács A, Kovács A, Ferincz Á, Turóczy B, Gelencsér A. Direct contact test for estimating the ecotoxicity of aerosol samples. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 2011;33:284–287.
15. Lappalainen J, Juvonen R, Vaajasaari K, Karp M. A new flash method for measuring the toxicity of solid and colored samples. *Chemosphere* 1999;8(5):069-1083.
16. DeMarini DM, Brooks LR, Warren SH, Kobayashi T, Gilmour MI, Singh P. Bioassay-Directed Fractionation and Salmonella Mutagenicity of Automobile and Forklift Diesel Exhaust Particles. *Environmental Health Perspectives* 2004;112(8):814-819.
17. Shi XC, Keane MJ, Ong TM, Harrison JC, Slaven JE, Bugarski AD, Gautam M, Wallace WE. Diesel exhaust particulate material expression of in vitro genotoxic activities when dispersed into a phospholipid component of lung surfactant. *Journal of Physics:Conference Series* 151 2009;012021.
18. Strandell M, Zakrisson S, Alsberg T, Westerholm R, Winqvist L, Rannug U. Chemical Analysis and Biological Testing of a Polar Fraction of Ambient Air, Diesel Engine, and Gasoline Engine Particulate Extracts. *Environmental Health Perspectives* 1994;102(4):85-92.
19. Zhang Z, Che W, Liang Y, Wu M, Li N, Shu Y, Liu F, Wu D. Comparison of cytotoxicity and genotoxicity induced by the extracts of methanol and gasoline engine exhausts. *Toxicology in Vitro* 2007;21:1058–1065.
20. Nishioka MG, Petersen B, Lewtas J. Comparison of nitro-aromatic content and direct-acting mutagenicity of passenger car engine emissions, in: D. Rondia (Ed.), *Mobile Source Emissions Including Polycyclic Organic Species*, D. Reidel Publishing Co., Dordrecht; 1983. pp. 197-210.
21. Nylund L, Hakala E, Sorsa M. Application of a semi-automated SOS chromotest for measuring genotoxicities of complex environmental mixtures containing polycyclic aromatic hydrocarbons. *Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology* 1992;276(1–2):125–132.
22. Saleem IT, Pero AM, Zator R, Schuetzle D, Riley TL. Ames assay chromatograms and the identification of mutagens in diesel particle extracts. *Environmental Science & Technology* 1984;18:375-382.
23. Wang YY, Rappaport SM, Sawyer RF, Talcott RE, Wei ET. Direct-acting mutagens in automobile exhaust. *Cancer Letters* 1978;5:39-47.
24. Mersch-Sundermann V, Schneider U, Rosenkranz HS. Comparison of twomicrobialshort-termgenotoxicityassays — the Salmonella/mammalian microsome assay and the SOS-chromotest with Escherichia coli PQ37. *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects* 1996;360(3):217.

MÁTRIX IONOK HATÁSA A LIGNITEK NEHÉZFÉM-ION SZORPCIÓJÁRA

Lakatos János

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet. 3515 Miskolc-Egyetemváros

mtasotak@uni-miskolc.hu

Bevezetés

A nem megfelelően lerakott hulladékok, bányászati meddők olyan mobilizálódó anyagok forrásai lehetnek, amelyek a mélyebb talajrétegekbe jutva veszélyeztethetik a földalatti vízkészletek minőségét. A permeábilis gátakat (PRB) azon célból létesítik, hogy megakadályozzák ezen szennyezők szétáramlását a környezetben. A folyadékot átteresztő gátban a szennyező kölcsönhatásba kerül a gát aktív anyagával és megkötődik vagy átalakul. A szennyező anyagok szervetlen vagy szerves vegyületek lehetnek. A választható gátanyagok egy része szélesebb körű, mások csak specifikus felhasználást tesznek lehetővé. Komplex tisztítási feladat megoldásához ezért többfajta aktív anyagot tartalmazó kevert vagy modul rendszerű gát lehet alkalmas [1-4]. A gát aktív anyaga különböző mechanizmus szerint „működhet”. Ez lehet szorpció, csapadékképzés, a szennyező anyag oxidációs állapotát, vegyület típusát megváltoztató kémiai reakció. Kutatásaink az ásványi szenek gátanyagként történő felhasználására irányulnak, amely a kevésbé szénült szenek esetében az eredendően meglévő, a szénültebb szenek esetében oxidációval kialakítható gyengén savas karakterű ioncserélő ill. komplexképző csoportok ionmegkötő képességét hasznosítja [1,3]. Kísérleteink célja annak igazolása, hogy az ásványi szenek alkálifém és alkáliföldfém ionokat (mátrix ionok) tartalmazó természetes vizekben szelektíven képesek az átmeneti fémionok megkötésére, ezáltal lehetőséget kínálnak ezek eltávolítására.

Anyag és módszer

A modellként választott Cu(II) ion megkötődését és a mátrixként jelenlévő ionok hatását áramló rendszerben tanulmányoztuk. A „modell gáton” amely lignit és az átteresztőképességet szabályzó homok 1:10 arányú keveréke pumpa segítségével ~ 0,5 pórusrétegfogat/h sebességgel áramoltattuk át a mátrix nélküli ill. az egyre összetettebb mátrixot tartalmazó oldatokat. Minden kísérlet után új töltetet használtunk. Az oszlopról távozó folyadékot frakciószedőben gyűjtöttük. A kapott minták elemösszetételét atomabszorpciós spektrometriás módszerrel mértük. A modell gát adott szemcseméret tartományú bükkábrányi lignit és savazott fehérvárcsurgói homok keverékéből készült.

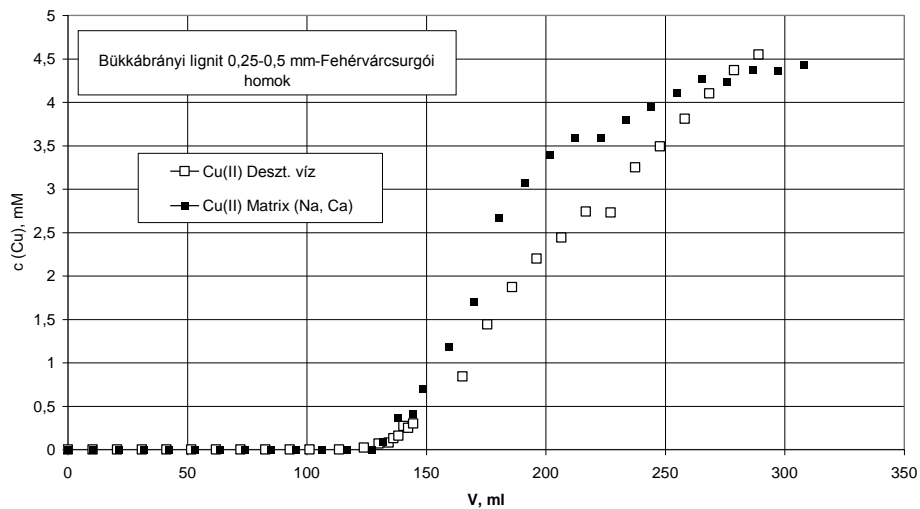
Eredmények

Az ásványi szén szorpciós helyein olyan ionok találhatóak, amely egyensúlyban vannak azzal a rétegvízzel, amellyel a szén geológiai környezetében kontaktusba került. Az ionokat egy megfelelően megválasztott másik ionnal leszoríthatjuk, minőségüket, mennyiségüket meghatározva megkaphatjuk milyen eloszlásban foglalják el a szén szorpciós helyeit. Ha a meddőként jelenlévő kőzetek oldódását minimalizálni tudjuk a leszorított ionok mennyiségének összege a szorpciós kapacitást adja. A széntelepekkel érintkező rétegvizek elsősorban alkáli és alkáliföldfém kationokat tartalmaznak, így nem meglepő, hogy a szén cserehelyein természetes állapotukban ezek az ionok találhatóak, lásd. 1. táblázat. Ez a megállapítás fontos a szén gátanyagként történő felhasználása szempontjából. Megmutatja ugyanis azt, hogy könnyen leszorítható ionok vannak a cserehelyeken, az erősebben kötődő átmeneti fémionok visszatartásának meg van az elvi lehetősége. Másrészt lehetővé teszi a szorpciós helyeken lévő ionok deszorpciója, mobilizációja miatti kockázat megítélését. Mivel a toxikus fémionok megkötődésekor a vízben eredetileg is jelenlévő ionok válnak szabaddá, a szén felhasználását ez utóbbi jelenség nem korlátozza. Kérdés, milyen hatással vannak a vízben jelen lévő kationok a szén átmeneti fémion megkötő képességére. Bükkábrányi lignitet használva nagy 5 mmol/l réz(II) ion koncentrációnál meghatároztuk a modell gát áttörési kapacitását (0,33 mmol Cu(II)/g lignit). Ez nagyságrendileg egyezik az 1 táblázatban megadott deszorbeált ionok összegére kapott értékkel. (Az áttörési kapacitás mindig kisebb a telítési kapacitásnál). Az átsajtolt folyadék ez esetben csak a megkötendő kationt tartalmazta.

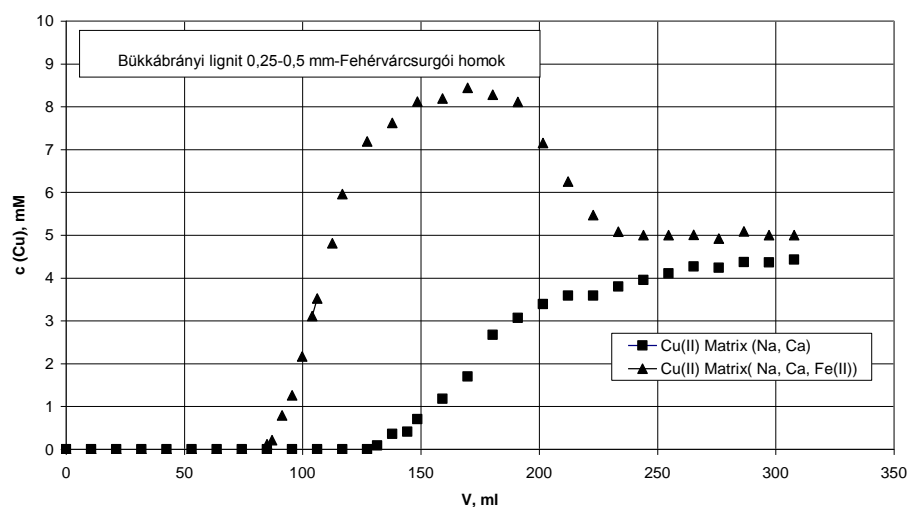
1. táblázat. Különböző lignitek szorpciós helyein található ionok megoszlása. (1 M BaCl₂ hatására mobilizálódó fémionok)

Minta	Kioldott ion mennyisége mmol g ⁻¹ száraz szén					
	Na	K	Mg	Ca	Fe	Na ⁺ K ⁺ Mg ⁺ Ca ⁺ Fe
Bükkábrány	0	0	0,06	0,44	0,06	0,56
Visonta	0	0	0,09	0,40	0,00	0,49
Borsod	0	0	0,08	0,43	0,00	0,52
Nógrád	0	0	0,09	0,28	0,00	0,37
Tatabánya	0	0	0,07	0,32	0,00	0,39
Dorog	0	0	0,02	0,36	0,00	0,39
Mecsek	0	0	0,02	0,13	0,05	0,19

Mátrixként a megkötendő ionnal azonos mennyiségben nátrium, ill. nátriumot és kalciumot együtt tartalmazó rendszerrel megismételve az áttörési kísérleteket azt találtuk, hogy az alkalmazott koncentrációknál a matrix ionoknak nincs hatása a réz megkötődésére, 1. ábra. Kapacitás csökkenést csak abban az esetben tapasztalhatunk, ha a gyengén szorbeálódó alkálifém ill. alkáliföldfém ionok mellett a cserhelyekért versengő erősen kötődő kation van jelen, 2. ábra.



1. ábra. A bükkábrányi lignit Cu(II) ion megkötő képességének függése a víz kationösszetételétől. Ionkoncentrációk: 5 mmol/l.



2. ábra. A bükkábrányi lignit Cu(II) ion megkötő képességének függése a víz kationösszetételétől a szorpciós helyeken erősen kötődő Fe(II) ion jelenlétében. Ionkoncentrációk: 5 mmol/l.

4. Következtetések

Munkánk során különböző forrásból származó lignitek ionszorpciós sajátosságát hasonlítottuk össze és a réz(II) ion szorpcióján keresztül tanulmányoztuk a rétegvizekben jelenlévő alkáli, alkáliföldfém-ionok, valamint a vas, mangán ionok hatását a modellként választott réz(II) ionok megkötődésére. Az alkáli-alkáliföldfém ionok jelenléte a Cu(II) ionok megkötődését számottevően nem módosította. A kapott kísérleti eredmény lényeges a lignitek gátanyagként történő felhasználás szempontjából, ugyanis azt igazolja, hogy a nehézfémek és az átmeneti fémek megkötődése a vizekben jelenlévő alkálifém és alkáliföldfém ionok jelenlétében is jelentős marad.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Irodalom

1. Lakatos J., Szabó I., Csőke B., Snape C. E.: Coals and biomass as active materials for permeable reactive barriers. *Anyagmérnöki Tudományok*, Miskolc, 33, 2007, p. 13-22.
2. Lakatos J., Brown S. D., Snape C. E.: Coals as sorbents for removal and reduction of hexavalent chromium from aqueous waste streams. *Fuel*, 81, 2002, p. 691-698.
3. Madarász T., Szűcs P. Lakatos J., Gombkötő I., Szántó J., Radeckzy J., Trauer N., Zákányi B. Székely I.: Reaktív gátak komplex tervezése. *Multidiszciplináris Tudományok*. 1, p. 2011, 21-31.
4. Lakatos J., Madarász T.: Ásványi szenek alkalmazhatósága a szennyezések tovaterjedését megakadályozó gát-technológiában. *Multidiszciplináris Tudományok*. 1, 2011, p. 325-333.

ILLÉKONY SZERVES SZENNYEZŐK VESZPRÉM VÁROS LEVEGŐJÉBEN

Miklós László*, Kovács József, Yuzhakova Tatiana, Rédey Ákos

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet

8201 Veszprém, Pf. 158.

* *miklos.laszlo@mailbox.hu*

Bevezető

A környezeti levegő minőségének szempontjából fontos szerepet játszanak az illékony szerves vegyületek, amelyek számtalan tevékenység során, különböző technológiai folyamatokból kerülnek a légkörbe. Ilyen anyagok juthatnak a zárt terek levegőibe, valamint a környezetbe szerves oldószertartalmú festékek, lakkok, pácok, ragasztók, műgyanták alkalmazása során, amely vegyületek kibocsátói a város területén jól lehatárolható pontforrásként vehetőek számba [1]. A különböző tevékenységek során maximálisan kibocsátható légszennyező anyag típusokat és mennyiségeket hazánkban a 4/2011. (I.14.) VM rendelet szabályozza. A 6/2011. (I.14.) VM rendelet szabályozza az automatikus légszennyezettségi mérőállomások elhelyezését, a mérendő levegőszennyező komponenseket és ezek szabványos mérési módszereit, amely rendelet 6. melléklete alapján az ózon előanyagait (nitrogén-oxidok és VOC-k) is monitorozni kell. A veszprémi mérőállomáson a nitrogén-oxidok és az ózon mérése mellett VOC-k közül a BTEX vegyületek (benzol, toluol, etil-benzol, o-xilol, valamint a m- és p-xilol) monitorozása történik. Ezen vegyületsoport elsődleges kibocsátói benzin- és dízelüzemű motorok, ennek megfelelően a BTEX vegyületek kibocsátásáért elsősorban a közlekedés okolható [2]. Kutatásunk során olyan mintavételi pontokat választottunk, amelyek gépjármű-forgalommal erősen, eltérően terheltek.

A VOC-k egészségügyi hatásait több úton fejthetik ki. Egyik lehetséges mód a belégzés során történő szervezetbe jutás. A légzőrendszerbe jutva felszívódhatnak a légutakban, a tüdőhólyagocskák véredényeinél. Belégzésük történhet a molekulák részecskékhez nem kötött, szabad állapotában, vagy a levegőben lebegő szilárd részecskék felületéhez tapadva. A 10 µm-nél nagyobb méretű szemcsék csak a felső légutakig tudnak jutni, míg a 2,5 µm-nél kisebb részecskék felszívódhatnak a tüdő légzőhólyagocskáinak véredényeibe. Hosszú időn keresztül, nagy expozíciónak kitett szervezetekben mutagén, karcinogén hatású lehet. Szem- és bőrizgató hatásúak, belélegzésük szédülést okozhat. Ezeknek a hatásoknak fokozottan kitett személyek a közterületeken, városok nyílt területeink, nagy forgalmú csomópontok közelében lakó- vagy dolgozó emberek. Ilyen foglalkozások közt fontos kiemelni a gépjárművezetőket, elsősorban a városi, helyi járatos közlekedésben dolgozó sofőröket, postásokat, közterület felügyelőket, taxi sofőröket. Zárt terekben az illékony oldószerekkel végzett munka következtében többszörösen nagyobb VOC koncentráció alakulhat ki a környező nyílt területekhez képest [3].

Divéky szerint (2004) a VOC vegyületek fotokémiai reakciókban a hidroxidgyökökkel ózont képeznek, amelyek másodlagos szennyezőanyagon (ózonon) keresztül fejtik ki káros hatásukat a növény- és állatvilágra. A növények közül a

paradicsom, bab, burgonya, dió, tavaszi búza emelhetők ki, mint ózonra fokozottan érzékeny növények. A magasabb ózonkoncentrációk minden esetben sejtfunkciós és növekedési zavarokat okozhat, lecsökkenhet a növény fagy-, aszály- vagy kártevőkkel szembeni tűrőképessége. Mindezek a termés hozam mennyiségének- és minőségének csökkenését okozzák. Tartós, 80 µg/m³-es ózonkoncentráció akár 30%-os termés hozam-csökkenést okozhat tavaszi búza esetében.

Kutatómunkánkban a VOC-k koncentráció eloszlásának alakulását vizsgáltuk Veszprém város levegőjében.

Anyag és módszer

A mintavételt a város különböző pontjain Sidekick levegő-mintavevő pumpával végeztük, amelyet előzetesen egy Defender 520 típusú szivattyú kalibrátorral kalibráltunk. A mintavétel 1-8 órán keresztül végeztük SKC Anasorb CSC típusú aktív szén töltetű szorbenscsőre. A mikro- és makropórusokban megkötött apoláros szerves molekulák deszorpcióját szén-diszulfiddal (Acros - spektroszkópiai célra) végeztük. A leoldást követően a mintákat ultrahangos fürdőn fél órán keresztül ráztuk, majd negyed óra időtartamig centrifugáltuk. Ezt követően a mintákat -20 °C-os fagyasztószekrényben ülepedni hagytuk 16 órán keresztül. A lebegő szén szemcséktől mentes oldatból mintát vettünk, amelyből 2 µL-t injektáltunk a kvadrupól tömegspektrométerrel illesztett gázkromatográf rendszerbe. Az elválasztást Agilent GC 7890A típusú gázkromatográfval, J&W GS-Gaspro típusú 30m × 0,320 mm kolonnán végeztük. A detektálás az Agilent MSD5975 típusú kvadrupól tömegspektrométerrel történt.

Vivőgázként a Messer Austria GmbH által gyártott Helium 5.0 (héliumtartalom: >99,999 térfogat%, oxigén <1 ppmv, nitrogén <4 ppmv, vízgőztartalom <3 ppmv, szénhidrogén <0,5 ppmv) gázt használtunk. A kalibráló oldatsor 5, 20 és 50 µL-t tartalmazott minden vizsgált komponensből (benzol, toluol és etil-benzol). A xilolok kalibrálását 1 ppm koncentrációjú BTEX kalibráló gázzal végeztük. A m- és p-xilol együtt eluálódik az oszlopról, így ezeknek együttes koncentrációja volt meghatározható a mérések során. A komponensek azonosítása a NIST adatbázis alapján történt.

A minták BTEX koncentrációinak meghatározásához a csúcsterületek nagyságainak arányát vettük figyelembe. A vonatkoztatás minden esetben normál állapotú ($T_0 = 273,15 \text{ K}$, $p_0 = 760 \text{ Hgmm}$) gázra történt.

Eredmények

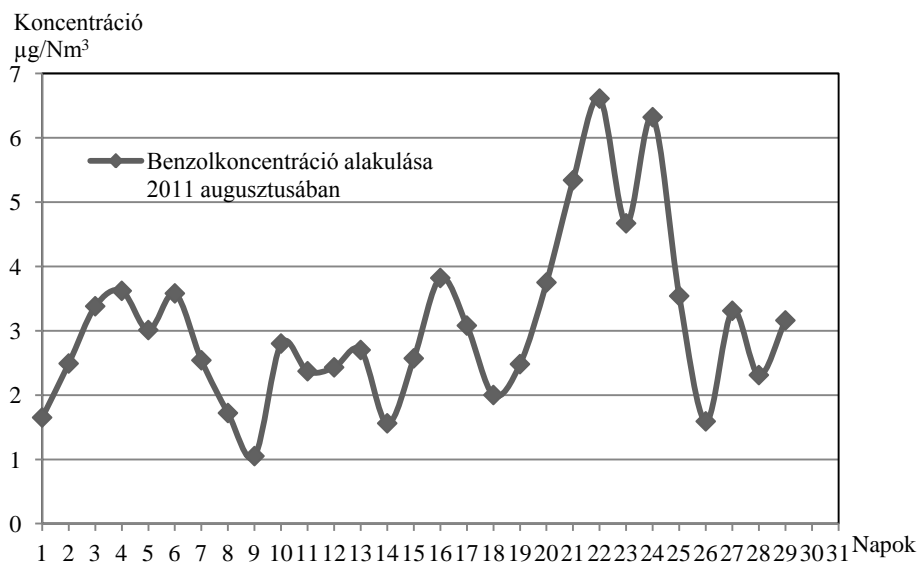
A méréseinket a város különböző pontjain, forgalommal változóan terhelt területeken végeztük. A mérési pontok meghatározott BTEX adatait az 1. táblázat foglalja össze.

A kapott eredményeket összevetettük az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat Veszprém-ben, a Kádár utcában működő on-line mérőállomásának adataival, hogy azok alapján trendeket határozzunk meg a levegő benzol szennyezettségének alakulásában. Az adatokból számolt napi átlagos benzol koncentráció értékeket az 1. ábrán foglaltuk össze.

1. táblázat. Mérési helyszínek és a mért BTEX koncentrációk

Mérés időtartama	Mért koncentrációk ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)				
	Benzol	Toluol	Étil-benzol	M- és p-xilol	O-xilol
Bóbita Óvoda, 2011. augusztus, hétköznap délután - éjjel					
16–7 h	0,25	0,44	1,92	0,69	0,00
15–8 h	0,41	2,32	0,09	0,31	0,00
Bóbita Óvoda, 2011. augusztus, hétköznap délelőtt – kora délután					
7–15 h	1,08	6,53	0,61	1,74	0,26
8–16 h	0,56	93,8	0,00	0,00	0,00
Veszprém, József A. utcán, Hotel Magister, 2012. február, hétköznap					
14–18 h	5,39	4,67	0,74	1,84	0,44
7–13 h	4,40	3,64	0,55	2,11	0,40
Hotel Veszprémmel szemközti parkolónál, 2011. hétköznap					
7-11 h*	4,14	143	3,59	115	5,80
14-16 h*	0,75	5,41	0,98	3,42	0,63
14-18 h**	0,53	2,28	0,55	1,533	0,50
Pápai út, Volán telep kijárata környékén, 2011. október, hétköznap					
5-7 h	2,65	128	5,06	4,97	2,25

*: április hónap **: szeptember hónap



1. ábra. Benzol koncentráció alakulása 2011 augusztusában a veszprémi OLM mérőállomáson

Következtetések

Az autóbusz-állomás mellett lévő Bóbita óvodánál vett minták elemzésből megállapítható, hogy a délutáni, éjjeli órákban rendre alacsonyabb BTEX koncentrációkat mértünk, mint a reggeli, délelőtti órákban. A mintavételi pont közelében elhelyezkedő autóbusz-állomás járműforgalma az esti órákban erősen

lecsökken, majd az éjszakai órákban teljesen leáll. A napközben élénkülő közlekedés miatt a BTEX vegyületek koncentrációja is jelentősen emelkedik. A Budapest úton, a Hotel Veszprémnél vett mintákkal összevetve látható, hogy a toluol koncentrációja jóval meghaladja a többi komponens mennyiségét. Ez a tendencia mindegyik mérési ponton jelentkezett. Mind a hat mért komponens benzolgyűrűs szerkezetű vegyület, amelyek hasonló fotokémiai reaktivitással rendelkeznek. A téli, napsütésben szegényebb órákban vett minták is alátámasztják a magasabb toluol emisszióra vonatkozó feltevésünket. A Pápai úton, a kora reggeli órákban a Volán-telep kijáratánál vett mintákban – feltehetően az időközben meginduló autóbusz-forgalom következtében- rendkívül nagy értékű BTEX koncentrációkat mértünk. A BTEX koncentrációsint és a gépjármű forgalom összetételéhez az egyértelmű korreláció megállapításához további, célorientált adatgyűjtések elengedhetetlenek.

Az OLM mérőállomása által augusztusban mért benzol koncentráció értékeket összehasonlítva az óvodánál vett mintáink eredményeivel, átlagosan 1-2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ -rel nagyobb értékeket mért az on-line mérőrendszer, amely adódhat a domborzati- és az uralkodó szélirány miatti különbségekből. A többi komponens esetében nem állt rendelkezésre minden órát illető mérési adat, így azok nem összevethetők a mérési adatainkkal. A havi adatsort nézve látható, hogy a jármű-forgalom heti alakulásán túl az időjárás paraméterek rendkívül nagy szerepet játszanak a benzol koncentráció alakulásában.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki: TAMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003: Mobilitás és környezet: Járműipari, energetikai és környezeti kutatások a Közép- és Nyugat-Dunántúli Régióban. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Kulcsszavak: levegőminőség, illékony szerves vegyületek (VOC), BTEX

Irodalom

1. John G. Watson, Judith C. Chow, Eric M. Fujita. Review of volatile organic compound source apportionment by chemical mass balance. Atmospheric Environment. 2001 March; 35(9):1567-1584
2. Divéky E. A felszínközeli ózon mérése és vizsgálata Magyarországon [doktori értekezés]. Szeged. Szegedi Tudományegyetem; 2004
3. World Health Organization. Indoor air quality: organic pollutants. In: World Health Organization Regional Office for Europe. EURO Reports and Studies No. 111. Report on a WHO Meeting; 1987 August 23-27; Berlin, Germany.
4. Copenhagen: Denmark; 1989. P. 70

SZERVES VÍZSZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSA ELEKTROKÉMIAI MÓDSZERREL

Dr. Mogyoródy Ferenc
Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet
3515 Miskolc-Egyetemváros
fkmmf@uni-miskolc.hu

Bevezetés

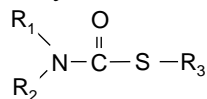
Az elektrokémiai oxidációs eljárások környezetvédelmi alkalmazása [1, 2, 3] perspektivikus lehet olyan környezetvédelmi problémák megoldására is, amelyeket más fizikai, kémiai, fotokémiai módszerekkel eddig nem sikerült megfelelően megoldani.

Az elektrokémiai módszer alkalmazása szennyezések lebontására számos nehézséggel jár, de előnyös is lehet.

A nehézségek között meg kell említeni, hogy az áramhatásfok, a szelektivitás és a keletkező termékösszetétel nagymértékben függ az elektród anyagától [5]. A nemesfémeket, köztük a platínát tartják a legaktívabbnak [8] ugyanakkor a platinaelektród felületén igen könnyen adszorbeálódnak a blokkoló hatású bomlási intermedierek [9]. Újabban boron dopped gyémánt felületű anód alkalmazásával is kísérleteznek [7, 8], ami megdrágítja az eljárást.

Előnyként tartják számon [4], hogy direkt és indirekt oxidáció és redukció is megvalósítható egyszerűen, jó energia felhasználással, jól szabályozhatóan és automatizálhatóan, sokszor külön hozzáadott anyag és energia felhasználása nélkül.

A kémiai eljárások bizonyos részénél olyan technológiai szennyvíz keletkezik, amelyben szerves és szervetlen szennyezések is előfordulnak. Így pl. a tiolkarbamát



típusú (ahol R alkil, cikloalkil vagy aril csoportot jelent) peszticidek gyártásánál a technológiai szennyvíz szerves szennyezéseken kívül NaCl-ot is tartalmaz ami a szintézisnél sztöchiometrikus mennyiségben keletkezik és így viszonylag magas (8-20 %) koncentrációban van jelen.

Az ilyen szennyvíz tisztítása meglehetősen nehéz, ami fizikai, kémiai, fotokémiai és biológiai módszerrel eddig megnyugtatóan nem is sikerült, mivel a szerves szennyezések oxidációját a magas Cl⁻ koncentráció, a NaCl lebontását elektrolízisnél a magas szervesanyag tartalom akadályozza. Kísérleteket végeztünk tiolkarbamát típusú organikus szennyezések elektrokémiai lebontására NaCl tartalmú szennyvizekben.

Kísérleti rész

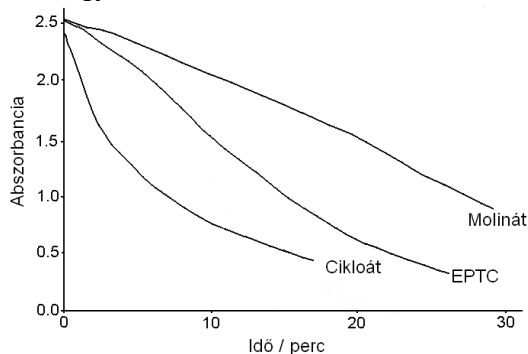
Háromelektrodás elektrokémiai reaktort állítottunk össze, az anód platina-háló vagy DSA[®] (RuO₂-Ti) volt, platina szál katód és a referenciaelektrod AgCl volt. A potenciált Electroflex EF 427 Potentiosztát (Szeged) és TL 9158 és TR-9252/A (FOKGYEM) adta.

Az UV spektrofotometriás méréseket diódasoros spektrofotométerrel (HP 8452A Diode Array Spectrophotometer) végeztük, amely egy egyutas, mikroprocesszorral vezérelt UV/VIS spektrofotométer, számítógéppel vezérelt kollimációs optikával és HP UV/VIS szoftverrel van ellátva. A spektrofotométer diódasoros érzékelés segítségével 190-820 nm intervallumban 2 nm-es felbontással, vagy 190-400 nm között 1 nm felbontással használható és termosztálható cellatartóval is el van látva.

A diódasoros spektrofotométert szakaszos, cirkulációs (batch), folyamatos átfolyós rendszerű elektrolíziseknél az elektrokémiai reakció követésére alkalmaztuk. A szakaszos mérések egy részét a diódasoros spektrofotométer (temperált) mérőhelyére helyezett kvarc küvettában hajtottuk végre, megfelelően kialakított Pt-Pt szálelektrodok behelyezésével és N₂ gáz átbuborékolatással kevertettük a reakcióelegyet. Ilyen elrendezésben folyamatos, átfolyós kísérleteket is végeztünk, amikor a reakcióelegy folyamatos betáplálását és elvételét perisztaltikus szivattyúval végeztük. A legtöbb mérésnél azonban az elektrolízis cellából ki és visszavezetett reakcióelegyet a diódasoros spektrofotométerben elhelyezett átfolyós kvarc küvettán vezettük keresztül és periodikusan mértük meghatározott hullámhosszaknál, legtöbbször 214 -, 236-, 292 - és 330 nm-nél az UV abszorbanciát és így követtük az elektrolízis időbeli lefolyását.

Eredmények

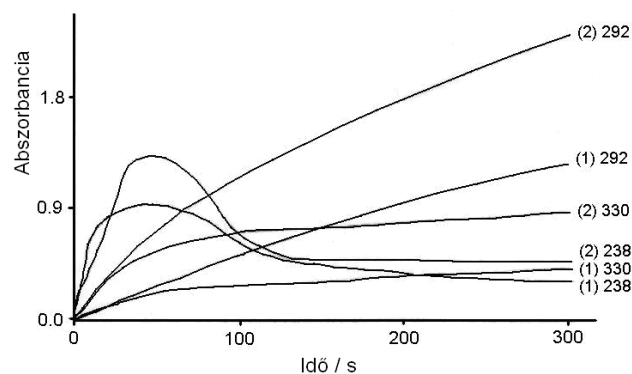
A tiolkarbamátok NaCl oldatban egycellás reaktorban elektrolízissel lebonthatók (1. ábra). A bomlás sebessége függ a szubsztituensektől. Ilyen elektrolízis paramétereknél a Cikloát gyorsabban bomlik le, mint az EPTC és a Molinát.



1. ábra. Tiolkarbamátok elektrokémiai lebontása NaCl oldatban

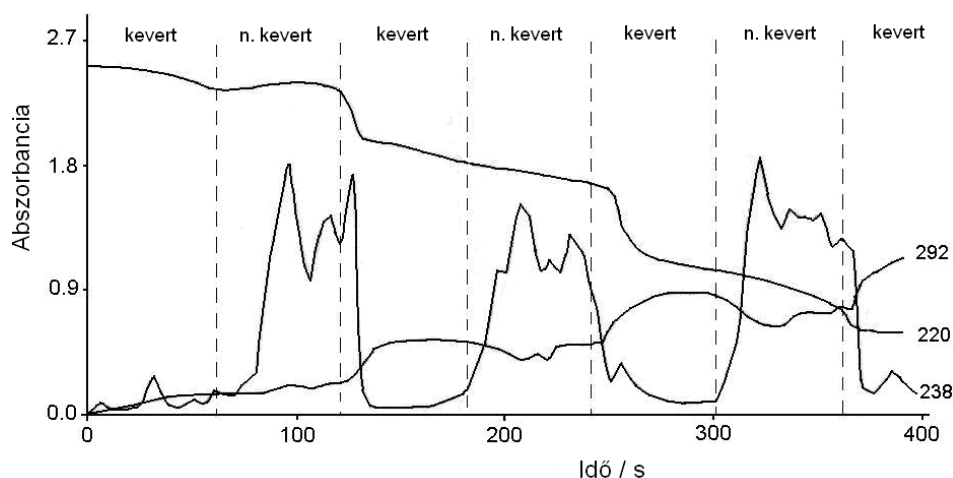
A bomlási folyamat tendenciája a 214 nm-nél mért UV abszorbancia segítségével jól követhető, de a bomlási intermedierek egy része zavar, amit figyelembe kell venni, ezért rendszerint HPLC vagy GC elemzést is alkalmaztunk.

A bomlás sebessége az alkalmazott 0,25-1,0 mol NaCl/l koncentráció-intervallumban nem függött a NaCl kezdeti koncentrációjától. Valószínűsíthető, hogy az EPTC 0,5 M-os NaCl oldatban történő anódos oxidációjánál a bomlási folyamat elhanyagolható része megy végbe az elektród felületén, a reakciók nagy része az elektródhoz közeli és az elektródtól távoli reakcióterben játszódik le. Annál is inkább, mivel a kis (legfeljebb 100-200 $\mu\text{l/l}$ koncentrációban jelenlévő EPTC-nek a lényegesen nagyobb pl. (20 g/l NaCl) koncentrációban jelenlévő klorid ionnal kellene versenyeznie az anód felületen adszorbeált HOCl-ért, a deszorbeáló Cl_2 -ért, vagy az elektródreakcióként számon tartott reakcióban keletkező OCl^- -ért, amelynek szerepe a pH növekedésével nő.



2. ábra. A kiindulási NaCl koncentráció hatása NaCl oldat elektrolízisének. A keletkező HClO (238 nm), Cl_2 (330 nm) and ClO^- (292 nm) UV abszorbanciák változásai az elektrolízis alatt. (1) 1 mol dm^{-3} and (2) 5 mol dm^{-3} NaCl

A 3. ábra szerint a keverés jelentősen befolyásolja a NaCl és az EPTC elektrolízises lebomlását, tehát a reakció diffúzió függő, a kémiai reakciók és a transzportfolyamatok együtt játsszák a főszerepet. A mérésnél 1,5 M-os NaCl-ot és 100 ppm EPTC-t is tartalmazó oldatot elektrolizáltunk keveréssel és keverés nélküli szakaszokkal. A reakcióedény egy szokványos kvarc kivetta volt, amelybe Pt-háló anód és Pt szál katód elektródpárt helyeztünk el, és az elektródok közti téren vezettük át a diódasoros spektrofotométer UV sugárnyalábját, majd mértük és regisztráltuk az EPTC, HClO és OCl^- UV abszorbanciát (220, 238 és 292 nm) az idő függvényében.



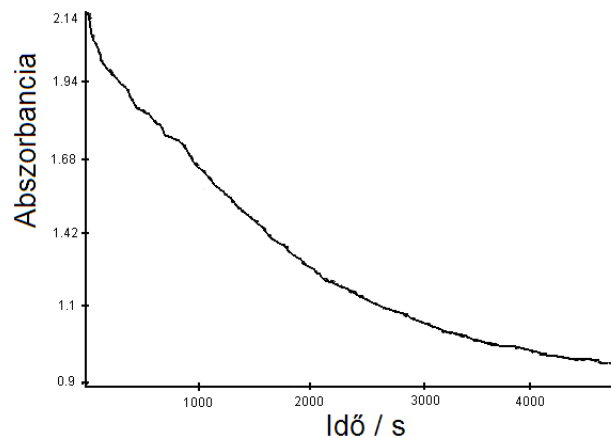
3. ábra. A keverés hatása az EPTC elektrokémiai lebontására NaCl oldatban. A NaCl elektrolízisből keletkező speciek: HClO (238 nm), ClO⁻ (292 nm) és az EPTC (220 nm) UV abszorbanciáinak változása kevert és nem kevert szakaszokon. EPTC konc 100 ppm, [NaCl]₀ = 1.5 mol dm⁻³

A fenti mérések azt is valószínűsítik, hogy a tiolkarbamátok bomlási reakciója nemcsak az elektródon és az elektródhoz közeli térben, hanem attól távolabbi reakcióterben is lejátszódik, és hogy milyen arányban azt feltehetőleg a diffúzió és anyagtranszportok és a kémiai reakciók sebességét is befolyásoló reakcióparaméterek szabják meg.

Mindezek arra utalnak, hogy a tiolkarbamátok elektrokémiai oxidációja NaCl oldatokban döntően elektrokémiai úton generált speciek homogén oldatfázisú reakciója.

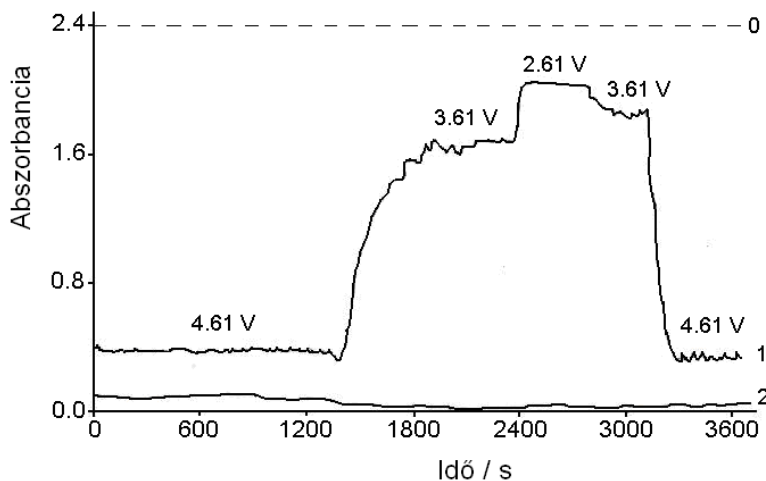
Ezeknek a specieknek a keletkezését az elektrolízis paramétereivel szabályozni lehet és össze lehet hangolni a lebontandó szennyezések esetünkben a tiolkarbamát peszticidek mindenkori koncentrációjával.

A szerves szennyezések (pl. tiolkarbamátok) elektrokémiai lebontásának a folyamat viszonylagos gyorsasága mellett nagy előnye a kontrollálhatóság, szabályozhatóság is. Ez már a laboratóriumi méreteknél is kiderült. Akár szakaszos (ún. batch) rendszerben végezzük a lebontást, akár folyamatos rendszerben.



4. ábra. EPTC bontás elektrolízissel szakaszos cirkulációs reaktorban. EPTC kezd. konc.: 100 $\mu\text{l/l}$, 0,5 M NaCl oldatban, pH= 9,5, Pot.= 1.3 V, Pt-Pt elektródok

A bomlási folyamat lejátszódását folyamatos átfolyásos rendszerben a következő ábra szemlélteti.



5. ábra. Vernolát elektrokémiai lebontása CSETR-ben. (0) A kiindulási Vernolát UV elnyelése 200 ppm, 0.1 mol dm^{-3} NaCl-oldat. (1) Vernolát (214 nm); (2) OCl^- (292 nm)

Az 5. ábra pedig azt mutatja, hogy ez a lebomlás csak az adott elektrokémiai reaktorhoz (folyamatos üzemű kevert elektrokémiai tankreaktor) ill. a betáplált tiolkarbamáthoz és annak töménységéhez megfelelően megválasztott cellafeszültség ill. áram, tehát az elektromos töltésmennyiség betáplálás függvénye, ami technikailag valóban jól szabályozható és mérhető.

Következtetések

A tiolkarbamát peszticid hatóanyagok előállításánál tömény (8-20 w/w%) NaCl tartalmú szennyvíz keletkezik és a magas Cl⁻ ion tartalom megnehezíti az organikus szennyezések hagyományos oxidációs, fotooxidációs, fotokatalitikus és biológiai módszerekkel történő lebontását.

Kísérleteink szerint a tiolkarbamátok elektrokémiai módszerrel NaCl oldatban is lebonthatók. A lebontás döntően nem az elektródokon, hanem a vizes NaCl oldat elektrolízisének keletkező intermedierek reakciójával történik, tehát elektrokémiai úton generált speciesek (intermedierek) homogén oldatfázisú reakciójának, „indirekt” elektrolízisnek tekinthető. A bomlási folyamat egyterű szakaszos és folyamatos elektrolízis cellában is jól szabályozhatóan és kontrollálhatóan kivitelezhető.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

Irodalom

1. E. Plattner and Ch. Comninellis, in *Process Technologies for Water Treatment* (edited by S. Stucki), p. 205., Plenum Press, New York (1988).
2. S. Stucki, R. Kötz, B. Carcer and W. Suter, *J. Appl. Electrochem.* 21 (1991) 99
3. O. Y. Murphy, G. D. Hitchens, L. Kaba and C. E. Verostko, *Water Res.* 26 (1992) 443
4. K. Rajeshwar, J.G. Ibanez and G.M. Swain, *J. App. Electrochem.* 24 (1994) 1077
5. Ch. Comninellis and A. de Battisti, *J. Chim. Phys.*, 93 (1996) 673
6. F. Bonfatti, S. Ferro, F. Lavezzo, M. Malacarne, G. Lodi and A. de Battisti, *J. Electrochem. Soc.* 146 (1999) 2175
7. F. Bonfatti, S. Ferro, F. Lavezzo, M. Malacarne, G. Lodi and A. de Battisti, *J. Electrochem. Soc.* 147 (2000) 592
8. R. Beltowska-Berezinska, T. Luczak and R. Holze, *J. Appl. Electrochem.* 27 (1997) 999
9. R. Parsons and T. VanderNoot, *J. Electroanal. Chem.* 257 (1988) 9
10. A. Vidal, Z. Dinya, F. Mogyoródy, F. Mogyoródi, *Applied Catalysis: Environmental* 21 (4) (1999) 259-267.
11. Mogyoródy, F., *J. of Appl. Electrochemistry* 36 (7) (2006) 765-771

FÉMEK FELVITELE KARBONGYÖNGY TÍPUSÚ ADSZORBENSRE DISPERSION OF METAL ON CARBON BEADS ADSORBENTS

Rugóczy Péter*, Lakatos János**

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet

3515 Miskolc Egyetemváros

*peti.rugo@gamil.com, **mtasotak@uni-miskolc.hu

Bevezetés

A heterogén katalízis jelentőséggel bír számos kémiai anyag előállításánál. A környezetvédelemben gázokban, folyadékokban lévő szennyező anyagok eltávolításánál ugyancsak sokszor alkalmazunk katalizált reakciókat. A hordozó a katalitikus hatást kifejtő fém, fémvegyületet rögzítő kellék, a katalizátor szerkezeti váza. Adott katalizátor hatékonyságát, alkalmazhatóságát jelentősen befolyásolja a hordozó anyaga, szerkezeti sajátosságai melyek szerepet kapnak az aktív komponens diszpergálásánál. A megfelelő hordozó kialakítása ezért a katalizátorok gyártásának egyik fontos lépése. A karbon hordozók esetében a gyakorlat általában az, hogy először létrehozzák a hordozót, majd a katalizátort ezen diszpergálják.

A fémoxid (Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , CeO_2) hordozók mellett a karbon hordozók bírnak nagy jelentőséggel. Utóbbiak, bár hőállóságuk elmarad az oxidokétól, nagyobb fajlagos felületük és inertségük miatt fontosak az alacsony hőmérsékletű folyamatoknál. A szén alapú hordozók további előnye, hogy a kimerült katalizátor alkalmas tüzelőberendezésben, környezetvédelmi szempontból is kielégítő módon semmisíthető meg. A karbon típusú katalizátoroknál gyakran problémát okoz a hordozó alakja, ezért jelentőséggel bírnak azok a kutatások, amelyek monodiszperz, gömb formájú hordozó kialakítását célozzák. Munkánk első fázisában karbonyöngy hordozó előállíthatóságát vizsgáltuk különböző divinil-benzollal térhálósított polisztirol gyöngyökből, alapul véve Bratek (2003) munkáját [1]. Elsődleges célunk választ kapni arra, hogy a prekursorra ioncserével felvitt fémionok megőrzik-e nagy diszperzitásukat és katalitikusan aktívvá tehetők-e a hordozó kialakításának lépései után. Várható, hogy az alapanyagra felvitt, molekulárisan diszpergált fémionoknak szerepe lesz az előállítás folyamatainak katalizálásában is.

Kísérleti anyagok és módszerek

A karbonyöngy típusú adszorbensek előállításához Varion KS és Varion AD ioncserélő gyantákat, amelyek a fűzfői Nitrokémia gyárból származnak, valamint a Mitsubishi Chemical Corporation Relite CF ioncserélő gyantáját használtunk. Mindhárom gyantában a polimerváz 1,4-divinil-benzollal térhálósított polisztirol. A Varion KS és a Relite CF gyanták szulfo-, a Varion AD gyanta kvaterner aminocsoportot tartalmaznak. A kationcserélő gyanták szulfocsoportjára ioncserével H^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} és Fe^{3+} , míg az anioncserélő Varion AD gyantára MnO_4^- ionokat vittünk fel, a Varion AD gyantát vizsgáltuk gyári kiszerezésű Cl^- formában is.

Az aktív karbonyöngy előállítása két lépésben történt, az első lépésben a szerves anyagot karbonizáltuk és azt követően aktiválásnak vetettük alá (H_2O ill. CO_2). A karbonizálás során az anyag szerkezete jelentősen átalakul, eltávoznak a

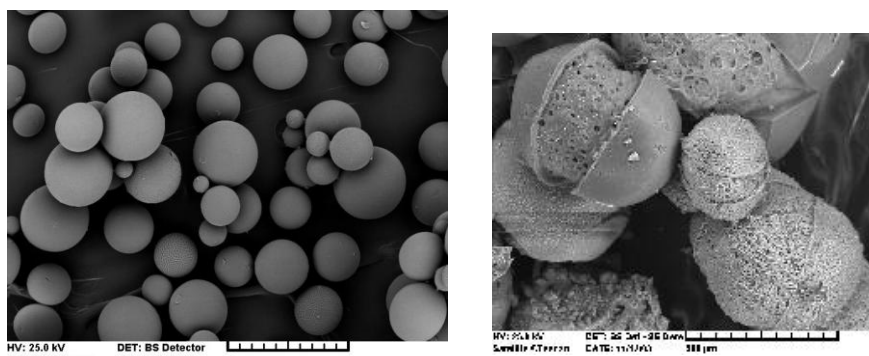
heterogén alkotórészek és a folyamat során az alapanyag szerkezete véletlenszerűen hajtogatott poliaromás lapokból és csikokból felépülő pórusos szerkezetű anyaggá módosul.

Az előállítás második lépése a nagy fajlagos felület és a megfelelő pórusszerkezet kialakítása. Ez az aktiválás, melynek során a karbonizátum egy részét valamilyen oxidáló reakcióban elégetjük. Az aktiválás akkor lehet sikeres, ha pórusos szerkezetű karbonizátumot tudunk előállítani, ekkor az oxidáció nem csupán a szemcsék felszínét, hanem a pórusok falát is „koptatja”, így növelve meg a pórusok térfogatát és felületét. A karbonizátumot kellően magas hőmérsékleten vízgőzzel (kb. 800°C-on) vagy szén-dioxiddal (kb. 900°C-on) aktiválhatjuk. A vízgőzös aktiváláskor a pórusok kialakítását a karbonizátum és a vízgőz közötti, úgynevezett vízgáz reakció végzi. A szén-dioxidos aktiváláskor az izzó szén és a CO₂ közötti Boudoard-reakció alakítja ki a pórusokat.

A prekursor funkcióscsoportjainak és a fémionok típusának hatása a prekursor karbonizációjára

Elsődleges célunk szférikus karbon adszorbens előállítása volt. Ezért elsőként azt vizsgáltuk, hogy a pirolízisnél és az azt követő aktiválásnál a kiindulási polimer gyöngy milyen mértékben tartja meg önálló gömb alakját. Az első megfigyelhető, a prekursoron lévő fémion minőségével összefüggő sajátosság a töltet monolitosodása. A karbonizálás során, ha a pirolízis késleltetődik a szemcsék felülete megolvadhat, ekkor a szemcsék összeragadt állapotban monolitá karbonizálódhatnak. Megolvadás nélkül is monolitot kaphatunk, ha a pirolízis során a szemcséből távozó termékek „ragasztóként”, funkcionálnak és a szemcsék felületén karbonizálódnak. A vizsgált gyanták közül a H⁺ formájú Varion KS gyanta mutatott nagymértékű monolitosodást.

Az 1. ábra jobb oldalán megfigyelhető szerkezeti károsodás az Na⁺ formájú varion KS gyantánál jött létre, míg a bal oldalon olyan karbonizátum látható, amely megtartotta a prekursor gyöngy alakját.



1. ábra. Na⁺ formájú Varion KS gyantánál megfigyelhető szerkezeti károsodás (jobbra), és gyöngy formában karbonizálódott ioncserélő gyanta (balra)

A karbonizálás véghőmérséklete minden esetben 700 C° volt. Az 1. táblázatban tüntetjük fel a karbonizáláskor mért kihozatalokat, amelyek a pirolízis során megmaradó karbon a perkurzor 105 C°-on szárított állapotára vonatkoztatva adják meg.

1. táblázat. Kihozatalok a karbonizációs lépésben

Prekurzor típusa	Varion KS					Varion AD		Relite CF	
	H ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Cl ⁻	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	Co ²⁺
Kihozatal, %	43	75	56	59	60	20	34	63	56

A kihozatalokból kitűnik, hogy a KS és CF jelű, szulfocsoportot tartalmazó gyanták közül az Na⁺ formájú adta a legnagyobb kihozatalt, míg a H⁺ forma a legkisebbet. A kvaterner aminocsoportot tartalmazó gyantával kisebb kihozatalok érhetők el a szulfocsoportot tartalmazóhoz képest, és ennél is megfigyelhető a felvitt MnO₄⁻ ion hatása, mely jelentősen megnövelte a pirolízis során megmaradó karbon mennyiségét.

Kiindulási formák szerepe a karbonizátumok aktiválásánál

A prekursor a karbonizátumon keresztül meghatározza az aktiválhatóságot, az aktiválás után kapott hordozó pórusszerkezetét, fajlagos felületét adott aktiválási fok esetén.

A Varion gyanták esetén vízgőzös aktiválást alkalmaztunk. A karbonizátumok aktiválásakor 10 C° min⁻¹ fűtési sebességet alkalmaztunk, a hőn tartás ideje 1 h volt 800 C°-on. A Relite CF Co²⁺ formájú gyanta aktiválását 850 C°-on szén-dioxiddal végeztük, az aktiválás ideje ebben az esetben is 1 óra volt. Az aktiválás során a szén elgázosítása megy végbe, ezért az elgázosítás az aktiválás mértéke. Ez a folyamat során elvesztett szilárd anyag százalékos mennyiségét jelenti. Az elgázosodás mértékét a különböző karbonizátumok esetén a 2. táblázatban tüntetjük fel.

2. táblázat. Az elgázosodás mértéke különböző karbonizátumok aktiválásánál

	Varion KS				Varion AD		Relite CF
	Na ⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Cl ⁻	MnO ₄ ⁻	Co ²⁺
Elgázosodás, %	40	50	56	38	5,3	35	43

A különböző fémionokat tartalmazó karbonizátumoknál megfigyelhető, hogy az elgázosodás mértéke eltéréseket mutat. Ebből kiderül, hogy a fémionok – minőségüktől függően – hatással vannak az aktiválásra.

A kalciumot tartalmazó gyöngy az aktiválás után fekete és világosszürke szemcséket tartalmazott, ez a részleges elégés jele. Ez rámutat arra, hogy a Ca-ot tartalmazó gyöngy aktiválását rövidebb aktiválási idővel célszerű végezni. Az elgázosodás mértéke alapján a Nátriummal droppolt karbonizátum aktiválhatónak bizonyult, de – amint a 2. ábra jobb oldali képén is látható – a karbonizátum nem tartotta meg a prekursor gyöngy alakját. A Varion AD, anioncserélő gyanták esetében az elgázosodás értékek arra engednek következtetni, hogy a kloridiont

tartalmazó gyantából nem lehet előállítani nagy fajlagos felületű adszorbenst, ellentétben a permanganátiót tartalmazóval.

A karbonyöngyök fajlagos felülete, pórusszerkezete

A fémekkel droppolt karbonyöngyök fajlagos felületét CO₂-dal 273 K-en meghatározott adszorpciós izotermákkal határoztuk meg. Az izotermákból meghatározott fajlagos felületeket a 3. táblázatban adjuk meg.

3. táblázat. A fémionokkal droppolt karbonizátumok izotermák alapján meghatározott fajlagos felületei

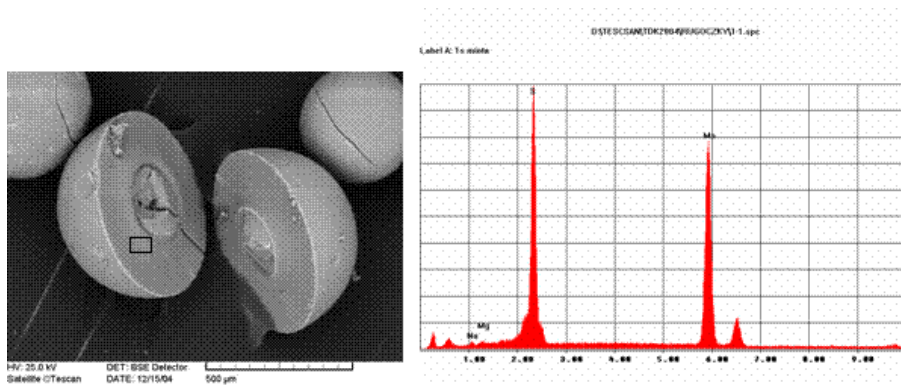
Prekursor típusa	Varion KS			Varion AD	Relite CF	
	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	MnO ₄ ⁻	Mn ²⁺	Co ²⁺
Felvitt ion	226	345	341	115	405	487
Fajlagos felület, m ² g ⁻¹						

A kalciumot tartalmazó gyöngy az aktiválás közbeni részleges elégeése ellenére is 226 m²g⁻¹-os fajlagos felületű lett. A többi fémion esetén a karbonizátumok megőrizték gyöngy formájukat, és a számolt fajlagos felületek alapján megállapítható, hogy a 3. táblázatban feltüntetett fémek a prekursorra felvéve, nem gátolják meg nagy fajlagos felületű karbonyöngy előállítását.

A felvitt fém eloszlása a felületen

Az elektronmikroszkóp mikroszondás felvételei csak arra adnak lehetőséget, hogy a felvitt ionok jelenlétét ill. eloszlását a gyöngy felületi rétegében megvizsgáljuk. A 2. ábrán a mangánt tartalmazó karbonyöngy mikroszondás vizsgálati eredménye látható.

Az ábra alapján megállapítható, hogy az ioncserével karbonizálás, ill. aktiválás előtt diszpergált elem megtalálható az aktivált karbonyöngy belsejében (2. ábra). Eloszlása az adott felbontás mellett homogénnek látszik.



2. ábra. Mangánt tartalmazó karbonyöngyről készült PEM felvétel és a mikroszondás spektrum (A spektrum 20 x 15 µm nagyságú felületen lett felvéve a képen négyzettel megjelölt részen)

Összefoglalás

Munkánk során különböző funkciós csoportokat tartalmazó divinilbenzollal térhálósított polisztirol gyöngyökből állítottunk elő karbonyöngy hordozót. A karbonyöngy pórusszerkezetének kialakítására vízgőz és széndioxid aktiválást alkalmaztunk. Az előállított karbonyöngyök fajlagos felületét, pórusszerkezetét széndioxid adszorpciójának segítségével határoztuk meg.

Megállapítottuk, hogy a klorid formájú, aminocsoportot tartalmazó sztirol-divinilbenzol polimerből csak kis fajlagos felületű karbonyöngy, míg a permanganát formájú polimerből nagy fajlagos felületű karbon szerkezet állítható elő.

A szulfocsoportot tartalmazó polimergyöngyöt különböző fémionokkal telítettük, és vizsgáltuk ezen fémionok hatását a karbonyöngyök előállítására. Megállapítottuk, hogy a mangánt, vasat és a kobaltot tartalmazó polimerekből előállítható karbonyöngy, melyek aktiválhatóak, míg a Ca^{2+} -ot tartalmazó polimerből készíthető karbonyöngy, de az aktiválással nem alakítható nagy fajlagos felületű karbon szerkezetté. A Mn^{2+} - és a Fe^{3+} -ionokat tartalmazó nagy fajlagos felületű karbonyöngy esetében a pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok azt mutatták, hogy a mangán és a vas a karbonyöngyök felületén nagy diszperzításfokban van jelen.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Kulcsszavak: karbonyöngy, fém diszpergálás, adszorbens

Irodalom

1. W. Bratek, K. Bratek, M. Kulazynski: Properties and structure of spherical sorbents from waste ion exchange resin, Fuel Processing Technology, 81,(2003) 87– 102.
2. F. Rodrigez Reinoso, M Molina Sabio .M T Gonzalez: The use of steam and CO_2 as activating agents in the preparation of activated carbon, Carbon,33 (1995) 15-23.
3. J. de Lopez Gonzalez, C. Valenzuela Calanhorro, A. Nevarette Guijosa, V. Gomez Serrano: Adsorption of p-nitrophenol by activated carbons prepared olive wood, Cimim. Inorg. Anal. 84 (1988) 47-51.
4. Rugóczky Péter, Lakatos János: Katalitikus Hatású Fémek Felvitele Karbon Katalizátorhordozóra I. Anyagmérnöki Tudományok, Miskolc, 34/1 (2008)

RDF- REFUSE DERIVED FUEL, POSSIBILITIES IN THE NORTH-BALATON REGIONAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Sarkady Attila *, Rédey Ákos, Kurdi Róbert

Faculty of Engineering, Institute of Environmental Engineering,
University of Pannonia , Egyetem u. 10, H-8200 Veszprém, Hungary

* *sarkady.attila@uni-pannon.hu*

Introduction

One of the largest impact of the humankind on the environment is in close relation with the waste generation stemming from industry and consumption. The inadequate waste management – or abandonment – of the waste has a direct impact on the environmental elements through soil contamination, water- and air pollution and exhibits a negative impact on the nature. International efforts resulted in important directives in relation with the waste management[1].

The recyclable elements from the solid municipal waste (SMW) should be removed, still there is a fraction which is appropriate for energetic utilization. The recovery of this fraction and the utilization of the heat content of this fraction is one of the most important challenges of the waste management.

Waste management systems in Hungary

In response to the requirements of the fundamental regulations of the Hungarian waste management, especially in light of the Act XLIII. of year 2000 on Waste Management, the reformation of the waste industry has occurred. The inevitable financial sources were provided by the ISPA (Instrument for Structural Policies for Pre-Accession) and – after joining the EU – the Cohesion Fund. With the contribution of these projects supervised by the Managing Authority and coordinated by the Implementing Agency, advanced systems can be established [3]. With the realisation of this systems the annually handled waste increased to 1,900,000 ton from 250,000 ton [4].

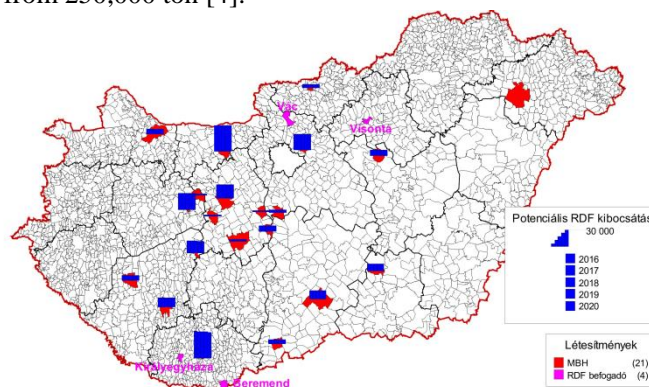


Figure 1. Potential RDF outputs and input linked to the new Regional Waste Management Systems [5]

The roots of the North-Balaton Regional waste management project go back to the pre-accession period and technology was outlined according to the actual BAT (Best Available Technology), however the system was realised about a decade later using the original plans. By the time of the realisation of the original project it became evident that the development of the system is indispensable, due to the new directives, acts, and developments in the technology. New EU funds were made available within the framework of the new Environment and Energy Operational Programme (KEOP). The improvement of the system should follow the priorities of the waste management strategy (waste pyramid) [6].

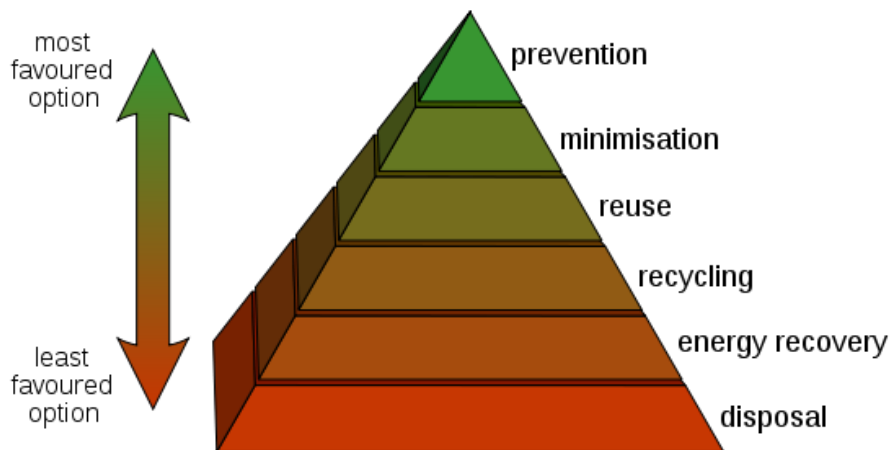


Figure 2. Waste management hierarchy

Regulatory environment

The new Act on Waste Management specifies again the glossary of legal terms related to the waste management and treatment activities. In the Act fundamental effort is specified to divert the waste from the landfill. To reach this goal significant landfill tax is to be introduced. The organic proportion limit of the waste is also set for disposing waste to the landfill. In several countries (e.g. Austria) the heat value of the waste cannot exceed 6,000 MJ/kg [8]. According to the above the energetic utilization of the waste is a must from economic and environmental point of view.

Waste to Energy

The analysis of the MSW shows that high proportions of organic and incinerable material are present. The MSW can be transformed into safe and high value fuel by pre-treatment and separation processes.

Three main methods are used for energetic utilization of MSW:

- ♦ Waste incineration
- ♦ Co-combustion
- ♦ Other thermal processes (e.g. pyrolysis technologies)

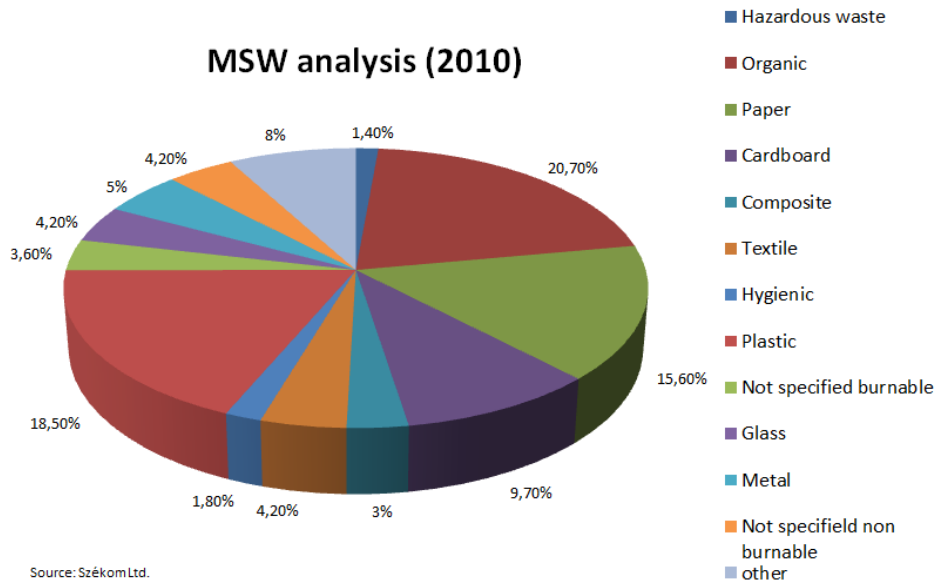


Figure 3. MSW analysis

The incineration of MSW is realised without pre-selection in special waste incineration plants. There is only one such plant in Hungary operated by FKF Zrt with a capacity of 420.000 ton/year. Other incineration plants are built for special purposes and with low capacity (mainly for hazardous materials and waste).

For co-combustion pre-treatment is needed for MSW to produce Refuse Derived Fuel (RDF) especially for cement industry and power plants.

For other thermal processes high variety of pre-treatment could be necessary regarding the reagents and catalyst.

Whilst the criteria of the co-combustion (not the RDF) had been specified by BREF documents [9], the specifications of the other processes are expected to be defined in the future; no standards are in effect in connection with the input and output parameters.

Refuse Derived Fuel

The RDF – and Specified Recovered Fuel (SRF) – is a high caloric value fraction of MSW produced by methods such as sorting, drying and shredding. The homogenised fraction is suitable for numerous technology as a direct energy input for combustion. The main components of the RDF are biodegradable waste fractions (e.g. wood, textile) and plastics. RDF is considered as a good quality fuel with a caloric value of 12-24 MJ/kg (e.g. brown coal 8 MJ/kg, wood-pellet 18 MJ/kg).

In case of the cement industry RDF is not only used for energy purposes but for the product as well as main fraction is integrated by the incineration process into the cement forming zero-emission technology [10].

After positive results, the RDF utilisation technologies become subject of standardisation processes (BGS (Federal Quality Association for Secondary Fuels). In 2006 progress slowed due to the fears and concerns of inhabitants, but by the communication of the positive results of the environmental impact assessments accelerated again the procedure.

The other current area of the utilisation is the partial thermal decomposition of RDF forming new fuel fractions. In this case large portion of the organic components decomposes into hydrocarbons with various molecule length in catalytic reactions at low (490 °C) temperature. The end-product differs from technology to technology. It can focus on gaseous or liquid fuel (or combination), and also other materials can be aimed to be separated (e.g. CO₂). The MSW contains approximately 50% potential DRF material and this can provide more than 50% of gaseous or liquid fuel.

These processes produce energy also for the continuous operation and for the plant and produces cogenerated energy; green electrical energy and heat for district heating systems. In some cases fuel is transported from site, in other plants it is used at site according to the needs.

It is to be noted that the two-step combustion, can be more beneficial and cost-effective than normal RDF incineration according to experiments.

Potential in the North-Balaton Waste Management System

The mechanical waste treatment facility of the North-Balaton Waste Management System handles approximately yearly 100,000 ton of MSW per year (EWC 20 03 01) and produce 25,000 ton of combustible fraction. The particle size, heat value and contamination level should be modified in order to obtain usable RDF. The North-Balaton Waste Management Ltd. focuses on the development of new methods in order to separate this material. To meet the legal and technical requirements, the following objectives set forth for the company:

- ♦ Strengthening the collection of selective waste
- ♦ Composting of bio-waste at houses
- ♦ Taking advantage of the energy content of MSW

Whilst the first two goals require procurement of new equipment and machinery and require changes in the organisation of MSW collection, the third can be based only on analysis on the quantity, quality and availability of the waste which is in correlation with RDF quality. The exact physical, chemical measurement for the material separated under different conditions is vital in order to optimise the development of the mechanical plant.

The experimental production and measurement of RDF fraction supports to identify the separation limits. The caloric value and particle size correlation is given in Table 1. [11].

Table 1. Particle size vs. calorific value

Particle size	Mass %	Mass rate		Caloric value (MJ/kg)
		Plastic+textil+paper	Stone+other	
>200	60-50	81,17	7,22	21,22
150-200		77,59	12,87	
100-150		79,1	9,86	13,95
50-100		61,2	23,71	
20-50	40-50	41,44	42,3	7,37
12-20		19,13	66,29	
8-12		12,12	80,6	
<8		0-10	90-100	
Sum	100	53,41	33,88	

Cement industry requires the lowest possible halogen content (max 0,4 w/w%) and the price is highly effected by the reduction of such components. The challenge of the North-Balaton Regional Waste Management System is to meet all criteria given above. The company identified the following tasks in order to set up a state-of-the art technology:

- ♦ New layout of the mechanical technology to produce RDF
- ♦ Establish modern storage and logistic system
- ♦ Investigation of new collection methods for MSW (bio, selective, collection from homes, etc.) in order to produce high quality fractions with lower cost
- ♦ Investment possibilities for RDF utilization at site (e.g. power plant, pyrolysis plant)

In this complex investment an economic feasibility study has to be accomplished however, the new legislation (predicted to May 2012.) and other directives highly effect the outcome of the planned development. This environmental, economic, and technical feasibility study is on-going and would serve a background documentation for decision makers.

Summary

In order to protect the environment the ambitious goals of waste management directives should be achieved; not to use landfill for MSW in the future. In Hungary new mechanical and biological waste treatment plants with landfills were constructed co-financed by the European Union built on the planned site of regional MSW burning facilities. Since these facilities were not be realised, with the stipulations of the new legislation and directives focused the attention on RDF as an alternative material for the energy consuming industries with high market potential. The appropriate treatment and sorting of MSW can produce a high quality RDF. As the regulation and standards have not been set forth for this fuel it is necessary to identify the requirements and specifications with the potential consumers. The North Balaton Waste Management Ltd. is investigating the possibility of the technical development, which is supported by the present study.

Keywords: waste, treatment, RDF technologies.

Literature

1. Magyar Kormány 1307/2011. (IX.6.) Korm. határozat a Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégiáról
2. 2000. évi XLIII. Törvény a hulladékgazdálkodásról
3. Új Széchenyi Terv 2007-2013; Available at: <http://www.nfu.hu>
4. Bagi B. Biológiaiag bontható hulladékok kezelése; Available at: http://www.bipro.de/waste-events/doc/events07/hu_presentation_7nhei_bb.pdf
5. MKM Consulting Zrt, Pécs
6. European Commission - Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability; Available at: Technical guide to Life Cycle Thinking (LCT) and Life Cycle Assessment (LCA) for waste experts and LCA practitioners; <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/ReqNo-JRC65850-LB-NA-24916-EN-N.pdf> [Accessed 22th Feb 2012]
7. Hulladékgazdálkodási Törvény 2012 TERVEZET; available at:
8. <http://www.parlament.hu/irom39/05538/05538.pdf>
9. Ronald J. LeBlanc, Peter Matthews, Roland P. Richard Moving Forward the Sustainable and Welcome Uses of a Global Resource; United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT) 2008
10. European Waste Incineration Directive 2000/76/EC
11. Eugeniusz Mokrzycki, Alicja Uliasz-Bochenczyk; Alternative fuels for the cement industry; Applied Energy 74 (2003) 95–100
12. Prof. Csőke B., Dr. Alexa L., Olessák D., Ferencz K., Dr. Bokányi L. Mechanikai-biológiai hulladékkezelés kézikönyve, Profikom, 47

GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓGÁZ EMISSZIÓJA ÉS KATALITIKUS TISZTÍTÁSA

Sinka Zsófia*, Kovács József, Yuzhakova Tatiana, Rédey Ákos**

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet
8201 Veszprém, Pf. 158.

* *sinka.zsofi@gmail.com*, ** *kovacs@almos.uni-pannon.hu*

Bevezető

A fenntartható fejlődés a mindennapi életünk legfontosabb szempontja. A mobilitás – mint a fenntartható fejlődés egyik fontos eleme – óriási szerepet játszik mindennapjaink feladatainak ellátásában. A mobilitás megvalósításához használt belső égésű motorral működő járművek egyre nagyobb környezeti problémát jelentenek. A belső égésű motorok kipufogórendszeréből távozó gázok a környezetre és az emberi egészségre is káros hatással [1] vannak, csökkentésük egy fontos feladat. A növekvő társadalmi igények kielégítésére a járműveknek is fejlődniük kellett, így egyre nagyobb teljesítményű motorok jelentek meg, aminek következtében a károsanyag kibocsátás is növekedett. Mobilitás nélkül azonban elképzelhetetlen lenne az életünk, így a vele járó negatív hatásokat kell csökkentenünk [2]. Ennek megvalósítása érdekében ismernünk kell a károsító folyamatokat és megelőzni vagy szabályozni azokat. A károsanyag-emisszió csökkentésére a gépjárművek kipufogógáz rendszerébe épített katalizátorok jelentik a megoldást [3, 4], melyek folyamatosan fejlődnek az egyre szigorodó határértékek következtében.

Kutatómunkánk arra irányult, hogy az aktív anyagot tartalmazó hordozófázis előállításának lehetőségeit feltérképezzük, megvizsgáljuk az általunk előállított minták katalitikus hatásfokát a redukciós és oxidációs folyamatokban, meghatározzuk a morfológiai- és szerkezeti tulajdonságait aktivitásmérések előtt és után. A munkánk célja a katalitikus folyamatokban főszerepet játszó hordozó és aktív fázis, mint kompozit anyag kialakítása. A katalizátorok nemesfém-tartalma befolyásolja annak a gyulladási hőmérsékletét és a lejátszódó reakciók sebességét [5] is, ezért kutatómunkánk során a minták nemesfém-struktúrája és a szénhidrogén oxidációs, valamint a nitrogén-oxid redukciós hatásfoka közötti összefüggéseket is vizsgáltuk.

Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz öt különböző katalizátor mintát állítottunk elő kereskedelmi forgalomban kapható γ -alumínium-oxid hordozóból kiindulva. A hordozót egyrészt a szállított, másrészt $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ sebességgel levegőáramban felfűtött és 8 óra időtartamig állandó hőmérsékleten tartott, majd szoba hőmérsékletre visszahűtött, ún. hőkezelt formában használtuk fel. Az aktív mintákat 1x, 2x, 3x impregnálással, és a hőkezelt hordozóra 1x impregnálással alakítottuk ki. A γ -alumínium-oxid hordozóból minden esetben 150 cm^3 vettünk ki és mértünk be a minta előállításához. Az impregnálás hőmérsékletére előmelegített hordozón beállított értékű vákuumban, ismert összetételű impregnáló oldattal meleg impregnálást végeztünk egyszer,

kétszer (2x) vagy 3x. Az impregnálás után 24 órán keresztül szobahőmérsékleten, majd 205 °C hőmérsékleten szárítószekrényben súlyállandóságig szárítottuk. A szárítás után hőmérsékletprogramozott kalcinálást végeztünk csökemencében 1 °C/min felfűtéssel 550 °C-ig, majd 8 órán keresztül ezen a hőmérsékleten tartva. Az utolsó két minta esetében a hőmérséklet-programozott kalcinálást egyszer az 1x impregnálás előtt is elvégeztük (amit a minta elnevezésében is feltüntettünk: */A1550 és **/A1550), majd a korábban bemutatott impregnálási folyamatokat is elvégeztük. Az utolsó minta esetében az impregnáló oldat palládium-nitráton és cérium-nitráton kívül hexakloro-platinát oldatot is tartalmazott (PtPd-CeI/A1550).

Az előállított katalizátorok jellemzéséhez morfológiai- és fázis-szerkezet vizsgálatokat végeztünk. A katalizátor minták morfológiai szerkezetének vizsgálatához a gáztalanított felületű mintákon a folyékony nitrogén atmoszférikus nyomású forráspontján (-196 °C) felvett nitrogén gáz adszorpciós-deszorpciós izotermájából, a BET-elmélet alapján számolt fajlagos felület és a BJH-elmélet alapján meghatározott pórustérfogatot (1,7-300 nm pórusátmérő tartományban) Micromeritics gyártmányú ASAP-2000 típusú készülékkel határoztuk meg. A 10-15000 nm átmérőjű pórusok térfogatát higanypenetrációs módszerrel, Carlo Erba Porozimetro 70 típusú készülékkel határoztuk meg. A minták fázisszerkezetének meghatározása Philips PW 204 típusú röntgen-diffraktométerrel Cu-K α sugárforrást alkalmazva történt.

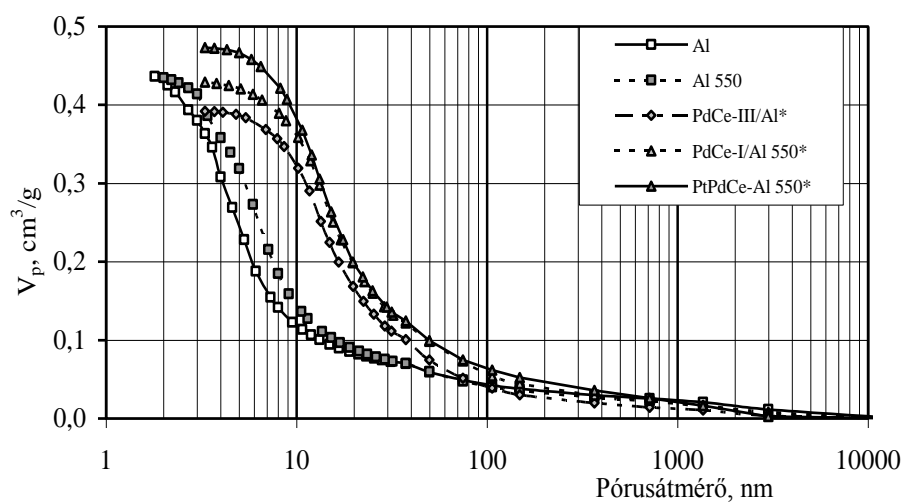
Az aktivitásvizsgálatokat ellenőrzött körülmények mellett (hőmérséklet, gáz térfogatáram, gázösszetétel) üzemeltetett átáramlásos integrális csőreaktor tartalmazó mérőrendszerben a nitrogén-oxid redukciós és szénhidrogén oxidációs hatásfokát ellenőrizve végeztük. A mérőrendszer megegyezett a korábban közölt [6] kiépítéssel. A mérésekhez 100 cm³ katalizátort helyeztünk el a mintákból a cső alakú vizsgáló reaktor katalizátortartó részébe. A hőmérséklet eloszlás nyomon követésére mozgatható termoelemeket tartalmazó termoelem tokokat helyeztünk a reaktorcső közepébe és fala mellé. A katalizátort tartalmazó vizsgáló reaktor ellenőrzött körülmények közötti üzembe helyezése után (gázáram és összetétele, felfűtési sebesség) az általunk előállított modellgázzal (amely az Otto-típusú gépjárművek kipufogógáz összetételéhez hasonló) üzemeltettük a reaktor mindaddig, míg a katalizátor aktivitása stabilizálódott. Ezután változó földgáz betáplálási térfogatáramok mellett meghatároztuk a reaktorból kilépő gáz összetételét, a katalizátorágy hőmérséklet eloszlását. A méréseket elvégeztük csak metán, metán és állandó térfogatáramú vízgőz, valamint metán, állandó térfogatáramú vízgőz és nitrogén-oxid tartalmú gázelegy bevezetésével. A katalizátorok gyulladási hőmérsékletének meghatározásához további méréseket végeztünk a reaktortest különböző, 200-700 °C közötti hőmérsékletre szabályozásával. A reaktorból kilépő gázelegy szén-monoxid, szén-dioxid és metán koncentrációjának meghatározásához NDIR elven működő on-line analizátorokat (Servomex 1490 típusú) alkalmaztunk. Az analizátorok méréstartományát meghaladó szén-monoxid és metán koncentrációt, valamint oxigén és az esetlegesen keletkező hidrogén koncentrációját Chromatron gyártmányú GCHF-18-3 típusú gázkromatográfval 5A típusú molekulaszita tölteten, hővezető-képességi detektorral mértük.

Eredmények

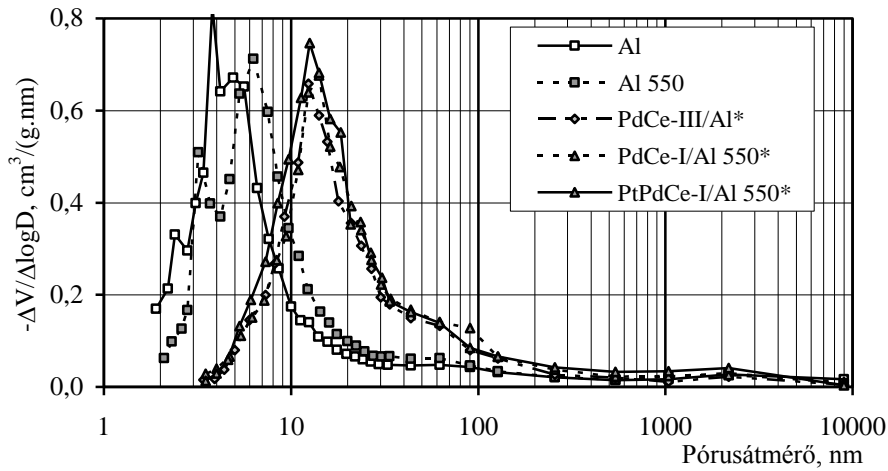
Az előállított katalizátor minták morfológiai szerkezetére vonatkozó adatokat az 1. táblázatban tüntettük fel. A reprezentáns minták pórusszerkezetét és változását az 1. és 2. ábrán szemléltettük.

1. táblázat. A minták morfológiai szerkezetére jellemző mérési adatok

Minta	F_{BET} m^2/g	$V_{1,7-300\text{nm}}$ cm^3/g	$V_{>10\text{nm}}$ cm^3/g	$V_{<2\text{nm}}$ cm^3/g	Átlagos pórusátmérő D, nm
Al	292	0,381	0,142	-	4,9
Al 550	207	0,366	0,172	-	7,07
PdCe-I/Al	205	0,351	0,152	-	6,6
PdCe-I/Al*	98,6	0,354	0,301	0,0016	13,8
PdCe-II/Al	201	0,334	0,152	-	6,3
PdCe-II/Al*	93,2	0,334	0,343	0,00206	13,7
PdCe-III/Al	135	0,328	0,189	-	9,29
PdCe-III/Al*	78	0,322	0,338	0,00181	15,5
PdCe-I/Al550	178	0,332	0,187	-	7,47
PdCe-I/Al550*	79,9	0,344	0,377	0,00228	16,1
PtPdCe-I/ Al550	183	0,383	0,215	-	8,01
PtPdCe-I/ Al550*	96,1	0,383	0,398	0,00125	15,0



1. ábra. A vizsgált minták kumulatív pórustérfogat eloszlása

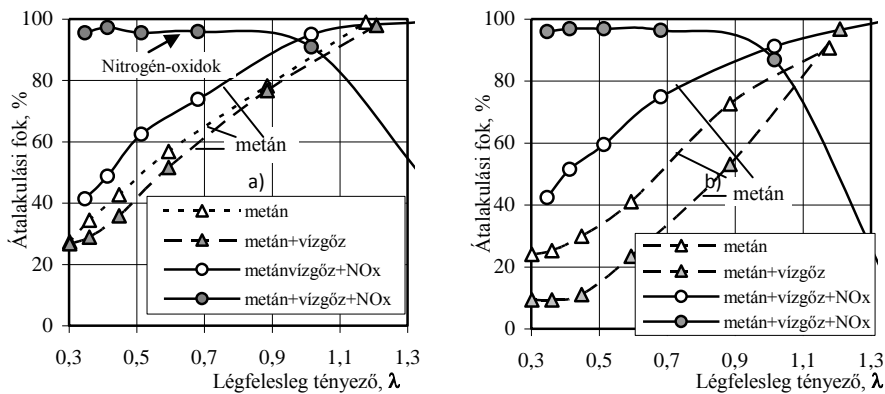


2. ábra. A vizsgált minták logaritmusos pórusátmérő gyakorisága

Eredményeink igazolják, hogy az aktivitás-vizsgálatok hatására a pórusátmérő nem változik számottevően, de a morfológiai szerkezet a nagyobb átmérőjű pórusok irányába tolódik el. A kis- és átlagos méretű pórusok helyett az átlagos- és nagyobb méretű pórusok dominálnak az aktivitásmérések után.

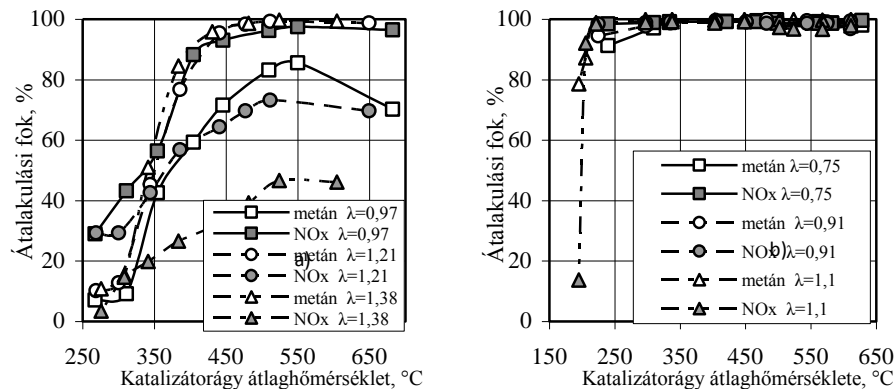
A röntgendiffrakciós vizsgálatok eredményéből megállapítottuk, hogy a minták amorf szerkezetűek, a hőkezelés és az aktivitási vizsgálatok hatására sem ment végbe kristallit méret növekedés (az eredeti γ -alumínium-oxid amorf szerkezetét jellemző széles csúcsok változatlanok, így nem közöljük).

A katalizátor minták aktivitási vizsgálataiban megállapítottuk, hogy vízgőz hozzávezetés hatására a metán oxidációs hatásfoka csökkent, míg a nitrogén-oxidok jelenlétében pedig jelentősen növekedett (lásd 3. ábra).



3. ábra. PdCe-III/Al-on CH_4 és NO_x átalakulás 600 °C-ra (a) és 700 °C-ra (b) szabályozva

Az előállított katalizátor minták közül a 3x impregnált (PdCe-III/Al) és a hőkezelt 1x impregnált minta (PdCe-I/Al550) szénhidrogén és nitrogén-oxid átalakítási hatásfoka közel megegyező volt, pedig ezen utóbbi nemesfém tartalma kisebb. Valószínűsíthető, hogy a hőkezelés hatására a transzportfolyamatok számára kedvezőbb pórusszerkezet alakult ki. A hőmérséklet szabályozott méréseknél a két hőkezelt 1x impregnált mintát emelnék ki, melyek eredményeit a 4. ábra mutatja.



4. ábra. PdCe-I/Al550 (a) PtPdCe-I/Al550 (b) CH₄ és NO_x átalakulás a hőmérséklet függvényében

A 4. ábra adatai igazolják, hogy a platina hozzáadása kedvezően befolyásolta az oxidációs és redukációs reakciók lezajlását. A palládiumos minták esetében a gyulladási hőmérséklet 220-250 °C közé esett, a reakciók pedig 550-700 °C között szinte állandósultak, míg a platinát is tartalmazó minta esetében a gyulladási hőmérséklet 150-200 °C közé esik, a reakciók pedig már 300- 350 °C után állandósulnak (a sztöchiometrikus összetétel közelében).

Következtetések

A belső égésű motorok károsanyag kibocsátás csökkentéséhez kifejlesztett katalizátorok üzemeltetési idejének, hőmérsékletének fontos szerepe az üzemvitelben, a szénhidrogén és nitrogén-oxid átalakító hatásfoka függ ezen paraméterektől, ugyanis az üzemeltetés hatására a katalizátor morfológiai szerkezetében [6] olyan változás mehet végbe, amely kedvezőtlen hatással van a transzportfolyamatok feltételeire. A belső égésű motorok katalizátorainál az üzemeltetési hőmérséklet meghatározó szerepet játszik, így ha az üzemelési hőmérsékletet le lehet csökkenteni, akkor az üzemeltetési idő növekedhet. A vizsgált katalizátorok mintáknál meghatároztuk, hogy a PtPdCe-I/Al550 minta esetében a gyulladási hőmérséklet 150 °C-al, míg a reakciók állandósulásához szükséges hőmérséklet 250 °C-al csökkent a csak palládium-cérium-tartalmú mintákéhoz képest, így a kisebb üzemelési hőmérsékleten is kicsi lehet a károsanyag kibocsátás. Megállapítottuk, hogy a palládium tartalmú minták esetében a kisebb nemesfém-tartalommal is kiváló átalakító hatásfok érhető el megfelelő

morfológiai szerkezet kialakítása és megőrzése esetén. A két legjobban működő katalizátor (a hőkezelt PdCe-I/Al550 és PtPdCe-I/Al550) aktivitás vizsgálatai különböző üzemanyagokkal hajtott Otto-motorok kipufogógázaival folyamatban vannak. Ezen két minta termikus stabilitásának, nemesfém felületének és diszperzitásának vizsgálata további kutatómunkát kíván.

Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatómunka a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projektek támogatásával készült. A projektek a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulnak meg.

Irodalom

1. Wiwanitkik V. Estimating cancer risk due to benzene exposure in someurban areas in Bangkok. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 2008; 22: 135–137.
2. Hancsók J. A mobilitás és a környezet kapcsolatrendszer. *Magyar Kémikusok Lapja* 2005; 60 (3): 96-100
3. Hayes RE, Kolaczowski ST. *Introduction to catalytic combustion*. New York: Gordon and Breach; 1997.
4. Shelef M, McCabe RW. Twenty-five years after introduction of automotive catalysts: what next? *Catalysis Today* 2000; 62: 35–50
5. Kinnunen NM, Hirvi JT, Suvanto M, Pakkanen TA. Methane combustion activity of Pd–PdO_x–Pt/Al₂O₃ catalyst: The role of platinum promoter. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 2012; 356: 20–28
6. Sinka Zs, Kovács J, Yuzhakova T, Lakó J. Vehicle exhaust gas emission and its catalytic depollution. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry* 2011; 39(1) : 79-83

KARBON NANO-SZORBENSEK, ÉS -KATALIZÁTOROK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A KÖRNYEZETVÉDELMI TECHNOLÓGIÁKBAN I. BAMBUSZ SZERKEZETŰ SZÉN NANOCSÖVEK SZINTÉZISE

Vanyorek László*, Lakatos János**

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet. 3515 Miskolc-Egyetemváros

*kemvanyi@uni-miskolc.hu, **mtasotak@uni-miskolc.hu

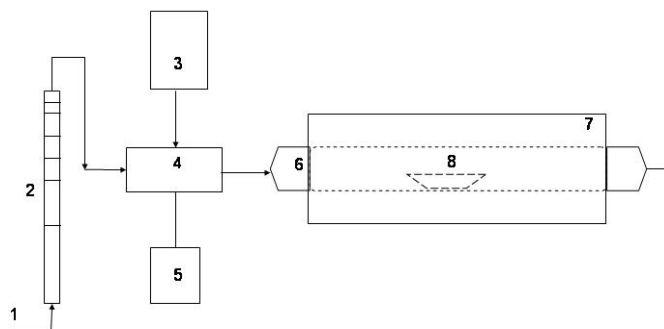
Bevezetés

A szén nanocsövek 1991-ben történt felfedezése óta intenzív kutatás kezdődött el ezen különleges nanoszerkezetek tulajdonságainak felderítése céljából. A nanocsövek ígéretes felhasználásai között fontos helyet foglal el a szorbensként, katalizátor hordozóként történő felhasználásuk. Számos publikáció született amelyben a szerzők a szénananocsövek katalízisben elfoglalt szerepét mutatják be. Példaként említhető a glicerín észterezés [1], biodízel szintézise [2], klórozott szénhidrogének dehalogénezése [3], aromás vegyületek dehidrogénezése [4] vagy szennyvizek anilinmentesítése [5]. A többfalú szén nanocsövek (multiwall carbon nano tubes, továbbiakban MWCNT) a szén katalizátor és katalizátorhordozó szerepet egyaránt betölthetik. Az általunk előállított bambusz szerkezetű szén nanocsövek (bamboo like carbon nanotubes – BCNT) szerkezete annyiban tér el a szén nanocsövek szerkezetétől, hogy a cső hosszanti irányban egy-egy szén réteggel szakaszonként le van zárva, innen az elnevezése is. A képződés mechanizmusára Kovalevski kidolgozott egy elfogadott elméletet [6]. A nem tökéletesen grafitizált falak számos hibahelyet tartalmaznak, amelyek aktív centrumok lehetnek a katalitikus folyamatok során

Több szintézis módszer ismert a szén nanocsövek előállítására, mi a CCVD (catalytic chemical vapour deposition) eljárást választottuk [7].

Anyag és módszer

BCNT szintézis. A BCNT szintézishez használt katalizátor előállítására etanolos közegben történt impregnálással. A kétfémes katalizátorban a fémek tömeg aránya Co:Fe - 1:1, amely 2,5 m/m % koncentrációban tartalmazott vasat és 2,5 m/m%-ban kobaltot. A szintézist az 1. ábrán látható CCVD reaktorban végeztük el, amely egy szabályozható csőkemencéből és egy kvarccsőből állt. A prekursoroként ciklohexilamint és dimetil-amino-propil-amint használtunk. A szénforrás *adagolását* perfúzor segítségével végeztük. Az amin elpárologtatása egy kis méretű csőkemencében történt. A vivógáz nitrogén volt, a szintézis idejét 10-30 perc között változtattuk. A katalizátort egy kvarccsőnekban elterítve helyeztük a kvarcreaktorba, és a katalizátor felületén lejátszódott a szénhidrogén pirolízise.



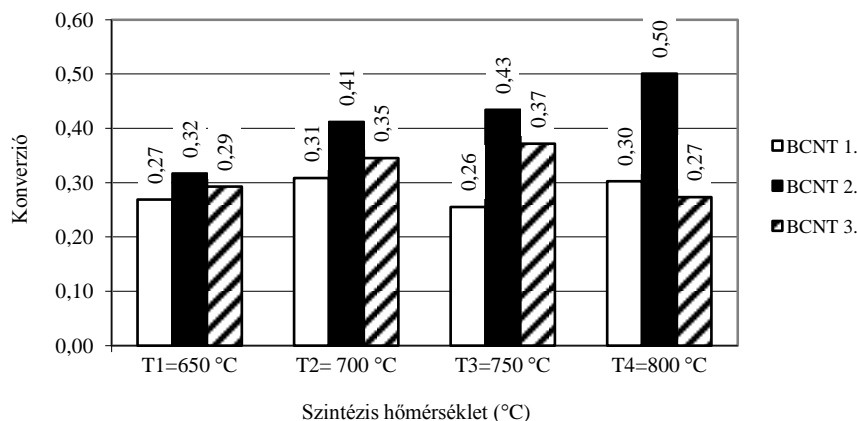
- 1.) N₂ betáplálás, 2.) N₂ rotaméter, 3.) infúziós pumpa, szénhidrogén injektálás
 4.) CH_x csőkemence, 5.) CH_x csőkemence fűtés szabályzó egysége
 6.) kvarc reaktor, 7.) pirolízis kemence 8.) kvarccsónak katalizátorral
 1. ábra. A szintézis során alkalmazott kísérleti rendszer vázlata

Az előállított nanocsövek mellett található katalizátormaradékot tömény sósavval történő kioldással távolítottuk el. *A tisztítási procedúrát kétszer végeztük el a nagyobb tisztaság érdekében. A BCNT tisztaságát EDS analízissel ellenőriztük.*

A kísérleti eredmények elemzését követően készítettünk katalizátor- és adszorpciós töltékként használható BCNT mintákat, amelyek esetében a nanocsövek formázott szilárd hordozó felületén vannak rögzítve a könnyű kezelhetőség érdekében. A formázott zeolit katalizátor elkészítése a fent ismertetett nedves impregnálás módszerével történt. A hordozó formázott zeolit gyöngy volt, amelynek felületén lejátszódott a nanocső képződés.

Eredmények

Az előállított minták esetében végeztünk konverziószámítást is, amelynek az eredményeit 2. ábrán látható konverzió-hőmérséklet grafikonon illusztrálja. A ciklohexilaminból történő szintézis esetén a 800 °C-on történő pirolízis a kedvező a konverzió tekintetében, a szénhidrogén adagolás mértékének jó megválasztása a kísérleti eredményeink alapján szintén jó irányban befolyásolta a konverziót, a 3 ml/h sebességű betáplálás tekinthető optimálisnak. A 6 ml/h adagolásnál ingadozás figyelhető meg a számított konverziók értékében. A 3 ml/h betáplálás esetén a 650 °C – 750 °C növekszik az átalakult CHA mennyisége, 800 °C-nál 37 %-ról 27 %-ra csökkent. A CHA-ból történő BCNT szintézis optimális paramétereinek az eddig elvégzett néhány teszt alapján a 800 °C pirolízis hőmérsékletet, valamint a 3 ml/h szénhidrogén adagolást választottuk. A katalizátor mennyiségét, valamint az alkalmazott szénforrás mennyiségét nem változtattuk a kísérletek során. A tartózkodási idő növelése céljából az eddig alkalmazott vivőgáz áramlását fogjuk a jövőben csökkenteni olyan mértékig, amely még a konverzió növelését biztosíthatja.

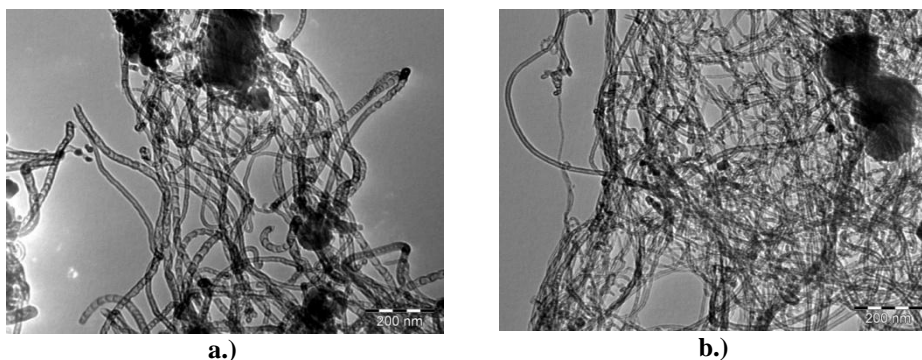


2. ábra. Az egyes minták konverzió értékei a szintézis hőmérséklet függvényében

A dimetil-amino-propil-aminból történő CVD szintézis eredményeit szintén elemeztük, és megállapítottuk, hogy a dimetil-amino-propil-amin pirolízisét a BCNT hozam szempontjából 750 °C hőmérsékleten érdemes végezni. A DMAPA átalakulása 2 ml/h adagolásnál volt a legnagyobb.

Az előállított termék TEM vizsgálata.

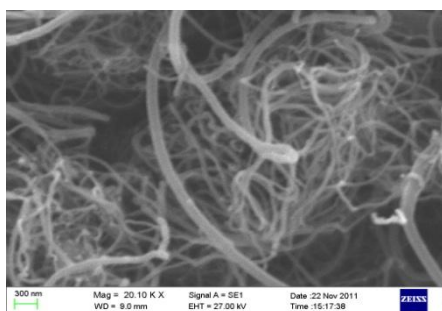
A TEM képeken megfigyelhető, hogy az előállított BCNT csövek átmérői tág határok között változnak (3. ábra). A léptékvonal (scalebar) segítségével megállapítható, hogy a nanocsövek átmérői 10 – 45 nm közöttiek. Mind a négy hőmérsékleten végzett szintézis során nyert termékről készült elektronmikroszkópos felvétel. Ezek tanulmányozása során megállapítottuk, hogy valamennyi minta hasonló méreteloszlást mutat, ebből a szempontból bármely reakcióhőmérsékleten elvégezhető a pirolízis. A TEM vizsgálatok során számos olyan nanocsövet találtunk, amely jól látható nyitott csővéggel rendelkezik, és nem található meg a cső belsejében a katalizátor részecske. Az előbbi tapasztalat abból a szempontból lényeges, hogy a betokozódott fémrészecskék sósavas kioldással nem távolíthatóak el, mivel a szén által védett környezetben vannak. A minta tartalmazott kisebb arányban olyan csöveket is, amelyekben jól megfigyelhető a betokozódott Co/Fe nanorészecske. Ezek a cső megnyitása, így roncsolása nélkül sajnos nem távolíthatóak el. A griden találhatóak voltak halszálkás szerkezetű nanocsövek is, amelyek 40 nm körüli átmérővel rendelkeztek. Ezek aránya a bambusz struktúrával rendelkező szálakhoz viszonyítva elenyésző volt, megállapíthatjuk tehát, hogy a keletkezett termék zömében BCNT. A CHA és a DMAPA pirolízisével előállított minták minősége között nincs számottevő különbség a TEM vizsgálatok alapján.



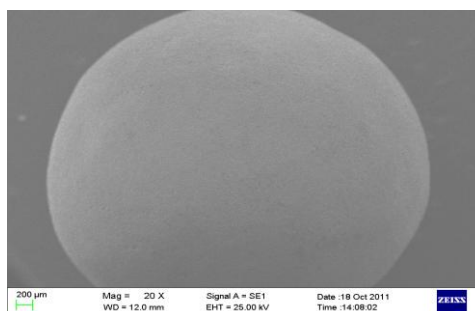
3. ábra. A BCNT minták TEM felvétele
a.) A DMAPA-ból előállított csövek b.) A CHA.ból készített minta

A zeolit hordozós BCNT mintákon elvégzett SEM vizsgálatok eredményei.

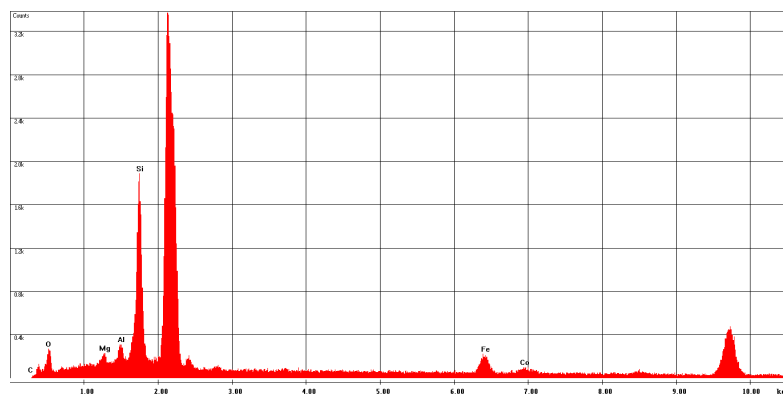
A BCNT-zeolit töltet SEM és EDS vizsgálata az 4. ábrán látható. Az 4 a.) ábrán megfigyelhető, hogy a hordozó felületét gazdagon borítják szén nanocsövek. Könnyen belátható, mint azt már a TEM vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a csövek igen heterodiszperz eloszlást mutatnak a csőátmérők vonatkozásában. Az 4 b.) ábrán a zeolit-BCNT kis nagyítású képe látható. Mint fentebb említésre került, a szén nanocsöveket egy bizonyos geometriával, formával rendelkező hordozó felületén állítottuk elő, azért hogy könnyen kezelhető legyen, akár töltésként oszlopokba, katalitikus vagy adszorpciós kísérletek elvégzése céljából. A képen látható 3-5 mm átmérővel rendelkező zeolit gyöngy, egy „A” típusú zeolit, amely EDS spektrumán (4. ábra c.) jól láthatóak a Mg, Al és Si jellemző csúcsai, amelyek a zeolit összetételéből adódnak. A spektrumon látható kobalt és vas csúcs a két katalizátor fém jelenlétét mutatja. A magnézium-alumínium-szilikátok is kiváló katalizátor hordozók a BCNT előállításában, amelyet alátámasztanak eddigi, az MWCNT szintézis területén szerzett tapasztalataink.



a.)



b.)



c.)

4. ábra. A BCNT-Zeolit minta SEM felvétele

a.) A zeolit felületén képződött nanocsövek b.) A hordozóról készített kép c.) A termék EDS spektruma, a jellemző elemek csúcsaival

Következtetések

A kísérleti tapasztalataink azt mutatják, hogy a vizsgált két amin alkalmas BCNT szintézisre, az előállított minták minősége a csövek strukturáltságának tekintetében nem mutat számottevő eltérést. Figyelembe véve a konverziót, a ciklohexilamin alkalmazása tűnik célravezetőbbnek. A tisztított minták katalitikus hatásának vizsgálatára munkánk második fázisában kerül sor. Tervezett kísérleteinkben össze kívánjuk hasonlítani a nem funkcionált nano karbon szerkezet, valamint a funkcionálással módosított nanokarbon szerkezet katalitikus hatását, valamint választ keresünk arra van-e lényeges különbség a nano és nem nano karbon szerkezetek katalitikus tulajdonságaiban, kínálnak-e új hatékonyabb lehetőségeket a nano karbon formák a környezetünket szennyező anyagok katalitikus ártalmatlanítására.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Kulcsszavak: kétfémes katalizátor, CCVD, pirolízis, szén nanocsövek

Irodalom

1. Julián A. Sánchez, Diana L. Hernández, Jorge A. Moreno, Fanor Mondragón, Jhon J. Fernández: Alternative carbon based acid catalyst for selective esterification of glycerol to acetyl glycerols, Applied Catalysis 405, (2011), p. 55–60

2. Qing Shu, Qiang Zhang, Guanghui Xu, Zeeshan Nawaz, Dezheng Wang, Jinfu Wang: Synthesis of biodiesel from cottonseed oil and methanol using a carbon-based solid acid catalyst, *Fuel Processing Technology* 90, (2009) p. 1002–1008
3. M.A. Álvarez-Montero, L.M. Gómez-Sainero, J. Juan-Juan, A. Linares-Solanob, J.J. Rodriguez: Gas-phase hydrodechlorination of dichloromethane with activated carbon-supported metallic catalysts, *Chemical Engineering Journal* 162 (2010) p. 599–608
4. J. Garcia, H.T. Gomes, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria: Carbon nanotube supported ruthenium catalysts for the treatment of high strength wastewater with aniline using wet air oxidation, *Carbon* 44 (2006) 2384–2391
5. Manuel Fernando R. Pereira, Jose L. Figueiredo, Jose J.M. Rfa, Philippe Serp, Philippe Kalck, Yolande Kihn: Catalytic activity of carbon nanotubes in the oxidative dehydrogenation of ethylbenzene, *Carbon* 42 (2004) 2807–2813
6. V. Kovalevski, A.N. Safronov: Pyrolysis of hollow carbons on melted catalyst, *Carbon*, 36 (1998), p. 963
7. M. Reyes, N. Grobert, R. Kamalakaranc, T. Seeger, D. Golberg, M. Rühlec, Y. Bandod, H. Terronesa and M. Terronessa: Efficient encapsulation of gaseous nitrogen inside carbon nanotubes with bamboo-like structure using aerosol thermolysis *Chemical Physics Letters* 396 (2004), p. 167-173

INVESTIGATION OF COMPOSITION OF THE EXHAUST GASES OF GASOLINE ENGINES

Yuzhakova Tatiana^{1*}, Kovacs József¹, Sinka Zsófia¹, Rédey Ákos¹, Miklós László¹, Ráduly István², Ráduly Lenke², Lakó János¹, Utasi Anett¹, Popita Gabriela Emilia³

1-Institute of Environmental Engineering, University of Pannonia, 10 Egyetem St., Veszprém, 8200 Hungary,

2-Faculty of Economics and Business Management, Babes-Bolyai University, Cluj-Napoca, 520036 Sfântu Gheorghe, Romania

3-Faculty of Environmental Science and Engineering, Babes Bolyai University, 30 Fântânele St., Cluj-Napoca, 400294 Romania,

*yuzhakova@amos.uni-pannon.hu

Introduction

The fuel burning inside the cylinder of the engine is a complex chemical reactions resulting in exhaust gases. Moreover the engine construction and its operational parameters (e.g.: a compression rate, rotation number, ignition time), the chemical composition of the gasoline, air – to – fuel ratio influence as well the composition of the exhaust gas. Nowadays the exhaust gases of the car engines are catalytically treated. Reduction and oxidation reactions are taken place on the catalyst bed. The composition of the treated exhaust gas depends on several factors: exhaust gas temperature, pressure, pollutants concentrations and contact time.

High engine rotation number results in very short contact time for the combustion of the reaction mixture inside of the cylinder. This produces uncompleted burning products (carbon monoxide, hydrocarbons in concentration from few tens to few thousands ppm in the exhaust gas).

The high temperature in the engine supports the oxidation reaction of nitrogen. Different nitrogen oxides (few tens of volume percent in exhaust gas) are formed.

The components of the exhaust gases are able to react with other pollutants in the ambient air producing secondary pollutants which might be more dangerous for the environment: the hydrocarbons and nitrogen oxides in the atmosphere are able to produce new harmful organic compounds containing peroxide type bounds and ozone as a consequence of UV the radiation.

Due to modern refinery technologies the fuels contain only negligible amount of sulfur compounds.

The present work is a part of a research project on studying the engine exhaust gas composition with using different gasolines (e.g conventional gasoline, ethanol based gasoline, biogasoline). The objective of this research was to study the exhaust gas composition generated by four-stroke single cylinder ignition engine operating an aggregate. The ignition motor was operated by commercial E 95 type gasoline. E 95 is a mixture of about 95% ethanol and 5% gasoline.

Method

Aggregator without three-way catalyst were used for simulation of the exhaust gas mixture which is similar to Otto type engine.

The exhaust gas was analyzed on- and –off line. The low concentrations of O₂ (up to 10 v/v%), CO₂ (up to 10 v/v%), CO (up to 1 v/v%), CH₄ (up to 0.5%) and NO (0-5000 ppm) as main components were investigated by on-line gas analyzers (chemiluminescence and non-dispersive infrared type gas analyzers).

The concentrations of the oxygen, carbon monoxide and methane concentrations out of range of on-line analyzers (see above) as well as concentration of nitrogen and hydrogen were detected by Chromatron GCHF-18-3 type gas chromatograph equipped with 5A type molecular sieve packed column. Thermal conductivity detector was used for the analysis.

The organic components of the exhaust gas was collected in Tedlar bag (SKC-232, 3 L, USA) for GC and GC-MSD off-line analysis. The different hydrocarbons (C₁-C₁₂ and aromatics) in the gas samples were investigated by GC-MSD (Agilent, GC 7890A and MSD 5975 type) having J&W GS-Gaspro 30 m x 0.320 mm porous layer open tubular (PLOT) capillary column where the stationary phase is based on bonded silica-based adsorbent [1].

Calibration gas mixture containing 1 ppm of the BTEX components (benzene, toluene, ethyl-benzene, m-, p-, o- xylene) were used for the quantitative analysis. Components such as water, ethanol, alcohols, aldehydes ketones were not analyzed.

Results and discussion

Literature [2] and experimental data on the average composition of the ignition engine exhaust gas operated by gasoline are summarized in Table 1. About 97-98.5 v/v% of the catalytically treated exhaust gas is attributed to nitrogen, carbon dioxide, water and hydrogen which are harmless to the human health. Three-way catalysts containing small amounts of noble metals (≤ 0.1 wt%) supported on thermally and mechanically stable material such as alumina are usually used for the catalytic treatment of the exhaust gases. The remaining max. 3 v/v% fraction contains carbon monoxide, hydrocarbons and nitrogen oxides.

Table 1. The average composition of the engine exhaust gas operated by gasoline [2] and experimental data of the untreated exhaust gas, v/v %.

Compound	CO ₂	H ₂ O	O ₂	CO	NO _x /NO	C _x H _y */CH ₄	H ₂	N ₂
Treated motor exhaust gas[2]	12.80	10.50	1.00	2.3	0.5/-	0.1/-	0.4	72.4
Untreated exhaust gas	5.60	-	14.30	4.48	-/16 ppm	-/0.03	2.12	>70

*Different types of hydrocarbons (paraffin, olefins, alcohols, aldehydes, ketones etc.)

The investigated untreated gas mixture was considered to be dry since the exhaust gas was cooled down to 18°C and separated from the condensate, therefore water was under the detection limit of the equipment used. The main component of the exhaust gas was nitrogen. O₂ and CO concentrations were higher, and that of

CO₂ (H₂O) was lower in case of the untreated exhaust gas in comparison with the treated exhaust gas mixture given in the literature [2]. It can be explained that without catalyst the combustion processes are not complete.

Most of the hydrocarbons can be attributed to volatile organic compounds (VOC). According to the definition given in Directive 1999/13 EC the VOC is any organic compound having a vapour pressure of 0.01 kPa or higher [3] at 293.15 K, or according to Directive 2004/42 EC [4]: VOC is any organic compound having an initial boiling point lower than or equal to 250 °C measured at a standard pressure of 101.3 kPa.

The volatile organic compounds including BTEX react with nitrogen oxides in the atmosphere with formation of tropospheric ozone and creation of smog. From the BTEX group compounds the benzene is dangerous to human health due to its mutagenic and carcinogenic effect. Therefore the benzene limit concentration is low and should be strictly controlled. Toluene, ethyl-benzene and xylenes are considered to be toxic materials and planned target values were specified for those.

Limits of benzene and planned target values of toluene, ethyl-benzene and xylenes defined in Decree No. 4/2011 (I. 14.) of Ministry of Country Development and summarized in Table 2.

Table 2. Limit value and planned target values of BTEX pollutants

Compounds	Planned target value, µg/m ³	Limit value 24 hours/annual, µg/m ³
Benzene	-	10/5
Toluene	200	-
Ethyl-benzene	20	-
p-Xylene	60	-
m-Xylene	60	-
o-Xylene	60	-

Nowadays gasolines with high octane ratings, in average of 93-98, are commercialized. The octane ratings are shown in Table 3. BTEX compounds are present in the gasoline since they have relatively high octane ratings. Therefore the transportation is the main source of BTEX emission.

About 65 hydrocarbon components were identified in the E 95 gasoline. Mainly iso-, normal paraffins (C₄-C₉) and cyclic hydrocarbons having one aromatic ring (e.g. benzene, propylbenzene) were detected and are shown in Fig.1.

Unsaturated compounds and alkynes in general are more strongly adsorbed on stationary phase [1,6]. Comparing the two patterns in Fig. 1. similar tendency in the elution order was observed for hydrocarbons having the same carbon number (C₄, C₅, C₆, C₇). For example the retention time of C₆ group was as follows: *iso* hexane (isomer) < hexane (normal paraffin) < benzene (aromatics). It means that *iso* compound is more weakly adsorbed on the stationary phase than its normal or corresponding aromatic compound.

Table 3. Octane ratings of saturated and aromatic hydrocarbons [2].

Hydrocarbons	Octane ratings
n-Heptane	0
Benzene,	101.0
Toluene	120.1
Ethyl-cyclohexane	45.6
Ethyl-benzene	107.4
Xylene	117.5
2,2,4- trimethyl –pentane	100.0

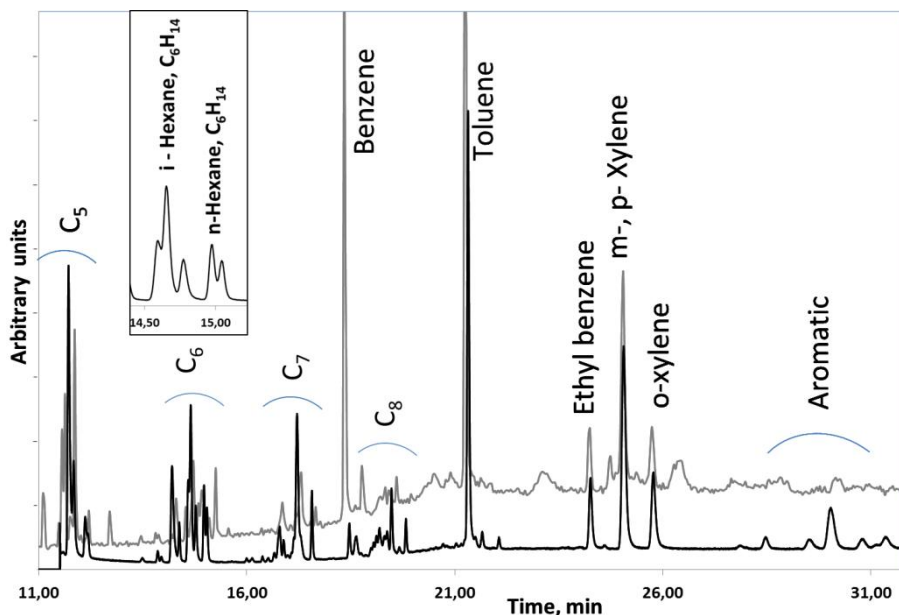


Fig. 1. Part of CG-MSD patterns of E 95 gasoline (black line) and its untreated exhaust gas mixture (grey line)

Untreated exhaust gas mixture of the Otto type engine was also investigated. Several detected compounds were similar to the components of the gasoline sample. Moreover due to combustion process new compounds were detected by GC-MSD technique such as nitrogen, carbon monoxide, unsaturated hydrocarbons (e.g. ethylene, acetylene, propylene, etc.).

BTEX compounds were present in gasoline sample as well as in the exhaust gas mixture. The concentrations of these harmful compounds were calculated on the basis of calibration gas chromatograms ($c_{(BTEX)} = 1 \text{ ppm}$).

The average BTEX concentration of the untreated exhaust gas from the aggregator operated with E 95 gasoline was as follows: toluene: $0.332 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, benzene: $0.211 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, o- xylene: $0.061 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, m- and p-xylene: $0.056 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, ethyl-benzene: $0.038 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. It can be seen that the concentration of the investigated compounds is much lower than the limit values specified (see Table 2).

Conclusions

Applied CG-MSD method is suitable for the determination of the exhaust gas composition. Air pollutants such as saturated, unsaturated and aromatics hydrocarbons were investigated. For the determination of the concentrations of the organic compounds containing oxygen different type of GC column should be used.

BTEX volatile organic compounds were present in low concentration in the exhaust gas. The catalytic treatment should be an efficient method for the prevention of the ambient air contamination from harmful compounds such VOC in low concentration. The catalytic exhaust gas treatment will be dealt with in a separate paper.

Acknowledgment

This work was supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund in the frame of the TAMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 and TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025.

Keywords: environmental protection, air pollution, exhaust gas composition, BTEX concentration, GC-MSD analysis

References

1. Armstrong DW, Reid GL, Luong J. Gas Separations: A Comparison of GasPro™ and Aluminum Oxide PLOT Columns for the Separation of Highly Volatile Compounds. *Current Separations* 1996; 15:15-11.
2. Dénes K. *Katalitikus eljárások a környezetvédelemben*. Vezsprémi Egyetemi Kiadó; 1999.
3. Council directive 1999/13/EC. 11th March 1999. *The limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain activities and installations*. L0013: 1-25. [Online] available from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999L0013:19990329:EN:PDF> [Accessed 29th February 2008].
4. Directive 2004/42/CE of the European Parliament and of the Council. Retrieved 28th September 2010. *The limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain paints and varnishes and vehicle refinishing products EUR-Lex*. Official Journal of the European Union, European Union Publications Office, L143:87-96. [Online] available from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:143:0087:0096:EN:PDF> [Accessed 29th February 2008].
5. Hungarian Ministry of Country Development Decree No. 4/2011 (I. 14.). *The limits of the load level of the air and on the emission limits of the fixed air polluting sources* [Accessed 29th February 2008] http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100004.VM [Accessed 29th February 2008].
6. Herskovics Nándorné, Jecsi L, Nagy L, Pozsgai T, Vermes Zoltánné, Siklós P. *Szénhidrogén-ipari gyakorlatok*, Budapest Műszaki Egyetem. Kézirat. Tankönyvkiadó: Budapest; 1977.

POLIMER ELEGYEK BENTONIT SZUSZPENZIÓ RÉSZECSKÉIRE KIFEJTETT FLOKKULÁLTATÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Zákányiné Mészáros Renáta

Miskolci Egyetem Kémiai Intézet, 3515 Miskolc Egyetemváros

fkmmr@uni-miskolc.hu

Bevezető

Vízoldékony polimerek adagolása a kolloidális szennyezők fázis-szétválasztás meggyorsításának és hatékonyság- növelésének egyik legmodernebb módszere. E problémakörön belül alig tanulmányozott a polimer-elegyek hatása. Ugyanakkor az elegyek, a számos rendszerben megvalósuló szinergetikus hatás révén jelentősen tovább növelhetik a szilárd és lebegő részecskék vizekből való eltávolításának hatékonyságát. Ennek kapcsán vizsgáltam kationos és anionos polimerek elegyeinek hatását a vizekben jellemzően előforduló részecskék elektrokinetikai potenciáljára, aggregálódásának kinetikájára, a képződött aggregátumok szilárdságára a hozzáadott polimer mennyiség, a polielektrolit töltéssűrűség, a biner elegy összetétele, a rendszer keverésének intenzitása és módja függvényében.

Anyagok és módszerek

A flokkulációs kísérleteim során 0,1-1,5 %-os (tömeg) töménységű, desztillált vízben diszpergált bentonit szuszpenziót alkalmaztam. Ezeket az anyagokat azért választottam, mert frakcionálással időben stabil szuszpenziót lehet belőlük készíteni, a részecskék tulajdonságai a vizsgálatok alatti időben nem változnak és a flokkulációs kísérletek során ezekkel a rendszerekkel jól reprodukálható eredmények érhetők el. Szuszpenziót minden esetben Mádról származó (kereskedelmi forgalomban kapható) bentonitból és kaolinból készítettem.

A felhasznált polimerek az SNF S.A., (Franciaország) által gyártott polielektrolitok, elsősorban az akrilamid és ennek kationos, illetve anionos monomerek által módosított kopolimerei. Ezek ismert jellemzőit az 1. táblázatban foglaltam össze. Az alkalmazni kívánt polimer-oldatot a következőképpen készítettem. A száraz, por alakú polimert kis mennyiségű desztillált vízben 24 óráig duzzasztottam, majd növekvő vízmennyiséget hozzáadva fokozatosan feloldottam.

1. táblázat. A felhasznált polimerek jellemző tulajdonságai.

gyártó	elnevezés	molekulat ömeg	töltés előjel	töltés sűrűség
SNF	SNFFO4115SH	6-8*10 ⁶ D	+	5mol%
SNF	SNFFO4350SH	6-8*10 ⁶ D	+	25mol%
SNF	SNFAN905SH	8-9*10 ⁶ D	-	5mol%
SNF	SNFAN935SH	8-9*10 ⁶ D	-	35mol%

A legtöbb esetben a törzsoldat töménysége 0,25-1 g/l (0,025-0,1%) volt, amit a felhasználás előtt tovább hígítottam általában 0,01- 0,05 % koncentrációig. A kísérletekhez friss (1 hétnél nem öregebb) polimer-oldatot használtam.

A részecske aggregálódás időbeni változását átfolyásos rendszerben PDA2000 (Rank Brothers, UK) mérőműszer segítségével határoztam meg. A zavarosság fluktuációs vizsgálatok elvégzéséhez a cirkuláló rendszerű mérőkört alkalmaztam, melynek elemei a következők:

A vizsgálni kívánt diszperzióban a keverési feltételeket a szabályozható fordulatszámú mágneses keverő (WiseStir MSH20D Dainah Scientific Co. Ltd.) biztosította.

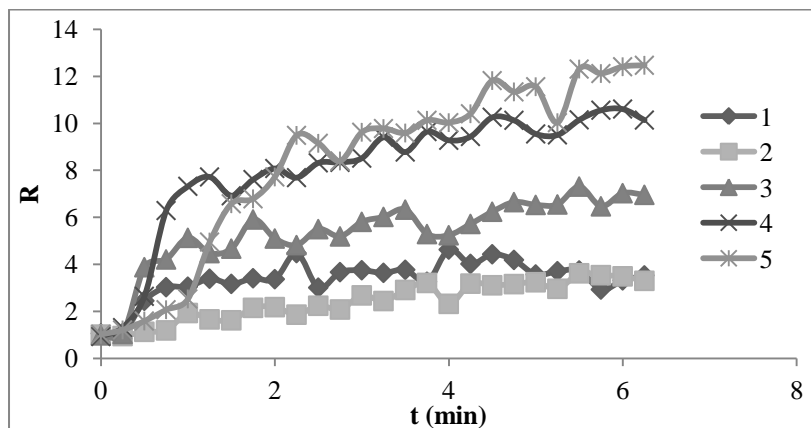
A keverés alatt lévő diszperzió flexibilis csőben a sebességszabályzón, illetve perisztaltikus pumpán áthaladva cirkulál a PDA-2000 mérőműszer részecskéket detektáló egységén keresztül, ahol a szuszpenzió áthaladó fény-fluxus értékét érzékeny foto-detektor regisztrálja, amely a fényjelet elektromos jellé alakítja át. A PDA-2000 műszer korai információval szolgál a rendszerben lejátszódó aggregálódási folyamatokról, akár már másodpercek elteltével a reagens szuszpenzióhoz való hozzáadása után [1, 2, 3].

Az adszorbeált polimer által előidézett flokkuláció mértéke és a polimerrel borított részecskék elektrokinetikai potenciáljának párhuzamos mérései alapján következtethetünk a flokkuláció mechanizmusára. Az elektrokinetikai vizsgálatokat Zeta Plus (Brookhaven Inc., USA) műszer segítségével végeztük a Kassai Műszaki Egyetem Környezetvédelmi Intézetében.

Eredmények

A flokkulációs vizsgálatok megkezdése előtt előzetes kísérleteket végeztem, mely a polielektrolitok között oldatban fellépő lehetséges kölcsönhatások feltárására irányult. Ennek során különböző töltéssűrűségű és töltéselőjelű polielektrolitokból készítettem 0,25 g/l-es oldatokat, majd ezek közül az anionos és kationos oldatokat páronként növekvő koncentrációban elegyítettem. A vizsgálat során azon oldatpárokat, melyek az elegyítés hatására kicsapódtak, a további vizsgálatok elvégzésére alkalmatlannak minősítettem, hiszen ezen esetekben a két polielektrolit között erős kölcsönhatás lépett fel. Ilyen polielektrolitoknak a nagy töltéssűrűségű SNF FO és SNF AN minták bizonyultak. További vizsgálatok elvégzésére a kis és részben közepes töltéssűrűségű polielektrolit párok esetén volt lehetőség, ezeknél ugyanis nem figyeltem meg kölcsönhatást.

Az alábbi ábrán összesítve mutatom be az állandó lassú keverés hatására képződő flokkulumok méretének időbeni változását az FO4115SH kationos ($M \approx 6-8 \cdot 10^6 D$, $CD \approx 5 \text{ mol\%}$) és az AN905SH anionos ($M \approx 8-9 \cdot 10^6 D$, $CD \approx 5 \text{ mol\%}$) polielektrolitok és ezek 1:1 biner elegyei jelenlétében a polimeroldat különböző adagolási módja feltételénél.



1. ábra. Állandó lassú keverés (50 f/p) hatására képződő flokkulumok méretének időbeli változása polielektrolit elegyek különböző adagolási módja esetén 1,3 g/l töménységű bentonit szuszpenzióban, 1,53 mg/g hozzáadott FO4115SH és 1,53 mg/g AN905SH jelenlétében (adagolás módját ld. a jelmagyarázatban).

Jelölések:

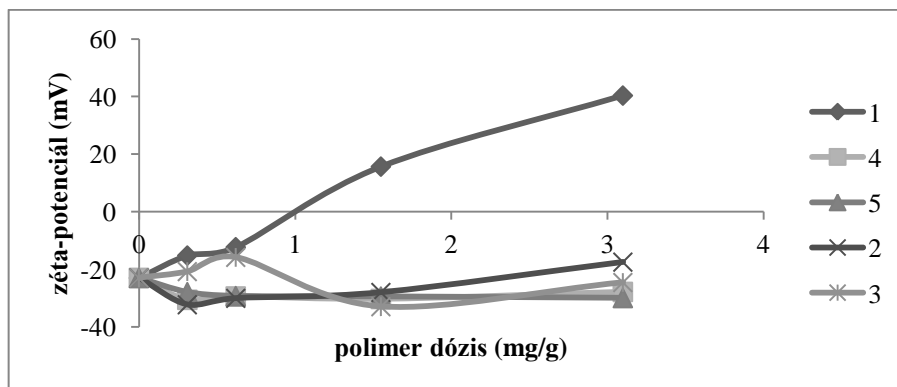
1. kationos polielektrolit oldat hozzáadása a folyamat kezdeti pillanatában,
2. anionos polielektrolit oldat hozzáadása a folyamat kezdeti pillanatában,
3. kationos és anionos polielektrolit oldat egyidejű hozzáadása a folyamat kezdeti pillanatában,
4. kationos polielektrolit oldat hozzáadása a folyamat kezdeti pillanatában, majd 30 mp elteltével anionos polielektrolit oldat adagolása (késleltetett adagolás)
5. anionos polielektrolit oldat hozzáadása a folyamat kezdeti pillanatában, majd 30 mp elteltével kationos polielektrolit oldat adagolása (késleltetett adagolás)

Az 1. ábra adataiból látható, hogy az alkalmazott anionos polimer kis mennyiségben önmagában (2. kísérlet) csak kismértékben flokkuláltatja a vizsgált szuszpenziót (az R maximális értéke kb. 2-2,5), míg a kationos polimer ugyanolyan hozzáadott mennyiségben (1. kísérlet) már nagyobb méretű flokkulumok képződéséhez vezet ($R \sim 3-4$). A két polimer-oldat egyidejű hozzáadása esetén (3. kísérlet) nagyobb méretű aggregátumok képződtek, mint az első és második kísérleteknél. A mérések kezdetén kationos polimer, majd 30 mp elteltével ugyanolyan mennyiségű anionos polimer hozzáadása a rendszerhez (4. kísérlet) az aggregátumok méretének ugrásszerű, majd későbbi folyamatos növekedéséhez vezet (R eléri a 12 értéket). Ezzel ellentétben a vizsgált anionos polimer-oldat 0. időpillanatban való adagolása, majd 30 mp elteltével ugyanolyan mennyiségű kationos polimer-oldat hozzáadása a rendszerhez az aggregátumok méretének lassú növekedését eredményezi. A nagyobb méretű aggregátumok képződésének időigénye kb. olyan, mint az előző esetben volt (1. fent).

A polimerelegyen megfigyelt szinergetikus hatás azzal magyarázható, hogy a nagyobb affinitású kationos polielektrolit sok kötésponttal kapcsolódva a felülethez

vékony adszorpciós réteget képez, míg az adszorbeált anionos polielektrolit kevés kötésponttal kapcsolódik a felülethez, ami jelentős hosszúságú hurkok, ill. láncvégek megjelenéséhez vezet. Ez megnöveli a polimerelegy „hídkötésre” való hajlamát, azaz a flokkuláltatás mértékét. A flokkuláltatást nagymértékben elősegíti a kationos polimer szegmensek adszorpciója során bekövetkező felületi töltés- és potenciál csökkenés is. Ehhez viszonyítva a 4. kísérlet feltételeinél (kationos polielektrolit oldat hozzáadása a kezdeti pillanatban, majd 30 mp elteltével az anionos polielektrolit oldat adagolása) lényegesen nagyobb aggregátumok, gyorsabban képződnek. Ebben az esetben az aránylag nagy molekulatömegű kationos polimeroldat kerül előbb a rendszerbe, amely önmagában is felületi (zeta-) potenciál csökkenés és polimer hídkötés együttes hatására jelentős aggregációt idéz elő, melynek mértékét tovább növeli a vastag polimer rétegeket képző anionos polimer további (másodlagos) aggregáltató hatása. Végül az 5. kísérleti feltételeknél (anionos polielektrolit oldat hozzáadása a kezdeti pillanatban, majd a kationos polielektrolit oldat késleltetett adagolása), az aggregátumok méretében csak a folyamat kezdeti szakaszában látható eltérés.

Hasonló viselkedés figyelhető meg bentonit részecskéken előadszorbeált kis töltéssűrűségű anionos AN905SH, vagy közepes töltéssűrűségű kationos FO4350SH polielektrolitok esetén (2. ábra). Az elektrokinetikai vizsgálatok során kapott adatok információval szolgálnak az adszorbeált polimereknek az elektromos kettősrétegre kifejtett hatásáról és számos esetben magáról a polimer rétegnek a szerkezetéről, illetve a flokkulációs vizsgálatok eredményeivel összevetve, következtetést enged levonni a flokkuláció mechanizmusára vonatkozóan [4, 5, 6, 7]. A részecskék zeta-potenciál értéke, melyeken előre elkészített 1:1 tömeg arányú anionos és kationos polielektrolit elegyet adszorbeáltattam, szintén a csak anionos polielektrolittal borított részecskék elektrokinetikai potenciáljához hasonló értéket mutatnak. Ez azt jelenti, hogy azokban a rendszerekben, melyekben a részecskéket összetett adszorpciós réteg borítja, az elektrokinetikai potenciál előjelét és értékét az anionos polielektrolit határozza meg.



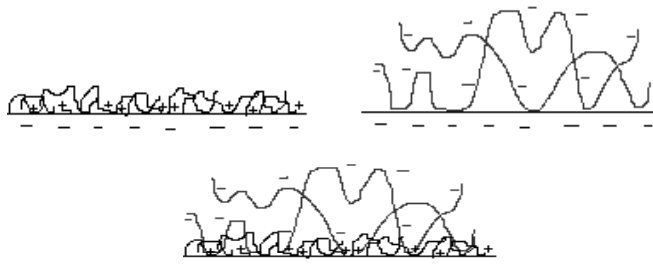
2. ábra. Bentonit részecskék zeta-potenciáljának függése a hozzáadott polielektrolit és polimer-elegy mennyiségtől és az adagolás módjától (ld. jelölések).

Jelölések:

1. közepes töltéssűrűségű FO4350SH kationos polimer,
2. közepes töltéssűrűségű AN935SH anionos polimer,
3. változó mennyiségű anionos polimert tartalmazó bentonit részecskékhez további 0,65 mg/g kationos polimer hozzáadása,
4. változó mennyiségű kationos polimert tartalmazó bentonit részecskékhez további 0,65 mg/g anionos polimer hozzáadása,
5. 1:1 tömegarányú anionos és kationos polielektrolit elegy adagolása.

Következtetések

Összegezve a fent bemutatott eredményeket, elmondható, hogy a részecskék negatív töltésű felületén adszorbeálódott kationos polielektrolit az anionos polimert nem képes kiszorítani. Úgy tűnik, a felülethez sok kötésponttal kapcsolódó, vékony kationos polimer rétegek elrejtve maradnak a kiterjedt anionos polimer rétegek mögött, ezért az utóbbiak határozzák meg a felületükön biner polimerelegyeket adszorbeált részecskék zéta-potenciáljának előjelét és értékét (3. ábra).



3. ábra. Agyagásvány részecskék lapjainak felületén adszorbeált kationos és anionos polielektrolitok, illetve ezek elegyei által felvett konformáció pH 7,5 értéknél.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

1. Gregory J.: Progress in Filtration and Separation, Elsevier, Amsterdam, 1986.
2. Gregory J.: Adv. Coll. Interf. Sci., 2009, 109. 147–148
3. Gregory J, Chung H.: J Water SRT-AQUA, 1995, 125. 44
4. Bárány S.: Polimerek diszperz rendszerekben, A kémia legújabb eredményei, 2000, Akadémiai Kiadó, Bp., 88. kötet, 2000.
5. Miagchenkov V.A., Bárány S., Bekturov A.E.: Poliakrilamidnije flokkuljanti. Kazani Egyetemi Kiadó. Kazan. 1998.
6. Barany S., Szepesszentgyörgyi Á.: Adv. Coll. Interf. Sci., 2004, 117. 111
7. Bárány S.: Polymer Containing Disperse Systems, Kiev: Naukova Dumka, 1986.

MAGYARLAPÁDI (ROMÁNIA) VETEMÉNYEK NEHÉZFÉM-TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

Zsigmond Andrea-Rebeka^{1*}, Szatmári Gizella¹, Szilágyi Renáta², László Enikő²

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, 400112 Kolozsvár, Mátyás király u., 4. sz., Románia

²Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Bethlen Gábor u., 1. sz., Románia

**zsigmond.andrea@kv.sapientia.ro*

Bevezető

A talajoknak, főleg a termőföldek talajának nehézfém-szennyezettsége ma egyre nagyobb problémát jelent [1, 2]. A szennyezés fő forrásai: az öntözésre használt szennyvíz, szennyvíziszap, közlekedés és ipari tevékenység. A szálló por felületén adszorbeálódott nehézfémeket a szél a szennyező forrástól több tíz km-re szállíthatja, ami száraz és nedves ülepedés által a növényekre és talajra kerül. A kadmium szubmikrométeres részecskékhez tapadva oxid, szulfid, klorid formájában szállítódik. Színesfém-feldolgozó üzemek főleg CdS formájában bocsátják ki [3]. Az ólom a levegőben a 0,2–1,0 µm-es részecskék felületére adszorbeálódva szervesetlen vegyületek formájában szállítódik. A színesfém-feldolgozó üzemek PbSO₄ és PbO formájában bocsátják ki [3, 4]. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által megszabott napi kadmiumfelvétel élelmiszereken keresztül nem haladhatja meg a 1 µg/kg_{test}/nap értéket, az ólom esetében pedig a 3,5 µg/kg_{test}/nap értéket [5].

Számos kutatás bizonyossá tette, hogy a termesztett növények képesek akkumulálni a különböző nehézfémeket, melyeket elsődlegesen a talajból, gyökereiken keresztül vesznek fel [2, 6, 7]. A talaj fizikai-kémiai tulajdonságai (pH, porozitás, szerves anyag tartalom) szabályozó tényezői a növények általi fémfelvételnek. A különböző fajok eltérő akkumulációs készséget mutatnak a különböző fémekkel szemben, sőt a fémek koncentrációja a növény különböző részeiben is jelentős eltéréseket mutathat [8, 9].

Két nehézfém koncentrációját vizsgáltuk: Cd és Pb. A választás azért esett erre a két elemre, mert úgy a kadmium, mint az ólom az élő szervezet számára idegenek, és kis koncentrációban már toxikus hatást fejtenek ki. Az ólom károsítja a vesét, ugyanakkor érrendszeri megbetegedéseket, vérszegénységet, gyermekeknél pedig korai elbutulást okoz [10]. A kadmium károsítja a veseműködést, csontrendszert és szaporítóképzőszövetet [5].

Az általunk vizsgált terület, Magyarlapád, egy olyan település, amely egy színesfém-feldolgozó üzemtől 10 km-re fekszik, az uralkodó szélirányba. A lakosság vetemények termesztésével foglalkozik saját fogyasztás céljából. Minden gazdaság saját kerttel rendelkezik. Célul tűztük ki, hogy Magyarlapádon meghatározzuk négy vetemény Cd- és Pb-tartalmát, és ezáltal felmérjük a lakosság kitettségét az említett fémek káros hatásainak.

Anyag és módszer

A település térképe alapján mintavételi hálót szerkesztettünk, a 30 négyzet alakú egységben pedig egy-egy kertet jelöltünk ki mintavételi pontnak. Egy mintavételi egység 165x165 m² felületet jelöl (1. ábra). A kert kiválasztásának fő szempontját képezte a vizsgált növényeknek az együttes termesztése: petrezselyem (*Petroselinum crispum*), sárgarépa (*Daucus carota*), burgonya (*Solanum tuberosum*) és bab (*Phaseolus vulgaris*). A növényeket úgy választottuk, hogy különböző szövetekben vizsgálhassuk a nehézfém-tartalmat.

A petrezselyem és sárgarépa gyökereket, valamint a hámozott burgonyagumókat vékony szeletekre vágtuk, majd lemértük, szárítószekrényben légszárazra szárítottuk, porítottuk és meghatároztuk a nedvességtartalmukat. A száraz és porított mintákból 1–1 g-ot feltártunk savas-oxidatív eljárással. A feltárást atmoszférikus nyomáson, 36 %-os HNO₃ és 30 %-os H₂O₂ keverékével végeztük 4–5 órán át. Az így nyert oldatokat kétszer desztillált vízzel 25 ml-re hígítottuk.

A nehézfémek koncentrációját voltammteriás módszerrel határoztuk meg, függesztett higanysepp elektród segítségével, differenciál impulzus technikával. A meghatározást enyhén savas közegben végeztük (pH = 4,6). Az alapoldat nagy ionerősségét 3 M-os KCl-oldat hozzáadásával biztosítottuk. Az eltérő mátrixból adódó hibák elkerülésének céljából a többszörös standard addíció módszerét használtuk egyetlen, kételemes standard felhasználásával. A felhasznált anyagok analitikai tisztaságúak voltak.

Az eredményeket az EU 1881/2006/EK Rendelete alapján megszabott határértékekhez viszonyítottuk, mely szerint a friss zöldségekben és gyümölcsökben maximálisan megengedett határérték kadmiumra 0,050 mg/kg, ólomra pedig 0,100 mg/kg.

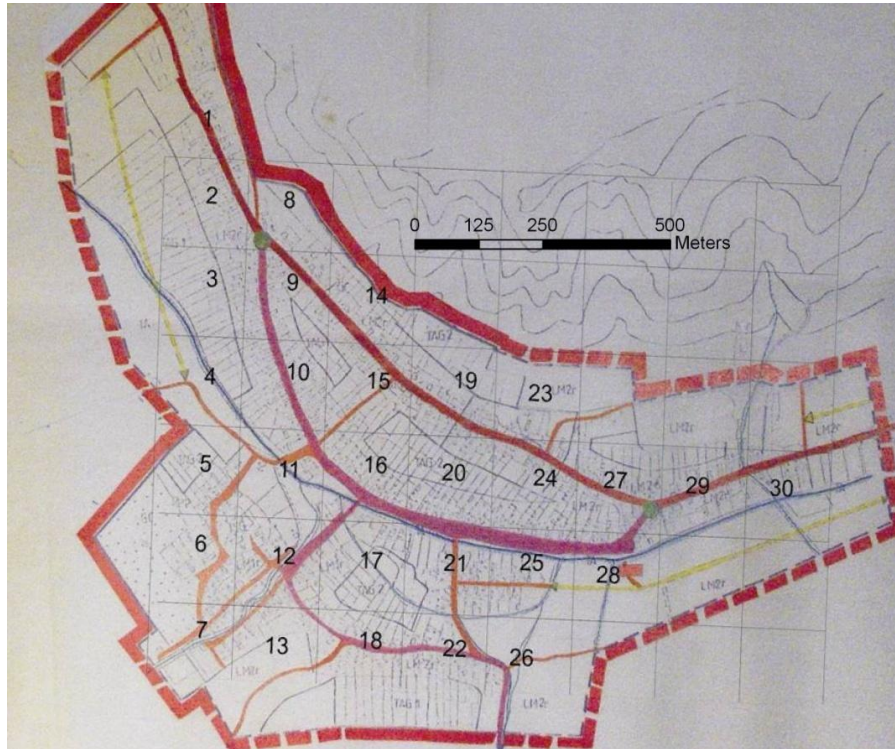
A településen áthalad a 107E-es megyei út, ezért a közlekedésből származó Pb hatását is vizsgáltuk. A mintavételi hálón a megyei utat is magukba foglaló egységekből (14 darab) begyűjtött minták ólomtartalmát összehasonlítottuk a megyei utat nem keresztező egységekből (16 db) származó minták ólomtartalmával. Az összehasonlításhoz a *t*-tesztet használtuk. A vetemények Cd- és Pb-tartalma alapján, a mintavételi pontokat összehasonlítottuk főkomponens analízis szerint is.

Eredmények

A vizsgált nehézfémek koncentrációi a négy növényben az 1. táblázatban láthatók. Az ólomkoncentrációk szinte minden esetben nagyobbak voltak a kadmium-koncentrációknál, és meghaladták a megengedett határértéket. A petrezselyem ólomtartalma 0,01–1,37 mg/kg, a sárgarépáé 0,03–0,71 mg/kg, a burgonyáé 0,01–0,49 mg/kg és a babé 0,02–0,81 mg/kg között változott. Az EU által megszabott határértéket az ólomtartalom a petrezselyem-minták 43 %-ánál, a sárgarépa-minták 67 %-ánál, a burgonyaminták 40 %-ánál és a babminták 20 %-ánál haladta meg, több esetben pedig a határérték szintjén volt.

A kadmium-tartalom az EU-s irányelvek által megszabott határértéket a petrezselyem-minták 13 %-ánál, a sárgarépaminták 20 %-ánál, a burgonyaminták 12 %-ánál és a babminták 6 %-ánál haladta meg. A kadmiumtartalom a

petrezselyemben 0,01–0,15 mg/kg között, a sárgarépában 0,01–0,16 mg/kg között, a burgonyában 0,01–0,08 mg/kg között és a babban 0,01–0,81 mg/kg között változott.



1. ábra. A mintavételi háló alapján kijelölt mintavételi pontok

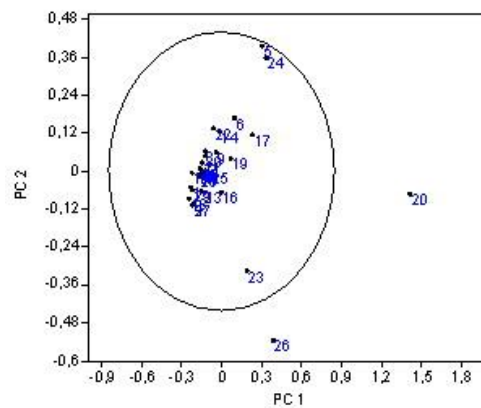
A *t*-teszt analízis alapján ($p = 0,05$) a megyei út menti pontokban az ólomkoncentráció nem mutat szignifikáns eltérést a megyei úttól távolabb eső pontokhoz viszonyítva, ezért az út nem tekinthető potenciális szennyezőforrásnak. A legmagasabb ólom- és kadmium-koncentrációt elszórta elhelyezkedő egységekben kaptuk: 5, 14, 17, 20, 23, 24, 26. Nem mutatható ki egy összefüggő magas szennyezettségű zóna.

A főkomponens analízis (2. ábra) alapján hasonló eredményre jutottunk: $p = 0,05$ szignifikancia szinten a különböző pontokból begyűjtött vetemények a Cd- és Pb-koncentráció alapján nem különböznek szignifikánsan egymástól. Két mintavételi pontból gyűjtött minták mutatnak szignifikáns eltérést a Cd és Pb koncentrációban, melyek közül csak az egyik található a közút mentén (20-as pont). A megyei út nehézfém-szennyező hatása ezzel a módszerrel sem mutatható ki a veteményekben.

1. táblázat. Kadmium- és ólomkoncentrációk friss tömegre számolva (mg/kg)

Minta	Petrezselyem		Sárgarépa		Burgonya		Bab	
	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb
1	0,01	0,01	0,03	0,09	0,05	< 0,01	0,01	< 0,01

2	0,02	0,08	0,05	0,18	0,02	0,06	0,02	0,04
3	0,15	0,09	0,16	0,03	< 0,01	0,10	0,04	< 0,01
4	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05	0,13	0,10	< 0,01
5	0,03	0,39	0,05	0,71	0,08	0,16	0,23	0,11
6	0,06	0,35	0,04	0,26	0,04	0,12	< 0,01	< 0,01
7	0,03	0,08	0,03	0,15	0,04	0,27	0,03	< 0,01
8	< 0,01	< 0,01	0,06	0,37	0,01	0,06	0,06	0,09
9	0,04	0,18	0,05	0,17	0,06	0,14	0,07	< 0,01
10	< 0,01	< 0,01	0,05	0,17	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
11	0,02	0,05	0,03	0,12	0,00	0,07	0,07	< 0,01
12	0,02	0,09	0,07	0,12	0,03	0,06	0,02	< 0,01
13	0,02	0,13	0,03	< 0,01	0,03	0,09	0,03	< 0,01
14	0,01	0,08	0,07	0,30	0,03	0,31	0,47	< 0,01
15	0,01	0,13	0,05	0,13	0,03	0,14	0,02	0,03
16	0,03	0,21	0,03	0,10	0,01	0,01	0,08	0,12
17	0,03	0,35	0,03	0,37	0,08	0,17	0,06	0,18
18	0,03	< 0,01	0,05	0,04	< 0,01	< 0,01	0,05	< 0,01
19	0,02	0,33	0,03	0,09	0,05	0,15	< 0,01	0,02
20	0,06	1,37	0,03	0,23	0,05	0,49	0,13	0,79
21	0,04	0,10	0,05	0,17	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01
22	0,03	0,15	0,04	0,31	0,02	0,09	0,01	< 0,01
23	0,02	0,15	0,04	0,10	0,07	0,21	0,13	0,46
24	< 0,01	0,58	0,03	0,44	0,04	0,08	0,34	< 0,01
25	0,03	0,08	0,06	0,15	0,01	< 0,01	0,03	< 0,01
26	0,01	0,18	0,06	0,13	0,04	0,08	0,30	0,81
27	0,01	< 0,01	0,14	< 0,01	0,04	< 0,01	0,38	< 0,01
28	0,01	0,03	0,05	0,13	0,07	0,11	0,12	< 0,01
29	0,01	0,02	0,03	0,07	0,04	< 0,01	0,04	< 0,01
30	0,04	0,09	0,05	0,20	0,03	0,04	0,16	< 0,01



2. ábra. Főkomponens analízis a mintavételi pontokra

Következtetések

Egyértelmű akkumulációs preferenciák mutathatók ki: a petrezselyem és a sárgarépa gyökere az ólommal szemben, a bab pedig a kadmiummal szemben mutat preferenciát, ugyanakkor a petrezselyemben mértük a legkisebb kadmium-koncentrációkat, illetve a babban a legkisebb ólomkoncentrációkat.

Magyarlapádon kimutatható az ólom- és kadmiumszennyezés a természetett növényekben. A növények nehézfém-tartalma és a közlekedés között nem mutattunk ki egyértelmű kapcsolatot, ezért elmondható, hogy a szennyezés forrása nagy valószínűséggel a 10 km-re fekvő Nagyenyeden működő színesfém-feldolgozó üzem.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Sapientia Alapítvány Kutatási Programok Intézete támogatta.

Kulcsszavak: nehézfém, bioakkumuláció, légszennyezés, zöldségfélék

Irodalom

1. Alloway BJ. Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief review. *Land Contamination & Reclamation* 2004; 12(3): 179–187.
2. Gzyl J. Ecological impact and remediation of contaminated sites around lead smelters in Poland. *Journal of Geochemical Exploration* 1995; 52(1): 251–258.
3. Dillner AM, Schauer JJ, Christensen WF, Cass GR. A quantitative method for clustering size distributions of elements. *Atmospheric Environment* 2005; 39:1525–1537.
4. Singh M, Jaques PA, Sioutas C. Size distribution and diurnal characteristics of particlebound metals in source and receptor sites of the Los Angeles Basin. *Atmospheric Environment*, 2002; 36:1675–1689.
5. WHO Regional Office for Europe ed. *Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution*. Copenhagen; 2007.
6. Guo W, Su MY, Chen YH, Lin FF, Luo D, Gao SF. Transfer characteristics of cadmium and lead from soil to the edible parts of six vegetable species in southeastern China. *Environmental Pollution* 2006; 144(1): 127–135.
7. Alexander PD, Alloway BJ, Dourado AM. Genotypic variations in the accumulation of Cd, Cu, Pb and Zn exhibited by six commonly grown vegetables. *Environmental Pollution* 2006; 144: 736–745.
8. Farooq M, Farooq A, Rashid U. Appraisal of heavy metal contents in different vegetables grown in the vicinity of industrial area. *Pakistan Journal of Botany* 2008; 40(5): 2099–2016.
9. Harmanescu M, Alda LM, Bordean DM, Gogoasa I, Gergen I. Heavy metals health risk assessment for population via consumption of vegetables grown in old mining area; a case study: Banat County, Romania. *Chemistry Central Journal* 2011; 5(1): 64–53.
10. WHO/IPCS ed. *Inorganic lead*. Geneva: World Health Organization Environmental Health Criteria No. 165; 1995.

Környezeti nevelés és egészségügy

SZABAD FELHASZNÁLÁSÚ FIREK ALKALMAZHATÓSÁGA A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN

Domokos Endre*, Vincze-Csom Veronika, Somogyi Viola

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet,
Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem út 10.

**domokose@uni-pannon.hu*

Bevezető

A számítástechnika kezdetben a gazdag, nagy intézmények kiváltsága volt. A szobányi számítógépek ma már tenyérnyi méretűre zsugorodtak, áruk megfizethetővé vált az átlagemberek számára is és elterjedtek a lakosság körében illetve minden szakterületen. Az olcsó számítógépek azonban nem hozták magukkal az olcsó szoftvereket. A neves gyártók „nagy” szoftverei gazdaságtalanok az átlagos (és itt nem csak a hobbi szintűeket értve) felhasználók számára. Egy átlagos számítógép ára ma 200 000 Ft alatt van, míg a hozzá tartozó „alap” szoftverek (operációs rendszer, vírusvédelem, irodai programcsomag, stb.) ára több mint 300 000 Ft. Ez két irányból is problémaként jelenik meg a felhasználóknál:

1) a lakossági felhasználók nem értik, ha vettek egy számítógépet, akkor miért kell még kétszer annyiért programot venni hozzá, hogy „használni” lehessen

2) a szoftverek beszerzési ára nem arányos a teljesítményükkel, a velük elérhető többletbevétel/többletelőnnyel, mivel az árakat a professzionális felhasználói réteghez igazítják

Ez utóbbi problémán akarnak javítani a szabad és ingyenes felhasználású szoftvertermékek. E termékeket jellemzően magánemberek és non-profit szervezetek (például egyetemek) készítik, de előfordul, hogy egy cég ingyenes termékén keresztül kívánja reklámozni magát vagy egyéb termékeit. A kiadvány egységes megjelenése és a nyomdai munka megkönnyítése érdekében tisztelettel kérünk minden szerzőt, hogy a kéziratok elkészítésénél szíveskedjenek a formai követelményeket pontosan betartani. Kérjük használni e dokumentum beállításait, stílusárát.

Anyag és módszer

Jelenleg a legnépszerűbb szabadon hozzáférhető térinformatikai rendszer a Quantum GIS (QGIS) nevű nyílt forráskódú szoftver. A program GNU General Public Licence jogok alapján terjeszthető, így hosszú távon biztosított ingyenessége és bízni lehet benne, hogy mindig lesz elég lelkes fejlesztő, aki biztosítja a rendszer továbbélését.

A program számos népszerű adatformátumot képes kezelni, így jól alkalmazható oktatási területeken.

Az alábbiakban bemutatásra kerül egy példa arra, hogyan lehet QGIS környezetben megjeleníteni egy térbeli koordináták által meghatározott mérési pont eredményeit. A példa során ugyanazt az adatsort ábrázoljuk először raszteres (műholdkép) majd vektorgrafikus (Országos Térinformatikai Adatbázis – OTAB) környezetben.

A Quantum GIS rendszer egy jól felépített, a mindennapi munkához megfelelő, az oktatáshoz egyenesen kiváló program. Az 1.0.0. változatra kinőtte gyermekbetegségeit (igaz, ha a hét éves fejlesztési időt nézzük, ezt természetesnek kell venni) és alkalmassá vált a komoly, akár kereskedelmi célú munkavégzésre. A jelenlegi 1.7-es változat pedig egyenesen kiváló terméké vált.

A munka során az 2. táblázatban feltüntetett mérési adatokból indultunk ki. A térképi alapot a Google térképszolgáltatása által biztosított műholdkép szolgált.

2. táblázat. Mérési adatbázis

Sor-szám	EOV (x)	EOV (y)	Megjegyzés	Cink	Határ-érték	Különbség
3	530789.32	194991.10	iszap feletti víz: pH 11,6	99,6	200	100,4
4	530880.94	194889.19	mélyégi mintavétel helye	152	200	48
5	530772.05	195013.68		111	200	89
6	530749.91	195045.63	Kukoricás jobb széle	128	200	72
7	530686.85	195046.90	Kukoricás közepe	152	200	48
8	530638.03	195014.52	Kukoricás bal széle	83,1	200	116,9
9	531171.14	194340.40	Áttörés közelében, a felső hídnál	111	200	89
10	530463.40	195018.03	Bekötőút túlsó oldala, iszap feletti víz: pH 12,7	113	200	87
11	530439.71	195098.18	Bekötő út túlsó oldala	105	200	95

Az ábrázoláshoz használt térképek felhasználásának joga a hazánkban az Európai Unió nagy részén uralkodó gyakorlatot követve rendkívül drága. Ellentétben például az USA-val, ahol fontosnak tartják a közpénzek közhasznú elköltését, a hazai gyakorlatban gyakorlatilag minden adatért minden célra fizetni kell. Így jelenleg a közpénzen felmért és előállított, közpénzen tárolt adatokhoz való hozzájutás egy oktatási intézménynek ugyanannyiba kerül, mint egy profitorientált vállalkozásnak. (Megjegyzendő, hogy pl. az USA-ban az alaptérképek még profitszerzési célra is ingyenesek.)

A megfelelő georeferálás után az adatok megjelenítése már nem okoz problémát, az gyorsan, hatékonyan megoldható. (Az eredmény az 1. ábrán látható.)



1. ábra. Mérési adatbázis

Eredmények

Amikor egy térinformatikai rendszer megvásárlása mellett döntünk sok körülményt kell mérlegelni.

A legfontosabb döntési helyzet mindenképpen a támogatási igényünk. Érzelemmentesen el kell döntenünk szükségünk van-e bármikor elérhető felkészült szakértő támogatásra a rendszer használatához (azaz igénylünk-e supportot vagy rendelkezésre áll az a szaktudás, ami egy ilyen rendszer üzemeltetéséhez – és nem a használatához – szükséges). Ha erre igen a válaszunk, akkor nincs más választásunk, mint kereskedelmi terméket venni. Természetesen a nyílt forráskódú rendszerekhez is lehet segítséghez jutni, de ennek elérhetősége esetleges és sokszor hosszadalmas.

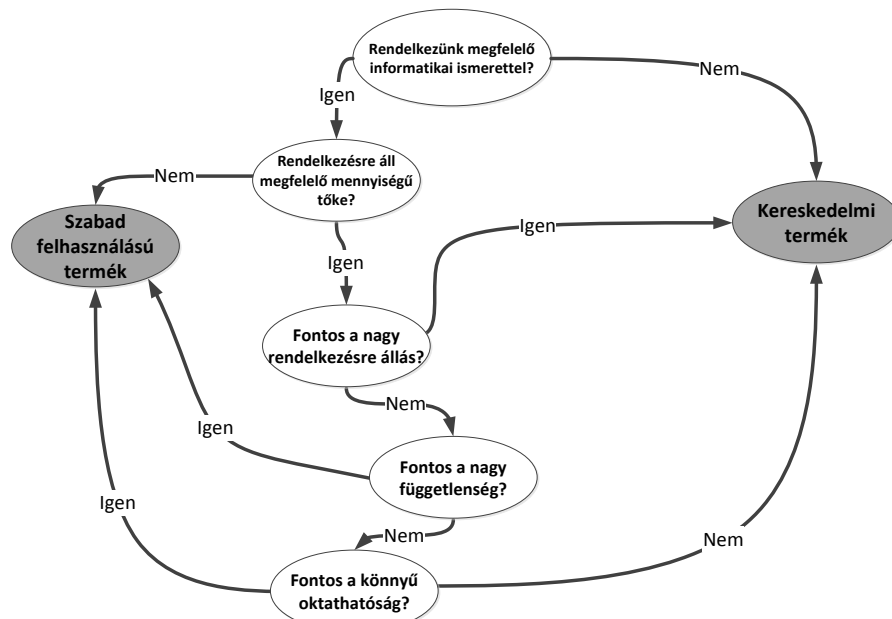
A következő – az előzővel szinte megegyező súlyú – kérdés a rendelkezésre álló anyagi források. A kereskedelmi termékek ára igen jelentős, hiszen nagy méretű adminisztrációs, kereskedelmi és reklámköltségek terhelik az egyébként sem olcsó előállítási (fejlesztési) árat. Ha erre negatív a válasz, akkor szintén nincs sok lehetőség, az ingyenes, nyílt forráskódú rendszert kell alkalmazni.

Ha az első két kérdésre kedvező válasz született, akkor már komolyabb elemzésnek kell alávetni a döntést. Az 1. táblázat a két termékkör fő előnyeit és hátrányait a kereskedelmi és az szabad felhasználású termékeknek.

2. táblázat. Mérési adatbázis

	Kereskedelmi termék	Nyílt forráskódú termék
Előny	Kiterjedt magas színvonalú támogatás Az alapvető FIR igényein messze túlmutató funkcióbőség (ha megvettük a modulokat) Nagyon megbízható működés Gyors működés	Ár Teljesen szabadon módosítható, bővíthető Többnyelvűség (köztük magyar is) Könnyen telepíthető
Hátrány	Túlbonyolított kezelőfelület Erősen korlátozott módosíthatóság Aránytalanul magas ár Az alaprendszer (külön megvásárlandó modulok nélkül) szinte használhatatlan gyakorlati munkára	Gyenge támogatás A FIR műveletek megbízhatósága esetleges (független fejlesztők változó színvonalú munkái) Magas szintű szaktudást igényel Inkompatibilitási problémák a független rendszerek között

A fentieket foglalja össze az 2. ábrán látható döntési fa.



2. ábra. Döntési fa

Következtetések

A környezetvédelem – és általában – a GIS alkalmazások terjedésének legnagyobb problémája itthon most már nem annyira a szoftver, hanem az adat oldalon állnak fent. Jelenleg hazánkban nem lehet ingyen és legálisan térképi adatokhoz (például közigazgatási határok, természetvédelmi területek, vízbázisok, stb.) hozzájutni. Ez sajnos nem egyedi, Európa számos országában találunk hasonló gyakorlatot. Tapasztalataim szerint ez „természetesen” ahhoz vezet, hogy a kezdő, amatőr felhasználók, illetve a hallgatók (akik később, kitanulva a szakmát, professzionális alkalmazókká válnak), azt szokták meg, hogy a térképet „szerezni” kell. Véleményem szerint, legalább az alap információkat (pl. OTAB tartalmát) ingyenesen közzé kellene tenni. Ez már csak azért is etikus lenne, mivel ezen adatok gyűjtése az állampolgárok adóiból történt (hasonlóan az erősen profitorientált USA-val, ahol teljesen természetes az állami pénzből épített térinformatikai adatbázisok ingyenessége). Természetesen a napra kész, jelentős saját – és nem állami – források felhasználásával készült adatbázisokat továbbra is pénzért lehetne adni.

Tehát itthon is nagy lehetőségek rejlenek a nyílt, szabad forrású GIS alkalmazásoknak, de ehhez biztosítani kellene az ingyenes térképi alapadatbázisokat. Erre több közösségi kezdeményezés is alapult (például Túrístautak.hu, OpenStreetMaps, stb.), de ez nagyon lassú és nehéz folyamat. Remélem, rövidesen megváltozik e helyzet és élvezhetjük a teljes és szabad GIS előnyeit hazánkban is.

SZENNYVÍZTISZTÍTÁS ÉS VÍZKEZELÉS MODELLEZÉSE TANULÓKÍSÉRLETEKKEL

Kardos Levente^{1*}, Sárközi Edit¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás
Tanszék, 1118 Budapest Villányi út 29-43.

**levente.kardos2@uni-corvinus.hu*

Bevezető

A mai környezetvédelem egyik legfontosabb feladata a szennyvizek megfelelő tisztítása. A szennyvíztisztítás folyamatainak megismerése része kell, hogy legyen a modern környezettudatos nevelésnek. A szennyvíztisztításban lejátszódó folyamatok megértését segíthetik az egyszerű, olcsó, diákok által kipróbálható tanulókísérletek.

A kommunális szennyvíztisztítás során három fokozatot különítenek el, amelynek technológiai kivitelezése során számos alternatíva lehetséges. Az elsődleges tisztítás (mechanikai (I.) fokozat) célja a durva szennyeződések eltávolítása, illetve a lebegőanyagok kivonása, a szennyvíz biológiai tisztításra történő előkészítése. Önállóan csak ritkán felel meg az innen kikerülő előtisztított szennyvíz a befogadóba bocsátás minőségi követelményeinek, ezért legtöbb esetben másodlagos tisztítási fokozatra (biológiai (II.) fokozatra) is szükség van, melynek célja a nem ülepezhető kolloidok és oldott szerves anyagok eltávolítása, amely mikrobiológiai folyamatok révén következik be, leggyakrabban eleveniszapos technológiát alkalmaznak. A harmadlagos (III.) tisztítási fokozat a szennyvízben még megtalálható tápelemek (nitrogén, foszfor tartalmú vegyületek), illetve a másodlagos tisztítás eredményeként esetlegesen létrejött sók eltávolítását jelenti. A nitrogén és foszfor tápanyagok eltávolítása mindenképpen szükséges, mert a befogadóba bejutva eutrofizációt eredményeznek. A tápanyagok eltávolítása kémiai és biológiai módszerekkel történhet [1].

Az ivóvízkezelés során is többféle technológiai művelet lehetséges. Általánosan elfogadott, hogy először levegőztetik a vizet, melynek célja a gáznemű és az illékony összetevők eltávolítása és bizonyos oldott komponensek részleges oxidációja. A levegőztetést ózonnal történő oxidáció is követheti. A következő lépés a derítoszerek adagolása, mely a kisméretű szilárd részecskék destabilizálását szolgálja. A derítést ülepítés követi, de a nyers víz minőségétől függően a derítés és ülepítés művelete elhagyható. A következő technológiai művelet a szorpció (megkötődés), mely kavicságyon, homokszűrőn, majd aktív szénen keresztül történik. A szorpció célja az íz, szag- és toxikus hatású szennyező anyagok eltávolítása. Legutolsó lépés a patogén mikroorganizmusok elpusztítása fertőtlenítéssel [3].

A szennyvíztisztítás és vízkezelés laboratóriumi modellezésével könnyen demonstrálhatók a különböző szennyvíztisztítási fokozatok, valamint az ivóvízkezelés szorpciós műveletei. A demonstrációs kísérlet alapját a La découverte de l'eau oktató készlete adta [2]. Az eredeti recept szerinti vizsgálatot kiegészítettük, egyszerűsítések bevezetésével módosítottuk, így alkalmassá téve annak bemutatását különböző korú diákok számára. A kísérletek elvégezhetők szakórákon,

szakkörökön, illetve jeles napokon (pl.: Víz Világnapja) vagy az erdei iskolák keretében egyénileg, csoportokban vagy tanári demonstrációs kísérletként egyaránt. A módosításaink alapján két kísérletsorozatot állítottunk össze.

Anyag és módszer

Az első kísérletsorozatban a szennyvíztisztítás első fokozatának modellezése szűréssel történik. A második és harmadik fokozat demonstrálását aktív szén felhasználásával valósítottuk meg, mely során cél az oldott komponensek eltávolítása adszorpcióval.

A második kísérletsorozat a szennyvíztisztítás folyamatait az ivóvízkezelés gyakorlatának megfelelő technológiai fokozatokkal (kavicságyas szűrés, homokszűrés, aktív szén szűrés) szemléltetjük. Az utóbbi kísérletsorozatban az első fokozat modellezése kavicsos és homokon szűréssel történik, míg az oldott komponenseket adszorpcióval, aktív szén segítségével távolítottuk el.

Minden esetben a szennyvíz darabos szennyezéseit növényi mintákat tartalmazó talajjal, az oldott szennyező anyagokat zöld színű ételfestékkel, illetve ammóniumion-, nitrátion-oldattal, ecetsavval demonstráltuk. Mindkét kísérletsorozatban három fajta (ammóniumion-, nitrátion, ecetsav-tartalmú) egyenként 200-200 cm³ térfogatú szennyvizet készítettünk az 1. táblázat szerint. Az ammóniumion-törzsoldat koncentráció 10 mg/dm³, a nitrátion-törzsoldat koncentráció 30 mg/dm³, az ecetsav-oldat kémhatása pedig 6,0 volt. Mindegyik esetben a 200-200 cm³-es törzsoldatba raktunk a 2-2 spatulányi növényi mintákat tartalmazó talajt, illetve a 2-2 cm³ zöld színű ételfestéket. Mind a három szennyvíztípussal kipróbáltuk mindkét kísérletsorozatot. Mindegyik szennyvíz után kicseréltük az alkalmazott szűrőpapírt, illetve a közeget (kavics, homok, aktív szénpor).

1. táblázat. A modell szennyvíz összetétele

Szennyvíz jele	Ammóniumion-törzsoldat	Nitrátion-törzsoldat	Ecetsav-törzsoldat	Ételfesték	Talaj
NH ₄ ⁺	200 cm ³	-	-	2 cm ³	2 spatula
NO ₃ ⁻	-	200 cm ³	-	2 cm ³	2 spatula
ecetsav	-	-	200 cm ³	2 cm ³	2 spatula

A tisztítás eredményességét kémhatás és vezetőképesség méréssel, valamint ammóniumion és nitrátion mérésére alkalmas tesztkészletekkel, spektrofotométer segítségével ellenőriztük.

Az első kísérletsorozatban használt anyagok: szűrőpapír, aktív szénpor, talaj, zöld ételfesték.

A második kísérletsorozatban használt anyagok: kavics, kvarchomok, aktív szénpor, talaj, zöld ételfesték.

A kvarchomokot előzetesen 10%-os sósavval kifőztük, majd desztillált vízzel átmostuk és szobahőmérsékleten megszáritottuk. A kísérlet előtt a kavicsot, kvarchomokot és az aktív szenet átmostuk 100 cm³ desztillált vízzel, a leszűrt oldatokat elöntöttük.

A kísérletsorozathoz szükséges eszközök: 100 cm³-es mérőhengerek, üvegtölcsérek, 100 cm³-es és 300 cm³-es főzőpoharak, sima szűrőpapír, 1 db normál spatula. Az összeállított kísérleti eszközöket az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Az összeállított kísérleti eszközök

Eredmények

Az első kísérletben a szűrőpapír, a második kísérletben pedig a kavics és a homok mutatja be a szennyvíztisztítás első, mechanikai fázisát. A darabos szennyeződések fennakadnak a murván, a homokon és a szűrőpapíron, úgy, mint a mechanikai tisztítás során a durva, darabos szennyeződések a különböző rácson. A modell szennyvízben jelenlévő növényi minták felúszásával, illetve a talaj szemcsék ülepedésével, még a szűrés előtt bemutathatjuk a sűrűségkülönbségből adódó felúszás és ülepedés jelenségét is. Mindkét kísérletsorozatban a biológiai és a tercier szennyvíztisztítási fokozatot az aktív szenes szűréssel reprezentálhatjuk, hiszen demonstrációs kísérletekben környezet-egészségügyi okokból nem használhatunk eleveniszapos baktériumkultúrát.

Az első kísérletsorozatban már az első szűrés hatására is csökkent a kémhatás, a fajlagos vezetőképesség, valamint az ammónium-, illetve a nitrátion koncentrációja. A szűrőpapíron, illetve az aktív szénen történő szűrés során mért eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. Az első kísérletsorozat eredményei

Kémiai paraméter	Szennyvíz jele	Kavics	Homok	Aktív szén	Aktív szén
pH	NH ₄ ⁺	7,59	7,18	5,02	3,98
	NO ₃ ⁻	7,69	7,01	4,57	3,92
	ecetsav	5,93	5,82	4,84	4,13
Fajlagos vezetőképesség (μS/cm)	NH ₄ ⁺	204,0	199,1	161,0	122,4
	NO ₃ ⁻	205,0	192,0	158,0	150,0
	ecetsav	322,0	286,0	191,9	155,2
Koncentráció (mg/dm ³)	NH ₄ ⁺	6,6	5,5	4,4	3,3
	NO ₃ ⁻	28,0	18,0	4,0	2,0

Az aktív szenes megkötődés eredményeképpen a kiindulási ammóniumion koncentráció 83%-át (10 mg/dm³-ről 1,7 mg/dm³ lett), míg a nitrátion koncentráció 87%-át (30 mg/dm³-ről 4 mg/dm³ lett) el tudtuk távolítani. A kiindulási törzsoldat koncentrációk az első szűrletben (szűrőpapíron történő átvezetés után) is lecsökkennek, ez a modell szennyvízhez adagolt talaj kation, illetve anion megkötő képességével magyarázható. A talajon adszorbeált ionok a szűrőpapíron kerülnek ki az oldatból.

A második kísérletsorozatban is a vizsgált kémiai paraméterek jól jelezték a tisztítás eredményességét (3. táblázat). Az aktív szenes megkötődés eredményeképpen a kiindulási ammóniumion koncentráció 67%-át (10 mg/dm³-ről 3,3 mg/dm³ lett), míg a nitrátion koncentráció 93%-át (30 mg/dm³-ről 2 mg/dm³ lett) el tudtuk távolítani. A tisztítás hatékonyságának számítása diákokkal is könnyedén kiszámolható.

Az ecetsav tartalmú szennyvíz tisztításakor mindkét kísérleti periódusban az aktív szenes adszorpcióval szemléltethetjük az íz- és szagrontó anyagok megkötődését is.

3. táblázat. A második kísérletsorozat eredményei

Kémiai paraméter	Szennyvíz jele	Szűrőpapír	Aktív szén	Aktív szén
pH	NH ₄ ⁺	7,74	3,89	3,67
	NO ₃ ⁻	6,26	4,09	3,70
	ecetsav	5,88	4,75	4,02
Fajlagos vezetőképesség (μS/cm)	NH ₄ ⁺	204,0	179,3	99,2
	NO ₃ ⁻	186,6	144,0	118,8
	ecetsav	293,0	166,0	137,8
Koncentráció (mg/dm ³)	NH ₄ ⁺	7,2	5,8	1,7
	NO ₃ ⁻	25,0	6,0	4,0

Összefoglalás

A két kísérletsorozat összehasonlításával megállapítható, hogy az alkalmazott egyszerű eszközökkel sikeresen szemléltethetjük a szennyvíztisztítás fokozatait. A tisztítás hatékonysága még demonstrációs kísérlet során is nyomon követhető kémhatás-, fajlagos vezetőképesség-méréssel, illetve a szennyező anyagok tesztkészletekkel történő meghatározásával. A méréseket középiskolás diákok

önállóan vagy csoportmunkában is elvégezhetik. Általános iskolás diákokkal is a tisztítási folyamatok modellezhetőek. A mérések közül viszont a kémhatás mérését javasoljuk, hiszen a kémiai jártasságuk nem teszi lehetővé további méréseket. A mérések elvégzése nélküli tisztítás demonstrációt évek óta nagy sikerrel alkalmazunk a Víz Világnapja alkalmából megrendezésre kerülő rendezvényeken óvodás csoportokkal is. A balesetvédelem miatt műanyag eszközök (főzőpohár, tölcsér, mérőhenger) alkalmazása indokolt.

A kísérletsorozat összeállítása, elvégzése nem bonyolult, nem költséges. A szennyvíztisztítás fokozatait az első kísérletsorozattal modellezhetjük, a második kísérletsorozattal pedig az ivóvízkezelésben alkalmazott technológiai műveleteket demonstrálhatjuk, ebben az esetben mindképpen hangsúlyoznunk kell diákjaink számára az ivóvízkezelés és a szennyvíztisztítás közötti alapvető technológiai különbségeket és azt a fontos tény, hogy a szennyvíztisztítás eredménye nem ivóvíz-minőségű víz előállítás.

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, ivóvízkezelés, aktív szén, ételszínezék

Irodalom

1. Kardos L. (megjelenés alatt): Vízszennyezés és szennyvíztisztítás. In: A környezetvédelem alapjai. (elektronikus tananyag). TÁMOP-4.1.2-08/2/A/KMR. Typotex Kiadó, Budapest. www.tankonyvtar.hu
2. La Découverte de l'eau - Livre du maitre (seconde édition) (1998). Anjou Recherche Centre. Paris. pp. 26-27.
3. Barkács K. (2011): Környezettechnológia (http://technologia.chem.elte.hu/hu/kornyezettechnologia/Kornyezettechnologia_02.pdf) (hozzáférés: 2012. február 25.) pp. 12-13.

KÖRNYEZETTUDATOSSÁG ÉS A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS HATÁSA AZ OKTATÁSBAN ÉS A KUTATÁSBAN

Lakatos Gyula, Kosztin Beáta, Serra-Páka Szilvia,
Tóth Judit, Markóczi Ibolya

Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1.

Bevezető

Környezetünk megismerése

Környezet alatt az ember környezetét értjük, amely hosszú, több évmillió evolúciós folyamat eredménye. Ha környezetről van szó, akkor mindig valaminek, és az azt körülvevőnek a kölcsönhatásáról beszélünk. A kettő közötti összefüggés azt is jelenti, hogy bizonyos esetben a körülvetből környezet lesz, és az eredeti környezet lesz a körülvelt [1].

Magát a környezetet legáltalánosabban úgy határozhatjuk meg, mint az aktuális létfeltételek összességét és ilyenkor mindazt a környezeti tényezőt beleértjük, amely az adott objektum viszonylatában a kölcsönhatás szempontjából tekinthető, minősíthető, vagy ható tényezőként jön számításba. Mindezzel az élővilág oldaláról megnyilvánuló aktív szerepet is meghatározó jelleget szeretnénk kiemelni, de egyben utalunk arra is, hogy napjainkban éppen az élővilág struktúrájában és funkciójában a legsérülékenyebb, beleértve a bölcs embert is [2]

A környezetnek vannak természeti elemei, amelyek léteztek az ember színrelépése előtt is, és ezeket nagyon gyakran pontosan az emberi behatásokkal szemben kell védenünk. Az idetartozó környezeti elemek; a talaj, a víz, a levegő, az élővilág és a táj. Ma már számos konkrét esetben csak azt tudjuk megállapítani, hogy ezek természet közeli vagy természetes jellegűek. Sajnos a civilizáció hatása és szerepe olyan mértékű, hogy a természetes környezetből gyakran hírmondó sem maradt, csak az ember létét szolgáló, és ahhoz elemi szinten szükséges természeti elemek meglétéről beszélhetünk [3].

Következésképpen, ebben a földi rendszerben az embernek, mégpedig a társadalomban élő embernek helye van, de tudatos kötelessége és feladata is; hogy a társadalomban élő emberként is harmonikus együttélésre törekedjen a természeti környezettel, felismerve a természeti környezet sérülékenységét és a kölcsönhatásban való alárendeltségét, amit az utóbbi évszázadok tudományos eredményeinek felhalmozódása és aktív alkalmazása jelentett az ember számára a kapcsolatukban [4].

Környezettudatosság

A környezeti krízisre a kutatók figyeltek fel először. 1968-ban, Rómában megalakult, a közismertté vált Római Klub. Első könyvükben, az 1972-ben kiadott „Növekedés határai”-ban rendszerdinamikai vizsgálatok révén kiszámították a várható jövőt. A népszaporulat, a nyersanyagellátás, az ipari és mezőgazdasági termelés, a környezetszennyezés, figyelembevételével „világmodelleket” alkottak, amelyek 1900-tól 2100-ig ábrázolják a felsorolt tényezők alakulását [5].

A természetidegen, környezetszennyező anyagok (termelési és fogyasztási hulladékok ill. veszélyes hulladékok) jelentős részét a mikroorganizmusok nem képesek lebontani a fejlettebb élővilág, pedig hasznosítani, így azok felhalmozódnak és akár az

emberre is toxikus hatásúak lehetnek. Más szóval a korszerű ipari termékek és fogyasztási maradékok jelentős része nem képes visszatérni bolygónk ökológiai rendszerébe, anyagforgalmába. A természetben pedig szinte semmilyen szerves anyag nem szintetizálódik anélkül, hogy a természet ne gondoskodna annak lebontásáról, kikényszerítve így a ciklus lejátszódását és a fejlődését [6].

Az ökológiában is érvényes az a közgazdasági törvényszerűség, hogy minden nyersanyag valamilyen költségáldozat árán születik, ezért Földünk ökológiai rendszerében semmit sem vehetünk igénybe kompenzáció nélkül, vagyis mindennek megvan az értéke és az ára. Az adósság visszafizetése nem mulasztható el, legfeljebb késleltethető. A jelenlegi ökológiai-környezeti krízis arra figyelmeztet, hogy adóságunk már túl nagy és az emberiségnek saját fennmaradása, az egészséges környezet biztosítása érdekében cselekednie kell.

A helyes környezeti tudat kialakítása érdekében tett erőfeszítés a leghatékonyabb befektetés a jövő tekintetében. Hiszen ha létrejön a megfelelő szemlélettel rendelkező állampolgárok köre, akkor elkerülhetővé válnak azok a kényszerintézkedések, amelyeket azért kell megtennünk, mert valaki rosszul, hosszú távú gazdasági érdekek megfontolása nélkül döntött.

A fenntartható fejlődés

Az új évezredben világossá vált, hogy egyszerűen lehetetlen a világ folyton növekvő népességének előre látható igényeit a jelenlegi gazdasággal kielégíteni. A nyugati gazdasági modell – a fosszilis üzemanyagra épített, autóközpontú, eldobó gazdaság –, amely a 20. században olyan látványosan emelte az emberiség egy részének életszínvonalát, bajban van. A világgazdaság valójában nem tud korlátlanul terjeszkedni, ha az ökológiai rendszerek, amelyektől függ, tovább pusztulnak.

Az új évezredbe tehát olyan gazdasággal érkeztünk, amely nem képes oda vinni, minket, ahová menni akarunk. A feladat egy olyan újgazdaság megtervezése és felépítése, amely úgy tudja fenntartani az emberi fejlődést, hogy közben nem rombolja le az azt megalapozó rendszereket, és amely mindenkinek jobb élet minőséget ígér [7].

A „Közös jövőnk” jelentésben jelenik meg először a fenntartható fejlődés definíciója, az akkori magyar fordításban még harmonikus fejlődés néven: „A harmonikus fejlődés a fejlődés olyan formája, amely a jelen igényeinek kielégítése mellett nem fosztja meg a jövő generációit saját szükségleteik kielégítésének lehetőségétől” [8]

A fenntartható fejlődés fogalmáról, lényegéről számos elemzés, vitairat látott napvilágot. Herman Daly megfogalmazása szerint: „A fenntartható fejlődés a folytonos szociális jobblét elérése anélkül, hogy az ökológiai eltartóképességet meghaladó módon növekednénk” [9]. A fejlődés alapvető célja tehát a szociális jólét, a méltányos életfeltételek lehetőségének biztosítása mindenki és egyaránt a jelenlegi és a jövőbeli nemzedékek számára.

A dolgozat (projekt) célja

A Projekt a környezettudatos viselkedésformálást a tudományos eredmények megismertetésével, társadalmi figyelemfelkeltéssel, majd a bevont társadalmi csoportok mindennapi életében felhasználható módszerek, megismertetésével kívánta elérni.

A környezettudatos viselkedésformálás a XXI. század egyik legnagyobb és megoldandó kihívása. A környezettudomány által feltárt összefüggések csak felhívják a

figyelmet a témakör fontosságára, az előttünk álló problémakör kezeléséhez azonban az egész társadalmat átható szemléletváltásra van szükség.

Vizsgálati anyag és az alkalmazott módszer

Célzott korcsoport

A projekt a társadalom egészének a szemléletválttatását célozza, azonban a folyamatban az elsődleges célcsoport a 15-19 évesek köre. Ez a korosztály alkalmas arra, hogy iskolai tanulmányaival összefüggésben a fenntarthatóság szükségességének szakmai, tudományos alapjait megértse, ugyanakkor fogékony arra, hogy új elméleti és gyakorlati ismereteket vegyen át, beépítve azokat a mindennapi életbe. Mivel a korosztály nagy része középiskolai tanulmányokat folytat, legkönnyebben a középiskolai oktatási intézményrendszeren keresztül érhetők el.

A foglalkozás helyszínei a következő középiskolák:

- ♦ Ady Endre Gimnázium, Debrecen
- ♦ Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen
- ♦ Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen
- ♦ Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Debrecen
- ♦ Tóth Árpád Gimnázium, Debrecen
- ♦ Arany János Gimnázium és Szakközépiskola, Berettyóújfalu

A projekt menete

A projekt során 14 témakörben összesen 360 előadás hangzott el a „kísérleti” osztályok számára, míg a „kontroll” osztályokban nem voltak előadások. A záró szakaszban, a tematikus fenntarthatósági héten minden középiskolás megismerhette a projekt szakmai munkáját, és vetélkedőként adhatott számot jelenlegi ilyen irányú ismereteiről.

Az egyetemi hallgatók és oktatók három fórumon nyerhettek betekintést a végzett szakmai munkába, illetve értékelhették a tapasztalatokat. Ilyen módon közel 9.000 fő aktív, illetve passzív megszólítása történt meg.

Formális környezeti nevelés öt foglalkozás keretében zajlott, melyek közül három tanítási óra keretében, míg két óra tanításon kívüli munkáltató foglalkozás formájában valósult meg.

A projekt ütemezése

Kérdőíves felmérés	2010. szeptember
Iskolai foglalkozások	2010. december
Fenntarthatósági hét	2011. február
Kérdőíves értékelés	2011. március

A társadalom egészének passzív, hosszú-távú elérését szolgálta, a középiskolai foglalkozásokhoz és egyetemi fórumokhoz kapcsolódóan, egy környezettudatosságról és fenntarthatóságról szóló televíziós műsorsorozat készítése a Debrecen Televízió segítségével.

A műsor rendszeres időközönként jelentkezve az egész társadalommal ismertette meg a projekt 14 témáját és adott gyakorlati ismereteket a környezettudatos viselkedéshez.

Témák

1. Környezet fogalma, környezetvédelem
2. A fenntartható fejlődés tudományos alapjai
3. Fenntartható fejlődés és energiagazdálkodás
4. Demográfia és fenntarthatóság
- 5a) Ivóvíz,
- 5b) Vízszennyezés vízi környezetvédelem
- 6) Környezettudatos vásárlás és fogyasztás
- 7) Talajszennyezés, Fenntartható mezőgazdaság
8. Hulladékkezelés, hulladékfeldolgozás, ökotoxikológia
- 9a) Ökológiai lábnyom,
- 9b) Rekreáció és a turizmus hatása a környezetre
10. Levegőszennyezés, klíma, klímaváltozás
11. Környezettudatos építkezés és közlekedés
12. Egészséges életmód és környezet

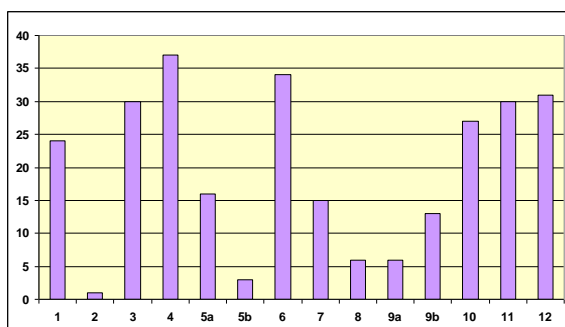
Az eredmények és értékelésük

Az eredmények értékelésekor mindenképpen figyelembe kell venni azt, hogy a programban szereplő témák milyen gyakorisággal szerepeltek előadásként vagy az interaktív program részeként (1. ábra).

A választott témakörök száma jól tükrözi azt, hogy a programban résztvevő tanárok mennyire tájékozottak az egyes témákban. A középiskolákban például nem, vagy alig tanítják a fenntarthatóság, fenntartható fejlődés és ökológiai lábnyom fogalmát és kérdéskörét, így nem tudták vagy nem merték bevállalni annak ellenére sem, hogy kiváló szakmai anyagot kaptak hozzá.

Ezért az ilyen programok egyúttal hatékonyan szolgálhatják a tanárok továbbképzését is. Ugyanakkor az olyan témák, mint például a demográfia és egészség, mindennaposak a biológia és földrajz órákon, így a választás itt is nagy gyakorisággal szerepelt.

Az összes minta tekintetében először azt vizsgáltuk, hogyan változott a környezeti attitűd egészségében a program hatására (1. táblázat):



1. ábra. Tanári téma preferencia, a programban szereplő egyes témákra vonatkozó előadás számok

1. táblázat. A környezeti attitűdre vonatkozó változás és azok szignifikanciája a kísérleti és kontroll csoportban

csoport	1. felmérés átlaga	2. felmérés átlaga	A két felmérés átlagának különbsége	Szign. (p)	A fejlődés átlagainak különbsége és szignifikanciája a két csoport között
kísérleti	3,5254	3,4771	0,04827	0.001	0,3651
kontroll	3,5789	3,4613	0,11764	0,000	p<0.005

Az 1. táblázat alapján elmondható, hogy a vizsgálat összes mintájára vonatkozó környezeti attitűd egészében nem fejlődött a program hatására, mindkét csoportban visszalépést mutatott (bár a kísérleti csoportban kevésbé). Ennek oka azzal magyarázható, hogy a tanulók személyiségében bekövetkező változások eléréséhez hosszabb idejű fejlesztő munkára van szükség. Ez nem azt jelenti, hogy a program részleteiben nem érhető el pozitív hatás.

Másodikként a környezeti attitűd emocionális, viselkedés és környezettudat összetevőinek fejlődését elemeztük, melyek közül csak a környezeti tudat mutatott szignifikáns változást a program hatására a kísérleti csoportban. A három összetevő közül a környezettudat az, mely kiindulásként is a legmagasabb átlagokat éri el. Ez is ezt mutatja, hogy rövidtávon elsősorban a fogalmi gondolkodás terén érhetünk el változásokat, fogalmi váltást figyelhetünk meg a tanulóknál.

A tartós viselkedésbeli és emocionális fejlődéshez azonban hosszabb idejű fejlesztő munkára van szükség. A vizsgált mintában az is jól látszik, hogy a tanulók ismeretei felülmúlják a környezettudatos viselkedés és érzelmi hozzáállás szintjét, ami részben életkorukból adódik, másrészt utalhat a közoktatásban az ő generációjukat érintő környezeti nevelés korábbi hiányosságaira is. A témakörök tekintetében hat esetben produkáltak a kísérleti csoport tanulói a program hatására bekövetkező fejlődést.

Összefoglalás, következtetések

A fenntartható fejlődés a 21. század egyik legfontosabb fogalmává és szemléletévé vált. Jelentősége elsősorban abban rejlik, hogy a társadalmi kérdésekkel foglalkozó kutatók, a gazdasági élet szakemberei és Földünk ökológiai kérdéseit vizsgáló tudósok számára nyilvánvalóvá tette, hogy közös összefogásra, az egyes tudományágak integrációjára van szükség ahhoz, hogy az inter-, multi- és a transzdiszciplinaritást tudjuk érvényesíteni, továbbá a fenntartható fejlődés a jövőben a gyakorlatban is megvalósuljon.

Projektünk során, 14 témán keresztül mutattuk be a környezettudatosság társadalmi lehetőségeit. A környezettudatosságról és a fenntartható fejlődésről egy televíziós sorozat készült el, amelynek a középiskolai programokon és az egyetemi fórumokon keresztül az egész társadalomra kihatása van.

A projekt eredményei az egyetemi tanárképzésbe is bekerülnek, mint például környezet- és természetvédelem, fenntartható fejlődés és ennek pedagógiája (ESD). Fenntarthatósági programsorozat középiskolákban került bemutatásra ilyenek például a környezettudatos gondolkodás bemutatása vidéki iskolákban vagy az ökoiskola-hálózat. Az iskolák saját közösségeik kialakításával erősíthetik a fenntarthatóságot.

A projekt iskolai programja pozitívan értékelhető. Az is bebizonyosodott, hogy a környezeti nevelést minél hamarabb kell elkezdni, mert a fiatalabb tanulók, mint minden más téren, itt is fogékonyabbak az újra, a környezet behatásaira, személyiségük képlékenyebben változtatható. Az eredmények reálisak, azt mutatják, hogy ez a program lehetőségeihez mértén elérte célját. Ötlelet, kiindulópontot és mintát ad további hosszabb távú fejlesztő programok számára, melyet mindenképpen érdemes felhasználni a tanárképzésben és továbbképzésben is.

Kulcsszavak: környezettudatosság, fenntartható fejlődés, oktatás

Irodalom

1. Lakatos Gy., Nyizsnyánszky F. 1999. A környezeti elemek és folyamatok természettudományos és társadalomtudományos vonatkozásai. Kelet-magyarországi Regionális Távoktatási Központ, Debrecen.
2. Lakatos Gy. (projektvezető, szerkesztő) 2011. Környezettudatos viselkedésformák elterjesztésének társadalmi lehetőségei. KEOP-6.1.0./09-2010-0018, Debrecen, p. 1-209.
3. Kiss F., Lakatos Gy., Rakonczai J. 2011. Környezettani alapismeretek. TÁMOP – 4.1.2-08/1/A, Nyíregyháza, p. 1-155.
4. Lakatos, G., Csobod, É., Kiss, M., Mészáros, I., Szabó, J. 2002. A distance learning course as a tool to implement SD in Hungary. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4: 25-32
5. Meadows, D.H. & Meadows, D.L. et al. 1972. *The limits to growth*. Universe Books, New York.
6. Kerényi A. 2006. Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Kiadó, Szeged.
7. Brown, L.R., Flavin, C., French, H. 1999. A világ helyzete 1999. A washingtoni Worldwatch Institute jelentése a fenntartható társadalomhoz vezető folyamatról. Föld Napja Alapítvány, Budapest.
8. Brundtland, H.G. 1987. *Our common future*. Oxford University Press, Oxford.
9. Csobod, É., Lakatos, G., Kiss, M. 2001. Improvement of environmental education in Hungary through the environment and society distance learning program. *Acta Pericemonologica Debrecina* 1: 251-258.

KÖRNYEZETI NEVELÉS ALSÓ TAGOZATOS TANULÓK ÉS TANÍTÓKÉPZŐS HALLGATÓK KÖRÉBEN

Major Lenke

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola
6722 Szeged, Petőfi sgt. 30-34
lenkemajor@gmail.com

Bevezető

Földünket fenyegető környezeti problémákat csak hatékony és céltudatos neveléssel, a jövő generációinak megnyerésével lehet megoldani. Az Ő környezettudatos felfogásuk, a környezettel szembeni etikus magatartásuk kialakításában nagyon fontos szerepe van az oktatásnak, és azon belül is a környezeti nevelésnek.

Fogalmi meghatározás, rövid történeti áttekintés

A környezeti nevelés fogalma, célja

A Tbiliszi-ben 1977-ben tartott környezeti nevelési konferencia zárójelentéséből a következő definíció olvasható ki: „A környezeti nevelés egy folyamat, amelyben olyan világnemzedék nevelkedik fel, amely ismeri legtágabb környezetét is, törődik azzal, valamint annak problémáival. Ismeretekkel, készségekkel, attitűdökkel, motivációval és elkötelezettséggel rendelkezik, hogy egyénileg és közösségekben dolgozzon a jelenlegi problémák megoldásain és az újabbak megelőzésén”. Továbbá előremutatón megfogalmazza, hogy a környezeti nevelés távlati célja többek között az, hogy:

- ♦ elősegítse annak felismerését, hogy a gazdasági, társadalmi és ökológiai jelenségek kölcsönösen függenek egymástól (falun és városban egyaránt),
- ♦ kialakítsa az egyes emberekben, csoportokban és a társadalom egészében a környezettel kapcsolatos, új magatartási és életviteli mintákat. [1]

A környezeti nevelés célja nem egyszerűen a tanulást szolgáló információk átadása, közvetítése, hanem olyan felelős és törődő állampolgárok nevelése, akik intellektuálisan és pszichológiailag felkészültek arra, hogy szembesüljenek a környezeti kérdésekkel, és megoldják azokat. A környezeti nevelés lényege tehát, hogy a társadalom tagjaiban kialakítson és tudatosítsa egy olyan viselkedésmintát, attitűdöt a természettel kapcsolatban, amely nem a kihasználáson, hanem a harmonikus együttélésen alapul. [2]

A környezeti nevelés tartalma

A környezeti nevelés tartalmát a környezetről, környezetben, környezetért [3] vezérfonalak mentén felállított hármas tagolás fejezi ki legátfogóbban:

- ♦ *A környezetről* szóló nevelés az értékekről és a környezeti problémákról szóló ismeretek átadását és azok megértését jelenti.
- ♦ *A környezetben*, illetve a környezet által folytatott nevelés során a környezet a tanulás eszköze. A hangsúly a kutatáson, a tudakozódáson van. Ez olyan lehetőség, ami a vizsgálódási és a kommunikációs készségeket fejleszti.

- ♦ *A környezetért való nevelés a környezettel szembeni gondoskodó magatartás és az egyéni felelősség érzésének kialakítását szolgálja. Ez kapcsolódik a hozzáállás, az emberi felfogás és viselkedés fejlesztéséhez.*

A környezeti nevelés szinterei

Az iskolai környezeti nevelés nem szűkíthető le a „tananyag leadásától a számonkérésig” húzódó ívre. A tevékenységeknek ennél sokkal szélesebb körét foglalja magában, s ezeknek csupán kis hányada illeszthető be a tanórák adta lehetőségek közé. [4] A környezeti nevelés a következő szintereken valósulhat meg:

- ♦ *környezeti nevelés a tanórákon:* A környezeti nevelés integrált módon történik. A környezeti nevelési fogalmakat feladatokat és példákat a már meglévő tantervi célkitűzésekbe építik be. A megszokott tananyag kiegészítését és kibővítését adják a környezeti nevelési témák. [5]
- ♦ *környezeti nevelés tantárgyközi keretek között:* A nem hagyományos foglalkozások, illetve a tanórán kívüli környezeti nevelési programok közé tartozik például a témanap és témahét, jeles napok, szakkörök, akciók, kiállítások és vetélkedők szervezése is.
- ♦ *iskolán kívüli környezeti nevelés:* A heti órarendbe jól beilleszthetők például a múzeumi és állatkerti órák, a rövidebb tájséták, terepgyakorlatok, valamint az üzemek és önkormányzatok meglátogatásai. Az éves iskolai programba kell beépíteni az erdei iskola, a többnapos terepgyakorlat és esetleg a környezeti neveléshez kapcsolható tanulmányi kirándulás szervezését. [6]

A kisiskolások életkori sajátosságai a környezeti nevelés tükrében

A környezeti nevelés - elsősorban a kisiskolások nevelésére vonatkoztatva - nem más, mint egy, tapasztalatokat és ismereteket gyűjtő, a gyermek környezetéhez kapcsolódó pozitív viszonyt alakító, pozitív szokásokon keresztül környezetorientált magatartást alakító, tudatformáló tevékenység. Kialakíthatóak általa azok a szokások, magatartásformák, amelyek a környezettel való harmonikus együttélést biztosítják későbbi életvitelükben. [7]

Az attitűdök szerepe, rendszere

A környezethez való viszonyainkat, cselekvéseinket, életvitelünket az attitűdjeink határozzák meg. A személyiség viszonyulhat valahogyan önmagához, társaihoz, alapvető értékekhez, a környezethez. Ezt a környezethez fűződő viszonyulást kell a pedagógusnak az iskolában formálni a környezeti nevelés során. Mivel a beállítódásnál, viszonyulásnál megjelennek az érzelmi összetevők, a természet megismertetése és megszerettetése útján tudjuk megalapozni a védelmét is. [8]

A környezetre vonatkozó attitűdök fő szerkezeti elemei a következők:

1. *A kognitív szelet,* az attitűd legfelső rétege: az attitűdtárgyra, azaz a környezetre vonatkozó ismeretek köre tartozik ide. Mindaz, amit a gyerekek tudnak a környezetről (ismeretek, fogalmak, nézetek, vélemények), az attitűd kognitív csúcán helyezkednek el.

2. Az *érzelmi viszonyulások* alkotják a környezeti attitűdök második rétegét. A környezeti nevelésre nyomatékosan vonatkozik, hogy a tanulás-tanítás légköre meghatározza azokat az érzelmi viszonyulásokat, amelyek kialakulását szeretnénk elősegíteni.
3. Az attitűdök harmadik eleme a *szokások, cselekvések köre*. A gyerekkorban elsajátított, megtanult-ellestett, megszokott cselekvések mélyen bevésődnek. Ezért a környezeti nevelés a kisiskolások környezeti szokásait olyan szokásrendszerben kell, hogy megalapozza, amely segít kialakítani a megfelelő környezetkultúrát. [9]

A felnőtt követése, a szociális tanulás

A 6-10 éves gyerekek viselkedésének, magatartásának legfőbb hajtóereje a függőségi szükséglet, a szeretett felnőtt követése. [10] A tanító érzelmi viszonyulásai, értékrendje, a természethez való alázatos és körültekintően környezetbarát stílusa az a modell, amely egyértelműen és elemi erővel „másolódik át” a gyermekekbe. Ez az utánzásos tanulás –modellkövetés – a környezethez való viszonyulás apró történéseiben zajlik. [11]

Célkitűzések, hipotézis

A vizsgálat célja

Az általam végzett vizsgálat célrendszere a következő:

- ♦ *Tudományos cél:* empirikus vizsgálattal bizonyítani, hogy a környezettudatos magatartás tanítható megfelelő nevelési programok, kognitív hatások, követelmények, oktatási szinterek, a korszerű módszerek alkalmazásával.
- ♦ *I. gyakorlati cél:* a szabadkai Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar hallgatóinak segítségével, a természetismeret tanításának módszertana tantárgy keretein belül kidolgozni egy környezeti nevelési programot.
- ♦ *II. gyakorlati cél:* vizsgálni, hogy programban résztvevő gyerekek környezettudatos magatartása, környezeti attitűdjei pozitívabb értéket mutatnak-e a hagyományos oktatásban résztvevő társaikkal szemben.
- ♦ *III. gyakorlati cél:* vizsgálni a szabadkai Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar hallgatóinak környezettudatos magatartásának és környezeti attitűdjeinek mértékét a program elkészítése előtt és azt követően.
- ♦ *Módszertani cél:* olyan program létrehozása, ami egyaránt hozzájárul a tanítóképzős hallgatók, és alsó tagozatos tanulók környezettudatos magatartásának kialakításához, attitűdjeinek fejlesztéséhez.

Hipotézis

1. *Hipotézis:* A konkrét céllal meghatározott, változatos oktatási szinterekre és módszerekre épített környezeti nevelési program kialakításában résztvevő tanítóképzős hallgatók, és a programban résztvevő alsó tagozatos diákok környezeti attitűdje, környezettudatos magatartásának értéke pozitívabb a program kidolgozását és megvalósítását, valamint a programban való részvételt követően, mint előtte.

2. *Hipotézis:* Az alternatív oktatásban résztvevők vizsgálati csoportja magasabb környezeti attitűd átlag pontértékeket mutat, az észlelt környezetszennyezés-

csökkentő lehetőségek, a végzett környezeti-, természetvédelmi tevékenységek, a megnevezett környezetet veszélyeztető tényezők száma magasabb, mint a hagyományos oktatásban résztvevő osztályok vizsgálati csoportjának ugyanazon mutatói.

3. *Hipotézis:* A tanulók környezettudatosságát befolyásoló tényezők között kiemelt szerepe van az iskolának, az oktatási színtereknek a többi környezeti tudatosságot befolyásoló tényezővel (család, média) szemben.

Vizsgálati módszerek

A vizsgálati minta

A kutatást két célcsoport bevonásával tervezem végrehajtani:

1. Az általános iskola alsó tagozatos hallgatói:
 - ♦ a szabadkai Széchenyi István Általános Iskola (a MTTK gyakorlóiskolája) és a Majsai Úti Általános Iskola alsó tagozatos tanulói (~ 300 tanuló);
 - ♦ a szabadkai Jovan Jovanović Zmaj Általános Iskola alsó tagozatos tanulói/kontrol csoport (~ 100 tanuló).
2. Egyetemi hallgatók:
 - ♦ Újvidéki Egyetem, Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka: a jelenleg 3. évfolyamos hallgatók, a program kidolgozói (~ 30 hallgató);
 - ♦ Újvidéki Egyetem, Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka: a másik 3 évfolyam hallgatói/kontrol csoport (~ 80 hallgató).

A vizsgálat módszerei

A kutatás két fő elemre épül:

I.) a környezeti nevelési program kidolgozására, és II.) a tanulók környezeti neveléssel kapcsolatos ismereteinek, attitűdjeinek kérdőíves adatfeltárására.

A vizsgálatban a környezeti attitűd mérésének alapját a Varga Attila által adaptált, eredetileg *Leeming, Dwyer és Bracken*, (1995) által kidolgozott CHEAKS (Children's Environmental Attitude and Knowledge Scale) [12]

Várható eredmények és a kutatás jelentősége

A kutatás elvégzésével és a program bevezetésével igazolni szeretném, hogy megfelelő hozzáállással, a környezeti nevelés elméletének és gyakorlatának ismeretével, korszerű környezeti nevelési eszközökkel, megfelelő szintű tervezéssel megvalósítható olyan hatékony környezeti nevelés, amely elősegíti a tanulók és az oktatók környezeti attitűdjeinek, környezetkultúrájának fejlesztését egyaránt. Szeretném elérni a lehetőségek szintjén a tanítóképző intézményünkben tanuló hallgatókból, és a gyakorló iskoláinkban tanuló gyerekekből a környezetet ismerő, szerető, a környezet védelme érdekében tenni akaró és tudó emberek váljanak.

Irodalom

1. Vásárhelyi J. *Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia: Alapvetés*. Budapest: Magyar Környezeti Nevelési Egyesület; 2010.

2. Vócsei K., Varga A., Horváth D., Carvalho, G. A pedagógusok és pedagógusjelöltek környezeti attitűdjei. *Új Pedagógiai Szemle* 2008; 58.(2): 61-75.
3. Palmer J., Neal P. *A környezeti nevelés kézikönyve*. Budapest: Körlánc Környezeti Nevelési Program; 2000.
4. Fernengel A. *Iskolai tanórán kívüli környezeti nevelés*. Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia 2002; Budapest: MKNE.
5. Berty L., Juhász I., Soltész Á. et al. *Környezeti nevelési program*. Dunakeszi: Körösi Csoma Sándor Általános Iskola; 2004.
6. Schróth Á. *Környezeti nevelés a középiskolában*. Budapest: Trefort Kiadó; 2004.
7. Ádám F., Kuti I., Kuti I. *Környezeti nevelés a XXI. század óvodájában*. Kecskemét: Körlánc; 2007.
8. Lükő I. *Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe*. Sopron: Edutech Kiadó; 1996.
9. Havas P. *A környezeti nevelés pszichológiai és pedagógiai alapjai*. Kisiskolások környezeti nevelése 1993; Budapest: Alapítvány a Magyarországi Környezeti Nevelésért.
10. Péntekné Szabó Á. *Környezeti nevelés: tanári kézikönyv*. Budapest: Egészségvirág Egyesület; 1999.
11. Havas P. *A környezeti nevelés pszichológiai és pedagógiai alapjai*. Kisiskolások környezeti nevelése 1993; Budapest: Alapítvány a Magyarországi Környezeti Nevelésért.
12. Varga A. *A környezeti nevelés pedagógia, pszichológiai alapjai: Disszertáció*. Budapest: ELTE Bölcsészettudományi Kar, Neveléstudományi Doktori Iskola; 2004.

AZ IDŐJÁRÁS ÖSSZEFÜGGÉSE A KÖZLEKEDÉSI BALESETEKKEL

Puskás János^{1*}, Lórántfy Mária², Nagy Éva³

¹Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.

²Országos Mentőszolgálat Nyugat-dunántúli Regionális Mentőszervezete,
9700 Szombathely Sugár út 1.

³Geomed Kft. Háziorvosi Szolgálat,
9700 Szombathely Ifjúság u. 2/A

**pjanos@gmail.com*

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az időjárás változásai szoros kapcsolatban vannak a közlekedési balesetek bekövetkezésével. Az időjárás jelentős megváltozására a közlekedésben résztvevők szervezete különbözőképpen reagál. A korábbi vizsgálatok az időjárás különböző elemeire és eseményeire terjedtek ki.

Nofal és Saeed [1] megállapították, hogy Riyadhban a hosszú, meleg időszak veszélyezteti a gépjárművek vezetőinek egészségét és biztonságát. Az időjárásnak ez a faktora a közúti balesetek növekedésével függ össze. Andreescu és Frost [2] Montrealban, a gépjárművek baleseteit vizsgálták az eső, az átlaghőmérséklet és a hó függvényében. Mindhárom hatására jelentősen nőtt a közlekedési balesetek száma.

Jelentősen befolyásolja a balesetek bekövetkezését az időjárási frontok megjelenése. Fülöp [3] és Fülöp et al. [4] eredményei megerősítik ezt. Horváth [5] szerint a balesetek száma a frontátvonulás előtti és utáni 4. órában rohamosan növekszik és minél több idő telt el a frontbetöréstől számítva, annál kevesebb a baleset. Binó [6] javasolja, hogy érdemes lenne a tömegkommunikációs eszközök útján nyomatékosan felhívni a figyelmet az időjárás változás közeledtére, különös tekintettel a gépkocsivezetői érzékenységre, és arra is, hogy ilyenkor a nem front érzékenyeknek is körültekintőbben kell vezetniük, mintegy vigyázva, kivédve a mások által előidézett veszélyhelyzetet.

Anyag és módszer

A vizsgálatainkban célunk volt, hogy összefüggést keressünk a Szombathelyen és környékén történt közlekedési balesetek számával és komplex időjárási jellemzőket tartalmazó Péczely-féle makroszinoptikus időjárási típusokkal.

A Péczely-féle időjárási helyzetek (1. táblázat), a Kárpát-medence egész területére értelmezett, egyidejűleg fennálló, komplex időjárási állapotokat fejezik ki. A makroszinoptikus tipizálást Péczely [7] dolgozta ki. A felszíni bárikus mező alapján meghatározott, naponkénti makroszinoptikus időjárási helyzetet 13 típusba sorolta. A tipizálást 1983 óta Károssy folytatja és publikálja a napi kódszámokat [8, 9].

1. táblázat. A Péczy-féle makroszinoptikus típusok

Típus száma	Típus, elnevezése	Típus jele
1.	ciklon hátoldali áramlásrendszere	mCc
2.	anticiklon a Brit-szigetek térségében	AB
3.	mediterrán ciklon hátoldali áramlásrendszere	CMc
4.	ciklon előoldali áramlásrendszere	mCw
5.	anticiklon a Kárpát-medencétől keletre	Ae
6.	mediterrán ciklon előoldali áramlásrendszere	CMw
7.	zonális ciklon	zC
8.	nyugatról benyúló anticiklon	Aw
9.	anticiklon a Kárpát-medencétől délre	As
10.	anticiklon a Kárpát-medencétől északra	An
11.	anticiklon Fennoskandinávia térségében	AF
12.	anticiklon a Kárpát-medence fölött	A
13.	cikloncentrum a Kárpát-medence fölött	C

A közlekedési balesetek adatait az Országos Mentőszolgálat Nyugat-dunántúli Regionális Mentőszervezetének Szombathelyen és környékén történt kivonulásai adták 2000 és 2010 között. Összesen 12735 baleseti adatot vehettünk figyelembe a fenti időszakban. A feldolgozásban a napi időjárási típusokat a közlekedési balesetekhez való kivonulások számával vetettük egybe úgy, hogy típusonként összesítettük azokat, majd átlagoltuk. A szignifikancia vizsgálatot a t-teszt segítségével végeztük.

2. táblázat. Közlekedési balesetek átlaga a Péczy-féle makroszinoptikus típusok szerint

Péczy-típus	Baleset száma	Típus előfordulása	Baleseti átlag	Szignifikancia szint
1.	2311	644	3,59	99 %
2.	990	324	3,05	
3.	137	45	3,04	
4.	585	215	2,72	95 %
5.	1477	459	3,22	
6.	739	269	2,75	99 %
7.	209	63	3,32	
8.	1599	477	3,35	
9.	672	229	2,93	
10.	1248	375	3,33	
11.	830	252	3,29	
12.	1414	437	3,23	
13.	524	163	3,21	

Eredmények

Az eredményeink a 2. táblázatban láthatók. Eredményeink bizonyítják, hogy azokon a napokon történt szignifikánsan több vagy kevesebb baleset az átlagos értékhez

viszonyítva, amikor markáns időjárási változás figyelhető meg (1., 4. és 6. típus). Mindhárom típus ciklonális helyzetet jelent, ami csapadékhullással járhat együtt.

Következtetések

A vizsgálatok tapasztalatai a közlekedésbiztonság területén számíthatnak figyelemre, mert főleg a közlekedési balesetek megelőzésében hozhatnak eredményeket, ezenkívül a busz- és kamionvezetők munkabeosztásakor is hasznosíthatók.

Mivel a közlekedési balesetek száma rohamosan nőtt az utóbbi évtizedekben, ezért további vizsgálatokat látunk szükségesnek annak meghatározására, hogy más időjárási tényezők (időjárási front, zivatar, hőmérséklet és csapadék stb.) mennyire befolyásolják a közlekedés résztvevőit a döntéseikben. Természetesen a legfontosabb szerepe a közlekedési balesetek megelőzésében a szabályok maradéktalan betartásának van.

Irodalom

1. Nofal FH, Saeed AAW. Seasonal variation and weather effects on road traffic accidents in Riyadh City. *Public Health* 1997; 111: 51-55.
2. Andreescu M-P, Frost DB. Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. *Climate Research* 1998; 9: 225-230.
3. Horváth LG *A meteoropszichológiai tényezők szerepe az ipari, vasúti és az autóközlekedési balesetekben*. Budapest: Akadémiai Kiadó; 1963
4. Fülöp A. Valóban növeli a fronthatás a balesetek számát? In: Mesterházy B. (ed.) *7th International Conference on Application of Natural-, Technological- and Economic Sciences*, Szombathely, CD-ROM, ISBN 963 9290 69 6, 2008, p. 1-8.
5. Fülöp A, Puskás J, Mika J.: Az aktuális időjárás hatása a szellemi teljesítményre. In: Mesterházy B. (ed.) *6th International Conference on Application of Natural-, Technological- and Economic Sciences*, Szombathely, CD-ROM, ISBN 963 9290 69 6, 2007, p. 1-7.
6. Binó T. (2006): A közlekedési balesetek és az időjárási frontok kapcsolata (kézirat). *Berzsenyi Dániel Főiskola, Szombathely*, p. 41.
7. Péczely Gy. (1957): Grosswetterlagen in Ungarn. (Macrosynoptic types for Hungary). *Kleinere Veröff. Zentralanst. Meteorol.* Budapest.
8. Károssy Cs. Characterisation and catalogue of the Péczely's macrosynoptic weather types (1996-2000). In: Nowinszky L. [ed.] *Light trapping of insects influenced by abiotic factors. Part II*. Savaria University Press. 75-86. (2001):
9. Károssy Cs. Szóbeli közlés. 2011. január 31.

Radioaktivitás a környezetben

EGYSZERŰSÍTETT MÉRÉSI MÓDSZER NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK LÉGNEMŰ ¹⁴C KIBOCSÁTÁSÁNAK MÉRÉSÉRE

Bihari Árpád*, Molnár Mihály, Janovics Róbert, Mogyorósi Magdolna

MTA-ATOMKI HEKAL, H-4001 Debrecen, Pf. 51

**bihari@atomki.hu*

Bevezető

A radiokarbon (¹⁴C, T_{1/2}= 5730 év) egy globálisan előforduló, részben természetes, részben mesterséges eredetű radionuklid [1]. Nukleáris létesítmények (pl. nyomott vizes reaktorú atomerőművek, radioaktív-hulladék tárolók) normál üzemű működése során kibocsátott radionuklidok közül a radiokarbon a legjelentősebb kollektív effektív dózis hozzájárulás tekintetében. A gáz halmazállapotban kibocsátott radiokarbon ¹⁴CO₂ és ¹⁴C_nH_m kémiai formákban kerül a környezetbe [2,3].

Az ilyen jellegű kibocsátások ellenőrzésére hazánkban differenciált ¹⁴C mintavevőket használnak, melyekben a ¹⁴CO₂ formát közvetlenül, a ¹⁴C_nH_m formát pedig Pt-Pd katalizátoros égetést követően nyeltetik el 3M-os NaOH oldatban [4]. Az alkalmazott mintavételi elrendezéssel a csapdázás határfoka és a szénhidrogének égetéses konverziója legalább közel 100% hatásfokú 10 liter/óra áramlási sebesség és 500 ml lúgoldat esetén. A mintavételt követően a NaOH oldatban csapdázott szén-dioxidból – savas feltárást követően BaOH oldatban elnyeltetéssel vagy direkt BaCl₂-os lecsapással – BaCO₃ csapadékot hoznak létre. A BaCO₃ csapadékot pH-semlegesre (lúgmentesre) mossák, majd szűrik, szárítják és porítják. A csapadék radiokarbon aktivitáskoncentrációjának meghatározása folyadék szcintillációs (LSC) technikával történik, a BaCO₃ vizes szuszpenziójából képzett gélből [5,6,7].

A fentiekből kitűnik, hogy a hagyományos LSC méréshez szükséges kémiai és fizikai mintaforma elérése egy meglehetősen munka-, idő- és költségigényes feltárási folyamat. Ennek egyszerűsítésére honosítottunk meg egy újszerű módszert, elsődlegesen a Püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Tároló kibocsátás-ellenőrzéséből származó mintákon tesztelve.

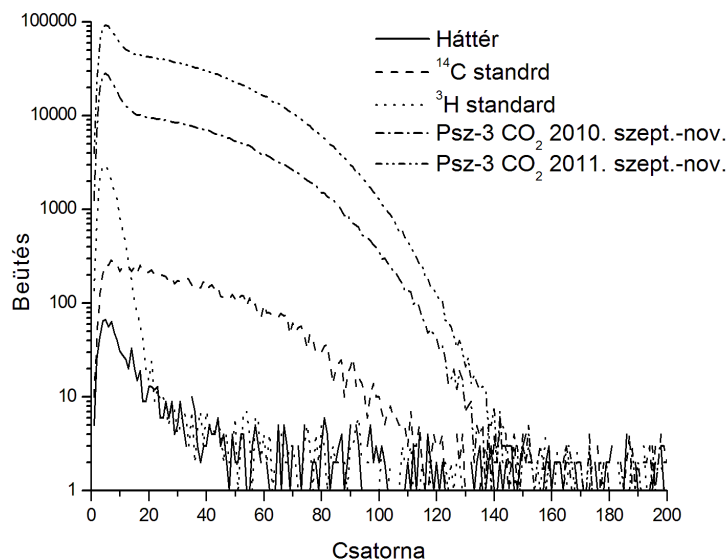
Anyag és módszer

A BaCO₃ csapadékból történő LSC méréshez (0,2 g BaCO₃ + 7 ml ioncserélt víz + 12 ml InstaGel Plus™ szcintillációs koktél) használt szcintillációs koktél érzékeny a pH 7-től jelentősen eltérő kémhatású (pl. ásványi savak és lúgok) mintákra. Az ilyen jellegű minták színváltozást, kemilumineszcenciát, stb. okoznak és ez által a szcintillációs hatásfok romlik. Újabb fejlesztésű koktélok, főleg a HionicFluor™, megfelelő minta/szcintillációs koktél arány betartása mellett már alkalmasak erősen lúgos minták direkt LSC mérésére. A HionicFluor™ esetében a konzervatív keverési arány 5 ml 1M NaOH oldat + 15 ml koktél [7], de van gyakorlati példa 3 ml 3M NaOH oldat + 17 ml koktél összeállításra is [8]. Mi ez utóbbi alkalmazási lehetőséget kívántuk adaptálni, mivel a mérni szándékozott lúgminták is 3M NaOH oldat alapúak.

A módszer teszteléséhez 10 db, a Püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Tároló kibocsátás-ellenőrzéséből (továbbiakban Psz-3) származó lúgmintát (5 db $^{14}\text{CO}_2$ és 5 db $^{14}\text{CO}_2 + ^{14}\text{C}_n\text{H}_m$ frakció) használtunk, amelyeket a hagyományos módszerrel is feldolgoztuk.

A minta-előkészítés – amennyiben a mintázott levegő ^{14}C -en és ^3H -on (tríciumon) kívül más szignifikáns mennyiségű radioizotópot nem tartalmaz – ez esetben csupán a 3 ml exponált lúgminta és 17 ml HionicFluor™ szcintillációs koktél homogén összekeverését jelenti. Atomerőművi kibocsátásból származó minták esetén viszont szükség lehet a minták előzetes hosszabb tárolására, „pihentetésére” a rövid felezési idejű radiojód izotópok lebomlásához és/vagy a minták vivőgázos kifűjtására átbuborékoltatásra az illékony nemesgáz radioizotópok kiűzéséhez. Radiokarbon mentes, vak háttérmintaként 3 ml nem exponált 3M NaOH oldatot alkalmaztunk. A minták aktivitását ismert aktivitáskoncentrációjú ^{14}C , ill. ^3H standard oldatokból, 2,8 ml háttérminta + 0,2 ml standard oldat összeállításban készített mintákhoz viszonyítottuk. Szcintillációs kuvettaként 20 ml-es, alacsony háttérű üvegvakuvettát használtunk (Perkin Elmer).

A méréseket TriCarb 3180 TR/SL folyadék szcintillációs spektrométerrel (LSS) végeztük. A mérési idő 120 perc (holtidő korrigált) volt mintánként.



1. ábra. Háttér-minta, ^{14}C standard, ^3H standard és két exponált lúgminta béta-spektruma HionicFluor™ szcintillációs koktéllal

A kiértékelési procedúra kidolgozásának első lépése a háttérminta, a ^{14}C és ^3H standard, valamint exponált lúgminták spektrumának (1. ábra) vizsgálata volt az optimális ablakbeállítások meghatározásához. A trícium maximális béta-energiája

$E_{\beta, \max} = 18,6$ keV, ez a tiszta ^3H standard spektrumában kb. a 20-as csatornánál található. A radiokarbon maximális béta-energiája $E_{\beta, \max} = 156$ keV, ez a tiszta ^{14}C spektrumában kb. a 120-as csatornánál található. Jelentős ^3H aktivitású minták esetén a radiokarbon aktivitásának biztonságos meghatározásához tehát az ablakot a 20-120 csatorna-tartományra kellett állítani. Ilyen ablak beállítás mellett a háttér 2,5 beütés/perc, a detektálási határfok kb. 70 %, a kimutathatósági határ 0,01 Bq/g lúg.

Látható, hogy a ^{14}C standardnál jelentősen nagyobb ^{14}C aktivitású, valós minták esetén a radiokarbon béta-spektruma a beállított ablak felső határa fölött, kb. a 140-es csatornánál ér véget. A beütésszám-vesztés ilyen esetekben is csak $\leq 0,5$ %, azaz a végső aktivitáskoncentráció érték teljes bizonytalanságához képest (lásd később) elhanyagolható mértékű. Az ablak szélesebbre állítása a háttér, és ezzel együtt a kimutathatósági határ növekedéséhez is vezet.

Eredmények

A 10 db valódi tesztminta hagyományos és új módszerrel meghatározott ^{14}C aktivitáskoncentrációját (AK) az 1. táblázat tartalmazza. A hagyományos (karbonátos) módszer esetében a feltárás során keletkezett BaCO_3 csapadék AK-jából számoltunk vissza a lúgminta AK-jára.

1. táblázat. 10 db tesztminta kétféle módszerrel meghatározott ^{14}C aktivitáskoncentrációja

Minta neve (Psz-3 mintavételi hely)	AK _{lúg, BaCO₃ alapján} (Bq/g)	AK _{lúg, HionicFluor} (Bq/g)	Eltérés (Bq/g)
CO ₂ 2010. júl.-szept.	34,7±2,1	37,4±7,5	+(2,7±7,8)
C _n H _m 2010. júl.-szept.	44,3±2,7	52,4±10,6	+(8,1±10,9)
CO ₂ 2010. szept.-nov.	20,0±1,2	21,6±4,4	+(1,6±4,5)
C _n H _m 2010. szept.-nov.	26,4±1,6	25,5±5,1	-(0,9±5,4)
CO ₂ 2011. máj.-júl.	82,0±5,0	86,4±17,4	+(4,4±18,1)
C _n H _m 2011. máj.-júl.	105,3±6,3	106,4±21,4	+(1,2±22,4)
CO ₂ 2011. júl.-szept.	73,4±4,4	75,7±15,2	+(2,3±15,9)
C _n H _m 2011. júl.-szept.	88,4±5,3	92,4±18,6	+(4,0±19,4)
CO ₂ 2011. szept.-nov.	81,2±4,9	90,8±18,3	+(9,6±18,9)
C _n H _m 2011. szept.-nov.	115,8±7,0	124,7±25,1	+(8,9±26,1)

Látható, hogy az új módszerrel mért eredmények jó egyezést mutatnak a hagyományos módszerrel mértekkel, csupán kismértékű – a középértékek alapján átlag 6,5 %-os – kvázi-szisztematikus felülbecslés tapasztalható, mely minden bizonnyal egy, a normalizáció során bevitt szisztematikus hibára vezethető vissza de ez eltörpül a mért értékek eredő bizonytalanságához képest.

LSC méréshez preparált mintáknál fontos tényező a hosszú távú fizikai-kémiai stabilitás, azaz hogy a mérés során ne változzanak az optikai és homogenitási tulajdonságai, illetve közel azonosak legyenek a valós minták és a normalizációs minták esetén. Ennek az egyik mérőszáma az ún. quench (kioltás) paraméter, amelyet az LSS minden mérés alkalmával egy nagy aktivitású sugárforrás segítségével határoz meg. A másik jelzőszám maga az észlelt időegységkénti

eseményszám (számlálási sebesség) a kiválasztott ablakban (lásd korábban), amelyből a minta aktivitását számoljuk. A 2. táblázat 3 db, azonos időpontban (2011.10.24.) készült mintára illusztrálja ezeket a paramétereket [tSIE ill. cpm(¹⁴C), háttérlevont] többszöri, közös időpontokban történt mérések alapján.

2. táblázat. 3 db azonos időpontban (2011.10.24.) preparált LSC minta hosszú távú fizikai-kémiai stabilitásra vonatkozó paraméterei az idő függvényében

Minta neve	Paraméter	2011.10.25.	2011.12.21.	2012.02.14.	Átlag
¹⁴ C standard	tSIE	254,4	269,1	276,9	266,8±11,4
	cpm(¹⁴ C)	77,8±0,8	78,5±0,9	81,8±0,9	79,3±1,2
Psz-3 CO ₂ 2010. júl.- szent	tSIE	260,9	266,2	253,4	260,2±6,4
	cpm(¹⁴ C)	4968±6	5044±7	4998±7	5000±22
Psz-3 C _n H _m 2010. júl.- szent	tSIE	256,8	270,4	249,8	259,0±10,5
	cpm(¹⁴ C)	7154±8	7194±9	7178±8	7174±11

Tapasztalatunk szerint a tSIE érték ±5 %-os eltérése még nem okoz számottevő hatásfok-eltérést és ez a feltétel teljesül a vizsgált mintákra. A számlálási sebesség szórása is ≤1,5 %, ami elenyésző a mérési eredmények teljes bizonytalansághoz képest.

Következtetések

A bemutatott eredmények alapján elmondható, hogy az általunk adaptált, minimális mintafeldolgozást igénylő módszer alkalmas kibocsátás-ellenőrzésből származó légköri ¹⁴C minták direkt mérésére. A kimutathatósági határ 0,01 Bq ¹⁴C/g lúg minta. A tipikusnak mondható 0,5 kg lúg és 10 m³ mintázott levegő mennyiség mellett ez kb. 0,5 Bq ¹⁴C alsó méréshatárt jelent légköbméterenként. Ez utóbbi a természetes háttér alig tízszerese.

Összehasonlítás képpen, a karbonátos-géles módszer kimutathatósági határa 0,4 Bq ¹⁴C/g BaCO₃ azonos mérési idő esetén, amely azonos mintavételi paraméterek mellett 2 Bq ¹⁴C alsó méréshatárt jelent légköbméterenként. Tehát az új módszer mérési teljesítmény tekintetében is felülmúlja az eddig használtat. Ennek legfőbb oka az, hogy a BaCO₃ csapadékból 0,2 g-nál nagyobb mennyiséget nem lehet kellő mértékben homogenizálni 20 ml-es küvetta-térfogat és az alkalmazott szcintillációs kottél mellett [6].

A mérési eredmények teljes bizonytalansága csökkenthető a mintákhoz kémiaailag jobban hasonlító és pontosabban ismert aktivitású ¹⁴C standard alkalmazásával, melynek elkészítése folyamatban van. A mérési spektrumok tríciumra vonatkozó tartományából származó információk hasznosítása is kidolgozás alatt van. A módszert ki kívánjuk terjeszteni atomerőművi szellőztető kéményből származó minták vizsgálatára, összemérésére is.

Irodalom

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Exposures from natural and man-made sources of radiation. Report to the General Assembly, part 1. 2000.
2. Kunz C. Carbon-14 discharge at three light-water reactors. *Health Phys* 1985; 49:25-35.
3. Electrical Power Research Institute. Characterization of C-14 generated by the nuclear power industry. Report EPRI TR-105715. Palo Alto; 1995.
4. Uchrin G, Hertelendi E. Development of a reliable differential Carbon-14 sampler for environmental air and NPP stack monitoring. In Hungarian. Final report of the OMFb contract No. 00193/1991; 1992.
5. Veres M, Hertelendi E, Uchrin G, Csaba E, Barabás I, Ormai P, Volent G, Futó I. Concentration of radiocarbon and its chemical forms in gaseous effluents, environmental air, nuclear waste and primary water of a pressurized water reactor power plant in Hungary. Proceedings of the 15th International ^{14}C Conference, edited by G. T. Cools D. D. Harkness, B. F. Miller and E. M. Scott. *RADIOCARBON* 1995; 37(2):497-504.
6. Woo HJ, Chun SK, Cho SY, Kim YS, Kang DW, Kim EH. Optimization of liquid scintillation counting techniques for the determination of Carbon-14 in environmental samples. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 1999; 239(3):649-655.
7. Svetlik I, Rulik P, Michálek V, Tomásková L, Mizera J. Determination of ^{14}C in grab samples of stack air from nuclear power plants. LSC 2005, Advances in Liquid Scintillation Spectrometry. Edited by Stanislaw Chalupnik, Franz Schönhofer, John Noakes; 417–422; 2006.
8. Svetlik I, Fejgl M, Pospíchal J, Michálek V, Tomásková L. Prompt measurement of ^{14}C in gaseous releases of nuclear power plants. Environmental Radioactivity – New Frontiers and Developments, Rome, Italy, 25 - 27 October 2010.

A SOPRONI CSALÓKA-FORRÁS MAGAS RADONTARTALMA EREDETÉNEK VIZSGÁLATA

**Freiler Ágnes^{1*}, Szabó Katalin Zsuzsanna², Horváth Ákos¹, Török Kálmán³,
Sajó Bohus László⁴**

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Atomfizikai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közettani és Geokémiai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

³Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23

⁴Nuclear Physics Laboratory, Universidad Simon Bolivar, Caracas 1080A, Venezuela
**agnes.freiler@gmail.com*

Bevezető

A radioizotópok természetes módon, eltérő mennyiségben vannak jelen a Földön, amelyek esetenként emelkedett koncentrációban jelennek meg, ezzel növelve a lakások beltéri radonkoncentrációjának értékét. A radon az embert érő dózis több mint 50%-áért felelős. Emiatt fontos vizsgálni a radon anyaelemeinek eloszlását mind a kőzetekben, mind az azokon kifejlődött talajokban, valamint az épített környezetben is.

A Soproni-hegység természetes radioaktivitásának eredete nem teljes mértékben tisztázott, azonban több területen emelkedett radonkoncentrációkat mérhetünk. Aros (2003) a hegység forrásai radontartalmának átfogó vizsgálata során megállapította, hogy a legnagyobb radonkoncentrációval a Csalóka-forrás rendelkezik (> 220 Bq/l) [1]. Török (2003) közettani vizsgálatok során a soproni gneisztípusok tórium és urántartalmát mérte [2]. Spaits (2007) Sopron épített környezet gammadózis-térképét készítette el [3]. 2011-ben diplomamunkám során gneisz és csillámpala kőzetek vizsgálatával az növekedett radonkibocsátás és a deformáció kapcsolatára kerestem bizonyítékokat. Kimutattam a Csalóka-forrás deformált gneisz kőzetének növekedett radonkibocsátó képességét a hegység többi gneisz kőzetéhez képest [4].

Munkánk célja a hegységben legnagyobb radonkoncentrációjú Csalóka-forrás radontartalma eredetének vizsgálata. Megvizsgáltuk, hogy a területén levő talaj, vagy kőzet okozhatja-e a forrás nagy radontartalmát.

A Csalóka-forrás forrásfakadása környezetének alapkőzete gránitból átkristályosodott gneisz. A forrásfakadás szűk, kb. 5-10 m-es környezetében, a felszínről származó kőzetminták vizsgálata alapján a forrás területén a gneisz a metamorfózis után plasztikus deformációt szenvedett, milonitosodott. Ugyanez a deformált gneisz található a forrás körül néhány száz méteres területen. A milonitosodás nagy nyomáson, 250-300°C-nál nagyobb hőmérsékleten végbemenő folyamat, melynek során megváltozik a kőzet szerkezete és helyenként az ásványos összetétele. A plasztikus deformáció hatására megváltozik a kőzetszövet, sávossá, irányítottá válik, valamint az eredetileg nagy szemcsék összetöredeznek, aprózódnak. A szerkezetbeli változások a radonkibocsátó képességre is hatással vannak, növelhetik azt [5].

Anyag és módszer

A forrás radontartalmának eredetét négy évig, 2007 és 2011 között vizsgáltuk. A vizsgált terület a forrásfakadás körül kb. 4 m sugarú körben helyezkedik el. Vízmintát nemcsak a fő forrásfakadási helynél vételeztünk (A pon), attól különböző távolságokban is 8 pontból, amely pontokon időnként kisebb mértékű vízszivárgást tapasztaltunk. Jelen munkában csak az A ponra és ettől keletre, másfél méterre eső mintavételi helyre (B pont) koncentráltunk, mert ezeken a helyeken minden alkalommal vízszivárgást tapasztaltunk. A többi mintavételi pontban a szivárgás a harmadik mintavételi alkalommal már megszűnt. A vízminták vizsgálatával a forrás átlagos radonkoncentrációját határoztuk meg, illetve az egy év alatt történő esetleges koncentrációváltozásokat figyeltük meg.

A forrásvíz felszín alatti áramlása során veszi fel a radont az ott jelenlevő talaj, és/vagy közetrétegekből. Ebből a szempontból a felszín alatt töltött utolsó néhány nap 3,8 nap lényeges a radon felezési ideje miatt, mivel az esetlegesen ennél régebben a forrásvízbe jutott radonatomok már elbomlanak a felszínre törés előtt. Ezért mintáztuk meg a forrás kb. 4 m sugarú körében több pontban a felszínen található közeteket. Talajminták kb. 0-30 cm mélységből származnak. A mintavételi pontok minden esetben a vízszivárgások mellett párszor 10 cm-re helyezkedtek el, így 5 pontból 12 db talajmintát és 4 pontból 5 db közetmintát vettünk.

A négy év során, 2007 és 2008 között egy éven át monitoroztuk a forrás radontartalmának változását havonta történő mintavétellel. A vízmintavétel során 10 ml forrásvizet 20 ml-es küvetába OptiFluor-O szcintilláló anyag alá fecskendeztünk, majd a küvetát parafilmrel szigeteltük. A forrásvíz radontartalmát a laboratóriumban folyadékszintillációs spektroszkópiával, TriCarb 1000 típusú műszerrel vizsgáltuk 15 perces mérések során.

A talaj- és közetmintákat ásóval és geológuskalapáccsal vételeztük. A talajmintákat a laboratóriumban alumínium radonkamrába helyeztük. A közetmintákat mérés előtt kb. 5-7 cm átmérőjű és kb. 4-5 cm magasságú közel henger alakra vágtuk.

A talaj és közetminták fajlagos radonexhalációs képességét RAD7-es mérésekkel vizsgáltuk. A RAD7 detektor félvezető szilícium detektort tartalmaz, és pontosan képes a radon leányelemeinek detektálására. A minták a mérés előtt 3 hetet töltöttek radonkamrában, mielőtt a mérést megkezdtük volna. A radonkamra egy 9 cm magasságú és 7 cm átmérőjű alumínium doboz, melynek teteje lecsavarható, és a jobb szigetelés végett gumitömítéssel ellátott. A tetőn két nyitható-zárható csap van, amelyen keresztül csövekkel a RAD7 radondetektorhoz csatlakoztatható. Az exhalációs mérések – háttérkoncentráció mérés után – négy 15 perces ciklusban történtek.

A minták fajlagos rádiumaktivitását gamma-spektroszkópiával, HPGe detektorral határoztuk meg. A talajminták radonkamrában kerültek a HPGe detektorra, a közetek mérése radonkamra nélkül történt. A rádiummérések 3 napos háttérmérés után egyenként 24 órán át tartottak és a kapott spektrum 186 keV-es csúcsát értékeltük ki.

Meghatároztuk a közetminták sűrűségét. Ehhez a térfogatot mérőedény használatával, vízkiszorításos módszerrel mértük. A tömeget analitikai mérleggel mértük le a közetek száraz állapotában. A tömegmérés alapján tömegegységre vonatkoztatott fajlagos aktivitás és fajlagos exhalációt határoztunk meg.

A talajminták porozitásának (p) közvetlen mérése nem volt megvalósítható, mivel csak vékony, ~10 cm-es talajréteg fedti a területet. Ezért a minták higroszkóposágát meghatároztuk, amiből a talaj fizikai féleségét tudhatjuk meg. Ha tudjuk a talaj fizikai féleségét a porozitást szakirodalmi adatok alapján közelíthetjük [7].

A talaj- és kőzetminták exhalációjának ismeretében létrehoztunk egy *egyszerű modellt*, amellyel megbecsülhetjük, hogy a talajt és kőzetet körülvevő víznek mekkora a radonkoncentrációja. A víz miközben az adott közegben áramlik, felveszi a talaj, vagy kőzet által kibocsátott radonatomokat, ezáltal egyre nő a radonkoncentrációja. Másrészt a vízben már lehetnek radonatomok, melyek folyamatosan bomlanak, így a víz radonkoncentrációja csökkenhet is.

A modell szerint a talaj, vagy kőzet egységnyi V térfogatában pV térfogatú pórus van, és feltételezzük, hogy a pórusok 100%-át víz tölti ki (p -vel az adott közeg porozitását jelöltük). Ha feltesszük, hogy a közeg radonkibocsátó képessége homogén, az általa kibocsátott és a víz által felvett radonatomok száma a maximumot exponenciálisan közelítő görbe szerint növekszik az idő függvényében. 3 hét után kb. állandó lesz és ekkor áll be a radioaktív egyensúly a szemcsék rádiumtartalma és a víz radonkoncentrációja között. Amikor az egyensúly beáll, a vízben levő radon aktivitása (A) egyenlő a közeg exhalációjának mértékével (E) a közeg egységnyi térfogatában, azaz $A=E$. Ha a víz 3 hétnél több ideig tartózkodott a közegben, akkor a maximális koncentrációja elérte, amit az adott közeg létre tud hozni. Ha a 3 hétnél kevesebb időt tölt a víz az adott közegben, akkor az állandó értéket nem éri el, hanem a víz aktivitása az $A = E(1 - \exp(-\lambda t))$ szerint változik. A víz talajban, vagy kőzetben töltött ideje alapján megadhatjuk, hogy a víz a maximális radontartalmának hányad részét érte el, ezt jelöljük τ -val. Ezt fejezi ki, a $\tau = 1 - \exp(-\lambda t)$ összefüggés. Három hét elteltével a második tag már kb. 0, és így $\tau=1$. Ezen összefüggések ismeretében megbecsüljük a talaj, vagy kőzet szemcséi között elhelyezkedő víz radonkoncentrációját. A c aktivitáskoncentráció az aktivitás (A) és a víz térfogatának ($V_{\text{víz}}$) hányadosa:

$$c = \frac{A}{V_{\text{víz}}} = \frac{E(1 - \exp(-\lambda t))}{pV} = \frac{E\tau}{pV}.$$

Mivel az exhaláció mérése során csak kis tömegű minta mérése lehetséges, ami a természetes környezetben levő anyag mennyiségével természetesen nem egyenlő, ezért a minták fajlagos exhalációját mérjük, $M = \frac{E}{m}$. Ezért a V térfogathoz tartozó

talaj, vagy kőzet tömegét m_2 -vel jelöljük. Ekkor $c = \frac{E\tau}{pV} = \frac{Mm_2\tau}{pV} = \frac{M\rho\tau}{p}$, ahol

ρ az adott közeg térfogattömege. Mivel τ mértéke nehezen becsülhető, helyette a képletbe maximumát $\tau=1$, írjuk be és így a mért exhalációhoz tartozó c_{max} , maximális radonkoncentrációt kapjuk meg [6]:

$$c_{\text{max}} = \frac{M \cdot \rho}{p} \quad (1)$$

Talaj- és kőzetmintákra is kiszámoltuk a maximális radonkoncentrációt a fenti becslés használatával. Ha ez a számolt érték $c_{\max} < c_{\text{mért}}$, ($c_{\text{mért}}$ a forrás tényleges mért radontartalma), akkor az adott közeg nem lehet egyedüli radonforrás, mivel nem tud elegendő radonatomot juttatni a vízbe, hogy annak $c_{\text{mért}}$ radontartalmát okozza. Ekkor számolnunk kell egy jelentősebb, de más radonforrással. Ezzel szemben, ha $c_{\max} > c_{\text{mért}}$, a közeg a víz radontartalma egyik jelentős, esetleg egyedüli forrásának tekinthető.

Eredmények

Az A és B pontokban legalább 9 alkalommal mértük meg a víz radonkoncentrációját. Ezért az A és B pontokat tartottuk alkalmasnak a forrásvíz radonkoncentráció időfüggésének bemutatására. Az A mintavételi pontban, a forrásfakadás helyén egy év alatt az első és utolsó mérés alkalmával kapott értékek között 30%-os koncentrációnövekedést tapasztaltunk. Az egy év alatt mért értékek minimuma a 3. mintavétel alkalmával 161 ± 8 Bq/l volt, maximuma az utolsó mintavétel alkalmával 291 ± 17 Bq/l volt. A 30%-os koncentrációnövekedés oka lehet a forrás áramlási sebességének csökkenése. Ha az áramlási sebesség csökken, a forrásvíz több időt tölt az adott közegen a felszín alatt és így a víz több radonatomot tud felvenni, mert τ nagyobb lesz. A koncentrációmérésekkel egyidejű vízhozam mérést nem végeztünk, de a vízhozam csökkenése tapasztalható volt az egy év alatt, mivel a többi mintavételi pontban a forrásvíz szivárgása a harmadik mintavételi naptól kezdve nem volt megfigyelhető.

A B pontban is növekedést tapasztaltunk, de a növekedés kisebb mértékű. Az első (114 ± 7 Bq/l) és az utolsó (155 ± 9 Bq/l) mintavétel alkalmával mért koncentrációk különbsége ~ 40 Bq/l, ami a mérési bizonytalanságnál alig több.

A fajlagos radonexhaláció értékeket is meghatároztuk, mind a talaj-, mind a kőzetmintákra, hogy az (1) összefüggésben felhasználhassuk. A fajlagos ^{226}Ra értékek meghatározása azért volt fontos, hogy a radonexhalációs együttható, azaz a radonkibocsátó képesség meghatározható legyen. A minták radonexhalációs

együtthatóit az $\varepsilon = \frac{M}{a}$ összefüggéssel számoltuk ki, ahol M – a fajlagos radonexhaláció, a – a fajlagos ^{226}Ra aktivitás. Az eredmények az 1. táblázatban láthatók.

Hogy a Csalóka-forrástól származó kőzetminták eredményeit összehasonlíthassuk a Soproni-hegység más gneisz kőzetével, a Vas-hegy kőfejtő gneisz kőzeteinek eredményeit is bemutatjuk. A Vas-hegy kőfejtő gneisz kőzete plasztikus deformáción nem ment át, ezért lehet alkalmas az összehasonlításra. A területről származó három darab kőzetminta vizsgálatát végeztük el.

1. táblázat. Talaj és kőzetminták fajlagos radonexhalációja (M), fajlagos ^{226}Ra aktivitása (a) és a két érték hányadosaként számított exhalációs együttható (ε). Világos szürke háttérrel a talajminták, fehér háttérrel a kőzetminták eredményei láthatók.

Minta azonosítója	a (Bq/kg)	a bizonytalanság (Bq/kg)	M (Bq/kg)	M bizonytalanság (Bq/kg)	ε (%)	ε bizonytalanság (%)
CSF1	83	6	15,11	0,66	18,0	1,5
CSF2	46,6	3,4	6,1	0,26	13,0	1,1
CSF4	38,5	4,1	9,3	0,30	24,2	2,6
CSF5/1			7	0,24		
DA1V1	60,3	4,9	9,5	1,5	15,7	2,8
DA2V1	34,0	2,6	4	0,46	11,8	1,6
DA3V1	77,9	3,7	8,8	0,79	11,3	1,1
DA6V1	56,6	3,2	11	1	19,4	2,1

Az átlagos fajlagos radonexhaláció érték talajra az 1. táblázat M oszlopában világosszürke háttérrel bemutatott értékek átlagaként, $M_{\text{talaj}}=9,4\pm 0,2$ Bq/kg. Kőzetre szintén az 1. táblázat M oszlopának fehér háttérű részéből átlagot képezve $M_{\text{kőzet}}=8,3\pm 0,5$ Bq/kg.

Az (1) egyenletben ρ a talaj, vagy kőzet sűrűsége, melyet talajminták esetén a talajok átlagos térfogattömegeként becsültünk, $1,45 \text{ g/cm}^3$ -nek, és kőzet esetén a

$\rho = \frac{m}{V}$ összefüggéssel számoltunk. A talaj fizikai féleségét homokos vályogként azonosítottuk és [7] alapján porozitását 26%-nak tekintettük. A kőzetek porozitását a gneisz kőzetek átlagos porozitásának vettük, 3%-nak [8].

A fentiekben bemutatott sűrűség és porozitás értékek és az (1) egyenlet használatával a talaj $c_{\text{max talaj}}=60,2$ Bq/l-es, a kőzet $c_{\text{max kőzet}}=657,1$ Bq/l-es radontartalmat tud biztosítani a forrásvízbe

Következtetések

Az egyszerű modellt felhasználva a talaj kb. 60 Bq/l-es maximális radonkoncentrációt biztosít, ami a forrás mért radontartalmának kb. 30%-a, ezért a talaj önmagában nem lehet a radontartalom eredete. A kőzet (a felszín közeli kőzetekből becsülve) viszont 660 Bq/l-es maximális radontartalmat alakít ki, ami a forrás radontartalmának csaknem háromszorosa. Ezért a Csalóka-forrás magas radontartalmának számottevő eredeteként a forrás alapkőzetét, a deformált gneiszt azonosítottuk. Fontos megjegyezni, hogy a 660 Bq/l-es érték csak közelítő jellegű a kisszámú minta vizsgálata, a sűrűség és porozitás értékek becslése miatt. Továbbá nem tudjuk, hogy a forrásvíz áramlása során milyen más közegeken haladt keresztül. Ezeket az értékeket a jövőben pontosítani szükséges.

A plasztikus deformáció folyamatának lejátszódása a területen kulcsfontosságú, mivel a radonkibocsátó képességet a kőzetek átlagos radonkibocsátó képességéhez képest kb. tízszeresére növelte. Ez a deformáció okozta exhaláció növekedés okozhatja a Csalóka-forrás nagy radontartalmát.

Kulcsszavak: Csalóka-forrás, radon eredete, deformált gneisz

Irodalom

1. Aros, G. (2003): A természetes radioaktivitás vizsgálata a Soproni-hegységben Szakdolgozat, ELTE-TTK Atomfizikai Tanszék
2. Török K. (2003): Alpine P-T path of micaschists and related orthogneiss veins near Öbrennberg (W-Hungary, Eastern Alps). – N. Jb. Miner. Abh. (179): 101-142; Stuttgart
3. Spaits, T. (2007): Természetes radioaktív izotópok vizsgálata az épített környezetben – Doktori disszertáció – Sopron, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdészeti Géptani Tanszék
4. Freiler, Á. (2011): A természetes radioaktivitás és a geológiai háttér kapcsolatának vizsgálata a Soproni-hegységben és környékén – Diplomadolgozat – Budapest, ELTE TTK, Atomfizikai Tanszék
5. L.C.S. Gundersen, R.B.Wanti, (1971): „Field Studies of Radon in rocks, soils and waters” U.S. Geological Survey Bulletin p. 39-50. <http://energy.cr.usgs.gov/radon/shear1.html>
6. D. D. Snow, (1996): Short-term Aquifer Residence Times Estimated from ^{222}Rn Disequilibrium in Artificially-recharged Ground Water, J. Environ. Radioactivity, Vol. 37, No.3 pp. 307-325.
7. Pécsi M. (1993): Negyedkor és löszkutatás. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 374 p.
8. HFJ Mérnöki Iroda Kft., (2010): Mezősas-Ny néhány magfúrás mintájának röntgen computer tomográfus mérési eredményeiről készült értékelések összefoglalása, Kutatási jelentés

A MOFETTÁK BELSŐ ÉS KÜLSŐ KÖRNYEZETÉNEK FIZIKAI PARAMÉTEREI

Mócsy Ildikó*, Néda Tamás, Szacsvai Kinga, Szakács Sándor

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudományi Tanszék, 400375

Kolozsvár, Déva u.19, Románia

*mocsyil@gmail.com

Bevezető

A Hargita-hegység vulkánikus hegyvonulata mentén szénsavas gázfeltörések vannak. Ezek lehetnek tiszta szénsavasak, de tartalmazhatnak H_2S , N_2 , He, Rn és más gázokat [1]. Ezeket a gázkitöréseket mofettáknak nevezik, amelyeket vulkánikus utóműködéssel lehet magyarázni [2], [3]. A széndioxid gáz balneoterápiás alkalmazása több évezredes múltra tekint vissza, de ma már ismeretes a kén és radon gyógyító hatása is. Erdélyben, ezeket a gázkitöréseket a népi gyógyászatban kb. 600 éve alkalmazzák. A mofetták hatás-mechanizmusának kialakítására először Balogh L. mutatott rá, kihangsúlyozva, hogy a radonnak és leányelemeinek jelentős szerepe van a gyógyászatban [4].

Az erdélyi mofetták radon aktivitáskoncentrációjának meghatározása Szabó Árpád [5], [6] és Szabó Endre [7] nevéhez fűződik.

A mofetta „gödörből” kiáramló ^{222}Rn gáz a CO_2 -al kerül a felszínre, és koncentrációja a kőzetek urán-, illetve rádium tartalmától, a geológiai képződmények ásványi összetételétől, a talaj porozitásától, nedvességtartalmától, sűrűségétől és átteresztőképességétől (permiabilitás), valamint a talaj szemcseméret eloszlásától függ. A hőmérséklet, a páratartalom és a légnyomás befolyásolják a gáz kiáramlásának sebességét. A kiáramlás nagyságát a légnyomás által okozott konvekciós áramlások 30 - 40%-al növelhetik. A talajban mért ^{222}Rn aktivitás koncentrációt $Bq \cdot m^{-3}$ fejezik ki, nagyságrendje $kBq \cdot m^{-3}$, a föld felszínén mért világ átlagérték $5-10 Bq \cdot m^{-3}$ [8]. A kiáramlott ^{222}Rn elvegyül, felhígul a szabad légterben. Sűrűsége hétszer nagyobb a levegő sűrűségénél $9.73 g \cdot l^{-1}$, ezzel magyarázható, hogy a szabad légterben koncentrációja csökken a magasság növekedésével. Instabil, radioaktív elem, bomlása során nagy energiájú α részecskéket bocsát ki, maximális sugárzási energiája 5.48 MeV, 3.825 napos felezési idővel. Az alfa részecskék a levegőben megtett rövid útjuk során (4.13 cm), a környezetnek adják át energiájukat. A ^{222}Rn bomlásakor különböző felezési idejű α vagy β sugárzó radioaktív izotópok keletkeznek, ezek a radon leányelemei. A polónium, ólom és bizmut izotópjai (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi és ^{214}Po) rövid élettartamú elemek, amelyek között az egyensúly 15 percen belül áll be, és a bomlási sor α aktivitásának 45%-át adják. Ioncsoportokat képeznek a levegőben levő vízzel, oxigénnel vagy más gázzal, ráakodnak a levegőben levő szilárd részecskékre, radioaktív aeroszolokat képeznek, amelyek belégzése növeli a belső dózist. Ezért követtük a mérési helyeken a CO , CO_2 és a ^{222}Rn koncentrációjának meghatározásakor a szilárd aeroszolok, azaz a por koncentrációját is.

A por finom eloszlású szilárd anyag, amelyet a légmozgások diszpergálnak és szállítanak. A mofetták természetes környezetében is, számolni kell a levegőben levő szilárd részecskék jelenlétével, amelyek lehetnek talaj vagy biológiai eredetűek. A tiszta levegő 1 cm^3 -ében 250-500 por részecske van. A $10 \mu\text{m}$ -nél nagyobb átmérőjű porszemcsék alkotják az ülepedő porokat és a $0,01$ - $10 \mu\text{m}$ -es mérettartományba tartozó por a szálló por, amely a gravitációs erő hatására csak igen lassan ülepszik, gyakorlatilag a levegő gázaival együtt mozog. A mozgásuk irányát és a megtett távolságot a levegő páratartalma, hőmérséklete, mozgás sebessége és iránya befolyásolják.

Kutatásunk az Erdélyi mofetták belső és külső környékének tanulmányozására irányultak. Ebben a dolgozatban bemutatjuk a CO , CO_2 , ^{222}Rn és a por koncentrációját a hely, idő, hőmérséklet, páratartalom és légnyomás változásának függvényében.

Anyag és módszer

Kutatásainkat 2004-2011-ben, az időjárás függvényében különböző évszakokban végeztük. Az első időszakban követtük a radon és a leányelemeinek koncentrációját a Hargita-fürdői, és a Csíkszentimrei mofettákban. Később, a méréseket kiterjesztettük a Bálványosi-, Tusnád- és Sugásfürdői mofettára és a munkapontokban a radon aktivitás koncentrációjával egy időben meghatároztuk a hőmérsékletet, páratartalmat, a légnyomást, a CO , CO_2 koncentrációt, valamint a szálló por mennyiségét $0,3$ – $10 \mu\text{m}$ méret szerinti eloszlásban.

A Hargitai mofettáknál zárt ajtók mellett végeztük a méréseket, a többi helyszínen nem tudtuk a teljesen zárt körülményt biztosítani. A méréseket a gyógykezelésre használt mofetta-gödör különböző mélységében, a gödör közvetlen közelében, a helyszíntől függően a váróteremben és a mofetták épületén kívül 3 - 15 m távolságban végeztük, talajszinten és 1 m magasságban.

A CO és CO_2 koncentráció meghatározására Fluke- CO_2 mérőműszert használtunk. A ^{222}Rn aktivitáskoncentrációját AlphaGuard ionizációs kamra segítségével határoztuk meg, a hőmérséklettel, a páratartalommal és a légnyomással egyidőben. A méréseket a gázkiáramlástól mért különböző szinteken és távolságokban 10 perces, 60 perces és 24 órás periódusokban végeztük. A leányelemeket zárt helységeben Thomson WL mérőműszerrel mértük, 24 órás időtartamban, azzal a céllal, hogy megállapítsuk a ^{222}Rn és rövidéletű leányelemei közötti egyensúlyi tényezőt.

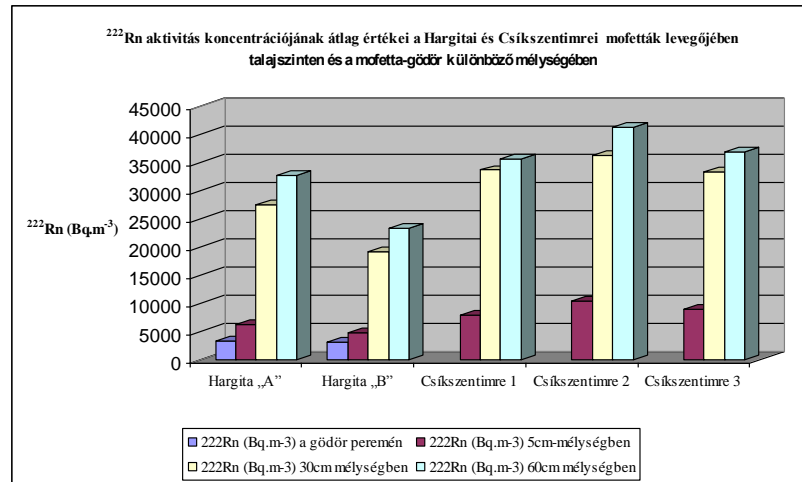
A $0,3$, $0,5$, 1 , 2 , 5 és $10 \mu\text{m}$ átmérőjű por mintákat Fluke-Particle mérőműszerrel határoztuk meg, 10 l levegő mintából.

Eredmények

A ^{222}Rn aktivitás koncentráció értékeit a Hargita fürdői és Csíkszentimrei mofettákban, a mofetta-gödör peremén, illetve 10 , 30 és 60 cm -es mélységben az 1. ábrán mutatjuk be.

Mind az öt mofetta esetében a ^{222}Rn aktivitás koncentráció nő a gödör mélységével. A hargitafürdői mofetta-gödör peremén mért értékek $3,1$ - $3,2 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$

és ennek a tízszeresét mértük 60cm mélységben. A legmagasabb értéket a csíkszentimrei 2. mofettában mértük, 60cm mélységben $41,2 \text{ kBq.m}^{-3}$.



1.ábra.

A különböző évszakban végzett ^{222}Rn , CO és CO₂ mérések eredményei nem mutattak szignifikáns eltérést, ezért az átlag értékeket vezettük be az 1. táblázatba. CO értéke minden helyszínen 1-2 ppm között volt.

Azokon a helyszíneken, ahol a legmagasabb értékű CO₂ koncentrációt mértünk, a ^{222}Rn aktivitás koncentráció is a legmagasabb. A CO₂ koncentráció csökkenésével a ^{222}Rn aktivitás koncentráció is csökken.

A mofetta-gödör peremén mért aktivitáskonzentrációk átlagának legnagyobb értéket $3,2 \text{ kBq.m}^{-3}$ a hargitafürdői mofettákban kaptuk, ahol zárt ajtókkal végeztük a méréseket és a legalacsonyabbat $0,33 \text{ kBq.m}^{-3}$ a Sugás fürdőiben. Ha a gödörtől eltávolodtunk 2m-t, illetve 1m-t, a ^{222}Rn aktivitás koncentráció 1/3-ra, illetve 1/2 értékre csökkent, ami a levegővel való keveredéssel magyarázható.

Mivel a légnyomás majdnem azonos volt a három periódusban, feltételezhető, hogy az észlelt kis eltérések a hőmérséklet különbségekből adódnak, de kevés az adat ahhoz, hogy egyértelmű kapcsolatot állíthassunk fel a hőmérséklet, a páratartalom és a radon koncentráció között.

Megmértük a ^{222}Rn leányelemeinek a koncentrációját a két hargitafürdői mofettában. Az A mofettában a leányelemek potenciális alfa-energia koncentrációja 0,58 WL, a B-ben 0,42 WL volt. Ezekből az értékekből és az 1-es táblázatban feltüntetett ^{222}Rn aktivitáskonzentráció értékeiből kiszámoltuk az egyensúlyi tényezőt a mofetták levegőjében. Mind a két mofetta esetében 0,36 értéket kaptuk.

A talaj szintjén mért por koncentrációt a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Az eredmények értékeléséből kitűnik, hogy a mofetták és környékének levegőjében nem detektáltunk $10 \mu\text{m}$ -nél nagyobb részecskéket. A $0,3 \mu\text{m}$ átmérőjű részecskék 75,6 -78,9% - ban vannak jelen, és legnagyobb részt ezekre rakodnak a radon leányelemei.

1.táblázat. ²²²Rn és CO₂ koncentráció a Hargita megyei mofettákban

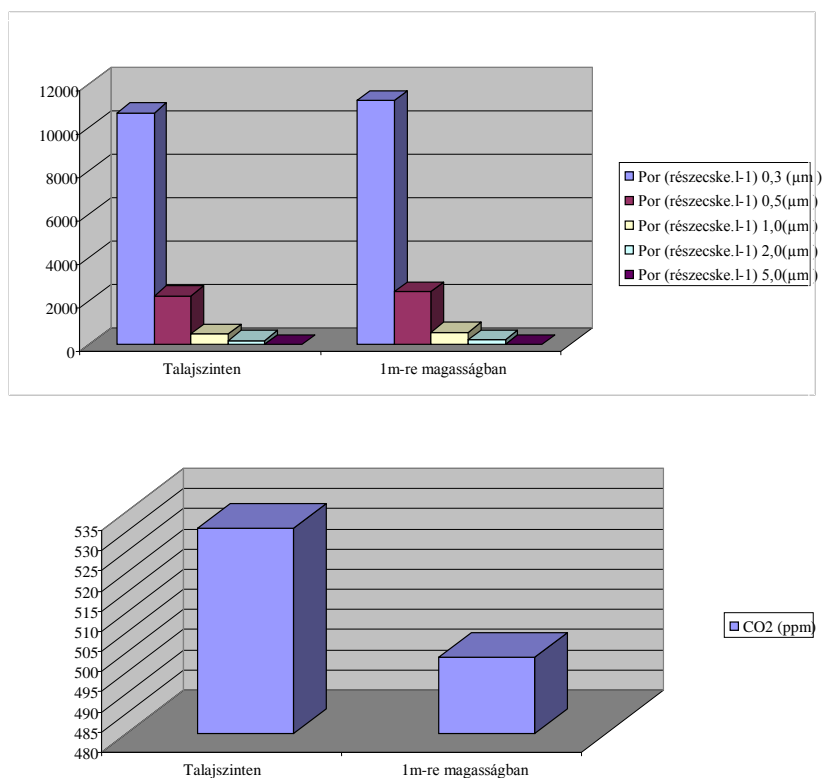
Meghatározás helye	²²² Rn (kBq.m ⁻³)	CO ₂ (ppm)	T (°C)	P (mbar)	Rel.pára (%)
Hargita fürdői mofetta-zárt ajtó					
A terem gödör peremén	3,20	>5850	23,1-27,6	871,9	64
2m-re a gödörtől	1,36		25,5-27,2	871,4	-
B teremgödör peremén	3,06	>5850	23,1-25,2	871,8	70
2m-re a gödörtől	1,92		18,1-19,2	872,1	-
A + B váróterem	0,51	>5820	20,6-20,9	871,4	60,5
Külső környezet					
bejárati ajtó - talajon	0,22	4695	16,0-21,1	871,0	41
- 1m magasságban	-	1076	19,6	871,3	-
5m-re a bejáratától	0,08	564	22,4-26,9	871,3	56
10m-re a bejáratától	-	465	23,2	872,0	-
15m-re a bejáratától	-	457	23,4	871,9	-
Tusnád fürdői mofetta					
gödör peremén	0,75	>5800	16,2-22,8	870,5	75
1 m magasságban	-	2075	26,5	870,7	-
Külső környezet					
az épület mellett	0,03	1480	21,5	3	78
Bálványos fürdői					
gödör peremén	0,907	>5450	18,6-20,8	928	76
1 m magasságban	-	1242	18,6	921	-
Külső környezet					
3-4 m-re a bejáratától	0,014	803	16,1-21,1	957	78
Sugás fürdői mofetta					
gödör peremén	0,328	>5760	15,9-16,7	930	79
1m.re a gödörtől	0,147	3055	18,6	930	81
Váróterem	0,134	1875	17,6	930	84
Külső környezet					
7 m-re a bejáratától	0,040	1890	17,7	929	83
10m-re az épülettől	0,032	1040	18,7	929	85
Koronid-Csigadomb					
Külső környezet	0,012	175	24,5-25,2	878	65

A CO₂ és a por részecskék koncentráció átlagait összehasonlítottuk a talajszenzen és a talajtól ugyan abban a mérőpontban mért értékkel. (2.ábra).

A CO₂ koncentráció csökkent a magassággal. A szállópor koncentráció nagyobb volt 1m magasságban, mint a talaj közelében mért érték, amely igazolja, hogy az ipari szennyeződéstől mentes levegőben a kis átmérőjű szállópor a domináló.

2.táblázat. Talajszenzen mért szilárd részecskék (por) méret szerinti eloszlása

Meghatározás helye	Részecskeszám/l					
	Részecske méretek (µm)					
	0,3	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
Hargita fürdői mofetta – A terem, a gödör pereménél	12105	2552	527	175	1	0
Külső környezet 5m-re a bejárati ajtó előtt	12706	3030	698	254	5	0
Tusnád fürdő a gödör pereménél	12289	2767	619	215	3	0
Külső környezet az épület mellett	10109	1957	410	139	2	0
Bálványos fürdői a gödör pereménél	9018	2051	471	171	1	0
Külső környezet 3-4 m-re a bejárati ajtótól	9271	1682	362	133	3	0
Sugás fürdői mofetta gödör pereménél	10882	2122	410	137	4	0
Váróterem-előszoba	10465	2140	454	161	2	0



2.ábra. A porrészecskék és a CO₂ a talajszínt és 1 m magasságban a talajtól

Következtetések

A mofetták épületében és környékén a ²²²Rn aktivitás koncentráció értékei követik a CO₂ koncentrációra kapott értékek növekvő, illetve csökkenő tendenciáját, amely igazolja, hogy a mofettákban a CO₂ kiáramlásával tör fel a ²²²Rn gáz is.

A ²²²Rn aktivitás koncentráció tízszeresére nő a mofetta gödör 60cm mélyégében a gödör peremén mért értékhez képest. A legmagasabb ²²²Rn aktivitás koncentráció értékeket a csíkszentimrei mofettákban kaptuk. A CO₂ koncentráció csökken a talajtól mért magassággal.

A szállópor legnagyobb részben 0,3 μm átmérőjű, és a részecskék minden méretében az 1m-en mért értékek magasabbak, mint a talajszínt mérték.

A Hargitai mofettákban zárt helységben a ²²²Rn és rövid életű alfa sugárzó leányelemei egyensúlyi tényezőjét 0,36-nak határoztuk meg.

A kutatásokat különböző meteorológiai körülmények között végeztük és nem áll rendelkezésre elég adat, hogy egyértelműen megállapíthassuk a CO₂ és a ²²²Rn kiáramlásának méretét a hőmérséklet, a páratartalom és a légnyomás függvényében.

A mofettáknak nem csak gyógyászati, hanem idegenforgalmi jelentősége is van. A turisták számára is érdekes természeti jelenség egy ilyen gázfeltörés [9]. A

mofették fizikai és kémiai tulajdonságának és a hatás- mechanizmusoknak ismeretében hasznosabbá és hatékonyabbá lehetne tenni a rendszeres és ellenőrzött kezelést és a térség fellendítésének érdekében fejleszteni kéne a gyógyturizmust.

Irodalom

1. Szabó E. Természetes sugárterhelés Románia Szocialista Köztársaság fontosabb szénsavas „gőzölgői”-ben, *Atomtechnikai Tájékoztató* 1967; 10: 71-76.
2. Szakács A, Seghedi I, Pécskay Z. Peculiarities of South Harghita Mts. as terminal segment of the Carpathian Neogene to Quaternary volcanic chain. *Rev.Roum.Geologie* 1993; 37: 21-36
3. Szakács A, Seghedi I. The Calimani-Gurghiu-Harghita volcanic chain, East Carpathians, Romania: Volcanological features. *Acta Vulcanologica* 1995; 7(2): 145-153.
4. Balogh L, Szabó E. Egyes kovásznai és hargitafürdői mofették radioaktivitásának tanulmányozása Geiger-Müller csővel és szcintillációs számlálóval. *Orvosi szemle* 1961; 3: 297-302
5. Szabó Á. Cercetarea chimică, radiologică, geologică și fiziologică a câtorva ape minerale și gaze naturale din R. A. M. *Șt. Cerc. Științ., Acad. R. P. România* 1955; 6 (3): 141-147.
6. Szabó Á. Székelyföldi ásványvizek és forrásgázok radioaktív vizsgálata. *Hidrológiai Közöny* 1949; XXIX (55): 37-42.
7. Szabó E. Kovászna megye (Székelyföld, Románia) legfontosabb szén-dioxid, illetve kén-hidrogén- tartalmú „gőzlőinek” természetes radioaktivitása. *Izotóptechnika, diagnosztika* 1992; 35: 53-57.
8. Mócsy I, Köteles Gy. A radon és környezetünk. *Egészségtudomány* 2003; 47(4): 243-253.
9. NEDA T, Mócsy I. Az erdélyi “gázgőzöglők” radioaktivitása és hasznosításuk lehetőségei, Környezetvédelem, regionális versenyképesség, fenntartható fejlődés konferencia, Pécs 2005, In: eds. *2005 évkönyv*, Magyarország, ISSN 1558-5348 2005. pp. 167-179.
10. Walley N. Measurements of radioactivity and radon exhalation rate in different kinds of marbles and granites, *Applied Radiation and Isotopes* 2001; 55: 853-860.

Poszterszekció

ÓLOMMAL ÉS RÉZZEL SZENNYEZETT TALAJOK INDUKÁLT FITOEXTRAKCIÓJA KELÁTKÉPZŐ SZEREKKEL

Czira György^{1*}, Simon László², Vincze György², Koncz József³, Lakatos Gyula¹

¹ Debreceni Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola

² Nyíregyházi Főiskola, Tájgazdálkodási és Vidékfejlesztési Tanszék

³ MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

*cziraga@freemail.hu

Bevezető

A robbanószer gyártása, tárolása és tesztelése széleskörű környezeti problémát eredményezett, mert a talajba és a talajvízbe toxikus, mutagén, perzisztens vegyületek kerültek be, melyek a táplálékláncban felhalmozódhatnak [1]. A lőterek, illetve lőszer-megsemmisítő helyek talajában egyes nehézfémek koncentrációja megemelkedett [2, 3].

A talajba került szerves és szervetlen szennyezőanyagok eliminációjára az ún. fitoremediáció kínálhat megoldást [4, 5]. Az ún. *indukált fitoextrakció lényege*, hogy kelátképzők talajba juttatásával teszik a fémeket könnyen felvehetővé a nagy biomasszát képező növényfajok számára [6, 7, 8]. A hiperakkumulációra nem képes növényfajok viszonylag kevés fémot vesznek fel a talajból, amelyet legtöbbször a gyökerekben halmoznak fel, és csak keveset szállítanak át belőle a könnyen betakarítható hajtásba. A növények fémakkumulációja a talajba juttatott kelátképző szerekkel elősegíthető, ezek a nehézfémek kötésformáit megváltoztatják és azokat könnyebben felvehetővé teszik. Az *indukált fitoextrakció* során olyan növényeket termesztünk a szennyezett talajon, amelyek eltűrik a nagy fémkoncentrációt és nagy mennyiségű biomasszát képeznek.

Az *etilén-diamin-tetraecetsav* (EDTA), illetve *etilén-bisz(oxi-etilén-nitrilo)-tetraecetsav* (EGTA) talajba történt kijuttatása jelentős mértékben megnövelte a szennyezett talajon termesztett kukorica *ólom-*, illetve *kadmiumfelvételét*, és elősegítette e fémek gyökerekből a hajtásokba történő szállítását [6, 7, 8].

Munkánk egy hazai lőtérrel, illetve lőszer-pirotechnikai megsemmisítő telepről vett talajban található ólom- és rézszennyeződés indukált fitoextrakciójára fókuszál. A tenyészedényes kísérletekben arra kérdésekre kerestünk választ, hogy:

- ♦ a nagy biomasszát képező napraforgó milyen mértékben akumulálja különböző szerveiben a fenti nehézfémeket?
- ♦ különféle kelátképző anyagok (EDTA, EGTA, citromsav) kijuttatása a nehézfémekkel szennyezett talajra milyen stresszszim-aktivitást eredményez a kukorica leveleiben?

Anyag és módszer

A kísérletben vizsgált szennyezett talaj egy hazai lőtérrel, illetve lőszer-pirotechnikai megsemmisítő telepről származott. Két robbantási krátert mintáztuk meg oly módon, hogy mindkettőből, ásonyomnyi mélységből 30-30 talajmintát vettünk. A mintavétel a kráter aljából indult, majd 1 méterrel feljebb koncentrikus körök mentén haladva a mintázást addig folytattuk, míg elértük a gödör tetejét. A szennyezetlen talajmintákat a telepen kívül vettük 30 leszúrásból. A talajmintákat, alapos összekeverés után, vékony rétegben szétterítettük laboratóriumi asztalokon, légszáraz állapotig szárítottuk, majd 2 mm-es szitán átbocsátottuk és elemösszetételüket EDP-XRF technikával Spectro Xepos 2000 készülékkel vizsgáltuk meg 4, illetve 3 ismétléssel.

A szennyezett talajból 1200 g-ot, a szennyezetlenből 1000 g-ot töltöttünk műanyag tenyészedényekbe, melyet 120, illetve 100 ml Hoagland-táppal nedvesítettünk meg. A kontroll talaj egy részébe 100 mg/kg ólmot juttattunk ki $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ oldat formájában. A tenyészedényeket szobahőmérsékleten, 10 naponta a szántóföldi vízkapacitás (10 m/m%) eléréséig desztillált vízzel telítettük. Az inkubáció a szennyezett talaj esetén 18 hétig, a mesterséges ólomszennyezés esetén pedig 9 hétig történt.

Az első fényszobás tenyészedényes kísérletben a fenti talajokon 4 ismétléssel 7 hétig napraforgót (*Helianthus annuus* L., cv. Neoma) neveltünk. A kísérlet bontásakor a tenyészedények talaját, illetve a növények gyökerét és hajtását megmintáztuk, majd elemösszetételüket ICP-OES (Jobin Yvon Ultima 2) technikával határoztuk meg. A növénynevelés, illetve a talaj- és növényanalízis paramétereit korábbi publikációnkban [9] részleteztük.

A második fényszobás kísérletben – a talajok újabb 20 hetes inkubációja után – 4 ismétléssel 8 hétig kukoricát (*Zea mays* L., cv. Furio) neveltünk. Hét héttel a magok elvetése után a talajokba 0,5-0,5 g/kg mennyiségben EDTA-t, EGTA-t, illetve citromsavat juttattunk ki. Öt nappal a kelátképzők talajba juttatása után megmértük a kukorica felülről számított második levelében a peroxidáz enzim aktivitását [10, 11]. A hidrogén-peroxid bomlását Jasco V530 készülékkel 3 percen át 240 nm hullámhosszon, spektrofotometriásan követtük nyomon. A levélkivonatok proteintartalmát Bradford [12] módszerével mértük, a proteintartalom alapján pedig meghatároztuk a specifikus peroxidázenzim-aktivitást. A tenyészedényeket a kelátképzők kijuttatása után 7 nappal bontottuk.

Eredmények

A lőtéri szennyezett talajban, illetve a lőtértől távol eső szennyezetlen talajban található nehézfém-koncentrációkat az 1. táblázatban mutatjuk be.

A szennyezett terület talajának cinktartalma átlagosan 35,7 mg/kg volt, mely négyszer több mint a kontroll talajban mért 8,6 mg/kg-os koncentráció. A talajok kadmiummal nem szennyezettek, viszont ólom- és rézszennyeződésük egyértelmű. A szennyezett talaj átlagosan 648,5 mg/kg-os ólomtartalma 46-szor magasabb, mint a szennyezetlen kontrollé, ahol átlagosan csak 14,1 mg/kg ólmot találtunk. A szennyezett talajban 84,3 mg/kg, míg a kontrollban mindössze 4,1 mg/kg rezet mértünk, ez esetben húszszoros a különbség.

1. táblázat. Lőtéri szennyezett talajban, illetve a lőtértől távol eső szennyezetlen talajban található nehézfém-koncentrációk (EDP-XRF meghatározás, Nyíregyháza, 2010).

Elem	Szennyezett talaj				Szennyezetlen talaj		
	1.minta	2.minta	3.minta	4.minta	1.minta	2.minta	3.minta
Cink [mg/kg]	34,4	31,6	36,9	39,9	14,4	11,6	8,4
Kadmium [mg/kg]	<2,6	<2,4	<2,6	<2,4	<2,5	<5,8	<4,7
Ólom [mg/kg]	626,3	553,8	708,3	705,5	15,2	17,5	9,6
Réz [mg/kg]	79,4	75,5	93,6	88,5	4,0	3,9	4,3

Első kísérletünk során a napraforgó gyökere átlagosan 2041 µg/g, szára 157 µg/g, levele pedig 79,6 µg/g ólmot, illetve 369, 11,5 és 16, 7 µg/g rezet akkumulált a fenti szennyezett talajból szárazanyagra számítva. Ez jelentősen – több nagyságrenddel – meghaladta a kontroll, szennyezetlen talajon fejlődő növények ólom- (gyökér–4,56; szár <0,1; levél–0,78 µg/g) és réztartalmát (gyökér– 20,8; szár – 2,8; levél – 8,53 µg/g).

A 2. táblázatban mutatjuk be a kelátképzők hatását az ólommal és rézzel szennyezett talajon nevelt kukorica leveleinek peroxidáz-aktivására.

2. táblázat. Kelátképzők hatása az ólommal és rézzel szennyezett talajon nevelt napraforgó leveleinek peroxidáz-aktivására (tenyészedényes kísérlet, Nyíregyháza, 2011).

	Enzim-aktivitás (ΔOD/min)	Protein-tartalom (mg/ml)	Specifikus aktivitás Δ OD/perc · mg protein	Rel. %	Rel. %
Kontroll talaj	1,574	0,878	179,4 ± 10,6		100
Szennyezett talaj	1,583	0,710	224,6 ± 0,2	100	125
Szennyezett talaj+EDTA	1,896	0,780	243,0 ± 0,6	108	135
Szennyezett talaj+EGTA	1,855	0,790	235,6 ± 13,2	105	131
Szennyezett talaj+citromsav	1,849	0,760	244,0 ± 3,6	109	136
Kontroll talaj+100 mg/kg Pb	1,940	0,754	257,9 ± 16,1	100	144
Kontroll talaj+100 mg/kg Pb+EDTA	1,825	0,844	217,0 ± 19,2	84	121
Kontroll talaj+100 mg/kg Pb + EGTA	1,721	0,800	213,1 ± 24,5	83	119

Feltételezhető, hogy a talajba kijuttatott kelátképző szerek elősegítették az ólom- és rézszennyeződés gyökerekből a levelekbe történő átszállítását. Erre a növények stressz-válaszaiból (peroxidáz-enzim-aktivitásából) is következtethetünk. A lőtéri szennyezett talajon fejlődő növények leveleiben 25-36%-kal, az ólommal mesterségesen elszennyezett talaj esetében pedig 19-44%-kal emelkedett meg a peroxidáz enzim aktivitása a szennyezetlen talajon fejlődő kultúrákhoz képest. A lőtéri szennyezett talajon fejlődő növények levelében a peroxidáz enzim aktivitása

valamennyi kelátképző (EDTA, EGTA, citromsav) kijuttatása esetén 5-9%-kal megemelkedett. Az ólommal mesterségesen elszennyezett talaj esetén a kelátképzők kijuttatásának hatására a peroxidáz-aktivitás azonban 16-17%-kal lecsökkent.

Következtetések

Megállapítottuk, hogy egy hazai lőtérrel, illetve lőszer-pirotechnikai megsemmisítő telepről származó talaj erősen szennyezett ólommal és rézzel. Napraforgóval beállított első tenyészedényes kísérletünk alapján kiderült, hogy a szennyezett talajon fejlődő növények szerveiben a szennyezetlen talajokhoz képest több nagyságrenddel több ólom, illetve réz akkumulálódott. Igazolódott, hogy a hiperakkumulációra nem képes növényfajok a nehézfémeket a talajból legtöbbször a gyökerekben halmozzák fel, és csak keveset szállítanak át belőle a hajtásukba. Kukoricával beállított második tenyészedényes kísérletünkben megállapítottuk, hogy a szennyezett talajba kijuttatott mindhárom kelátképző-szer (EDTA, EGTA, citromsav) jelentősen megemelte a fiatal levelek peroxidáz-enzim-aktivitását a szennyezetlen kontroll talajon nevelt kultúrákhoz képest. Feltételezhető, hogy a kelátképző-szerek kijuttatása elősegítette a nehézfémek gyökerekből levelekbe történő átszállítását, és a jelentősen megemelkedett ólom- és réztartalom okozta a peroxidáz stressz-enzim aktivitásának jelentős megemelkedését. A kukorica növényi szerveiben a nehézfém-tartalom meghatározása folyamatban van.

Kulcsszavak: ólom- és rézszennyezés, talaj, indukált fitoextrakció, peroxidáz

Irodalom

1. Ju KS, Parales RE. Nitroaromatic compounds, from synthesis to biodegradation. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 2010; 74(2): 250-272.
2. Pennington JC, Hayes CA, Yost S, Crutcher TA, Berry TE, Clarke JU, Bishop MJ. Explosive residues from blow-in-place detonations of artillery munitions. *Soil & Sediment Contamination* 2008; 17(2):163-180.
3. Lewis J, Sjostrom J, Skyllberg U, Hagglund, L. Distribution, chemical speciation, and mobility of lead and antimony originating from small arms ammunition in a coarse-grained unsaturated surface sand. *Journal of Environmental Quality* 2010; 39(3): 863-870.
4. Simon L. Fitoremediáció. *Környezetvédelmi Füzetek*. Azonosító: 2318. Budapest: BMKE OMIKK; 2004.
5. Máthéné GG, Anton A. Toxikuselem-szennyezés káros hatásainak mérséklése fitoremediációval. *Agrokémia és Talajtan* 2004; 53 (3-4): 413-432.
6. Hegedűsová A, Simon L, Švikruhová J, Boleček P, Hegedűs O. Induced phytoextraction of cadmium from contaminated soil. *Acta Pericomonologica Rerum Ambientum Debrecina* 2008; 3: 45-49.
7. Hegedűsová A, Jakabová S, Simon L, Hegedűs O, Vargová A, Táros K, Pernyeszi T, Majdik C. Induced phytoextraction of lead from contaminated soil. *Acta Universitatis Sapientiae, Agriculture and Environment* 2009; 1: 123-129.
8. Hegedűsová A, Jakabová S, Vargová A, Hegedűs O, Pernyeszi T.J. Use of phytoremediation techniques for elimination of lead from polluted soils. *Nova Biotechnologica* 2009; 9-2:125.

9. Barna S, Simon L, Tóth Cs, Koncz J, Anton A. Nehézfémekkel szennyezett talaj víztisztítási vas-mangán csapadékkal történő stabilizációjának vizsgálata. In: Farsang A, Ladányi Zs. (szerk.) Talajvédelem (különszám). Talajtani Vándorgyűlés kiadványa. Talajtani Vándorgyűlés. „Talajaink a változó természeti és társadalmi hatások között”. Szeged, 2010. szeptember 3-4. Szeged: Talajvédelmi Alapítvány – Magyar Talajtani Társaság – Szegedi Tudományegyetem; 2011. pp. 323-330. (ISBN 978-963-306-089-6).
10. Cavalcanti FR, Oliveira JTA, Martins-Miranda AS, Viégas RA, Silveira JAG. Superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities do not confer protection against oxidative damage in salt-stressed cowpea leaves. *New Phytologist* 2004; 163: 563-571.
11. Vincze Gy, Simon L. Nehézfém-szennyeződés hatása a levélcikória enzimeinek aktivitására. In: Simon L, Szilágyi M. (szerk.) Mikroelemek a táplálékláncban. Nyíregyháza: Bessenyei Könyvkiadó; 2003. pp. 301-314.
12. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 1976; 72: 248-254.

NÖVÉNYZET HANGGÁTTLÁNÁSOK VIZSGÁLATA VÁROSI KÖRNYEZETBEN

Domokos Endre*, Takács Judit, Kurdi Róbert, Somogyi Viola

Pannon Egyetem, Magyarország, 8200 Veszprém, Egyetem út 10.

**domokose@uni-pannon.hu*

Bevezető

A zaj a városi környezet sajátos szennyeződése, mely egyre növekvő tendenciát mutat. Ennek következménye, hogy a zaj és rezgésvédelem a környezetvédelem egyik dinamikusan fejlődő területe. A mindenkori kormány és az Európai Unió is olyan rendeletek és szabályozásokat alkotott és alkot, amellyel törekszik az embereket érő zajexpozíció mértékét a lehető legkisebbre csökkenteni. Az elmúlt években mind a mérés technika, mind az adatfeldolgozás lendületes fejlődésének köszönhetően a jogi szabályozás is megújulásra került, melyben nagy szerepet kapott a városi környezetben történő hanggátlás és zajvédelem.

A vizsgálatok célja, hogy az adott területeken a különböző növényfajták zajcsökkentésének mértéke meghatározásra kerüljön. A vizsgálatok lombhullató növény esetén lombos és lombtalan állapotban is megtörténtek, így összehasonlítható a két szélsőséges állapot. Mindezek mellett a városi környezetben található növényzet egyéb funkcionális szerepe is rámutat a cikk.

Közúti közlekedési zajok elleni védekezés során megkülönböztetünk aktív és passzív zajvédelmet.

Aktív védekezés, ha magából a forrásból kibocsátott zajt csökkentjük. Ennek módja a forgalom csökkentése, elkerülő utak építése, sebességkorlátozás, tömegközlekedés népszerűsítése. Aktív zajcsökkentési műszaki megoldása lehet magának a gyártási technológiának a fejlesztése. Például a hibrid hajtású gépjárművek esetén induláskor valamint alacsony sebességnél csak a villanymotor dolgozik így városi közlekedésnél szinte hangtalan. Aktív zajcsökkentéshez tartozik az útburkolatok javítása, a gumibroncsok fejlesztése, a motortér burkolása és a karbantartás is.[1,2]

Passzív zajcsökkentés, ha a hang terjedését korlátozzuk. Erre hatékony módszer lehet, ha az út és a védendő objektum közötti távolságot növeljük, így a zajhatás csökken.

Passzív zajvédelmi megoldás a hangelnyelő fal vagy zajvédő töltés elhelyezése a forrás és a védendő objektum közé. Ezeknek az árnyékoló létesítményeknek kettős szerepe van, egyrészt hangelnyelő szerep az út felőli oldalon, másrészt hangszigetelés a védendő objektum felőli oldalon.

A zaj csökkentésének passzív módszerei közé soroljuk a növényzet zajvédő hatását is. Ennek egyik nagy előnye az olcsó kivitelezhetőség, esztétikailag javítja a városrész összképét, hátránya, hogy a zajcsökkentésre használandó terület nem minden esetben van önkormányzati tulajdonban, a városi terület kihasználásnak köszönhetően az épületek, lakások túl közel vannak az utakhoz, így köztük a növényfal nem építhető ki valamint a betelepített növényzet nem minden esetben éri el azonnal a védő hatását, gyakran évek szükségesek mire megfelelő méretűek

lesznek erre a célra. A kiépített növény-sávokat karban kell tartani, száraz időben locsolni és óvni kell a betegségek ellen, különben elvesztik céljukat és időre van szükségük, míg regenerálódnak. [2]

A zajterjedés útvonalában található növényzet hatására hangszóródás jön létre, melynek következtében megnövekszik a hangterjedés útja, így csökken a zaj. A hang egy része a levelek, a törzsek és az ágakkal való találkozáskor elnyelődik, visszaverődik, illetve áthalad. A lombos fák levelei lemezesek, így a hangrezgéseket felveszik és továbbítják, miközben az elnyelés miatt tompítják és a hullámok egy részét visszaverik. A levelek zizegése ezen kívül elfedő zajt biztosít, amely pihentető hatású zajcsökkentő tényező. A fák lombtömegének zajvédő hatása egyben védelmet is ad a zajjal járó vibráció ellen. A fának a lombzata mellett a gyökérzete is védelmi szerepet tölt be a rázkódások és a rezgések ellen. Ezt a hatását egész évben, lombtalan időszakban is betölti. Ez főként az épületek védelmére szolgál. [2]

A zaj szóródás miatti csökkenése a növény-sáv szélességével arányos (1. egyenlet) [2]:

$$K_m = 1,5z + a_n \sum_{q=1}^z s_{nq} \quad (1)$$

ahol

K_m – zajszint csökkenés mértéke (dB)

z – erdősávok száma

a_n – növényzet zajcsillapítási tényezője (dB/m)

s_{nq} – a q-adik erdősáv szélessége (m)

A zaj csökkentésének mértékét befolyásolja még a növényzet telepítésének módja, a vizsgálat ideje. Befolyásoló tényező mérés esetén az évszak is, hiszen télen a nem örökzöld növények lehullatják leveleiket.

Zajvédelem szempontjából fontos a növényzet fajtája is, ugyanis nem minden növény-típus egyformán nyeli el a zajt. A vizsgálat egyik fontos célkitűzése ezeknek a különbségeknek a feltárása. Telepítés során figyelembe kell venni a különböző fajok társíthatóságát, funkcionális megfelelőségüket és nem utolsósorban az esztétikai szerepüket.

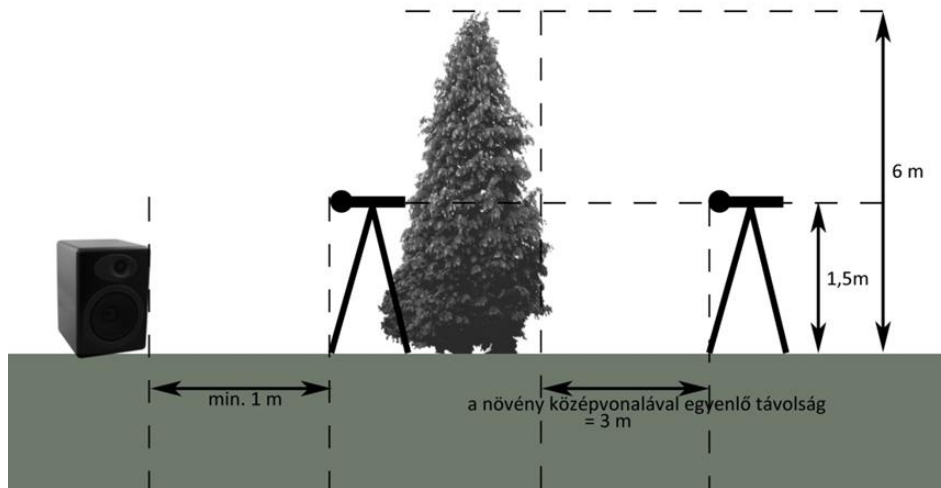
Korábbi vizsgálatok alapján az erdősávokban a pázsitfűfélék, sarjak, illetve cserjék nem nélkülözhetők, ugyanis ezek a kipufogószint magasságában található és itt nyújtanak védelmet. Cserjeszinten többek között továbbá jól alkalmazható zajfogó növény a gypürózsa, fagyal, mogyoró, gyertyán valamint a mezei és talárjuhar is. A középső lombkoronaszinten megfelelő növények lehetnek zajvédelmi szempontból a hársak, juharok és gyertyánok, felső lombkoronaszintnél pedig a magas köris valamint a kocsánytalan és kocsányos tölgy. [3]

Anyag és módszer

A vizsgálat elvégzése két darab zajszintmérő készülék, egy akusztikus kalibrátor, egy zajgenerátor és mérőszalag segítségével történt. A mérőeszköz hátteret egy CEL-430 típusú integráló zajszintmérő és egy Brüel & Kjaer 2239A típusú zajanalizátor biztosította. Mindkét berendezés hitelesített volt. Zajgenerátorként egy

kézi gyártású Silverblade hordozható hangfalszolgált. A megfelelő hang-frekvenciák előállításáért egy notebookon futó Audacity program felelt

A mérés megkezdésekor a kiválasztott növénytársulás elé és mögé is elhelyezésre került egy zajszintmérő készülék úgy, hogy egyenlő magasságban legyenek (1. ábra). Az első mérőműszer, ami a hangforrás felőli oldalon volt minél közelebb helyezkedett el a növényhez, a második mérőműszer a növény középvonalának megfelelő távolságba, minimum 1,5 méterre került. A zajgenerátor akkora távolságra helyezkedett el a növénytől, mint a növény és a mögötte található műszer távolsága (de legalább 1 méterre, hogy egyenletes hangkép alakulhasson ki). A műszerek kalibrálásra kerültek. A zajgenerátor egy meghatározott hangnyomásszintre történő beállítása után legalább 20 másodpercig szólt a zaj. A veszprémi mérések során szinuszos-, fűrész- és fehér zaj alkalmazására és ezek zajcsillapítására került sor. A mérés elvégzése után lejegyzésre kerültek a növénytársulás adatai (szélesség, magasság és a közvetlen környezet).



1. ábra. Mérési helyszín felállítása

A terület kiválasztás esetén figyelembe lett véve:

- ♦ Közlekedés szerepe az adott útszakaszon (Veszprémben a kiválasztott pontok nagy része lakóövezetekben található. Ezek gyengébb forgalmú mellékutak. Előzetes mérések alapján, a háttérzaj ezeken a területeken 30-45 dB közötti érték. A közlekedés szerepe főként a munkahelyre való bejárás, ami a csúcsidőben kissé megnövekedett forgalomadatokból következethető. A kiválasztott pontokon busz valamint tehergépjármű forgalom nem jellemző. A közlekedési zajok fő kibocsátója a személygépjármű forgalom.)
- ♦ Zajterhelést befolyásoló tényezők (A mérési pontokon a zajterhelést befolyásoló tényező volt a forgalom intenzitása mellett a hőmérséklet és a relatív páratartalom is. A mérési pontoknál a különböző talajtípusok is befolyásolhatnak. Kemény felületeknek, mint az aszfalt ugyanis alacsony a porozitása, a lágy, gyepvel borított területek porózus felületek, a nagyon lágy területek, mint például a tőlevéllel borított talaj nagyon porózusak és ennek megfelelően gyengítik a zajt.)

Eredmények

Veszprémben több ponton történt vizsgálat a növényzet zajcsillapítására. A megadott zajcsökkentési értékek tisztán a növényzetre vonatkoznak, a távolság, légkör és egyéb tényezők kiszűrésével.

- ♦ Az 1. mérési pont körül megközelítőleg 5m széles burkolt előkert található. A több növényfajból álló sövény egységes falat képez a telek határán. A sövény előtt található zöldsávban fiatal fasor található, melynek zajvédelmi szempontból egyelőre nincs szerepe. A sövény, mivel elég magasan van az udvarhoz képest árnyékoló szerepet is betölt. A telekhatáron nincs külön kerítés, így a sövény tölti be az elválasztó funkciót. *A zajcsökkentés mértéke 2,5 dB-től (szinusz-zaj) a 7,6 dB-ig (fehér-zaj) terjedt.*
- ♦ A második mérőpontnál tömbházak körüli zöldterületet vizsgáltunk. Ez egy ligetes terület beültetve örökzöldekkel, lombhullató fákkal és elszórtan cserjékkel. Főként Feketefenyő/*Pinus nigra*/, Nyírfa /*Betula pendula*/, Közönséges fagyal /*Ligustrum vulgare*/ a jellemző fajok. A zöldterület esztétikailag is fontos szerepet tölt be, kellemesebb településképet teremt. Környezetvédelmi szerepe a zajgátlásban, klímajavításban nyilvánul meg. *A zajcsökkentés mértéke 2,2 dB-től (szinusz-zaj) a 4,6 dB-ig (fehér-zaj) terjedt.*
- ♦ A harmadik mérési ponton egy tömbházakat körbevevő ligetet vizsgáltunk, melynek főként az esztétikai szerepe nagy, ugyanis általa nem olyan domináns a magas épületek látványa, településkép szempontjából ez kedvező. A jellemző fajok az európai vörösfenyő /*Larix decidua*/, a nyírfa /*Betula pendula*/ és a közönséges dió /*Juglans regia*/ . A liget a nagy fajszáma miatt jelentős ökológiai szerepet is betölt a városban. *A zajcsökkentés mértéke 2,2 dB-től (szinusz-zaj) a 4,6 dB-ig (fehér-zaj) terjedt.*

- ♦ A negyedik mérési pont egy egységes falat képező tujasor az épület előtt, mely közel helyezkedik az úthoz. A növény elég sűrű ezért jelentős a zajvédő hatása, emellett térelválasztó szerepet is betölt. *A zajcsökkentés mértéke 2,1 dB-től (szinusz-zaj) a 9,3 dB-ig (fehér-zaj) terjedt.*
- ♦ Az ötödik mérőponton közönséges orgonabokorsó zajgátlását vizsgáltuk. A növény elválasztó, takaró funkciót lát el. *A zajcsökkentés mértéke 3,3 dB-től (szinusz-zaj) a 8,6 dB-ig (fehér-zaj) terjedt.*

Következtetések

A mérési eredményekből jól látszik, hogy a növényzet a tiszta zajokat kevésbé csökkenti, ezeknek a zajoknak a csökkenése főként a távolság következménye.

Mérések kiértékelése során megállapítást nyert, hogy zajvédelmi szempontból a legideálisabb a háromszintű növényfal kialakítása, de ha csak kis terület áll rendelkezésre a védendő objektum előtt, akkor kisebb sövények, tujafélék vagy más örökzöldek is alkalmasak lehetnek zajvédelmi feladatok ellátására.

A növényzet segítségével legfeljebb 10 dB-es, de jellemzően 5 dB-es hanggátlást lehet elérni.

A mérési eredmények jól szemléltetik, hogy a növényzet városi körülmények között jól alkalmazható, olcsó beruházási költségű zajvédelmi eszköz lehet. A hatékonyságuk nem egyezik meg egy zajvédő fal hatékonyságával, de sokszor egy alacsonyabb szintű csillapítás is rendkívül nagy hatással lehet a szennyezett területre. Az eredmények egyelőre csak részeredményeknek tekinthetők, a mérések tovább folytatódnak a következő időszakban.

Irodalom

1. Barótfi István, Környezettechnika Mezőgazdasági Kiadó (2000) Budapest
2. Bencsics Attila, Zaj-és rezgés elleni védelem, http://ittkesz.regiofokusz.hu/tananyagok/telepulesfejl/6_modul.pdf [Hozzáférés 2012. február 02.]
3. Zentai Kinga, Schád Péter, A zajterhelés, mint Környezetszennyezés és a növényzet szerepe a zaj csökkentésében Kiadó: Független Ökológiai Központ, 2001

KÖRNYEZETBARÁT ELJÁRÁS FELÜLETAKTÍV ANYAGOK MINERALIZÁCIÓJÁRA

Fónagy Orsolya, Szabóné Bárdos Erzsébet*, Horváth Ottó, Zsilák Zoltán

Pannon Egyetem, Kémia Intézet, Általános és Szervetlen Kémia Intézeti Tanszék

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

**bardos@vegic.uni-pannon.hu*

Bevezetés

Az élővizekbe jelentős mennyiségben jutnak olyan toxikus anyagok, amelyek nem távolíthatóak el a hagyományos technológiákkal. Egyre növekvő igény jelentkezik e káros anyagok hatékony eltávolítására. Olyan új eljárásokat kell kifejleszteni, amelyek csak korlátozott számú és mennyiségű természetes anyagot, illetve természetes anyaggá bomló kémiai adalékot használnak, valamint kis energiafelhasználás mellett a szennyezők széles skálájával szemben eredményesen alkalmazhatók.

A vázolt feltételeknek elvileg eleget tesznek a reaktív gyökök generálásán alapuló módszerek, amelyeket összefoglaló néven nagyhatékonyságú oxidációs eljárásoknak („Advanced Oxidation Processes”) nevezünk. Katalitikus, illetve fotokémiai reakciókkal képesek a vízben jelenlévő oldott vagy diszpergált szerves komponenseket oxidatív úton eltávolítani. Fotokémia reakciók alkalmazása víztisztítási célokra mind homogén, mind heterogén fázisú eljárásokkal lehetséges. Előbbiek közül az ózon és ultraibolya fény együttes alkalmazását tartják az egyik leghatékonyabb módszernek. Intenzív kutatások folynak a félvezető oxidok fotoaktivitásán alapuló heterogén fotokatalitikus módszerek fejlesztésére, gyakorlati alkalmazásuk megvalósítására [1-3]. Az eljárás előnye, hogy napenergiával is működhet a rendszer, az alkalmazott környezetbarát katalizátor az eljárás végén a kezelt szennyvíztől viszonylag egyszerűen elkülöníthető ülepítéssel.

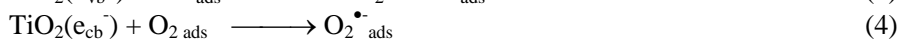
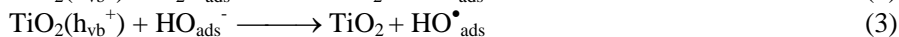
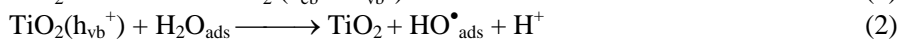
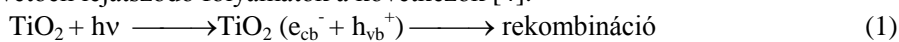
A tisztítás hatékonysága növelhető, ha a fotokatalitikus eljárást a szennyvíztisztításban jól ismert és széleskörűen alkalmazott ózonizálással kombináljuk. Munkánkban hatékony, ipari alkalmazásra is megfelelő fotokatalitikus eljárást fejlesztettünk ki anionaktív detergensok oxidatív lebontására.

Elméleti áttekintés

Heterogén fotokatalízissal a szerves anyagok széles köre lebontható ártalmatlan, vagy kevésbé környezetterhelő vegyületté. Az eljáráshoz használt félvezető fotokatalizátornak kémiai és biológiai inerte, fotokatalitikusan aktív, könnyen gyártható és nem utolsó sorban olcsónak kell lennie. A félvezetők közül a titán-dioxid (TiO_2) felel meg leginkább a fenti követelményeknek, ezért széleskörűen alkalmazzák.

A kisméretű félvezető részecskék legfőbb jellemzői a legnagyobb energiájú betöltött sáv, a vegyértéksáv (valence band, vb), a legkisebb energiájú üres sáv, a vezetési sáv (conduction band, cb) és ezek energiaszintjének különbsége, a gerjesztési küszöbenergia (bandgap energy, E_{BG}). Ha a félvezető részecske ennél nagyobb energiájú fotont nyel el, akkor a vegyértéksávból elektron kerül a vezetési

sávba, miközben a vegyértéksávban pozitív töltésfelesleg, lyuk keletkezik. Az elektron-lyuk pár gyors rekombinációja a félvezető belsejében és a félvezető felületén is bekövetkezhet. Ez utóbbi folyamat verseng a felületen lejátszódó elektronátadással. A fotogenerált elektron redukálhat egy, a félvezető felületén adszorbeált, vagy a felülethez közel került elektronakceptor molekulát, a fotogenerált lyuk pedig oxidálhat egy elektrondonor molekulát. A TiO₂ gerjesztését követően lejátszódó folyamatok a következők [4]:



A keletkező HO[•] és O₂^{•-} erélyes oxidálószer, reakciójuk a szerves anyaggal teljes mineralizációt eredményezhet.

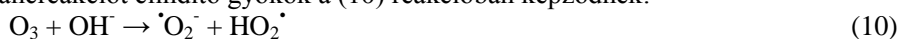
Az ózonizálás alkalmazásakor a meghatározó kémiai kölcsönhatás a szennyező anyag és az ózon bomlásakor keletkező gyökök között jön létre. Tomiyasu, Fukutomi, Gordon (TFG-modell) vizsgálatai alapján a bomlás (semleges és lúgos oldatban) a (6) és a (7) lépésekkel kezdődik [4]:



Sehsted, Holcman, Hart (SHH-modell) úgy vélték, hogy a láncreakciót az ózon disszociációjakor képződő oxigénatom (8) és a víz reakciójában (9) keletkező hidroxilgyökök indítják [4]:



Bár a pH növelésével ez a lehetőség háttérbe szorul, az elmélet helyességét bizonyítja, hogy a magas oldott oxigén-koncentráció csökkenti az ózon bomlását. *Staehelein, Bühler és Hoigné (SBH-modell) egy új gyök, a perozonid (HO₄) létrejöttét feltételezték (az elmélet később megbukott) [5]. A TFG-modelltől eltérően a láncreakciót elindító gyökök a (10) reakcióban képződnek:*



Az ózon alkalmazásán alapuló módszerek hatékonysága lényegesen növelhető, ha fokozzuk a gyökképződést, vagyis iniciáljuk az ózon bomlását. A bomlás iniciátorai lehetnek: pl. a vas(III)ion, a formiátion, a különböző huminanyagok, a hidrogén-peroxid és az ibolyántúli (UV) sugárzás.

Felületaktív anyagok kémiai lebontása

A felületaktív anyagok gátolják az oxigén oldódását, a lebegő részecskék kiülepedését. A szokásos tisztítási eljárásokkal (pl. aktív szénen való szűréssel) nem távolíthatók el, biológiai módszerekkel nehezen lebonthatók, azonban különböző

fotokémiai eljárásokkal hatékonyan ártalmatlaníthatók. *Sangachar és munkatársai* a nátrium-benzolszulfonát és származékai fotokatalitikus degradációját vizsgálták TiO₂-tartalmú szuszpenziókban [5]. *Hidaka és munkatársai* a butil-1-naftalin-szulfonát és az 1-naftalin-szulfonát fotokatalitikus degradációját tanulmányozták. Valószínűsítették, hogy az elektrofil tulajdonságú hidroxilgyök a legnagyobb elektronsűrűségű C-atomon támad, s a támadást gyors szulfátion-képződés követi [6]. A biológiailag nehezen bontható kationos felületaktív anyagok fotodegradációjának vizsgálatokor a különböző módszereket együttesen alkalmazták: TiO₂/O₂/UV, O₃/UV, TiO₂/O₃/UV. A leghatékonyabbnak a TiO₂/O₃/UV eljárás bizonyult [7].

Kísérleti körülmények

A fotoreaktor

A kísérleteket 2,5 dm³ hasznos térfogatú fotokémiai reaktorokkal végeztük. Abban az esetben, amikor a nagy detergens-koncentráció miatt a habképződés kizárja a levegőáramoltatás alkalmazását, a folyadékot kell keringetni a reaktorköpenyen keresztül. Erre a célra osztatlan terű köpennyel ellátott reaktort használtunk, mely egy pufferedénnyel és egy perisztaltikus pumpával összekapcsolva alkotta a keringetési rendszert. Ez a reaktortípus biztosítja, hogy a fotokatalitikus bontás során képződő illékony köztitermékek ne távozzanak a légtérbe. Amikor a detergens koncentrációja a habzási határ alá csökkent, levegő-kevertetéses reaktorral folytattuk a fotokatalitikus kezelést [1]. A reaktor alsó részében rögzített üvegszűrő betéten keresztül tápláltuk be a levegőt 40 dm³ h⁻¹ sebességgel – ózonos bontás esetén a 40 dm³ h⁻¹ sebességgel áramló levegőből a LAB2B laboratóriumi ózongenerátor állította elő az ózont –, melynek hatására a belső térben felfelé, a külső térben pedig lefelé mozog állandó sebességgel a szuszpenzió. A reaktor tengelyvonalában elhelyezett sugárforrás egy 40 W-os fénycső, amely kibocsátott energiájának döntő hányadát 300 nm-nél nagyobb hullámhosszon adja le.

Felhasznált anyagok, analízis

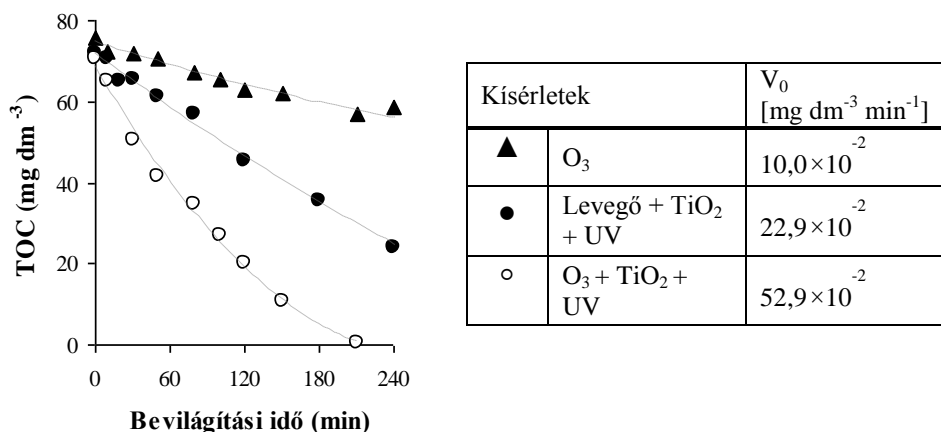
Katalizátorként Degussa P 25 TiO₂-ot használtunk, oxidálószerként H₂O₂-t adagoltunk 35 %-os törzsoldatból. Modellvegyületeink: a nátrium-benzolszulfonát, valamint az iparban mosószergyártáshoz használt anyag (LAS: alkil-benzol-szulfonsav (C10-C13)).

Az analitikai vizsgálatok során a szuszpenzió szilárd részét a folyadéktól Millipor Millex-LCR típusú 0,22 µm-es szűrővel választottuk el. A szennyezőanyag mineralizációját a minták teljes szerves széntartalmának mérésével követtük nyomon, ehhez TOC-TN 1200 analizátort használtunk. Az anionaktív detergens koncentrációjának követése spektrofotometriás eljárással metilénkék-módszerrel történt.

Kísérleti eredmények

Benzolszulfonsav degradációjának vizsgálata

Különböző kísérleti körülmények között vizsgáltuk a benzolszulfonsav (BS) bomlását. A reakcióelegy szerves széntartalma ózon alkalmazásakor kb. 24%-kal csökken, jelentősen megnő a degradáció mértéke a heterogén fotokatalitikus kísérletekben, ahol kb. 67%-os, míg a heterogén fotokatalízis és az ózonizálás együttes alkalmazásakor gyakorlatilag teljes a reaktáns mineralizációja (1. ábra, 1. táblázat).

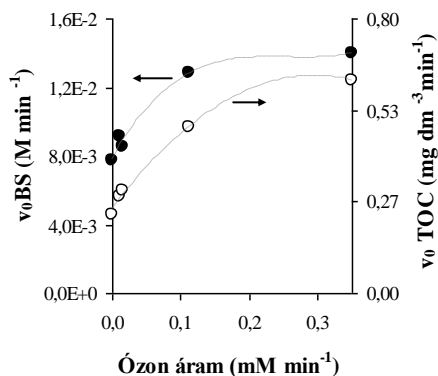


1. ábra. A TOC-tartalom változása / 1. táblázat: A TOC kezdeti csökkenési sebessége $c(\text{BS})=10^{-3} \text{ M}$, $\text{pH}=4,5$, O_3 áram: $0,35 \text{ mM min}^{-1}$, levegő áram: $40 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$, $1 \text{ g dm}^{-3} \text{ TiO}_2$

A fotokatalízis és az ózonizálás együttes alkalmazásakor szinergikus hatás lép fel, azaz kombinációjuk bontási hatékonysága ($52,9 \times 10^{-2} \text{ mg dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$) jelentősen meghaladja egyedi hatékonyságaik összegét ($10,0 \times 10^{-2} \text{ mg dm}^{-3} \text{ min}^{-1} + 22,9 \times 10^{-2} \text{ mg dm}^{-3} \text{ min}^{-1}$).

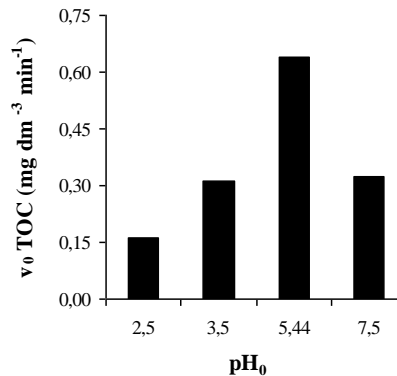
Az ózon koncentrációjának és a reakcióelegy pH-jának hatása

Növelve az ózon mennyiségét a benzolszulfonsav degradációs és a TOC-tartalom csökkenési sebessége is fokozatosan nő (2. ábra). Hányadosukat képezve, megállapítható, hogy az ózon mennyiségének növelésével a TOC kezdeti csökkenési sebessége nagyobb mértékben nő, mint a benzolszulfonsavé. Az eredmények valószínűsítik, hogy az oxidáló gyökök elsősorban a köztitermékek bomlását gyorsítják meg.



2. ábra.: A degradáció hatékonyságának változása.

$c(\text{BS})_0 = 10^{-3} \text{ M}$, $1 \text{ g dm}^{-3} \text{ TiO}_2$

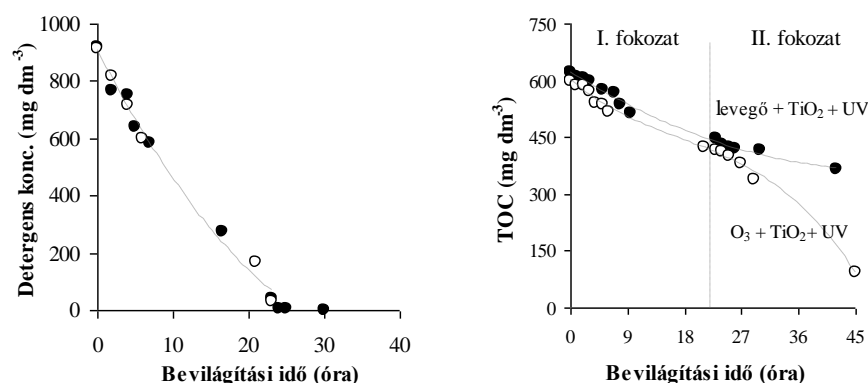


3. ábra.: Fotooxidáció a pH függvényében.

Különböző pH-jú reakcióelegyekben vizsgáltuk a modellvegyület degradációját. A folyadékfázis pH-ja szabályozza az oldott, különböző mértékben protonált részecskék koncentrációját és a félvezető felületi töltését. E két tényező együttesen befolyásolja az adszorpciós egyensúlyi folyamatokat, amelyek a szubsztrátum elsődleges fotokémiai reakciójának sebességét, és ennek következtében a teljes mineralizáció hatékonyságát is meghatározzák. Erősen savas oldatban kicsi a bomlási sebesség, növelve az oldat pH-ját nő a degradáció sebessége, amely 5-ös körüli pH-jú szuszpenziókban mutat maximumot, nagyobb pH-jú oldatban ismételtelen csökken (3. ábra). A benzolszulfonsav erős sav, a vizsgált pH-tartományban deprotonált formában található a reakcióelegyben. A negatív töltésű ion adszorpciója kedvezményezett a pozitív töltésű katalizátor felületén, 6,25-nél nagyobb pH-jú oldatokban a negatív töltésű felületen gátolt a negatív töltésű részecskék adszorpciója, csökken a bomlási sebesség is.

Az iparban használt anionaktív detergens fotomineralizációja

Magas detergens-tartalmú oldatokban az eljárás első fokozatában nem lehet levegő-buborékolatást alkalmazni, mert erőteljes habképződés lép fel. Ekkor oxidálószerként H_2O_2 -ot adagolunk. A fotooxidáció első lépésében a felületaktív anyag hidrophil csoportja bomlik (a reakcióelegy pH-ja csökken), a folyadék-keringtetéses reaktorban a habzási határ alá kell szorítani a detergens koncentrációját (4/A. ábra). Ennek elérésekor a reakcióelegy TOC értéke még jelentős (4/B. ábra). Miután a szennyező anyag elvesztette felületaktív tulajdonságát, már alkalmazható a levegő mind az oxidációhoz, mind a kevertetéshez. A reakcióelegy szerves széntartalma tovább csökken, azaz a hidrofób lánc oxidálódik és bomlik (4/B. ábra). Ha a kezelés második szakaszában a heterogén fotokatalitikus eljárást ózonizálással kombináljuk, a degradáció hatékonysága megnő.



A: A detergens-koncentráció változása. B: A TOC-tartalom változása.
4. ábra. Alkilbenzol-szulfonsav (C₁₀-C₁₃) tartalmú LAS detergens mineralizációja.
 $c(\text{LAS-vegyület})_0 = 1 \text{ g dm}^{-3}$, $1 \text{ g dm}^{-3} \text{ TiO}_2$
I. fokozat: $110 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}_2$, II. fokozat: levegő áram: $40 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$, ózonáram: $0,35 \text{ mM min}^{-1}$

Összefoglalás

Felületaktív anyagok fotokatalitikus lebontását vizsgáltuk. Megállapítottuk, hogy a heterogén fotokatalízis és az ózonizálás együttes alkalmazása szinergikus hatást mutat, így ígéretes eljárás szennyvizek eredményes kezelésére.

Kulcsszavak: benzolszulfonát, fotokatalízis, titán-dioxid, ózonizálás, detergens, mineralizáció, szennyvízkezelés

Irodalomjegyzék

1. E. Szabó-Bárdos, Z. Zsilák, O. Horváth; *Prog. Colloid. Polym. Sci.*, 135 (2008) 21
2. E. Szabó-Bárdos, Z. Zsilák, G. Lendvai, O. Horváth, O. Markovics, A. Hoffer, N. Törő; *J. Phys. Chem.*, 112 (2008) 14500
3. E. Szabó-Bárdos, O. Markovics, O. Horváth, N. Törő, G. Kiss; *Water Res.*, 45 (2011) 1617
4. A. Dombi, I. Ilisz; *Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások a környezeti kémiában*, A kémia újabb eredményei, sorozat, 86 kötet Akadémiai Kiadó, Budapest, (2000)
5. B. Sangachar, B. Hisanga, K. Tanaka; *J. Photochem. Photobiol. A: Chem.*, 85 (1995) 187
6. H. Hidaka, T. Koike, N. Serpone; *J. Oleo Science*, 52 (2003) 245
7. T. Oyama, I. Yanagisawa, M. Takeuchi, T. Koike, N. Serpone, H. Hidaka; *Appl. Catal. B: Environ.*, 91 (2009) 242

LILIOMTERMESZTÉS KÜLÖNBÖZŐ TERMESZTŐ-KÖZEGEKEN

Gáspár Tamás*, Juhász Ágota, Juhos Katalin, Sepsi Panna, Forró Edit

Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Talajtan és Vízgazdálkodás

Tanszék, H-1118 Budapest Villányi út 29-43.

**tamas.gaspar4@uni-corvinus.hu*

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A XX. század utolsó évtizedében a vágottliliom-termesztés területe jelentősen növekedett mind hazánkban, mind Nyugat-Európában, ezt az ugrásszerű növekedést elsősorban az új fajták megjelenésének, a fajtakínálat soha nem látott bővülésének tulajdoníthatjuk. 1990 és 2000 között a legfontosabb növényházi vágottvirágok közé küzdöttek fel magukat. Nyugat-Európában a 3-4. helyen, Magyarországon a 6-8. helyen szerepelnek a „toplistán” [12]. Népszerűségüket az új fajták szépségének, jó vázatarthatóságának és kiváló időzithetőségének köszönhetik [11].

A liliom termesztéstechnológiája az elmúlt két évtizedben teljesen kiforrott. Hazánkban jelenleg elsősorban talajon való termesztés folyik, az egyes kertészetek azonban a termőtalaj minőségét különbözőképpen javítják. A kísérletünknek helyt adó kertészetben a termőtalaj homok, melyet az utóbbi 15 év alatt baltikumi tőzeggel javítottak fel. Kísérletünk során kókuszrost hozzáadásának hatását vizsgáltuk.

A dísznövénytermesztésben, illetve kereskedelemben kialakuló verseny a termesztőket egyértelműen a jobb minőségű növények előállítására kényszeríti. A jobb minőség elérése érdekében több, a termesztés során alkalmazott tényező közül jelen vizsgálatainkban a közeg hatását vizsgáltuk. A hazai liliommal foglalkozó termesztők talajon folytatott termesztésük során, a termőközeget több adalékanyag hozzáadásával igyekeznek javítani. Leggyakrabban alkalmazott módszer a baltikumi tőzeg hozzáadása.

Az elmúlt pár év során a kertészek kókuszrost hozzáadásával egyre jobb termesztési eredményeket értek el. Több pozitív kutatási eredmény is fellelhető egyéb vágottvirágoknál (rózsa, gerbera) is. A liliomtermesztéssel kapcsolatos hasonló kutatómunkára azonban eddig nem került sor, vizsgálataink tárgyát ezért a kókuszrost hozzáadásával történő vágott-liliomtermesztés vélelmezett pozitív hatásának feltárása képezte.

A legtöbb liliomfajra jellemző, hogy többféle gyökeret fejleszt. A hagyma fölött, a szár föld alatti részéből a legtöbb esetben szárgyökerek fejlődnek. A szárgyökereken kívül a hagyma tönkjéből vastag húzógyökerek, úgynevezett talpgyökerek fejlődnek.

A liliomok legkedvezőbb termesztőközege a könnyű, laza szerkezetű, jól levegőzött talaj. Üvegházi termesztés esetén a talaj sótartalma nem lehet 0,15 – 0,18 % felett. A talaj pH értéke 5,5 és 6,5 között legyen. Szabadföldi termesztésre kevés fajta alkalmas, a talajtulajdonságok mellett fontos szempont a környezeti adottság. Célszerű termesztési terület a tengerparti régió, ahol a magas páratartalom és a kiadós esőzések a növekedési fázisban kielégítő mértékűek [6].

A termesztőknek egyre nagyobb költségekkel kell számolni a termesztés során, mely jelentősen megnehezíti a munkát. Ezért is fontos, hogy minél gazdaságosabb közeget válasszanak ki a jobb minőség és hozam elérése érdekében. [8].

Islam et al. [8] kutatásokat végeztek kókuszrost, kőzetgyapot és rizshéj felhasználásával, melynek célja volt, hogy találjanak olyan szerves közeget, amelyben nagy mennyiségben fellelhető és könnyen beszerezhető.

A kókuszrost a természetes eredetű természetközlegek közé tartozik, amely az 1980-as években jelent meg. Az elsők között a rózsatermesztők voltak, akik elkezdték használni. Jó vízmegtartó képessége, stabil fizikai szerkezete és pH pufferelő képessége miatt néhány év alatt más természetközlegek között is népszerűvé vált a használata. A kókuszrostot forgalmazzák szárított, összepréselt tömbökben, illetve brikettként. [3].

A kókuszrost a kókuszpálma (*Cocos nucifera*) termésének mezokarpiuma, a kókusztermesztés mellékterméke. Ez a melléktermék jól felhasználható a tőzeg helyettesítésére, mint természetközlegek. Fizikai tulajdonságai közül – a fentiekén túl – kiemelendő az összporozitás, mely a kókuszrostnál 95,9 %, amíg a tőzegnél 91,1 %. A felvehető nedvességtartalom a kókuszrostnál 38,5 %, a tőzegnél 44,5 % [10].

A kókuszrost előállítása olcsó eljárásnak számít, mivel természetes anyag, illetve nagy mennyiségben termelődik [14].

Figyelembe kell venni a közeg rostosságát, ugyanis ez befolyásolja a vízmegtartó képességét, illetve a porozitást. Az egyik legjellemzőbb tulajdonsága, hogy a száraz kókuszrost kockához, ha vizet adnak, négy- ötszörösére megduzzad. [9].

Abad et al. [1] a kókuszrost fizikai tulajdonságait vizsgálva megállapították, hogy a *Sphagnum* tőzeghez képest kisebb vízmegtartó képességgel, de nagyobb levegőkapacitással rendelkezik. A kókuszrostban alacsony felvehető N, Ca, Mg és mikroelem tartalmat, valamint igen magas P és K értéket mértek.

Fornes et al. [4] is feljegyezték, hogy a kókuszrost fás jellegű biológiai szövettel és kerek pórusokkal rendelkezik, ellentétben a tőzeg ovális alakú pórusaival. A kókuszrost celláiba a víz könnyebben behatol, illetve a vízelvezetése is jelentősebb, mint a tőzegé.

Argo et al. [2] a kókuszrost és a tőzeg fizikai tulajdonságainak összehasonlításánál arra lettek figyelmesek, hogy a kókuszrostnak nagyobb a vízmegtartó képessége, de az újranedvesíthetőség között nem tapasztaltak jelentős különbséget.

Smith [13] kókuszrost és tőzeg közegeken nevelt növényeknél azt figyelte meg, hogy a kókuszroston a gyökérfejlődés jelentősebb és mivel tápelem felvétele mindkét közegnek azonos volt, ezt a kókuszrost előnyös fizikai jellemzőinek tulajdonította.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat dr. Eke Sándor dabasi liliomkertészetében végeztük 2009-ben és 2010-ben, nagylégterű üvegházakban.

Vizsgálataink megkezdése előtt a terület talaját (106 °C-os hőmérsékletű gőzzel, 8 órán keresztül történő) gőzöléssel fertőtlenítették.

A vizsgálatban felhasznált téglákba préselt kókuszrost Indiából érkezett Magyarországra. Felhasználás előtt két nappal az összepréselt kókuszrosttömböket egymás mellé fektetve sima betonfelületre helyeztük, majd nagy mennyiségű vízzel öntöztük egy órán keresztül. Az így fellazult szerkezetű kókuszrostot rotációs munkagéppel tovább lazítottuk, majd az így kapott kókuszrostot ládába töltve juttattuk ki a területre.

A kontrollként alkalmazott baltikumi tőzeg bálákban érkezett a kertészetbe. Felhasználás előtti nap a bálákat kibontottuk, nedvesítettük, a tőzeget ládába töltöttük. A baltikumi tőzeg bedolgozás előtt különleges kezelést nem igényelt.

Az Oriental-hibridek közül a 'Sorbonne' (rózsaszín) és a 'Rialto' (fehér) fajtákat alkalmaztuk. Mindkét tesztnövényként alkalmazott fajta egész évben termesztendő. A kísérletekben alkalmazott 'Sorbonne' és 'Rialto', Oriental-fajták 18/20-as hagymamérettel dolgoztunk. A hagymák nedves tőzegbe, perforált fóliába csomagolva, műanyag ládákból érkeztek.

A kókuszrosttal kiegészített talajon termesztett kísérleti növényállományt minden esetben a termőfelület aktív részén helyeztük el, kontrollként pedig a környező, az üzemben alkalmazott tőzeggel kiegészített talajon való termesztéstechnológiával nevelt állomány kijelölt része szolgált.

A nyári kísérletben 2009. július 10-én, a téli kísérletben 2009. november 18-án érkezett a hagyma. A hagymákat az ültetés előtti akklimatizálódás, valamint a kiolvadás érdekében kicsomagoltuk.

Ültetés előtt 3 nappal kétszeri talajmarózással fellazítottuk a talajt, majd gazdagon beöntöttük. A 'Sorbonne' és a 'Rialto', Oriental-hibrideket elő kell hajtatni. A megérkezett hagymás ládákat kicsomagoltuk, kiolvadás után 2009. június 29-én ládába ültettük előnevelés céljából. A ládába korábban 2 cm vastagon kókuszrost és baltikumi tőzeg keverékéből készült termőközeget helyeztünk. A hagymákat egymás mellé szorosan helyeztük, hagymamérettől függően eltérő mennyiségben. A hagymákat ezután a fent említett kókuszrost és baltikumi tőzeg keverékkel fedtük le, majd alaposan beöntöttük. A ládákat ezután egymás tetejére helyezve a 11 °C-os hűtőbe szállítottuk. Innentől kezdve kéthetes előnevelési szakasz következett.

Az elültetett hagymákat az előnevelési fázisból 5 cm magas növénymagasság elérésekor vettük ki. Az így kapott 4-5 cm-es növényeket az előhajtási ládákból 2009. július 14-én az ültetés helyszínére szállítottuk. A 10 soros ültető háló 6 sorába 5-6 cm mélységbe ültettük a hagymákat. A kísérleti állományunk így 6 × 67, azaz 402 db hagymából állt. Az ültetési területre 5 cm vastag kókuszrost terítést helyeztünk el. A kontroll területre szintén 402 db hagymát ültettünk el, itt azonban 5 cm vastag baltikumi tőzeg terítést alkalmaztunk. Ültetés után a területet itt is alaposan beöntöttük.

A téli kísérlet 2009. november 5-én kezdődött. Az alkalmazott módszerek és eljárások kontroll állományánál (talajelőkészítés, ültetés, kísérlet módszertana) a nyári kísérlettel azonosak voltak. Az Oriental-hibrideket 2009. november 10-én ültettük ládába előnevelés céljából. Kiültetésre az Oriental-hibrideknél 2009. november 24-én, került sor.

Az Oriental-hibrid kísérleti állományt a téli kísérleti időszakban nem közvetlenül talajba történő ültetéssel, hanem ládában neveltük. A ládába kerülő talajt a növényházakban található talaj és kókuszrost keverékéből állítottuk elő. Két sor ládát tettünk egymás mellé az így létrejött ágyásra 10 soros ültető hálót helyeztünk. Ládánként 8 hagymát ültettünk.

Mind a kísérleti, mind a kontroll állományt a kertészetben alkalmazott termesztéstechnológiával azonosan kezeltük (öntözés, tápoldatozás, növényvédelem).

Az állományban heti egyszeri mérést végeztünk, minden mérés időpontjában digitális fényképeket is készítettünk a fenológiai állapot jellemzéséhez. A kezelt és a kontroll állományból az Oriental-fajtáknál 20 egyednél mértük, illetve megfigyeltük a következő paramétereket:

Vegetatív tulajdonságok: szármagasság, szárvastagság, esetleg megjelent betegségek, kártevők. Generatív tulajdonságok: bimbószám, bimbóméret, első bimbó megjelenésének időpontja a növényen, a szedési érettség elérésének időpontja.

Az állomány felszedésére a vágási érettség elérésekor került sor. A nyári kísérletben az Oriental-hibridek 2009. szeptember 10-én kezdődött, és a hét minden napján folyamatosan történt. A téli kísérletben a felszedés az Oriental-hibridek 2010. február 11-én kezdődött, és minden nap hasonlóképpen történt. A szedés során, a hagymákat gyökerükkel együtt emeltük ki a talajból, hogy a földbeli növényrészek vizsgálatára is lehetőségünk legyen.

A vizsgált paraméterek a következők voltak: a talpgyökerek tömege (a közeg mosással való eltávolítása után), a szárgyökerek tömege (a közeg mosással való eltávolítása után), a hagyma tömege.

Az Oriental-hibrideknél mind a kísérleti, mind a kontroll állományoknál 20-20 db hagymát figyeltünk meg a teljes tenyészidőszak alatt. Ezen növények gyökérzetét felszedés után tovább vizsgáltuk: a gyökérzetről a földet leráztuk, és vízben 2-3-szor átmostuk. A szárról a hagymákat és szárgyökereket, valamint a hagymáról a talpgyökereket különválasztottuk, és mosás után itatóspapíron szárítottuk. Ezután a szár- és talpgyökerek valamint a hagymák tömegét laboratóriumi digitális gyorsmérlegen mértük le.

Kísérletünk kiértékelésében a két természetközeg hatását hasonlítottuk össze a szármagasságra (több mérési időpontban), valamint a szárgyökér-, hagyma- és talpgyökér tömegére vonatkozóan. Összehasonlító vizsgálataink során egyrészt a hagyományos, paraméteres módszert használtuk (kétmintás t-próba), másrészt nemparaméteres, robusztus kétmintás hipotézisvizsgálatot (Welsh-próbát), amikor kevesebb adat állt rendelkezésre a megbízható következtetéshez, illetve a minták adatainak normalitása, vagy a szórás-homogenitás nem teljesült. A szórások egyezését F-próbával ellenőriztük. Az összehasonlításokat 95%-os szignifikancia-szinten végeztük.

Eredmények és következtetések

Vizsgálataink eredményei a kókuszroston történő termesztés pozitív hatását, az eddig alkalmazott baltikumi tőzegezen történt termesztéshez képest igazolták. Az eltérő körülmények között, az év eltérő időszakában (nyár, tél) folytatott termesztés és kísérlet egybehangzóan igazolta a kókuszroston történő termesztés jobb hatékonyságát, a szármagasság, a bimbószám és a növények gyökérképzése tekintetében.

A 'Sorbonne' fajtánál a kókuszrost hozzáadásával előkészített talajon nevelt növények szármagassága mind a nyári mind a téli időszakban 2-5 %-kal volt magasabb, mint a baltikumi tőzeget tartalmazó talajon fejlődött növényeké.

A 'Rialto' fajta esetében a kókuszrostos közegen előállított növények nyáron kezdettől fogva kisebb szármagasságot mutattak, mint a kontroll állomány növényei, az eltérés azonban igen csekély volt, de a kultúra teljes időszakában megmaradt, mindazonáltal nem bizonyult szignifikánsnak.

Bimbószám tekintetében egyöntetű eredményt kaptunk, a kókuszrost hozzáadásával előkészített talajon előállított növények bimbószáma magasabb volt. A kókuszrost hatására az Oriental-fajták esetében jelentősebb változást tapasztaltunk: a 'Sorbonne' fajtánál nyári időszakban 10,2 %-os, téli időszakban 11,0 %-os, míg a 'Rialto' fajtánál nyári időszakban 18,2 %-os, téli időszakban 4,3 %-os bimbószám-növekedés mutatkozott.

1. táblázat. Kókuszrost és tőzeg hozzáadásával előkészített talajon termesztett liliomok fontosabb vegetatív tulajdonságai (Dabas, 2009-2010.)

Időszak	Fajta (fajtatípus)	Közeg	Szárhosszúság a szedés időpontjában (cm)	Szárgyökerek tömege (g)	Talpgyökerek tömege (g)	Hagymatömeg (g)	Bimbószám (db)
Nyári termesztés	Sorbonne (Oriental)	Tőzeg	78,40	37,79	3,52	19,17	4,20
		Kókuszrost	85,00	64,24	4,64	21,78	4,65
	Rialto (Oriental)	Tőzeg	95,35	71,71	2,93	34,73	4,95
		Kókuszrost	91,30	126,21	3,47	36,19	5,85
Téli termesztés	Sorbonne (Oriental)	Tőzeg	107,20	70,92	2,36	29,38	3,65
		Kókuszrost	115,90	176,62	7,05	45,80	4,05
	Rialto (Oriental)	Tőzeg	109,95	130,45	5,18	75,74	3,50
		Kókuszrost	117,80	354,23	11,73	90,62	3,65

A szárgyökér-tömeg az Oriental-fajták esetében a kókuszon termelt növényeknél jelentősen magasabb. A gyökértömeg-különbség fajtaspecifikus. Az eltérések 95 %-os megbízhatósági szinten szignifikánsnak bizonyultak.

A kókuszrost és a baltikumi tőzeg hozzáadásával előkészített termesztőközegeen nevelt növények hagymájának tömege között a nyári kísérleti időszak után jelentős eltérés mutatkozott: a kókuszrost alapú közegen a hagymák tömege 'Sorbonne' fajtánál 3,6 %-kal nagyobb, 'Rialto' fajtánál 4,2 %-kal nagyobb volt. A téli vizsgálatok lezárásakor az eredmény ezzel azonosnak tekinthető, igaz, a különbségek mértéke eltérő: a kókuszrost alapú közegen a hagymák tömege a 'Sorbonne' fajtánál 55,9%-kal, 'Rialto' fajtánál 19,7%-kal volt nagyobb.

A szárgyökerekhez hasonlóan a kókuszroston termelt növények talpgyökér-tömege is jelentősen nagyobb.

A kókuszroston nevelt növények bimbóinak tömegében is jelentős eltéréseket igazoltunk, a kókuszrost hozzáadásával előkészített talajon nevelt növények bimbótömege a 'Rialto' fajta esetében kimagasló volt.

A szárvastagság vizsgálat esetén a nyári időszakban a tőzeg hozzáadásával kezelt talajon termelt növények mutatnak nagyobb szárvastagságot az Oriental-fajták, a 'Sorbonne' és 'Rialto'. A téli kísérlet során a szárvastagság vizsgálat esetén a kókuszrost hozzáadásával kezelt talajon előállított növények mutatnak nagyobb szárvastagságot mind az Oriental fajták. Jelentősebb eltérés a 'Rialto' fajtánál mutatkozik.

Irodalomjegyzék

1. Abad, M., F. Fornes, C. Carrion, V. Noguera, 2005: Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat.
2. Argo, W. R., J. A. Biernbaum, 1996: Component comparisons: coconut coir.
3. Brinkman Hungary, 2009: http://www.brinkman.hu/pdf/brinkman_050.pdf

4. Fornes, F., R.M. Belda, M. Abad, P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieria, V. Noguera, 2003: The microstructure of coconut coir dust for use as alternatives to peat in soilless growing media.
5. Grunert, C., 1980: Das Blumenzwiebelbuch. Stuttgart.
6. Hamrick, D., 2003: Ball redbook, USA
7. Heinrichs, Florian, 2005: International Statistics. Flowers and Plants. AIPH / Union Fleurs, Hannover, 2005. 133 p
8. Islam, Md. S. – Khan S. – Ito T. – Maruo T. – Shinohara Y., 2002: Characterisation of the physico-chemical properties of environmentally friendly organic substrates in relation to rockwool. Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology
9. Mercurio, G., 2002: Gerbera cultivation in greenhouse. SCHREURS cég, termesztési jegyzet
10. Rexilius, R., 1990: Kokosfasern für Kultursubstrate. Deutscher Gartenbau.
11. Schmidt G., 2008: Liliom. In: Tillyné Mándy A., Honfi P. (szerk.): Növényházi dísznövénytermesztés. BCE Kertészettudományi Kar, Budapest. 250-258. p.
12. Schmidt G., Honfi P., (2007): Vágott virágok rangsorának alakulása Európában és kihatásuk a magyar termesztésre. "Lippay János - Ormos Imre - Vas Károly" Tudományos Ülésszak 2007. november 7-8. Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Szekció. Összefoglalók. Kertészettudomány. Budapest.
13. Smith, C., 1995: Coir: a viable alternative to peat for potting.
14. Van Os E. A., 1995: Engineering and environmental aspects of soilless growing system. Acta Horticulturae, 396, pp 25-32

FENNTARTHATÓ GYEPGAZDÁLKODÁS TERMÉSZETSZERŰ ÁLLATTARTÁSSAL A SZATMÁR-BEREGI SÍKON

Györkös István

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Agrártudományi Tanszék, 4400
Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
drgyorkos@gmail.com

Bevezetés

Az országos gyepterület 44,5 %-a extenzív termelésre alkalmas talajvédő-, illetve szórványgyep, melyen jelentős takarmány mennyiség lenne megtermelhető és hasznosítható a szálastakarmányokat fogyasztó gazdasági állatfajokkal, így olyan kérődző fajokkal mint a szarvasmarha, juh és kecske, az egyéb fajok közül pedig a lóval. Ezekben a területeken az optimálisan megválasztott legeltetési és kaszálási módszerekkel a gyepek talajvédő hatása fenntartható, a degradációs folyamatok jelentősen mérsékelhetők abban az esetben, ha a legeltetési módszerek nem járnak együtt a flóraösszetételt alkotó fajok számának csökkenésével. A tájban élő növény- és állatfajok létszáma, egyensúlya befolyásolja a táj ökológiai egyensúlyát is [1][2]. A természetes gyepek összetételét nemcsak a cserjésedés, hanem a tájidegen növények arányának növekedése, a gyomosodás is befolyásolja. A Szatmár – Beregi Síkság ligeterdős, ártéri tájjellegéhez hagyományosan hozzátartozik a település szerkezettel szervesen összefüggő legeltetési gyepgazdálkodás, melynek létjogosultságát érdemes napjainkban újraértékelni a biodiverzitás és a gyepgazdálkodás hosszú távon is fenntartható követelményei szerint. A gyepek fenntartása nem független azok talajösszetételétől, amint ezt korábbi, legelőgazdálkodási kutatásainkban [3] kimutattuk a térség heterogén, mozaikos jellegű talajtípusaira, különös tekintettel az erdőmaradványos csernozjom talajokra, a Ramann féle barna erdőtalajokra, az öntés réti talajokra és réti talajokra, melyeken az átlaghozam 1,61 t/ha, 0,43 t/ha szórásértékkel.

A legelőfü szerves anyagából a ló 50-60 %-ot, míg a kérődzők 75-85 %-ot hasznosítanak. A térség mélyfekvésű és belvizes területeinek természetszerű fenntartására a gyepre alapozott legeltetési állattartás célszerű lehetőséget nyújt. Ismert, hogy a nem legeltetett állatfajok általános egészségi állapota gyengébb, szaporodásbiológiai és mozgásszervi betegségeik gyakoribbak a legeltetett állományokkal összehasonlítva. A legeltetési módok közül a szakaszos legeltetés kedvező legelőhasznosítást eredményezhet, ugyanakkor ebben az adagolt legeltetés már rendszeresen nem valósítható meg.

A vizsgálat célkitűzése az extenzív jellegű legeltetési módszer és a fenntartható gyepgazdálkodás egyes kölcsönhatásainak értékelése gazdasági állatfajok bevonásával.

Anyag és módszer

A Mátészalkai térségben kijelölt mintaterületen 2007 júniusában, majd 2010 júniusában hálózatos módszerrel meghatároztuk az előzetesen megállapított mozaikos jellegű talajon a gyepek összetételét, az átlagos fajszámot. A legeltetett állatfajok és azok állomány létszáma a következő volt: húsjellegű szarvasmarha 50 db., juh 50 db., kecske 50 db., ló 50 db. A tartásmód téli istállózás, a 2008 és 2009 években április 10.-től november 1.-ig szakaszos legeltetés, állandó, 1,5 m. magas, 4 szintű dróthuzalos karámmal kombinált villanypásztoros módszerrel, felügyelet mellett. Az őszi elletés után az egyes fajok anyaállatai utódaikkal 10 napos szoktatást követően egymástól elkülönített legelőre kerültek. A legelőszakaszok kijelölése állatfajonként eltérő volt, egy-egy szakasz legeltetése átlagosan 5-7 napig tartott, majd az állatok az egyes szakaszokat külön rotációban legelték. A legelőfü mellett az állatok minimális abrak- és ásványi kiegészítést kaptak, melynek adagját a 3. és 4. növedék időszakában 30 %-al emeltük széna kiegészítés mellett. Az állatok itatása részben természetes vízből, részben kútból nyert vályús módszerrel történt. Az állatok védelmére fedett, almozott, szélvédett színek szolgáltak. Az anyaállatok kondícióját 1-5 pontos értékelő módszerrel, legelőre hajtás előtt, majd a legeltetési időszakot követően megállapítottuk és rögzítettük az állatok általános egészségi állapotát is. A legeltetés időszaka alatt rögzítettük a rendszeres állománykezeléseken (feregtelenítés, vakcinázás, lábvéggápolás) kívül végzett egészségügyi kezelések számát állatfajonként, valamint a legfontosabb szaporulati eredményeket, mint a vemhesülést és ellések számát. Az adatokat SPSS statisztikai programmal értékeltük.

Eredmények

Megállapítható volt, hogy mind a négy állatfaj populációjának legeltetésére a szakaszos legeltetési módszer megfelelőnek bizonyult egész év folyamán, ugyanakkor a legelőszakaszokat korlátozó adagolt legeltetés nem bizonyult elfogadhatónak annak ellenére, hogy az átlagosan 10 cm-t elérő fűmagasság mellett elegendő takarmány állt az állatok rendelkezésére, azt nem legelték egyenletesen és legelés közben mozgásidejük mintegy 24 %-al megnőtt, ezért állatfajonként eltérő mértékben növelni kellett a legelőszakaszok méretét. Az állatpopulációk legelőn való együtt tartására a 4 huzalsávból álló, 1,5 m. magasságú, állandó karámrendszer alkalmas, de rendszeres ellenőrzést és karbantartást igényel. Elsősorban a fiatal állatok kismértékű abrak- és széna kiegészítése bizonyult indokoltnak, illetve az anyaállatok számára a 3. és 4. növedékű, alacsonyabb hozamú legelőfü kiegészítés volt szükséges. A legelők közepes vízállású területén a cserjéken kívül elsősorban a mezofil fűvek voltak jellemzőek, mint a francia perje, réti perje, réti ecsetpázsit, erdei ebír, csomós ebír, de jellemző fajok voltak a boglárkafélék, a fényperje, ezüstperje, ligeti perje, erdei szálkaperje, mezei iglice, a kakukktormafélék, nefelejcsfélék, a kutyatej, mocsári gólyahír, fekete nádalytő, kakukkszekfű, erdei gyömbér, ujjas keltike, édeslevelű csüdfű, közönséges orbáncfű, kis ezerjófű, a galajfélék, erdei tisztessű, erdei varázslófű és a különböző pillangós növények, mint a szarvaskerep, sárkerep, komlós lucerna, lóherefélék. A területen találhatóak voltak tippanfélék, méz pászit, hernyópázsit, sziki ballagófű, bajuszfű is, mely fajok szikes

feltokra utalnak, továbbá csillagpázsit, gumósperje, veresnadrág csenkesz is, mely fajok homokos feltokra utalnak. A talaj mozaikos összetételét a megtelepedett növénytársulás is mutatja.

A gyeplegelőkön lévő növényfajok számát mutatja az 1. táblázat a legeltetési időszak előtt és azt követően. A felmérések szerint a gyepet alkotó növényfajok számát a vizsgált állatfajokkal való legeltetés jelentősen nem változtatta meg, Megállapítható volt ugyanakkor, hogy a kecskékkal való legeltetés csökkentette az eredetileg mért fajszámot kisebb mértékben.

1.táblázat. A gyeplegelőn lévő növényfajok száma a legeltetés előtt és azt követően állatfajonként

Állatfaj	Legeltetés előtt	Legeltetés után	Eltérés
Szarvasmarha	247	234	NSZ
Juh	261	271	NSZ
Kecske	250	221	< 0,05
Ló	259	248	NSZ

Az egyes állatfajok legelőterületein lévő növényfajok száma bizonyos eltéréseket mutatott, ezért csak az adott állatfaj legelőjén regisztrált változás utalhat az állatfajnak a legelő biodiverzitására gyakorolt hatására. A tapasztalatok szerint a vizsgált gazdasági állatfajok a legeltetési időszakban többségükben hozzájárultak a legelőterület növényállományának fenntartásához, míg a kecskék legeltetése kis mértékben csökkentette a fajok számát.

Az állatok, legeltetésük során, rendszeres állategészségügyi ellenőrzés alatt voltak, ami alapvetően a betegségek megelőzését szolgálta, a szükség esetén időben elvégzett kezelések érdekében. A 2. táblázat adatai az állatfajonként és évente elvégzett kezelések számát mutatják kiemelt betegség csoportonként. Látható, hogy az állatfajok közötti eltérések mellett a juh- és lóállomány szaporodásbiológiai kezelése kissé gyakoribb volt, ezt azonban a juhok csoportjában 3, a lovak között pedig 2 gyengébb egyed okozta. Igazoltnak tűnik továbbá, hogy a szaporodásbiológiai megbetegedések kezelési gyakorisága meghaladja a mozgásszervi betegségek kezelésének számát, ami a két betegségcsoport gyakorisági arányaira is enged következtetni. A tapasztalatok szerint az egyes fajok kezelésének gyakorisága alacsonyabb volt, mint hasonló populációk istállózása során ismert értékek.

2. táblázat. Az állategészségügyi kezelések száma 2008. (1.év) és 2009. (2.év) időszakában állatfajonként

Betegségcsoport	Szarvasmarha		Juh		Kecske		Ló	
	1. év	2. év	1. év	2. év	1. év	2. év	1. év	2. év
Szaporodásbiológiai	8	9	11	19	10	12	19	17
Mozgásszervi	3	1	5	8	4	3	7	5
Egyéb betegség	2	4	6	3	5	7	3	2

A legeltetés már ismert kedvező állat egészségügyi hatását mutatják a legeltetés alatt az egyes állatpopulációk vemhesülési eredményei is, melyek éves átlagra számítva szarvasmarhánál 88 %, juhnál 92 %, kecskénél 86 % és lónál 90 % voltak, az egészséges utódot eredményező ellések aránya az előző sorrend szerint 84 %, 88 %, 82 % és 88 % volt. A 3. táblázat adatai állatfajonként és évenként mutatják az egységes kondíció átlagértékeket. Az átlagok a kecskék 1. évben tapasztalt alacsonyabb értéke mellett a vizsgált állatpopulációk általános tenyész kondícióját tükrözik és azt is jelzik, hogy az állatcsoportokra nem jellemző az alutápláltság, vagy túltápláltság sem. Az egyes populációkon belül az átlagos eltérések nem haladták meg a 0,5 kondíció pontot.

3. táblázat. A vizsgált állatfajcsoportok átlagos kondícióértékei az első és második évben

Állatfaj	Szarvasmarha		Juh		Kecske		Ló	
	1. év	2. év	1. év	2. év	1. év	2. év	1. év	2. év
Kondícióérték	3,5	3,6	3,1	3,4	2,5	3,2	3,0	3,3

A szarvasmarhák a kevert fajú gyepon hatékonyan legeltek, jobban kedvelték a 10-15 cm fűmagasságot, a finomszálú, bőtermő pázsitfűveket, mint a réti komócsint, szarvaskerepet és a pillangósokat. A kedvező vemhesülési eredmények mögött a takarmány magas karotin tartalma feltételezhető, valamint az állatok számára a szabad mozgás lehetősége is kedvező hatású. A tehének általában viszonylag kis területen kielégíthették napi takarmány igényüket, A gyepon 3. és 4. növedéke, időjárástól függően, általában már nem biztosította az anyatehenek teljes takarmányigényét, takarmány kiegészítésre szorultak. Különösen kedvezőnek mutatkozott számukra a szudánifű zöldtakarmány kiegészítés, külön vetéssel. Kedvező hatású a lucerna széna kiegészítésként való etetése is. A tehének elhelyezéséhez az állandó, biztos karámrendszer és szélárnyékos, fedeles pihenőhely kialakítása meghatározó jelentőségű. A legelő szakaszolása 5 ha-os egységekben megfelelőnek bizonyult az 50 tehenes állományok számára. A gyepon jelentős degradációját nem tapasztaltuk, amennyiben az egy legelési szakasz ideje nem haladta meg a 7 napot. Megállapítható volt, hogy az alkalmazott legeltetési módszer húsmarhák ellátására és a legeltetett gyepon fenntartására tartósan is megfelelőnek tűnik.

Juhok legeltetésében a legelőnek az előző állatfajhoz képest még nagyobb a jelentősége. A kevert növényfajú gyepon számukra is igen kedvező takarmányozási feltételeket nyújtott. Az állatok szívesebben fogyasztották a 8 cm alatti fűvet, különösen a rozsnokot, csomós ebírt, réti perjét, angol perjét, réti csenkeszt és olyan

gyomokat is, mint a cickafark és pongyola pitypang. Ezért az elhanyagolt legelők gyomnövényeinek gyérítésében a juhokkal való legeltetés előnyös lehet. Az egy hetes legelő szakaszok jól megfeleltek a juhok takarmány ellátásának, azonban a késő őszi takarmány kiegészítés számukra is szükséges volt. A szakasz területét és a szakaszváltás időzítését az állomány igényeihez és a gyep összetételéhez, minőségéhez kell igazítani. Juhok szakaszos legeltetésében előnyös lehet a szarvasmarhák számára állandó karámmal védett legelő is, ahol a juhokat a szarvasmarhák után érdemes tovább legeltetni, mely módszer tapasztalataink szerint még nem okozza a legelő leromlását. Ilyen esetben adott legelőszakasz területét érdemes növelni, esetenként a szakaszváltás idejét a gyep minőségéhez igazítva csökkenteni 5 nap alá. A legeltetési módszer előnyösen hatott az anyajuhok táplálék ellátására, kondíciójára és szaporodásbiológiai eredményeire is és nem volt tapasztalható a legelőterületen a gyep degradációja.

A legeltetett kecskepopuláció területe, szóródása a legelőn nagyobb mértékű volt, mint a szarvasmarha-, vagy juhcsoportoké, ezért a legeltetett szakaszok váltására 5 naponta került sor. A kecskék a vegyes összetételű gypet szívesen fogyasztották, különösen a réti perjét, réti komócsint, a pillangósokat, változatos gyomféléket, mérgező növényeket, mint a gólyahír, bürök, zsurló, gyűszűvirág, de a cserjeféléket és olyan lombféléket is, mint a kocsányos tölgy. A kecskék legelőre gyakorolt hatása nyomán a növényfajok száma kissé csökkent, a pázsitfűvek aránya ezen belül növekedett. A 4 huzalos, állandó karámrendszer, ellenőrzés mellett együtt tartotta az állományt és a fedett, almozott pihenőhely is előnyös kiegészítése volt a legelő felszerelésének. A szakaszos legeltetési módszer alkalmas a kecskeállomány takarmány ellátására, ami abrak- és széna kiegészítést is igényel. Az állatfaj a legelő növényfajainak összetételére más fajokhoz képest kissé nagyobb hatást gyakorol, ami lecsökkenthető a szakaszváltás módosításával, ugyanakkor a kecskeállomálynak jelentős hatása volt kimutatható a legelő gyomnövényeinek visszaszorításában. A kecske ellenőrzött legeltetésének a területek hasznosításában, a gyepek fenntartásában és a tájvédelemben is jelentősége van. Az állatfaj hasznosítása az ökológiai gazdálkodásban is felértékelődött. A kecske és juh együttes legeltetésére a szakaszos legeltetés kevésbé alkalmas, viszont szarvasmarha után ezzel a módszerrel is tovább hasznosítható a legelő jelentős veszteség és a gyep degradációja nélkül.

A lovak a vegyes összetételű gypet kedvelték, legszívesebben a magyar rozsnokot, taréjos búzafüvet, pántlikafüvet, csomós ebírt, réti komócsint, a vörös- és barázdált csenkeszt, angol perjét fogyasztották. A csikók abrak kiegészítést kaptak, mely nem elhanyagolható ellátásuk érdekében. A legelő növényflórájának változatossága fenntartható a lovak legeltetésével, vegyes hasznosítás esetén a lovak és szarvasmarhák váltott legeltetése előnyös lehet. Lovak tartásában a legeltetés nélkülözhetetlen, az állatfaj a legelőre igényes, a legeltetésnek különösen a csikónevelésre gyakorolt hatása előnyös. Kimutatható volt a legeltetés hatása a kancák egészségi állapotára és szaporodási teljesítményére is, mely összefüggésben volt az állatok egész év folyamán kedvező tenyész kondíciójának fenntartásában is. Az alkalmazott 5-10 nap közötti szakaszváltás a legelőfü állapotától függően változott. Az állandó karámmal kiépített, villanypásztorral kombinált szakaszos

legeltetés, a megfelelő ivóvíz ellátás mellett alkalmas módszer lovak tartásában, melyet fedeles, szélvédett és almos pihenőhely egészíthet ki kedvező esetben. Külön kell gondoskodni a csikók abrak ellátásáról is. A természetes gyepek ésszerű fenntartásában a lovak legeltetésének is szerepe van, különösen a szakaszos legeltetés korszerű, adott tájba illeszkedő kialakításával. A fajnak további szerepe lehet az ökológiai jellegű állattartásban is.

Következtetések

A szakaszos módszerrel legeltetett négy gazdasági állatfaj takarmány igényét a Szatmár-Beregi vegyes fajösszetételű legelő kielégítette, kondíciójuk, általános egészségi állapotuk tartósan jó volt. A legeltetés javította a vizsgált állatfajok szaporodási mutatóit. A legelő állattartó képessége 1,8 szamosállat/ ha. Megállapítható, hogy a szarvasmarha, juh, kecske és ló elkülönített szakaszos legeltetésével a vizsgált fajok hozzájárultak a legelőterület és a táj fenntartásához. A legeltetési tartásmód az ökológiai jellegű gazdálkodásnak is részét képezi.

Kulcsszavak: gyepek, gazdálkodás, fenntartható, állat, tartás

Irodalom

1. Horn, P. (1992): Természetes állattartás 2. DATE, Debrecen, 5-12.,
2. Nagy, G. (1997): A gyepek szerepe a vidékfejlesztésben. DGYN 14., DATE, Debrecen, 196-198.,
3. Forgó, I és mtsai (2006): A gyepterületek legeltetése. Állattenyésztés és Takarmányozás. 55.2.127-240, 55.4.367-378.

POSSIBILITIES OF ACCUMULATION OF RISK ELEMENTS IN SMALL TERRESTRIAL MAMMALS

Jakobová Silvia^{1*}, Baláž Ivan^{2}, Jakab Imrich^{2***}, Hegedúsová Alžbeta^{1,3****}**

1 Department of Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Constantine the Philosopher University in Nitra,

2 Department of Ecology and Environmental Science, Faculty of Natural Sciences, Constantine the Philosopher University in Nitra,

3 Department of Vegetables-Production, Horticulture and Landscape Engineering Faculty, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, SK-949 76 Nitra, Slovakia

sjakobova@ukf.sk*, *ibalaz@ukf.sk*, ****ijakab@ukf.sk*, *****ahgedusova@ukf.sk*

Introduction

Small mammals are important components of ecosystems, occupying a variety of niches. They have been suggested to be effective biomonitors because of their abundance, widespread distribution, short migration distances, generalized food habits, short life span, high reproductive rate, and susceptibility to capture [1]. Free-living wild rodents and insectivores are often used for biomonitoring purposes due to their sensitivity to heavy metals [2,3].

Region of Nitra belongs to the most polluted regions, loaded by anthropogenic activities (mining, chemical industry, power plant, agriculture). Good evidence for monitoring and evaluation of pollution impact provides bioaccumulation ability of organisms [4].

Cadmium and lead are common risk elements in the environment. Cadmium (Cd) is nonessential element with high migration ability in a food chain [5]. It belongs to accumulative poisons and its content in organism increases during the life [6]. The main exposure ways of Cd intake are inhalation from air and intake from food. Distribution of Cd in tissues of small terrestrial mammals was in order: kidneys > liver >> muscles [7]. Cd shows cancerogenous effects, high exposure affects hypertension and decalcification of bones. Epidemiologic approach uses the Cd analysis of hair, which is the proposed test for the Cd exposure [8].

Lead (Pb) is the most common heavy metal, which is markedly accumulated in sediments, sludges, moreover in microorganisms and plants [8]. Humans can absorb Pb mostly via air, fewer via food and skin [9]. The highest Pb concentration in animals was found in liver, kidneys, spleen, bones, bone marrow and in muscles. Over 90 % of absorbed Pb is transported to bones [10]. Pb has neurotoxic effect on the organism and becomes a potential carcinogen [6].

The aim of the work was to determine concentrations of two risk elements (cadmium and lead) in small mammals. These accumulative metals were investigated in fresh organs (liver and kidney) of the mammals (*Apodemus sylvaticus*, *Apodemus microps*, *Clethrionomys glareolus*, *Micromys minutus*, *Sorex araneus*, and *Sorex minutus*) from the Region of Nitra. The determination was performed using ET-AAS method.

Trapping localities

Koš wetlands and surrounding

Wetlands in Koš area (1358 ha) were created in depression after mining activities. The area belongs to the Upper Nitra endangered area. Koš wetlands present a new phenomenon in the land (area of 6-8 ha with natural regeneration with willows, poplars and macrophyte vegetation), which enhances land diversity and which are important from the biodiversity point of view.

Terriologic investigation was realized in several localities: river Nitra, behind the lake, manure, stream, canal), which were characterized with the following biotopes: floodplain vegetation, fragments of willow-poplar vegetation, canals, abandoned fruit grove, field margins and stack of straw [11].

Rokoš and close surrounding

European important area Rokoš is located in the Trenčín Region, Districts: Prievidza and Bánovce nad Bebravou. The area studied was located in the south-eastern part of Strážovské vrchy. Southern border of the area is Hornonitrianska kotlina, eastern border is Malá Magura and Nitrica stream. Western border presents Bebrava stream. The area of interest belongs to the geomorphological unit Strážovské vrchy, subunit Nitrické vrchy and part Rokoš.

Trapping of small terrestrial mammals was performed on the following localities: Jankov výšok (oak-hornbeam forest); Látkovce (blackthorn scrub); Nitrianske Sučany (batch plant vegetation); Kostolná hora (batch plant vegetation); Ješkova Ves (shore shrubbery) [11].

Vráble vineyards

Vráble vineyards are located in the District of Nitra. The area of interest was located in the western border of Žitavská pahorkatina and in the western part of Vráble cadastre. Trapping was performed on the vineyards near the Vráble town (Vrábel'ské and Dyčianske vineyards). The area is considered as a local biocentre, valuable for its mosaic with detail differentiation of the land components (narrow vineyards, balks, grass stands, bushes, fruit trees and vineyard cottages), which creates the conditions for food offer and nidification of birds and presents a refugium for several species of small mammals.

Material and methods

Animals

Small terrestrial mammals – four herbivorous (*Apodemus sylvaticus*, n = 14; *Apodemus microps*, n = 2; *Clethrionomys glareolus*, n = 8; *Micromys minutus*, n = 4) and two insectivorous (*Sorex araneus*, n = 9; *Sorex minutus*, n = 2) species were obtained by means of standard theriological methods and procedures [12] in the period November 2008 – March 2009. All animals were adult males and females, which appeared to be in good physical conditions.

Sample preparation

Samples (fresh liver, kidney and testes) were weighted directly into teflon vessels. The fresh tissues were wet digested at 140°C in a mixture of HNO₃ (67%, analpur) and H₂O₂ (30%, p.a.) in high-pressure for 120 min. Final solutions were diluted to 25 ml volume by deionized water.

Apparatus

Determination was done by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization technique (ET-AAS) on a SpectrAA-200 apparatus. For the technique, cadmium and lead hollow cathode lamps operate at a wavelength of 228.8 nm and 217.0 nm, respectively. Atomizing environment was a graphite tube heated to 2600 °C, a flow solution was HNO₃ (1 %) and a modifier was orthophosphoric acid 0.1 %. All standards and solvents used were of analytical grade and solutions were prepared in a deionized water.

The method used was optimized and several validation characteristics were determined. The results of validation showed that limits of detection (LOD) were 4.5 µg Cd .kg⁻¹ and 4.6 µg Pb .kg⁻¹ and limits of quantitation (LOQ) were 10.7 µg Cd .kg⁻¹ and 13.8 µg Pb .kg⁻¹.

Evaluation of results

Calculation of results was done in Excel and the results were compared with limit values for heavy metals in fresh tissue of wild animals – game, which are published in Food codex [13] (www.svssr.sk) as follows: Pb = 1.0 mg.kg⁻¹ and Cd = 0.1 mg.kg⁻¹.

Results

The study was done on the seven trapping sites (Fig.1).

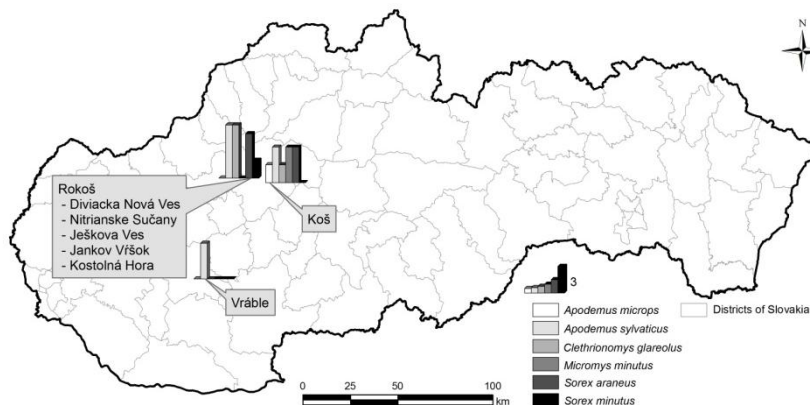


Fig. 1. Trapping localities

The results are shown in tables 1-3.

Table 1. Content of Cd and Pb in fresh liver

Species	Locality	n	Pb [$\mu\text{g}/\text{kg}$]			Cd [$\mu\text{g}/\text{kg}$]		
			min.	mean	max.	min.	mean	max.
<i>Apodemus microps</i>	Koš	2	328.5	482.4	636.2	<LOD	<LOD	<LOD
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	1	-	79.9	-	-	52.0	-
	Rokoš - Diviacka Nová Ves	5	25.7	82.1	127.1	<LOD	19.5	71.2
	Koš	4	440.9	2104.9	4860.3	<LOD	14.0	28.9
<i>Clethrionomys glareolus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	2	53.5	54.2	54.9	34.8	125.0	215.2
	Rokoš - Jankov Vŕšok	4	<LOD	148.9	317.7	9.6	18.4	27.8
	Koš	2	1264.2	2149.2	3034.3	<LOD	<LOD	11.4
<i>Micromys minutus</i>	Koš	4	162.9	1120.6	1767.9	<LOD	<LOD	<LOD
<i>Sorex araneus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	1	-	138.6	-	-	435.7	-
	Rokoš - Ješkova Ves	1	-	38.1	-	-	232.7	-
	Rokoš - Kostolná Hora	3	17.3	25.6	33.9	352.1	516.1	680.0
	Koš	4	205.6	576.8	936.4	77.0	144.5	187.5
<i>Sorex minutus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	2	15.2	16.1	17.0	15.0	26.5	37.9

<LOD - below limit of detection

Table 2. Content of Cd and Pb in fresh kidney

Species	Locality	n	Pb [$\mu\text{g}/\text{kg}$]			Cd [$\mu\text{g}/\text{kg}$]		
			min.	mean	max.	min.	mean	max.
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Vráble, vinice	3	<LOD	11.4	14.5	<LOD	<LOD	<LOD
	Rokoš - Nitrianske Sučany	1	-	32.0	-	-	60.5	-
	Rokoš - Diviacka Nová Ves	5	<LOD	<LOD	16.5	<LOD	<LOD	<LOD
<i>Clethrionomys glareolus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	2	<LOD	17.9	35.3	61.2	66.9	72.6
	Rokoš - Jankov Vŕšok	4	<LOD	14.6	28.2	<LOD	30.8	74.2
<i>Sorex araneus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	1	-	17.9	-	-	203.0	-
	Rokoš - Ješkova Ves	1	-	21.9	-	-	54.6	-
	Rokoš - Kostolná Hora	3	<LOD	94.1	275.3	30.8	131.8	243.4
<i>Sorex minutus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

<LOD - below limit of detection

Discussion

The mean content of Pb in liver of herbivorous species was $1375.7 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ in Koš, and $105.8 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ in the localities of Rokoš. Shrews showed lower accumulation of lead in comparison with herbivorous species (576.8 and $43.4 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ in Koš and Rokoš, respectively). On the other hand, shrews showed significantly higher levels of cadmium in liver than herbivorous species, where the limits were exceeded in 70 %.

Table 3. Content of Cd and Pb in fresh testes

Species	Locality	n	Pb [ug/kg]			Cd [ug/kg]		
			min.	mean	max.	min.	mean	max.
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Vráble, vinice	1	-	<LOD	-	-	<LOD	-
	Rokoš - Nitrianske Sučany	1	-	<LOD	-	-	<LOD	-
	Rokoš - Diviacka Nová Ves	3	33.6	46.7	56.4	<LOD	<LOD	10.8
<i>Sorex araneus</i>	Rokoš - Kostolná Hora	1	-	11.1	-	-	<LOD	-
<i>Sorex minutus</i>	Rokoš - Nitrianske Sučany	2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

<LOD - below limit of detection

The highest contents of the metals were found in the area of Koš – near a manure, where the accumulation of Pb in liver of *A. sylvaticus* achieved extremely high value (4.86 mg.kg⁻¹). Almost 7-times higher concentration of Cd than limits for wild animals was found in the liver of common shrew in the area of Rokoš (Kostolná Hora). Kidney showed higher accumulation of cadmium than lead. Only samples from shrews had cadmium concentrations exceeding the limits. Higher accumulation was found especially in the area of Rokoš – Kostolná Hora.

More polluted was Koš, which has higher impact of industry and agriculture from neighborhood. Generally higher concentration of the metals was found in liver. Lead exceeded limits in 19.4 % and Cd in 21.6 % in liver samples, but only cadmium was found in higher levels in kidney samples. Samples of testes had values mostly below the limits of detection.

In 17 cases from 37 animals the content of Cd or Pb exceeded limits set for wild animals. Herbivorous species (*A. sylvaticus*, *C. glareolus*, and *M. minutus*) originated from the area of Koš showed limit exceeding accumulation in liver in seven cases, but only one sample of bank vole had exceeding concentrations in the area of Rokoš. On the other hand, no limit exceeding values of cadmium in the both tissues were observed in these species. Shrews showed higher accumulation of cadmium in the trapping areas. Individuals originated from Koš had limit exceeding values in liver, and those from Rokoš showed high Cd levels in liver and kidney, as well. There was no limit exceeding value of investigated metals in kidneys of herbivorous species, trapped in Rokoš, as well as in Vráble area. Testes showed the lowest accumulation of the metals in all investigated areas; mostly the values were below the limit of detection. The results are shown in Table 3.

Investigation of accumulation of heavy metals in the tissues of selected small terrestrial mammals was used as a preliminary study of potential metal contamination of wild animals. Our results confirmed the correlation between contamination by heavy metals and occurrence of the metals in parenchyma tissues, moreover we could see the different contamination in species, belonging to the different trophic levels. Seeing that the small terrestrial mammals present wide spread group of animals, which could be used in estimation of environmental pollution by contaminants.

Acknowledgement

The work was supported by the grant SK-HU (Grant no. OMF-01461/2009)

Key words: heavy metals, bioaccumulation, small terrestrial mammals, ET-AAS method

References

1. Levensgood JM, Heske EJ. Heavy metal exposure, reproductive activity, and demographic patterns in white-footed mice (*Peromyscus leucopus*) inhabiting a contaminated floodplain wetland. *Sci Total Environ.* 2008; 389:320-328.
2. Martiniaková M, Omelka R, Grosskopf B, Jančová A. Yellow-necked mice (*Apodemus flavicollis*) and bank voles (*Myodes glareolus*) as zoomonitors of environmental contamination at a polluted area in Slovakia. *Acta Vet Scand.* 2010;52:58.
3. Rautio A, Kunnasranta M, Valtonen A, Ikonen M, Hyvarinen H, Holopainen I, Kukkonen J. Sex, Age, and Tissue Specific Accumulation of Eight Metals, Arsenic, and Selenium in the European Hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Arch Environ Contam Toxicol.* 2010, 59: 642-651
4. Jakabová S, Baláž I, Jakab I. Occurrence of risk elements cadmium and lead in small terrestrial mammals in upper Nitra region, 2010. In: Mladí vedci 2010. Nitra : UKF, 2010. - ISBN 978-80-8094-742-2, p 347-351.
5. Hunter BA, Johnson MS & Thompson DJ. Ecotoxicology of Cu and Cd in a contaminated grassland ecosystem. III. Small mammals. *J. Appl. Ecol.* 1987; 24:601-614.
6. Toman, R., Golian, J., Massányi, P. 2003. *Toxikológia potravín.* 2003; p 17 - 26.
7. Lodenius M, Soltanpour-Gargari A, Tulisalo E & Henttonen H. Effects of Ash Application on Cadmium Concentration in Small Mammals. *J Environ Qual.* 2002; 31:188-192.
8. Prousek J. Rizikové vlastnosti látok. STU, Bratislava, 247 p. ISBN 80-227-2199-9.
9. Makovniková J, Barančíková G, Dlapa P, Dercová K. Anorganické kontaminanty v pôdnom ekosystéme. *Chem listy* 2006; 100:424-432.
10. Ma WC. Effect of soil pollution with metallic lead pellets on lead bioaccumulation and organ/body weight alterations in small mammals. *Arch Environ Contam Toxicol.* 1989;18: 617-622.
11. Ružičková H, Halada L, Jedlička L, Kalivodová E. Biotopy Slovenska. Príručka k mapovaniu a katalóg biotopov. ÚKE SAV, Stimul, Bratislava, 192 pp.
12. Jančová A, Massányi P, Nad' P, Koréneková B, Skalická B, Drábeková J, Baláž I. Accumulation of Heavy Metals in Selected Organs of Yellow-necked Mouse (*Apodemus flavicollis*). *Ecology*, 25:19-26.
13. Food codex of Slovak Republic, available: <http://www.svssr.sk/sk/legislativa/kodex.asp>

AZ ÁTÉPÍTETT BIOLÓGIAI TISZTÍTÓ BLOKK BEÜZEMELÉSE A DEBRECENI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

Kiss Bernadett^{1*}, Bálintné Czirják Mónika², Balogh Zsuzsanna¹, Lakatos Gyula¹

¹Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

²Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzem, 4002 Debrecen Vértesi út 1-3.

**kissbetti1987@gmail.com*

Bevezetés

A települési szennyvizek tisztítása három fokozatban történik: fizikai (mechanikai), biológiai, harmadlagos tisztítás. A műtárgyas szennyvíztisztítás menete a gyakorlatban ezen fokozatok, különböző eljárások kombinációjából állnak össze. A műtárgyas szennyvíztisztítás tehát bonyolult fizikai, kémiai és biológiai folyamatok célszerűen összeállított láncolata [1].

A mechanikai tisztítás célja a durvaszennyező anyagok, az ülepezhető és a lebegő anyagok egy részének, valamint a zsírok, olajok eltávolítása. Ezt a célt szolgálják a tisztítóművek elején található különböző rácsok, szűrők, kő-, homok- és zsírfogó műtárgyak, valamint az előüleptítők. Az utóbbiakban kiülepedett iszap további kezelés céljából az iszapvonalra kerül.

Következő lépés a szerves anyagok bontása, ehhez általánosan biológiai egységeket alkalmaznak, melyben a baktériumok és protozoák anyagcseréjük folyamán szubsztrátumként hasznosítják a szennyezőanyagokat. Ezek a műtárgyak lehetnek fix ágyasak vagy szuszpendált rendszerek.

A kémiai tisztítás vegyszerek alkalmazását jelenti, amellyel a szennyvízben lévő, nem ülepezhető lebegő anyagok és oldott anyagok kiválását segítjük elő. Ezt nevezzük derítésnek [2].

Dolgozatunkban az új technológia alapján átépített biológiai tisztító blokk egyes medencerészei közti elemforgalmat vizsgáljuk, valamint a újonnan és az átépített blokkok hatékonyságát hasonlítjuk össze.

Anyag és módszer

A mintavételek reggel 8.00-9.00 közti időpontban történtek, majd ezt követően zajlott a laboratóriumi feldolgozás.

A KOI meghatározás elve, hogy a vízmintát kálium-dikromát és katalizátor jelenlétében kénsavas közegben 148 °C-on 2 órán át roncsoljuk, miközben a kálium-dikromát a jelenlévő, és az adott körülmények között oxidálódó szerves és szervetlen anyagokat oxidálja. A kálium-dikromát felesleg (dikromát-ionok), vagy az oxidáció során a kálium-dikromát redukciójából keletkező króm(III)-ionok abszorbanciáját spektrofotométerrel mérjük (MSZ 260/16-82).

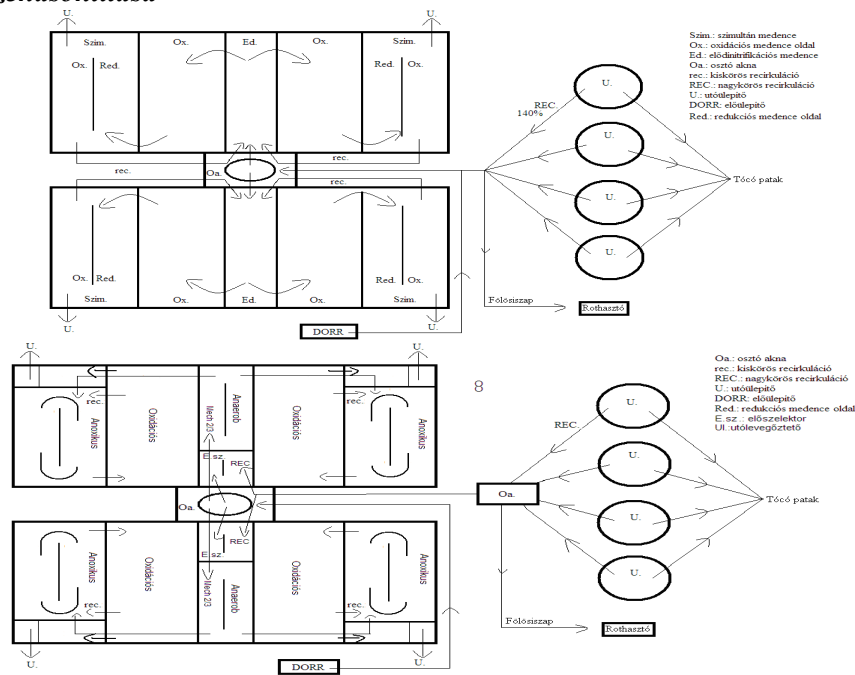
A PO₄-P meghatározás elve, hogy a szűretlen, felrázott mintát kálium-perszulfát (0,2 g) jelenlétében 100 °C-on, 1 órán keresztül roncsoljuk, ezt követően 25 ml-es lombikba mossuk, majd 1 cm³ molibdát-kénsav és 0,25 cm³ aszkorbinsav (színképző reagensek) hozzáadása után fotométerrel mérjük az abszorbanciáját, 665nm-en [5].

A $\text{NH}_4\text{-N}$ meghatározás elve, hogy az ammónium nitroprusszid-nátrium jelenlétében szalicilát- és hipoklorit-ionnal reagál. A keletkező vegyület abszorbanciáját spektrofotométerrel 655 nm-en mérjük (MSZ ISO 7150-1:1992).

A $\text{NO}_3\text{-N}$ meghatározásakor 10-10 ml mintát 0,2 g nátrium-szaliciláttal bepárlunk. 2 ml cc. H_2SO_4 -t adunk hozzá, majd 15 ml desztillált vízzel felöntjük a mintánkat, és 15 ml Seignette-só reagens hozzáadása után fotométerrel mérjük az oldat abszorbanciáját.

Eredmények

A régi és az új technológia alapján átépített biológiai tisztító blokkok összehasonlítása



1. ábra. A régi és az átépített biológiai tisztító blokkok sematikus rajzai

Az átépített biológiai tisztító blokk az újonnan épült részleg működési elve alapján lett átalakítva. Jelentős szerepet játszik a folyamat elején lévő Előszelektor, melynek legfontosabb feladata, hogy az iszap-recirkulációban lévő nitrát-tartalom jelentősen csökkenjen, mivel a nitrát káros a biológiai foszfor-eltávolításra.

A másik jelentős eltérés a két technológia között, hogy az újból hiányzik a Szimultán medence, melynek lényeg az volt, hogy nagy biológiai terhelés esetén egymás mellett tudták megvalósítani a nitrifikáció és a denitrifikáció folyamatát.

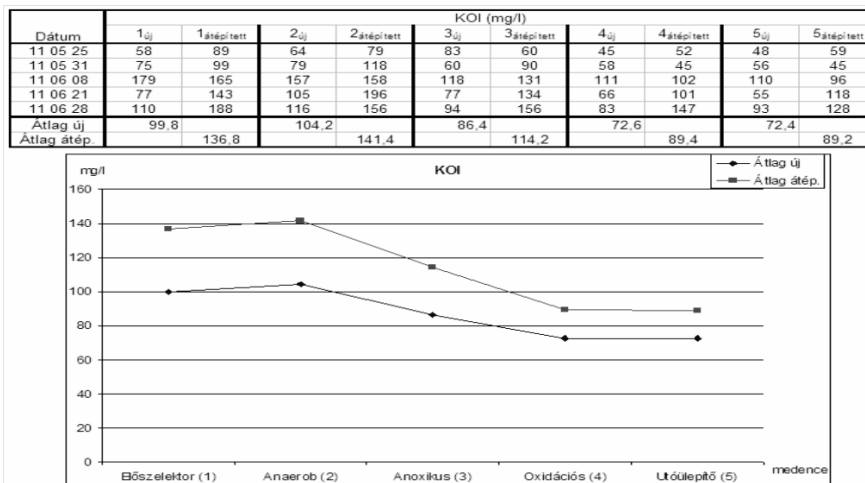
Jelentős különbség van az Oxikus-Anoxikus medencék sorrendjében, valamint a kiskörös recirkuláció megvalósításában is. A régi technológia szerint a Szimultán-oxidációs tóból az Elődénitrifikálóba vezették a kiskörös recirkulációt, az új

technológiában az Oxidációs medencéből az Anoxikusba vezetik a kiskörös recirkulációs iszapot.

Az átépített és az új biológiai tisztító blokkok hatékonyságának összehasonlítása

2011. 02. 08-án elkezdődött az átépített biológiai tisztító blokk üzembe helyezése.

Az akadálytalan összehasonlító mérések elkezdésére 2011. május 25-től volt lehetőségünk. Az átépített és az újonnan épített biológiai tisztító blokkokból a lehetőségek szerint azonos helyről vettük a pontmintákat. A biológiai tisztításra érkező víz mennyisége 50-50%-ban lett megosztva a blokkok között. Az oldott oxigén tartalmat 2,0 mg/l értéken tartották. A REC iszap az új blokkon 100%, az átépítetten 140% (a régi technológián alkalmazottnak megfelelően). A fölösiszap elvétele az újon 20 m³/h, az átépítetten 25m³/h. Az átépített részre érkező nagyobb REC iszap mennyisége így elméletileg kompenzálódott a fölösiszap elvétellel.

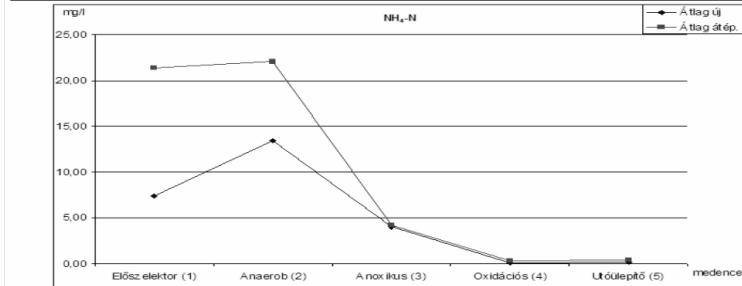


2. ábra. KOI összehasonlító mérések

A kémiai oxigénigény a vízben lévő anyagok térfogategységre vonatkoztatott redukáló képességét jelenti, értéke egyenesen arányos a szervesanyag-tartalommal. Magas KOI értéket eredményezhetett a szennyvíziszap nem megfelelő minősége, szerkezete.

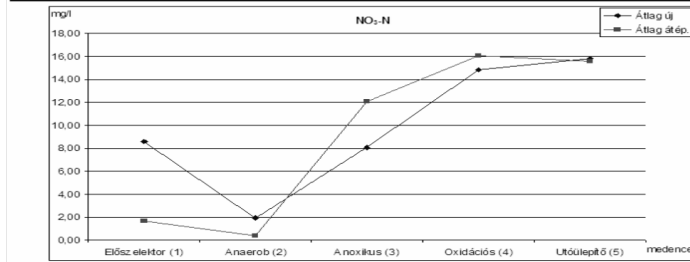
A 3. ábrán látható, hogy az átépített blokkon a kezdeti jóval magasabb NH₄-N érték ellenére az Utóülepítőből elfolyó vízben már megfelelően kis értékeket tudunk mérni. Az Oxidációs térrész feladat az ammóniumformák oxidálása. A 3. ábrán jól látszik, hogy az ammónium tartalom az Anaerob medencéből az Anoxikus medencébe való átfolyáskor jelentősen csökkent, ennek oka, hogy a kiskörös recirkulációs iszappal jelentős mennyiségű oxigén kerül az Anoxikus részbe, így megindult a nitrifikáció folyamata.

Dátum	NH ₄ -N (mg/l)									
	1 _{uj}	1 _{átlagított}	2 _{uj}	2 _{átlagított}	3 _{uj}	3 _{átlagított}	4 _{uj}	4 _{átlagított}	5 _{uj}	5 _{átlagított}
11 05 25	9,03	13,87	15,93	16,18	4,91	4,06	0,14	0,48	0,18	0,52
11 05 31	7,76	20,44	14,36	21,40	4,83	5,12	0,19	0,21	0,13	0,62
11 06 08	6,69	20,60	12,49	22,31	4,19	4,04	0,09	0,52	0,24	0,45
11 06 21	6,16	25,24	11,81	25,25	3,92	3,82	0,05	0,18	0,15	0,34
11 06 28	7,42	26,81	12,67	24,98	2,20	3,78	0,04	0,25	0,12	0,21
Átlag új	7,41		13,45		3,99		0,10		0,17	
Átlag átép.		21,39		22,02		4,16		0,33		0,43



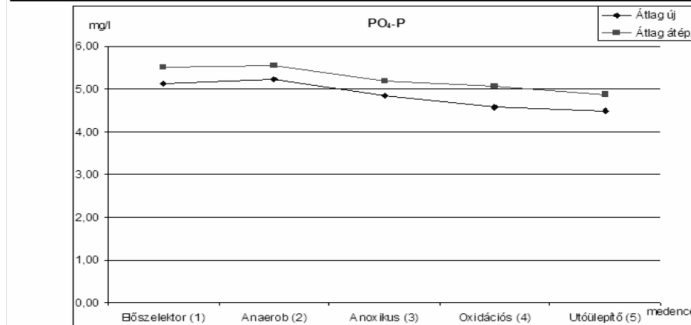
3. ábra. NH₄-N összehasonlító mérések

Dátum	NO ₃ -N (mg/l)									
	1 _{uj}	1 _{átlagított}	2 _{uj}	2 _{átlagított}	3 _{uj}	3 _{átlagított}	4 _{uj}	4 _{átlagított}	5 _{uj}	5 _{átlagított}
11 05 25	4,66	3,00	0,22	0,68	5,22	11,10	11,92	15,74	13,44	15,64
11 05 31	4,51	0,19	0,52	0,36	5,25	8,25	12,39	12,85	14,19	13,93
11 06 08	9,92	2,02	1,60	0,59	9,24	13,18	19,32	15,58	18,18	16,70
11 06 21	9,32	0,64	1,42	0,08	7,12	12,06	12,00	16,76	13,90	14,44
11 06 28	14,56	2,64	5,78	0,34	13,62	15,62	18,70	19,54	19,22	17,16
Átlag új	8,59	1,70	1,91	0,41	8,09	12,04	14,87	16,09	15,79	15,57
Átlag átép.										



4. ábra. NO₃-N összehasonlító mérések

Dátum	PO ₄ -P (mg/l)									
	1 _{uj}	1 _{átlagított}	2 _{uj}	2 _{átlagított}	3 _{uj}	3 _{átlagított}	4 _{uj}	4 _{átlagított}	5 _{uj}	5 _{átlagított}
11 05 25	4,34	4,81	5,10	4,14	4,34	4,41	3,99	4,21	3,91	4,29
11 05 31	4,71	5,73	5,25	5,63	4,71	4,79	4,46	4,74	4,34	4,44
11 06 08	5,75	5,13	4,79	5,73	4,29	4,95	4,04	4,84	3,99	4,81
11 06 21	4,59	5,48	4,56	5,70	4,51	5,43	4,34	5,08	4,29	4,69
11 06 28	6,27	6,36	6,51	6,59	6,44	6,41	6,00	6,41	5,90	6,17
Átlag új	5,13		5,24		4,86		4,57		4,49	
Átlag átép.		5,50		5,56		5,20		5,05		4,88



5. ábra. PO₄-P összehasonlító mérések

Az Előszektor és az Anaerob medencerészek feladata, hogy a szennyvíz nitrát tartalma jelentősen csökkenjen, hiszen káros a biológiai foszfor eltávolítás szempontjából. Az előülepített szennyvíz szervesanyag-tartalmának bontásához szükséges oxigén mennyiségét a baktériumok a nitrátban lévő oxigénből fedezik. Ha a 3-as és a 4-es ábrákat egymással párhuzamba állítjuk, jól látható, hogy az új és az átépített blokk esetében is egymással fordított arányosságban állnak az értékek. Az Anoxikus térrész magas NO_3 tartalma a kiskörös recirkulációs iszaphól származott.

Az 5. ábrán egy kvázi állandósult $\text{PO}_4\text{-P}$ tartalom figyelhető meg. Ennek okára csak következtetni lehet, mely valószínűsíthetően a fölösiszap elvételének bizonytalansága volt. Normál esetben, az Anaerob térrészben megtörténik a foszfor visszaoldódása a szennyvízbe, így a denitrifikáló (Anoxikus) és az Oxidációs térbe ez a fokozott mértékű visszaoldott foszfor kerül be. Ezt a foszfort a lebontó baktériumok nagymértékben beépítik szervezetükbe, így végbemegy a biológiai foszfor-eltávolítás. A tisztítási folyamat végére a víz összes foszfor tartalmának 5 mg/l alatti értéken kell lennie.

Következtetések

Az átépített biológiai tisztító blokk az elvártaknak megfelelően működött a próbaüzem ideje alatt. Az összehasonlító mérésekből jól látszik, hogy eltérő beállítások mellett is ugyanolyan határfokkal végbemegy a tisztítási folyamat. A határértékeket tudták tartani, a ritkán előforduló túllépések a próbaüzemi időszakban elfogadhatók, hiszen a mérési időintervallumban még több bizonytalanság volt a technológiai irányításban.

A két blokkon a tisztítási folyamat elején látható egy nagyobb eltérés az $\text{NH}_4\text{-N}$ és a $\text{NO}_3\text{-N}$ tartalom esetén, de ennek ellenére a folyamat végére normalizálódnak az értékek, és a határértékeket sem lépik át.

A $\text{PO}_4\text{-P}$ kvázi állandósult értékének magyarázatára csak következtetni tudunk. A próbaüzem ideje alatt a fölösiszap elvétele bizonytalan volt, ez valamelyest magyarázhatja a felmerült problémát.

Irodalomjegyzék

1. Juhász J. Víz tisztaságvédelmi módszerek és berendezések, Tankönyvkiadó, Budapest 1977.
2. Lakatos Gy. Környezetvédelem I. Szennyvíztisztítás, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen 2008. 86-88.
3. MSZ 260/16-82, Kémiai oxigénigény (KOI_k) meghatározása kálium-dikromátos félmikro-módszerrel 1982.
4. MSZ ISO 7150-1:1992, Ammónia meghatározása vízben 1992.
5. Felföldy L. A biológiai vízminősítés. Vízügyi Hidrobiológia, 1987. 16: 1-258.

2011-ES ADATOK AZ ÖREG-TÚR FOLYÓ MAKROFITA VIZSGÁLATÁBAN

Zoltán Nagy^{1*}, Dr. Albert Tóth², Judit Csabai¹

¹ Nyíregyházi Főiskola, Tuzson János Botanikus Kert, H-4400 Nyíregyháza, Sóstói út
31/b., Magyarország,

² Debreceni Egyetem, Hidrobiológiai Tanszék, H-4032 Debrecen, Egyetem tér 1.,
Magyarország,

*nagyzott@nyf.hu

Bevezetés

Magyarország legkeletibb szegletében lépi át az államhatárt az Öreg-Túr. Magyarországi szakaszának hossza csaknem 80 km. Természetes ága – a sonkádi osztómű és a tiszai torkolat közötti 62 km – ma már belvízelvezető-főcsatornaként (Túr-belvíz-főcsatorna) működik. Az egykor kanyargós vízfolyást többnyire ligetek, fásorok, hagyásfák szegélyezik. A medrét kísérő gyepek, erdők, holtmedrek mozaikja tájképileg is kiemelkedő értékét képvisel [1].

A romániai Gutin hegységben ered 989 m-es magasságban. A vízgyűjtő legmagasabb pontja az 1241 m magas Kerek csúcsnál van [2]. Az avasi tarchit-hegység félkör alakban körülzárja a Túr-völgy katlanát [3]. Magyar területre érve a folyó még elég nagy eséssel érkezik, erősen kavicsos hordaléka csak Kishódos, és Tisztaberek községeknél változik át homokossá.

Anyag és módszer

2011 szeptemberében ismét a folyó teljes magyarországi szakaszára kiterjedő felmérést végeztünk, mely a vízi- és vízparti növényzetre, valamint az élőhelytípusok azonosítására irányult. Sonkádtól az Öreg-Túr vonala mentén – a két torkolattól az országhatárig – 11 helyen vizsgáltuk a makrofita állományt (1. táblázat).

Eredmények

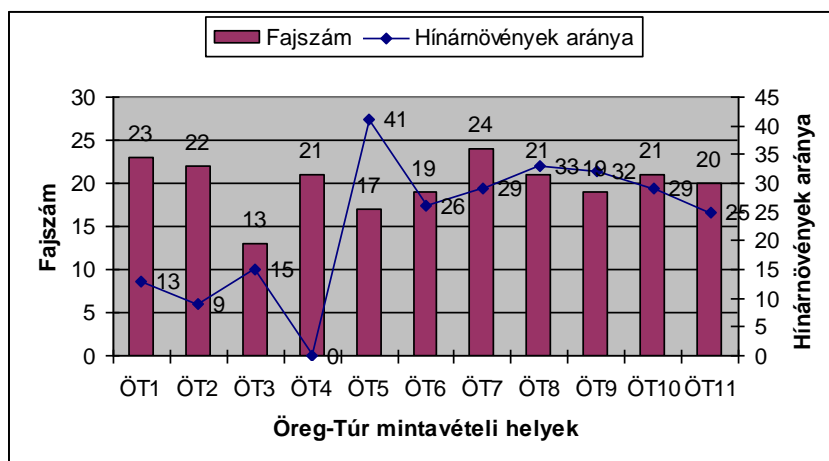
A víztest és a partszegély reprezentatív hosszúságú szakaszain azonosított makrofita taxonok jellemző száma 20 volt (medián), míg az összesített fajszám 79. Köztük 3 védett növényfajjal találkoztunk: fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*), rucaöröm (*Salvinia natans*), sulyom (*Trapa natans*).

A relatív talajvíz-, ill. talajnedvesség indikátorszámok alapján elkülönített fajok W[(B)12–10] – az alámerült vízinövényektől a változó vízállású, rövidebb ideig kiszáradó termőhelyek makrofitonjait felölelően – alapján végzett értékelés szerint az Öreg-Túr leggyakoribb hínárjai a következők: az apró békalencse (*Lemna minor*) 82%, a vízitök (*Nuphar lutea*) és a védett rucaöröm (*Salvinia natans*) 64-64% előfordulási aránnyal.

A legelterjedtebb emerz makrofitonja a vízi harmatkása (*Glyceria maxima*) és a mocsári nőszirm (*Iris pseudacorus*), 82%-os előfordulási aránnyal. A szorosabb értelemben vett vízi fajok részaránya az összes fajhoz viszonyítva 0% (ÖT4) és 41% (ÖT5) között változott (1. ábra).

1. táblázat. Mintavételi helyek az Öreg-Túron 2011

ÖT1	Kishódos közelében	É47°58'29.68" K22°50'11.67"	Öreg-Túr Kispalád és Kishódos között, az országúti áteresz mellett, mocsár jellegű élőhely
ÖT2	Sonkád határában	É48°3'16.18" K22°44'32.13"	Sonkád határában a műút hídja mellett a Zombory Hűtőház közelében
ÖT3	Kölcese	É48°2'85.9" K22°42'503"	Kölcese határában, a hídnál, Penyige irányába, fás, árnyékos rész
ÖT4	Kölcese	É48°2'53.0" K22°42'30.04"	Túristvándi Szatmárcseke felé vezető műút hídja, a falu határában
ÖT5	Túristvándi 1	É48°2'56.63" K22°38'31.66"	A Vízialom alatt 100 m-rel, vízparti kemping
ÖT6	Túristvándi 2	É48°2'52.81" K22°38'34.16"	A Vízialom felett éppen
ÖT7	Túristvándi 3	É48°2'47.77" K22°38'46.66"	A Vízialom fölötti kemping
ÖT8	Nagyar	É48°3'34.83" K22°33'44.13"	Nagyar, műút hídja alatt a falu szélén
ÖT9	Kisar és Fehérgyarmat között	É48°1'50.61" K22°30'43.55"	Kisar után 2 km-rel a műút hídja
ÖT10	Panyola	É48°3'14.95" K22°23'35.85"	Panyola után nem sokkal, a pálinka üzem mellett
ÖT11	Olcsvaapáti	É48°5'15.95" K22°21'53.47"	Olcsvaapáti melletti legelőn keresztül folyó Öreg-Túr hídja közelében



1. ábra. Fajszám és hínárnövények aránya élőhelyek szerint

A legfajszegényebb mintavételi hely 2011-ben is az ÖT3, azaz Kölcsé határában a Penyige felé vezető út mellett, amely egy elég árnyékos szakasza a folyónak. A leggazdagabb és habituálisan is legváltozatosabb mederrész az 7-es mintavételi hely 24 fajjal, de az 5-ös mintavételi helyen volt a legnagyobb a hínárnövények aránya.

2011-ben 12 új fajjal találkoztam az elmúlt évi felmérésekhez képest, de ezek egyike sem tartozik a szorosan a vízhez kötődő fajok közé. Ezek általában olyan lágyszárú növények, melyek a parton nem voltak jelen az elmúlt években vagy eddig elkerülte figyelmünket. 2011-ben 13 faj nem került elő.

Következtetések

A 2011-es mintafelvételezés eredménye fajsám alakulása szerint igen kimagasló (78 faj) az elmúlt évekhez képest, viszont ezen belül a hínárnövények száma nem változott. Az elmúlt évi 13 szorosan vízhez kötődő faja nem kiemelkedő, 2009-ben és 2008-ban hasonlóan adatok jelentkeztek [4-6].

Az ÖT4 mintavételi helyen viszont nem találtam szorosabban vízhez kötődő fajt, így itt a hínárnövények aránya 0% lett, ami először fordult elő az elmúlt 4 év során. Erre és az felsőbb szakaszokon mért kisebb hínárnövény arány lehetséges oka az extrém időjárásban keresendő. Az elmúlt évek hasonló időszakában tett mintafelvételezések során mindig alacsony vízállást tapasztaltunk a folyón, ami megfelelő a korábbi tapasztalatoknak, kivéve 2010-et mikor áradásos állapotok uralkodtak [7]. 2011-ben viszont több helyen a kiszáradt folyómeder fogadott, így hínárnövényt sem találhattam, vagy 40-50 cm-rel alacsonyabb vízszint és medercsökkenés (2.ábra).



2. ábra. Az Öreg-Túr alacsony vízállása 2011-ben

A 2010-ben eltűnt fajok közül többet, mint például a sulymot (*Trapa natans*), a búbos békalencsét (*Lemna gibba*), és a kolokánt (*Stratoides aloides*) újra felfedeztem a folyó egyes szakaszain. Sőt a rucaöröm védett növényrel a tavalyelőtti egyszeri előfordulása után 2011-ben már 7 mintavételi helyen, 64%-os előfordulási aránnyal és igen magas egyedszámmal találkoztam főleg az Öreg-Túr alsó szakaszain.

Az Öreg-Túr rehabilitációja

Az Öreg-Túr rehabilitációja előzményeként még 2007-ben a Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Önkormányzat nyújtott be Interreg III/A pályázatot. Majd a Felső-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság folytatta az előkészületeket és nyert ÉAOP-5.1.2. pályázaton közel 300 millió Ft támogatást az Öreg-Túr rehabilitációjára [8]. A projekt alapfilozófiája szerint a fő célkitűzés az Öreg-Túr vízviszonyainak oly módon történő javítása, hogy növeljük táji értékeit. Ennek eszközei: ökológiai célú vízszintemelés – új mederduzzasztókkal, műtárgy-rekonstrukciókkal, mederrendezéssel.

A kivitelezés az Olcsvaapátiban lévő bal parti rézsúsvadásának helyreállításával kezdődött, majd a Kövessy Győző zsilip és a sonkádi duzzasztógát, osztó-zsilip műtárgyak felújítása következett. Túrístvándi belterületén, két helyen mederkotrást végeztek. Nábrádnál egy fenékgát épült a folyamatos vízátervezés érdekében. A Bákaszegi-holtmeder rendezésével és folyóval történő összeköttetésének felújításával a holtmedernek véstározási és ökológiai vízpótlási lesz a célja.

Távlati célok, remények

Reméljük az Öreg-Túr folyón korábban tapasztalható magasabb és gyakrabban alacsonyabb vízállások kivédése érdekében történő beavatkozások eredményesek lesznek és a folyó teljes szakaszán a vízhez kötődő vagy víz jelenlététől szorosabban függő hínárnövények előfordulása nem lesz ennyire kaotikus. Így a természetvédelmi területek kezelői jobb vízviszonyokat teremthetnek a védett vizes élőhelyek számára, sőt új még megmenthető területeket vonhatnak védelem alá.

Az Öreg-Túrt akkor tehetjük széppé, ha nem megfiatalítani akarjuk, hanem szép öregkort biztosítani számára.

Kulcsszavak: Öreg-Túr, makrofita, vegetációfelmérés

Irodalom

1. Ihrid D. *A magyar vízszabályozás története*. OVH-VIZDOK, Budapest; 1963.
2. Bálint Z, Konecsny K, Szabó JA. *Az erdőborítottság változásának hatása a Felső-Tisza vízjárására*. Magyar Hidrológiai Társaság XIX. Országos Vándorgyűlése, Gyula; 2001. pp. 1-6.
3. Borovszky S. *Magyarország Vármegyéi és városai*. 16. Szatmár-vármegye. Országos Monográfiai Társaság, Budapest; 1907.
4. Nagy Z, Dr. Tóth A. *A Túr folyó tervezett rehabilitációjának lehetséges hatásai a makrovegetációra (különösen az Öreg-Túr vízrendszerében)*. IV. Kárpát-

- medencei Környezet Tudományi Konferencia, II.kötet, Debrecen; 2008. p. 141-147.
5. Nagy Z, Dr. Tóth A, Csabai J., Dr. Lakatos Gy. *Az Öreg-Túr rehabilitációjának lehetséges hatásai az élőhelytípusok felmérésének tükrében.* V. Kárpát-medencei Környezet Tudományi Konferencia, Konferencia kötet, Ábel Kiadó, Kolozsvár; 2009. p. 221-226.
 6. Nagy Z, Dr. Tóth A, Csabai J. *Az Öreg-Túr makrofita vizsgálata 2009-ben.* V. Kárpát-medencei Környezet Tudományi Konferencia, Konferencia kötet, Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza; 2010. p. 123-126.
 7. Nagy Z, Dr. Tóth A, Csabai J. Újabb adatok az Öreg-Túr makrofita vizsgálatához. VII. Kárpát-medencei Környezet Tudományi Konferencia, Konferencia kötet, Ábel Kiadó, Kolozsvár; 2011. p. 279-282.
 8. Lenti I. *„Hová siet a Túr...?”* Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Önkormányzati Hivatal megbízásából, Nyíregyháza; 2008. pp. 1-199.

KISZÁRADÓ LÁPRÉTEK IDŐSZAKOS VÁLTOZÁSA SORÁN ÁTALAKULÓ PÓK-ÉS ÁSZKARÁK-KÖZÖSSÉGEK VIZSGÁLATA

Szmatona-Túri Tünde^{1*}, Vona-Túri Diána²

¹Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola és Kollégium
3232 Mátrafüred, Erdész út 11

²Eötvös József Középiskola
3360 Heves, Dobó út 29
*turitunde79@gmail.com

Bevezetés

A láprét a vizes élőhelyek ökológiai szempontból legkiemelkedőbb típusa. A biológiai sokféleség megőrzése szempontjából kimagasló jelentőséggel bírnak. A láprétek nagyon változatosak lehetnek, mind fajkészletükben, mind habitusukban. A térbeli heterogenitás és az élőhelyi sokféleség számos ritka, különleges faj fennmaradását biztosítja. Kialakulhatnak égerláperdők helyén, vagy lefolyástalan, pangóvízes területeken a szukcesszió kezdeti tagjaként. A kiszáradó láprétek (*Molinietum coeruleae*) talaja a nyári hónapokban veszít víztartalmából és a nedves láprétre jellemző uralkodó sásfajok helyét átveszi a kiszáradó lápréteket jellemző kékperje. Ez mellett más növényfajok is döntő szerephez jutnak, többek között a muharsás (*Carex panicea*), a szibériai nőszirm (*Iris sibirica*) vagy a fehér zászpa (*Veratrum album*). Gyakori lehet az ördögharaptafű (*Succisa pratensis*), a kornistárnics (*Gentiana pneumonanthe*), a buglyos szegfű (*Dianthus superbus*) és az őszi vérfű (*Sanguisorba officinalis*) [1]. Az évszakok változásával bizonyos ízeltlábú csoportok összetétele is változik. Munkánk célja, hogy felmérjük, hogyan alakul az időszakosan változó vegetációs szerkezettel bíró rétek talajlakó pók-és az ászka együtteseinek összetétele.

Módszerek

A Mátra Tájvédelmi Körzet területén található három kiszáradó lápréten végeztünk talajcsapdás gyűjtéseket. Mind a három réten más-más növényfajok domináltak. Az 1. számú réten a kornistárnics (*Gentiana pneumonanthe*), a 2. számú réten az erdei kékperje (*Molinia litoralis*), a 3. számú réten a szibériai nőszirm (*Iris sibirica*) volt az uralkodó növényfaj. Gyűjtéseinket 2007 és 2010 között végeztük duplaedényes talajcsapdával. Tetővel lazán fedett 10 cm átmérőjű, műanyag poharakat használtunk. A kijelölt gyűjtőhelyen mintaterületenként 4-4 minta begyűjtésére került sor. Egy minta 3 csapdából állt. A területen előforduló egyéb védett fajokra tekintettel, csak élvefogó csapdák kerültek kihelyezésre, illetve a csapdákból csak a pókokat és az ászkarákokat gyűjtöttük be. Az egyedek konzerválásához 75%-os etil-alkoholt használtunk. A pókfajok azonosítása sztereomikroszkóp segítségével, Loksa [2], illetve Nentwig, Hänggi, Kropf & Blick [3], [4] határozói alapján történt. A feldolgozott pókfajok tudományos neveinél Norman I. Platnick [5] katalógusát vettük alapul. Az ászkafajok azonosítását sztereomikroszkóp és fénymikroszkóp segítségével, Schmidt [6], Hopkin [7], illetve Berg, Wijnhoven [8] határozói alapján végeztük. A feldolgozott ászkafajok

tudományos neveit Schmalzfuss [9] katalógusára alapoztuk. A begyűjtött pókfajok az Eszterházy Károly Főiskola Állattani Tanszék gyűjteményében, a begyűjtött ászkafajok pedig a SZIE ÁOTK Ökológiai Tanszékén, az MTM Crustacea Gyűjteményben lettek elhelyezve.

Eredmények

A mintavételi területeken a vizsgált ízeltlábúak 54 faját mutattuk ki 1014 egyedszámban. Az évszakok változásával más-más fajok domináltak az élőhelyeken (1. táblázat).

1. táblázat. A mintavételi területekről begyűjtött fajok egyedszáma a tavaszi, nyári és őszi időszakban. T.: tavasz, Ny.: nyár, Ó.: ősz

Fajok	1. rét			2. rét			3. rét		
	T	N	Ó	T	N	Ó	T	N	Ó
Pókok									
<i>Atypidae</i>									
<i>Atypus piceus</i> (Sulzer, 1776)		2							
<i>Pholcidae</i>									
<i>Pholcus opilionides</i> (Schrank, 1781)		1							
<i>Dysderidae</i>									
<i>Harpactea rubicunda</i> (C.L. Koch, 1838)	1								
<i>Araneidea</i>									
<i>Aculepeira ceropegia</i> (Walckenaer, 1802)				2					
<i>Araneus diadematus</i> Clerck, 1757					1	1			
<i>Araniella displicata</i> (Hentz, 1847)				1					
<i>Lycosidae</i>									
<i>Alopecosa accentuata</i> (Latreille, 1817)	15								
<i>Alopecosa cuneata</i> (Clerck, 1757)		1							
<i>Alopecosa trabalis</i> (Clerck, 1757)		5		6	5		4	5	
<i>Arctosa lutetiana</i> (Simon, 1876)				12					
<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1862)		1							
<i>Pardosa bifasciata</i> (C.L. Koch, 1834)		1							
<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)		7		4	23			4	
<i>Pardosa paludicola</i> (Clerck, 1757)	106								
<i>Pardosa riparia</i> (C. L. Koch, 1847)		19		3	10		5	9	
<i>Trochosa robusta</i> (Simon, 1876)		1							
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	21	9		2	1		4	3	21
<i>Pisauridae</i>									
<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	2	1		2	6	2		2	1
<i>Agelenidae</i>									
<i>Agelena gracilens</i> C.L. Koch, 1841		1			1				
<i>Histoipona torpida</i> (C.L. Koch, 1834)					1				
<i>Tegenaria agrestis</i> (Walckenaer, 1802)		2			1				
<i>Dictynidae</i>									
<i>Cicurina cicur</i> (Fabricius, 1793)			1						

Amaurobidae									
<i>Coelotes atropos</i> (Walckenaer, 1830)									1
<i>Coelotes inermis</i> (L. Koch, 1855)						4			1
<i>Coelotes longispinus</i> Kulczynski, 1897	1		3						
Gnaphosidae									
<i>Drassodes lapidosus</i> (Walckenaer, 1802)		1							
<i>Drassodes pubescens</i> (Thorell, 1856)								2	
<i>Drassyllus praeficus</i> (L. Koch, 1866)		2							
<i>Drassyllus pusillus</i> (C.L. Koch, 1833)		1							
<i>Haplodrassus signifer</i> (C.L. Koch, 1839)							1		
<i>Trachyzelotes pedestris</i> (C.L. Koch, 1837)		5							
<i>Zelotes latreillei</i> (Simon, 1878)	2	3							1
Heteropodidae									
<i>Micrommata virescens</i> (Clerck, 1757)						2			1
Philodromidae									
<i>Philodromus dispar</i> Walckenaer, 1826							1		
<i>Thanatus formicinus</i> (Clerck, 1757)	4				1				1
<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)									1
Thomisidae									
<i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1757)		4		3	2		3		1
<i>Ozyptila atomaria</i> (Panzer, 1801)	1	1	1		1				2
<i>Ozyptila trux</i> (Clerck, 1757)	2	1							
<i>Synaema globosum</i> (Fabricius, 1775)				1	2				
<i>Xysticus acerbus</i> Thorell, 1872	2	1							
<i>Xysticus bifasciatus</i> C.L. Koch, 1837		2		4					2
<i>Xysticus cristatus</i> (Clerck, 1857)		1							1
<i>Xysticus kochi</i> Thorell, 1872	1	4							
Salticidae									
<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)				4	1				2
<i>Evarcha falcata</i> (Clerck, 1757)				4					
<i>Phlegra fasciata</i> (Hahn, 1826)					1				
Ászkarákok									
<i>Hyloniscus riparius</i> (C. Koch, 1838)							5		
<i>Porcellium collicola</i> (Verhoeff 1907)			1						1
<i>Trachelipus nodulosus</i> (C.Koch, 1838)			1						
<i>Trachelipus rathkii</i> (Brandt, 1833)	19	11	64	3	2	68	7	1	31
<i>Trachelipus ratzeburgii</i> (Brandt, 1833)									1
<i>Orthometopon planum</i> (Budde-Lund, 1885)							2	1	8
<i>Armadillidium vulgare</i> (Latreille, 1804)	6	2	11	35	5	90	4	3	28

A vizsgált réteken különböző pókfajok bukkantak fel az évszakok előrehaladtával. 47 pókfaj 604 egyedét sikerült begyűjteni. Legszenbetűnőbb volt a *P. paludicola* megjelenése a tavaszi gyűjtések során. Kizárólag ebben az időszakban volt jelen, és igen nagy egyedszámban került begyűjtésre az egyes számú rétről. Az *A. lutetiana* szintén csak tavasszal, a *C. inermis* viszont csak ősszel volt gyűjthető és

egyben döntő számú faj. A *P. riparia* több aspektusban is domináns fajként viselkedett, tavasszal és nyáron is nagy egyedszámban volt jelen. A legjellemzőbb volt a *Pardosa* fajok gyakorisága a területeken, az őszi időszakban e nemzetségbe tartozó fajok döntő része juvenilis fejlődési stádiumban volt. A *Lyocisidae* család más nemzetségeiből is származtak uralkodó fajok, többek között a *T. terricola*, mely a tavaszi és az őszi időszakban is jelentős egyedszámban került elő. Az összegyedszám mindhárom réten másként alakult. A legtöbb egyedet (303) tavasszal tudtuk kimutatni, a legkevesebbet (86) pedig ősszel sikerült begyűjteni. A nyári időszakban 215 egyed került elő.

2. táblázat. A begyűjtött pókok faj-és egyedszáma a három gyűjtési időszakban
Magyarázat: F: fajszám, E: egyedszám, J: juvenilis fejlődési állapot

Gyűjtési idő Gyűjtőhely	1. rét			2. rét			3. rét		
	F.	E.	J.	F.	E.	J.	F.	E.	J.
Tavaszi	12	209	53	13	66	22	6	28	13
Nyári	21	69	11	14	91	43	15	55	22
Őszi	3	24	19	4	16	11	6	46	21
Összes	31	302	83	19	173	76	21	129	56

A három rétről összesen 7 isopoda faj 410 egyede lett kimutatva. A *H. riparius* kizárólag tavaszi időszakban volt jelen és csupán a Moniliás lápréten bukkant fel, a többi 6 faj az őszi időszakban érte el aktivitási csúcsát. A *P. collicola*, *T. nodulosus* és *T. ratzeburgii* fajok kizárólag őszi gyűjtések során jelentek meg és mintánkénti egyedszámuk is kisebbnek bizonyult a többi faj egyedszámához képest. Három faj (*T. rathkii*, *O. planum*, *A. vulgare*) volt, mely mindhárom évszakban képviseltette magát és egyedszámuk az őszi időszakban nagyobb volt, mint nyáron vagy tavasszal. Az ászkarákok összegyedszáma szignifikánsan magasabb volt az őszi évszakban, mint a tavaszi vagy nyári időszakban (3. táblázat).

3. táblázat. A begyűjtött ászkarák faj és egyedszáma a három gyűjtési időszakban a mintavételi területeken. A betű kódok megegyeznek a 2. táblázatban leírtakkal

Gyűjtési idő Gyűjtőhely	1. rét		2. rét		3. rét	
	F.	E.	F.	E.	F.	E.
Tavaszi	2	25	2	38	4	18
Nyári	2	13	2	7	3	5
Őszi	4	77	2	158	5	69
Összes	4	115	2	203	6	92

Következtetés

A pók-és ászkafaj-együttesek összetételének változása más-más tényezőknek köszönhető. Az évszakok változásából adódó környezeti feltételek befolyásolják a területen előforduló életközösségek szerkezetét.

Az adott rétek domináns pókfajait a florisztikai feltételek, a vegetációs szerkezet, a prédakínálat és a fajra jellemző szaporodási ciklus együttesen határozza meg.

A *P. paludicola* tömeges megjelenése a tavaszi időszakban arra utal, hogy ez a pangó vizes környezet kedvezőbb feltételeket biztosít a faj számára. A főként tölgyesekben illetve bükkösökben gyakori *C. inermis* és a *P. riparia* időben megosztja a területet. A *C. inermis* csak ősszel volt gyűjthető, ellentétben a *P. riparia*-val, melyet az adott réten csak tavasszal tudunk kimutatni. Az uralkodó fajok időszakos változását befolyásolja a fajra jellemző életmenet és a fejlődési ciklus. A legtöbb pókfaj esetében tavaszi ivarérettség és szaporodás figyelhető meg. A hazai *Pardosa* fajokra egy éves fejlődési ciklus jellemző és áttelelésük csak juvenilis állapotban lehetséges [10]. A vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy az adult egyedek nagy egyedszáma tavaszra és kora nyárra tehető, ősszel csak juvenilis egyedek voltak jelen.

A szárazföldi ászkarákok szorosan kötődnek a párás, nedves élőhelyekhez. Az egész évben bőséges vízellátású területek megfelelő körülményeket biztosítanak az ászkarákoknak [10]. Azonban egyes generalista fajok (*P. collicola*, *T. rathkii*, *T. nodulosus*, *A. vulgare*) számos különböző élőhelyen megtalálhatók, ez a tény azzal magyarázható, hogy e fajok széles ökológiai toleranciája még az ászkák számára nyáron veszélyesen kiszáradó és felmelegedő élőhelyen való megtelepedést is lehetővé teszi [10]. Ezzel szemben az élőhely specialisták (*H. riparius*, *T. ratzeburgii*, *O. planum*) speciális ökológiai igényekkel rendelkeznek és kizárólag a rájuk jellemző habitat típusban terjedtek el [12]. A *T. ratzeburgii*- mely tipikusan erdőlakó, ún. sylvicol faj- [11] megjelent a vizsgált területek egyikén, jelezve ezzel alkalmazkodó képességét.

Összegzésként elmondható, hogy az élőhelyek mikroklimatikus viszonyai, a fajok életmenet jellemzői, és a prédakinálat mellett a nedvességtartalomnak és a vegetációs szerkezetnek volt jelentős szerepe a területen élő ízeltlábúak gyakoriságában és fajgazdagságában.

Irodalom

1. A láprétek [Online] Available from: <http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/novenytan/novenytan-8-lapretek> [Accessed 15th december 2011].
2. Loska I. Pókok I-II. Araneae I–II. Budapest: Akadémia Kiadó; 1969, 1972.
3. Nentwig W, Hangii A, Kropf C, Blick T. Spinnen Mitteleuropas. Weblog. [Online] Available from: <http://www.araneae.unibe.ch> [Accessed 02th September 2007].
4. Nentwig W, Hangii A, Kropf C, Blick T. Weblog. Central European Spiders-Determination Key [Online] Available from: <http://www.spiderling.de/arages/Fotogalerie/species> [Accessed 21th June 2008].
5. Platnick N. I. (2009): The World Spider Catalog. The American Museum of Natural History. Weblog. [Online] Available from: (<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>) [Accessed 21th June 2008].
6. Schmidt C. Revision of the European species of the genus *Trachelipus* Budde-Lund, 1908 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). *Zoological Journal of the Linnean Society* 1997; 121: 129-244.
7. Hopkin S.P. A Key to the Woodlice of Britain and Ireland. AIDGAP, Field Studies Council 1991; 7: 599--650.

8. Berg M.P, Wijnhoven H. Landpissebedden. Een tabel voor de landpissebedden (Crustacea; Oniscidae) van Nederland en België. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 1998; 221: 1-80.
9. Schmalfuss H. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde, Serie A, Nr. 2003; 654: 341.
10. Samu F, Kiss B. Őszi-téli populáció szinkronizációs mechanizmusok a pusztai farkaspóknál (*Pardosa agrestis*, Lycosidae) Weblog. [Online] Available from: http://www.nki.hu/arachnol/3_magyar_pt.html [Accessed 5th February 2012].
11. Farkas S, Vilisics F. A Mecsek szárazföldi ászkarák együttese (Isopoda: Oniscidae). Folia comloensis 2006; 5: 25-34.
12. Hornung E, Vilisics F, Szlávecz K. Hazai szárazföldi ászkarák fajok (Isopoda, Oniscidea) tipizálása két nagyváros, Budapest és Baltimore (ÉK Amerika) összehasonlításának példájával. Természetvédelmi Közlemények 2007; 13: 47-58.

AZ IP MÓDSZER KÖRNYEZETVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK ÚJABB EREDMÉNYEI

Turai Endre*, Herczeg Ádám
Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék,
3515 Miskolc, Egyetemváros
*gfturai@gold.uni-miskolc.hu

Bevezetés

A GP (angol szakirodalomban: IP - Induced Polarization) módszert az 1950-es évektől kezdve mind az idő-, mind pedig a frekvencia tartományban eredményesen alkalmazták az ércutatásban [1], [2], [8].

A módszer időtartományban mérhető látszólagos polarizálhatósági görbéjéből TAU-transzformációval [3] meghatározható az IP hatás időálló spektruma ($w(\omega)$). Az időálló spektrum tartalmazza az IP mérés polarizációra vonatkozó összes információját [4].

A TAU-transzformációs módszert az 1990-es évektől kezdve számos esetben (Offheim – 1992, Nyékládháza – 1997, Ráckeve – 1997, Kecskemét – 1997, Győröcske – 1999, Pásztó – 2000, Tokaj – 2001, Balmazújváros – 2002, Szerencs – 2004, Tiszapalkonya, 2004, Nyékládháza – 2006, Berekböszörmény – 2007, Nagytétény – 2008, Darvastó – 2008, Nagytárkány – 2008, Miskolc-Hejőpart – 2008, Miskolc-Bedő hegy – 2009) eredményesen használtuk a szennyezett területek lehatárolásánál és a szennyezettségük minősítésénél.

Az újabb terepi mérések eredményi közül a IV. és VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferenciákon [6], [7] mutattunk be szemléltető példákat.

Ebben a dolgozatban a Rudabánya környéki meddőhányók állapotvizsgálata céljából végzett IP mérések eredményeiből a felsőtelekesi meddőhányóra vonatkozó elemzést tesszük közzé.

A szennyezettség mértékének és típusának becslésére szolgáló eljárás

A terepi mérések feldolgozásával kapott időálló spektrumok alapján az időálló növekedésével a filtrációs, a membrán, a redox és a fém polarizációk különíthetők el egymástól. Az időálló értékek eloszlása alapján a polarizáció típusa becsülhető [5] melyek földtani okait az *1. táblázat* mutatja. A filtrációs polarizáció elektromosan vezető fluidumot tartalmazó porózus talajokban és kőzetekben, a membrán polarizáció diszperz agyagtartalom jelenlétében, a redox polarizáció oxidációt illetve redukción okozó szennyezőanyagok esetén, míg a fém (metallikus) polarizáció fémesen vezető talajkomponensek megjelenésekor lép fel.

1. táblázat. A polarizáció típusa és a polarizáció földtani okai.

A polarizáció típusa	A polarizáció földtani okai
filtrációs polarizáció	Elektromosan vezető fluidumot tartalmazó porózus talajok és kőzetek.
membrán polarizáció	Diszperz agyagot és vizet tartalmazó porózus talajok és kőzetek.
redox (elektrokémiai) polarizáció	Oxidatív, vagy redukzív hatású kémiai szennyezések.
fémesség (elektroda) polarizáció	Fémesség vezető anyagok ionosan vezető fluidumot tartalmazó kőzetekben.

A veszélyes környezetszennyezések okozta redox és fémesség polarizációk nagyobb időállandókkal ($\hat{\omega} > 1$ sec), míg a kevésbé veszélyes filtrációs és membrán hatások kisebb időállandókkal ($\hat{\omega} < 1$ sec) jelentkeznek, ezért a szennyezések fokának a jellemzésére bevezettük [5] az időállandóval súlyozott amplitúdó értéket (WAV - Weighted Amplitude Value), amely a veszélyesebb polarizációk amplitúdóját megnöveli, a kevésbé veszélyes polarizációk súlyát pedig csökkenti:

$$WAV = \tau \cdot w(\tau).$$

A terepi mérések eredményei igazolták, hogy a polarizációs szennyezettség mértékének a becslésére az időállandóval súlyozott amplitúdó spektrum érték (WAV) minden mérési területen alkalmas volt.

Bevezettük továbbá az időállandó spektrum ($w(\hat{\omega})$) és a fajlagos elektromos vezetőképesség ($\hat{\sigma}$) szorzataként a korrigált elektromos vezetőképességet ($\hat{\sigma}_{corr}$):

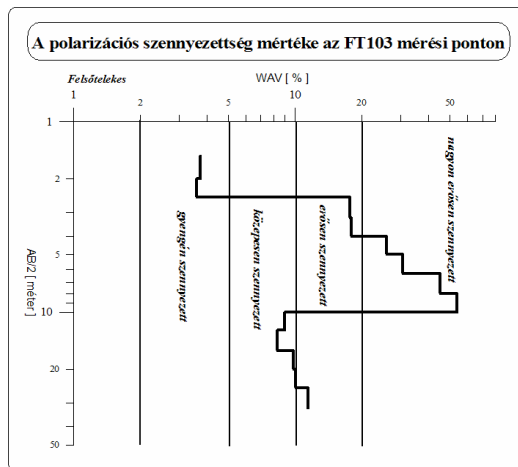
$$\hat{\sigma}_{corr} = \hat{\sigma} \cdot w(\tau).$$

A korrigált vezetőképességnek a terepi mérések eredményeiből számított 100 mS/m értéktől nagyobb tartománya szintén alkalmas az erősen szennyezett térrészek lehatárolására [6].

A felsőtelekesi meddőhányón végzett mérések eredményei

A Rudabánya környéki meddőhányókon a Háromkő Bt. végzett 2011-ben IP szondázásokat a meddőhányók állapotvizsgálata céljából. (Az IP görbék TAU-tanszformációját a cikk első szerzője végezte el.)

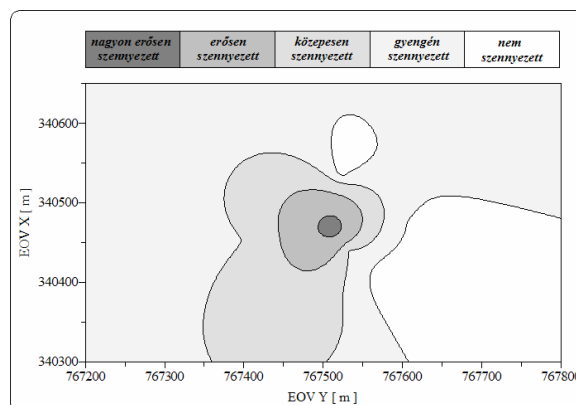
A felsőtelekesi meddőhányó területén Schlumberger elektróda elrendezésben 11 db IP szondázás történt. Az FT103 szondázási ponton mért adatokból számolt WAV értékek mélységi eloszlását mutatja be a tápelektrodák fél távolságának (AB/2) a függvényében az 1. ábra. (A tényleges vonatkoztatási mélység Edwards szerint közelítően az AB/5 értékkel egyenlő.) Az ábráról látható, hogy a felszín közelében lévő gyenge szennyezettség az 1-4 méteres mélységintervallumban erős és nagyon erős mértékűvé növekszik, ez alatt pedig a közepes és az erős szennyezettségi tartomány között ingadozik.



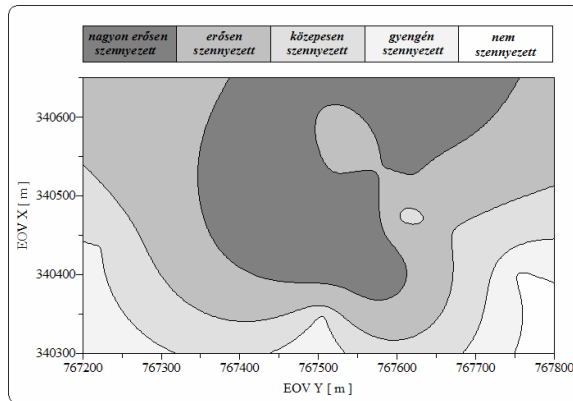
1. ábra. A polarizációs szennyezettség mélységgel arányos változása az FT103 jelű szondázási pont alatt

A meddőhányó alatti szennyezettség 2 méteres mélységszintre számított horizontális változását mutatja be a 2. ábra. Látható, hogy ebben a mélységben a nagyon erős szennyezettség a terület közepén fordul elő, s a szennyezettség foka a mérési terület szélei felé haladva fokozatosan csökken.

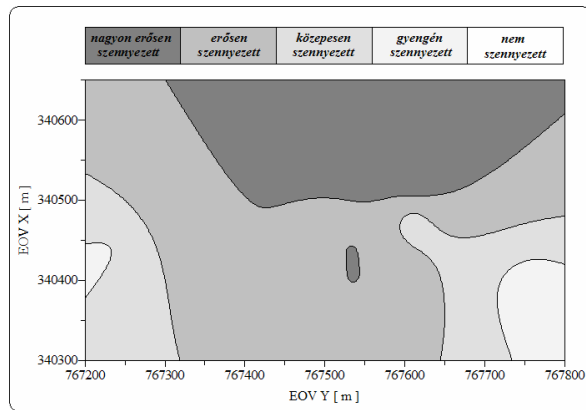
A szennyezettség mélyégi változására következtethetünk a 3. és a 4. ábrák alapján. A 3. ábrán a 4 méteres mélységben, míg a 4. ábrán a 10 méteres mélységben számított szennyezettségi eloszlásképek láthatók. Az ábrák alapján megállapítható, hogy a nagyon erős szennyezettség súlypontja a mélységgel egyre inkább a terület északi határa felé tolódik el, a szennyezés kiterjedése pedig növekszik. Az erős szennyezettség oka 10 méter mélységben a fémes (5. ábra) és a redox (5. ábra) polarizációkhoz köthető, ami arra utal, hogy a meddőhányó anyaga még ebben a mélységben is jelentős fém és fémsó tartalommal rendelkezik.



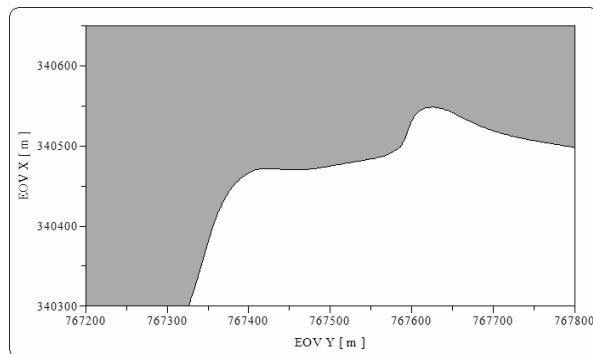
2. ábra. A polarizációs szennyezettség változása 2 méter mélységben



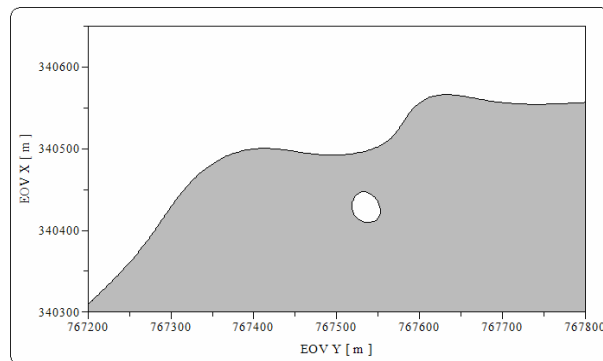
3. ábra. A polarizációs szennyezettség változása 4 méter mélységben



4. ábra. A polarizációs szennyezettség változása 10 méter mélységben



5. ábra. A fém polarizációs elterjedése 10 méter mélységben



6. ábra. A redox polarizációs elterjedése 10 méter mélységben

Következtetések

A meddőhányó területén végzett IP mérések alkalmasak a meddőhányó anyagának a minősítésére. A mérési területen a WAV értékek alapján követhető a szennyezettség térbeli (horizontális és vertikális) változása, valamint megállapítható a polarizációs szennyezettség oka. A bemutatott meddőhányó erős polarizációs szennyezettségét feltehetően a meddő anyagának jelentős fém (femes polarizáció) és fémsó (redox polarizáció) tartalma okozza.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Kulcsszavak: IP – Indukált Polarizáció, TAU-transzformáció, időállandó spektrumok, talajszennyezés, környezetvédelem.

Irodalom

1. Keller G W, Frischknecht F C. *Electrical Methods in Geophysical Prospecting*. Oxford: Pergamon Press.; 1966.
2. Sumner J S. *Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company; 1976.
3. Turai E. GP time-domain görbék TAU-transzformációja. *Magyar Geofizika* 1981; 22(1): 29-36.
4. Turai E. TAU-Transformation of Time-Domain IP Curves. *ANNALES Univ. Scien. Budapestinensis de Rolando Eötvös Nom., Sectio Geophysica et Meteorologica* 1985; I-II: 182-189.
5. Turai E. IP data processing results from using TAU-transformation to determine time-constant spectra. *Geophysical Transactions* 2004; 44(3-4): 301-312.
6. Turai E, Dobróka M, Vass P. TAU-transformation of Time-Domain IP data measured over a slag ash site. *IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Debrecen, 2008. március 28-29., Konferencia kiadványa, REXPO Kft., ISBN 978-963-06-4625-3* 2008: 269-274.

7. Turai E, Herczeg Á. Az IP módszer környezetvédelmi alkalmazási eredményei. VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Nyíregyháza, 2010. április 22-24., Konferencia kiadványa, Bessenyei György Könyvkiadó, ISBN 978-963-9909-57-1 2010: 265-270.
8. Wait J R. *Overvoltage Research and Geophysical Applications*. London: Pergamon Press; 1959.

KÉT RITKA ÁSZKARÁK FAJ ÚJABB ELŐFORDULÁSI ADATAI MAGYARORSZÁGON

Vona-Túri Diána

Eötvös József Középiskola 3360 Heves Dobó út 29.

turidiana79@gmail.com

Bevezetés

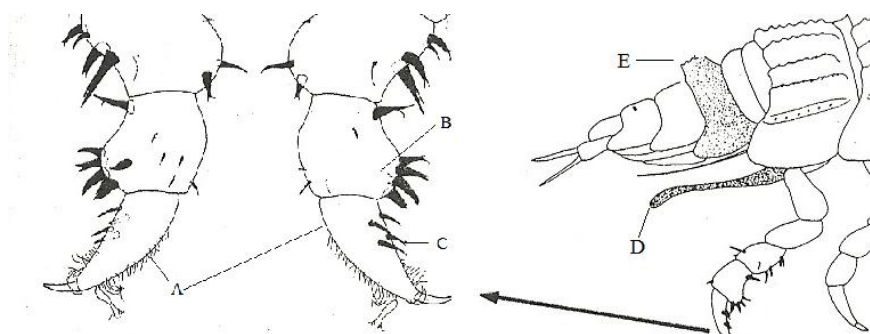
Magyarország szárazföldi ászkarák fajainak száma jelenleg 57- re tehető [1]. A gyakori és ritka fajok mellett számos atlantikus (*Porcellium. conspersum*, *Trachelipus. ratzeburgii*), közép-európai (*Protracheoniscus politus*, *Lepidoniscus. minutus*), kárpáti (*Trachelipus difficilis*), valamint endemikus (*Haplophthalmus hungaricus*) elem is gazdagítja a hazai ászkafaunát [2]. Az Északi-középhegységből eddig publikált ászkafajok száma 29 [3], [4], [2]. A nagy kiterjedésű, változatos domborzatú és alapkőzetű Északi - középhegység ászkarák faunájáról nincs átfogó képünk [1], bár az egyre növekvő ászkafaunisztikai kutatások egyre több adatot szolgáltatnak a tájegység szárazföldi ászkarák faunájához. Az Északi-középhegység, geológiai változatosságának és földtani jellemvonásainak köszönhetően egyedülálló ászkarák együttesekkel rendelkezik [5], melyet Allspach [6], Kontschán [7],[8], Kontschán *et al.* [9], Vilisics *et al.* [5] és Vilisics & Hornung [1] adatai igazolnak. A dolgozatban a hazai faunára nézve egy természetes élőhelyen ritka faj (*Haplophthalmus montivagus*) és egy ritka kárpáti elem (*Trachelipus difficilis*) újabb előfordulási adatait, helyzetét a hazai faunában, elterjedését és a két faj testfelépítését mutatom be.

Anyag és módszer

Vizsgálataimat a Mátra-hegység három kistáján, a Keleti- Mátraalján, a Déli-Mátrában és a Magas-Mátrában végeztem. A gyűjtések 2008-2010 között zajlottak. Az adott évek márciusától októberéig végeztem az egyeléses gyűjtést. Ennek folyamán a talaj szintjére ereszkedve kézzel vagy csipesszel összegyűjtöttem a megjelent egyedeket. A ráfordítási idő mintánként 15 perc volt. Az egyeléses módszer mellett lineáris vonalban elhelyezett kétpoharas élvező csapdákat használtam, mivel számos védett területen végeztem a vizsgálatot. A begyűjtött anyagból kizárólag az ászkarákat dolgoztam fel, a pohárba kerülő további egyedeket szabadon engedtem. A csapdákat 10 cm átmérőjű fedett, műanyag poharak képezték, melyekből gyűjtőhelyenként 4 csapdászor került kihelyezésre az erdőszegélytől 3 m távolságban. Egy csapdászor 3 pohárból tevődött össze, a csapdák egymástól való távolsága 3 m volt. A talajcsapdászor gyűjtéseket az adott évek májusában és szeptemberében végeztem, mely folyamán a poharak kétnaponta lettek ürítve. A begyűjtött anyag 75%-os etil-alkoholban lett konzerválva. A fajok azonosítása sztereomikroszkóp és fénymikroszkóp segítségével, Schmidt [10], Hopkin [11] illetve, Berg & Wijnhoven [12] határozói alapján történt. A feldolgozott ászkafajok tudományos neveinél Schmalzfuss [13] katalógusát vettem alapul. A begyűjtött anyagot a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar Ökológiai Tanszékének Crustacea Gyűjteményben helyeztem el.

Eredmények

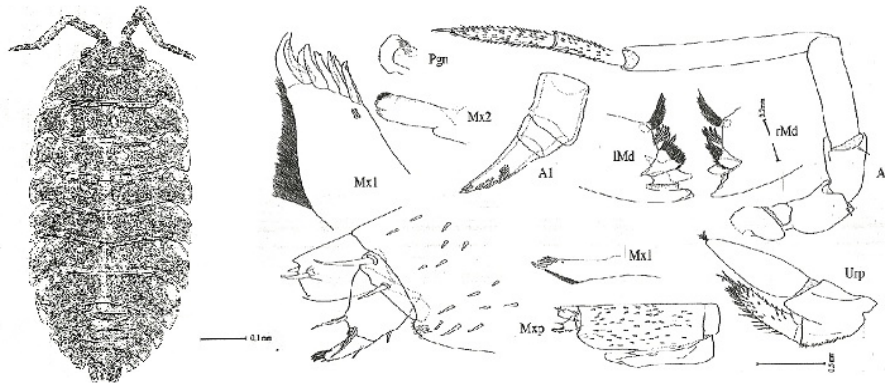
A mintavételezés során megjelent a kistermetű, fehér vagy krémszínű *Haplophthalmus montivagus* (Verhoeff, 1941) melynek, hossza nem éri el a 4 mm-t. A fej nem túl széles, a szemek egy ocellusból állnak. Dorzális felszínét jellegzetes hosszanti redők gazdagítják. A hímek első potrohlábának endopoditja erősen legömbölyített. A harmadik pleonszelvény dorzális felszínén jól látható páros dudor figyelhető meg, valamint a hímek hetedik lábának belső felszínén vékony hegyes tövisszerű képződmények láthatók, továbbá a carpus-on jelentős dudor emelkedik. (1. ábra). Ha megzavarják lassú mozgással menekül. Kitinezettségé talaj-aktív életmódot kíván.



1. ábra. Haplophthalmus montivagus, A: hím egyedek hetedik lába, B: kiemelkedő dudor a carpus-on, C: elvékonyodó tüskék, D: endopodit, E: harmadik pleonszelvény dorzális kiemelkedése [11]

Legutóbbi adat: Heves-megye, Mátrafüred, Bene-patak, l. Túri D., d. Túri D., 2008.03.21.- Élőhelyi adatok: 18-20 °C, nedves talaj, kő alatt. Heves-megye, Domszóló, Petőfi utca vége, patakmeder széle, l. Túri D., d. Túri D., 2010. 10.10.- Élőhelyi adatok: 22 °C, erős szél, nedves talaj, kő alatt.

A területről sikerült kimutatni egy ritka kárpáti elemet is a relatív nagy termetű *Trachelipus difficilis* (Radu, 1950) fajt is, melynek mérete 10-12 mm közötti. Szürkés barna testén több oldalsó sor fényes folt és egy szabálytalan középső szalag látható. A fej oldalsó lebenyei kicsik és kerekítettek, a középső lebeny meglehetősen kerek. A torszselvények mérsékelten nagyok, melyeken a pólusmező a szelvény szélek közelében található. A hímek hetedik lábának ischium-án tüskés gödör látható. A hímek esetében a pleopodit-exopodok belső vonala domború, egyenes vagy homorú részek nélkül. Az endopoditok csúcsának középvonalában nincsenek szőrszálak, tüskesorok és barázdák (2. ábra). Felszín-aktív faj, mely gyors mozgással menekül. Legutóbbi adat: Heves-megye, Mátraszentimre, Tugár-rét körüli tölgyes, l. Túri D., d. Túri D., 2009.10.11.- Élőhelyi adatok: 9 °C, esik, nedves talaj, kő alatt.



2. ábra. *Trachelipus difficilis* hím habitusképe, A1=1 csáp A2= 2 csáp, Urp=uropodit, szájszervei, Mx1=1 felső állkapocs, Mx2= 2 felső állkapocs, Pgn=paragnath, Mxp= szájszervé módosult láb, IMd= bal alsó állkapocs, rMd=jobb alsó állkapocs [10]

1. táblázat. A *Haplophthalmus montivagus* és a *Trachelipus difficilis* egyedszáma a mintavételi helyeken

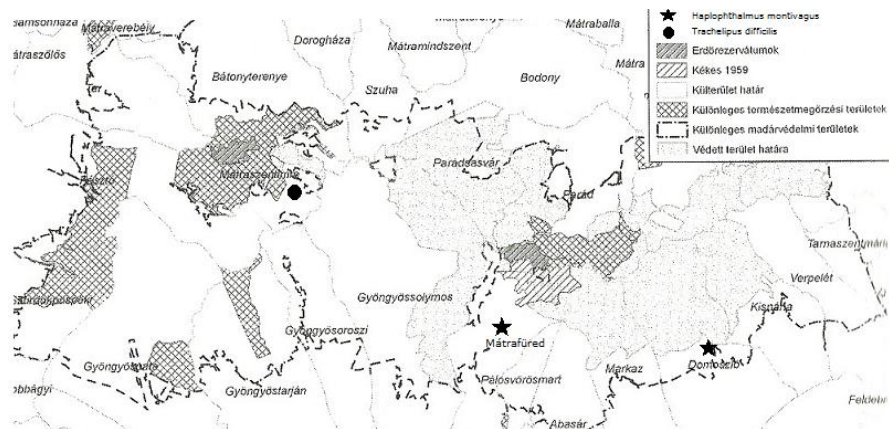
Fajok \ Élőhely	Mátrafüred	Mátraszentimre	Domoszló
<i>Haplophthalmus montivagus</i>	4	-----	2
<i>Trachelipus difficilis</i>	-----	1	-----

Következtetés

A hazai viszonylatokban ritka *H. montivagus* [14] fajt Strouhal 1965-ben a Bükk hegységben Miskolctapolcán és Szarvaskőn találta meg [7]. Később Farkas és Vilisics írta le a Mecsekben [15], az ELTE fűvészertjéből is előkerült [16] és a Felső-Tiszavidékről is kimutatták 2007-ben [1]. Majd az Alföldön is bukkantak egyedekre [1]. Nyugat- és Közép-Európában elterjedt [15]. Nedves talajokat, kövek, és farönkök alatti nyirkos élőhelyeket kedveli [5]. Alátámasztja ezt az a tény, miszerint a megtalált egyedek mindegyike kövek alatti nedves talajból került elő. Magyarországon a természetes élőhelyek ritka ászkafaja, ennek ellenére előfordulása a Mátra-hegységben nem meglepő, köszönhetően a lombos erdők nyújtotta páras körülményeknek. Azzal magyarázható magyarországi alulreprezentáltsága, hogy a hazai viszonylatban jóval gyakoribb *Haplophthalmus mengii* fajjal jelentős hasonlóságok figyelhetők meg és a *H. montivagus* leírása előtt már jelentős számú hazai *H. mengii* elterjedési adat állt rendelkezésre [15].

T. difficilis hazai viszonylatban egyike a legritkább fajoknak. Páratartalomra érzékenyebb felszín-aktív faj [2]. Az elmúlt 80 évben két publikált adat állt rendelkezésünkre, mely Allspach & Szlávecz [17] és Allspach [6] nevéhez fűződik [5]. Később Vilisics [5] és Solymos [2] Aggteleken is kimutatták. Elterjedt észak-Romániában, észak-kelet-Magyarországon és dél-Lengyelországban [5]. Magyarországon a Felső-Tiszavidéken és az Északi-középhegységben fordul elő [6]. Kárpáti faj révén Románia hegyvidéki, sziklás területein gyakori. Hazánk egyik ritka

és értékes hegyvidéki faunaeleme. Élőhelyi adatai is alátámasztják, hogy kifejezetten kötődik a hegyvidéki klímához, ritkaságának egyik ok hazai viszonylatban ez lehet, valamint az Északi-középhegységből az ászkafaunisztikára irányuló csekély számú adat.



3. ábra. A *Haplophthalmus montivagus* és a *Trachelipus difficilis* előfordulása a Mátra-hegységben

A nagy kiterjedésű, változatos domborzatú Északi - középhegység, geológiai változatosságának és földtani jellemvonásainak köszönhetően egyedülálló ászkarák együttesekkel rendelkezik [5]. Meggyőződésem, hogy további ászkafaunára irányuló vizsgálatok során a Mátra- hegységben számos értékes faj előfordulására lesz példa. Ez a két hazai ászkafaunára nézve ritka faj újabb előfordulása előre lendítheti a hazai ászkafaunában betöltött helyét az említett fajoknak.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Kontschán Jenőnek a fajok határozásában nyújtott segítségért, Vilisics Ferencnek, aki a fajok revízióját végezte. Köszönet Túriné Kiss Magdolnának és Vona Ádámnak a terepi munka során tanúsított kitartásukért.

Irodalom

1. Vilisics F, Hornung E. Újabb adatok Magyarország szárazföldi ászkarákfaunájához (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). Állattani közlemények 2010; 95 (1): 87-120.
2. Sólymos P, Vilisics F, Kemencei Z, Páll-Gergely B, Farkas R, Nagy A, Kisfali M, Hornung E. Globális változás, lokális túlélés: kitettség és nedvességi grádiens hatása avarlakó gerinctelenekre aggteleki töbrök alapján. Természetvédelmi Közlemények. 2009; 15: 396-411.
3. Forró L, Farkas S. Checklist, preliminary distribution maps, and bibliography of woodlice in Hungary. Misc. Zool. Hung. 1998; 12: 21- 44.

4. Kontschán J. Néhány adat az Északi-középhegység ászkarák faunájához (Crustacea: Isopoda: Oniscidae). *Fol. Hist.- nat. Mus. Matr. Suppl.* 2004; 28: 91-93.
5. Vilisics F, Nagy A, Sólymos P, Farkas R, Kemencei Z, Pall-Gergely B, Kisfali M, Hornung E. Data on the terrestrial Isopoda fauna of the Also-hegy, Aggtelek National Park, Hungary. *Folia Faunistica Slovaca* 2008; 13 (4):19-22.
6. Allspach A. The terrestrial Isopods of the Bükk National Park (Crustacea; Isopoda; Oniscidea). Budapest: Hungarian Natural History Museum; 1996.
7. Kontschán J. Néhány ritka ászkarák (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) újabb előfordulási adatai Magyarországról. *Fol. Hist.- nat. Mus. Matr. Suppl.* 2003; 27: 43-48.
8. Kontschán J. Néhány adat az Északi-középhegység ászkarák faunájához (Crustacea: Isopoda: Oniscidae). *Fol. Hist.- nat. Mus. Matr. Suppl.* 2004; 28: 91-93.
9. Kontschán J, Hegyessy G, Csordás B. Abaúj és Zemplén tájainak makroszkopikus rákjai (Crustacea). Abaúj-Zemplén Értékeiért Közhasznú Egyesület, Sátoraljaújhely, 2006
10. Schmidt C. Revision of the European species of the genus *Trachelipus* Budde-Lund, 1908 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). *Zool J Linn Soc* 1997; 121: 129-244.
11. Hopkin S.P. A Key to the Woodlice of Britain and Ireland. *AIDGAP, Field Studies* 1991; 7: 599-650.
12. Berg M.P, Wijnhoven H. Landpissebedden. Een tabel voor de landpissebedden (Crustacea; Oniscidae) van Nederland en België. *Wetenschappelijke Mededelingen KNNV* 1998; 221: 1-80.
13. Schmalfuss H. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A, Nr.* 2003; 654: 341.
14. Vilisics F. Új fajok és ritkaságok Magyarország terasztrisz ászkafaunájában (Isopoda: Oniscidae, Crustacea). Budapest: IV. Kárpát- medencei Biológiai Szimpoziium; 2005.
15. Farkas S, Vilisics F. A Mecsek szárazföldi ászkarák együttese (Isopoda: Oniscidae). *Folia comloensis* 2006; 5: 25-34.
16. Vilisics F, Hornung E. A budapesti szárazföldi ászkarákfauna (Isopoda: Oniscidea) kvalitatív osztályozása. *Állattani közlemények* 2008; 93(2): 3-16.
17. Allspach A, Szlávecz K. The terrestrial Isopod (Isopoda: Oniscidea) fauna of the Bátorliget Nature Reserves. Budapest: Hungarian Natural History Museum; 1990.

A SZÁNTÓFÖLDI BIOENERGIA TERMELÉS KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI A NYÍRSÉGBEN

Vágvölgyi Sándor*, Szabó Béla

Nyíregyházi Főiskola MMK, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.

*vagvolgyi@nyf.hu

Bevezetés

A hazai szántóföldi növénytermesztés jelentősen átalakult az utóbbi évtizedekben. A termesztett növények száma néhány fajra korlátozódott, aminek okát a termesztés jövedelmezőségében kereshetjük. Jelentősen megnőtt a gabonafélék (kalászosok, kukorica) és az olajos növények (napraforgó, repce) vetésterülete, míg a korábban termesztett élelmisznőnövények (hüvelyesek, kásanövények) és a takarmánynövények (pillangós szálastakarmányok, gyök gumósok) termőterülete és fajgazdagsága lényegesen lecsökkent. Az energiahasználat elkerülhetetlen átalakulása előtérbe helyezte azokat a szántóföldön termesztendő energianövényeket, melyek energetikai célú biomassza előállításához alkalmasak. A szántóföldi biomassza termelés jelentősége különösen a Nyírségben tűnik perspektivikusnak, ahol a termőhelyi adottságok nem teszik lehetővé az iparszerű nagyüzemi termesztést, a kis települések olcsó energiával történő ellátása viszont indokolja azt a törekvést, hogy a helyi közösségek energetikai függetlenségét és biztonságát szántóföldön megtermelhető biomasszára alapozzák. [1] Az energetikai célú ültetvények egyúttal lehetőséget adnak arra is, hogy a környezet minimális veszélyeztetése mellett elhelyezzük rajtuk a települések, állattartó telepek komposztált hulladékát, biztosítva ezzel a biomassza termelés tápanyag szükségletét. [2] Munkánk során arra kerestük a választ, hogy a rövid vágásfordulójú fás és lágyszárú energiaültetvények milyen hatást gyakorolnak a környezetre, különös tekintettel az ültetvények élővilágára.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Nyíregyházi Főiskola kísérleti bemutatókertjében végeztük. A fás szárú energianövények közül a fűz fajok és fajták (*Salix* sp.) és a fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) került kísérleti megfigyelésre. A lágyszárú évelő energianövények közül a hazánkba néhány éve kísérleti termesztésbe vont és telepítésre engedélyezett pensilvániai mályván (*Sida hermaphrodita* L.) növénytáplálási, növényvédelmi, betakarítási kísérleteket végeztünk, melyekben adatokat gyűjtöttünk az ültetvények környezetre gyakorolt hatásáról. A pensilvánia mályvából egy éves ültetvény megfigyelési adatai állnak rendelkezésre, melyek első sorban a növény szaporíthatóságára, fejlődésének dinamikájára, termésképzésére vonatkoznak. A kísérleti növények ültetvényeiből a jövőben tartamkísérleteket hozunk létre, melyek lehetőséget adnak agronómiai, energetikai és környezeti adatgyűjtésre.

Jelenleg a tartamkísérletek induló szakaszában vagyunk, így statisztikai értékelés helyett csupán megfigyeléseink gyakorlati vonatkozásait adjuk közre. Kísérleti helyünk természeti adottságai jól reprezentálják a Nyírség változatos termőhelyi viszonyait. Az akácültetvényt laza lepelhomokra telepítettük, a fűz ültetvényt mély

fekvésű vízjárta öntéstalajra. Az energiamályva ültetvényünk jó vízgazdálkodású közép-kötött talajra került, mely mentes az átmeneti vízborítástól. Fás szárú ültetvényeink 20-22 ezer tő/ha állománysűrűségűek. Az energiamályva elméleti tőszáma 50 ezer növény/ha.

Eredmények

Az egyéves magoncok felhasználásával létrehozott akácültetvényben gyors kezdeti növekedés után nyár elejére egységes, zárt állomány alakult ki, mely megakadályozta a gyomok felszaporodását és erőteljes növekedését.

A növénytáplálási kísérletek eredményei azt mutatták, hogy az akác tápanyagreakciója sok tekintetben megegyezik a hagyományos szántóföldi kulturáékkkal. [3] A növénytáplálás hatására lényegesen nem változtak a talaj fizikai és kémiai jellemzői. Legnagyobb biomassza hozamot 2 és 3 éves vágásforduló esetén értük el.

Kedvező csapadék eloszlású években a biomassza hozam meghaladta a 10 t/ha szárazanyagtermést. A három éves állományban már jelentős virágképződést figyelhettünk meg. (1. ábra).



1. ábra. Fialat, virágzó akác ültetvény

A gyökérsarj képzés azonban eddig még egyetlen vágásfordulóban sem indult meg. (2. ábra).



2. ábra. Rövid vágásfordulójú akác ültetvény tavaszi sarjadása

Az ültetvény aljnövényzete (gyomflóra) és a betelepülő rovarok fajgazdagsága nem tért el a természetes úton spontán módon kialakuló akácpopulációktól. [4]

A fűz ültetvény növénytáplálási kísérleti adatai azt mutatják, hogy kijuttatott szennyvíziszap-komposzt termésmenvelő hatása 50 t/ha dózis felett már nem érvényesült és az adagok további növelése termés csökkentő hatású volt. (3. ábra).



3. ábra. Szennyvíziszap komposzttal táplált fűzültetvény

A nagyadagú szervesanyag kijuttatás megnövelte a nitrogénkedvelő gyomok térnyerését. A 2010-ben lehullott több mint 1000 mm csapadék hatására kialakuló

tartós vízborítás kedvezőtlenül hatott a biomassza termésre és egyes fajtáknál állományritkulást okozott. A telepítést követő harmadik évben jelentősen megnőtt a hajtások és a lombot károsító rovarok száma, de kártételük nem okozott jelentős terméscsökkenést. A rozsdára fogékony fajtáknál egyes évjáratokban jelentős fertőzés lépett fel, ami idő előtti lombhullást eredményezett. Legnagyobb biomassza hozamot a kétéves vágásforduló adta. [5]

Az energiamályva ültetvényt tálcában nevelt palántákkal létesítettük. (4. ábra).



4. ábra. Kiültetésre váró energiamályva palánták

A növény magvainak csírázó képessége alig haladta meg a 20%-ot. A csírázó képesség több szakaszos hidegkezelés hatására némileg emelkedett, de így sem haladta meg a 30%-ot. A csíranövények kezdeti fejlődése lassú volt. A 4-6 leveles korban kiültetett palánták viszont intenzív növekedésnek indultak. (5. ábra).



5. ábra. Első éves energiamályva ültetvény

Az első éves állomány biomassza hozama elhanyagolható, de a gyökér fejlődése figyelemre méltó volt. A hajtásokon és leveleken polifág korokozók és kártevők jelentek meg, de kártételük nem volt számottevő. Az állomány gyomflórája nem

különbözött a közvetlen szomszédságában elhelyezkedő kulturáktól. Már az első éves állomány virágzott és magot érlelt.

Következtetések

Az általunk vizsgált fásszárú energianövények rövid vágásfordulójú szántóföldi termesztése agrotechnikai szempontból kevés költség- és anyagráfördítéssel megvalósítható. A Nyírséget reprezentáló lepelhomokon az akác, a mélyfekvésű vízjárta területeken a fűz termesztése indokolt. E két faj ültetvényszerű termesztése környezetvédelmi szempontból nem jelent kockázatot. A fűz ültetvényekben felszaporodó lombkártevők azonban hosszú távon veszélyt jelenthetnek a természetes fűz populációkra, ezért szaporodási dinamikájukat folyamatosan ellenőrizni kell.

Az Amerikából honosított energiamályva ültetvényszerű telepítése magvetéssel nehezen kivitelezhető. Magjának keményhéjúsága felveti a gyomosodás kérdését, ezért telepítése nagy odafigyelést igényel.

Az energianövények szántóföldi termesztése a Nyírségben jelenlegi tudásunk szerint nem jelent vállalhatatlan környezeti kockázatot, energetikai előnyei viszont rendkívül perspektivikusak vidékfejlesztési szempontból.

Kulcsszavak: bioenergia, környezetvédelem, rövid vágásforduló, biodiverzitás, Nyírség régió

Irodalom

1. Vágvölgyi S. (2011): Ecological, energetic and social aspects of the utilization of the utilization of renewable energies in Hungary BIOMOB meeting in Hungary, October 10-14, 2011. University College of Nyíregyháza
2. Vágvölgyi S. – Kondor A. (2009): Az „energiafűz” (*Salix viminalis* L.) tápanyag-utánpótlása. V. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Kolozsvár, 2009. március 26-29.
3. Szabó B., Szabó M., Forgó I., Veisz J, Simon L., Vágvölgyi S, (2011): Rövid vágásfordulójú akác (*Robinia pseudoacacia* L.) biomassa produktuma. In: Mócsy I., Szacsvai K., Urák I., Zsigmond A. R., Szikszai A (szerk.). VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Kolozsvár, 2011. március 24-27. I. kötet. Ábel Kiadó, Kolozsvár, pp. 195-198. (ISSN 1842-9815)
4. Szabó M., Szabó B., Forgó I., Simon L., Vágvölgyi S, (2011): Rövid vágásfordulójú akác (*Robinia pseudoacacia* L.) gyomflórája. In: Mócsy I., Szacsvai K., Urák I., Zsigmond A. R., Szikszai A (szerk.). VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Kolozsvár, 2011. március 24-27. I. kötet. Ábel Kiadó, Kolozsvár, pp. 204-208. (ISSN 1842-9815)
5. Forgó I.- Szabó B.- Szabó M.- Györkös I.- Vágvölgyi S.(2011): Kosárfonó fűzfajták (*Salix viminalis* L.) biomassa produktuma. VII. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Kolozsvár. p. 137-140. ISBN 1842-9815.

EDC ANYAGOK ELTÁVOLÍTÁSA VIZEKBŐL (IRODALMI ÁTTEKINTÉS)

Zákányiné Mészáros Renáta

Miskolci Egyetem Kémiai Intézet, 3515 Miskolc Egyetemváros

fkmmr@uni-miskolc.hu

Bevezetés

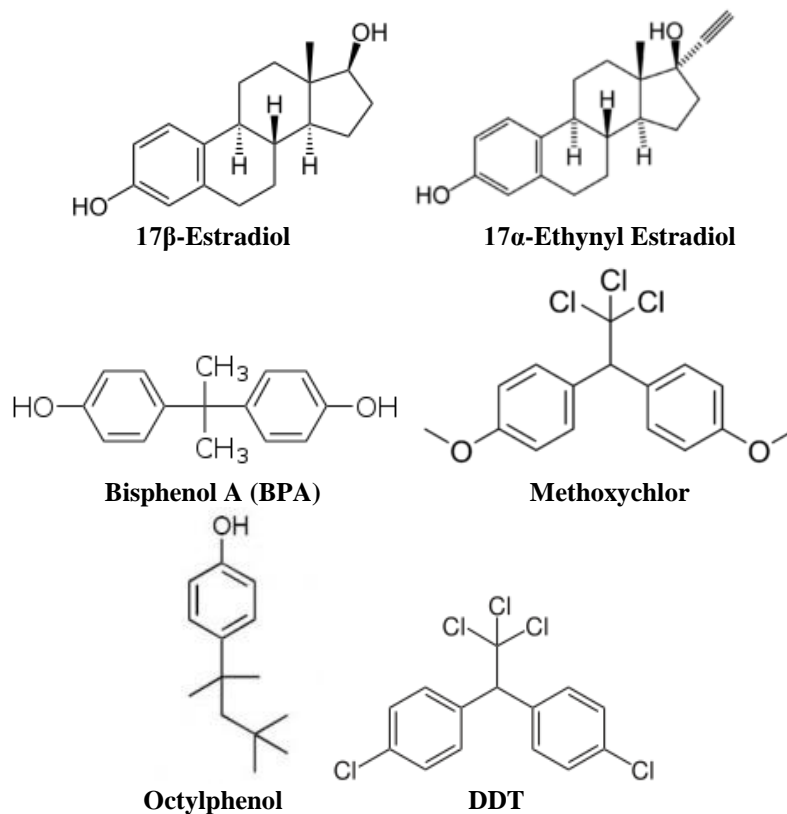
Már az ezerkilencszázharmincas évektől ismert, hogy némely mesterséges, illetve természetes vegyület az élőlények hormonrendszerében szerepet játszó anyagokhoz hasonló tulajdonsággal bír [1, 2]. A hormonháztartást befolyásoló anyagok és az élőlényeknél kialakuló reprodukciós hibák kialakulása közötti kapcsolatra azonban csak a nyolcvanas évek során derült fény, amikor Fry és társa [3] olyan DDT-vel szennyezett területen élő sirályokról publikált, melyek nemi szervei deformálódott, illetve a csoportban a nemek aránya erősen eltolódott. Ezek a hormonokhoz hasonló anyagok az emberi szervezet működését nagyban befolyásolhatják. Mára ezek az anyagok főként a kozmetikai és gyógyszeriparnak köszönhetően jelentős mennyiségben fordulnak elő a különböző talaj és felszíni vizekben. Jelentőségük, ahogyan a múltban is megjósolták jóval nagyobb, mint a hagyományos értelemben vett szennyezőknek. Napjainkban mind a detektálásuk, mind az eltávolításuk igen nagy gondot okoz a kutatók számára [4].

A fent említett anyagok hatásának nagy horderejét bizonyítja, hogy számos tudományos cikk irányul a vizekből való eltávolításukkal kapcsolatos módszerek tanulmányozására, példaként szolgál, hogy a Water Research 2002-2003-ban megjelent cikkeinek 27%-a kizárólag ezen szennyező típusal foglalkozik.

Ezen EDC szennyezők eltávolítására több módszert alkalmaznak, de a technológiai, gazdasági és hatékonysági tényezőket együttesen figyelembe véve rengeteg nehézség merül fel. Mind az anyagtranszport kérdése, az analitikai detektálásuk, a lebomlási modellek, a különböző eltávolítási technikák, annak kinetikája és az anyagok további toxikológiai hatásainak feltárása további kutatásokat igényel a jövőben.

EDC-k csoportosítása

Általánosan elfogadott, hogy ezeknek az anyagoknak három fő csoportba történő besorolása, ez alapján megkülönböztethető ösztrogén típusú (olyan anyagok, melyek a természetes ösztrogénhez hasonlóan viselkednek vagy blokkolják azt), androgén típusú (anyagok melyek a természetes tesztoszteronhoz hasonlóan viselkednek, vagy blokkolják azok működését), thyroidal (azaz pajzsmirigy típusú anyagok, melyek direkt vagy indirekt módon hatnak a pajzsmirigy működésére) [4]. A továbbiakban az ösztrogén típusú anyagokkal foglalkozom, ezek képviselői ugyanis a legnagyobb mennyiségben megjelenő szennyezők, mind a tesztoszteron, mind a pajzsmirigy hormon típusú anyagok biológiai jelentősége azonban megegyezik az előzővel.



1. ábra. Jelentősebb ösztrogén típusú szennyezők szerkezete (szerkezeti képletek: www.wikipedia.org)

Analitikai módszerek

Az EDC-k, a fentiek alapján igen széles tartományt felölelő szennyező csoportot jelentenek, ennek következtében a detektálás megkezdése előtti legfontosabb teendő a vizsgálni kívánt anyag pontos definiálása. A „klasszikus” szennyezőkre vonatkozóan, úgy mint a hormonháztartást befolyásoló fémek (ilyen pl. az arzén és a kadmium) esetében is az ivóvíz és szennyvízkezelésben meghatározott standard szerint történik az azonosítás. Az analitikai munkák jelentős része napjainkban a kevésbé karakterizált szennyezők felé irányul. Az EDC-k és PPCP-k (Pharmaceuticals and Personal Care Products) közül, némelyeknek savas vagy bázikus csoportjai vannak, esetleg nagy molekulatömeggel rendelkeznek és/vagy poláros funkciós csoportokat tartalmaznak, az ilyen típusú anyagok analitikai meghatározására esetlegesen néhány speciális módszer ismert, standardizált analitikai megoldás azonban nem. További nehézséget jelent, hogy ezeknek az anyagoknak a meghatározása alacsony kimutatási határok mellett történik (sub-ppt vagy sub-ng/l), ahol a toxikológiai hatásuk már jelentős.

Annak ellenére, hogy direkt analitikai módszerek is ismeretesek [5], mégis a legtöbb megoldás első lépése az extrakció, majd ezt valamely műszeres analitikai

módszer alkalmazása követi. A módszer kiválasztását alapvetően a detektálni kívánt vízösszetevő típusa határozza meg.

EDC anyagok eltávolításának lehetőségei különböző víztisztításban alkalmazott módszerekkel

Ezen anyagok bizonyos mértékben eltávolíthatók a hagyományos víztisztítási módszerek segítségével, azonban általános, 100%-os hatékonyságú módszer jelenleg nem ismeretes.

A jövőbeli kutatások szempontjából szükséges lenne ezeknek a szennyezőknek az emberi szervezetre, illetve élőlényekre gyakorolt hatását tisztázni, fontos lenne, hogy a környezetvédelemmel foglalkozó szakemberek meghatározzák azon mechanizmusokat, amelyeken keresztül az EDC-k és PPCP-k hatnak a környezetükre. Jelenleg a legfontosabb feladat az EDC anyagok tulajdonságainak áttekintése és összegzése, illetve kémiai tulajdonságaik alapján való osztályozásuk, továbbá az élőlényekre vonatkozó biztonságos határértékek magállapítása, ugyanis csak ezen értékek ismeretében adható meg egy eltávolítási módszer hatékonyságának mértéke.

Általános szennyvízkezelési folyamatok

Általában a felszíni víztisztító művek (SWTP) az ülepitési folyamatok során alumínium- vagy vas kloriddal történő koaguláltatást alkalmaznak, majd ezt követően, bizonyos esetekben, ezt kiválthatja a szintetikus polimerekkel történő flokkuláltatás, majd ülepedés, szűrés és végül csírátlanítás lépései. A fenti módszert kiegészítve oldott aktív szén alkalmazásával (DOC, 1-10 mg/l), jó hatékonysággal a patogén biológiai szennyezők nagy része is eltávolítható. A csírátlanítási folyamatok közül azonban sokkal inkább a kloridok, illetve klór-aminok (főként az USA-ban), illetve az ozonizációs technikák (EU országok) terjedtek el. A fenti tisztítási műveletek gyakran tartalmaznak a kezelni kívánt víz minőségétől függően további beépített lépéseket, ilyen lehet pl. a bioszűrés, membránok alkalmazása, kilevegőztetés, lágyítás, UV.

Kémiai kicsapatási technikák

A különböző koaguláló fém sók és lágyítószer (CaO, Na₂CO₃) általános alkalmazottak a vízkezelés során a részecskék destabilizálása céljából, továbbá azok kicsapatással történő koagulációjával, illetve flokkuláló szerekkel történő aggregáltatását megelőzően. Az EDC anyagok, úgy, ahogyan a többi általános vett vízszennyező, a fém-hidroxidok koagulációja során mechanikusan (ún. sepregető koaguláció révén) eltávolíthatók.

Hidrofób anyagok adagolásával a szerves szennyezők megkötődhetnek a poláros funkciós csoportok kölcsönhatása következtében, továbbá töltéssel rendelkező részecskéken vagy agyagásványok felületén komplexképzéssel vagy ionsere révén.

A különböző kapcsolódási mechanizmusok rendkívül fontos szerepet játszanak pl az ivóvíz kezelésben, ahol az ásványi oxidok relative nagy számban képesek megkötöni a felületi funkciós csoportjaik által a poláros gyógyszermaradványokat [6, 7].

Aktív szén adszorpció

Bizonyos típusú gyógyszermaradványok megkötésére alkalmazhatók az aktív szén is. Ezeknek a hatékonysága a tulajdonságaik (felület nagysága, pórusméreteloszlás, felületi töltés, hidrofobitás) függvényében eltérő lehet. A domináns mechanizmus a szerves anyagok eltávolítása során a részecskék között fellépő hidrofób kölcsönhatás; továbbá az ioncsere is (bizonyos mértékben) szerepet játszhat [8, 9]. Az előzők következtében az aktív szén a legtöbb nem poláros szerves szennyező eltávolítására alkalmasak. A további, poláros alkotók eltávolítása során az aktív szén adszorpció erősségét döntően a poláros kölcsönhatások erőssége határozza meg. Ez az eltávolítási módszer az EDC-k tekintetében az általános víztisztítási módszerekhez viszonyítva jóval hatékonyabb megoldást jelent.

Oxidációs módszerek

Az EDC-k oxidációja a funkciós csoportjaik szempontjából szelektív módszer. A reaktivitásuk általános sorrendje aromás és alifás vegyületek esetében a következő: tiolok>aminok>hidroxil csoport>karboxil csoport. Az aromás vegyületek jóval reaktívabbak, mint az alifásak.

- ♦ Klórozás: (HOCl, OCl⁻, ClO₂),
- ♦ ozonizálás: (O₃).

Ezeknek a módszereknek a hatékonysága a vegyület típusok függvényében változó lehet

- ♦ UV: Általánosan elterjedt az 5-30 MJ/cm² UV dózis alkalmazása az EDC vegyületek roncsolása során, a mikroszennyezők roncsolásához ettől jóval kisebb mennyiség elegendő, így a rendkívül nagy energiaszükséglet következtében ennek a módszernek az alkalmazása gazdaságossági szempontból nem indokolt. Az UV+fent említett roncsolási módszerek együttes alkalmazása azonban bizonyos esetekben célravezető és indokolt lehet.

Biotranszformáció

Mind a vizekből, mind a talajokból történő eltávolítás során a jövőben igen hatékony és olcsó eljárás lehet ez a módszer. Alapját a szennyező anyagok baktériumok általi lebontása adja [10].

Membrán szeparációs technikák

Az EDC anyagok legtöbbje méretét tekintve 150-500 Dalton. Ennek következtében csak azok a szennyezők távolíthatók el ilyen technikával (mikro v. ultraszűrés), melyek más részecskével valamely fentebb említett mechanizmus szerint kontaktusban állnak. A legtöbb EDC és PPCP vegyület reverz ozmózis (RO) által vagy nanoszűréssel (NF) távolítható el. Így pl. RO alkalmazása esetén a szteroid hormonok a kezdeti koncentrációjukhoz viszonyítva 90%-os hatékonysággal távolíthatók el [11].

Összegzés

Összegezve a fentieket:

- ♦ a koagulációs/flokkulációs technikák főként a hidrofób szennyezők eltávolítására alkalmasak, ezen folyamatok hatékonyabbá tehetők aktív szén vagy egyéb kolloidális méretű segédanyag adagolásával
- ♦ az aktív szenes adszorpció a hidrofób anyagok eltávolítására igen alkalmas technika, de a folyamat poláros vagy nagy molekulatümegű anyagok esetében csak részben dokumentált az irodalomban. Miután a tisztítási folyamatok során jelentős mennyiség felhasználása indokolt, és a regeneráció is drága, így ez egy viszonylag költséges megoldásnak számít
- ♦ az oxidációs folyamatok preferenciálisan az elektron-aktivált funkciók csoporttal rendelkező alkotókat támadják (tiol, amin, hidroxil csoportok), melyek C=C kettős kötések mellett foglalnak helyet (ilyenek pl. a benzén gyűrűk). A gyógyszermaradványok jóval gyorsabban reagálnak ezen technológiák alkalmazása során, mint a többi módszer esetében. Előnye tehát, hogy gyors és hatékony az ilyen jellegű eljárás.
- ♦ Membrántechnikák esetén az eltávolításnak fizikai korlátot szab a molekulák mérete, így tehát a különböző módszerek alkalmazása az EDC anyagok mérete, polaritása, továbbá a membrán tulajdonsága függvényében eltérő hatékonyságú lehet.

Hatékonyságukat tekintve; a hagyományos víztisztítási módszerekkel ezen a vizsgált anyagok (eljárástól függően) 50-99%-ban távolíthatók el. Az UV-val és aktív szenes adszorpcióval történő roncsolás/eltávolítás annak ellenére, hogy igen hatékony, drága folyamatok. Minden bemutatott módszer hatékonyságát módosíthatja az eltávolítani kívánt anyag kezdeti koncentrációja és a vízben fellelhető egyéb alkotók típusa.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

1. Cook, J.W., Dodds, E.C., Hewett, C.L., and Lawson, W.. Estrogenic activity of some condensed ring compounds in relation to their other biological activities. *Proceed. R. Soc. Lond.* 1934. B114, 272–286.
2. Walker, B.S., and Janney, J.C.. Estrogenic substances. II. Analysis of plant sources. *Endocrinology* 1930. 14, 389–392.
3. Fry, D.M., Toone, C.K., Speich, S.M., and Peard, R.J. Sex ratio skew and breeding patterns of gulls: Demographic and toxicological considerations. *Stud. Avian Biol.* 1987. 10, 26–43.
4. Snyder S. A., Westershoff P., Yoon Y., Sedlak D. L.: Pharmaceuticals, Person Care Products, and Endocrine Disruptors in Water: Implications for the Water Industry, *Env. Eng. Sci.*, 2003. 20, 449-469.

5. Yoon, Y., Westerhoff, P., Snyder, S., and Esparza, M. HPLC-fluorescence detection and adsorption of bisphenol A, 17 β -estradiol, and 17 α -ethynyl estradiol on powdered activated carbon. *Water Res.* 2003. 37, 3530–3537.
6. Tolls, J. Sorption of veterinary pharmaceuticals in soils: A review. *Environ. Sci. Technol.* 2001. 35, 3397–3406.
7. Fielding, M., Harding, L., James, C., and Mole, N. Removal of nonylphenol ethoxylates by water treatment processes. UK WIR Report 1998. 98/TX/01/5.
8. Matsumura, Y., Yamabe, K., and Takahashi, H. The effects of hydrophilic structures of active-carbon on the adsorption of benzene and methanol vapors. *Carbon* 1985. 23, 263–271.
9. Crittenden, J.C., Sanonraj, S., Bulloch, J.L., Hand, D.W., Rogers, T.N., Speth, T.F., and Ulmer, M. Correlation of aqueous-phase adsorption isotherms. *Environ. Sci. Technol.* 1999. 33, 2926–2933.
10. Johnson, A.C., Belfroid, A.C., and Di Corcia, A. Estimating steroid oestrogen inputs into activated sludge treatment works and observations on their removal from the effluent. *Sci. Total Environ.* 2000. 256, 163–173.
11. Huang, C.-H., and Sedlak, D.L. Analysis of estrogenic hormones in municipal wastewater effluent and surface water using enzyme-linked immunosorbent assay and gas chromatography/tandem mass spectrometry. *Environ. Toxicol. Chem.* 2001. 20, 133–139.

Abstractok – Kivonatok

Alternatív energiák

A LAKOSSÁGI BIOMASSZA TÜZELÉS KÖRNYEZETI KOCKÁZATAI AZ ÉLETSZÍNVONAL VÁLTOZÁSÁNAK FÜGGVÉNYÉBEN

Kaliczné Papp Krisztina

Miskolci Egyetem

Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet

3515. Miskolc-Egyetemváros

ejtkalic@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: lakossági biomassza tüzelés, életszínvonal, levegőminőség, egészségügyi hatás

Napjaink globális és nemzeti gazdasági válsághelyzete hatványozottan jelenik meg a hazai lakosság életszínvonalának csökkenésében, különös tekintettel az elmaradott, egyre inkább leszakadó északkeleti és keleti régiókban.

Az életszínvonal csökkenésével szoros összefüggésben áll, hogy a lakosság jelentős része egyre nehezebben képes finanszírozni közüzemi kiadásait – így különösen a földgázzal való fűtés költségeit –, ezért kénytelen más, alternatív megoldásokat keresni igényei kielégítésére.

Annak ellenére, hogy a fűtési célokra felhasznált házi biomassza égetés ma már megvalósítható energiahatékony, korszerű, és gazdaságos rendszerekkel, ennek beruházási költsége sok esetben rövidtávon nem versenyképes a hagyományos lakossági tüzelési módokkal. A lakossági hőellátás tekintetében így ismét előtérbe kerültek az egyéni, jóval olcsóbb, viszont korszerűtlen házi biomassza (különösen fa- és vegyes szilárd) tüzelésű berendezések; ennek környezeti hatásai azonban elsősorban levegőminőségi, így környezet-egészségügyi szempontból is károsnak bizonyulnak [Magyar Közlöny, 2011.]

A dolog súlyosságát és a sürgős kormányintézkedések (1330/2011. (X. 12.) Korm. határozat) aktualitását jellemzi, hogy 2011. decemberében, részben a sajátos időjárási körülmények következtében is, számos hazai nagyváros mellett egyes településeken, így pl. már Miskolc kertvárosi részein is súlyos szmoghelyzet alakult ki. [Szuhi, 2011.]

A tanulmány célja annak statisztikai vizsgálata, hogy milyen összefüggések állhatnak fenn a lakosság elszegényedése, fűtési szokásainak átalakulása, ill. ennek következtében a levegőminőség-változás egészségügyi hatásai között – különös tekintettel az Észak-magyarországi régióban –, valamint annak elemzése, hogy milyen megoldásokkal csökkenthetők a lakossági biomassza tüzelés környezeti kockázatai.

ENVIRONMENTAL RISKS OF THE HOUSEHOLD BIOMASS HEATING DEPENDING ON THE STANDARD OF LIVING

Keywords: household biomass heating, standard of living, air quality, health effect

The global and national crisis of the economy appears exponentially in the decrease of standard of living, especially in north-east and east regions of Hungary.

Because of this impoverishment, main part of the population able to finance the public-utility costs increasingly difficult – mainly the cost of natural gas as heating fuel, so they need to find alternative solutions for satisfying their needs.

Despite the fact that there are modern, energy-efficient and economical biomass firing systems which can be used for household heating purposes, the investment cost of it in short-term is not competitive compared to traditional modes of residential heating.

That is why the individual, much more cheap but outdated firing equipments (primarily with wood, coal and mixed solid fuel) came to the front again, but the environmental and health impact of these methods prove harmful mainly in aspect of air quality. [Magyar Közlöny, 2011.]

Severity of this case and actuality of urgent governmental action, (like 1330/2011. (X. 12.) Government Decision) are shown by the critical smog situation which happened in some Hungarian cities and settlements partly due to specific weather in December 2011. [Szuhi, 2011., Uramné, 2011.]

The aim of this paper is the statistical examinations of the possible correlations between impoverishment of the population, the transformation of heating practices and the health effect of change in air quality as consequence of heating mode – mainly in North-eastern Region of Hungary. Furthermore, other aim is studying the possible methods to decrease the environmental risks of household biomass heating.

A GEOTERMIKUS ENERGIA FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI ÉS KILÁTÁSAI A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Kiss Ádám¹, Szabó Mária²

¹ELTE Környezettudományi Centrum

²ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet

Kulcsszavak: energiaellátás, megújuló energiák, geotermia, környezeti hatások

Az ásványi energiaforrások más energiahordozókkal történő kiváltása az emberiség egyik legnagyobb kihívása lesz a következő évtizedekben. A biztonságos energiaellátásban a megújuló energiaforrásoknak lényegesen nagyobb szerepet kell játszaniuk, mint jelenleg. A geotermikus energia felhasználása így az egyik fontos, megújuló energiaforrás lehet. Sokan reménykednek abban, hogy Kárpát-medence a kedvező geotermikus tulajdonságokra való tekintettel különlegesen alkalmas lehet a földhő jelentős mennyiségű energiát termelő alkalmazására.

Az előadásban áttekintjük a geotermikus energia Kárpát-medencében történő felhasználásának potenciális lehetőségeit és az alkalmazásukkal együtt járó környezeti hatásokat. Tárgyalni fogjuk a Kárpát-medence kedvező geotermikus paramétereit és azokat a felhasználási lehetőségeket, amelyeket a tényleges lehetőségek kínálnak. Bemutatjuk a földhő Kárpát-medencei alkalmazásának térbeli különbségeit. Foglalkozunk a geotermikus energia felhasználásának módjaival. Megmutatjuk, hogy geotermikus energiával működő erőmű kifejlesztése térségünkben nem várható, de a földhő térfűtésre és mezőgazdasági célból történő hasznosítása sikert ígér. Becslést adunk arra, hogy a geotermikus energia felhasználásának elterjesztése optimális esetben összességében milyen járulékot adhat térségünk energiaigényének kielégítésében. Ez legfeljebb a néhány százalék tartományban lehet. Elemezzük azokat a mozzanatokat, amelyek a geotermikus energia felhasználásának kiterjesztése ellen hatnak.

Az előadás végül kitér a földhő hasznosításának környezeti vonatkozásaira is. Látni fogjuk, hogy a környezeti szempontból a geotermikus energia hasznosítása aggályokat is felvet. Ilyen probléma lehet a magas ásványi anyagtartalmú vizek környezetben történő megjelenése, amely nagyobb mennyiségek esetén komolyan veszélyeztetheti a talajt és az élővilágot.

THE OPPORTUNITIES AND PROSPECTS OF THE APPLICATION OF GEOTHERMAL ENERGY IN THE CARPATHIAN-BASIN

Keywords: energy supply, renewable energies, geothermal energy, environmental impacts

One of the most important challenges of human societies in the next decades is to change the fossil energy sources for other, more reliable sources. The renewable energies must play much greater role as in present days. Therefore the geothermal energy may become one of the important renewable energy sources. A lot of people hope that the Carpathian-Basin with its favourable geothermal properties may be appropriate for production of considerable amount of useable energy.

In this talk we shall survey the potential application of geothermal energy in the Carpathian-Basin and the environmental effects, which are connected with it. The peculiar geothermal parameters of the Carpathian Basin will be reviewed and the application possibilities provided by the actual properties will be discussed. We are going to present the geographical variations of the geothermal parameters, and to review the different methods of using geothermal energy. It will be shown that one may not expect the development of a power station of considerable size in this area, but the use of geothermal energy for space-heating and for agricultural use may be successful. An estimate will be given for the contribution of geothermal energy to the whole energy need in our area in the case of an optimal built-up of geothermal facilities. This contribution may be in the few percentage range. The anxieties, which are against the spread of the use of geothermal energy will be analysed.

At last the presentation will analyze the environmental impacts of the use of geothermal energy. It will be shown that the use of geothermal energy may raise anxieties for the environmental protection. The appearance of water with high content of minerals in the environment may be such a problem, which – in the case of bigger amounts – can present a real environmental danger from the soil and the living creatures point of view.

FÁS SZÁRÚ ENERGIANÖVÉNYEKBŐL TÖRTÉNŐ TŰZELŐANYAG ELŐÁLLÍTÁS FŰTÉSI CÉLRA

Mádainé Üveges Valéria^{1*}, Nagy Sándor²

Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet,
Magyarország, 3515 Miskolc –Egyetemváros^{1,2}

**ejtmuva@uni-miskolc.hu*

Kulcsszavak: energiafa, brikett, pellet, fűtés

Az utóbbi időszakban az egyre rosszabb gazdasági körülmények miatt komoly terhet jelent a fűtés költségeinek kigazdálkodása a magyar családoknak és közintézményeknek,

különösen a hátrányos helyzetű térségekben, ahol a munkanélküliség is jelentős. A földgázárak emelkedése miatt sokan visszatértek a szén-, illetve fatüzelésre, de gyakran az éghető anyagok jelentős hányada is a kazánban végzi. Ennek azonban mérhető következményei vannak a légszennyezettséget tekintve, így fontos feladat egy olyan alternatív tüzelőanyag előállítása, amely nem szennyezi tovább a környezetet és megfizethető.

A direkt tüzelési célra termelt gyors vágásfordulójú energiafákból előállított pelletek és brikettek jó alternatívát kínálnak a fosszilis energiahordozókkal szemben, nemcsak a lakások, de akár nagyobb intézmények, üzemek esetén is. A fűtési költségek összehasonlításakor látjuk, hogy ugyanazt a hőmennyiséget a földgázzal történő fűtéshez képest fapellettel 24%-al, faaprítékkal pedig akár 74%-al olcsóbban tudjuk előállítani, fontos azonban mérlegelni az egyéb szempontokat is, mint, pl. kazán beruházási költsége, helyigénye, a tüzelőanyag beszerezhetősége, tárolhatósága.

Magyarországon a faalakúak közül a nemesnyár, az akác, a fűzek egy része, az éger bizonyult alkalmasnak hőtermelésben történő felhasználásra (Marosvölgyi B. 2003). Az éghajlat és a talaj nyújtotta adottságok figyelembevételével az akác-, nyár- és fűzfélék termesztése a legjellemzőbb, így a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében is a rendelkezésre álló különböző fafajták brikettálhatóságát vizsgáltuk kísérleti dugattyús préssel.

HEATING FUEL PRODUCTION FROM WOODY ENERGY PLANTS

Keywords: energy plants, briquette, pellet, heating

Due to the deteriorating economical circumstances, the heating costs represent a huge burden both for most of the Hungarian families and for the public institutions, especially at the under developed regions. Due to the increasing natural gas costs, many people returned back to the coal and wood based heating systems and a significant part of the other combustible materials are also getting into the boilers and stoves, which has negative consequences in sense of air pollution. So, it is important to product an environmental friendly and cheaper fuel.

The pellets and briquettes made from the energy wood offer a good alternative for not only the heating of private homes but for institutions and even industrial places. Comparing the heating costs, it can be seen, that with wood pellet it is 24%, and with wood chips it is 74% cheaper to heat a house than with natural gas. Beside the operating and fuel costs it is important to consider other aspects, such as the investment cost of the furnace, space requirement and the availability and storability of fuel.

In Hungary the poplar, acacia, some types of willow and alder proved to be suitable for utilize in heat production (Marosvölgyi B., 2003). Considering the climate and soil conditions the plantation of poplar, acacia and willow are dominant, so at the Institute of Raw Material Preparation and Environmental Processing the briquettability of these available wood types with laboratory piston press was measured.

A VISION HUNGARY 2040 FENNTARTHATÓ ENERGIA-FORGATÓKÖNYV ÉS ENNEK HŐSZIVATTYÚZÁSSAL KAPCSOLATOS POTENCIÁLBECSLÉSE

Munkácsy Béla*, Sáfián Fanni, Szabó Dániel

ELTE TTK, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. stny. 1/c

**munkacsy@elte.hu*

Kulcsszavak: energia-forgatókönyv; holisztikus megközelítés; a környezeti hő felhasználásának technikai potenciálja

A Vision Hungary 2040 fenntartható energia-forgatókönyv egy 100%-ban megújuló energiaforrásokra támaszkodó rendszer képét vázolja fel, kifejezetten magyarországi körülményekre igazítva. A forgatókönyv optimális szabályozási környezetet feltételez, és olyan utat vázol fel, amely elvezethet egy fenntartható, hosszú távon is működőképes energiarendszer kialakításához. A koncepció szerint az energiagazdálkodás nem pusztán műszaki és gazdasági probléma, amit majd a mérnökök – esetleg közgazdászok bevonásával – megoldanak helyettünk. A feladatok bonyolultsága messze túlmutat a szokásos megoldásokon, szükségessé teszi a holisztikus megközelítést. Annak köszönhetően, hogy az energiaszolgáltatásokat emberek veszik igénybe, ezért valódi megoldások nem szülehetnek a társadalomtudományok értő művelőinek bevonása nélkül. Mivel az anyag- és energiaáramlás folyamatai egy adott földrajzi térben történnek, így széleskörű társadalom- és természetföldrajzi ismeretekkel rendelkező, a térbeliség problematikájával foglalkozó geográfusok mellőzésével a felmerülő kérdésekre ugyancsak nem lehet helyes választ adni.

Lényeges kérdéseket vet fel a hőszivattyúk felhasználásában rejlő potenciál, ennek kapcsán ugyanis szinte kimeríthetetlen lehetőségekről beszélhetünk. Erre vonatkozóan azonban olyan szakirodalmi adatokkal nem találkoztunk, amely a környezeti hő mindhárom lehetséges forrását (így a légtermikust, a hidrotermikust és a geotermikust) egyaránt tárgyalta volna. Az elmúlt években ismereteink szerint kizárólag a geotermikus hőenergia kapcsán jelentek meg a hazai szakirodalomban potenciálértékek. Jelen dolgozatunkban kísérletet teszünk a fenti hiányosság pótlására és a hőszivattyúzás technikai potenciáljának meghatározására.

THE VISION HUNGARY 2040 SUSTAINABLE ENERGY SCENARIO AND ITS CALCULATION ON HEATPUMP POTENTIALS

Key words: energy scenario; holistic approach; technical potential of ambient heat

The Vision Hungary 2040 is a sustainable energy scenario with an optimal regulatory environment. During our research we faced of the problem of lacking information about hydrothermal and arothermal potentials.

In this paper we attempt to estimate technical potential of heatpump applications in Hungary, in order to remedy the deficiencies. According to our results a 54,68 PJ potential can be determined, but with some technological developments the amount of 65 PJ energy could be gained. It is important to mention that the use of heatpumps depends on the sustainable renewable energy production, which will give the 100% of energy production by 2040.

SZENNYVÍZISZAPOK SZERVES ANYAG TARTALMÁNAK HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI ÜZEMI PÉLDÁKKAL

Reich Károly*, **Pitás Viktória**, **Gulyás Gábor**, **Fazekas Bence**
Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, 8200 Veszprém Egyetem út 10.
*reichk@almos.vein.hu

Kulcsszavak: Anaerob iszaprohasztás, energetikai hasznosítás

Napjainkban a szennyvízesatornával ellátott háztartások számának növekedésével az aerob szennyvíztisztítás során keletkező fölösiszap elhelyezése egyre nagyobb problémát jelent. Az aerob szennyvíztisztítás során keletkező fölösiszap anaerob rohasztása már az ötvenes évek elejétől általánossá vált, ami nagymértékben csökkenti az aerob szennyvíz villamos energia igényét, továbbá a telepeken villamos energiatermelésre fel nem használt biogáz megfelelő tisztítást követően alkalmas CNG termelésre is. Ez jelentősen csökkentheti a telep-, vagy igazán nagy telepek esetén a hulladékgyűjtés vagy akár a tömegközlekedés, fosszilis energia igényét. Az anaerob iszaprohasztás során képződő iszapmaradék megfelelő szárítást követően égetésre kiválóan alkalmas, míg a hamumaradékot az építőipari alapanyagként hasznosíthatjuk.

Keywords: Anaerobic sludge digestion, energy recovery

The proper disposal of the excess sludge generated during aerobic wastewater treatment has become a growing problem lately, caused by the rapid growing number of households connected to the sewerage system. Since the early 50's the sludgedigestion has been the general practice, which allows a reduction in energy consumption of aerobic wastewater treatment. A part of the unused biogas that is not used for energy production is available to produce CNG after appropriate treatment. It could significantly reduce the fossil energy demand of a plant, or regarding large plants even the energy demand of the municipal waste collection or public transportation. The remaining sludge after digestion is excellent for incineration (following a drying step) and the construction industry can receive the residual ash.

Környezetbiológia

BEREGI-SÍK HOLTMEDREINEK ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTFELMÉRÉSE

Balogh Zsuzsanna^{1*}, **Kiss Bernadett¹**, **Lakatos Csilla²**, **Kundrát János Tamás¹**,
Gyulai István¹, **Koncz Erzsébet¹**, **Lakatos Gyula¹**

¹Debreceni Egyetem, TTK Ökológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
Magyarország,

²Debreceni Egyetem, TTK Hidrobiológiai Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
Magyarország,

*balogh.zsuzsanna.08@gmail.com

Kulcsszavak: holtmeder, természetes holtmeder, paleolimnológia, Beregi-sík, állapotfelmérés

Kutatásunk célja, egy átfogó paleolimnológiai és ökológiai felmérés készítése három, különböző hatások alatt álló holtmedren, a Felső-Tisza vidékéhez tartozó Beregi-síkon. A mintavételekre 2011. október 27-én és 28-án került sor a Foltos-kerti, Patkó és Keskeny holtmeder több pontján. A Foltos-kerti holtmeder a Tisza hullámterébe tartozó, antropogén hatásoktól mentes, a Hortobágyi Nemzeti Park kezelésében álló természetvédelmi terület Jánd és Gulács települések között. Jánd belterületén található a Patkó, mentesített ártérhez tartozó, magántulajdonban lévő, erős antropogén behatás alatt álló holtmeder, melynek növényzete, halállománya telepített. A harmadik, a Keskeny holtmeder, mely Vásárosnamény és Tiszaszalka között fekszik. Ez a terület egy Horgászegyesület kezelésében valamint a vásárosnaményi önkormányzat tulajdonában álló, hullámtéri holtmeder, mely antropogén hatásoknak kevésbé kitett, növényzetét, vizét nem befolyásolják, csak a halállományt telepítik évente egyszer. Mind a három holtmeder természetes lefűződéssel keletkezett, összehasonlításuk révén jelenlegi állapotukról kapunk átfogó jelentést.

ECOLOGICAL STATE OF THREE OXBOWS IN BEREGI PLAIN

Keywords: backwater, naturally oxbow, paleolimnology, ecology, Beregi plain

The aim of our study was a multy-proxy analyses with specialized paleolimnological and ecological methods of three oxbows in the Beregi Plain, part of the Upper-Tisza region. The samples were taken in the end (on the 27th and 28th) of October in 2011. Many sampling station were assigned in the three oxbows. Foltos-kerti backwater is under natural conservation between the villages of Jánd and Gulács. Patkó oxbow is found in the center of Jánd. The backwater is privately owned and disturbed by antropogenic impacts. Fish biomass and macrovegetation has been artificially generated. Finally Keskeny dead channel lays between Vásárosnamény and Tiszaszalka. This oxbow is under fishing treatment. The macrovegetation is in natural state. All of the oxbows were arisen naturally.

DUNÁNTÚLI ERDŐK DOMINÁNS FAFAJAINAK KÖRNYEZETI ALKALMAZKODÁSA

Béres Csilla*, **Németh László****

NYME TTK Földrajz és Környezettudományi Intézet
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.

*csberes@bdtf.hu, **nemethl@bdf.hu

Kulcsszavak: fák vízszállítása, fafajok víztartalma, vízelhelyezkedés meghatározása CT és MRI módszerrel, szárazságadaptáció

Hazánk területén is jelentkeztek az elmúlt években a nemzetközi előrejelzések által jósolt időjárási változások. Az elmúlt 10 évet tekintve szélsőségesen száraz, valamint az elmúlt évben rendkívül csapadékos időszakok fordultak elő a fák tavaszi-nyári növekedési időszakában, amelyek alapvetően befolyásolják a fák mindenkori egészségi állapotát és éves növekedését. Különösen érzékenyen érinti a határ-termőhelyen lévő területeken lévő erdőket és azok fafajait. Eddigi vizsgálataink azt bizonyították, hogy a fafajok között nagy eltérések vannak a vízmegtartó képességük és vízraktározási képességük között. Sokféle módszerrel lehet vizsgálni a fák vízszállítását (hőáramlás,

hőimpulzus), de a legtöbb relatív értékeket produkál. A fatörzsben lévő vízszállító területek becslése pontatlan. A vízszállítási területek pontosabb becsléséhez komputer tomográfot és mágneses rezonancia technikát használtunk.

ENVIRONMENTAL ADAPTATION OF DOMINANT TREES IN A WEST-HUNGARIAN FOREST

Keywords: water transport of trees, water capacity of trunk, CT, MRI, water adaptation, sap flow

Many abiotic and biotic primary and secondary factors which could be responsible for the decline forest decay and dieback of tree species in Hungary will be discussed in the following lecture. Until the mideighties air pollution and acid precipitation were suspected to be most important primary abiotic factors. Recently climatic changes induced by the global atmospheric warming-up are considered as the most important ones. It is not fully understood, why different species and their healthy and unhealthy individuals respond so differently to the same environmental changes in the same forest. Main symptoms seems to be the disturbance in water transport of trees. There are a lot of different methods to estimate quantitatively the sap flow in trees. Most of these are indirect, producing relative data. To interpret these data it was looking for direct methods to determine the water containing compartments within the trunk and to estimate their area. As a first approximation it was applied a portable computer tomograph. Because of the limited resolution of portable CT device it seemed to be advisable to apply the high resolution CT and magnetic resonance imaging techniques.

MAGYARORSZÁGI AUTÓPÁLYASZEGÉLYEK FLORISZTIKAI ÉS FAUNISZTIKAI FELMÉRÉSE

Kiss Balázs^{1*}, Illyés Eszter², Molnár Csaba, Kozár Ferenc¹, Nagy Barnabás¹, Szita Éva¹, Fetykó Kinga¹, Podlussány Attila

1 MTA Agrártudományi Centrum Növényvédelmi Intézet, H-1022 Budapest, Herman Ottó u 15.

2 Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet H-2100 Gödöllő, Isaszegi út 200.

*kiba@julia-nki.hu

Kulcsszavak: autópálya, útükológia, ökológiai szolgáltatás, madárhúr, pajzstetű

Az autópálya-szegélyek és pihenőhelyek növényzetének és állategyütteseinek fajösszetételéről alig vannak ismereteink. Munkánkban magyarországi autópályák mentén 33 vizsgálati helyszínt jelöltünk ki. A florisztikai felmérés az egyes helyszíneken egy-egy 4 m²-es kvadrátban, valamint egy 20 és egy 40 lépés hosszúságú transzektben történt. A faunisztikai mintavételek talajcsapdás, lomb szívós, kopogtatásos és fűhálózásos módszerrel, valamint egyedi növényvizsgálattal történtek. A mintavételekre 2011-ben 3 alkalommal (május, július, szeptember) került sor, de egyes rovarcsoportok esetében többéves adatsorok is a rendelkezésünkre álltak. Az egyes helyszíneken vizsgált gyepekben összesen 187 edényes növényfajt találtunk. A domináns fajok a telepített állandó gyepek jellegzetes fajai voltak (*Cerastium spp.*, *Plantago lanceolata*, *Poa angustifolia*, *Silene latifolia subsp. alba* and *Taraxacum officinale*), az egyes helyszínek gyepei az egész országban viszonylag hasonló képet mutattak. A

növényekkel ellentétben egyes rovarcsoportok esetében meglepően nagy fajgazdagságot tapasztaltunk. A pajzstetvek esetében a hazai faunából ismert fajok 66 %-a (!), egyenesszárnyúak esetében 36 %-a került elő az autópályák mellől. A vizsgálat során ritka, illetve védett fajok is nagyszámban kerültek elő, valamint 9 fajt elsőként itt mutattunk ki a Magyarországról (pajzstetvek: 6, mezeikabócák: 2, ormányosalkatúak: 1). Eredményeink felhívják a figyelmet arra, hogy szükség van az autópálya-szegélyeknek, mint speciális élőhelyeknek az alaposabb megismerésére, mivel ezeknek jelentős szerepük lehet egyes fajok terjedési folyosójaként, illetve menedék-élőhelyeként.

FLORISTIC AND FAUNISTIC SURVEY ON HUNGARIAN HIGHWAY MARGINS

Keywords: highway, road ecology, ecological service, chickweed, coccoidea

Data on species composition of the vegetation and fauna of plant covered highway margins and rest areas are scarce in the literature. In the present study, 33 sampling sites were surveyed along Hungarian highways. The floristic survey comprised at each site a quadrat of 4 m², as well as two 20 and 40 steps long transects. The faunistic survey included pitfall trapping, suction sampling, branch beating, sweep netting and individual plant inspections. Faunistic samplings took place 3 times (May, July and September) in 2011, but for certain taxa data are available also from the previous years. Altogether 187 vascular plants were identified in the sites. The dominant species (*Cerastium spp.*, *Plantago lanceolata*, *Poa angustifolia*, *Silene latifolia subsp. alba* and *Taraxacum officinale*) are typical for artificially created perennial grasslands. The surveyed grasses were rather homogenous throughout the country. In contrast to plants, certain insect taxa have shown surprising diversity. In scale insects, 66 % of the species of the Hungarian fauna was found along highways, while the same value was 36 % for Orthoptera. Protected and rare insect species were also found in high numbers and nine species (scale insects: 6, leafhoppers: 2, weevils: 1) were firstly shown from Hungary. Our results demonstrate that despite of the artificial origin, highway margins as habitats would merit more attention, because of their potential ecological function as corridors of spreading or even as refuge areas for certain species.

ÓLOM- ÉS KADMIUM IONOK BIOADSORPCIÓJA PSEUDOMONAS FLUORESCENS SEJTEK VIZES SZUSZPENZIÓJÁBAN

Péter Anikó^{1*}, Kocsis Béla², Pernyeszi Tímea³

¹Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Bioanalitikai Intézet Szigeti út. 12, H-7624 Pécs, Magyarország

²Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Mikrobiológiai és Immunitástani Intézet, Szigeti út. 12, H-7624 Pécs, Magyarország

³Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Analitikai és Környezeti Kémia Tanszék, Ifjúság u. 6 , H-7624 Pécs, Hungary

* aniko.konig@aok.pte.hu

Kulcsszavak: bioadszorpció, *Pseudomonas*, nehézfémek

A nehézfémzennyezés az egyik legjelentősebb környezeti probléma napjainkban. A táplálékláncba antropogén folyamatok kapcsán bekerülve súlyos egészségügyi

problémákat okoznak. Különböző mikroorganizmusok, baktériumok, gombák és algák jelentős nehézfémekfogó kapacitással rendelkeznek, így gyors és költséghatékony biotechnológiai módszerek fejleszthetők segítségével, amelyek szennyvizek nehézfémkoncentrációjának csökkentésére alkalmasak. A bioszorbensek ideálisak a nagymennyiségű és kis fémkoncentrációjú szennyvizek tisztítására is.

Környezetből izolált *Pseudomonas fluorescens* baktériumtörzs ólom(II) és kadmium(II) bioszorpciós képességét tanulmányoztam batch technikával, sztatikus körülmények között. A *Pseudomonas fluorescens* anyagcseréje igen sokoldalú. A Gram negatív baktérium talajban és vízben egyaránt honos. Nehézfémekkel terhelt környezetben is képes túlélni és növekedni. Bioadszorbensként szolgálhat a nehézfémek szennyvízből történő eltávolításánál. Az optimális feltételek megteremtésére törekedtem a bioszorpciós és bioakkumulációs folyamatok vizsgálatánál, kinetikai és egyensúlyi tanulmányokat végeztem. Az oldatok maradék fémkoncentrációját lángatomabszorpciós spektrométer (AAS) segítségével határoztam meg.

A korai stacionárius fázisban liofilizált baktériumsejtek képesek voltak a nehézfémek megkötésére. Meghatároztam a minimális gátló koncentráció (MIC) értékét. A legnagyobb hatást az Pb(II) és Cd(II) szorpciós kapacitásra az oldat pH-ja, a hőmérséklete és az ionerőssége gyakorolja. Az optimális pH érték kadmium(II) esetében 4 - 7, ólom(II) esetében 5 - 6. Kinetikai vizsgálatok során megállapítható, hogy a kezdeti fémionkoncentráció az első 10 percben gyorsan csökken az oldatokban és 20 perc után a felülúszó oldat koncentrációja állandó. Az adszorpciós egyensúly a Langmuir-izotermaegyenlettel jól értékelhető.

BIOADSORPTION OF LEAD(II) AND CADMIUM(II) IONS ONTO THE LYOPHILIZED CELL SURFACE OF PSEUDOMONAS FLUORESCENS IN AQUEOUS SUSPENSION

Keywords: biosorption, *Pseudomonas*, heavy metals

Heavy metal pollution is one of the most important environmental problems today. Cadmium and lead are heavy metals, which pose serious health hazards through entry into the food chain by anthropogenic pathways. Certain natural materials of biological origin, including bacteria, fungi, yeast and algae possess metal-sequestering property and can be used to decrease the concentration of heavy metal ions out of dilute complex solutions with high efficiency and quickly. These biosorbents are an ideal candidate for the treatment of high volume and low concentration complex wastewaters containing heavy metal ions.

Our aim was to test bacterial cells for their capacity to adsorb cadmium and lead ions. Our second aim was to optimize the conditions for bioadsorption. The equilibrium and kinetic study of cadmium (II) and lead (II) sorption were analyzed in *Pseudomonas fluorescens* biomass using batch technique. This Gram-negative bacteria is an environmental strain, its metabolism is versatile, the cells can develop in water and soil, moreover in heavy metal polluted area. So they can play a role by wastewater retreatment as a biosorbent.

Biosorption of Cd(II) and Pb(II) ions from aqueous solution using lyophilized *Pseudomonas fluorescens* (PAOI) cells were studied under various experimental conditions. The effect of pH, temperature, initial metal concentration and adsorption time on bioadsorption was studied. The residual metal content of the solution was determined using flame atomadsorption spectrophotometer (AAS). The optimum pH

value range for Pb(II) adsorption was found to be 4.0 - 5.0, and for Cd(II) 4.0-7.0. Pb(II) and Cd(II). Bioadsorption equilibrium was analyzed by using Langmuir model.

A „BAKTALÓRÁNTHÁZI-ERDŐ TERMÉSZETVÉDELMI TERÜLET” GOMBAFLÓRÁJA

Lenti István

Nyíregyházi Főiskola MMK, 4400 Nyíregyháza, Sóstói ú. 31/b.
lentiistvan@gmail.com

Kulcsszavak: Baktalórántházi erdő, erdőrezervátum, „réti lénia”, nagytestű gombák, génbank.

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Terület Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében helyezkedik el. E védett terület növényvilágát az Alföldre jellemző társulások alkotják, mint a kocsányos tölgyes a hozzá kapcsolódó gyöngyvirágos tölgyessel, s a homoki gyertyános. A nyírségi homokbuckák által alkotott mélyedésekben ún. pangóvizű területek alakultak ki, s környezetüket a hűvösebb mikroklíma, az aránylag magas páratartalom uralja. Így jött létre a közephegységekre jellemző gyertyános-tölgyes és a nedves klímát kedvelő gyöngyvirágos tölgyes.

A Baktalórántházi Erdő Természetvédelmi Terület klimatikus és edafikus adottságai kiváló életteret nyújtanak a gombák számára. Bizonyítja e tényt FINTHA (1985-1995) kézirata is, amely szerint a Baktai-erdő országos jelentőségű természetvédelmi területről 100 gombafajt gyűjtött és azonosított.

Ugyancsak megerősíti ezt az állítást a 27. Európai Cortinarius Konferenciának mikológiai eredménye is, amely szerint egyetlen felvételezési napon - a külhoni és magyar gombakutatók - a Baktalórántházi-erdőben 161, míg az erdőszet területén 5 taxont lelték (DIMA és mtsai. 2010).

Kutatásaink során (2007-2009) 335 nagytestű gombafajt bonitáltunk. A túlnyomó részben bazidiumos gombafajok (312 faj) többségükben fellelhetők Szabolcs-Szatmár-Bereg megye más, védett természeti területein. Az aszkuszos gombák – más élőhelyekhez hasonlóan – szerény mértékben találhatók e védett területen. A nyálkagombák száma szinte elenyésző. Dolgozatunkban bemutatjuk az általunk felvételezett teljes fajlistát.

THE FUNGAL FLORA OF THE ”BAKTALÓRÁNTHÁZA FOREST RESERVATION AREA”

Keywords: baktalórántháza forest, forest reservation „réti lénia”, fungus, genebank

The Baktalórántháza Forest Reservation Area lies in Szabolcs-Szatmár-Bereg County. The flora of this protected area is made up of plant associations typical to the Great Plain, such as the Pedunculate Oak Woods with the Lily-of-the-Valley Oak woods, or the sandy hornbeam-oak forest. In the depressions made up of by the sand-hills of the Nyírség we found the so-called slack-water areas; calm micro-climate and relatively high humidity content characterize this environment. This is what has led to the formation of the Pedunculate Oak Woods typical to mountains of medium height and the Lily-of-the-Valley Oak woods that grow well under wet climate conditions.

The climatic and edaphic features of the Baktalórántháza Forest Reservation Area make an excellent habitat for fungi. This fact is also underlined by the manuscript of FINTHA (1985-1995), in which we can read about 100 fungal species identified in this reservation area of national importance.

This claim is further backed by the micological result of the 27th European Cortinarius Conference, which shows that foreign and Hungarian fungus researchers found 161 taxons in the Baktalórántháza forest and 5 in the forestry area on one single day (DIMA et al 2010).

We classified 335 large in the course of our research (2007-2009). Most of the dominantly basidium fungal species (312 species) can be found in other protected areas of Szabolcs-Szatmár-Bereg County. A significantly lower number of ascus fungi do we find in this protected area, just as in other habitats. The number of slime molds is insignificant. In our thesis we are to introduce the complete species list we surveyed.

A CUSCUTA FAJOK TERJEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Méri Ágnes^{1*}, Karsai János^{2**}

¹Szegedi Tudományegyetem, Ökológiai Tanszék, 6726, Szeged, Közép fasor 52.

²Szegedi Tudományegyetem, Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet 6720, Szeged, Korányi fasor 9.

*agnes.meri@gmail.com, **karsai@dmf.u-szeged.hu

Kulcsszavak: parazita, gazdakeresési stratégiák, sejtautomata modellek

A Cuscuta fajok gyors növekedésű parazitái a legkülönbözőbb növényközösségeknek. Szerepük a közösségek alakításában sokféle lehet, ezek közül némelyek még kevésbé ismertek. Világszerte mintegy 200 Cuscuta fajt tartanak számon, amelyek a különböző éghajlatokon más-más ökológiai szerepet töltenek be. Az észak-európai országokban például védett fajoknak számítanak, növekedési sebességük ezeken a hidegebb területeken korlátozott. Ilyen körülmények között védelmük tervezése szempontjából fontos lehet terjedési tulajdonságaik, gazdakeresési stratégiájuk számítógépes modellezése. Ugyanakkor a Magyarországon megtalálható 6 faj közül 3 gyakori, és mezőgazdasági kártevőként tartják őket számon. Az ellenük való védekezés többnyire megoldott, az esetleges újabb stratégiák kidolgozása azonban indokolja terjedési tulajdonságaik, gazdakeresési viselkedésük modellezését. Eszközaink közül legfontosabbnak a sejtautomata modelleket tekintjük. Külön modellekkel vizsgáljuk a globális terjedést és a lokális struktúrát. A modelleket laboratóriumi és terepkísérletekkel ellenőrizzük.

Az előadásban áttekintjük a Cuscuta fajok főbb ökológiai jellemzőit, bemutatjuk kísérleti munkánk eddigi eredményeit, valamint a vizsgált matematikai modelleket.

ON THE SPATIO-TEMPORAL DEVELOPMENT OF CUSCUTA SPECIES

Keywords: parasite, foraging strategies, cellular automata models

Cuscuta species are interestingly behaving plant parasites of very different plant communities all over the world. Approximately 200 species are known worldwide from the tropics to the northern areas. Their ecological role changes with the latitudes due to the different climate conditions. Air temperature and humidity are the main influencing

factors of the dispersal. Under warmer climate conditions they can act as dangerous pests, while in the northern countries they are considered as threatened species. Moreover these plants have a special technique to find their host, called foraging.

In our research, we investigate this special behaviour with both experimental and modeling tools. We study the global and local properties with different cellular automata, and compare the results with field and laboratory experiments.

In this talk we give an overview of the ecological properties of *Cuscuta*, we present the results of our experiments as well as the mathematical models considered.

ALACSONY CSERJESZINT DINAMIKÁJA EGY TÖLGYESBEN MAGYARORSZÁGON

Misik Tamás*, Kárász Imre

Eszterházy Károly Főiskola, Környezettudományi Tanszék, 3300 Eger, Leányka utca 6.

*misikt@ektf.hu

Kulcsszavak: tölgypusztulás, fajkészlet, átlagméret, lombborítás, *Euonymus verrucosus*

A cserjék jelentős indikátor szervezeti egy élőhely minőségének, az erdők egészségi állapotának, a faszint regenerációs képességének és a konzervációnak. Abiotikus és biotikus faktorok hatására 1979 és 1990 között tölgypusztulás következett be az Észak-Magyarországon, a Síkfőkút Project területén található cseres-tölgyes erdőben (*Quercetum petraeae-cerris*). Kutatásunkban az alacsony cserjeszint dinamikáját elemezzük az 1972, 1982 és 2007-es felmérés segítségével. Azokat az egyedeket tekintettük alacsony cserjéknek, melyek 1,0 m-nél alacsonyabbak voltak. A 48 m × 48 m-es mintaterületen meghatároztuk a fajszámot és a denzitást, átlagos cserjemódszerrel a magasságot, átmérőt és a borítást. Hipotézisünk alapján nem vártuk az alacsony cserjeszint jelentős strukturális átrendeződését a tölgypusztulást megelőző és az azt követő terminusban. 17 faj volt jelen folyamatosan a területen. Az alacsony cserjeszint denzitása 41.207-99.559 egyed között mozgott egy hektárra vetítve. A leggyakoribb alacsony cserjék 1972 óta az *Euonymus verrucosus*, *Ligustrum vulgare* és az *E. europaeus*. Domináns cserjéknek azok a fajok bizonyultak, melyek képesek polikormont fejleszteni. Az alacsony cserjék átlagmagassága 32-39 cm, míg az átlagos átmérőjük 3,8-4,2 mm között változott. Átlagos lombméretük 450,0-510,0 cm² között mozgott. Az átlagos méretek alapján a legnagyobb alacsony cserjék a *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea* és *Lonicera xylosteum*. Eredményeink azt mutatják, hogy a tölgypusztulásra az erdő nem az alacsony cserjeszint strukturális változásával válaszolt. Nem tudtunk egyértelmű tendenciákat megállapítani ebben a növényi szintben a tölgypusztulás előtt és után.

LOW SHRUB LAYER DYNAMICS IN AN OAK FOREST IN HUNGARY

Keywords: oak decline, species richness, average sizes, foliage cover, *Euonymus verrucosus*

Shrubs may provide important indications of site quality, forest health, overstorey regeneration patterns and conservation status. Due to abiotic and biotic stress factors there was an oak decline in the sessile oak-Turkey oak (*Quercetum petraeae-cerris*) forest from 1979 to 1990 at the Síkfőkút Project area in North-Hungary. In this paper we

analyse the low shrub layer's dynamics in 1972, 1982 and in 2007. Those specimens were categorized as low shrub, which were lower than 1.0 m. We determined the species richness and density; height, diameter and cover of shrubs were registered in a 48 m × 48 m sample plot with average shrubs method. We hypothesised that isn't expected considerably changes in the structural condition of low shrubs before and after the oak decline. 17 species were present continuously in the site. The low shrub layer density fluctuated between 41.207-99.559 individuals per hectare. The most common low shrub species are *Euonymus verrucosus*, *Ligustrum vulgare* and *E. europaeus* from 1972. The dominant shrubs will be remaining those species which could be able to develop policormon. The average height and diameter of low shrubs fluctuated between 32.0-39.0 cm and between 3.8-4.2 mm. The average cover was between 450.0 and 510.0 cm². On the basis of mean sizes the biggest low shrubs are *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea* and *Lonicera xylosteum*. Our study revealed that the forest did not respond to the serious tree decline by structural changes in the low shrub layer. We could not found obvious tendency in this layer before and after the oak decline.

BÁLVÁNYOSFÜRDŐ KÖRNYÉKÉN LEVŐ FORRÁSVIZEK KOVAALGA-KÖZÖSSÉGEINEK ÖSSZETÉTELE

Szigyártó Lídia*, Zsigmond Andrea-Rebeka, Nagy Krisztina

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, 400112
Kolozsvár, Mátyás király u., 4 sz., Románia

*lidia_szigyarto@yahoo.com

Kulcsszavak: ásványvíz, acidofil, Bálványos, bioindikátor, diatóma

A székelyföldi Bálványosfürdő környékén található források, mint az utóvulkáni jelenségek jelzői, nem csak geológiai és kémiai szempontból, hanem mint különleges életterek is figyelmet érdemelnek. Ezért a víz kémiai jellegzetességeinek meghatározása mellett a bevonatalakotó kovaalga-közösségeket vizsgáltuk, mint kiváló indikátor jelleggel rendelkező élőlénycsoportot, melynek képviselői gyakorlatilag bármilyen típusú vízben megtalálhatók. A 2009-ben végzett vizsgálatok alapján elmondható, hogy a vizsgált források nem ritkán extrémnek minősülő, egyedülálló kémiai tulajdonságai jól tükröződnek a kovaalga-közösségek fajszámában, faji összetételében és fajazonosságában. Az azonosított fajok között jelentős számban szerepelnek xeno- és oligoszaprób-, illetve oligotróf indikátorok. A különleges fizikai-kémiai viszonyoknak köszönhetően itt olyan fajok élnek meg, melyek más típusú vizekben rendszerint nem fordulnak elő. Tekintettel arra, hogy az azonosított fajoknak mintegy 40%-át teszik ki ezek a – romániai viszonylatban eddig ritkán-, illetve első alkalommal jelzett – fajok, indokolt a jövőben kiterjeszteni a vizsgálatokat újabb forrásokra a tanulmányozott területen, valamint időben rendszeresen nyomon követni a közösségek összetételében tükröződő esetleges környezeti változásokat.

COMPOSITION OF DIATOM COMMUNITIES INHABITING SPRINGS FROM THE BÁLVÁNYOSFÜRDŐ REGION (TRANSYLVANIA)

Keywords: mineral water springs, acidophilic, Bálványos, indicator species, diatoms

Some springs from the Bálványosfürdő region in Transylvania are considered manifestations of the postvolcanic phenomena characteristic to this area, attracting attention not only from geological and chemical point of view, but also as special habitats for aquatic organisms. In this sense, besides determining the main chemical parameters of the water, we studied the benthic diatom communities in April 2009. We concluded that these springs are unique both regarding chemical parameters and composition of diatom communities. The most uncommon chemical properties such as low pH, few anorganic nutrients and presence of free sulphuric acid are reflected in the species number, floristic composition and – similarity of the diatom communities. Xenosaprobic, oligosaprobic, as well as oligotrophic indicator species are frequently present in the studied springs. Many species live here that cannot be found in common freshwaters, among which there are some rarely mentioned or never mentioned before in papers dealing with diatoms of Romanian waters. Considering these, future investigations on the changes of the diatom communities are necessary.

SIGNIFICANCE OF CADDISFLIES (TRICHOPTERA) IN FUNCTIONAL FEEDING GROUPS OF AQUATIC MACRO-INVERTEBRATE COMMUNITIES

Szitta Emese*, Varga János**

Eszterházy Károly Főiskola Környezettudományi Tanszék 3300 Eger, Leányka út 6.

*emese.szitta@ektf.hu **varga@ektf.hu

Kulcsszavak: táplálkozásbiológiai csoportok, térbeli mintázat, Trichoptera

A makroszkopikus gerinctelen családok funkcionális táplálkozásbiológiai kutatásaira támaszkodva (Andrikovics és Kiss, 1999) 2011-ben kezdtünk hozzá hasonló jellegű vizsgálatainkhoz az Eger-patak Eger és Almár határában lévő szakaszán. A mintavételi terület 250 m hosszúságú szakaszának 12 gyűjtőhelyén végzett mintavételezésekre támaszkodva készítettük el a patakban jelenlévő vízi makroszkopikus gerinctelen csoportok térbeli mintázatának felvételezését és elemzését. Vizsgálataink során a tegzesek (Trichoptera) táplálkozásbiológiai jelentőségével hangsúlyozottabban foglalkoztunk, mivel ez a rovarrend a táplálkozásbiológiai vonatkozásban is kimagasló változatosságot mutat.

Keywords: feeding groups, spatial pattern, Trichoptera

Based on the previous aquatic macro-invertebrate feeding group researches on Eger stream (Andrikovics and Kiss, 1999), we've started similar investigations on the section at Eger-Almár. Spatial patterns of the occurring guilds have been recorded and analysed by 12 samplings on different sampling sites on an assigned 250m long stage. The research has reference especially to the function of caddis flies (Trichoptera) as this insect order is remarkably diverse in this respect as well.

A KASZÁLÁS HATÁSA A NÖVÉNYLAKÓ PÓK-KÖZÖSSÉGEK ÖSSZETÉTELÉRE

Szmatona-Túri Tünde

Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola és Kollégium
3232 Mátrafüred, Erdész út 11
turitunde79@gmail.com

Kulcsszavak: Természetvédelmi terület, kaszálás, növénylakó pókfajok, egyed-és fajszám

A természetvédelmi kezelés összetett feladat, hiszen mindenhol előfordulnak olyan területek, ahol természeti értékek vannak jelen, amelyek megőrzése fontos feladat, legyen az erdő, vizes élőhely, vagy fátlan társulás. A Mátra Tájvédelmi Körzet területén zajló gyepkezelési eljárások a hegyi rétek eredeti fajösszetételének fennmaradására és helyreállítására irányulnak. Leggyakrabban szárzúzással és kaszálással történik a területek rekonstruálása, illetve állapotának fenntartása. A vizsgálatokat Fallós-kút négy hegyi rétején végeztem, annak érdekében, hogy feltárjam, hatással van-e a kaszálás a növénylakó pók-közösségek összetételére. Négy kezelt és egy kezeléstől mentes réten végeztem, három év gyűjtési adatát hasonlítottam össze. A négy kezelt terület közül kettő réten esetében, mindig a gyűjtések után történt a kaszálás. Ezeken a réteken (kaszált) összesen 16 faj 127 egyede került elő, a kaszálatlan gyepeken 22 faj 122 egyedét gyűjtöttem be. A *Salticidae* családnak csak egy faja jelent meg a kaszált réten 3 egyedszámban, ezzel szemben a kaszálatlan területen 4 faja, 21 egyedszámban volt jelen. Az *Araneidae* és a *Thomisidae* család kivételével hasonló megoszlás volt megfigyelhető a többi család esetében is. A keresztes pókok a kaszált réten nagyobb egyed-és fajszámban voltak jelen, mint a magas növényzettel borított területeken. Elmondható, hogy a kaszálásból eredő vegetációcsökkenés és zavarás a legtöbb pókcsaládra negatív hatással volt. Még azok a fajok (*Agelenidae*) is kevesebb egyeddel képviselték magukat, melyek alacsonyabb növényzetet részesítenek előnyben. Azoknak a fajoknak, amelyek virágokon élnek (*Thomisidae*), nem volt szignifikánsan magasabb az egyed-és fajszáma a kaszált területeken. A kaszálás elengedhetetlen a terület biodiverzitásának fenntartásában, miközben átmeneti faunacsökkenést eredményez.

THE EFFECT OF REAPING TO THE COMPOUND OF THE SPIDER COMMUNITIES LIVING IN PLANTS

Keywords: nature park, reaping, spider species living in plants, number of individual and number of species

The conservationist treatment is a complex task as there are several nature values in the forests, wetlands habitats, fields without trees which have to be preserved. The grass treatments procedures in the territory of Mátra Nature Park aim to preserve and to renovate the original species compound of the mountain meadows. In principle the reconstruction and the reservation of the fields are executed by reaping and stem crushing. I have made the examinations on four mountain meadows of Fallós-kút in order to clear up that the reaping has got effect on the compound the spider community living in plants. I compared three years data coming from four reaped and one not-reaped meadows. Two meadows the reaping is always executed after the collection. I found 127 pieces of 16 species on these fields and 122 pieces of 22 species on non-reaped fields. Only one species was represented by 3 pieces of the *Salticidae* on the

reaped meadow but there were 4 species and 21 pieces on the non-reaped meadows. The other families show the same distribution except of *Araneidae* and *Thomisidae*. The cross spiders were more frequent on the reaped meadows than on the fields wrapped by high vegetation. We could declare that the reaping has got negative effect on most of the spider families. Those families (*Agelenidae*) have got less individual spiders too who prefer lower vegetation. Those species who live on the flowers (*Thomisidae*) don't show significantly higher number of individual and number of species on the reaped fields. The mowing necessary for maintenance of the biodiversity while cause decrease of the fauna.

SZÉKELYFÖLDI MOFETTÁK ÁLLATOKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA

Urák István

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék,
400112 Kolozsvár, Mátyás kir. u. 4 sz., Románia
istvan.urak@milvus.ro

Kulcsszavak: mofetták, gázömlések, állatok

A mofetták vulkanikus tevékenységhez kötődő, főleg szén-dioxidból álló gázfeltörések. Egyes biológiai hatásai már nagyon régen ismertek voltak és főleg a népgyógyászatban használták reumatikus és egyéb ízületi és érrendszeri problémák kezelésére. A gázömlések állandó veszélyt jelentenek az állatok számára, a gázba tévedő állatokra gyors, fulladásos halál vár. Nehéz elképzelni egy gázzal teli barlangnál hatékonyabb denevércsapdát, de a Madártemető elnevezés sem véletlen, és az ízeltlábú áldozatok száma is több ezres nagyságrendű. Kutatásaink során vizsgáltuk a székelyföldi mofetták környékének faunáját, és a gázömlések állatokra gyakorolt hatását.

THE INFLUENCE OF FUMARoles ON THE ANIMALS

Keywords: fumaroles, gas emanations, animals

The fumaroles (mofettas) are open gas emanations which emit steam and gases such as carbon-dioxide, sulfur-dioxide and hydrogen-sulfide. The local people utilize the biological effects of these fumaroles as treatment for rheumatism and other different diseases of articulations and the vascular system. These gas emanations represent a permanent danger for animals. Many birds, bats, rodents and arthropods die suffocated inhaling these gases. In our research we studied the fauna and the effects of the gas emanations on the animals in this area: to which species belong the highest number of dead individuals and why do these species enter the area of the gas emanations.

A ZOOLÓGIAI ÉS A BOTANIKAI GAZDAGSÁG VISZONYA ÁSZKARÁKOK ÉS PÓKOK TEKINTETÉBEN

Vona-Túri Diána^{1*}, Szmationa-Túri Tünde²

¹ Eötvös József Középiskola 3360 Heves Dobó út 29.

² Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola és Kollégium
3232 Mátrafüred, Erdész út 11

*turidiana79@gmail.com

Kulcsszavak: vegetáció, fauna, pók, ászkarák, gyepkezelés

Dolgozatunkban azt vizsgáltuk, milyen hatással van egy terület vegetációja az ott élő talajlakó ízeltlábúakra, valamint összefüggést kerestünk egy terület botanikai heterogenitása és a zoológiai gazdagsága között. Vizsgálataink két állatsoportot érintettek, az ászkarákat és a pókokat. A mintavételezést a Mátra-hegység két hegyi rétvén végeztük. A kezelt Lengyendi-Galya rét vegetációja kiemelkedően gazdag, ezzel szemben a kezeletlen Pizskés tetői legelő elcserjésedett. A gyűjtések során 19 talajlakó ízeltlábú fajt mutattunk ki a vizsgált területekről 887 egyedszámban. A Lengyendi-Galya réten 16 talajlakó ízeltlábú 505 egyede lett kimutatva, a Pizskés-legelőn valamivel kevesebb, 15 faj 383 egyede. A vizsgált ízeltlábúak faj- és egyedszáma a kezelt Lengyendi-Galya réten több volt, mint a kezeletlen Pizskés tetői legelőn. A pókok fajszáma a kezeletlen területen volt magasabb, ezzel szemben az egyedszám a kezelt területen volt kiemelkedőbb. A szárazföldi ászkarák fajszáma és egyedszáma is a kezeletlen legelőn volt alacsonyabb. Eredményeink rámutatnak, hogy a gazdag vegetációval bíró réten magasabb a vizsgált ízeltlábúak egyedszáma, ezzel szemben a fajszámok tekintetében a vegetáció hatása nem mutatkozott markánsan. A fajszámok és egyedszámok alakulásának tükrében egyértelműen nem állíthatjuk, hogy a botanikailag gazdag rétek gazdag faunával is rendelkeznek.

THE RELATIONSHIP OF THE ZOOLOGICAL AND BOTANICAL EXUBERANCE REGARDING ISOPODA, AND ARANEAE

Keywords: vegetation, fauna, spider, woodlouse, turf management

The meadow in Lengyend-Galya, which was popular among period botanists, and it was known as the best mountain meadow of the country, it is currently one of the exuberant botanical meadows of the country. The diversity of its vegetation is currently outstanding. On its area the most spreaded turf management process is the felling, stem crushing, mowing, the tasks of these processes are the reconstructing of the treeless corporations, and the maintaining of its current situation. In contrast, the pasture of Pizskés owing to the lack of turf management has become bushy and weedy. Its vegetation is poorer, and less exuberant from a floristical point of view. On these two outstanding areas we performed researches for arthropods living in the soil, in order to look for correlations between the heterogeneity of an area and oological exuberance of an area. In course of the collections, we found at the researched area 29 rthropod species living in the soil with a 887 number of heads. On the meadow of Lengyend-Galya, 28 arthropod species was detected with 505 individuals, on the meadow of Pizskés a little bit fewer, 383 individuals of 23 species. The number of the examined artrophod species and his individual number the treated meadow of Lengyendi- Galya there were more, than his untreated meadow of Pizskés tető. The number of the spider species was taller

on the untreated area, opposite this the individual was more outstanding on the handled area. The number of the terrestrial isopod species and his individual number were lower on the untreated area. Our results point out that the individual number of the examined artrophod is taller on the meadow managing the rich vegetation, the effect of the vegetation did not appear sharply in the look of the number of species opposite this. In the light of the development of the number of species and pieces of animals we can not assert clearly, that the exuberant botanical gardens has also a rich fauna.

Környezetföldrajz

TERMÉSZETES-POZICIONÁLIS VONZÁSRÉGIÓK ÉS FUNKCIÓI A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Miklós László*, Špinerová Anna**

Zólyomi Műszaki Egyetem, Ökológiai és Környezettudományi Kar

T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

*laszlo.miklos@savba.sk, **spinerova@vsld.tuzvo.sk,

Kulcsszavak: barrierék, természetes vonzásrégiók, helyzet, pozicionális funkciók

A tájstruktúrából adódó természetes barrierék az emberi tevékenységeknek akadályokat jelentenek. Ezek a barrierék a Kárpát medencében számtalan tudományos és gyakorlati interpretációra adnak lehetőséget és komoly kérdéseket is felvetnek. Az egyik legjelentősebb kérdéskör az egyes régiók természetes határainak kialakulása és e régiók térbeli pozíciójának és funkciójának meghatározása. Mindennek nagy jelentősége van a környezeti hatások szempontjából is. Ezt a témakört az Északnyugati Kárpátok példáján mutatjuk be. A cikk szervesen kapcsolódik a 2011-ben Kolozsváron megtartott VII. KÁRPÁT-MEDENCEI KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KONFERENCIA keretében prezentált munkánkhoz.

NATURAL-POSITIONAL REGIONS AND THEIRS FUNCTIONS IN THE CARPATHIAN BASIN

Keywords: barriers, natural gravitational regions, position, positional functions regionscorridors,

The natural barriers created by landscape elements express hinderances for human activities. Those phenomena offer us also in Carpathian basin opportunity for a number of scientific and practical interpretations, as well as they expose another number of serious questions. One of those is the creation of the natural borders of the regions and the definition of the spatial position and function of these regions. All that is great importance also from the point of view of environmental effects. The article introduces the risen topic on the example of the North-West Carpathians. The article is the organic succession of that one presented on the VIIth Conference on Environment in Carpathian Basin held in Cluj on 2011.

KOLOZSVÁR: A TÉRBELI NÖVEKEDÉS FÖLDTANI ÉS MORFOLÓGIAI KORLÁTAI

Poszet Szilárd*, Wanek Ferenc**

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Természettudományi és Művészeti Kar
RO-400112, Kolozsvár, Mátyás király (Matei Corvin) u. 4

*poszet@yahoo.com, **wanek.ferenc@gmail.com

Kulcsszavak: Kolozsvár, domborzatmódosítás, környezet, beépítettség

Fejlődése során Kolozsvár területi kiterjedése fokozatosan növekedett, aminek következtében a környezeti elemek is állandóan módosultak. Jelen tanulmányban elsősorban az utolsó évtized során bekövetkező domborzatmódosító folyamatokat, és ezeknek következményeit foglaljuk össze, ugyanis a város beépített területe ebben az időszakban ugrásszerűen megnőtt. A topográfiai felszín módosító közvetlen vagy közvetett domborzatalakító beavatkozások következtében olyan folyamatok indulhatnak meg, amelyeknek hosszú távú következményei lehetnek. Erre lehet következtetni az 1960–70-es évek építkezési rohamának napjainkra egyre határozottabban körvonalazódó környezeti problémáiból (ebben az időszakban a város beépített területe megduplázódott). Az utóbbi évtizedben lejátszódó robbanásszerű növekedés és a jövőbeli fejlesztés azokon a térszíneken történt (és zajlik napjainkban is), ahol a helyi földtani és morfológiai adottságok már korlátozó tényezőként jelentkeznek. Az elmúlt néhány évben, a város különböző részeit módszeresen és rendszeresen elemeztük, és részletes tanulmányosorozattal igyekeztünk ráirányítani a figyelmet azokra a veszélyekre, amelyek a természetes és az épített környezetet egyaránt fenyegetik. Dolgozatunkban körvonalazzuk a beépíthetőség lehetséges tartalékait, és a terjeszkedés földtani és morfológiai korlátozó tényezőit.

CLUJ-NAPOCA: THE GEOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL BARRIERS OF GROWTH IN SPACE

Keywords: Cluj-Napoca, relief modifying, environment, construction

During its development, the territory of the city kept growing and due to this growth the elements of the environment were constantly changing too. In this study we summarize first of all the relief modifying processes that happened during the previous decade and speak about their consequences, because this is the period when the territory of the city has drastically grown. Due to the interventions that have modified in a direct or in an indirect way the topographical relief some processes have started which might have long-term consequences. We can see today the more and more evident environmental problems caused by the rapid, forced building politics in the 1960-70s, when the territory of the city became twice as large as it used to be. During the previous decade the very rapid growth and the further plans of development have targeted those areas whose local geological and morphological characteristics already present barriers. During the past few years we have methodically and regularly analyzed and have tried to direct the attention to the dangers threatening both the natural and the built environment. In our study we give a delineation of the still existing possibilities of construction and present the geological and morphological factors that can be considered as the barriers of growth.

THE BIRCH RESERVE AT RECI AND THE LAKES OF OZUN-SÍNTIONLUNCA

Ráduly István*, **Ráduly Lenke****

Babes-Bolyai Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgy Stadion utca 14 szám
*radulyistvan@yahoo.com, **radulylenke@yahoo.com

Keywords: nature conservancy, environmental protection, conservation, environmental management.

Nature protection and conservation are fundamental elements of environmental protection as this is an important part of the human existence; it is a vital component of the present and future harmonious socio economic development.

The nature reserve called „The Birch Reserve at Reci and the Lakes of Ozun-Síntionlunca” implies special opportunities for the ecological researches. The reserve includes several ecosystems. Besides, the opposing areas (untouched, less ruined or degraded territories) offer us the possibility of comparative impact studies, moreover studying the natural processes of these will help the proper conservation efforts of the nature reserve and delimits the activities dealing with the conservation of habitats and the preservation of biodiversity on the reserved area.

The existence of this nature reserve offers the possibility of popularization of the region, of attracting financial sources for different economic activities and engagements connected to tourism, thus allowing the ascent of the region on the inland and international tourism market.

AZ ERDŐS TERÜLETEK ARÁNYÁNAK VÁLTOZÁSA AZ TOKAJ-EPERJESI-HEGYSÉG TERÜLETÉN XVIII. SZÁZADTÓL – NAPJAINKIG

Szalontai Lajos

Miskolci Egyetem, Földrajz Intézet, 3515. Miskolc-Egyetemváros
ecoszalo@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: természeti erőforrások, Zempléni-hegység, területhasznosítás, megújuló energiaforrás, erdős területek

Az észak-keleti országrészben található Zempléni-hegység területén hasznosítható természeti erőforrások közül mindig kiemelt szerepet kapott a történelem során a fa. Ez a nyersanyag, energiahordozó a történelem során nagy ráhatással volt a terület társadalomföldrajzára is.

Szeretném bemutatni, hogyan változott a XIX. Századtól napjainkig az erdős területek aránya a célterületen. Mikor, milyen események, hogyan befolyásolták a területhasznosítást, eljutva a XXI. századig, hogy jelenleg milyen viszonyok vannak a hegység területén és milyen elmozdulás várható a közeljövőben.

THE CHANGING OF THE WOODY TERRITORY RATE IN THE AREA OF THE EPERJES-TOKAJI-MOUNTAINS FROM THE XVIII. CENTURY UNTIL NOWDAYS

Keywords: natural resources, Zempléni-mountains, land usage, renewable energy, forest, wood

The wood as a natural resource has got always an important role during the history in the area of the Zempléni-mountains, and from its role it has got a huge impact on the areas human geography.

I'd like to presentate, how the woody territory rate change in the research area (in two microregions, Sátoraljaújhelyi and Sárospataki microregion) during the past 2-3 century, when and which events excercised an influence on the land usage and what will be the tendency in the future, because of the importance raising of the renewable energy sources in the XXI. century.

A GEOELEKTROMOS GEOFIZIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSAI A RÉGÉSZET TERÜLETÉN

Turai Endre*, **Hursán László**

Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék,

3515 Miskolc, Egyetemváros

*gfturai@gold.uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: geoelektromos módszerek, geofizika, régészet, falmaradványok.

Az előadás ismerteti a geoelektromos geofizikai módszerek régészeti alkalmazási lehetőségeit. Elemzi a terepen mérhető geoelektromos fizikai paraméterképek és a régészeti objektumok kapcsolatait.

Bemutatja a szatmári térség néhány kutatási területén mért fajlagos elektromos ellenállsképek felhasználását az eltemetett falmaradványok helyének meghatározására.

APPLICATIONS OF GEOELECTRIC GEOPHYSICAL METHODS IN THE FIELD OF ARCHEOLOGY

Keywords: geoelectric methods, geophysics, archeology, wall relics.

The paper presents the possibilities of archeological application of geoelectric geophysical methods. The connections between the field measurable geoelectric physical parameter images and the archeological objects will be examined.

The paper illustrates the application of the electric resistivity images measured over some exploration areas of Szatmár region for the place determination of buried wall relics.

Környezeti elemek: talaj

LEJTŐHORDALÉK TALAJOK OSZTÁLYOZÁSÁNAK KÉRDÉSEI

Bertóti Réka Diána*, **Dobos Endre****, **Holndonner Péter*****

Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar, Természetföldrajz-Környezettan

Intézet Tanszék, 3515 Miskolc, Egyetemváros

*ecodia@uni-miskolc.hu, **ecodobos@uni-miskolc.hu, ***ecohp@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: lejtőhordalék, kolluvium, kolluviális, talajosztályozás

A dolgozat célja a lejtőhordalék talajok hazai és nemzetközi osztályozási rendszerben elfoglalt helyének megállapítása, az egyes osztályozási rendszerek összevetése, e talajtípus jellemzőinek feltárása, majd ezek alapján a megújuló hazai talajosztályozási rendszerben a lejtőhordalék kategória meghatározása. Ennek érdekében sorra vettük a nemzeti és nemzetközi osztályozási rendszereket (magyar, német, szlovák, cseh, lett, WRB, stb.) és meghatároztuk a kolluviális, ill. lejtőhordalék típusok hierarchiában elfoglalt helyét, prioritási szintjét. Az összevetés során meghatároztuk továbbá a lejtőhordalék anyag osztályozás szempontjából legfontosabb tulajdonságait.

A kapott eredményből megállapítható, hogy a lejtőhordalék talajosztály szerepe a osztályozási rendszerben meghatározó. A lejtőhordalék talaj egyrészt főkategóriaként (magyar genetikai osztályozási rendszerben: lejtőhordalék talaj), másrészt a fiatal és kevésbé fejlett talajok, váztalajok, közethatású talajok, ill. változó talajok (Cambisol) főtípusainak jellemző alegységeként jelenik meg (WRB). Abban az esetben, ha a talajképződés a lejtőhordalék anyagon felismerhető diagnosztikai jellemzőket eredményez, vagy az áthalmozott anyag magával hozza diagnosztikai tulajdonságait, akkor a lejtőhordalék jelleg csak mint talajképző kőzet marad meg az osztályozási rendszerben. Mindezek eredményeképpen egy elméleti osztályozási rendszert dolgoztunk ki és mutatunk be példákat az egyes típusokra.

ISSUES IN CLASSIFICATION OF COLLUVIAL SOILS

Keywords: colluvial soil, colluvium, colluvic, soil classification

The aim of this paper is to define the position of colluvial soils in the Hungarian and international soil classification systems, and define the classification structure of colluvial soils in our renewing classification system. The occurrence of the colluvic properties in the national and international soil classification systems were compared. It was concluded, that the role of colluvial soils in soil classification is significant. Colluvial soils are identified either as major soil groups (e.g. in the Hungarian classification system), or as a sub-category, characteristic of the main soil group. In cases where significant diagnostic features are present, the colluvium only remains as a description of the parent material. As a final result, depending on the above written, we are trying to work out a theoretical soil classification system and examples of examined profiles will be shown as examples of the main categories.

A BELVÍZELÖNTÉS TALAJSZERKEZETRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA CSERNOZJOM TALAJÚ MINTATERÜLETEN

Gál Norbert, Farsang Andrea, Barta Károly

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.
gálnorbert@geo.u-szeged.hu

Kulcsszavak: belvív, talajszerkezet, penetrométer

Míg az 12990-es években Magyarországon a mezőgazdasági termelést elsősorban aszály sújtotta, addig az utóbbi évtizedben a belvív okozott károkat. Többváltozós kapcsolatvizsgálatok eredményei szerint a belvív képződésére a hidrometeorológiai, domborzati, földtani tényezők mellett a talajtani tényezők is nagymértékben hatnak.

Azonban nemcsak a talajtani paraméterek befolyásolják a belvív kialakulását, hanem maga a belvízi elöntés is módosítja a talaj tulajdonságait – hidromorf jegyek megjelenését, talaj szerkezetének romlását okozva.

Kutatásunkban dél-alföldi, karbonátos réti csernozjom talajú mintaterületen vizsgáltunk a belvív talajszerkezetre gyakorolt hatását. A mezőgazdasági művelés alatt álló, belvív által periodikusan borított területen, Landsat műholdképek multitemporális vizsgálatával 3 belvívoltot jelöltünk ki, melyekre egy DNyNy–ÉKK irányú, 700 m hosszú szegmenst illesztettünk. A szegmens mentén katéna elv szerint 2011 júliusában 50 m-enként feltalajmintát gyűjtöttünk 0–5, 10–15 és 20–25 cm-es mélységből, hogy összehasonlíthassuk a belvívmentes és belvízzel gyakran borított terület talajainak agronómiai szerkezetét, aggregátum-stabilitását.

Továbbá a 45 hektáros mintaterületen 3T System terepi penetrométer segítségével, 25x25 m-es mintavételi háló meghatározott pontjaiban 60 cm mélységig mértük a behatolási ellenállást és a talaj nedvességi állapotát, a talaj tömörödöttségi viszonyainak térképezése céljából.

EFFECTS OF EXCESS WATER ON SOIL STRUCTURE OF CHERNOZEM SOILS

Keywords: excess water, soil structure, penetrometer

The hungarian agriculture was stricken with drought in the 1990's, whereas excess water has caused damages in the previous decade. According to multi-variable correlation tests, pedological parameters influence on the formation of excess water besides hydrometeorological, geological or relief factors. But not only the soil parameters can take effect on the formation of excess water, but also excess water can modify the soil parameters – causing appearance of hydromorfical characteristics or physical degradation.

In our research the effects of excess water on soil structure were investigated on a cultivated study area (with Chernozem soil on the South Hungarian Great Plain) covered by excess water periodically. Three excess water patches were appointed with analysis of multitemporal Landsat images in the study area and were connected a southwest–northeast-east line, forming a 700 meter-long catena. In July, 2011 soil samples were collected along this catena at each 50 meters from the depth of 0–5 cm, 10–15 cm and 20–25 cm to compare the agronomical structure and aggregates stability of soils covered temporally by excess water and without it.

Furthermore, penetration resistance and relative moisture of soil were determined at the deep of 60 cm in definite points of a 25x25 m grid on the 45 hectares study field using 3T System hand penetrometer in order to create a multilayer-map from the soil compaction datas.

TALAJVASTAGSÁG MÉRÉSE GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL

Holndonner Péter^{1*}, Vass Péter^{2**}, Dobos Endre^{3***}, Bertóti Réka Diána^{4#},
Turai Endre^{5###}

Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar,
^{1,3,4}Természetföldrajz-Környezettan Intézeti Tanszék
^{2,5}Geofizikai Intézeti Tanszék

ecohp@uni-miskolc.hu*, *gfvassp@uni-miskolc.hu*, ****ecodobos@uni-miskolc.hu*,
[#]*ecodia@uni-miskolc.hu*, ^{###}*gfturai@uni-miskolc.hu*

Kulcsszavak: GPR, villámárvíz, talaj, talajvastagság, lejtőhordalék

Dolgozatunk témája, egy kistérségi vízgyűjtő talajtani adottságainak vizsgálata, ezen belül a talajtakaró vastagságának meghatározása geofizikai módszerekkel. A mintaterület, a Mádi-patak vízgyűjtője, ahol a dominánsan riolituffa-andezit tömör talajképző kőzet megjelenésének mélységét geoelektronikus mérésekkel, illetve nagyfrekvenciás elektromágneses hullámok alkalmazásán alapuló földradarral (GPR: Ground-Penetrating Radar) vizsgáltuk.

A vizsgálati eredmények többcélú felhasználása két kutatási programhoz kapcsolódik.

Egyrészt, a lejtőhordalék talajok egymástól eltérő genetikájú talajtípusainak kialakulását vizsgáló kutatási programhoz kapcsolódik. A vizsgálati eredmények domborzatmodell felhasználásával, lehetőséget ad a talajtakaró erodálásának mértékének további vizsgálatára, illetve az erózióbázis és az akkumulációs területek meghatározására.

Másrészt, a gyorsleforduló villámárvizek kialakulásának és lefordulásának tulajdonságainál domináns szerepet játszik a talaj vízbefogadó-és megtartó képessége, amely többek mellett nagyban függ a talaj vastagságától. Ezek az eredmények beilleszthetők egy lefordulási tényezőket vizsgáló összetett modellnek, illetve a mintaterületen 2005-ben történt ilyen jellegű természeti csapást vizsgáló kutatásnak.

SOIL THICKNESS MEASUREMENTS USING GEOPHYSICAL TOOLS

Keywords: electrical resistivity, soil thickness, colluvium, GPR

The topic of our paper is to determine the thickness of soil using geophysical tools in the drainage basin of a micro-region. The observation plot is the drainage basin of Mádi-creek, where we studied the depth of appearance of the dominantly rhyolite tuff-andesite compact parent material. We did the research with geo-electronic measures and with Ground-Penetrating Radar (GPR), which is based on high-frequency electromagnetic waves.

The results of the study can be used for multiple purposes and is related to two research projects. On one hand, it can be used in studies related to colluvial soils, where the formation of soils having different genetic structures is studied. The results of the study – using DDM – give a possibility to examine the rate of erodibility of the soil and to determine the erosion base and accumulation surfaces.

On the other hand, the water receiving capability and water holding capacity in soils plays a dominant role in the process of flash floods. and also – beside other factors - highly depends on the thickness of soil. These results can be fitted in a complex model investigating drainage factors, furthermore in a study that is looking into a natural disaster of this kind on the sample area, happened in 2005.

KÉMIAI BEHATÁSOKON ÁTESETT MEZŐGAZDASÁGI TALAJ GEOTECHNIKAI VIZSGÁLATA

Kántor Tamás*, Gonda Nóra

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet,
Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

**tamas.kantor@gmail.com*

Kulcsszavak: geotechnika, talaj, kémiai behatás, nyíróvizsgálat

A talaj a földkéreg legfelső termékeny rétege, ami szoros kapcsolatban van a Föld különböző szféráival. A talaj és szférikus rendszerek kölcsönösen hatnak egymásra, megváltoztatják egymás tulajdonságait. Dolgozatomban a talaj és az emberi tevékenységek következtében létrejövő kölcsönhatások egy szeletét kívánom bemutatni.

A talaj felhasználása rendkívül sokrétű lehet. Talajainkat használjuk például teherviselő rétegeként házak, mérnöki műtárgyak építéskor, építőanyagként, valamint mezőgazdasági termelés során, kultúrnövényeink táptalajaként. Ezen tevékenységek során fellépő kölcsönhatások az adott talajt többféle hatás érheti, amelyek egy része az adott „talajfeladat” vonatkozásában ronthatja a talaj viselkedését, de olyan eset is előfordulhat, amely bizonyos szintű javulást okoz, talajjavító hatása van.

Vizsgálataim során egy magyarországi termőterületről származó, mezőgazdasági talaj nyírószilárdsági és tömörödő-képességi paramétereinek változásait vizsgáltam, amelyeket különböző kémiai behatások okoztak. A talaj kiválasztásában két fő szempont vezérelt, egyrészt az, hogy mezőgazdasági területeken a komplex vegyszerhasználat következtében jelentős szerepe lehet ezen hatásoknak, másodsorban pedig olyan talajt kívántam kiválasztani, amely fizikai féleségét tekintve agyagtalaj, mivel ezeknél a talajoknál van a legnagyobb reakció felület a kémiai reakcióknak az agyagszemcsék nagy fajlagos felülete miatt.

A vizsgálataim kémiai részében szélsőségesen savas és lúgos irányba toltam el a vizsgált anyag pH értékét, valamint különböző szulfidok beadásával változtattam meg a rétegszilikátok szerkezetét.

A talajparaméterek meghatározásánál a geotechnikai gyakorlatban alap laboratóriumi vizsgálatnak számító nyíróvizsgálati módszert választottam. Ezen belül a körgyűrű nyíró berendezéssel végeztem vizsgálataimat.

Az eredmények megmutatták, hogy intenzív kémiai behatások következtében a vizsgált mezőgazdasági talaj tulajdonságai jelentősen megváltoznak, amely változások kedvezőtlen hatással bírhatnak az adott talaj mezőgazdasági alkalmazhatóságát illetően.

CHANGING OF GEOTECHNICAL PARAMETERS OF AN AGRICULTURAL SOIL DUE TO DIFFERENT KIND OF CHEMICAL IMPACTS

Keywords: geotechnics, soil, chemical impact, shearing measurement oedometric test

Soil is defined as the naturally occurring, unconsolidated mineral or organic material at the surface of the earth that is capable of supporting plant growth. The usability of it is moving in a wide range. Beside of agricultural usage it is the basement of houses, other kind of engineering work of art and we can use it as a building material.

The aim of my investigations was to define correlations between the chemical impacts and the changing of geotechnical parameters of a chosen soil.

To the laboratory measurements I choose a clayey soil from a Hungarian agricultural field. The selected soil was good choice in two aspects. In the first hand it is a clayey soil so it has huge effective reaction surface in the grains and in the interlayer spaces, and on the other hand it is an agricultural soil and in the agricultural practice a lot of chemicals are used which can cause soil degradation in the soil skeleton structure.

MEZŐGAZDASÁGI TALAJOK VIZSGÁLATA DINAMIKUS BEHATÁSOK KÖVETKEZTÉBEN

Makó Ágnes

Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet,
Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros
makoagnes@gmail.com

Kulcsszavak: geotechnika, mezőgazdaság, talaj, ciklikus, triaxiális

Napjainkban egyre inkább felértékelődik a jó minőségű termőtalaj szerepe a mezőgazdaságban. Ennek több oka is van, például a fokozott élelmiszer igény, illetve az energianövények termelése. Ezért fontos, hogy óvjuk a talajokat a különböző degradációt okozó külső behatásoktól. Az egyik ilyen ok lehet a talajművelés során fellépő tömörödések, melyeket a talajművelő eszközök okoznak.

A Miskolci Egyetem Geotechnikai Talajvizsgáló Laboratóriumában három különböző talajmintával dolgozunk, melyeknek agyagásványtani összetételét, valamint konzisztencia határait megállapítottuk.

A talajok származási helyét felkerestem és in situ méréseket végeztem 3T System penetrométeres berendezéssel, illetve ZORN, ZFG 3000 GPS könnyű ejtősúlyos dinamikus terhelőtárcsás terepi eszközzel (továbbiakban LDWT), valamint a mérési pontokból vett talajminták víztartalmát laboratóriumban meghatároztam. Az LDWT a gyakorlati használatban különböző földművek (gátak, út- és épületalapok) tömörödöttségi állapotainak vizsgálatára szolgál.

Magyarország talajainak mezőgazdasági alkalmasságát tekintve az egyik legalkalmasabb talajtípusba tartozik az általunk használt Megyaszó közeléből származó, fizikai fűleségét tekintve vályognak nevezett talaj. Ezen a területen több mérést végeztünk, melyekből megállapítható, hogy a méréssorozatok között talajművelést végeztek a mérési területen, amely a talaj fellazulásával járt együtt, illetve a mezőgazdasági gépjárművek okozta, szabad szemmel nem látható tömörödések jól kimutathatók.

Laboratóriumi méréseimet a Tritech 100 kN típusú triaxiális berendezéssel végeztem. A vizsgált közet, talaj illetve egyéb anyag tulajdonságait a mintavétel helyének megfelelő körülmények szimulálásával vizsgálja. A ciklikus bővítés alkalmassá teszi, rezgő terhelésekkel (vasúti forgalom, földrengés, esetünkben mezőgazdasági gépjárművek) kombinált vizsgálatok elvégzésére.

Munkám végeredménye arra ad választ, hogy a fent említett terepi és laboratóriumi mérési módszerek eredményei között felfedezhető-e szoros kapcsolat, s hogyan jellemezik az adott talajt.

LABORATORY AND IN-SITU INVESTIGATIONS OF BEHAVIOR OF AGRICULTURAL SOILS DUE TO DYNAMIC IMPACTS

Keywords: geotechnics, agriculture, soil, dynamics, triaxial

Nowadays the question of good quality soil is one of the most important issues all over the world. On the one hand the population of the Earth is growing very fast and the needs of good quality and sufficient quantity foods could be solved with good quality soils. So the protecting of our soils is one of the key issues in the 21st century. Among other things the degradation caused by agricultural processes is a very huge problem in these days.

At the Geotechnical Soil Testing Laboratory of University of Miskolc our research group works on three different soils, the difference among these soils is the clay content of its. All of these soils are collected in agricultural field.

In-situ measurements were carried out on these agricultural fields with 3T System penetrometer to measure the agricultural moisture content on field, the soil resistance against penetration and find the pan level. Other equipment was also used during the field research. It is called Light weight-drop tester (LWDT) and it is a very new technology in Agrogeotechnical science because it was developed to investigate the compaction level of dams, foundations of motorways and other engineering work of arts. The soils were sampled on fields and measured the moisture contents of its in the laboratory as well to compare the agricultural and geotechnical moisture contents.

Beside of the laboratory moisture content test dynamical triaxial tests were carried out on agricultural-field samples. We used a Tritech 100 kN type machine to determine properties of soils under dynamic stresses. This machine is able to simulate different kind of dynamic effects that could occur on agricultural fields.

The main goal of my work was to compare results of laboratory and in-situ measurements and define changes of soil properties that caused dynamic effects.

KAOLINITEK AGGREGÁLÓDÁSA ÉS A KISZÁRADÁS - DUZZADÁS HATÁSA BENTONITOK MIKROAGGREGÁTUMAIN

Udvardi Beatrix^{1*}, Kovács István^{2**}, Szabó Csaba^{1***}, Mihály Judith^{3#},
Németh Csaba^{3##}

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Litoszféra Fluidum Kutató Labor, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

²Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, 1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.

³MTA Kémiai Kutatóközpont, 1025 Budapest, Pusztaszeri u. 59-67.

*udvbeatrix@gmail.com, **kovacsij@elgi.hu, ***cszabo@elte.hu,
#mihaly@chemres.hu, ##cs.nemeth@chemres.hu

Kulcsszavak: agyagásványok, aggregálódás, SEM, ATR-FTIR

A talajok agyagásvány tartalma jelentősen befolyásolja azok tulajdonságait, úgymint a makro- és mikroaggregációt, az expanziós képességet, illetve a kationcsere kapacitást, azaz közvetlenül kihat a talajt kísérő folyamatokra (száradás-duzzadás, vízháztartás, talajfolyási jelenségek) és a talajdegradációra, ezért ezeknek a tulajdonságoknak a vizsgálata lehetőséget ad a talaj agrogeológiai értékelésére és a földhasználat jövőbeli hasznosítására.

Munkánk során nagy agyagásvány tartalmú bentonit (SWy-2, STx-1b) és kaolin (KGa-1b, KGa-2) minták mikroaggregátumain megfigyelhető bélyegeket követtük

nyomon pásztázó elektronmikroszkópi (SEM) felvételek és gyengített totálreflexiós Fourier transzformációs infravörös spektrometria (ATR-FTIR) segítségével. A nagy duzzadó agyagásvány tartalmú bentonit minták esetében a kiszáradás és a duzzadás hatására bekövetkező változásokat azonosítottuk (pl. az aggregátumok alakjának változását).

A bentonitok és a kaolinek esetében is a megfigyelt infravörös spektrális jegyek visszatükrözték a mikroaggregátumok szintjén megnyilvánuló különbségeket, amely a két módszer (SEM és ATR-FTIR) együttes alkalmazásának szükségességét növeli az agyagos talajok vizsgálatában.

AGGREGATION OF KAOLINITES AND SWELLING-DRYING EFFECT IN MICROAGGREGATES OF BENTONITES

Keywords: clay minerals, aggregation, SEM, ATR-FTIR

The clay mineral content of the soils can significantly influence their properties such as the macro- and microaggregation, the expansion capability, as well as cation exchange capacity which all affect the accompanying processes of the soils (e.g. swelling-drying, water balance, soil fluctuation phenomenon) and the soil degradation. Study of these properties on soils provides an agrogeological survey of soils and their future utilization.

We observed the features of microaggregates by images of scanning electron microscope (SEM) and Fourier transformation infrared spectrometry equipped by an attenuated total reflectance cell (ATR-FTIR) in bentonites (SWy-2, STx-1b) and kaolines (KGa-1b, KGa-2) with high clay mineral content. We examined the changes due to swelling and drying in bentonites with high swelling clay mineral content (e.g. changes in shape of the microaggregates).

The detected infrared signatures shed light on the differences in a range of microaggregates observed on SEM images. These indicate the significance and usefulness of combination of two techniques simultaneously for the investigation of properties of argillaceous soils.

TALAJDEGRADÁCIÓS FOLYAMATOK ÉS SZÉLSŐSÉGES VÍZHÁZTARTÁSI HELYZETEK, MINT KÖRNYEZETVÉDELMI PROBLÉMÁK A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

Várallyay György

MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézete (MTA AKK TAKI), 1022 Budapest, Herman O. út 15. E-mail:

g.varallyay@rissac.hu

Kulcsszavak: talaj-víz kölcsönhatások; talajdegradációs folyamatok; szélsőséges vízháztartási helyzetek; talajnedvesség-szabályozás; fenntartható talajhasználat és vízgazdálkodás

A Kárpát-medence legfontosabb – feltételesen megújuló-természeti erőforrásai a *talajképzőzetek* (ill. az „anyagőzet”-talaj-víz-felszín közeli légkör-bióta-ökoszisztéma kontinuum meghatározta „termőhely”). A társadalom egyre inkább kihasználja (gyakran túlhasználja) a talaj három unikális és specifikus tulajdonságát: multifunkcionalitását, termékenységét, megújuló képességét.

A Kárpát-medence, elsősorban az alföldek, általában kedvező *agroökológiai* adottságokkal rendelkeznek, s jó lehetőséget nyújtanak az élelmiszer-, takarmány-, ipari nyersanyag-, esetleg energia célú *biomassza-termelésre*. Ezek a kedvező adottságok azonban térben és időben egyaránt igen nagy *változatosságot* mutatnak, *szélsőségekre* hajlamosak, *szeszélyesek*, ezért nehezen előrejelezhetőek, s *érzékenyen reagálnak* természeti okok miatti, vagy az emberi tevékenységből adódó stressz-hatásokra.

A viszonylag kedvező adottságokat elsősorban az alábbi 3 *talajtani tényező* veszélyezteti:

Talajdegradációs folyamatok: víz és/vagy szél okozta erózió, savanyodás, szikesedés, szerkezet-leromlás, tömörödés, biológiai degradáció.

Szélsőséges vízháztartási helyzetek: egyaránt jelentős árvíz-, belvíz- és túlnedvesedés-veszély, illetve aszályérzékenység (gyakran ugyanabban az évben, ugyanazon a területen).

Elemek (elsősorban növényi tápelemek, és potenciálisan káros szennyező anyagok) *biogeokémiai ciklusának kedvezőtlen irányú megváltozása* (szervesanyag-tartalom csökkenése; kilúgzódás–felhalmozódás; fixáció–kibocsátás; (im)mobilizáció).

A hosszú távú időjárási/hidrologiai előrejelzések szerint a *szélsőséges vízháztartási helyzetek* és sokoldalú káros következményei valószínűsége, gyakorisága, tartama és súlyossága a jövőben növekedni fog. Következésképpen egyaránt a *víz* lesz a sokcélú, fenntartható biomassza-termelés, mezőgazdaság- és vidékfejlesztés, valamint a környezetvédelem egyik meghatározó tényezője, a vízháztartás-szabályozás pedig egyik kiemelt jelentőségű kulcsfeladata.

A kedvezőtlen talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek – bizonyos határfeltételek között – *szabályozhatók*: káros gazdasági/ökológiai/környezeti/társadalmi következményei megelőzhetőek, kivédhetőek, bizonyos tűrési szintig mérsékelhetőek. Mégpedig korszerű, sokoldalú, részletes és pontos adatbázisokra, információs és monitoring rendszerekre alapozott reális és megbízható előrejelzések, érzékenység és stressz-tűrés elemzések alapján.

SOIL DEGRADATION PROCESSES AND EXTREME HYDROLOGICAL SITUATIONS AS ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE CARPATHIAN BASIN

Keywords: soil-water relationships; soil degradation processes; extreme hydrological situations; soil moisture control; sustainable soil and water management

Soils are the most important – conditionally renewable – *natural resources* in the Carpathian Basin. Society uses soil resources, utilizing their three specific and unique soil characteristics: multifunctionality, productivity and resilience. The natural conditions in the Carpathian Basin are generally favourable for rainfed, sustainable, multipurpose biomass production. These conditions, however, show extremely high, irregular, consequently hardly predictable spatial and temporal variability, often extremes, and sensitively react to various natural or human-induced stresses.

1. *Soil degradation processes*: soil erosion by water and/or wind, acidification, salinisation/sodification, structure destruction and compaction, biological degradation.
2. *Extreme moisture regime*: simultaneous hazard of flood, waterlogging, over-moistening and drought sensitivity.

3. *Unfavourable changes in the biogeochemical cycles* of elements, especially of plant nutrients and environmental pollutants.

According to the long-term hydrogeological forecasts, the probability, frequency, duration and seriousness of *extreme hydrological situations* and the hazard of their harmful consequences will increase and *water* will be the key factor of sustainable biomass production, agricultural and rural development, and environment protection.

Unfavourable processes and their harmful economical/ecological/social consequences can be prevented or at least moderated on the basis of real prognoses, based on comprehensive soil and water databases, information and monitoring systems.

KÖRNYEZETGEOKÉMIAI VIZSGÁLAT AJKAI VÁROSI TALAJOKON

Zacháry Dóra^{1*}, Jordán Győző^{2**}, Szabó Csaba^{1***}

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közvetlen és Geokémiai Tanszék, Litoszféra Fluidum Kutató Labor, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, Magyarország
²Magyar Állami Földtani Intézet, Környezetföldtani Osztály, 1143 Budapest, Stefánia út 14., Magyarország

*zachary.dora@gmail.com, **jordan@maf.hu, ***cszabo@elte.hu

Kulcsszavak: városi talajok, szennyezés, nehézfémek

A városi életterekben fokozott mértékben fordulhatnak elő a közlekedés, ipar, műtrágyák, salak- és meddőhányók szennyezései, valamint a hulladékégetésből származó melléktermékek. Mivel napjainkban a világ népességének több mint fele városokban él, az elmúlt évtizedekben fokozott figyelmet kapott a városi környezet szennyeződésének kérdése. A talaj a városi ökoszisztéma egyik legfontosabb része, mivel elengedhetetlen eleme a kőzet – talaj – növény – állat és ember ciklusnak, a rövid életű biokémiai folyamatoknak, a növények tápanyagfelvételének és a felszín alatti vizek körforgásának.

Ez a munka a vizsgált 17 elem közül azokra összpontosít (As, Pb, Cd, Mo, Ba), amelyek az ajkai fő szennyezőforrásokat leginkább reprezentálják. Célunk a szennyezések térbeli elterjedésének nyomon követése azért, hogy a szennyezéseket kibocsátó források és az azokat koncentrálnó városi talajok közötti kapcsolatot felmérjük.

Ajka Magyarország egyik legjelentősebb ipari városa volt a múltban, kombinált szennyezőforrásokkal rendelkezik, többek között az üvegyárral, valamint a közeli bauxit- és szénbányászatra épülő timföldgyárral és szén alapú hőerőművel. A mintavétel során 44 mintavételi pontról 46 mintát gyűjtöttünk a talaj 0-10 cm-es felső részéből egy 1x1 km-es rácsháló szerint. Az egész hálózat 48 km²-es, amelyben minden egyes grid cellában a mintázott területek között játszóterek, parkok és egyéb közösségi helyek szerepelnek.

A laboratóriumban 40 °C-on történő szárítást, homogenizációt és szitálást végeztünk el, amelyet a szemcseméret-eloszlás és az ICP-OES módszerrel történő vizsgálat követett. Az adatok segítségével az As és Ba esetében a kőszénbánya, a Mo esetében a nagy szervesanyag-tartalmú tőzeg, az Pb esetében a hőerőmű, a Cd esetében pedig több forrás közötti térbeli összefüggés kimutathatóvá vált. Munkánk másik fontos célja a szennyezett városi közösségi területeket feltérképezése.

GEOCHEMICAL MEASUREMENTS ON URBAN SOIL SAMPLES FROM AJKA, HUNGARY

Keywords: urban soil, pollution, heavy metal contamination

Urban environment may concentrate contaminants in large quantities deriving from industry, traffic, fertilizers, tailings and wastes. More than half of the world's population is living in urban areas and urban environmental pollution have received significant attention in the past few decades. Soil is one of the most essential parts of the urban ecosystem contributing to the biogeochemical cycles along the rock-soil-plant-animal and human pathway. Soil plays a fundamental role in plant nutrient uptake and groundwater filtration, too.

This work focuses on the toxic metal (As, Hg, Pb, Cu, Zn, Cd, Ni) content of soils and their spatial distribution in order to find a link between the contamination sources and the receiving urban soils at sensitive receptor locations.

Ajka has been one of the most industrialized towns in Hungary with multiple contamination sources of heavy alumina industry and coal-based power plants supplied by the nearby bauxite and coal mines. 46 soil samples have been collected at 44 locations at a depth of 0-10 cm along a 1x1 km grid. The whole grid covers an area of 48 km². In each grid cell a sampling site was selected at playgrounds, parks and other communal areas.

Sample preparation included drying at 40°C, thorough homogenization and sieving to 2mm fine earth. Grain size distribution and soil pH were also determined. Samples were analysed with ICP-OES and SEM methods. Results revealed the contaminated areas associated with past industrial sites. This study also identified locations with considerable contamination at sensitive receptor in urban public areas.

KLÓROZOTT SZÉNHIIDROGÉN SZENNYEZÉSEK TRANSPORT- FOLYAMATAINAK MODELLEZÉSE SEAM3D ÉS UTCHEM PROGRAMKÓDOK ALKALMAZÁSÁVAL

Zákányi Balázs*, **Szűcs Péter****

Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai
Intézeti Tanszék, 3515, Miskolc-Egyetemváros

*hgzb@uni-miskolc.hu, **hgszucs@uni-miskolc.hu

Keywords: DNAPL, transport-modelling, UTCHEM, SEAM3D,

The chlorinated hydrocarbons are involve to denser than waterchemicals. Except to the subsurface geological features the behaviour of chlorinated hydrocarbons may be considered their chemical, physical, chemical characteristics, influence, these are not limited to density, kinematic viscosity, surface tension, chemical composition, solubility in water and other solvents, vapor pressure, Henry constant and wetting in the transport modeling. The difficulty is that it is not so easy to find such information from DNAPL.

In our research we used the Groundwater Modeling System (GMS). For modeling we used the next two modules:UTCHEM: Utchem is a modul of the GMS. The modul was developed at the Center for Petroleum and Geosystems Engineering at the University of Texas at Austin as a chemical flood simulator for enhanced oil recovery design. In recent years, Utchem has been adapted for a variety of environmental applications as well.

SAEAM3D: A reactive transport model used to simulate complex biodegradation problems involving multiple substrates and multiple electron acceptors.

KVANTITATÍV SZERVESANYAG-VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE HAT MAGYARORSZÁGI TALAJON

Zboray Nóra^{1*}, Szalai Zoltán²

¹ ELTE TTK FFI, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

² ELTE TTK FFI, MTA FKI CsFK 9400 Sopron Csatkai Endre utca 6-8

*nora.zboray@gmail.com

Kulcsszavak: talaj, szervesanyag, összehasonlítás

A talaj szerves anyagai mennyiségi meghatározásának számos eljárása ismert. Ezek egymástól jelentősen különbözhetnek, földrajzi régióként esetleg tudományos iskolánként más-más eljárásokat preferálnak. Egy kultúrkörön belül is több protokoll lehet használatban, aminek oka az, hogy egyik módszer sem tökéletes, eredményességük nagyban függ a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaitól.

Hazánkban a legelterjedtebb kvantitatív meghatározási módszerek a magas hőmérsékletű izzításon, ill. a krómsavas oldatokkal illetve bikromáttal történő oxidáción alapulnak, de az utóbbi években a non-diszperzív infravörös spektroszkópia is terjedőben van. Az izzításon alapuló eljárások elsősorban a magasabb szervesanyag-tartalmú anyagok vizsgálatánál terjedtek el, de azokat a vizsgálandó anyag magas kalcium-karbonát tartalma zavarhatja. A legtöbb ásványi talaj esetében a mezőgazdasági talajvizsgálatoknál is (MSZ-08-0206-2:1978) használatos krómsavas módszereket használják. Ezen eljárásoknál a különböző szilikátásványokból esetlegesen feltáródó kétértékű vegyértékváltó fémek (Fe^{2+} , Mn^{2+}) befolyásolhatják leginkább a méréseket. Ezen zavaró hatások többségének eredménye képen a valóságosnál magasabb szervesanyag-tartalmat mérünk.

Előadásomban a négy hazánkban legelterjedtebb talaj szervesanyag mérési (Tyurin-féle titrimetriás, kolorimetriás, izzítási veszteségen alapuló meghatározás és non-diszperzív infravörös spektroszkópia) módszert hasonlítom össze jellemző magyarországi talajok A-szintjeinek, valamint egy szerves anyagokkal szennyezett talajszerű anyag vizsgálata alapján.

COMPARING SOM MEASURING METHODS ON SIX HUNGARIAN SOILS

Keywords: soil, organic matter, comparison

There are a lot of procedures for the measuring of soil organic matter (SOM) content. These protocols may vary across laboratories because none of them are perfect. The result of a measuring depends on the soil's physical-chemical composition like for ex. mineral characteristics.

In Hungary the most common procedures to detect SOM content are Loss on Ignition and wet oxidation with potassium-dichromate, but the non-dispersive infrared spectroscopy method is also spreading. Loss on Ignition is appropriate for soils with high organic content, but carbonates can disturb measurements. For mineral soils wet oxidation with dichromate is commonly used in agriculture for organic carbon determination (MSZ-08-0206-2:1978). These methods have also some problems. Valence changing

elements freed from silicates (Fe^{2+} , Mn^{2+}) can influence measurements, thus due to these disturbing effects results are higher than they should be.

In my presentation I compare the four most current methods for determining SOM content in Hungary. These are the Tyurin titrimetric, colorimetric, Loss on Ignition and non-dispersive infrared spectroscopy methods. My samples were taken from the uppermost A horizon of Hungarian soils and I measured SOM content in a soil like substance collected from the side of a road.

A GLEJES TALAJRÉTEGEK MEGJELENÉSÉNEK BECSLÉSE TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL

Dobos Endre, Vadnai Péter*

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar
Természetföldrajz - Környezettan Intézeti Tanszék
3515 Miskolc – Egyetemváros
**ecovape@uni-miskolc.hu*

Kulcsszavak: talaj, talajvízszint, interpoláció, glejes talajréteg, térinformatika

A talajvízszint, és annak ingadozása jelentős befolyással bír a talajfejlődésre, és ezen keresztül a természetföldrajzi környezetre. A talajvíztől való nagy távolság, vagy a talajrétegek állandó, illetve időszakos elöntése egyaránt jelentősen kihat a talajfolyamatokra, és ezáltal a vegetációra. Ennek ellenére a talajvíz talajokra gyakorolt hatásának térinformatikai módszerekkel történő becslése még gyerekcipőben jár.

A kutatás célja, hogy geostatistikai módszerek alkalmazásával összefüggéseket keressen a főbb talajtípusok, a fizikai féleség, a talajvízszint, valamint annak változása között. A vizsgálathoz a VITUKI Nonprofit Kft. 2006 évi Vízrajzi Évkönyvének adatait használtuk fel. Ez alapján egy vektoros térinformatikai adatbázist készítettünk. Az adatbázis pontként tartalmazza a felszínközeli vizek mérőállomás hálózatát, valamint az egyes pontokhoz tartozó 2006 évi kis-, és nagyvíz adatokat.

A statisztikai elemzést a mért adatok alapján, több eljárás közül kiválasztott, a számunkra legalkalmasabb interpolációs módszerrel készült felszínre készítettük el. A vizsgálatokhoz az Agrotopo vektoros talajtani adatbázist alkalmaztuk.

A magas talajvíz időszakos, vagy állandó jelenlétére a talajban megjelenő glejes rétegek utalnak, amelyek az oxidatív, és redukzív környezet váltakozásának indikátorai. Ezért a kutatás első körében a glejes rétegek megjelenési mélységeire próbálunk becsléseket tenni térinformatikai, és geostatistikai eszközökkel. Ez szolgáltatja a dolgozat fő témáját.

GIS-BASED ESTIMATION OF APPEARANCE OF GLEYIC COLOUR PATTERN IN THE SOILS

Keywords: soil, groundwater-level, interpolation, gleyic colour pattern, GIS

Groundwater level and its fluctuation have a significant influence on soil development, and through this on the geographical environment. The large depth to groundwater, or the constant or periodic saturation of soil horizons both have a significant effect on soil processes and hereby on the vegetation. All the same, the GIS-based estimation of groundwater impact on the soil is still in its infancy.

The aim of this research is to find correlations between the major soil types, physical properties, groundwater level and its fluctuation, using geostatistical methods. The data source of this study was the Hydrographic Yearbook 2006 of VITUKI Nonprofit Kft. According to these data, a vector based GIS database was created. The database contains each point of the groundwater-level monitoring station network, moreover the low and high groundwater data from the year 2006, belonging to each point.

Several interpolation methods were tested, and the most accurate one was chosen to predict the water and terrain surfaces based on the measured data. These ones, and the Agrotopo vector based digital soil database were used for the statistical analysis.

The appearance of gleyic colour pattern in the soil refers to the presence of seasonally or permanently high water table. These are the indicators of the alternating oxidative and reductive environment. Therefore in the first round of the research we try to estimate the depth of appearance of the gleyic colour pattern using GIS modeling, and geostatistical methods. This is the main topic of this paper.

Környezeti elemek: víz

AZ ÖSSZ-OLDOTT ANYAG VÁLTOZÁSA A DÉL-HARGITA DNY-I LEJTŐINEK ÁSVÁNYVIZEIBEN

**Bán Barna¹, Benkő Csaba¹, Boér Ágnes¹, Czellecz Boglárka^{1*}, Kis Boglárka-
Mercedesz², Márton Réka¹, Pál Zoltán¹, Sütő Szabolcs¹, Szász Árpád³, Szász Béla¹**

¹Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Clinicilor utca, 5-7 szám, 400006
Kolozsvár, Románia

²Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Környezettudományok és Környezetmérnöki Kar,
Fântânele utca, 30 szám, 400294 Kolozsvár, Románia

³Országos Ásványvíz Társaság, Kőrösi Csoma Sándor utca, 2 szám, 530101
Csíkszereda, Románia

**czelleczke@yahoo.com*

Kulcsszavak: Dél-Hargita, ásványvíz, össz-oldott anyag, oldott CO₂, tengerszint feletti magasság

A Keleti-Kárpátok (Románia) vulkáni hegyláncának legdélibb vonulata a Hargita-hegység. Ezen belül is ásványvíz előfordulások tekintetében a Dél-Hargita egy jellegzetes terület.

A Dél-Hargita vulkáni platóján és annak környékén felszínre törő ásványvizek magas oldott anyag és CO₂ tartalommal rendelkeznek. A Székelyföldi Ásványvíz Kataszter munkacsoport mérései alapján a tengerszint feletti magasság emelkedésével az ásványvizek mineralizációja csökken, CO₂-tartalma ugyanúgy magas marad. Hasonló kutatásokat É-Portugália, Ny-Németország ásványvizeiről végeztek.

A SZAK munkacsoportunk 2008 májusában valamint 2011 júliusában, októberében és novemberében végzett méréseket a Dél-Hargita egyes területein. Terepi méréseink során az oldott CO₂-tartalom meghatározására hagyományos laboratóriumi módszert alkalmaztunk (titrálás), az összmineralizáció meghatározása elektródás multiparaméter

mérővel történt. Az ásványvizek pontos helyzetének és tengerszint feletti magasságának meghatározása kézi GPS készülékkel történt.

A SZAK kutatócsoport célja megtalálni és meghatározni azt a földrajzi határt, amely fölött vagy alatt az ásványvizek oldottanyag tartalmában lényeges változás áll be.

A kutatásba bevont területeken (Kápolnásfalu, Szentegyháza, Szelterszfürdő, Kirujfürdő, a Kormos-patak felső szakasza, a Barót és Uzonka patakok által közrezárt terület) felmért ásványvizek oldott CO₂-tartalma 1200 mg/l fölötti, össz-oldott ásványianyag tartalma pedig 350 mg/l alatt marad a tengerszint fölötti magasság emelkedésével. A dolgozatban választ keresünk a jelenség okaira rávilágítva a földrajzi elhelyezkedésre és földtani adottságokra.

CHANGES IN TDS CONTENT OF NATURAL MINERAL WATERS

Keywords: South-Harghita Mountains, mineral water, total dissolved solids, dissolved CO₂, altitude

The southern element of the Neogene-Quaternary volcanic chain in the Eastern Carpathians is the Harghita Mountains.

Mineral waters springing up on the plateau of South-Harghita Mountains and its surroundings can be characterized by a high value of total dissolved solids content and a high CO₂ content as well. After measurements made by our Mineral Water Cadastre of Seklerland (Eastern Carpathians) working group, by increasing of altitude the TDS content of mineral waters shows a decreasing trend, while the dissolved CO₂ of the springs remains at the same level. Similar researches were made for mineral waters in Northern Portugal and Western Germany.

Our measurements were made in May 2008, July-November 2011 on several areas of SW part of South-Harghita Mountains. We performed our measurements with handheld devices: multi-parameter gauge with several electrodes for measuring the water TDS content, dissolved CO₂ determination was made by traditional laboratory method (titrimetry), for the geographic positioning of the springs a handheld GPS was used.

The overall goal of our study is to determine a geographical threshold which separates the low and high TDS content mineral water springs.

On our study areas (Căpâlnița, Vlăhița, Selters and Chirui Spa areas, the Upper Cormoș Valley, the area encircled by Baraolt and Ozunca creeks) mineral waters have a dissolved CO₂ content above 1200 mg/l and TDS content below 350 mg/l by the increasing of altitude.

In the present case study we try to emphasize the geographical and geological features which could cause the studied phenomena.

VALÓS ÉS MODELLEZETT VILLÁMÁRVÍZI ESEMÉNY ÖSSZEHASONLÍTÁSA 1.

Kovács Károly Zoltán *, **Holndonner Péter ****, **Dobos Endre *****

Miskolci Egyetem - Műszaki Földtudományi Kar,
Természetföldrajz-Környezettan Intézeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros, A4
(fő)épület, III. em. 302. szoba

ecocares@uni-miskolc.hu*, *ecohp@uni-miskolc.hu*, ****ecodobos@uni-miskolc.hu*

Kulcsszavak: villámárvíz; megelőzés; összehasonlítás; valós adat; modellezés;

Dolgozatunk témája a Mádi-patak 2005-ös villámárvíz dokumentált adatainak összehasonlítása, az ugyanezen kistérségi vízgyűjtő digitális domborzatmodellje alapján lefutott árvíz szimuláció eredményével. A szimulációt az Egyesült Államok Hydrologic Engineering Centre által fejlesztett River Analysis System (HEC-RAS) programjával végeztük. A hőzivatatok által kialakult gyorslefolysú árvizek lefolyását és kialakulását befolyásoló tényezők bemenő adatként szolgálnak jelen modellünkhöz. Ezek az adatok a terület domborzatmodellje és az abból származtatott domborzati tulajdonságokat tartalmazó állományok, a talaj fizikai tulajdonságai, a területhasználat, illetve a meteorológiai és hidrológiai adatsorok.

A rendelkezésünkre álló dokumentáció, mely az árvizet követő napon készült, lehetővé teszi modellünk pontos ellenőrzését. Az adott időpontra vonatkozó adatokból a HEC-RAS modellel kapott eredményt összehasonlítjuk az előtérzés valós kiterjedésével és az eltérések által felvetett kérdésekre próbálunk választ adni.

COMPARISON OF A REAL AND A SIMULATED FLASH FLOOD EVENT

Keywords: HEC-RAS; flash flood; simulation; comparison; real data;

The subject of our essay is to compare the real documentation of the 2005 flash flood of the Mád Creek to the results of the runoff simulation based on the digital elevation model of the area. The modelling software is the River Analysis System developed by the US Army Hydrologic Engineering Centre, called HEC-RAS. The input data of our model are the DEM, data generated from the DEM, different soil parameter data sets, landuse, meteorological and hydrological records.

The documentation which was made on the day after the flood, gives us the possibility to verify our simulation. The differences between the real scenario and the result of the HEC-RAS model rise questions to answer, which help define the importance of other factors of the water runoff.

TERMÉSZETI ÉS ANTROPOGÉN TÉNYEZŐK HATÁSA A HERNÁD FOLYÓ MEDERVÁNDORLÁSÁRA

Kozma Katalin*, **Puskás János**

Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely Károlyi G. tér 4.

**kata.kozma8@gmail.com*

Kulcsszavak: Hernád, medervándorlás, csapadék

A Hernád folyó közvetlen környezetére nemcsak a természeti tényezők hatnak, hanem az ember megjelenése, tevékenysége is. Ez az el nem hanyagolható tényező jelentős hatással van a természetes tájra, így a Hernád folyó mederalakulására is. Az elmúlt évek során a folyópart pusztulásának intenzitását mértük egy kiválasztott területen. A történeti térképi fel-dolgozások és a terepi GPS mérések segítségével rekonstruáltuk a folyómeder ezen szakaszának mozgását. Az elmozdulás értékei helyenként elérték a 4-6 m-t is pár éves viszonylatban. A mérések során vizsgáltuk a természeti tényezők (csapadék, vízállás) és az antropogén tényezők kapcsolatát. A vizsgálatok eredményeképpen kimutatható a kölcsönhatás az egyes környezeti elemek között. A vízállás ingadozása, a csapadék mennyiségének jelentős mértékű csökkenése a térségben (100 év alatt mintegy 50-100 mm), valamint a művelés módja és intenzitása nagyban meghatározza a partfal pusztulásának mértékét.

EFFECTS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE MEANDERING OF RIVER HERNÁD

Keywords: Hernád, meandering, precipitation

Natural factors affect not only surroundings on River Hernád, but the appearance of people and their activities as well. These significant factors effect on the natural landscape and the river meandering processes as well. In recent years, we measured the intensity of the destruction of the high banks in a selected area. By the comparison of historical maps and the GPS measurements in the field, we reconstructed the movements of the river bed. The results show the displacement values, which are 4-6 meters in some place under a few years. We were examined the natural factors (precipitation, water levels), anthropogenic factors and the relationships between them. The results of the researches demonstrated the interaction of certain environmental elements. The water level fluctuations, the significant decrease of the precipitation in the region and the type and intensity of cultivation is largely determined the extent of the destruction of high banks.

A NŐTINCI-VÍZTÁROZÓ KÖRNYEZETKÉMIAI ÉRTÉKELÉSE

Sárközi Edit^{1*}, Nagy Nikoletta¹, Angyal Zsuzsanna², Kardos Levente¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, 1118 Budapest Villányi út 29-43.

²ELTE TTK Környezettudományi Centrum, 1117. Budapest Pázmány Péter sétány 1/a.

*edit.sarkozi@uni-corvinus.hu

Kulcsszavak: vízkémia, vízminőség, Nőtincsi víztározó, állapotfelmérés

A Föld egyes országaiban egyre nagyobb problémát okoz az édesvíz készletek fogyása vagy annak hiánya. Magyarország abban a szerencsés helyzetben van, hogy édesvízkészlete, területéhez képest jelentős és minősége jó. Ennek a vízkészletnek, mint nemzeti kincsnek a megőrzése rendkívül fontos feladat. Ehhez szükség van édesvízkészleteink mennyiségi és minőségi alakulásának, jelenlegi állapotának ismeretére.

A Nőtincsi víztározó Nógrád megye délnyugati részén, a Cserhát medence Börzsönnyel határos területén, a Naszály hegytől északra, a Lókos-patak völgyében

található, Budapesttől 50 km-re. A Nőtincsi víztározó 1997-ben, az Ipolymenti Vízgazdálkodási és Talajvédelmi Társulat tározóprogramjának keretében létesült.

Funkciója komplex: elsődlegesen árvízcsúcs-csökkentés, mellékhasznosításként: tűzi-vízbázis biztosítása, öntözővíz tározás, horgászat, ökológiai- vizes élőhely biztosítása. Az 51 hektáros tározó kiváló horgászati, pihenési lehetőséget kínál.

A víztározó állapotvizsgálata során kérdőíves véleménykutatást végeztünk a helyi és vendég lakosok körében, mellyel, véleményük alapján adatokat gyűjtöttünk a nőtincsi víztározó állapotáról, hasznosításáról, környezeti hatásáról és a település életébe való illeszkedéséről.

A felméréssel párhuzamosan megkezdődtek havi rendszerességgel a víztározó vízminőség vizsgálatai. A helyszínen oldott oxigént, kémhatást, levegő-és víz hőmérsékletet vizsgáltuk. A tanszéki laboratóriumban fizikai és kémiai paramétereket vizsgáltunk: zavarosság, szín, szag, kémhatás, összes sótartalom, fajlagos vezetőképesség, nitrát-, nitrit-, ammónium-, ortofoszfát-, szulfát-, kloridion koncentráció, összes keménység, lúgosság, vas- és mangán-tartalom.

A kapott vizsgálati eredmények összehasonlításához adatokat gyűjtöttünk a víztározó vízminőségének korábbi méréseiről.

Az eredmények birtokában javaslatot fogalmazunk meg a víztározó további környezet- és természetvédelmi hasznosítására vonatkozóan.

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY ASSESMENT OF THE NÓTINCIS AQUIFER

Keywords: water chemistry, water quality, Nőtincis aquifer, status survey

Some countries in the world the decrease or deficit of fresh water cause growing problem. Hungary is in a good situation because our fresh water reserve's quality is good and its amount is significant compared to the area of the country. The conservation of this water stocks, as national treasure, is very important. The requirement is the knowledge of our fresh water stocks' quantitative and qualitative trends and current state.

The Nőtincis aquifer is southwest part of Nógrád county, near Börzsöny, north from Naszály hill, in the valley of Lökös Creek, 50 km from Budapest. The Nőtincis aquifer was built in 1997 under the aquifer program by Ipoly's Water Management and Soil Conservation Society.

Its function is complex: primarily flood peak reduction; and alternatively: fire-water source, irrigation water, fishing, insurance of ecology- and wetlands habitat. The 51-acre aquifer supply outstanding fishing and recreational opportunities.

The analysis of status of this aquifer we carried out a questionnaire among local and guest residents, which we collected data about the status, utilization, environmental impact of Nőtincis aquifer.

With this survey started parallel the water quality tests of aquifer monthly. In the field dissolved oxygen, pH, air and water temperature were measured. In the department's laboratory physical and chemical parameters were tested: turbidity, color, odor, pH, total salinity, conductivity, nitrate-, nitrite- ammonium-, orthophosphate-, sulphate-, chloride ion concentration, total hardness, alkalinity, iron- and manganese content.

We collected data about the earlier measurements of water quality to compare our results of analysis.

In possession of results we formulate a proposal for further environmental- and nature conservation utilization of this aquifer.

FOLYÓSZABÁLYOZÁSOK ÉS VÍZLÉPCSŐK – HIDROGEOGRÁFIAI VÁLTOZÁSOK HATÁSA AZ ÁRTÉRI TÁJSZERKEZETRE

Szabó Mária

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék. H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány. 1/C.
szmarcsi@ludens.elte.hu

Kulcsszavak: tájszerkezet, folyó-ártér rendszer, folyószabályozás, vízi-erőmű

A folyókat és a hozzájuk kapcsolódó ártereket egészen a közelmúltig úgy tekintették, mint egy olyan egy dimenziós ökológiai rendszert, amelyet alapvetően a folyóvíz környezeti paraméterei határozzák meg. Az utóbbi néhány évtizedben azonban egyre nagyobb figyelmet fordítanak az egyéb funkcionális dimenzióra is, mint a laterális (folyó – ártér kapcsolatok), vertikális (felszíni víz – talajvíz interakciók) és az idődimenzió (a különböző időskálán végbemenő ökológiai és földtörténeti folyamatok). A tanulmány a folyó – ártér rendszert helyezi középpontba, tekintettel arra, hogy a tájváltozások szempontjából ez a kiemelten fontos környezeti tényező.

Árterek meghatározó ökológiai tényezője az áradásos és kiszáradt időszakok ciklusa. A természetes árterek hidro-, morfo-, talaj-, és biodinamikai folyamatai a meghatározó tényezők a változatos tájszerkezetért. A fent említett dinamikák egymással komplex és többféle kapcsolatban állnak. Az elmúlt másfél évszázad emberi beavatkozásai a vizes élőhelyek, elsősorban a térben és időben sajátosan mozaikos árterek degradációját eredményezték. A tájváltozások okai elsősorban az antropogén hatások, mint pl. a mezőgazdasági tevékenység, településfejlődés, hajózás, folyószabályozások, duzzasztó- és vízi-erőmű építések. Az előadás a folyószabályozások és a vízi-erőmű építés hatásait mutatja be a Szigetköz példáján.

RIVER REGULATIONS AND HYDROELECTRIC POWER PLANTS – EFFECTS OF HYDROGEOGRAPHICAL CHANGES ON FLOODPLAIN LANDSCAPE

Keywords: landscape structure, riverine-floodplain system, river engineering, river dam

In the past, the rivers and joined floodplains were considered as one-dimensional ecological system primarily determined by the environmental parameters of rivers. In the last decades, some other functional dimensions: the lateral dimension (riverine – floodplain interactions), the vertical dimension (surface water – groundwater interactions) and the time dimension of the interfering multi-scaled ecological to geohistorical processes have been taken into consideration. The paper will focus on the lateral dimension of river – floodplain system being the most important factor from the landscape changes point of view.

The determining ecological factor of floodplains is the cycle of flooding and drying. The hydro-, morpho-, pedo-, and biodynamic processes of natural floodplain are responsible for the variety of landscape structures. There are complex and various relationships between the above mentioned dynamics. Human impacts in the past centuries have led to a remarkable degradation on wetlands, first of all on floodplains, which have a special mosaic-like landscape structure in space and time. This landscape has been modified by different human activities, like agricultural, urban, shipping, river engineering, constructions of dams and hydroelectric power plants. This paper will focus on the influence of water regulations and hydroelectric power plant in the case of the Szigetköz area along the Danube.

Környezeti földtan

A HORTOBÁGYI NEMZETI PARK HATÁRVONALÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

Bók Tünde^{1*}, Molnár Attila^{2}, Végvári Zsolt^{2,3***}, Novák Tibor József^{1****}**

¹Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.,

²Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen u.2.,

³Debreceni Egyetem Természetvédelmi Zoológiai Tanszék, Debrecen Egyetem tér 1.,

*boktunde@gmail.com, **attila@hnp.hu, ***vegvari@hnp.hu,

****novak.tibor@science.unideb.hu

Kulcsszavak: védett terület, pufferzóna, sérülékenység.

Világszerte a természetvédelmi területek számos antropogén veszélyeztető tényező hatásának vannak kitéve, ami elsősorban a határvonalakon vizsgálható. Ez azért különösen fontos, mert a védett területek határzónáiban és pufferterületein jelentkező hatások korai detektálása révén megelőzhető azok jelentősebb térnyerése a belső, érzékenyebb zónákban. Ezért a védett területek határvonalait érintő antropogén hatások vizsgálatára különösen alkalmasok a nagy kiterjedésű, egybefüggő nemzeti parkok, melyeknek egyik legrepresentatívabb európai képviselője a Hortobágyi Nemzeti Park (HNP). A terület a kontinens legnagyobb összefüggő szikes pusztája, amely egyben a Kárpát-medence egyik legzavartalanabb ökoszisztéma-típusa. A nemzeti park határterületén több, a régióra jellemző földhasználati típus váltakozása jellemző, melyeknek negatív hatásai mind intenzitásukat, mind térbeli és időbeli eloszlásukat tekintve eltérőek.

A HNP határzónáját érintő antropogén eredetű zavarótényezők vizsgálatára 2011 áprilisa és októbere között végeztünk heti gyakoriságú terepi bejárásokat, melyek során a nemzeti park határvonalának 95%-át lefedtük. A területbejárások alkalmával a határvonalat olyan szakaszokra bontottuk, melyeknek mind a nemzeti parki, mind a nem védett oldalán homogén földhasználat volt jellemző. Minden szakaszon georeferálás után rögzítettük a földhasználati módot és a potenciális zavaró faktorokat. Eredményeink alapján a nemzeti park határvonalát negatívan érintő hatások közül a legjelentősebbek a földhasználati módszerek változása, az intenzívebb mezőgazdálkodási technológiák elterjedése a hagyományos gazdálkodási formák rovására és az özönművények térhódítása. Ezzel szemben az elmúlt évtizedekben csökkent a vadászati nyomás és a kommunális hulladék lerakása.

LANDSCAPE ECOLOGY PATTERNS IN THE BORDERLINE OF THE HORTOBÁGY NATIONAL PARK

Keywords: nature reserve, buffer zone, vulnerability

On a global scale, nature reserves are facing a number of negative anthropogenic effects, which can primarily be investigated in buffer zones and borderlines of protected areas. This is of key importance, as the timely detection of negative impacts in buffer areas and reserve borderlines might help to mitigate their spreading out in inner, highly

sensitive zones. Thus, large and compact national parks are especially suitable for studying anthropogenic factors affecting reserve borderlines. One of the most representative members of this group in Europe is the Hortobágy National Park (HNP), the largest compact alkaline steppe in the continent, and at the same time one of the most undisturbed ecosystem-types in the Carpathian Basin. The borderline of the national park is characterised by a number of land use types typical of the region with highly various intensities and temporal as well as spatial patterns.

To study the disturbance factors affecting the borderline of the HNP, we conducted field surveys on a weekly basis between April and October in 2011, covering 95% of the total length of the border zone. During surveys we divided the borderline into line segments with homogenous land use types and disturbance factors on both sides of the section. For each georeferenced segment we recorded land use type and potential threat factors. Based on our results, the most important variables negatively impacting the borderline of the national park were land use change, the growing frequency of intensive agricultural technology replacing traditional methodologies and the spreading of invasive plant species. Conversely, hunting pressure and the total area of communal rubbish have significantly decreased in the past decades.

ÚJSZERŰ REAKTÍV GÁTAK MÉRETEZÉSE

Madarász Tamás^{1*}, Szűcs Péter¹, Lakatos János², Gombkötő Imre³, Székely István¹

¹Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Miskolci Egyetem,
Környezetgazdálkodási Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros

²Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet, Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet

³ME, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet

*hgmt@uni-miskolc.hu;

Kulcsszavak: reaktív gátak, huminsav tartalmú töltet kifejlesztése, környezetbeillesztés, méretezés

Reaktív gátakat (PRB-ket) a 90-es évektől kezdődően egyre elterjedtebben alkalmaznak a szennyezett területek felszín alatti vízszennyezéseinek felszámolására. A műszaki beavatkozás során a szennyező csóva útjában egy megfelelően méretezett, és a szennyezés mentesítésére alkalmas áteresztő gátat alakítunk ki. Miközben a felszín alatti víz a reaktív falon áthalad a szennyezőanyag a reagens felületén kicsapódik, adszorbeálódik vagy lebomlik, így a fal mentett oldalán már a tisztított talajvíz lép ki. Cikkünkben egy újszerű reaktív gát alkalmazás koncepcióját és méretezésének legfontosabb szempontjait és lépéseit mutatjuk be.

NEW ASPECTS IN DESIGNING PERMEABLE REACTIVE BARRIERS

Keywords: Permeable reactive barriers, development of new reactive materials, hydraulic compliance; design protocol

Since the 90s there is a widespread technology for passive remediation alternatives that is called Permeable Reactive Barriers (PRBs). The remediation is based on a carefully designed permeable barrier installed in the path of the moving dissolved plume that is capable to treat the groundwater. While groundwater moves through the permeable wall the pollutants are precipitated, adsorbed or decomposed and water with

acceptable quality leaves the safe side of the wall. The traditional reactive materials applied in such installations are iron and active carbon granulate. Our paper shows the concept and design protocol of a new generation of reactive barriers.

ANTROPOGÉN KÖRNYEZETTERHELÉS SZÁMSZERŰSÍTÉSE KARBON-LÁBNYOMMAL DÉL-ALFÖLDI TELEPÜLÉSEKEN

Patocskai Mária

Eötvös József Főiskola, Baja, Szegedi út 2.

Kulcsszavak: geo-bioszféra, túlzott anyag-és energiahasználat, fenntartható fejlődés indikátorai, karbon-lábnyom

A jelenlegi egész bolygóra kiterjedő gazdasági, társadalmi és környezeti válság problémák közül természetes környezetünk állapotának erőteljes romlása veszélyezteteti legjobban a földi élet minden szintjét, mert a természetes környezet, mint főrendszer tartja fenn a többi rendszert. Természetes környezetünk jelenlegi egyre aggasztóbb állapotáért a természeti erőforrások túlzott használata által biztosított pazarló anyag-és energiahasználatra épülő életvitel a felelős, amely nagy valószínűséggel kihat a levegő paramétereinek változásán keresztül az éghajlat kedvezőtlen alakulására. Ezért szükségessé vált, hogy kidolgozzanak olyan módszereket, amelyekkel számszerűsíteni lehet az emberi életvitel környezetterhelésének mértékét. Ezek közül elfogadott módszer a CO₂ (karbon)-lábnyom, amely az antropogén tevékenységek során a levegőbe kibocsátott ÜHG(üvegházgáz)-kat CO₂-ra egyenértékűsíti.

A tanulmány elsődleges célja, hogy a szerző számításaira alapozva meghatározza a lakosság környezetterhelésének mértékét, ezáltal nagyobb eséllyel növelhető a lakosság személyes felelőssége a környezet jelenlegi állapotáért.

Az alábbi írás értelmezi a karbon-lábnyom fogalmát, bemutat néhány országot ezen keresztül. Leírja a karbon-lábnyom kiszámításának módszerét a lakossági legnagyobb energiafogyasztással járó végfelhasználási tevékenységekre. Ezáltal kiderül, hogy a fűtés, villamos energia felhasználás és közlekedés által mennyivel járul hozzá a lakosság a légköri ÜHG(üvegházgázok)-k változásához. Mindezeket országosan és néhány településre vonatkoztatva számolja ki. Ezeket az adatokat összehasonlítja az OMSZ(Országos Meteorológiai Szolgálat) által kiszámolt hazai összes kibocsátott ÜHG értékekkel. Az eredményeket összeveti a hazai biológiailag aktív erdőállomány nagyságával: képes-e a hazai lakosság életviteléből származó CO₂ kibocsátást az ország erdőállománya elnyelni.

ENCUMBRANCE ANTHROPOGENIC CARBON FOOTPRINT QUANTIFICATION OF SOUTH PLAIN SETTLEMENTS

Keywords: geo-biosphere, excessive material and energy use, sustainable development indicators, carbon footprint

The current whole planet-wide economic, social and environmental crises of the state of natural environment degradation threatens the most powerful of all levels of life on Earth because of the natural environment as the main system with the other system. Natural environment, the current state of the growing concern over the use of natural resources is responsible. This ensures that the wasteful use of materials and energy-

based lifestyle, which is likely to affect the parameters of air through the change of climate unfavorable outcomes. It was therefore necessary to develop a method by which to quantify the extent of the environmental impact of human life. These methods were developed and adopted a CO₂ (carbon) footprint, which is of anthropogenic activities, air emissions, the GHG (greenhouse gas)-CO₂ is converted into cat.

The primary aim study to determine the author's calculations, based on the maximum power consumption of the population resulting from the activities associated with environmental pollution rates. Thus, the population is more likely to increase the personal responsibility of the current state of the environment.

The following regulations interpret the carbon footprint concept and presents some of the country through. Describes a method for calculating the carbon footprint. It uses national data and details of the calculation process of the largest residential energy consumption related activities. Thus, it appears that the heating, electricity and transport consumption by the population will add to the atmosphere's greenhouse gas changes. All these nationwide and a few municipalities basis is calculated. This data is compared with total domestic GHG emission values by the HMS (National Meteorological Service) calculated. The results compared with the biologically active national forests size: the ability the national population living CO₂ emissions to absorb the country's forests.

Környezeti kémia

JÁTSZÓTERI HOMOKOZÓK NEHÉZFÉMTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA BUDATEST XI. KERÜLETÉBEN

Angyal Zsuzsanna^{1*}, Sárközi Edit^{2}, Székely Dóra³, Kardos Levente^{2**}**

¹ELTE TTK Környezettudományi Centrum, 1117. Budapest Pázmány Péter sétány 1/a.,

²Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás
Tanszék, 1118 Budapest Villányi út 29-43.,

³Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Konzervtechnológia Tanszék,
1118 Budapest Ménesi út 43-45.

*anzsu7@hotmail.com, **edit.sarkozi@uni-corvinus.hu, ***levente.kardos2@uni-corvinus.hu

Kulcsszavak: homokozó, röntgenfluoreszcens analízis, nehézfém

Napjainkban a nehézfém-szennyezés elsősorban a közlekedés révén egyre nagyobb területeket veszélyeztet a települések ipartelepeken kívüli részein is, és ennek kapcsán egyre több szó esik a szennyezett területek környezet- és egészségkárosító hatásairól is. A problémát egyrészt az jelenti, hogy a nehézfémek a talajban maradvá ideig megőrizhetik toxikus hatásukat, mobilizálódva viszont akut, gyors lefolyású károkat okozhatnak.

Különösen fontos a városok nehézfém-szennyezésének vizsgálata ott, ahol rengeteg gyermek fordul meg, hiszen az ő szervezetük a felnőtteknél sokkal érzékenyebben reagál ezekre a toxikus anyagokra, ugyanakkor a lenyelés és a belégzés révén sokkal könnyebben bekerülhetnek ezek a szervezetükbe. Kutatásunk témájának éppen ezért választottuk a városi játszótérek homokozóinak nehézfém-tartalom-vizsgálatát.

Az elemanalitikai vizsgálatokat egy hordozható XRF-készülékkel végezzük, melynek előnye, hogy terepen, mintaelőkészítés nélkül, közvetlenül, gyorsan és nagy pontossággal tudjuk mérni az anyag elemösszetételét, illetve koncentrációját. Összesen 11, egymáshoz közeli, de adottságait tekintve igen elérő játszótérrel választottunk Budapest XI. kerületében. A kapott eredményekből következtetni tudunk az egyes játszótérek szennyezettségének mértékére, illetve a szennyezés forrására is. Reméljük, hogy eredményeinket a kerületi önkormányzattal megosztva sikerül olyan megoldást találni a problémára (gyakoribb homokcsere, játszótérek áthelyezése stb.), amely hosszútávon is hozzájárul a kisgyermek egészségének megőrzéséhez.

SANDBOX'S ANALYSIS OF HEAVY METAL CONTENT IN PLAYGROUNDS OF BUDAPEST DISTRICT XI.

Keywords: sandbox, X-ray analysis, heavy metal

In our days the heavy metal pollution endangers more areas because of the transport outside the industrial parts of settlements, therefore more and more people talk about the environmental- and health harmful effects of contaminated areas. The problem is that the heavy metals can retain their toxicity in the soil for a long time, they can mobilize, so they can cause acute, quick handling damage.

The towns' analysis of heavy metal pollution is particularly important, where are a lot of children. Their organization reacts more sensitive these toxic substances than the adults, however, by ingestion and inhalation can be got into their organization much easier. The theme of our research we have chosen the analysis's heavy metal content of sandbox in urban playgrounds.

The elemental analysis are carried out by a portable XRF appliance. The advantage of this appliance is the measuring in the field without significant sample preparation, directly, quickly and accurately we can measure the elemental composition of material and their concentrations. We chose 11 playgrounds, close to each other, but endowments are very equal in Budapest district of XI. From the result we can conclude the extent of pollution and also the source of the contamination. We hope, we can find solution of the problem with the local government (oftener sand replacement, relocation of playgrounds, etc.), which contributes to the long-term preservation of the childrens' health.

ÓLOM (II) ÉS KADMIUM (II) IONOK BIOSZORPCIÓJA PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM GOMBASEJTEKEN VIZES KÖZEGBEN

Farkas Viktor*, Pernyeszi Tímea**

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Analitikai és Környezeti Kémia
Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

*sakraf@gamma.ttk.pte.hu; **ptimea@gamma.ttk.pte.hu

Kulcsszavak: nehézfém, bioszorpció, kinetika, izoterma, pH függés

Nehézfémek különböző ipari szférákból kerülhetnek a környezetbe, úgymint kohászat, galvanizálás, textilipar, akkumulátorok tárolása, bányászat. Komoly környezeti problémát okoznak, veszélyesek az emberi egészségre, ezért egyre nagyobb figyelem irányul az ipari szennyvizek tisztítására kidolgozott módszerekre. Manapság a kicsapás, elektrolízis, membrán eljárások és ioncsere folyamatok alkalmazhatóak nehézfémekkel

szennyezett ipari vizek tisztítására. Ezek a módszerek nem olyan hatékonyak és sokkal költségesebbek, ha a szennyező koncentrációja alacsony, néhányuk másodlagos szennyezést is okozhat. A bioszorpcióra alapuló nehézfém eltávolításnak számos előnye van: kedvező adszorpciós sebesség, szelektív nehézfém adszorpció alacsony koncentráció mellett, nagy adszorpciós hatékonyság, széles pH és hőmérsékleti spektrum, alacsonyabb ráfordítási költség.

A *Phanerochaete chrysosporium* fehérkorhasztó fonalas gomba alkalmazható nehézfémek eltávolítására. Ebben a dolgozatban élettelen *Phanerochaete chrysosporium* gombasejtek által megkötött nehézfémek bioadszorpcióját vizsgáltam ún. „batch” technikával a kezdeti pH és kezdeti nehézfém és biomassza koncentráció változtatása mellett. A fonalas gombasejtek ásványi anyagokat és vitamint tartalmazó ún. komplex tápoldatban nőttek. A legnagyobb adszorpciós kapacitás értéket pH 6 körül tapasztaltam. Tanulmányoztam a nehézfém bioszorpció időbeli változását, a nehézfém felvétel karakterisztikájának vizsgálata miatt adszorpciós izotermákat határoztam meg. A bioszorpció folyamata pseudo-másodrendű kinetikát követett. Az adszorpciós adatok jól jellemezhetők a különböző két-paraméteres izoterma modellekkel.

BIOSORPTION OF LEAD (II) AND CADMIUM (II) IONS BY PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM FUNGI IN AQUEOUS SOLUTIONS

Keywords: heavy metal; biosorption; kinetics; isotherm; pH dependence

Heavy metals are discharged from various industries such as metallurgy, electroplating, textile, storage batteries and mining. As they pose serious environmental problems and are dangerous to human health, considerable attention has been given to the methods for their removal from industrial wastewaters. At present, many technologies, such as precipitation, electrolysis, membrane and ion-exchange processes, can be used for the treatment of wastewater polluted by heavy metals. However, these methods are less effective and more expensive when heavy metal concentration in the wastewater is low, and some of them are easy to cause the second pollution. Removal of heavy metals by biosorption has many advantages, such as high adsorption rate, removing heavy metal ions selectively at low concentrations, high adsorption efficiency, wide range of pH and temperature, less investment and running cost, in addition, some heavy metals can be recovered.

Phanerochaete chrysosporium white-rot fungi could also be used to remove heavy metals from wastewaters by adsorbing the metals on its mycelium. In this study the biosorption of heavy metals from aqueous solution on non-living mycelial pellets of *Phanerochaete chrysosporium* was studied using batch technique with respect to initial pH value, initial concentration and biomass concentration. *Phanerochaete chrysosporium* was grown in a liquid medium containing mineral and vitamin materials. The maximal adsorption capacity for heavy metals removal was determined at pH 6. The kinetics of heavy metal removal and the relevance of adsorption isotherms for uptake characterization were examined. The biosorption process followed pseudo-second order kinetics. The adsorption data of heavy metals on the biomass could be well described with different two-parameter isotherm equations.

KÖRNYEZETBARÁT SZOLÁRIS ISZAPSZÁRÍTÁS ÉS KOMPOSZTÁLÁS MAGNÉZIUM-OXID ADAGOLÁSSAL

Fazekas Bence, Gulyás Gábor, Kárpáti Árpád

Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

A komposztálás olyan szerves anyag (hulladék) stabilizálás, potenciális terméké alakítás, amellyel a nyers hulladék szerves anyag és növényi tápanyag tartalma is újrahasznosíthatóvá válik, ha az alapanyagokkal nem kerül azt megakadályozó, káros szennyezettség is a termékbe. Alapanyagai lehetnek állati trágyák, lakossági szennyvíziszap, városi zöldhulladék, vagy egyéb nagy cellulóz és lignin tartalmú mezőgazdasági, erdészeti melléktermék, lakossági szilárd hulladék megfelelően szeparált frakciója. A növényi tápanyagokat (N és P a fentiek közül a trágyák és a szennyvíziszap tartalmazzák, míg a nitrogénszegény növényi rostra, faanyagra a komposztálás során bekövetkező szerves anyag oxidáció ellensúlyozására, s a termék humusztartalmának növelésére, s vele a trágyákban és szennyvíziszapban a komposztáláshoz feleslegben levő ammónium tartalom megkötésére, beépítésére van szükség. A komposztáláshoz a nyersanyag nedvességének beállításán túl a C/N arány beállítására is szükség van. A nyersanyagból a levegőztetéssel történő komposztálás során ezen túl is, a rendszerint felszabaduló ammónium megkötésére azonban lehetőség nyílt Mg, vagy Mg és foszfát együttes adagolásával is. Ilyen megoldással a komposztálás ammóniummal történő levegőszennyezése csökkenthető, s a komposzt nitrogéntápanyag tartalma növelhető. Az áttekintő a komposztálás fenti segédanyagokkal történő optimalizálásának lehetőségét tekinti át.

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOLAR SEWAGE SLUDGE DRYING AND COMPOSTING WITH THE DOSAGE OF MAGNESIUM OXIDE

Composting is a stabilization of organic material (waste) and its turning into potential product. During the process the organic material and nutrient content of the feedstock is converted into reusable matter supposing that the raw materials do not contain any harmful contaminant that can prevent the process. Feedstock of composting can be manure, municipal sewage sludge, municipal green waste and other properly separated fraction of agricultural, forestry or municipal waste with high cellulose and lignin content. Nutrients (N and P) are comprised in the manure and sewage sludge. Vegetable fiber with low nitrogen content is necessary to compensate of oxidation of organic matter during composting, to increase the humus content of the product and to immobilise the excess ammonium of manure and sewage sludge. During composting, the proper adjustment of moisture content and C:N ratio of the feedstock is necessary. A further way of the adsorption of disengaging ammonia during composting with aeration is the dosage of magnesium or magnesium and phosphate. This way the air pollution of ammonia can be decreased while the nitrogen content of the compost can be increased. This study is a review of the optimization of composting using the upper mentioned amendments.

SZERVETLEN SZENNYEZŐK MONITORING VIZSGÁLATA SZEGED TALAJVIZÉBEN

Fejes Ildikó*, Farsang Andrea

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2-6.

*fejesildi@geo.u-szeged.hu

Kulcsszavak: talajvíz, vízminőség, városi környezet, nehézfém szennyezés, szerves vízszennyezők

Tanulmányunkban a talajvíz mennyiségének és – szerves vízszennyezők által meghatározott – minőségének változásait vizsgáljuk városi környezetben, Szegeden. Munkánk során Szeged talajvíz monitoring kúthálózatából huszonnyolc talajvíz-megfigyelő kutat jelöltünk ki és követünk nyomon. A mintavétel 2010 október és 2011 szeptember között havi rendszerességgel, 2011 novemberétől kéthavonta történt. A helyszínen került sor a hőmérséklet, pH, összes sótartalom, elektromos vezetőképesség és a vízszintek mérésére, a laborban pedig tizenkét komponens (NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Cu, Cd, Co, Cr, Pb, Ni, Zn, As) koncentrációit határoztuk meg. Az eredmények alapján a vízszinteket erősen befolyásolta a vizsgált időszak szélsőséges csapadékmennyisége, így a talajvízszint minimuma és maximuma eltért a sokéves átlagtól. Szeged talajvizében a mért toxikus anyagok mennyisége számos esetben meghaladta a vonatkozó szennyezettségi határértékeket. A talajvíz ólommal, nikkellel, rézzel, cinkkel, arzénnal, nitráttal, ammóniával és foszfáttal szennyezett, főként a belvárosban, a Tisza közelében, amely nemcsak környezeti, hanem humán-egészségügyi szempontból is veszélyt jelenthet. A kémiai háttéranyagok feltárására statisztikai vizsgálatokat, Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztunk, mely alapján szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki a siderofil elemek (Cr, Ni), a kalkofil elemek (Cu, Zn, Pb, Ni), valamint a nitrogénformák (NO_3^- , NH_4^+) és az elektromos vezetőképesség között.

MONITORING OF INORGANIC CONTAMINANTS IN GROUNDWATER OF SZEGED

Keywords: groundwater, water quality, urban area, metal contamination, inorganic water contaminants

This paper presents the changes of the groundwater levels and its inorganic water contaminants content using twenty-eight sampling wells from the groundwater monitoring network of Szeged. The water samples were collected every month from October of 2010 to September of 2011 and every second month from November 2011. Temperature, pH, total salt content, electrical conductivity, water levels and the concentrations of 12 components (Cu, Cd, Co, Cr, Pb, Ni, Zn, As, NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}) were measured. The relationship of different pollutants and their distribution were determined in the city. According to the results, the amount of toxic materials in the groundwater in Szeged has exceeded the limit values in many cases. The groundwater is contaminated with Pb, Ni, Cu, Zn, As, NO_3^- , NH_4^+ and PO_4^{3-} mainly in the downtown, close to the river Tisza, which can be dangerous both ecological and human health. Significant statistical relationship, used Spearman's rank correlation, was determined among the siderophile (namely chrome and nickel), chalcophile elements (lead, zinc, cadmium, copper) and forms of nitrogen (nitrate and ammonium) with electrical conductivity.

GÉPJÁRMŰ ABRONCSBÓL SZÁRMAZÓ ACÉL HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA NEHÉZFÉMMELEL SZENNYEZETT TALAJVIZEK KÁRMENTESÍTÉSÉRE.

Gombkötő Imre, Nagy Sándor

Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet, 3515
Miskolc, Egyetemváros

Kulcsszavak: Reaktív gát, kármentesítés, nehézfém, Urán, Fémhulladék

Világszerte jelentős azon területek nagysága, amelyeken ipari, katonai tevékenység folytán mind a talajvíz, mind a talaj jelentősen szennyezett szénhidrogén származékokkal illetve nehézfémekkel. Ezen területek kármentesítésének vagy biztosításának költsége az ismert aktív beavatkozást igénylő technológiákkal igen magas lehet. A passzív talajvíz tisztítási technológiák, mint a permeábilis reaktív gátak alkalmazása egyre jelentősebb. Reaktív gátak töltetanyagaként széles körben alkalmaznak, ún. null vegyértékű vas granulátumot, azonban amellet, hogy igen drága, hidraulikai tulajdonságai az alkalmazás során jelentősen csökkennek, amely a gát hatásfokát és élettartamát jelentősen rontják. Kísérletek igazolják, hogy gumiabroncsból kinyert hulladék acél hatásfokát tekintve hasonlóan alkalmas lehet bizonyos szennyezők talajvízből történő kiválasztására, ugyanakkor lényegesen jobb hidraulikai tulajdonságokat mutat. A gazdaságosság és élettartam tovább növelhető a feldolgozás során kinyert acélszalak darabosításával (brikettálás).

UTILISATION OF STEEL FIBBER WASTES ORIGINATED FROM CAR TIRES FOR REMEDIATION OF HEAVY METAL CONTAMINATED GROUNDWATER

Keywords: permeable reactive barrier, remediation, heavy metals, uranium, metal waste

There are huge areas in worldwide where soil and groundwater is contaminated with heavy metals and/or hydrocarbons due to industrial or military activity. Cost of remediation or perimeter closing could be very high using well known active remediation techniques such as pump and treat systems. However using passive in - site remediation techniques such as permeable reactive barriers (PRB's) are going to become intensive and cost effective. As a reactive matrix, zero valent iron (ZVI) is generally used for many kind of contamination; however besides it is expensive, hydrological properties are degrading during operation while remediation efficiency and life time is decreasing. There are investigation data to verify that waste steel fibbers could be similarly effective for remediation of some contaminants while provides better hydraulic properties. Lifetime and cost efficiency could be upgraded further using metal briquetting techniques.

KÖRNYEZETI JELENTŐSÉGŰ IONOK AZONOSÍTÁSA MAKROCIKLIKUS ÉS KELÁTKÉPZŐ KROMATOGRÁFIÁVAL

Horváth Krisztián*, Hajós Péter**

Pannon Egyetem, Analitikai Kémia Intézet Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

*raksi@almos.uni-pannon.hu, **hajosp@almos.uni-pannon.hu

Kulcsszavak: ionkromatográfia, ivóvíztisztítás melléktermékei, kelát komplex, kimutatási határ

Az ionkromatográfia (IC) egy széles körben elterjedt szelektív analitikai technika szervesen ionok, ivóvíz-tisztítási melléktermékek valamint nehéz- és átmeneti fém ionok meghatározására környezeti- és ivóvizekből. Munkánk során nagyszelektivitású módszert fejlesztettünk ki (1) ivóvíztisztítás melléktermékeként keletkező, toxikus hatású halogénezett ecetsav származékok (HAA: klór-, bróm-, diklór-, dibróm-, triklór-, tribróm-, bróm-klór-, klór-dibróm-ecetsav) analitikai elválasztására szabályozható kapacitású anioncserélő elválasztó oszlopon makrociklikus kromatográfiával, valamint (2) orvosi képpalkotó rendszerek kontrasztanyagaként használatos gadolinium kelátok (Gd-EDTA, Gd-DTPA) szimultán meghatározására kelát-ionkromatográfiával. Komplexképződési és protonálódási egyensúlyok figyelembe vételével vizsgáltuk az egyes módszerek előnyös detektálási és elválasztási körülményeit (oszlopkapacitás, mozgófázis összetétel és pH), szervesen ionok zavaró hatását, illetve az alkalmazott módszerek kimutatási határát. A fejlesztett makrociklikus kromatográfiás módszer alkalmazását természetes vízminta esetén mutatjuk be.

Keywords: ion chromatography, disinfection byproducts, chelate complex, limit of detection

Ion chromatography (IC) is a widely used, selective analytical technique for the analysis of inorganic anions, disinfection byproducts, heavy- and transition metals in environmental waters. In this paper, high selectivity analytical methods are introduced (1) for the separation of haloacetic acids (HAA: chloro-, bromo-, dichloro-, dibromo-, trichloro-, tribromo-, bromo-chloro-, chloro-dibromo acetic acid) by macrocyclic chromatography, and (2) for the simultaneous determination of gadolinium chelates (Gd-EDTA, Gd-DTPA) by chelation ion chromatography. The applicable detection and separation conditions (column capacity, eluent composition and pH) were calculated on the basis of complex forming and protonation equilibria. The effect of interfering anions were determined and the limit of detection of the developed methods were calculated. The effective use of the developed macrocyclic method will be demonstrated on the analysis of spiked drinking water.

DÍZEL ÜZEMŰ GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓ GÁZAINAK ÖKOTOXIKOLÓGIAI ÉS GENOTOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATA

Kakasi Balázs^{1*}, Kovács Anikó^{1}, Kováts Nóra^{1***}, Horváth Eszter^{1****},
Ács András^{1#}, Ferincz Árpád^{1###}, Turóczy Beatrix^{2####}**

¹Pannon Egyetem, Limnológia Tanszék, 8200 Veszprém Egyetem u. 10.

²Pannon Egyetem, Föld- és Környezettudományi Intézeti Tanszék, 8200 Veszprém Egyetem u. 10.

balazs.kakasi@gmail.com*, *kovacsaniko@almos.uni-pannon.hu*,

****kovats@almos.uni-pannon.hu*, *****horvatheszter@almos.uni-pannon.hu*,

#*acsa@almos.uni-pannon.hu*, ##*ferincz@almos.vein.hu*, ###*turoczy.beatrix@indamail.hu*

Kulcsszavak: dízel emisszió, ökototoxicitás, genotoxicitás, ABOATOX Flash, SOS-Chromotest™

A közlekedésből származó aeroszolok a városok légszennyezettségének egyik legmeghatározóbb eleme és nagyrészt a dízel üzemű járművek emissziójából származnak. Az emittált szennyezők komoly egészségkárosító hatással rendelkezhetnek,

jelentősen megnövelve a légúti megbetegedések kockázatát. Széles körben vizsgálták őket in vivo tesztekkel, főleg egér és patkány egyedeken, ám az öko- és genotoxikológiai hatásairól mindeddig keveset tudunk. Jelen tanulmányban hat különböző típusú dízel motorral rendelkező autóbusz kipufogó gázainak ökotoxikológiai és genotoxikológiai vizsgálatát végeztük ABOATOX Flash rendszerrel és SOS-ChromotestTM-tel. A motorok korának növekedésével, ill. a motor típusának függvényében jelentősen nőtt a motorok emissziójának öko- és genotoxicitása. A vizsgált minták genotoxikológiai eredményei erős korrelációt mutattak az ökotoxikológiai eredményekkel.

ECOTOXICITY AND GENOTOXICITY ASSESSMENT OF EMISSIONS OF DIESEL POWERED VEHICLES

Keywords: diesel emission, ecotoxicity, genotoxicity, ABOATOX Flash, SOS-ChromotestTM

Particulate matter (PM) from traffic and vehicle emission is one of the main component of air pollution in urban environment and mostly come from diesel engine emission. The emitted pollutants may have serious health damaging potential and seriously increase the risk of respiratory diseases. They have been widely studied mostly in 'in vivo' tests especially on mice and rats, but the eco-and genotoxic effects are still little known. In this study, the eco- and genotoxicological potential of exhaust gases from six buses with different types of diesel engines were analysed, using the ABOATOX Flash system and the SOS-ChromotestTM. The increasing age of the engines caused significant increase in the eco-and genotoxicity of emissions, which also depended on the type of the engine. The genotoxicological results of the tested samples showed a strong correlation with the ecotoxicological results.

MÁTRIX IONOK HATÁSA A LIGNITEK NEHÉZFÉM-ION SZORPCIÓJÁRA

Lakatos János

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet, 3515 Miskolc Egyetemváros

mtasotak@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: reaktív gátak, nehézfémek szorpciója, lignitek

A kis mértékben szénült ásványi szenek jelentős ionmegkötő képességgel rendelkeznek. Ez a képességük az energiatermelésben játszott szerepük mellett környezetünkkel jól összeférhető anyagként lehetővé teszi felhasználásukat környezetvédelmi technológiákban. A gyengén savas jelegű ioncserélő sajátságuk folytán hasznosíthatóak reaktív gátak aktív anyagaként a szennyezett talajokból, meddőhányókból, a nem megfelelően kialakított hulladéklerakókból kiáramló nehézfém szennyezések visszatartására. Munkánk során különböző forrásból származó lignitek ionszorpciós sajátságát hasonlítottuk össze és a réz(II) ion szorpcióján keresztül tanulmányoztuk a rétegvizekben jelenlévő alkáli-alkáliföldfém-ionok, valamint a vas, mangán ionok hatását a modellként választott réz(II) ionok megkötődésére. Az alkáli-alkáliföldfém ionok jelenléte a Cu(II) ionok megkötődését számottevően nem módosította. A kapott kísérleti eredmény lényeges a lignitek gátanyagként történő felhasználás szempontjából, ugyanis azt igazolja, hogy a nehézfémek és az átmeneti fémek megkötődése nagy alkálifém és alkáliföldfém koncentrációknál is jelentős marad.

INFLUENCE OF MATRIX IONS ON HEAVY METAL ION SORPTION OF LIGNITES

Keywords: reactive barriers, sorption of heavy metals, lignites

The lignites and low rank coals have high ion sorption capacity. This feature of these substances, beside they role in the energy production, provide an opportunity to use them in the environmental technology as environmentally compatible substances. Due to the low acidic character of the sorption sites they can be applied as active materials in the permeable reactive barriers to retard or remove the toxic heavy metals from the leachites of the non properly sealed waste deposits, landfills, contaminated soils. This study compare the sorption character of lignites have different origins. Investigate the effect of the alkali- and alkali-earth, iron, and manganese - ions on the heavy metal ion loadings modelled by the Cu(II) capture. It was found that the alkali- and alkali-earth ions has marginal effect on Cu(II) sorption. This finding proves that the heavy metal removal by lignites is not restricted by the alkali and alkali earth ionic matrix in natural waters.

ILLÉKONY SZERVES SZENNYEZŐK VESZPRÉM VÁROS LEVEGŐJÉBEN

Miklós László*, Kovács József, Yuzhakova Tatiana, Rédey Ákos

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet
8201 Veszprém, Pf. 158.

*miklos.laszlo@mailbox.hu

Kulcsszavak: levegőminőség, illékony szerves vegyületek (VOC), BTEX

Napjainkban a környezetünkben számtalan olyan technológiai folyamatot, ipari ágazatot találunk, melynél könnyen párologó oldószereket, szerves anyagokat (VOC) alkalmaznak, illetve keletkeznek (pl. közlekedés). Ezen komponensek a levegőbe jutva, más környezetszennyező komponensekkel kölcsönhatásba lépve környezeti ártalmat okozhatnak. A fenntartható fejlődés elvének megfelelően egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások vonatkoznak mindenféle emberi tevékenységre, a károsanyag kibocsátására, annak csökkentésére: röviden a városi polgár joga a „tisza levegőjű” környezet. A szennyező források eredete, környezeti és egészségvédelmi hatásának naprakész értékelése fontos feladat különösen egy jellegzetes domborzati viszonyú, közlekedéssel terhelt, ipari környezettel rendelkező város levegőminőségének javítása szempontjából.

Kutatómunkánk során értékeltük a városi közlekedésnek tulajdonítható illékony szerves vegyületek keletkezését, környezeti hatásait (beleértve a légkörben végbemenő fotokémiai átalakulásokat), környezeti ártalmaikat, főbb jellemzőiket és mérési módszereit. A VOC-k kibocsátás csökkentésére született nemzetközi, Uniós és hazai egyezményeket, jogszabályokat röviden összefoglaltuk. A város különböző helyein, más-más időszakban Anasorb adszorbens csöveken megkötött levegőszennyező komponenseket mintáztunk, majd az adszorbens csövekről szén-diszulfiddal eluált minták kvadrupól tömegspektrométerrel illesztett gázkromatográfiás elválasztását (Agilent GC 7890A, MSD 5975 típusú GC-QMS-sel, J&W GS-Gaspro típusú 30 m × 0,320 mm kolonnán) elvégeztük és a fő komponensek (benzol, toluol, etil-benzol, xilolok = BTEX) koncentráció viszonyait meghatároztuk. A kapott mérési eredményeket összevetettük az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat veszprémi mérőállomásán mért adatokkal, amely alapján koncentrációváltozási trendeket határoztunk meg, mely

eredményeinket – a feltételezett fotokémiai átalakulások értékelésével – a konferencián bemutatjuk.

STUDIES OF VOLATILIC ORGANIC COMPOUNDS (VOC) AIR POLLUTANTS IN VESZPRÉM CITY

Keywords: air quality, volatile organic compounds (VOC), BTEX

Nowadays there are numerous industrial branches and technological processes including traffic where organic compounds having low boiling temperature are used or emitted. There is an increasing concern about the role of volatile organic compounds (VOCs) in air pollution and their adverse effect on urban air quality. Emitted VOC are able to react with other pollutants present in air making their effect more harmful to environment. One of the main tasks of sustainable development is to improve the living environment of people. Therefore regulations related to air pollution control become stricter. The identification of air pollution sources and up-to-date evaluation processes of their environmental impact are very important tasks especially in case of air quality improvement in regions having heavy industry and traffic.

The research work was focused on investigation of physico-chemical properties, mechanism of formation including photochemical transformations, environmental impact and methods of determination of VOC originated from the traffic. Revision of EU and Hungarian regulations, international conventions related to decreasing of VOC emissions was also done in literature review. The experimental part dealt with air sampling and its analysis. Air samplings were carried out at different times and at different locations of Veszprém city, Hungary having various traffic volume. The “Tube Anasorb” containing active carbon was used for air sampling that is suitable for adsorption of VOC. Amount of air pumped through adsorption tube and its physical parameters (e.g. air temperature and pressure) were recorded at each measurement and were later used for calculation of concentration of main air pollutants such as benzene, toluene, ethylbenzene and o-, p-, m-xylenes (BTEX). Carbon disulfide was used as solvent for desorption of VOC from the surface of active carbon of adsorbent. The quantitative and qualitative analysis of BTEX was carried out by GC-QMS (Agilent GC 7890A, MSD 5975 type) using J&W Gaspro 30m x 0.320 mm column.

Results were compared with the BTEX concentration measured on-line air pollution control system in Veszprém city operated by Hungarian Air Quality Network. The trends in air quality of the city and possible ways of photochemical transformation of investigated pollutants are discussed.

SZERVES VÍZSZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSA ELEKTROKÉMIAI MÓDSZERREL

Mogyoródy Ferenc
Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet
3515 Miskolc-Egyetemváros
fkmmf@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: elektrolízis, szennyvíz, lebontás

Tiolkarbamát típusú peszticid hatóanyagok elektrokémiai lebontását tanulmányoztuk NaCl tartalmú vizes oldatokban. Ciklikus voltammetriás és elektrolízises mérési eredményeink arra utalnak, hogy a tiolkarbamátok elektrokémiai lebontása NaCl oldatokban az alkalmazott reakciókörülményeknél nem az elektródon, hanem a NaCl elektrolízis intermedierek (Cl_2 , HOCl , OCl^-) részvételével döntően az oldatfázisban, „indirekt” elektrolízissel játszódik le.

Keywords: electrolysis, wastewater, degradation

Electrochemical degradation of thiocarbamate active ingredients was investigated in aqueous NaCl solutions. The results indicate that under the reaction conditions applied, the electrochemical degradation of thiocarbamates in NaCl solutions takes place not only on the electrode but mainly in the solution phase through 'indirect' electrolysis involving the intermediates of NaCl electrolysis (Cl_2 , HClO , ClO^-).

FÉMEK FELVITELE KARBONGYÖNGY TÍPUSÚ ADSZORBENSRE DISPERSION OF METAL ON CARBON BEADS ADSORBENTS

Rugóczy Péter*, Lakatos János**

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet

3515 Miskolc Egyetemváros

peti.rugo@gamil.com*, *mtasotak@uni-miskolc.hu*

Kulcsszavak: karbonyöngy, fém diszpergálás, adszorbens

Fémek nagy diszperzításfokban történő felvitelét tanulmányoztuk karbonyöngy típusú adszorbensekre. A fémeket ioncserével vittük fel a szorbens prekursorjaként kiválasztott divinil-benzollal térhálósított sztirol gyöngy polimerre. A gyöngy formájú adszorbent a felvitt fémionok jelenlétében inert (N_2) atmoszférában végzett karbonizációval, majd vízgőz vagy CO_2 aktiválással hoztuk létre. Az ily módon előállított karbonyöngyök pórusszerkezetét adszorpciós módszerekkel és elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Azt találtuk, hogy az előállított karbonyöngy szerkezete függ a polimer kiindulási formájától (a funkciócsoportok típusától), valamint a felvitt fémion minőségétől. A diszpergált fémek módosítják mind a karbonizálási, mind az aktiválási lépés hatásfokát a kiindulási H^+ és OH^- formákhoz képest.

DISPERSION OF METAL ON CARBON BEADS ADSORBENTS

Keywords: carbon beads, dispersion of metal, adsorbents

Dispersion of metals on the carbon bead adsorbents was investigated. The metal ions were loaded to the sulphonated styrene divinyl benzene copolymers by ion exchange process. Forthcoming the beads was carbonized in inert atmosphere and activated by steam or CO_2 . The structure of the beads was investigated by the sorption methods and electron microscope. The efficiency of production and structure of the carbon beads has shown dependence of functionalities originally exist on the beads precursor and as well as the dispersed ion nature made a comparison to the H^+ and OH^- form.

RDF – ALTERNATÍV TŰZELŐANYAG FRAKCIÓ LEHETŐSÉGEI AZ ÉSZAK-BALATONI HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI RENDSZERBEN

Sarkady Attila^{1*}, Kurdi Róbert², Rédey Ákos

¹Észak-Balatonai Hulladékgazdálkodási Kft

²Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet

*sarkady.attila@ebhkft.hu

A Refuse Derived Fuel (RDF) a háztartási szilárd hulladékból nyert, válogatott, szárított, aprított, magas fűtőértékkel rendelkező frakció. Az átkeveréssel homogenizált anyag alkalmas termikus hasznosításra. Fő összetevői a műanyag és egyéb biológiailag lebomló hulladékok (fa, textil). Az RDF anyag előnye, hogy előállításával csökken a lerakóba kerülő hulladékok mennyisége, valamint megfelelő mennyiségű és minőségű energiát biztosít az energia-intenzív iparágak számára.

Az Észak-Balatonai Hulladékgazdálkodási rendszer EU-s forrásból megvalósított, a kor igényeinek maradéktalanul megfelelő komplex hulladékgazdálkodási rendszer, melynek üzemeltetője az Észak-Balatonai Hulladékgazdálkodási Kft. (ÉBH Kft). A rendszer kialakítása során fontos szempontként jelentkezett a vegyesen gyűjtött lakossági hulladékok mechanikai és biológiai kezelése. A kezelés célja a hulladék hasznosítható anyagainak kiválasztása, a visszamaradó anyag további szelektálása stabilizálendő és égethető anyagokra. Előbbi a legújabb elvárásoknak megfelelő lerakáshoz szükséges (minimális szervesanyag tartalom), mára előírassá váló szerves anyag csökkentést célozza meg, míg utóbbi az energetikai hasznosításhoz állított elő köztes anyagot.

A megvalósított technológia tervei több évvel ezelőtt születtek, így ebben az időben a hulladék egy részének égetését, mint egyedüli alternatívát határozták meg. Időközben egyre fontosabbá vált a hulladékban rejlő lehetőségek minél jobb kiaknázása. Ennek megfelelően a termikus hasznosítási lehetőségek előtérbe kerültek. További Uniós források állnak rendelkezésre, hogy akár a már megvalósult hulladékgazdálkodási rendszerek tovább fejlődhessenek. Ennek egyik legnagyobb kihívása az észak-balatonai rendszer felkészítése olyan égethető frakció előállításának mely képes megfelelni az RDF készülő előírásainak, így alkalmassá válik az új RDF hasznosító technológiák forrását biztosítani.

A tanulmány célja bemutatni az ÉBH Kft működési területén (gyűjtés, szállítás, technológiák, stb.) eszközölhető változásokat, melynek segítségével, és a jogi és környezetvédelmi szabályozásoknak megfelelő RDF frakció előállítható és energetikai célokra felhasználható, továbbá meghatározni azokat az elérendő célokat és eszközöket, ami a további rendszerfejlesztési projekt alapját képezhetik.

RDF – ALTERNATIVE FUEL FRACTION, POSSIBILITIES OF THE NORTH-BALATON WASTE MANAGEMENT SYSTEM

The Refuse Derived Fuel (RDF) is the sorted, dried and crushed, high calorific value fraction of the of solid wastes coming from households. This homogenized material suitable for thermal use. The main components of the RDF are plastics and other biodegradable wastes (wood, textiles). The advantage of RDF material is to reduce the landfill load and provide fuel in appropriate quality and quantity for the energy intensive industry.

The North-Balaton Waste Manage System is co-financed by the EU. The modern, complex waste management system is operated by the North-Balaton Waste

Management Ltd. (ÉBH Kft). The mechanical and biological treatment of household wastes was one of the key elements of the system. The object of the handling is to separate the recyclable fraction of the waste and to separate the non-recyclable fraction into material for energetic use and organic fraction to be bio-stabilized. This stabilized fraction aims the lowered organic level for landfill deposition, whilst the other fraction is the raw material of the energetic utilization.

The technology that has been realized had been planned many years ago, when a portion of the household waste were to introduced into incineration plants as the one and only alternative. By time it become increasingly important to benefit on this fraction as much as possible, and new energetic application techniques were emerging. EU funds are still open for application to develop the existing waste management systems. It is a great challenge for the North-Balaton system to be developed in order to produce RDF fraction that meets the requirements of the RDF standards coming into force in the future.

The scope of this document to reveal the possible changes at the North-Balaton waste management system (collection, transportation, technologies, etc.) that contribute to produce appropriate RDF fraction that can be input for energetic usage. It is also important to clarify goals and tools for other possible R+D projects.

GÉPJÁRMŰVEK KIPUFOGÓGÁZ EMISSZIÓJA ÉS KATALITIKUS TISZTÍTÁSA

Sinka Zsófia^{*}, Kovács József^{}, Yuzhakova Tatiana, Rédey Ákos**

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet
8201 Veszprém, Pf. 158.

sinka.zsofi@gmail.com*, *kovacs@almos.uni-pannon.hu*

Kulcsszavak: belső égésű motor, katalizátor, gázemisszió, szénhidrogének, nitrogén-oxidok,

Az antropogén eredetű források között- az utóbbi évtizedben végbement motorkonstrukciós, üzemanyag és környezetvédelmi vonatkozások ellenére- a közlekedés továbbra is meghatározó a légszennyező anyagok kibocsátásában. A gépjárművek által kibocsátott anyagok emissziójának csökkentésére irányuló kutatások egészségvédelmi és környezetvédelmi szempontból is fontosak.

A gépjárművek motorjában az üzemanyag és a levegő keverékének tökéletes égésekor elvileg CO₂ és vízgőz keletkezik, a gyakorlatban a kevésbé tökéletes az égés, így levegőszennyező gázok – CO, CH_x, NO_x, PAH-ok, VOC-k valamint aeroszolok-növekvő kibocsátását eredményezi. A gépjárművek kipufogórendszerébe épített katalizátorok gyorsítják a káros anyagok átalakulását, oxidációját (CO, VOC), vagy redukcióját (NO_x).

Az általunk előállított modell kipufogógázzal (földgáz-vízgőz elegy és NO_x tartalmú gázkeverék) végzett különböző üzemidejű és eltérő üzemvitel mellett használt katalizátorok szénhidrogén és nitrogén-oxid átalakulási hatásfokának vizsgálatának eredményire is alapozva saját katalizátor mintákat állítottunk elő. Kereskedelmi γ -alumínium-oxid hordozóra és annak hőkezelt formájára impregnálással kialakított Pd-CeO₂ aktív anyagokat tartalmazó mintákat (1x, 2x, 3x és hőkezelt 1x impregnált minta) és Pt-Pd-CeO₂ aktív anyagot tartalmazó hőkezelt, 1x impregnált mintát állítottunk elő. A katalitikus aktivitás vizsgálatokhoz modell kipufogógázt használtunk 250°C és 700 °C

hőmérséklet tartományban. A Pt-Pd-CeO₂ aktív anyagot tartalmazó hőkezelt, 1x impregnált katalizátorral „éles” kísérletet is végeztünk benzinüzemű, négyütemű belső égésű motor kipufogógázaival.

Kutatómunkánk eredményei közül az aktivitásmérések eredményeit, a morfológiai és szerkezeti tulajdonságok változásait mutatjuk be nyers és aktivitásmérés utáni állapotban.

VEHICLE EXHAUST GAS EMISSION AND ITS CATALYTIC CONVERSION

Keywords: ignition vehicle, catalyst, gas emission, nitrogen oxides, hydrocarbons

The emission of air pollutants originated from traffic is significant among anthropogenic pollutant sources.

For the total combustion of the fuel an optimal air-fuel mass ratio inside the ignition motors is required, otherwise the combustion results an incomplete process producing air pollutant gases: carbon monoxide (CO), hydrocarbons (CH_x), nitrogen oxides (NO_x), polyaromatic hydrocarbons (PAH), volatile organic compounds (VOC), and increasingly growing emission of aerosols. The catalytic conversion methods for cleaning processes of Otto-type engines exhaust gases are widely applied. The main function of catalytic converters is to increase the reaction rate of injurious substances in oxidation or reduction process.

Based on the literature review and our previous research it was concluded that the three-way catalysts are the most suitable material for the depollution process. In this work γ -alumina supported catalyst samples produced by impregnated method were tested. The catalytic tests were carried out in the temperature range of 250-700 °C with mixed model gas and exhaust gas of four-cycle Otto engine.

The catalytic activity in results of catalyst samples in nitrogen-oxide reduction and methane combustion reactions will be demonstrated and illustrated by the changes in the morphological- and structural properties of catalysts before and after the activity tests as well.

EGY FENNTARTHATÓ ENERGETIKAI- ÉS VEGYIPARI ALAPANYAG, A GAMMA-VALEROLAKTON

Strádi Andrea

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, 1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/A

kiwi@caesar.elte.hu

Kulcsszavak: zöldkémia, megújuló alapanyag, homogén katalízis

A fosszilis-alapú energiahordozók és vegyipari alapanyagok túlsúlya a jövőben várhatóan egyre inkább csökkenni fog, szemben az átalakításuk révén nyert termékek iránti kereslettel. A kitermelés, szállítás és tárolás nehézségei mellett a nyersanyagok lelőhelyeinek egyenetlen eloszlása is aggályokat vet fel, emiatt a megújuló forrásokat célzó innovatív kutatásokra mindenképpen szükség van. A zöldkémia térnyerése közelebb viheti az emberiséget ahhoz, hogy a vegyipar is környezetbarát módon működhessen. Jelentős potenciál van a nem ehető szénhidrátokból előállított alapanyagokban (mint például a levulinsav), amelyek több szempontból is igen előnyösnek bizonyulnak. Előállításukkal csökkenthető a mezőgazdasági és lakossági szerves hulladék mennyisége, valamint természetes, könnyen lebomló termékeket kaphatunk, melyek az energetikai- és vegyipari alapanyagaivá válhatnak.

A levulinsavból szintetizált gamma-valerolakton (GVL) bizonyítottan alkalmas üzemanyag-adaléknak, gyújtófolyadéknak, alkánok és környezetbarát oldószerek, azaz ionos folyadékok kiinduló vegyületének. Környezetbarát, nem mérgező, könnyen szállítható és tárolható, köszönhetően alacsony gőznyomásának. Kísérleteim során klasszikus katalitikus hidrogénezéssel állítottam elő a GVL-t, különböző vízdoldható foszfinokkal módosított ruténium alapú katalizátorral. Eredményképpen már 1 óras reakcióidő mellett, oldószer-felhasználás nélkül, magas szelektivitással és konverzióval (> 99%) sikerült a kívánt vegyületet előállítani. A hatékony molekulatervezés érdekében a foszfin ligandumok szterikus és elektronikus paramétereinek vizsgálatával értelmetztük az alkalmazott ligandumok katalitikus aktivitásai között tapasztalt különbségeket.

Jelenlegi doktori munkám során a gamma-valerolaktonból előállítható bio ionos folyadékok, mint „zöld” oldószerek alkalmazási lehetőségeit kutatom, hidrogénezési és hidroformilációs reakciókban.

A SUSTAINABLE FEEDSTOCK FOR ENERGETIC AND CHEMICAL INDUSTRY, THE GAMMA-VALEROLACTONE

Keywords: green chemistry, renewable feedstock, homogenous catalysis

In the near future, the demand for fossil-based fuel and chemical products is expected to decrease compared to the demand for the products currently being manufactured from these. Accordingly have an increasing requisite for innovative research in the area of renewable resources.

The conversion of biomass to hydrocarbons provides a renewable platform for the chemical and the fuel-energetic industry. It has been shown, that gamma-valerolactone (GVL) could be considered as a sustainable liquid for the production of energy and carbon-based products, since it has several attractive physical and chemical properties (e.g. occurs naturally, has a pleasant smell, low vapour pressure, non-toxic etc.). In my work the formation of GVL was based on ruthenium catalyzed reactions, such as classic homogenous hydrogenation in the presence of different water-soluble phosphine ligands. Yet in 1 hour, solvent and promoter free reaction the required compound was produced with high selectivity and conversion (> 99%). In behalf of the efficient molecular designing we analyzed the steric and electronic characterization of the applied ligands and its influence on the observed differences of catalytic activities.

The current object of my doctoral research is to explore the possibilities of the application of several bio ionic liquids synthesized from GVL, in hydrogenation and hydroformylation reactions.

KARBON NANO-SZORBENSEK, ÉS -KATALIZÁTOROK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A KÖRNYEZETVÉDELMI TECHNOLÓGIÁKBAN I. BAMBUSZ SZERKEZETŰ SZÉN NANOCŐVEK SZINTÉZISE

Vanyorek László^{*}, Lakatos János^{}**

Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet. 3515 Miskolc-Egyetemváros

^{*}kemvanyi@uni-miskolc.hu, ^{**}mtasotak@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: kétfémes katalizátor, CCVD, pirolízis, szén nanocővek

Kutatásaink célja, hogy felderítsük a különböző karbon struktúrák alkalmazási lehetőségeit a környezetvédelmi technológiákban, valamint megállapítsuk, jelentkezik-e különbség a szén fajták katalitikus aktivitásában, illetve ezeknek milyen - a struktúrárt érintő - okai lehetnek. Elsőként a szén nanocsövek egy különleges típusát, a bambusz szerkezetű szén nanocsöveket, állítottunk elő. A szintézist a szénszálak és szén nanocsövek előállítására használt CCVD eljárással végeztük el. A szénforrásként vizsgáltunk két különböző nitrogén tartalmú szénhidrogént, ciklohexilamint, dimetil-amino-propil-amint. A kísérleteinket Co-Fe kétfémes katalizátorral végeztük el MgO hordozón, és kipróbáltunk egyéb szubsztrátokon is. A szintézist négy különböző hőmérsékleten hajtottuk végre, a reakció idejét változtattuk. pásztázó elektronmikroszkópiai és transzmissziós elektronmikroszkópiai vizsgálatokkal, valamint energiadiszipatív röntgen analízis segítségével állapítottuk meg a keletkezett termék szerkezetét és minőségét.

PREPARATION AND POSSIBILITIES OF APPLICATION OF CARBON NANO SORBENTS AND CATALYSTS IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES I. SYNTHESIS OF BAMBOO LIKE CARBON NANOTUBES

Keywords: bimetallic catalyst, CCVD, pyrolysis, carbon nanotubes

The aim of our research is to investigate the possibilities of application of different carbon structures in environmental technologies, to establish if there are any differences in catalytic activity of carbon types. First a special type of carbon nanotubes, bamboo like carbon nanotubes (further on BCNT) were prepared. The synthesis was made by catalytic chemical vapour deposition (further on CCVD) method used for producing carbon fibers and carbon nano tubes. The synthesis was made with two different amines, cyclohexylamine or dimethyl-amino-propylamine. Our experiments were made with bimetallic catalysts (Co-Fe) on magnesium oxide substrate, and tested other substrates too. The synthesis was carried out on four different temperatures, and time of reaction was also changed. We examined the structure and quality of produced material, with the help of scanning electron microscopy, transmission electron microscopy and energy-dispersive x-ray analyses.

BELSŐ ÉGÉSŰ OTTO-MOTOR KIPUFOGÓ GÁZ KOMPONENSEINEK VIZSGÁLATA

Yuzhakova Tatiana^{1*}, Kovacs József¹, Sinka Zsófia¹, Rédey Ákos¹, Miklós László¹, Ráduly² István, Ráduly² Lenke, Lakó János¹, Utasi Anett¹, Popita Gabriela Emilia²

¹Környezetmérnöki Intézet, Pannon Egyetem, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10, Magyarország

²Faculty of Environmental Science and Engineering, Babes-Bolyai University, 30 Fântânele St., Cluj-Napoca, 400294 Romania

*yuzhakova@almos.uni-pannon.hu

Kulcsszavak: Környezetvédelem, Levegőtisztosítás, kipufogó gázok összetétele, BTEX koncentráció, GC-MSD analízis

Kutatómunkánk során egy négyütemű, Otto-típusú, egyhengeres –E 95 benzinnel üzemelő- belső égésű motorral hajtott aggregátor kipufogó gázainak vizsgálatára terjedt

ki. Az aggregátor motorjából kilépő gáz összetételét on-line és off-line (SKC-232 típusú, 3L jelű Tedlar zsákos) mintázással vizsgáltuk. A vizsgált kipufogógázban a fenti módszerrel mintegy 65 komponenset azonosítottuk. A szobahőmérsékletre lehűtött kipufogógáz fő komponenseinek (O_2 , CO_2 , CO , CH_4 , NO) koncentrációját on-line működő gáz analizátorokkal határoztuk meg. A Tedlar zsákba gyűjtött gázmintákat GC és GC-MSD technikával analizáltunk. A gázelegy gázkomponenseinek (H_2 , O_2 , N_2 , CH_4 és CO) koncentrációját Chromatron GCHF-18.3 típusú gázkromatográffal, 2 m hosszúságú, 5A molekulaszitával (Carlo Erba) töltött oszlopon hővezetőképességi detektor alkalmazásával határoztuk meg. A GC analízisre a minták $18\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletre lehűtött és elválasztott minták voltak, így száraz gáznak tekinthetők. A mérési adatok alapján a terheléstől függő kipufogógáz átlagos összetétele kb. O_2 -14,3 v/v%, H_2 -2,12 v/v%, CO_2 -5,6 v/v%, CO -4,48 v/v%, CH_4 -0,03%, NO -16,0 ppm értékű volt.

A gázminták szénhidrogén tartalmának analízise GC-MSD (Agilent gyártmányú, GC 7890A, MSD 5975 típusú) készülék segítségével történt. Az alkalmazott kolonna J&W gyártmányú GS-Gaspro típusú 30 m hosszúságú 0,320 mm átmérőjű volt. Az azonosított komponensek közül hat komponens (BTEX: benzol, toluol, etil-benzol, m-, p-, o-xilolok) koncentrációját mennyiségileg is meghatároztuk ismert összetételű kalibráló gáz segítségével. A benzin üzemű (E 95) aggregátorból származó kipufogógáz minták jellemző BTEX összetétele a következő mert benzol: $0,211\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; toluol: $0,332\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; etil-benzol: $0,038\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; m-, p-xilol $0,056\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$; o-xilol: $0,061\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

INVESTIGATION OF COMPOSITION OF THE EXHAUST GASES OF GASOLINE ENGINES

Keywords: environmental protection, air pollution, exhaust gas composition, BTEX concentration, GC-MSD analysis

The objective of this research was to study the exhaust gas composition generated by four-stroke single cylinder ignition engine operating an aggregate. The ignition engine was operated by E 95 type gasoline. The exhaust gas was analyzed on- and off-line. About 65 components were identified in the exhaust gases of the Otto type engine. The concentrations of O_2 , CO_2 , CO , CH_4 , NO as the main components were investigated by on-line gas analyzers (chemiluminescence and non-dispersive infrared Sermomex type gas analyzers). The investigated gas mixture was considered to be dry since the exhaust gas was cooled down to $18\text{ }^\circ\text{C}$ and separated from the condensate. The organic components of the exhaust gas was collected in Tedlar bag (SKC-232, 3 L, USA) for GC and GC-MSD off-line analysis. The concentrations of the hydrogen, oxygen, nitrogen, carbon monoxide and methane components of gas the mixture were detected by Chromatron GCHF-18-3 type gas chromatograph as well equipped with 5A type molecular sieve packed column. Thermal conductivity detector was used for analysis. The average concentrations of the exhaust gases depending on the load was determined: O_2 -14.30 v/v%, H_2 -2.12 v/v%, CO_2 -5.6 v/v%, CO -4.48 v/v%, CH_4 -0.03 v/v%, NO -16.0 ppm.

The different types of hydrocarbons in the gas samples were investigated by GC-MSD (Agilent, GC 7890A and MSD 5975 type) having J&W GS-Gaspro 30 m x 0.320 mm PLOT type capillary column. Calibration gas mixture was used for the quantitative determination of the BTEX components (benzene, toluene, ethyl-benzene, m-, p-, o-xylenes). The average BTEX concentration of the exhaust gas from the aggregator operated with E 95 gasoline was as follows: toluene: $0.332\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, benzene: $0.211\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, o-xylene: $0.061\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, m- and p-xylene: $0.056\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, ethyl-benzene: $0.038\text{ }\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

POLIMER ELEGYEK BENTONIT SZUSZPENZIÓ RÉSZECSKÉIRE KIFEJTETT FLOKKULÁLTATÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Zákányiné Mészáros Renáta

Miskolci Egyetem Kémiai Intézet, 3515 Miskolc Egyetemváros
fkmmr@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: polimer elegyek, szinergetikus hatás, víztisztítás

A vízben előforduló lebegő szennyezők az esetek túlnyomó többségében 1 mikrontól kisebb méretűek és ezeket a vizekből általában üleptetéssel, flotálással, szűréssel vagy ritkábban centrifugálással távolítják el. Az említett folyamatok meggyorsítására, illetve hatékonyságának növelésére a részecskéket aggregáltatják hidrolizáló sók (koagulánsok), tenzidek vagy makromolekuláris anyagok (flokulánsok) hozzáadásával. A művelet során a szennyező oldott szerves anyagok egy részének eltávolítása is megvalósul. Újabban az előző reagensek mellett ígéretes a polimer-elegyek flokkulátató hatásának vizsgálata. Az elegyek a számos rendszerben megvalósuló szinergetikus hatás révén jelentősen tovább növelhetik a lebegő anyagok vizekből való eltávolításának hatékonyságát. E problémakörön belül- a víztisztítás megtervezése és az optimális elegy-összetétel kiválasztása szempontjából - döntő jelentőséggel bír a polielektrolit-elegyek flokkulátató hatása és a felületen felvett konformációja közötti összefüggések vizsgálata.

EFFECT OF POLYELECTROLYTE BINARY MIXTURES IN FLOCCULATION OF BENTONITE SUSPENSION

Keywords: polymer binary mixtures, synergetic effects, water treatment

Aggregation of dispersed particles plays an important role during phase separation processes, in particular in the course of water conditioning and treatment. Typically, these processes are initiated or enhanced by adding hydrolysing salts or high molecular polymeric flocculants to the water to be treated. Efficiency of these processes depends on a big number of factors; some laws, kinetics and mechanisms of coagulation by hydrolysing salts/flocculation by polymers are well known, others need further clarifying. Nowadays, it is very important to establish the effect of cationic and anionic polyelectrolytes and their binary mixtures on the electrokinetic potential, kinetics, degree and mechanisms of flocculation of bentonite particles (models of suspended matter in waters) vs. polymers dose, charge density of added polyelectrolyte, solid content, type and concentration of electrolytes in suspension;

MAGYARLAPÁDI (ROMÁNIA) VETEMÉNYEK NEHÉZFÉM- TARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

Zsigmond Andrea-Rebeka^{1*}, Szatmári Gizella¹, Szilágyi Renáta², László Enikő²

¹Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Környezettudomány Tanszék, 400112
Kolozsvár, Mátyás király u., 4. sz., Románia

²Bethlen Gábor Kollégium, Nagyenyed, Bethlen Gábor u., 1. sz., Románia

*zsigmond.andrea@kv.sapientia.ro

Kulcsszavak: nehézfém, bioakkumuláció, légszennyezés, zöldségfélék

A Nagyenyedtől 10 km-re fekvő Magyarlapád a széljárásnak köszönhetően ki van téve a nagyenyedi fémfeldolgozó gyár kéményéből származó füst által szállított nehézfém-szennyezésnek. Harminc kertből származó petrezselyem, sárgarépa, bab és burgonya Cd- és Pb-tartalmát határoztuk meg. A mintavételi pontokat egy mintavételi háló megszerkesztésével jelöltük ki. Az elemzést megelőzően a mintákat légszárzóra szárítottuk, majd porrá őröltük, és savas-oxidatív közegben tártuk fel. A nehézfémeket voltametriás módszerrel határoztuk meg.

Egyértelmű akkumulációs preferenciák mutathatók ki: a petrezselyem és a sárgarépa gyökere az ólommal szemben, a bab pedig a kadmiummal szemben mutat preferenciát, illetve a petrezselyemben mértük a legkisebb kadmium-koncentrációkat és a babban a legkisebb ólomkoncentrációkat. Magyarlapádon tehát egyértelműen kimutatható az ólom- és kadmium-szennyezés a termesztett növényekben. A sárgarépaminták 67 %-ánál az ólomkoncentráció, illetve 20 %-ánál a kadmiumkoncentráció meghaladta a megengedett határértéket.

STUDY OF HEAVY METAL CONTENT OF SOME CROPS GROWN IN MAGYARLAPÁD (ROMANIA)

Keywords: heavy metals, bioaccumulation, air pollution, vegetables

Magyarlapád is likely affected by heavy metal pollution due to exhaust gases emitted by the nonferrous metal processing plant from Aiud city, which lies about 10 km from the studied area. Parsley and carrot roots, potato and beans raised in 30 gardens have been collected and analysed for cadmium, lead and copper content. A sampling net was plotted in order to choose the sampling points. The heavy metals have been determined with voltammetric analysis.

It was shown a definite accumulation preference for the lead of the roots of parsley and carrot, and for the cadmium of the bean seeds. The parsley accumulated the least cadmium, and the bean seeds accumulated the least lead. The Cd and Pb pollution of the studied vegetables in Magyarlapád is a real problem. The carrot samples showed the highest pollution levels for both metals (67 % of the samples for Pb and 20 % of the samples for Cd exceeded the maximum admissible levels).

Környezeti nevelés és egészségügy

SZABAD FELHASZNÁLÁSÚ TÉRINFORMATIKAI SZOFTVEREK ALKALMAZHATÓSÁGA A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN

Domokos Endre^{*}, Vincze-Csom Veronika, Somogyi Viola

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet, Veszprém, Egyetem u. 10

**domokose@uni-pannon.hu*

Kulcsszavak: nyílt forráskód, térinformatikai szoftver, oktatás

Az előadásban bemutatásra kerül, milyen lehetőségek nyílnak meg előttünk a környezetvédelemben az ingyenesen illetve szabadon használható GIS alkalmazásokkal. Röviden ismertetésre kerülnek e szoftverek főbb csoportjai illetve alkalmazási területei.

Ma már vészhelyzetekben is megbízható szoftverhátteret jelentenek a nyílt forráskódú térinformatikai alkalmazások, ezt egy esettanulmánnyal igazolják a szerzők.

A bemutatott döntési fa segítségével gyorsan meg lehet határozni, hogy hol húzódik meg az a határ, melyek azok a feladatok, ahol már megéri elgondolkozni kereskedelmi forgalomba kapható termékek beszerzésén.

Az előadás példával szolgál, hogyan fogadtassuk el oktatóként hallgatóinkkal, hogy bár az ingyenes termékeknek is van jövője, de mint minden területnek, ennek is csak, ha kifejezetten e területre szakosodott alkalmazottak (is) foglalkoznak a témával. Őket viszont meg kell fizetni, amit az általuk fejlesztett termék megvásárlásával lehet legegyszerűbben megoldani. A lényeg, hogy mindenki azt használja, amire ténylegesen szüksége van.

APPLICABILITY OF FREE GIS SOFTWARE IN THE ENVIRONMENTAL PROTECTION

Keywords: open source code, GIS software, education

Opportunities that are opened to us in the environmental protection due to the free-use GIS software will be discussed in this presentation. The main groups and scopes of the available software will be presented briefly. Nowadays these open source geospatial data and mapping applications mean a reliable software background during emergency situations which will be demonstrated through a case study.

A decision tree will also be presented to determine the borderline of those tasks where it is worth thinking about acquiring commercially available products. An important part of the presentation is to demonstrate how we make our students to accept that although these free-use products have future but (like in any other area) they can only have a real future especially if the staff is specialized in this field. However these specialists need to be paid. The easiest way is to buy the software they develop. The main point is that everyone should use that he or she actually needs.

SZENNYVÍZTISZTÍTÁS ÉS VÍZKEZELÉS MODELLEZÉSE TANULÓKÍSÉRLETEKKEL

Kardos Levente^{1*}, Sárközi Edit¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás
Tanszék, 1118 Budapest Villányi út 29-43.

*levente.kardos2@uni-corvinus.hu

Kulcsszavak: szennyvíztisztítás, ivóvízkezelés, aktív szén, ételszínezék

A mai környezetvédelem egyik legfontosabb feladata a szennyvizek megfelelő tisztítása. A szennyvíztisztítás folyamatainak megismerése része kell, hogy legyen a modern környezettudatos nevelésnek. A szennyvíztisztításban lejátszódó folyamatok megértését segíthetik az egyszerű, olcsó, diákok által kipróbálható tanulókísérletek

A szennyvíztisztítás laboratóriumi modellezésével könnyen demonstrálhatók a különböző szennyvíztisztítási fokozatok. A demonstrációs kísérlet alapját a La Découverte de l'eau oktató készlete adta. Az eredeti recept szerinti vizsgálatot egyszerűsítések bevezetésével módosítottuk, kiegészítettük, így alkalmassá téve annak bemutatását különböző korú diákok számára. A kísérletek elvégezhetők szakórákon, szakkörökön, illetve jeles napokon (pl.: Víz Világnapja) vagy az erdei iskolák keretében

egyéniel, csoportokban vagy tanári demonstrációs kísérletként egyaránt. A módosításaink alapján két kísérletsorozatot állítottunk össze.

Az első kísérletsorozatban a szennyvíztisztítás első fokozatának modellezése szűréssel történik. Az oldott komponensek eltávolítása pedig adszorpcióval, aktív szén segítségével, amely a szennyvíztisztítás második és harmadik fokozatát demonstrálja. A második kísérletsorozat a szennyvíztisztítás folyamatait az ivóvízkezelés gyakorlatának megfelelő technológiai fokozatokkal (kavicságyas szűrés, homokszűrés, aktív szenes szűrés) szemlélteti. Az utóbbi kísérletsorozatban az első fokozat modellezése kavicsos és homokon szűréssel történik, míg az oldott komponenseket adszorpcióval, aktív szén segítségével távolítottuk el. Minden esetben a szennyvíz darabos szennyezéseit növényi mintákat tartalmazó talajjal, az oldott szennyező anyagokat különböző színű ételfestékkel, illetve gyenge savval demonstráltuk. A tisztítás eredményességét kémhatás és vezetőképesség méréssel, valamint tesztkészletek segítségével ellenőriztük.

MODELING OF WASTEWATER – AND WATER TREATMENT WITH STUDENT EXPERIMENTS

Keywords: wastewater treatment, water treatment, activated carbon, food coloring

Nowadays one of the most important tasks of the environmental is proper treatment of wastewaters. The knowledge of wastewater treatment processes has to be part of the modern environmental education. The simple, cheap student experiments can help the understanding of wastewater treatment processes.

With modeling of wastewater treatment in laboratory can demonstrate easily the different stages of wastewater treatment. The root of demonstration experiment originates from La Découverte de l'eau. The original testing we modified, supplemented by introducing of simplifications, thus making it suitable for presentation to the students. The experiments are doable on specialist classes and eminent days (e.g. World Day of Water) or in forest schools individual, in groups or with teachers' demonstration experiments. We compiled two series of experiments.

In the first series of experiments happens the modeling's first stage of wastewater treatment with filtration. The dissolved components remove with adsorption using activated carbon, which demonstrates the second and third stage of this treatment. The second series of experiments demonstrates the processes of wastewater treatment with suitable technology levels (gravel-bed filtration, sand filtration, activated carbon filtration) of drinking water treatment. In the last series of experiments the modeling of the first stage happens on gravel and sand with filtration, the dissolved components were removed by adsorption using activated carbon. In all cases we demonstrated the lumpy pieces of wastewater with soil containing plant samples, the dissolved contaminants with different colored food coloring and with weak acid. The effectiveness of treatment was verified by measuring pH and conductivity and by using tests.

KÖRNYEZETTUDATOSSÁG ÉS A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS HATÁSA AZ OKTATÁSBAN ÉS A KUTATÁSBAN

Lakatos Gyula, Kosztin Beáta, Serra-Páka Szilvia, Tóth Judit, Markóczi Ibolya
Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1.

Kulcsszavak: környezettudatosság, fenntartható fejlődés, oktatás

Környezettudatosság a 21. század legnagyobb megoldásra váró feladata. A tudományok közötti kapcsolat hívta fel erre a témára a figyelmet, de a szociális látásmódban is változásra van szükség ahhoz, hogy egészében tudjuk ezt a problémát kezelni. Előadásunk során érdeklődő csoportokhoz juttatjuk el a környezettudatos természettudományi eredményeket, a társadalmi odafigyelés és a hasznos módszerek használatának fontosságát.

Projektünk során, 14 témán keresztül mutattuk be a környezettudatosság társadalmi lehetőségeit. A környezettudatosságról és a fenntartható fejlődésről egy televíziós sorozat készült el, amelynek a középiskolai programokon és az egyetemi fórumokon keresztül az egész társadalomra kiható eredménye van.

A projekt eredményei az egyetemi tanárképzésbe is bekerülnek, mint például környezet- és természetvédelem, fenntartható fejlődés és ennek pedagógiája (ESD). Fenntarthatósági programsorozat középiskolákban került bemutatásra ilyenek például a környezettudatos gondolkodás bemutatása vidéki iskolákban vagy az ökoiskola-hálózat. Az iskolák saját közösségeik kialakításával erősíthetik a fenntarthatóságot.

ESD kutatás együttműködő kell, hogy legyen, ami azt jelenti, hogy megengedi a kutatást és ebben való részvételt bármilyen résztvevőnek legyen az diák, tanácsadó, tanár, oktató és mint társkutató csoportokat vagy egy hálózatot hozhat létre a közös együttműködésért. Az ESD nem csupán elméleti alapokon nyugvó modell; az ESD megállapításai, és kritériuma nagyban függ a társadalmi körülményektől, amelyek viszont kapcsolatban vannak a gazdasággal és az ökológiával.

EFFECTS OF ENVIRONMENTAL CONSCIOUS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT EDUCATION AND RESEARCH

Keywords: environmentally conscious, sustainable development, education

Environmentally conscious behaviour is the biggest solving challenge for the 21st century. The correlations, revealed among different science, draw the importance of this topic, but we need the change of all social view to treat the whole problem. Our lecture deals with the environmentally conscious scientific results, the importance of social attention and useful methods to interested social groups.

Social possibilities of environmental conscious forming applied 14 topics in the frame of our project. Television series about the environment consciousness and sustainability has been made, serves the passive-long term achievement for the whole society connected to the secondary school programmes and university forums.

The experiences of the project will be built up on the education of university courses of teachers (Environmental protection and natural conservation, Sustainable development, Pedagogy of ESD). Sustainable programme series have shown in the secondary schools for example in the other regional schools about the environmentally conscious thinking, network of eco-schools).

ESD research should be conducted collaboratively to allow research for participants (students, mentors, teachers, and teacher educators), act as co-researchers and create teams and networks to conduct collaborative inquiry.

ERDEI ISKOLA KEZDEMÉNYEZÉSEK MAGYARORSZÁGON AZ 1900-AS ÉVEK ELEJÉN

Leskó Gabriella^{*}, Szitta Emese^{}**

¹Eszterházy Károly Főiskola

3300 Eger, Eszterházy tér 1.

*leskogabi@gmail.com **emese.szitta@gmail.com

Kulcsszavak: szabadlevegős iskola, erdei iskola, tanulászervezési mód.

A mai erdei iskolák elődjének tekintjük az 1900-as évek elején alapított reformpedagógiai irányzatok nyomán létrehozott, a tantermi egyhangúságtól elrugaskodott kezdeményezéseket, valamint az iskolaszanatóriumokat és szabadlevegős iskolákat. Az első erdei iskolát Németországban alapították 1904-ben, amelynek példájára alakultak Európa és világszerte, így hazánkban is hasonló intézmények. Ezek az iskolák a természetben, a szabadlevegőn való tartózkodásnak az egészségre gyakorolt pozitív hatását tartották szem előtt, azonban nem kellett sok időnek elteltéig ahhoz, hogy felmerüljön az igény a természet megismerésére. Korabeli hazai intézményeink feltérképezésével teljesebb képet kaphatunk az erdei iskolának, mint tanulászervezési módnak a kialakulásáról.

FOREST SCHOOL INITIATIVES IN HUNGARY IN THE EARLY 1900'S

Keywords: open-air school, forest school, method of learning organization.

The unconventional pedagogic methodological initiatives, open-air schools and educational nursing-homes established in the early 1900's are considered the precursors of the present forest schools. Forest schools in Europe, worldwide and also in Hungary were instituted by the first one which was founded in Germany in 1904. First of all the open-air and natural conditions and the effect of these factors were emphasized, but after a short time the demand arose for the cognition of nature. By the exploration of contemporary inland institutions we can receive a clearer image about forest school as a method of learning organization.

KÖRNYEZETI NEVELÉS ALSÓ TAGOZATOS TANULÓK ÉS TANÍTÓKÉPZŐS HALLGATÓK KÖRÉBEN

Major Lenke

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

6722 Szeged, Petőfi sgt. 30-34

lenkemajor@gmail.com

Kulcsszavak: fenntarthatóság pedagógiája, környezeti nevelési program, módszertan gyakorlati képzés, attitűdvizsgálat

Munkámban bemutatom a környezeti neveléssel kapcsolatos doktori kutatómunkám tervét, és a környezeti nevelés terén végzett eddigi kutatásaim elméleti hátterét. Vázolom a környezeti nevelés módszertani alapjait, és ismertetem a további terveimet a környezeti nevelés megvalósíthatóságával, fejlesztésével kapcsolatban. Célom egy környezeti nevelési program kidolgozása tanítóképzős hallgatók bevonásával, valamint alsó tagozatos tanulók környezettudatosságának empirikus vizsgálata, és a két csoport, a gyerekek, és a leendő pedagógusok környezettel szembeni felelősségérzetének együttes fejlesztése. Szeretném bizonyítani, hogy a környezettudatos magatartás tanítható, és a környezeti nevelésben fontos szerepe van az oktatási színtereknek, a korszerű módszereknek, a jól átgondolt, a tanterv részét képező környezeti nevelési programoknak.

ENVIRONMENTAL EDUCATION OF LOWER ELEMENTARY PUPILS WITH THE ACTIVE INVOLVEMENT OF TEACHER TRAINING COLLEGE STUDENTS

Keywords: sustainable education and development, environmental education-project, methodology, teaching practice, attitude research

This lecture offers a presentation of my PhD research plan dedicated to environmental education, along with a description of the theoretical background of the research accomplished to date in connection with environmental education. I will present the methodological foundations of environmental education and my further plans connected to the feasibility and development of environmental education. The objectives include the elaboration of an environmental education programme with the involvement of teacher training college students, the empirical assessment of the environmental awareness of lower elementary pupils, and the joint development of responsibility for the environment of these two target groups, i.e., pupils and would-be teachers. My intention is to confirm the hypothesis that an environmentally aware attitude can be taught, and various educational opportunities, advanced methods, and well thought through environmental education programme that are part of the curriculum play an important role in environmental education.

AZ IDŐJÁRÁS ÖSSZEFÜGGÉSE A KÖZLEKEDÉSI BALESETEKKEL

Puskás János^{1*}, Lórántfy Mária², Nagy Éva³

¹Nyugat-magyarországi Egyetem Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.

²Országos Mentőszolgálat Nyugat-dunántúli Regionális Mentőszervezete,
9700 Szombathely Sugár út 1.

³Geomed Kft. Háziiorvosi Szolgálat, 9700 Szombathely Ifjúság u. 2/A
*pjanos@gmail.com

Kulcsszavak: időjárás, Péczely-féle makroszinoptikus időjárás típus, közlekedési baleset
Az időjárás változásai szoros kapcsolatban vannak a közlekedési balesetek bekövetkezésével. Az időjárás jelentős megváltozására a közlekedésben résztvevők szervezete különbözőképpen reagál. A vizsgálatainkban célunk volt, hogy összefüggést keressünk a Szombathelyen és környékén történt közlekedési balesetek számával és komplex időjárás jellemzőket tartalmazó Péczely-féle makroszinoptikus időjárás típusokkal. A balesetek adatait az Országos Mentőszolgálat Szombathelyen és

környékén történt kivonulásai adatai 2000 és 2010 között. A Péczy-féle típusokat Károssy Csaba határozta meg. A feldolgozásban a napi időjárási típusokat a közlekedési balesetekhez való kivonulások számával vetettük egybe. A szignifikancia vizsgálatot a t-teszt segítségével végeztük. Eredményeink bizonyítják, hogy azokon a napokon történt szignifikánsan több vagy kevesebb baleset az átlagos értékhez viszonyítva, amikor markáns időjárási változás figyelhető meg (1., 4. és 6. típus). Ez ciklonális helyzetek napján fordul elő. A kutatás eredményei főleg a busz- és kamionvezetők munkabeosztásakor hasznosíthatók.

RELATIONSHIP BETWEEN THE WEATHER AND TRAFFIC ACCIDENTS

Keywords: weather, Péczy macrosynoptic weather type, traffic accident

The changes of weather have a close connection with the occurrence of traffic accidents. People, participants in traffic, react differently in case of significant change of the weather. The aim of investigations was to look for a correlation between the number of traffic accidents near Szombathely and Péczy macrosynoptic weather types. The Regional Ambulance Organisation in Szombathely gave the accident data (2000-2010). The Péczy's weather types were classified by Cs. Károssy. There was made a comparison between daily macrosynoptic types and the number of accidents when the help of ambulance was necessary. We used the t-test to determine the significance levels. Our results show there were significantly more or less accidents when an intensive weather change can be observed (type 1, 4 and 6). These types mean cyclonic macrosynoptic situations. The results of these investigations can be mainly used in organization of bus and truck drivers work.

Radioaktivitás a környezetben

EGYSZERŰSÍTETT MÉRÉSI MÓDSZER NUKLEÁRIS LÉTESÍTMÉNYEK LÉGNEMŰ ^{14}C KIBOCSÁTÁSÁNAK MÉRÉSÉRE

Bihari Árpád*, Molnár Mihály, Janovics Róbert, Mogyorósi Magdolna

MTA-ATOMKI HEKAL, H-4001 Debrecen, Pf. 51

**bihari@atomki.hu*

Kulcsszavak: ^{14}C , nukleáris létesítmény, légnemű kibocsátás, LSC mérés technika

Nukleáris létesítmények légnemű ^{14}C kibocsátásának monitorozására bevett gyakorlat, hogy katalizátoros oxidációt követően lúgban oldott hidrokarbonát formájában csapdázzák a radiokarbot (Magyarországon: Püspökszilágyi RHK, Paksi Atomerőmű, Bataapáti NRHT). A mintavételt gyakran egy igen munka-, idő- és költségigényes feltárási folyamat követi, mely során a hagyományos folyadék szcintillációs technika (LSC) által megkívánt fizikai és kémiai formába hozzák a mintákat. Jelen munkában egy újszerű módszert honosítottunk meg hazánkban, mely lehetővé teszi a lúgminták kvázi-direkt mérését LSC berendezéssel, amennyiben a mintázott levegő ^{14}C aktivitáskoncentrációja jelentősen (legalább 10-szeresen) meghaladja a természetes háttér szintjét. A Hionic-Fluor™ típusú koktél kifejezetten

erősen lúgos, magas ionkoncentrációjú oldatokhoz fejlesztették ki, ezért ennek felhasználásával, minimális minta-előkészítés után lehetővé válik a lúgok direkt LSC mérése. Hagyományos mintafeltárással is megmért lúgminták segítségével optimalizáltuk és validáltuk az új mérési módszert. Meghatároztuk, hogy az alsó mérési határ $0,01 \text{ Bq } ^{14}\text{C}/\text{g}$ lúg minta. A tipikusnak mondható $0,5 \text{ kg}$ lúg és 10 m^3 mintázott levegő mennyiség mellett ez kb. $0,5 \text{ Bq } ^{14}\text{C}$ alsó méréshatárt jelent léghőméterenként.

SIMPLIFIED MEASUREMENT TECHNIQUE FOR THE MEASUREMENT OF THE GASEOUS ^{14}C EMISSION OF NUCLEAR FACILITIES

Keywords: ^{14}C , nuclear facility, gaseous emission, LSC technique

The trapping of radiocarbon in the form of hydro-carbonates dissolved in alkaline media is a common practice for the monitoring of gaseous ^{14}C emission of nuclear facilities (in Hungary: Paks Nuclear Power Plant, Püspökszilágy and Bataapáti Nuclear Waste Disposal Facilities). Sampling is frequently followed by a rather time-, work- and money-consuming preparation process to provide the required physical/chemical sample form for traditional liquid scintillation counting (LSC) technique. This work presents the adaptation of a novel method for the quasi-direct measurement of ^{14}C from alkaline media in case of the ^{14}C activity concentration of the sampled air being at least 10 times higher than that of natural background level. A recently developed LSC cocktail called Hionic-Fluor™ allows for the measurement of samples with high ionic strength and solubilized samples in strong alkaline media. The optimization and validation of this technique has been made using alkaline samples processed and measured also by the traditional method. A critical level of $0.01 \text{ Bq } ^{14}\text{C}$ per gram alkaline sample has been determined which allows for a detection limit of 0.5 Bq/m^3 ^{14}C in case of 10 m^3 air sampled in 0.5 kg alkaline media.

A SOPRONI CSALÓKA-FORRÁS MAGAS RADONTARTALMA EREDETÉNEK VIZSGÁLATA

Freiler Ágnes^{1*}, Szabó Katalin Zsuzsanna², Horváth Ákos¹, Török Kálmán³, Sajó Bohus László⁴

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Atomfizikai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzettani és Geokémiai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

³Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23

⁴ Nuclear Physics Laboratory, Universidad Simon Bolivar, Caracas 1080A, Venezuela

* *agnes.freiler@gmail.com*

Kulcsszavak: Csalóka-forrás, radon eredete, deformált gneisz

A Soproni-hegység természetes radioaktivitásáról napjainkban igen keveset tudunk, ám léteznek arra utaló jelek, hogy egyes helyeken emelkedett koncentrációban jelennek meg radionuklidok, erre példa a Csalóka-forrás magas radonkoncentrációja, ami a hegység forrásai között kimagasló értéket képvisel (220 Bq/l). A hegység fő kőzettömegét a metamorf gneisz és csillámpala adja. Az alapkőzetben bizonyos területeken további

folyamatok játszódtak le, mint például a deformáció, vagy másnéven milonitosodás. A Csalóka-forrás is ilyen deformált gneisz alapkőzetű területen helyezkedik el.

A vizsgálatok célja, i) hogy meghatározzuk a forrásvíz radontartalmának időfüggését, és ii) hogy megtudjuk a forrás radontartalmát okozhatja-e a környező talaj, vagy. Ezen célok elérése érdekében folyadékszintillációs spektroszkópiát, gamma-spektroszkópiát és radonexhalációs vizsgálatokat végeztünk RAD7 radondetektorral.

A radonkoncentráció 20%-os trendszerű növekedését mutattuk ki egy év alatt, amit az éves csapadékmennyiség változásával magyaráztunk. Mivel a víz radontartalmának egy potenciális okozója lehet a nagy radonexhalációs együtthatóval rendelkező közegek jelenléte, ezért ezt az értéket meghatároztuk. A kőzetminták exhalációs együtthatója meglepően nagy értéknek adódott, $13\pm 2\%$. A radonexhaláció ismeretében megbecsültük a forrás potenciális radontartalmát, amit az adott közeg biztosítani tud. Ezen eredmény ismeretében a talaj a radontartalom 25%-át biztosítja, míg a kőzetek a teljes vízradontartalmat biztosítani tudják. A kőzetminták geológiai vizsgálata szerint ezen kőzet típusa a nagy nyomáson létrejött milonitosodott, deformált gneisz. A deformáció során megváltozott kőzetszerkezet az exhalációs együttható növekedését vonta maga után, ezáltal biztosítja a kőzet a Csalóka-forrás nagy radontartalmát.

ORIGIN OF THE HIGH RADON CONCENTRATION OF CSALÓKA SPRING IN NORTHWESTERN HUNGARY

Keywords: radon, milonit type deformed gneiss, exhalation coefficient

Sopron Hills is an interesting area from the radon point of view due to its geological background. The main rock types here are metamorphic gneiss and micaschist. At several sites the rocks went through milonite formation. One of these sites, the Csalóka Spring has the highest radon concentration (220 Bq/l) in the Sopron area.

In this study our aims were i) to determine the time dependence of the concentration, ii) to determine whether the soil and the rocks near to surface can be the source of this radon. To achieve these goals liquid scintillation spectroscopy, gamma-spectroscopy, and radon exhalation measurements with RAD7 radon monitor were used.

Time dependence of the radon concentration in the water was less than 20%, and a small trend was presented. We explain this small change by the changes in yearly precipitation values. Exhalation measurements show that exhalation coefficient of rocks were surprisingly high, $13\pm 2\%$. After measuring the radon-exhalation we estimated the potential radon-concentration. According to this result the soil itself can be the source of the 25% water radon concentration, but the rock explains the total amount. Geological study of these rocks revealed these are milonitic type deformed gneiss. During the deformation process at high pressure the structure of the rock changes and deformation planes are formed. Therefore the diffusion of radon is easier. It causes the high exhalation coefficient and the relatively high water radon content.

A PAKSI ATOMERŐMŰ C-14 KIBOCSÁTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A KÖZELI FÁK ÉVGYŰRŰIBEN

Janovics R^{1*}, Kern Z², Lukas W.³, Barnabás I.⁴, Molnár M.¹

¹MTA-ATOMKI HEKAL, H-4026 Debrecen, Bem tér 18/c,
²MTA GKI Budapest, ³ETH Zürich (Svájc), ⁴RHK Kft Budaörs
* janovics@atomki.hu

Kulcsszavak: faévgyűrű, atomerőmű, radiokarbon

A Paksi Atomerőműből kibocsátott C-14 izotóp egy része szervesen CO₂ gáz formájában jut a légkörbe, illetve a nagyobb súllyal jelentkező szén-hidrogén kibocsátás egy része is CO₂-vé oxidálódik a környezetben. A növények elsősorban a légköri CO₂ felvételével fedezik szén szükségletüket, mivel a fotoszintézis során a felvett széndioxidot beépítik a szerves anyagaikba. A cellulóz olyan alkotó eleme a növényeknek, melyet a keletkezése után már nem használ újra az anyagcsere folyamataiban, ezért a légkör C-14 aktivitásának változása jó eséllyel nyomon követhető a fák évgyűrűinek radiokarbon aktivitásának mérésével. Munkánk során az erőmű közvetlen környezetéből és egy háttér területről (Dunaföldvár) származó az utóbbi tíz évet reprezentáló faévgyűrű sorozatokat gyűjtöttünk, és hasonlítottunk össze. A méréseket nagy pontosságú AMS C-14 módszerrel végeztük. Az egyes érvekre vonatkozó erőmű melletti faévgyűrű radiokarbon adatokat összehasonlítottuk a háttér területen gyűjtött párhuzamos minták értékeivel. A mérések eredményeként kvantitatív módon meghatároztuk a vizsgált időszakra a faévgyűrűkben az erőmű kibocsátásához rendelhető radiokarbon többletet éves felbontásban.

INVESTIGATION OF THE C-14 EMISSION OF THE PAKS NUCLEAR POWER PLANT IN THE ANNUAL RINGS OF THE NEARBY TREES

Keywords: tree ring, nuclear power plant, radiocarbon

A part of C-14 isotope emitted by the Paks Nuclear power plant gets to the atmosphere as inorganic CO₂ gas, furthermore, a part of the hydrocarbons emitted in a higher quantity oxidises also to CO₂ in the environment. Plants mostly cover their carbon demands by the uptake of atmospheric CO₂, since they incorporate carbon-dioxide via photosynthesis into their organic materials. Cellulose is a constituent of the plants that is not reutilised by the metabolism once generated, therefore, the changes in the atmospheric C-14 activity concentration can possibly be fingerprinted by the measurements of the radiocarbon activity in the tree rings. We collected tree ring series representing the past 10 years from the vicinity of the nuclear power plant and from a background area (Dunaföldvár). Measurements were performed by high-precision AMS 14-C method. The tree ring radiocarbon activity concentration data of the surrounding tree rings were compared to the background ones for each year. As a result of the measurements, the radiocarbon excess attributable to the nuclear power plant in the tree rings was quantified for the investigated period with a resolution of one year.

MÉRÉSI MÓDSZER FEJLESZTÉSE AZ AEROSZOLOK ¹⁴C TARTALMÁNAK MÉRÉSÉRE ÉS AZ ELSŐ MEGFIGYELT ÉV EREDMÉNYEI DEBRECENBEN.

Major István^{1*}, Molnár Mihály², Janovics Róbert¹, Furu Enikő², Kertész Zsófia²

¹Debreceni Egyetem, Debrecen, Magyarország,

²MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen, Magyarország,

**imajor@atomki.hu*

Kulcsszavak: légkör, fosszilis, aeroszol, AMS

2010 októberétől Debrecenben megkezdtük a légköri aeroszolak vizsgálatát is C-14 módszerrel. A már évekkal korábban elindított légköri szén-dioxid megfigyelésekkel párhuzamosan, az azokkal szinkronban gyűjtött aeroszol minták széntartalmának (0,1 -1,0 mg C/minta) radiokarbon mérését egy nagyérzékenységű gyorsító tömegspektrométerrel (EnvironMICADAS) végezzük el. Az aeroszol minták C-14 mérésének előkészítéséhez speciális módszert és egy különböző mintatípusok feltárására alkalmas minta előkészítő rendszert fejlesztettünk ki, melynek megbízhatóságát kortoll és standard mintákon ellenőriztük. Tesztjeink szerint az aeroszol minták preparálására és AMS C-14 mérésére kidolgozott módszerünk igen jól reprodukálható eredményeket ad.

A kutatás célja az, hogy az aeroszolban kvantitatív módon mérjük a fosszilis szén arányát, mely hasznos lehet a lehetséges források felderítéséhez, illetve azok hozzájárulási arányának méréséhez. A módszer felhasználásával havi bontásban mértük 2010 októberé és 2011 decembere között a fosszilis szén mennyiségének alakulását a debreceni levegőből gyűjtött aeroszol mintákban. Kísérletet végeztünk az elemi szén (EC) fosszilis hányadának külön mérésére is. Az eredményeink nagyban hozzájárulhatnak a 2011 telén, Magyarországon hetekig fennálló kritikus aeroszol légszennyezettségi állapot („szmogriadó”) okainak elemzéséhez.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR ¹⁴C MEASUREMENT OF AEROSOL SAMPLES AND THE OBSERVATIONS IN THE FIRST YEAR IN DEBRECEN

Keywords: atmosphere, fossil, aerosol, AMS

From October 2010, the measurement of atmospheric aerosol was also begun in Debrecen. The radiocarbon measurements of the carbon content (0,1-1,0 mg C/sample) of aerosol samples collected simultaneously with the previously started atmospheric CO₂ observations were performed by a high sensitivity accelerator mass spectrometer (EnviroMICADAS). Due to the ¹⁴C measurement of the aerosol samples, special methods and a sample preparation system appropriate for the preparation of different kinds of samples were developed. The reliability of the system was determined by background and standard samples. According to our tests, the preparation way of aerosol samples and the method elaborated for their ¹⁴C measurements has a good reproducibility.

The aim of the research is the quantitative measurement of the fossil carbon content of the aerosol, that may be very useful to discover the possible sources and also to the detection of their ratio of contribution. The fluctuation of the fossil carbon amount collected in Debrecen air between October 2010 and December 2011 was measured using this method. Experiments were made to measure the fossil carbon content of black carbon (BC). Our results may significantly contribute to the analysis of the reasons of the weeks long crucial aerosol air pollution (smog alert) observed in Hungary in the winter of 2011.

A MOFETTÁK BELSŐ ÉS KÜLSŐ KÖRNYEZETÉNEK FIZIKAI PARAMÉTEREI

Mócsy Ildikó, Néda Tamás, Szacsvai Kinga, Szakács Sándor, Tóth Attila, Zsigmond
Andrea, Farkas György, Urák István, Szigyártó Lília
Sapientia EMTE Kolozsvár

Erdély területén a Hargita vulkáni hegyvonulata mentén nagyszámú száraz gázfeltörés található, amelynek magyarázata a vulkáni utóműködés, és a köztudatban mofetta néven ismeretes. A mofetták környezeti hatása ambivalens: a kiáramló gázok egyrészt a feltörés körzetében pusztítják a növény- és állatvilágot, másrészt – ésszerűen használva – gyógyító hatással vannak az emberi szervezetre számos betegség esetén.

A dolgozat célja a Hargita, Tusnád, Bálványos és Sugás fürdők mofettái zárt helyiségeiben és a közelében levő szabad levegőnek tanulmányozása, a radon (^{222}Rn), a szénmonoxid (CO), széndioxid (CO_2), és a különböző méretű (0,3 – 10 μm) porszemcsék (PM) koncentrációjának, illetve a hőmérséklet (T), a légnyomás (P) és a relatív páratartalom (Rp) értékeinek függvényében. A méréseket 2004 – 2010-ben különböző időszakokban végeztük

A meteorológiai tényezők (T, P, Rp) változása maga után vonta mofetták „gödreből” kiáramló a CO, CO_2 és a ^{222}Rn kiáramlott ^{222}Rn aktivitás koncentrációjának változását. A levegő hőmérsékletének növekedése meggyorsította a radon kiáramlását a szabad levegőben, mint egy szívóhatást gyakorolt a felemelkedő légtömeg, ugyanakkor hozzájárult a talajnedvesség tartalmának csökkenéséhez is, amely elősegítette a radon kiáramlását. A légnyomás fordított hatást fejtett ki.

C-14 VÍZKOR MEGHATÁROZÁS 1-10 ML MINTÁBÓL

Molnár Mihály^{1,2*}, Janovics Róbert¹, Wacker Lukas², Rinyu László¹, Veres Mihály¹

¹Hertelendi Ede Környezetanalitikai Laboratórium (MTA ATOMKI – Isotoptech Zrt)
4026 Debrecen, Bem tér 18/c, Magyarország

²ETHZ, Zürich, Svájc

**mmol@atomki.hu*

Kulcsszavak: víz, minta-előkészítés, C-14 kormeghatározás, AMS

Egy hélium vivőgáz, zárt szeptumos ampulla használaton alapuló új módszert fejlesztettünk ki karbonát minták AMS C-14 mérésére. Az új, nagyhatékonyságú minta-előkészítési módszer normál mennyiségű (0,1-1 mg C), illetve ultra kis mennyiségű (10 - 100 μg C) karbonát minták esetében is használható. Ebben a munkában a módszer oldott karbonátokra való alkalmazhatóságát vizsgáltuk rétegvizek radiokarbonos kormeghatározásához.

Az előkészítési módszerhez nincs szükség vákuum alkalmazására. A reakciókörülmények könnyen kézben tarthatóak mivel a vízminta oldott szén-dioxid tartalmát hélium atmoszférában sav hozzáadásával szabadítjuk fel egy szeptumos ampullában. Duplafalú tű segítségével mossuk ki a keletkezett CO_2 -t az ampullából, melyet folyékony nitrogénes hűtés nélkül egy zeolitos csapdán gyűjtjük össze.

A módszer könnyen hozzákapcsolható például az svájci ETHZ által fejlesztett AGE típusú automatikus grafitizáló rendszeréhez, mellyel egy teljesen automatizált vízminta-

grafitizáló rendszer jöhet létre az AMS mérésekhez. Ez esetben a tipikus vízminta mennyiség igény 5-12 mL közötti, a mérési pontosság pedig akár 0,2 %-is lehet.

Az új módszer leghatékonyabb felhasználását az jelenti, ha egy gázkezelő rendszeren keresztül egyenesen egy AMS gáz-ionforrásába vezethető a minta. Egy MICADAS típusú (ETHZ) AMS berendezéssel demonstráltuk, hogy így akár 1mL vízminta C-14 tartalma is rutinszerűen mérhető akár 1%-nál is jobb pontossággal. Egy-egy vízminta direkt C-14 mérése ezzel a módszerrel 20 perc alatt elvégezhető, a teljes minta előkészítés idejét is számítva.

C-14 DATING OF 1-10 ML GROUNDWATER SAMPLES

Keywords: groundwater, sample pretreatment, C-14 dating, AMS

A novel method was developed for AMS C-14 measurement of carbonate samples using He carrier gas flushing in septum sealed test tubes. The new and powerful pretreatment method can be applied for normal size (0.1-1.0 mg C) and ultra small size (10-100 µg C) carbonate samples. In this study we investigated the applicability of the new method for dissolved inorganic carbonate (DIC) samples for groundwater radiocarbon analysis.

The developed pretreatment method does not require vacuum during sample preparation. Reaction time and conditions can be easily controlled as carbon-dioxide content of water samples is extracted by acid addition in He atmosphere using a simple septum sealed test tube. A double needle with flow controlled He carrier gas is used for CO₂ transfer out from the test tube. Carbon-dioxide is trapped on a zeolite without using liquid N₂ freezing.

The new method can be combined with an automatized graphitization system like AGE from ETHZ giving a full automatizable water preparation line for AMS graphite targets. This case the needed typical sample size is between 5-12 ml of water sample.

The most powerful application of the new groundwater pretreatment method is to connect it directly to an AMS using gas ion source interface. With a MICADAS type AMS system we demonstrated that you can routinely measure the C-14 content of 1 ml of water sample with better than 1% precision (for a modern sample). This direct C-14 AMS measurement including sample preparation of one water sample takes about 20 minutes.

KÖPENYI HÉLIUM A SZENT ANNA TÓ VIZÉBEN

Palcsu László^{*}, Papp László^{}, Major Zoltán^{***}**

MTA Atommagkutató Intézete, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

*palcsu@atomki.hu, **lpapp@atomki.hu, ***zmajor@atomki.hu

Kulcsszavak: köpeny, hélium, kráter-tó, vulkanizmus

A Keleti-Kárpátokban található Csomád-hegység két kráter-tava a Szent Anna tó és a Mohos tőzepláp. Míg utóbbi már teljesen feltöltődött az utóbbi évszázadokban, addig a szinte teljesen kör alakú Szent Anna tó még nagyjából 7 méter mély vízzel rendelkezik. Korábbi vizsgálatokból ismert, hogy a hegységben fakadó forrásokban vulkanikus eredetű szén-dioxidot és a köpenyi héliumot lehet találni. Jelen vizsgálat célja, hogy meghatározzuk, mekkora a Szent Anna tóba áramló köpenyi hélium mennyiség. Ehhez a mélység függvényében vízmintákat vettünk, amelyekből meghatároztuk az oldott nemesgázok koncentrációit. A mért koncentrációk és a hélium (³He/⁴He) izotóparány

segítségével ki tudjuk számolni, hogy az oldott hélium mekkora hányada atmoszférikus eredetű, mennyi származik a kéregi, illetve köpenyi komponensből.

MANTLE HELIUM IN THE WATER OF LAKE SAINT ANNE

Keywords: mantle, helium, crater lake, volcanism

Two crater lakes can be found in the Ciomadul mountains located in the Eastern Carpathians: Lake Saint Anne and Mohos peat bog. While this latter has been already filled up during the last centuries, Lake Saint Anne contains water of about 7 m depth. Previous studies have shown that spring, mineral water and gas discharges are influenced by volcanic carbon-dioxid and mantle helium. The present study intends to investigate how large the mantle helium flux discharges into the water of Lake Saint Anne. To do so, we have taken water samples for noble gases from different depths, and determined the noble gas concentrations. Based on these concentrations and the $^3\text{He}/^4\text{He}$ isotope ratio we can calculate the different components of helium: atmospheric, crustal and mantle origin.

A NAGYAKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉK ELHELYEZÉSÉNEK KÉRDÉSE MAGYARORSZÁGON. MIÉRT ÉPPEN A BODAI ALEUROLIT FORMÁCIÓ?

Sámson Margit

Mecsekérc Környezetvédelmi Zrt. 7633 Pécs, Esztergár L. u. 19.
samsonmargit@mecsekerc.hu

Kulcsszavak: Bodai Aleurolit Formáció, nagyaktivitású radioaktív hulladék, biztonsági értékelés, vízáramlás, elérési idő

A Bodai Aleurolit Formáció (BAF) a Nyugat-Mecsekben található, középső-perm korú vörösbarna kőzetlisztes agyagkő, aleurolit, homokkő és dolomit-dolomitmárga betelepülésekkel. Vastagsága 800-1000 m. Nagyon rossz vízvezető képessége és nagy vastagsága, homogenitása miatt került szóba, mint a magyarországi nagyaktivitású radioaktív hulladék potenciális befogadó közege. Az egykori uránbánya vágatrendszeréből mintegy 1000 m mélyen a felszín alatt kihajtott vágattal közelítették meg, ahol kutatólaboratórium működött az uránbánya bezárásáig. Az itt szerzett tapasztalatok alátámasztották a képződmény alkalmasságát. Az azóta lezajlott felszíni kutatás során nem került elő olyan adat, mely ezt megkérdőjelezte volna, ám számos új elemmel bővítette, árnyalta a képződményről és földtani környezetéről alkotott képet.

THE MATTER OF HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL IN HUNGARY. WHY DOES THE BODA SILTSTONE FORMATION HAVE THE POTENTIAL FOR THE DISPOSAL?

Keywords: Boda Siltstone Formation, high-level radioactive waste, safety assessment, water flow, access time

The middle-permian Boda Siltstone Formation can be found in the West-Mecsek area, in South-Hungary. It consists of reddish brown silty claystone-siltstone with interbeds of sandstone and dolomite-dolomiticmarl. The 800-1000 m thick formation became the potential host rock for the high-level radioactive waste of Hungary because its thickness, homogeneity and very low grade transmissibility. It has been revealed 1000 m above the

survace by an access tunnel excavated from the tunnel-system of the closed uranium mine. There had operated an exploratory (rock mechanics) laboratory until the mine had been sealed, where different studies had been carried out. The acquired experience of these studies confirmed that the formation is suitable for radioactive waste disposal. Since then surface explorational work has also been performed during which none of the new information query this, however these data widened, shaded the formed image of the formation and its geological environment.

TALAJGÁZ RADONKONCENTRÁCIÓ IDŐBELI VÁLTOZÁSÁNAK NYOMONKÖVETÉSE NAGY PERMEÁBILITÁSÚ TALAJBAN

Szabó Katalin Zsuzsanna^{1*}, Horváth Ákos^{2**}, Szabó Csaba^{1***}

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közettani és Geokémiai Tanszék, Litoszféra Fluidum Kutató Labor, 1117, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, Magyarország

²Eötvös Loránd Tudományegyetem, Atomfizikai Tanszék, 1117, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A, Magyarország

*sz_k_zs@yahoo.de, **akos@ludens.elte.hu, ***cszabo@elte.hu

Kulcsszavak: talajradon, időbeli változás

A talajgáz radon koncentráció (c_{talajRn}) időbeli változásának léteéről és mértékéről megoszlanak a vélemények a szakemberek között. Számos publikációt ismerünk, amely a c_{talajRn} időbeli változását kimutatta (Winkler et al., 2001, Fujiyoshi et al., 2005, Baykut et al., 2010, Csige et al., szóbeli közlés). Azonban ismertek olyan tanulmányok is, amelyek az időbeli változást nem alátámasztó eredményt hoznak vagy csak nagyon kismértékű változásról számolnak be (Nezval et al., szóbeli közlés). E kérdés eldöntése fontos feladat, hiszen a geogén radon térképezés alapja a c_{talajRn} mérése, a talaj permeabilitás meghatározása mellett. Ezek alapján amennyiben a c_{talajRn} időben változik, akkor ezt a radonpotenciál meghatározásakor figyelembe kell venni.

Jelen munkában nagy permeabilitású ($1.5E-11 \text{ m}^2$) talajban követtük nyomon egy éves időtartam alatt (2010. 08. 03–2011. 07. 22, havonta kb. egy hét) a c_{talajRn} időbeli változását egy gyakran alkalmazott módszerrel. A mérés során RAD7 detektort alkalmaztunk és a szintén azonos gyártmányú talajszonda segítségével 80 cm-es mélységből származó levegőben mértük a c_{talajRn} -t.

A mérési eredmények szerint a novembertől ápriliséig tartó (téli) időszakban nagyobb, mintegy 2.5-szeres koncentrációt (medián 7.0 kBq m^{-3}) mértünk, a májustól októberig tartó (nyári) időszakhoz képest (medián 2.8 kBq m^{-3}). A teljes változékonyságot vizsgálva elmondható, hogy a téli hónapokban a c_{talajRn} változékonysága is nagyobb, mint a nyári hónapokban. További eredmény, hogy az értékek maximuma és minimuma is együtt változik, tehát olyan folyamat indukálja a változást, ami nem csak az átlagos értéket változtatja meg, hanem a szélsőértékeket is egyidejűleg. Ennek megfelelően arra nem lehet számítani, hogy télen mérünk egy nyárra jellemző extrém kicsi c_{talajRn} értéket vagy fordítva.

STUDY OF TEMPORAL VARIATION OF SOIL GAS RADON CONCENTRATION IN A HIGH PERMEABLE SOIL

Keywords: soil radon, temporal variation

According to the literature, studies of temporal variation of soil gas radon concentration (c_{soilRn}) show different result. Several studies point out clear temporal variation in c_{soilRn} , however papers are known which report the contrary results. Examination of this process is necessary in geogenic radon studies because of the determination of the radon potential based on the values of c_{soilRn} and the soil permeability. Thus, if there is a temporal variation in c_{soilRn} , we should take into account during the radon potential determination.

In this paper we studied the temporal variation of c_{soilRn} in a high permeable soil ($1.5E-11 \text{ m}^2$) during a one year period (from August of 2010 to July of 2011). We measured the c_{soilRn} one week in every month. We applied RAD7 radon monitor coupled with soil probe (Durrige Company Inc.). The sampling depth was 80 cm.

We have observed statistically significant differences between winter (from November to April) and summer period (from May to October). Soil gas radon concentrations are about 2.5 times higher in the winter season (median is 7.0 kBq m^{-3}) than in the summer season (median is 2.8 kBq m^{-3}). The relative variability is the lowest in the summer and the highest in the winter period. Variability of c_{soilRn} , including the extreme values, also changes consistently with seasons between well defined threshold values. Therefore, unexpected values of c_{soilRn} cannot occur and, thus, the c_{soilRn} is predictable.

A ^{226}Ra ÉS ^{238}U IZOTÓPOK KÖZTI SZEKULÁRIS EGYENSÚLY VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGI SALAKMINTÁKON

Völgyesi Péter^{1*}, Szabó Zsuzsanna^{1**}, Kis Zoltán^{2***}, Szabó Csaba^{1****}

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem, Litoszféra Fluidum Kutató Labor, 1117 Budapest, Pázmány P. s. 1/c.

²Magyar Tudományos Akadémia, Izotópkutató Intézet, 1525 Budapest, Konkoly-Thege M. u. 29-33.

petervolgyesi11@gmail.com*, *zsszabo86@gmail.com*, ****zkis@iki.kfki.hu*,
*****cszabo@elte.hu*

Kulcsszavak: salak, gamma-spektroszkópia, szekuláris egyensúly

Számos irodalmi forrás utal arra, hogy erőművi salakokban nem áll fenn az ^{238}U és a ^{226}Ra izotópok közti szekuláris egyensúly. A ^{226}Ra (leányeleme a ^{222}Rn) az ^{238}U sor kiemelt tagja, pontos gamma spektroszkópiai meghatározása a különböző radiológiai minősítésekhez elengedhetetlen. A mérés fontosságát növeli, hogy egyes magyarországi szénak amelyek elégetésével a salakok képződnek, világviszonylatban is nagy urán- és rádium-koncentrációval rendelkeznek. Célunk, hogy 12 db Budapestről és Ajkáról származó salakmintában az ^{238}U sor különböző izotópjainak mérése alapján a szekuláris egyensúlyt vizsgáljuk és megoldási javaslatot tegyünk néhány felmerülő mérés-technikai problémára. A megfelelő mérési elrendezést az MTA Izotópkutató Intézetben hoztuk létre, ahol alacsonyháttérű mérőhelyen, HPGe detektorral történtek a mérések.

A ^{222}Rn izotóp – nemesgáz tulajdonsága miatt – eltávozik a lezárt mintatartóból. Ekkor a ^{222}Rn leányelemek nincsenek szekuláris egyensúlyban az anyaelemmel. Egy jól zárható mintatartó alkalmazása és megfelelő kísérleti paraméterek (pl. alacsony háttér) megoldást nyújthatnak az említett problémákra. A zárhatóságot egy külön erre a célra kifejlesztett, HDPE-ből (nagy sűrűségű polietilén) készült mintatartóval oldottuk meg. Az elvégzett tesztek alapján a kamra ^{222}Rn eresztése minimális. Az alacsony háttérű, a légköri

atomrobbantások előtti időkből származó vasból készült mérőkamrával biztosítottuk. Az ^{238}U és a ^{226}Ra aktivitás-koncentráció kiértékelését több, karakterisztikus energiaértéknél keletkező csúcs segítségével végeztük. A mérési körülmények és a viszonylag nagy aktivitású salakok lehetővé tették olyan csúcsok alkalmazását is, amelyeket eddig nem volt módunkban használni. Eredményeink azt mutatják, hogy az ^{238}U és ^{226}Ra aktivitás-koncentrációra következtetni engedő csúcsokból számolt értékek hiba határon belül megegyeznek.

STUDY OF SECULAR EQUILIBRIUM STATE BETWEEN ^{226}Ra AND ^{238}U ON HUNGARIAN COAL SLAG SAMPLES

Keywords: coal slag, gamma-spectroscopy, secular equilibrium

Several scientific papers report that the equilibrium state between the ^{238}U and ^{226}Ra isotopes cannot be found in coal slags. The ^{226}Ra is a prominent radionuclide in the ^{238}U decay chain, therefore the precise gamma spectroscopic determination is indispensable for radiological qualifications. It is important to note that certain Hungarian coals, from which the coal slag was formed, have elevated uranium and radium content. Our main aim was to examine the equilibrium state in 12 coal slag samples from Budapest and Ajka city using the gamma peaks of different isotopes in the ^{238}U decay chain. Hence, solve some measurement methodology problems. The suitable experimental setup was established in the Institute of Isotopes of the HAS, where the measurements were done by HPGe detector in a low background chamber. As a noble gas the ^{222}Rn isotope easily can escape from the closed sample container, therefore the progenies cannot be in equilibrium. The usage of a reliable experimental setup (i.e. escape-proof sample container, low background) can solve the aforementioned problems. A special sample container made of HDPE (High-density Polyethylene) was developed. The low background was ensured by a measurement chamber made of iron which was made before the atmospheric nuclear explosions. The evaluation of the ^{238}U and ^{226}Ra activity concentration values was done by using some peaks at characteristic energies. The measurement conditions allowed using some peaks which could not be used before. Our results show that the activity-concentration values valid for ^{238}U and ^{226}Ra match within uncertainties.

Poszterszekció

HORTOBÁGYI NEMZETI PARK HATÁRVONALÁNAK MÓDOSÍTÁSI JAVASLATAI TÁJÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

Bók Tünde^{1*}, Molnár Attila^{2}, Végvári Zsolt^{2,3***}, Novák Tibor József^{1****}**

¹ Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, 4032 Debrecen,
Egyetem tér 1.,

² Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen u. 2.,

³ Debreceni Egyetem, Természetvédelmi Zoológiai Tanszék, Debrecen Egyetem tér 1.,

boktunde@gmail.com*, *attila@hnp.hu*, ****vegvari@hnp.hu*

*****novak.tibor@science.unideb.hu*

Kulcsszavak: pufferzóna, Natura 2000, agrártámogatási rendszer

Egy korábbi vizsgálatunkban, melyben a Hortobágyi Nemzeti Park határzónáját érintő antropogén eredetű zavarótényezők hatásai elemeztük, kimutattuk, hogy a határvonalat negatívan érintő hatások közül a legjelentősebbek a földhasználati módszerek változása, az intenzívebb mezőgazdálkodási technológiák elterjedése a hagyományos gazdálkodási formák rovására és az özönnövények térhódítása. Azonban a HNP határvonalának sérülékenységét nemcsak ezek a faktorok növelik, hanem (1) a határvonal nem elég kompakt, így a negatív tényezők együttes hatása az optimálisnál hosszabb határszakaszokon erősebb (2) a nemzeti park és a Natura 2000-es területek határa nem vág egybe, ami megnehezíti az élőhely- és fajvédelmi programok hatékony megvalósítását. (3) az agrárkörnyezetvédelmi programok területi lefedettsége nem jól illeszkedik a védett területekéhez, ami szintén nehezíti az élőhely- és fajvédelmi programok hatékony megvalósítását.

A fenti tényezők figyelembevételével ez a vizsgálatunk javaslatokat fogalmaz meg a HNP határvonalának módosítását illetően.

SUGGESTION FOR MODIFICATIONS OF THE BORDERLINE OF THE HORTOBÁGY NATIONAL PARK BASED ON LANDSCAPE ECOLOGY INVESTIGATIONS

Keywords: buffer zone, Natura 2000, agrienvironmental scheme

In a previous investigation of ours, in which we analysed the disturbance factors affecting the borderline of the Hortobágy National Park (HNP), we found that the most important variables negatively impacting the borderline of the national park were land use change, the growing frequency of intensive agricultural technology replacing traditional methodologies and the spreading of invasive plant species. However, the vulnerability of the borderline of the national park is not only impacted by these predictors, but also by the following characteristics: (1) the borderline is not compact enough resulting in an increased total negative impact on border sections longer than optimal (2) the borderlines of the national park and those of the Natura 2000 sites (both SPA and SCI) are not fitting which makes the realisation of species- and ecosystem-

specific conservation plans difficult (3) the spatial coverage of agri-environmental schemes is different from that of the national park which results in the same problem.

Based on these factors our investigation formulates a number of proposals regarding the modification of the borderline of the HNP.

ÓLOMMAL ÉS RÉZZEL SZENNYEZETT TALAJOK INDUKÁLT FITOEXTRAKCIÓJA KELÁTKÉPZŐ SZEREKKEL

Czira György ^{1*}, Simon László ², Vincze György ², Koncz József ³, Lakatos Gyula ¹

¹ Debreceni Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola

² Nyíregyházi Főiskola, Tájgazdálkodási és Vidékfejlesztési Tanszék

³ MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

*cziraga@freemail.hu

Kulcsszavak: ólom- és rézszennyezés, talaj, indukált fitoextrakció, peroxidáz

Magyarországon a robbanóanyaggal és lőszer-származékokkal szennyezett területek kármentesítése környezetvédelmi és nemzetgazdasági érdek. Egy hazai lőtérrel, illetve lőszer-megsemmisítő telepről vett talajban 649 mg/kg ólom- és 84 mg/kg rézszennyeződést mértünk. Tenyészedényes előkísérletünkben a napraforgó gyökere 2041 µg/g, szára 157 µg/g, levele pedig 79,6 µg/g ólmot, illetve 369, 11,5 és 16, 7 µg/g rézet akkumulált ebből a szennyezett talajból. Ez jelentősen meghaladta a kontroll, szennyezetlen talajon fejlődő növények ólom- (gyökér– 4,56; szár <0,1; levél – 0,78 µg/g) és réztartalmát (gyökér– 20,8; szár – 2,8; levél – 8,53 µg/g). A fitoextrakció célja, hogy a növényi szövetekbe helyezzük át a nehézfémeket, lecsökkentve ezzel a mobilis, toxikus elemkészletet a szennyezett talajokban. Második tenyészedényes kísérletünkben kukoricát neveltünk a fenti ólommal és rézzel elszennyezett lőtéri talajon, illetve a talajt mesterségesen szennyeztük el 100 mg/kg ólommal. Megvizsgáltuk, hogy a különféle kelátképző-szerekkel (EDTA, EGTA, citromsav) indukálható-e, megnövelhető-e a növényi szövetek Pb és Cu akkumulációja? Erre a növények stressz-válaszaiból (pl. peroxidázaktivitásából) következtettünk. A lőtéri talajon fejlődő növények leveleiben 25-36%-kal, az ólommal mesterségesen elszennyezett talaj esetében pedig 19-44%-kal emelkedett meg a peroxidáz enzim aktivitása a szennyezetlen talajon fejlődő kultúrákhoz képest. A lőtéri talajon fejlődő növények leveleiben a peroxidáz enzim aktivitása valamennyi kelátképző kijuttatása esetén 5-9%-kal megemelkedett, míg a mesterségesen elszennyezett talaj esetén 16-17%-kal lecsökkent a nem kezelt kontroll kultúrákhoz viszonyítva.

CHELATE INDUCED PHYTOEXTRACTION OF LEAD AND COPPER CONTAMINATED SOILS

Keywords: Pb and Cu contamination, soil, induced phytoextraction, peroxidase

In Hungary the decontamination of the explosives and munitions polluted land is an environmental and economical interest. In the soil samples collected from a Hungarian ammunition destruction land 649 mg/kg lead and 84 mg/kg copper contamination was found. In our preliminary growth chamber pot experiment sunflower plants, grown in this contaminated soil, accumulated 2041, 157, 79.6 µg/g Pb and 369, 11.5 and 16.7 µg/g Cu in their roots, stems and leaves, respectively. These values significantly exceeded Pb (roots–4.56; stems<0.1; leaves–0.78 µg/g) and Cu (roots–20.8; stems–2.8;

leaves–8.53 µg/g) concentrations in plants grown in uncontaminated soil, collected nearby to the ammunition destruction land. The aim of the phytoextraction technique is to transfer heavy metals from contaminated soils to the plant organs, and this way to reduce the mobile toxic element pool in the soil. In our second pot experiment maize was grown in the ammunition destruction land soil contaminated with Pb and Cu. An uncontaminated soil collected from this area was artificially contaminated with 100 mg/kg lead in the form of lead nitrate. It was investigated that the Pb and Cu phytoextraction of maize can be induced with the application of various chelating agents (EDTA, EGTA, citric acid) to the contaminated soil. Induced Pb and Cu phytoextraction was related to stress answers of plants; for example changed activity of the peroxidase enzyme in the leaves of maize. In the cultures grown in contaminated soil collected from the ammunition destruction land 25-36% higher, while in cultures grown in soil artificially contaminated with Pb 19-44% higher peroxidase activity was detected, than in cultures grown in uncontaminated soil. Peroxidase activity in maize leaves was enhanced by 5-9% after the application of EDTA, EGTA or citric acid to the ammunition destruction land contaminated soil. If these chelating agents were applied to the soil artificially contaminated with Pb, the peroxidase activity in the leaves was reduced by 16-17%.

A FÖLDTANI TÉNYEZŐK SZEREPE A KIS ÉS KÖZEPES AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK VÉGLEGES ELHELYEZÉSÉRE SZOLGÁLÓ TÁROLÓKAMRÁK KIALAKÍTÁSÁBAN.

Dályay Virág*, Sámson Margit Mária**

Mecsekérc Környezetvédelmi Zártkörűen Működő Részvénytársaság
7633 Pécs, Esztergár Lajos u. 19.

*dalyayvirag@mecsekerc.hu; **samsonmargit@mecsekerc.hu

Kulcsszavak: Bátaapáti, Mórággyi Gránit Formáció, tárolókamrák, radioaktív hulladékok

Az atomerőművi kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére többoldalú mérlegelés alapján a Bátaapáti melletti telephely került kiválasztásra. A felszíni kutatás eredményei alapján a földtani szakhatóság elfogadta a földtani alkalmasság megállapítását. A megközelítő vágatrendszer kialakításával párhuzamosan történt a felszín alatti kutatás 2004-2008 között. Az erről készült kutatási zárójelentés nem zárta ki a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolójának kialakítását ezen a telephelyen. 2008 közepétől megkezdődtek az engedélyezett hulladéktároló létesítési munkái, 2011-ben pedig megtörtént az első két tárolókamra kialakítása.

A poszter-előadásban a hulladéktárolót befogadó Mórággyi Gránit Formáció földtani-tektonikai alapvonásait tárgyaljuk, kitérve az egyes fontosabb földtani-szerkezeti elemeknek a tárolókamrák kialakításában játszott szerepére és a hosszú távú biztonságra gyakorolt hatására. Bemutatjuk a különböző szakterületek együttes munkájának, a tapasztalatok összegzésének és az információk azonnali visszacsatolásának fontosságát, melynek eredményei befolyásolják a bányászati kivitelezési munkákat, alkalmazkodva a természeti adottságokhoz.

THE ROLE OF THE GEOLOGICAL FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF THE REPOSITORY CHAMBERS FOR THE FINAL DISPOSAL OF THE LOW- AND INTERMEDIATE LEVEL WASTES

Keywords: Bábaapáti, Mórági Granite Formation, disposal chambers, radioactive wastes

The Bábaapáti site was selected to serve as a final disposal facility of low- and intermediate-level radioactive wastes arising from the Paks Nuclear Power Plant. Based on the results of the aboveground research, the geological authority pronounced the site as geologically suitable for the purpose. The underground research between 2004 and 2008 was carried out in concordance with the development of the access tunnels. The final report of the underground research did not disqualify the development of being the final disposal site of the low- and intermediate-level radioactive wastes. The development of the authorized repository site started in mid-2008 and in 2011 the excavation of the first two repository chambers was completed.

In this poster-discourse we present the basic geological and geotectonical characteristics of the Mórági Granite Formation, the formation incorporating the repository, emphasizing the role of some important geological and geotectonical elements in the development of the chambers and their impact on long term safety. We will show the importance of the concerted activity of various fields of expertise, of summarizing experiences in a concise fashion and of the instant feedback of information. We will also present how these professional achievements influence the mining works, adapting them to the natural settings.

NÖVÉNYZET HANGGÁTTLÁSÁNAK VIZSGÁLATA VÁROSI KÖRNYEZETBEN

Domokos Endre*, Takács Judit, Kurdi Róbert, Somogyi Viola

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Környezetmérnöki Intézet,

Veszprém, Egyetem u. 10

*domokose@uni-pannon.hu

Kulcsszavak: zajszennyezés, növényzet, városi környezet

A zaj a városi környezet sajátos szennyeződése, mely egyre nagyobb mértéket ölt. Az Európai Unió törekszik az embereket érő zajexpozíció mértékét a lehető legkisebbre csökkenteni. Az elmúlt években mind a mérés technika, mind az adatfeldolgozás lendületes fejlődésének köszönhetően a jogi szabályozás is megújulásra került, melyben nagy szerepet kapott a városi környezetben történő hanggátlás és zajvédelem.

Jelen anyagban bemutatásra kerül egy vizsgálat, amely adott területeken a különböző növénytipusok zajcsökkentésének mértékét határozza meg. A vizsgálatokat lombhullató növény esetén lombos és lombtalan állapotban is elvégezésre került, így az évszakok befolyásoló hatását is ki lehet mutatni.

A kiértékelés során megállapításra került, hogy zajvédelmi szempontból a legideálisabb a háromszintű növényfal kialakítása, de ha csak kis terület áll rendelkezésre a védendő objektum előtt, akkor kisebb sövények, tujafélék vagy más örökzöldek is alkalmasak lehetnek zajvédelmi feladatok ellátására.

A mérési eredmények jól szemléltetik, hogy a növényzet városi körülmények között jól alkalmazható, olcsó beruházási költségű zajvédelmi eszköz lehet. A hatékonyság nem

egyezik meg egy zajvédő fal hatékonyságával, de alacsonyabb szintű csillapítás is rendkívül nagy hatással lehet a szennyezett területre.

EXAMINATION OF VEGETATION AS A SOUND BARRIER IN URBAN AREAS

Keywords: noise pollution, vegetation, urban environment

Noise is a specific pollution in urban areas, which is becoming a more and more serious problem.

Reduction of noise pollution is one of those fields where many steps were taken by the European Union recently to reduce noise exposition. In the last few years there was a dynamic development in the fields of measurement technique and data processing. Noise control and noise barriers in urban environment play a great part in legal legislation that has also been renewed recently.

Present article introduces an experiment where several types of plants were used as sound barrier. In case of deciduous trees the examination was carried out in leafy and leafless states of the trees, therefore the possible influence of the seasons could also be detected.

During the evaluation it has been found that the three-level plant wall is one of the best noise barriers. In those cases when only small places are available we may use hedgerows, thuyas or other evergreens for noise control purposes.

The test results illustrate that vegetation can be used as a cheap and efficient noise reduction instrument among the urban environment. Efficiency itself is not equal to the efficiency of a sound barrier, but a slightly reduction of noise level may have an extraordinary effect on the polluted area.

KÖRNYEZETBARÁT ELJÁRÁS FELÜLETAKTÍV ANYAGOK MINERALIZÁCIÓJÁRA

Fónagy Orsolya, Szabóné Bárdos Erzsébet*, Horváth Ottó, Zsilák Zoltán
Pannon Egyetem, Kémia Intézet, Általános és Szervetlen Kémia Intézeti Tanszék
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
**bardos@vegic.uni-pannon.hu*

Kulcsszavak: benzolszulfonát, fotokatalízis, titán-dioxid, ózonizálás, detergens, mineralizáció, szennyvízkezelés

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PROCEDURE FOR MINERALIZATION OF SURFACTANTS

Keywords: benzenesulfonate, photocatalysis, titanium dioxide, ozonation, detergent, mineralization, wastewatertreatment

A significant part of pollutants in wastewaters are organic compounds such as amino acids and detergents. Photocatalytic oxidative degradation (as one of the Advanced Oxidation Processes) can promote their subsequent biological treatment or it can be used for their final mineralization too. The efficiency of the photocatalytic degradation of pollutants can be enhanced by combination with other oxidative procedures such as ozonation. In the case of benzene-sulfonate, the joint application of these two methods resulted in synergic effect, offering an advantageous technique for purification of

wastewaters. Accordingly, besides model solutions, industrial water samples heavily polluted with oily contaminants were successfully treated with this combined procedure.

After decreasing the surfactant concentration below the limit of foaming in a closed photoreactor utilizing H₂O₂ as electronacceptor, total mineralization of the pollutant could be achieved by a longer-time irradiation in a second, air-bubbled reactor.

LILIOMTERMESZTÉS KÜLÖNBÖZŐ TERMESZTŐ-KÖZEGEKEN

Gáspár Tamás*, Juhász Ágota, Juhos Katalin, Sepsi Panna, Forró Edit

Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar Talajtan és Vízgazdálkodás

Tanszék H-1118 Budapest Villányi út 29-43.

*tamas.gaspar4@uni-corvinus.hu

Kulcsszavak: tőzeg, kókuszrost, homok, liliom, termesztőközeg

Megfelelő minőségű és mennyiségű liliom előállításához a legkiválóbb termesztéstechnológiát kell alkalmazni. Ezen technológia egyik legfontosabb tényezője a jó termesztőközeg kiválasztása. Vizsgálatainkhoz kísérletet állítottunk be, vágott liliom termesztésben, mely során a kókuszrost és a tőzeg tulajdonságait hasonlítottuk össze, a kontrollként használt eredeti talajjal (homok). Mind zöldség-, mind dísznövény-termesztésben szinte egyedülállóan a tőzeg használata terjedt el, ennek oka valószínűleg a sok pozitív tulajdonsága mellett az alacsony (savanyú) pH-ja. Kémia tulajdonságai közül kiemelendő továbbá a jó nitrogénszolgáltató képesség. Fizikai tulajdonságait figyelembe véve jó szerkezettel rendelkezik. Jó víz megtartó és vízáteresztő képessége a megfelelő nedvesség tartalom fenntartáshoz szükséges. Hátránya, hogy a tőzegnek lassú az újratermelődése, illetve a tőzegbányákat folyamatosan zárják be. Ezért szükség egy hasonló tulajdonságokkal rendelkező termesztőközeg felkutatása, amely megfelelő mennyiségben és minőségben áll rendelkezésre. Növényházi termesztésben az utóbbi években terjedt el a kókuszrost használata. Stabil fizikai szerkezettel, jó vízmegtartó képességgel rendelkezik. A tőzeghez képest rostjai durvábbak, több cellulózt és lignint tartalmaznak. A kókuszrostra a közel semleges pH érték a jellemző. A bányászott tőzeggel szemben újra termelhető és természetesen anyag révén használat után talajba forgatható.

LILY PRODUCTION ON DIFFERENT PLANTING SUBSTANCES

Keywords: peat, coco-fiber, sand, liliom, planting substances

The high quantity lilies production requires the most suitable technologies. One of the most important tasks is to choose the distinguished planting substances. For our examinations production attempt was made in cut lilies. Properties of the ground peat and the coco peat were compared to the control soil (sand). Application of peat in the glasshouse gardening (vegetable and floriculture) has spreaded worldwide, it might be due to its fibrous structure and low pH level. Its considerable water adsorption and water holding capacity can provide optimal water- air- and nutrient supply for plants. Peat is natural renewable material but its formation takes for long time. It is widespread researched to find other sufficient material which can substitute peat for long term in good quality. Nowadays coco peat is also used as plant growing substance in the greenhouse gardening. It is natural material with stabil physical structure and good waterholding capacity. Comparing to peat the fibers of coco are cruder content more

celluloses and lignites, its pH is almost neutral. Due to the large capillars coco peat can store more oxygen than the peat. Coco peat has more air capacity but weaker water holding capacity than the Spagnum peat. In contrast to the minded peat it is reproductable and can be recultivate. After using it can be rotated into the soil in contrast of the rockwool which afterwork is expensive and difficult.

FENNTARTHATÓ GYEPGAZDÁLKODÁS TERMÉSZETSZERŰ ÁLLATTARTÁSSAL A SZATMÁR-BEREGI SÍKON

Györkös István

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Agrártudományi Tanszék, 4400
Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.
drgyorkos@gmail.com

Kulcsszavak: gyep, gazdálkodás, fenntartható, állat, tartás

A gyepgazdálkodásnak jelentős hagyománya van Magyarországon, a hasznosítási módszerek között kiemelkedő jelentőségűek a legeltetési eljárások kérődző állatfajokkal és lovakkal. A megfelelő legeltetési módszerek és állatfajok használata alkalmas lehet a gyepek fenntartására, megelőzve a legelők degradációját. Természetvédelmi területeken az egyes állattartási módszerekkel a legelők flórája és a gazdasági állatok reprodukciója egyaránt fenntartható. Szabolcs-Szatmár-Bereg megye 65400 ha mezőgazdasági területének 16,8 %-a gyep, 29900 ha. természetvédelmi terület, a Szatmár-Beregi térség 22384 ha., melynek 35 %-a, 7835 ha. gyep, 37 település határában. A vidék klímája kedvező a legelő gazdálkodásra és természetes állattartásra egyaránt, a flóra a Pannonicum, Criscium jellegzetességeit mutatja, mozaikos jellegű öntéstalajokkal.

A Szatmár-Beregi síkra jellemző Mátészalkai térségben, mint modell területen 2008-2009-ben vizsgáltuk vegyes összetételű húsmarha-, juh-, kecske-és ló populációk extenzív legeltetésének hatását a gyepek összetételére, degradációjára és a legeltetési módszer hatását az állatpopulációk szaporodási teljesítményére. A vizsgálat célja volt olyan fenntartható legeltetési módszer kidolgozása, mely beleillik a tájba és kíméli a legelőt, valamint a haszonállatok számára is kedvező feltételeket teremt.

Megállapítottuk, hogy az extenzív legeltetés szakaszos módszere rendszeres kontroll mellett átlagosan 1,8 számosállat/ha legelő terheléssel alkalmas a természetes gyepek degradációjának megelőzésére, és a vizsgált állatpopulációk produktív teljesítményének megfelelő biztosítására is. A legelő és az állatfaj közötti kölcsönhatás azonban állatpopulációként változó volt.

SUSTAINABLE GRASSLAND MANAGEMENT WITH NATURAL ANIMAL HUSBANDRY ON THE LOWLAND OF SZATMÁR-BEREG

Keywords: grassland, management, sustainable, animal, husbandry

The grassland farming have great traditions in Hungary and grazing methods with ruminants and horses have large importancy in the utilizing systems. The adequate grazing methods and breeds may be suitable for sustainable grasslands preventing degradation processes. On the nature conservation areas flora of grasslands and reproduction of farm animals are optimal using with proper animal farming methods. In the county of Szabolcs-Szatmár-Bereg the agricultural land' 16,8% is grassland, 29900

ha. nature conservation area, the Szatmár-Bereg area is 22384 ha. and 35% of this is 3835 ha. grassland, between 37 settlements. The climate of this area is optimal both for grassland and natural animal farming, the flora is typical as for Pannon and Criscium with mosaic character of moulding soil types.

On the Mátészalka area as the typical model for the lowland of Szatmár-Bereg, the effects of extensive grazing methods of mixed beef-, sheep-, goat-and horse populations on grassland qualities and degradation and effects of grazing methods on reproduction of animal populations were studied. The goal of studies was to working out a sustainable grazing system, suitable to the landscape and care grassland and farm animals.

The extensive grazing method with sections and regural controlling is suitable for preventing of degradation process of natural grasslands and production of some breeds and the optimal animal number is 1,8 AU/ha. were pointed out. The interactions between grasslands and animal populations were different.

FENOL ELTÁVOLÍTÁSA VIZES KÖZEGBŐL ORGANOFILIZÁLT BENTONIT ÉS CANDIDA TROPICALIS SEJTEK KOMBINÁLT ALKALMAZÁSÁVAL

Honfi Krisztina*, **Pernyeszi Tímea****

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Analitikai és Környezeti Kémia
Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6., Magyarország,
Tel.: (36) 72-503-600/ 24851 Fax: (36) 72-501-518
*ptimea@ttk.pte.hu, **honfi.krisztina@gmail.com

Kulcsszavak: *Candida tropicalis*, bentonit, felületmódosítás, fenol, adszorpciós kapacitás

Munkám során egy olyan élő szervezetet vizsgáltam, amely képes a fenolt anyagsere folyamataiban szén forrásként felhasználni, ezáltal pedig biodegradálni a molekulát. A választott *Candida tropicalis* nagyobb koncentrációjú fenol jelenlétében is képes túlélni és szaporodni, így valószínűleg sikerrel alkalmazható - a korábbi munkám során vizsgált - organofilizált agyagásvánnyal szennyvizek tisztításra, amely a mikrobiológiai és fizikai-kémiai folyamatok kombinált alkalmazásán alapulna. Az összevont rendszerben az organofilizált agyagásvány mint szorbens anyag feltehetően képes lesz a toxikus fenol koncentrációt a *C. tropicalis* sejtek számára elviselhető, szubsztrát koncentrációra lecsökkenteni.

Az alkalmazott agyagásványt (rátikai pettyes bentonit) különböző tenzidekkel eltérő mértékben organofilizáltam, majd vizes szuszpenzióban vizsgáltam az adszorpciós kapacitásának változását, fenolra vonatkozóan. A bentonit, ahogy számos más agyagásvány is (P. S. Nayak, B. K. Singh, 2007; Y. Huang és társai, 2008) képes szerves szennyező anyagok (pl. nehézfémek) nagy mértékű adszorbeálására, azonban szerves szennyezőkre vonatkozóan gyenge adszorpciós kapacitást mutat. Organofilizálással azonban növelhető a szerves szennyezőkre vonatkozó adszorpciós kapacitás.

Az általam alkalmazott tenzidek a C12 lánchosszúságú dodecil-trimetil-ammónium-bromid (továbbiakban: DDTMAB), illetve benzil-dodceil-dimetil-ammónium-bromid (továbbiakban: BDDDMAB). A tenzideket a rátikai pettyes bentonit kationcseres kapacitása (CEC) alapján kiszámolt mennyiségben alkalmaztam, annak megfelelően, hogy milyen

mértékű felületmódosítást szerettem volna elérni. Az így kapott preparátumokon végeztem el az adszorpciós kapacitás meghatározására vonatkozó méréseket.

A későbbiekben a két rendszert összekapcsolva vizsgáltam a fenolra vonatkozó adszorpciós és biodegradációs folyamatokat.

FENOL REMOVAL FROM AQUEOUS SOLUTION WITH COMBINED USE OF ORGANO BentonITE AND CANDIDA TROPICALIS

Keywords: *Candida tropicalis*, bentonit, felületmódosítás, fenol, adszorpciós kapacitás

In our present work we investigate a live microorganism culture, which can use phenol as carbon source in its metabolism, so it can biodegrade this pollutant. *Candida tropicalis* was chosen for model culture. This yeast can live and multiply at a relative high phenol concentration, so we can probably use it in combination with an earlier examined organophilized clay (organobentonite), to remove phenol from wastewater. This method is based on a combined use of microbiological and physical-chemical processes. In our opinion, in this combined system the organoclay as sorbent material reduce the toxic phenol concentration to non-toxic substrate concentration. In this case *Candida tropicalis* cells become capable to live in this environment.

The applied clay (rátkai pettyes bentonite) was partially organophilized, then we analyzed the adsorption capacity of phenol. Bentonite such as other kind of clays (P. S. Nayak, B. K. Singh, 2007; Y. Huang etc., 2008) can adsorb inorganic compounds (for example heavy metals), but they have got much lower adsorption capacity for organic pollutants. By organophilization of bentonite, we can enhance the clay adsorption capacity for organic pollutants.

The following C12 surfactants were used: dodecyltrimethylammonium-bromide (DDTMAB), benzylododecyltrimethylammonium-bromide (BDDDMAB). The partially surface modification was carried out according to the CEC value of bentonite, which was previously determined. These organoclays having different surface characteristics were used for determination of adsorption capacity for phenol in aqueous solution.

Further on the adsorption and microbiological systems were combined used in phenol removal from wastewater on the basis of adsorption and microbiological processes.

VESZÉLYES ELEMÉK AKKUMULÁCIÓJA A SZÁRAZFÖLDI KIS EMLŐSÖK SZERVEZETÉBEN

Jakabová Silvia^{1*}, Baláž Ivan^{2}, Jakab Imrich^{2***}, Hegedúsová Alžbeta^{1,3****}**

1 Department of Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Constantine the Philosopher University in Nitra,

2 Department of Ecology and Environmental Science, Faculty of Natural Sciences, Constantine the Philosopher University in Nitra,

3 Department of Vegetables-Production, Horticulture and Landscape Engineering Faculty, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, SK-949 76 Nitra, Slovakia

*sjakabova@ukf.sk, **ibalaz@ukf.sk, ***ijakab@ukf.sk, ****ahedusova@ukf.sk

Kulcsszavak: nehézfém, bioakkumuláció, kis szárazföldi emlősök, ET-AAS módszer

Tanulmányunkban a Felső – nyitrai régióban (Nyugat-Szlovákia) rekedt szárazföldi kis emlősök (*Apodemus sylvaticus*, *Apodemus microps*, *Clethrionomys glareolus*, *Micromys minutus*, *Sorex araneus*, és *Sorex minutus*) parenchimás szöveteiben (máj és vese) felhalmozódott kadmium és ólom tartalmat vizsgáltuk. A nehézfémek össztartalmát atomabszorpciós spektrometriás módszerrel (ET-AAS) határoztuk meg.

Az ólom legnagyobb mértékben a Koš község határában (privigyei járás) elterjedt növényevő fajok szervezetében kumulálódott, ahol az *A.sylvaticus* májában koncentrációja elérte a legmagasabb értéket (4,86 mg.kg⁻¹). A kadmium koncentrációja Rokoš és Koš helységek határában (Nitrianske Sučany, Ješkova Ves, and Kostolná Hora) elfogott *S. araneus* faj szervezetében volt a legmagasabb. Egy minta kivételével a kadmium mennyisége a vizsgált példányok májában meghaladta a megengedett határértéket. 17 esetben haladta meg a kadmium és ólom koncentrációja a vadon élő állatok (37 elfogott példány) szervezetében megengedett határértéket.

POSSIBILITIES OF ACCUMULATION OF RISK ELEMENTS IN SMALL TERRESTRIAL MAMMALS

Keywords: heavy metals, bioaccumulation, small terrestrial mammals, ET-AAS method

The content of accumulative metals cadmium and lead in the fresh parenchymatous organs (liver, kidney and testes) of small terrestrial mammals (*Apodemus sylvaticus*, *Apodemus microps*, *Clethrionomys glareolus*, *Micromys minutus*, *Sorex araneus*, and *Sorex minutus*) from seven different biotopes in Slovakia was investigated. ET-AAS method was used for analysis of total content of these risk elements. The highest accumulation of lead was found in individuals of wood mouse trapped in Koš, where the concentration of Pb achieved value 4.86 mg.kg⁻¹ in fresh liver. Other herbivorous species trapped on this locality showed also lead concentrations exceeding limits for Pb content in wild animals. On the other hand, cadmium was found in high concentrations in common shrews coming from the trapping localities of Rokoš (Nitrianske Sučany, Ješkova Ves, and Kostolná Hora) and Koš, as well. In all but one samples of liver from common shrews were found cadmium concentrations exceeding limits for Cd content in wild animals. In 17 cases from 37 individuals the content of Cd or Pb exceeded limits set for wild animals.

AZ ÁTÉPÍTETT BIOLÓGIAI TISZTÍTÓ BLOKK BEÜZEMELÉSE A DEBRECENI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ TELEPEN

Kiss Bernadett^{1*}, **Bálintné Czirják Mónika**², **Balogh Zsuzsanna**¹, **Lakatos Gyula**¹

¹Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen Egyetem tér 1.

²Debreceni Vízmű Zrt. Szennyvíztisztító Üzem, 4002 Debrecen Vértesi út 1-3.

*kissbetti1987@gmail.com

Kulcsszavak: szennyvíz, szennyvíztisztító telep, átépített biológiai tisztító rendszer, Debrecen

A szennyvíztelep fejlesztésével jelentősen növekedett a tisztítható szennyvíz mennyisége, valamint nagymértékben javult a kibocsátott és tisztított víz minősége. A telep kapacitása a fejlesztés eredményeként megduplázódott 500 000 lakos-egyenértékű

kapacitásra, ami azt jelenti, hogy folyamatosan tud fogadni nagyterhelésű lakossági-, intézményi- és akár gazdálkodói szennyvizet is, napi 60 000 m³ mennyiségben.

Az átépített biológiai tisztító blokk az újonnan épült részleg működési elve alapján lett átalakítva. Ezt a blokkot 2011 februárjában üzemelték be.

Jelentős különbségek a régi és az új technológiák között az Előszelektor és az Utólevegőztető megjelenése, a Szimultán medence eltűnése, valamint az Oxikus - Anoxikus medencék sorrendje és a kiskörös recirkuláció megvalósítása.

Az elemforgalom vizsgálatokból megállapítható, hogy a tisztítási folyamat végbemegy. Az összehasonlító vizsgálatok alapján elmondható, hogy az eltérő beállítások nem befolyásolják a tisztítás hatékonyságát.

Az átépített biológiai tisztító blokk az elvártaknak megfelelően működött a próbaüzem ideje alatt. A határértékeket tudták tartani, a ritkán előforduló túllépések a próbaüzemi időszakban elfogadhatók, hiszen a mérési időintervallumban még több bizonytalanság volt a technológiai irányításban.

THE RECONSTRUCTED BIOLOGICAL TREATMENT SYSTEM WAS STARTED IN THE WASTE WATER PLANT OF DEBRECEN

Keywords: waste water, waste water plant, reconstructed biological treatment system, Debrecen

With developing the waste water plant the amount of cleanable sewage water could be grown, as well as the quality of treated water improved. Due to the development the capacity of the waste water plant has doubled to equal the capacity of a 500,000-inhabitant one which means that it can gradually receive into accept communal, institutional or even industrial sewage water in the amount of 60,000 m³ per day.

The reconstructed biological cleaning system was modified according to the principle of operation of the newly built section. This system was started in 2011, February.

The main differences between the old and new constructs are the appearance of the Pre-Selector and the Post-Aeration, the lack of the Simultaneous Basin, the sequence of the Oxic-Anoxic basins and the presence of the Small Round Recirculation.

The element traffic examinations conclude that the cleaning process occurs. The comparison studies show that the different operations do not influence the efficiency of the treatment.

The reconstructed biological treatment system operated as expected during the trial mode. The threshold limit was maintainable, the rarely occurred exceedances during the trial were tolerable, because in the measuring time interval there were even more uncertainty in the technological control.

SZLOVÁKIA TERMÉSZETES VONZÁSRÉGIÓI POZICIONÁLIS-FUNKCIONÁLIS JELLEMZÉSE.

Miklós László*, Špinerová Anna**

Zólyomi Műszaki Egyetem, Ökológiai és Környezettudományi Kar

T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

*laszlo.miklos@savba.sk, **spinerova@vsld.tuzvo.sk,

Kulcsszavak: vonzásrégiók, határok, helyzet, funkciók

A poszter 2 Szlovákia területét ábrázoló térképet tartalmaz. Az elsőn a terület a természetes határok és belső tagoltsága szerint vonzsrégiókra van felosztva négy hierarchikus fokon. A legaprólékosabb a mikrorégiókra való felosztás. A második térkép a mikrorégiók pozicionális-funkcionális tipizációját mutassa be. A következő pozicionális-funkcionális mikrorégiótípusokat térképeztük: központi mikrorégiók 2 altípussal, kontakt mikrorégiók 9 altípussal, izolált mikrorégiók 2 altípussal.

THE POSITIONAL-FUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF THE NATURAL GRAVITATIONAL REGIONS OF SLOVAKIA

Keywords: natural gravitational regions, borders, position, functions

The poster comprises 2 maps of Slovakia. The first one presents the division of the territory to natural-positional regions on 4 hierarchical levels according to the natural borders and inner dissection. The most detailed is the level of microregions. The second map contains the positional-functional typisation of the microregions. The following microregion types were mapped: the central microregions with 2 subtypes, the contact microregions with 9 subtypes, the isolated microregions with 2 subtypes.

A FEJÉR MEGYEI SÁRRÉT NEGYEDIDŐSZAKI VEGETÁCIÓJA

Molnár Marianna

ELTE TTK Őslénytani Tanszék Budapest Pázmány Péter sétány 1/c.
marianna.molnar84@gmail.com

Kulcsszavak: Pollenanalízis, Sárrét, Környezet rekonstrukció

Sárrét a Bakony hegység délkeleti peremén, Várpalota és Székesfehérvár közötti területen helyezkedik el. A medence 13 ezer évvel ezelőtt a felső pleisztocénben süllyedés hatására alakult ki, s mind a mai napig süllyedő terület. Mintegy 11 ezer évvel ezelőtt patakok által feltöltött, három-öt méter mély, tápanyagban szegény nyíltvízi tó lehetett, ami három ezer évvel ezelőttig létezett. A lassú mocsarasodás során tőzegrétegek halmozódtak fel, majd lassan feltöltötték a medencét.

2004-ben Sárkeszi határában mélyített, 500 cm mély fúrás sikerült feltárnunk, majd 2011 tavaszán lehetőségünk nyílt egy 11 méter mély fúrást készíteni, melynek feltárása folyamatban van. Célunk, hogy a terület pleisztocén végi, holocén eleji növénytakaróját rekonstruáljuk, és eredményeinkből következtessünk az egykori éghajlatra és az antropogén hatásokra.

A 2004-ben vett Sárrét-III. mintát teljes egészében, míg a tavasszal vett Sárrét-IV. mintát még csak részben tártunk fel. Feltárások során a szelvényből 5 és 10 cm-es intervallumokban vettünk mintát. A feltárásokat a ma általánosan elfogadott Lycopodium tablettás módszerrel végeztük. A vizsgálatok alapjául a pollenanalízis szolgált, de eredményeinket matematikai, statisztikai módszerekkel (pl. főkomponens analízis, fajgazdagság-számítás) is alátámasztottuk.

A vizsgálatok során kapott eredményeket, az azokból levonható következtetéseket szeretném a jelen dolgozatban bemutatni. A pollendiagramokon meghatározott pollenzónák jól tükrözik a pleisztocén végi és a holocén kori vegetációs változásokat. Mivel nem állt módunkban, hogy radiokarbon kormeghatározást végezzünk, így az egyes zónák datálását korábbi palinológiai és malakológiai vizsgálatok alapján készült

koradatok segítségével kíséreltük meg (Willis et al. 1997, Juhász et al. 2007). További célunk, hogy új fúrások segítségével részletesebb információkat nyerjünk a terület pleisztocén vegetációtörténetéről.

QUATERNARY VEGETATION OF THE SÁRRÉT BASIN OF FEJÉR COUNTY

Keywords: Pollen analysis, Sárrét, Vegetation reconstruction

The Sárrét marshland is situated along the northeastern foothills of the Bakony Mountains, located between Várpalota and Székesfehérvár. The basin was created due to a depression process at the late Pleistocene and this area is still depressing in the present.

In 2004 a 500 cm long core was deepened in the area, and after that in the spring of 2011 we had an opportunity to drill another 11 meters long core. Our aim was to detect the changes in the vegetation history of this marsh and – if it is possible – the biological history of the marshland.

The samplings were made by a Russian peat corer which resulted 500 mm long sequences. They were stored at 4 °C until the laboratory work begun. Subsamples were taken with 5 and 10 cm interval. The laboratory process was based on the generally accepted acetolysis method for the Holocene peat samples. For calculating the pollen concentration of the samples Lycopodium tablets were used. Based on the pollen diagram, local pollen assemblage zones (LPAZ) were determined. The cores were investigated by pollen analysis and multivariate mathematical methods (principal component analysis, rarefaction analysis). The borders of the pollen zones definitely show the change of the vegetation at the Pleistocene and the Holocene.

Unfortunately we had no financial background to make radiocarbon dating from our own cores, but compared our diagram to other dated materials (Willis et al. 1997, I. Juhász et al. 2007) from the same basin we had possibilities to date the main changes of the vegetation history by comparative methods.

2011-ES ADATOK AZ ÖREG-TÚR FOLYÓ MAKROFITA VIZSGÁLATÁBAN

Zoltán Nagy^{1*}, Albert Tóth², Judit Csabai¹

¹ Nyíregyházi Főiskola, Tuzson János Botanikus Kert, H-4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/b., Magyarország,

² Debreceni Egyetem, Hidrobiológiai Tanszék, H-4032 Debrecen, Egyetem tér 1., Magyarország,

**nagyzolt@nyf.hu*

SURVEY OF AQUATIC MACROPHYTES OF THE RIVER ÖREG-TÚR IN 2011

Keywords: Öreg-Túr, macrophyte, survey

The once meandering small river Túr enters Hungary at the easternmost point of the country. The landscape of Öreg-Túr with its sinuous bed rimmed with riparian woods and tree strips, coupled with the mosaic of meadows, forests and backwaters, represent a prominent value. The Hungarian section of the river is ca. 80 km. The natural branch of the river Túr, a 62 km section between the old Tisza bed and the Sonkád gate now functions as a polder channel.

In the September 2011 a fast habitat survey was carried out along the entire Hungarian section of Öreg-Túr, with special focus on water and waterside macrophytes

and associated habitat types. From the two confluences into River Tisza (at the settlements Nagyar and Olcsvaapáti) upstream as far as to Kishódos, 11 localities were surveyed for hydro- and helophytes and hosting aquatic / wetland habitats sampled along representative lengths.

KISZÁRADÓ LÁPRÉTEK IDŐSZAKOS VÁLTOZÁSA SORÁN ÁTALAKULÓ PÓK-ÉS ÁSZKARÁK-KÖZÖSSÉGEK VIZSGÁLATA

Szmatona-Túri Tünde^{1*}, Vona-Túri Diána²

¹Mátra Erdészeti, Mezőgazdasági és Vadgazdálkodási Szakképző Iskola és Kollégium
3232 Mátrafüred, Erdész út 11

²Eötvös József Középiskola, 3360 Heves, Dobó út 29

*turitunde79@gmail.com

Kulcsszavak: kiszáradó láprét, ászkafaj, pókfaj, fajösszetétel változása

A láprét a vizes élőhelyek ökológiai szempontból legkiemelkedőbb típusa. A biológiai sokféleség megőrzése szempontjából kimagasló jelentőséggel bírnak. A kiszáradó láprétek (*Molinietum coeruleae*) talaja a nyári hónapokban veszít víztartalmából és a nedves láprétekre jellemző uralkodó sásfajok helyét átveszi a kiszáradó lápréteket jellemző kékperje. Az évszakok változásával bizonyos ízeltlábú csoportok összetétele is változik. Munkánk célja, hogy felmérjük, hogyan alakul az időszakosan változó vegetációs szerkezettel bíró rétek talajlakó pók-és ászkarák-együtteseinek összetétele. Három lápréten végeztünk talajcspadás gyűjtéseket. Az ászkarákok a nyárvégi és őszi időszakban értéke el aktivitási csúcsukat. A *Hyloniscus riparius* (C. Koch, 1838) aktivitása korlátozódott csak tavaszi időszakra és csak az egyik lápréten bukkant fel. Három faj kizárólag őszi gyűjtések során jelent meg és egyedszámuk is alacsonyabbnak bizonyult. A pókok estében mindhárom réten más évszakban volt magas az egyedszám. A legnagyobb számban megjelenő pókfaj a *Pardosa paludicola* (Clerck, 1757) volt, mely kizárólag tavaszi gyűjtések során került elő. A *Pardosa riparia* (C.L. Koch, 1833) több aspektusban domináns fajként viselkedett, tavasszal és nyáron is nagy egyedszámban volt jelen. Az adott rétek domináns pókfajait a vegetációs szerkezet és a fajra jellemző szaporodási ciklus együttesen határozza meg. Ezzel szemben az ászkafajok elterjedése főként az életmenet jellemzőknek, a környezet strukturális elemeinek és anatómiai sajátosságaiknak köszönhető.

EXAMINATION OF THE SPIDER AND ISOPODA COMMUNITIES ALTERING DUE TO THE PERIODIC CHANGING OF THE SEARING BOGFIELDS

Keywords: searing bogfield, species of isopoda, species of spider, changing of the composition of species

The bogfield is the most ecological important type of the wetlands habitat. The bogfields are very important in order to preserve the biological multifariousness. The soil of the searing bogfield *Molinietum coeruleae* lose from its water content during the summer months and *Molinia caerulea* characteristic of searing bogfields is more frequent than the *Carex* species which is characteristic of the wet bogfields. As the seasons are changing, the compound of arthropod species is changing too. Our goal is to

estimate the changing of compound the spider living in the soil and isopoda species of the meadows whose vegetation system change seasonally. We made collections on three bogfields with soil trap. The species of isopoda were the most active at the end of summer and in autumn. The *Hyloniscus riparius* was active at spring only and emerged only on one bogfield. Three species emerged only during autumn collections and the pieces was lower as well. In the case of spiders was high in different seasons all of the meadows. The *Pardosa paludicola* represented the biggest number of individual which emerged only during spring collections. The *Pardosa riparia* was the dominant species in several aspect, represented by high number of individual during spring and summer. The dominant spider species of the given meadows are determined by the vegetation structure and the reproductive cycle of the given species. On the other hand the spread of the species of isopoda is thanking to the lifestyle characteristics, the structural elements of the environment and the anatomic features.

AZ IP MÓDSZER KÖRNYEZETVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK ÚJABB EREDMÉNYEI

Turai Endre*, Herczeg Ádám
Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék,
3515 Miskolc, Egyetemváros
*gturai@gold.uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: IP - Indukált Polarizáció, TAU-transzformáció, időállandó spektrumok, talajszennyezés, környezetvédelem.

Az előadás bemutatja az IP (Indukált Polarizáció) mérési módszer alapjait, valamint az IP terepi görbék TAU-transzformációjának inverziós megoldását. Ismerteti a szennyezettség mértékének és típusának becslésére alkalmas eljárásokat.

A szennyezettség típusának meghatározása az időállandó spektrum időállandó értékei alapján történik. A szennyezettség mértékének becslése pedig az időállandó spektrum időállandóval súlyozott amplitúdó értékei alapján számítható.

A környezetvédelmi problémák megoldása között a fémes, fém-sós, a kémiai redox szennyezések, valamint a diszperz agyag tartalom kimutatására, kommunális hulladéklerakók, vízbázisok és meddőhányók vizsgálatára alkalmaztuk eredményesen a módszert. Ezek közül mutatunk be néhány újabb terepi kutatási eredményt.

NEWER APPLICATION RESULTS OF THE IP METHOD IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

Keywords: IP - Induced Polarization, TAU-transformation, time-constant spectra, soil contamination, environmental protection.

The paper presents the basis of the IP (Induced Polarization) method and the inverse solution of TAU-Transform of the field measured Time-Domain IP curves. The procedures for estimation of the type and the value of soil contaminations will be introduced.

The calculation of contamination type comes from the time constant value of the time constant spectra. The value estimation of the soil contamination is based on the waited amplitude values of the time constant spectra.

This method was successfully applied among solving environmental problems for detection metallic, metallic salted and chemical (redox) contaminations as well as for detection disperse clay content and for examination communal waste sites, water-base areas and refuse dumps. The paper presents some newer field investigational results from these.

KÉT RITKA ÁSZKARÁK FAJ ÚJABB ELŐFORDULÁSI ADATAI MAGYARORSZÁGON

Vona-Túri Diána

Eötvös József Középiskola 3360 Heves Dobó út 29.

turidiana79@gmail.com

Kulcsszavak: ászkarák, ritka faj, bizonytalan faj, elterjedés

Magyarország ászkafajainak száma az eddigi publikált adatok szerint 56. Közülük számos faj ritka fajnak mondható és néhány bizonytalan faj is gazdagítja a hazai ászkafaunát. Bizonytalan jelölésük, csekély előfordulási adataiknak köszönhető. A dolgozatban a hazai faunára nézve egy ritka faj (*Haplophthalmus montivagus*) és egy bizonytalan faj (*Androniscus dentiger*) újabb előfordulási adatait, helyzetét a hazai faunában, elterjedését és a két faj testfelépítését mutatom be. A *H. montivagus*-t ezt a hazai viszonylatokban ritka fajt- Strouhal 1965-ben a Bükk hegységben találta meg. Később Farkas és Vilisics írta le a Mecsekben és az ELTE fűvészkertjéből is előkerült. Nyugat- és Közép-Európában elterjedt, egészen a Britt- szigetektől Lengyelországig és Dél-Olaszországig széles körben megtalálható. Természetes élőhelyek ritka ászkafaja. Szorosan kötődik a nyirkos, párás helyekhez, gyakran az árzóna közelében is felbukkan él. Legutóbbi előfordulási adatai Mátrafüredről, Kisnánáról és Domoszlóról származnak. Az *A. dentiger* fajjal kapcsolatban nagyon kevés adat áll rendelkezésünkre, ezért bizonytalan elterjedésű fajként tipizált. 30 évnél régebbi budapesti előfordulási adatok vannak a fajról. Kesselyák 1927-ben a Kertészeti Egyetemen és 1936-ban a Budapesti Állatkert trópusi üvegházában bukkant rá. Írországból és Nagy-Britanniából széles körben elterjedt. Európa szerte is gyakori, a Brit-szigetektől egészen Észak-Afrikáig megtalálható. Sok esetben troglófil hajlamú, vagyis kedveli a barlangok nyújtotta körülményeket. Ugyanakkor nem tekinthető kifejezetten barlanglakónak, más hasonló körülményeket teremtő élőhelyen is előfordul. Legutóbb Mátrafüreden lett kimutatva. E két faj újabb előfordulása előre lendítheti a hazai ászkafaunában betöltött szerepét az említett fajoknak. Valószínű, hogy további ászkafaunisztikai kutatások során tisztább képet kaphatunk a bizonytalan és a ritka fajok helyzetéről.

NEW DATAS OF THE APPEARANCE OF TWO NEW RARE WOODLOUSE SPECIES (*HAPLOPHTHALMUS MONTIVAGUS* (VERHOEFF, 1941) AND *ANDRONISCUS DENTIGER* (VERHOEFF, 1908)) IN HUNGARY

Keywords: woodlouse species, rare species, uncertain species, spread.

In Hungary the number of woodlouse species was 56 according to the published datas so far. Among them numerous species can be said as rare species, apart from these ones, a few uncertain species enrich the woodlouse fauna of our homeland, owing to their uncertain marking, and slight datas of their occurrence. In the paper I am going to show the newer spread, the situation in the fauna, and the body structure of one rare

species and one uncertain species from the Hungarian fauna. The *H. montivagus*, which is a rare species in Hungary, was found by Strouhal in 1965 in the Bükk mountains. Later Farkas and Vilisics described it, and was found in the ELTE Botanical Gardens and in the Mecsek mountains. It spreaded in West-and Middle Europe, it can be found widely from the British Islands to Poland, and to South-Italy. It is the rare woodlouse species of natural habitats. It is closely related to damp and humid places, it occurs often next to the flood zone. It lives under the surface of the constantly humid canyons, stream banks which are rich in nutrient. The last dates of its occurrence are from Mátrafüred, Kisnána, Domoszló. We have only a few dates in connection with the *A. dentiger* species, this is why it is called as an uncertain species. The dates, we have, about their occurrence in Budapest are older than 30 years. Kesselyák has discovered it in 1927 at the University of Horticulture, and in 1936 at the tropical greenhouse of the ZOO of Budapest. It is widely spreaded in Ireland and in Great-Britain. It is also common throughout Europe, it can be found from the British Islands to North-Africa. In many cases it has a troglodyte inclination, so it likes the circumstances provided by the caves. At the same time it cannot be called specifically as a troglodyte, because it can be found in other habitats which can provide similar conditions. Last time it was discovered in Mátrafüred. The appearance of these two woodlouse species can promote the role in the Hungarian woodlouse species of the mentioned species. It is likely, that in the course of further researches of the woodlouse fauna, we will get a clearer picture about the situation of the uncertain and rare species.

A SZÁNTÓFÖLDI BIOENERGIA TERMELÉS KÖRNYEZETI VONATKOZÁSAI A NYÍRSÉGBEN

Vágvölgyi Sándor*, Szabó Béla

Nyíregyházi Főiskola MMK, 4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b.

*vagvolgyi@nyf.hu

Kulcsszavak: bioenergia, környezetvédelem, rövid vágásforduló, biodiverzitás, Nyírség régió

Az energiahasználat fokozatos átalakulása előtérbe helyezte a bioenergia szántóföldi termelését. Különösen igaz ez a Nyírségre, ahol a hagyományos szántóföldi növénytermesztés jövedelmezősége gyakran bizonytalan. A Nyírség homokbuckáin az akác, mélyfekvésű, vízjárta területein a fűz termesztése lehet eredményes. A bioenergia ültetvények megváltoztatják a talaj fizikai, kémiai, biológiai jellemzőit és természetes élővilágát. Ugyanakkor viszont elősegítik a természetes talajregenerálódás folyamatait és speciális életközösségek kialakulását. Az energetikai célú fás szárú ültetvények lehetőséget adnak a komposztált hulladékok elhelyezésére is. A minimális talajművelés és kemikália használat csökkenti az energiaültetvényeken a környezetterhelést. Munkánk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy rövid vágásfordulójú akác és fűzültetvényekben hogyan változtak meg a talaj legfontosabb agronómiai és környezeti jellemzői, és az ültetvények természetes élővilága.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF BIOENERGY PRODUCTION IN THE NYÍRSÉG REGION

Keywords: bionergy, environmental protection, short rotation, biodiversity, Nyírség Region

The change of energy using emphasize the bioenergy production on the arable land. This is especial true in the Nyírség Region, where the conventional crop production profitability is often uncertain. In the sandy soil of Nyírség Region the locust in the, lowlying, flooded areas the willow cultivation can be effective and profitable. Bioenergy plantations can change the physical, chemical and biological characteristics of the soils and the natural biodiversity. Other hand promote the special processes of the natural soil regeneration. The woody crop plantations purposes to give composted waste disposal as well. The minimum tillage and chemical using in the energy plantations can reduce the environmental damages. In our work we would like to search for the changing of the natural biodiversity of energy plantations.

KIPUFOGÓGÁZOK KÁROS SZÉNHIDROGÉN KOMPONENSEINEK CSÖKKENTÉSE KATALITIKUS MÓDSZERREL

**Kovacs József¹, Yuzhakova Tatiana^{1*}, Rédey Ákos¹, Lauer János¹,
Ráduly István², Ráduly Lenke²**

1-Institute of Environmental Engineering, University of Pannonia, 10 Egyetem St.,
Veszprém, 8200 Hungary,

2-Faculty of Economics and Business Management, Babes-Bolyai University, Cluj-
Napoca, 520036 Sfântu Gheorghe, Romania

*yuzhakova@almos.uni-pannon.hu

Kulcsszavak: Szénhidrogének okozta levegőszennyezése, három utas katalizátor, GC, GC-MSD analízis

A légszennyező komponensek (NO_x, CO, VOC, PM) egyik fő forrása a közlekedés. Annak ellenére, hogy a gépjárművek jelentős része katalizátorral van felszerelve a katalizátorok hatásfokát javítani kell. A katalizátorok élettartamát, stabilitását és a különböző üzemanyagok (bioüzemanyagokat is beleértve) vonatkozásában az alkalmazhatóságot illetően számos feladat van.

Kísérleti munkánk során a nemesfém tartalmú (Pt, Pd) alumínium-oxid katalizátorokat vizsgáltunk, melyeket impregnációs technikával készítettünk el.

Integrális csőreaktorban modell gázzal vizsgáltuk a katalitikus átalakulást 250-450°C hőmérséklet-tartományban. A vizsgálat célja a szénhidrogén komponensek (n-hexán, i-oktán és benzol, toluol, etil-benzol, m-, p-, o-xilol (BTEX)) katalitikus átalakítása volt. A modell gáz fő komponense nitrogén volt (N₂=300 dm³/hr STP) továbbá a gázelegy vízgőzt (H₂O=150 dm³/hr), levegőt (70 dm³/hr), nitrogén-oxidokat (NO_x=40 dm³/hr) és szénhidrogéneket (C_xH_y=0.732 v/v%) tartalmazott.

A tisztított és nem tisztított gázminták vizsgálata on-line gáz analizátorokkal (kemilumineszcens és nem diszperzív IR technikákkal) és off-line analízissel GC, GC-MSD segítségével történt. A katalitikus átalakulás mértéke NO_x~99.5%, a szénhidrogénekre komponensenként lényegesen eltérő értékek adódtak. A részletes vizsgálati eredményeket a konferencián mutatjuk be.

CATALYSTS FOR REDUCING HYDROCARBONS FROM EXHAUST GAS COMPONENTS

Keywords: Hydrocarbon air pollutants, three-way catalysts, GC, GC-MSD analysis

Traffic is one of the main sources of emission of air pollutants such as NO_x, CO, VOC, particulate material in spite of the fact that the majority of the vehicles equipped with catalytic cleaning system for the exhaust gases. Moreover lot of vehicles are old and their three-way catalyst should regularly be checked or replaced for a new one. Development of auto exhaust catalyst is a challenging work. The improvement should be made in order to prolong catalyst working time, the stability and the applicability for different types of biofuels as well.

The paper deal with novel catalysts prepared by impregnation method. Active components of the catalytic system contain nobel metals (Pt, Pd). γ -Al₂O₃ was used as a support.

The investigation were focused on studying the catalytic elimination of hydrocarbons such as n-hexane, i-octane and benzene, toluene, ethyl-benzene, m-, p-, o- xylenes (BTEX) components from the exhaust gases. Model exhaust gas mixture was used for the catalytic test in the temperature range of 250-450°C. The model gas contained nitrogen (N₂=300 dm³/hr STP) and minor components, namely, water vapor (H₂O=150 dm³/hr), air (70 dm³/hr), nitrogen oxides (NO_x=40 dm³/hr) and hydrocarbons (C_xH_y= 0.732 v/v%).

Untreated and treated model gases were investigated by on-line gas analyzers (chemiluminescence and non-dispersive infrared type gas analyzers) and GC, GC-MSD off-line analytical technique. The primary results indicated that the removal efficiency was ~99.5% for NO_x and values were varied significantly for hydrocarbons. The obtained data will be discussed in details and presented during the conference.

EDC ANYAGOK ELTÁVOLÍTÁSA VIZEKBŐL (IRODALMI ÁTTEKINTÉS)

Mészáros Renáta

Miskolci Egyetem 3515 Miskolc Egyetemváros Kémiai Intézet

fkmmr@uni-miskolc.hu

Kulcsszavak: EDC anyagok, víztisztítás, áttekintés

Már az ezerkilencszázharmincas évektől ismert, hogy némely mesterséges, illetve természetes vegyület az élőlények hormonrendszerében szerepet játszó anyagokhoz hasonló tulajdonsággal bír. A hormonháztartást befolyásoló anyagok és az élőlényeknél kialakuló reprodukciós hibák kialakulása közötti kapcsolatra azonban csak a nyolcvanas évek során derült fény. Ezek a hormonokhoz hasonló anyagok az emberi szervezet működését nagyban befolyásolhatják. Mára ezek az anyagok főként a kozmetikai és gyógyszeriparnak köszönhetően jelentős mennyiségben fordulnak elő a különböző talaj és felszíni vizekben. Jelentőségük, ahogyan a múltban is megjósolták jóval nagyobb, mint a hagyományos értelemben vett szennyezőknek. Napjainkban mind a detektálásuk, mind az eltávolításuk igen nagy gondot okoz a kutatók számára. A technológiai, gazdasági és hatékonysági tényezőket együttesen figyelembe véve rengeteg nehézség merül fel. Mind az anyagtranszport kérdése, az analitikai detektálásuk, a lebomlási modellek, a különböző eltávolítási technikák, annak kinetikája és az anyagok további toxikológiai hatásainak feltárása további kutatásokat igényel a jövőben.

REMOVAL OF EDC-S FROM WATER (REVIEW)

Keywords: EDC-s, water treatment, review

For over 30's, scientists have reported that some kind of synthetic and natural compounds could mimic natural hormones in the endocrine systems of humans and animals. These materials are now collectively known as endocrine-disrupting compounds (EDCs). Nowadays some kind of these EDC-s are discovered in various surface and ground waters and it is caused mainly by the cosmetic industry and some pharmaceuticals. The importance of these materials is much more than other compounds in water as it reported in the past. Numerous studies have shown that conventional drinking and wastewater treatment plants can not completely remove many of these materials. Future research needs include more detailed fate and transport data, standardized analytical methodology, predictive models, removal kinetics, and determination of the toxicological relevance of trace levels of EDCs and PPCPs in water.

A TORNA-PATAK VÍZMINŐSÉGÉNEK VÁLTOZÁSA AZ ELMÚLT EGY ÉVBEN

¹Kovács Zsófia, ²Katona Csaba, ²Koszorus Lászlóné, ³Futó Petra, ¹Rédey Ákos

¹Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet, H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10

²ÖkoRet Spin-off Zrt. H-8200 Veszprém, Egyetem u.10

³Combit Számítástechnikai Zrt. H-1145 Budapest, Újvilág u. 51.

zsofiakovacs@almos.uni-pannon.hu

Kulcsszavak: vörösiszap katasztrófa, Torna-patak, felszíni víz monitoring

Magyarország eddigi legnagyobb környezeti és anyagi károkkal járó ipari katasztrófája következett be 2010. október 04-én, amikor a Magyar Alumínium Zrt. X. számú vörösiszap zagyártoló gátja átszakadt. A vörösiszap a Bayer-féle timföld előállítás során használt eljárás mellékterméke, amikor a bauxitból lúggal (nátrium-hidroxid vizes oldatával) kivonják az alumínium tartalmú anyagokat, és az ekkor visszamaradó anyagot nevezzük vörösiszapnak. A nátrium-hidroxid vizes oldata lúgos kémhatású, így a tározókban a vörösiszap pH 13 feletti. A gátszakadás következtében a lúgos kémhatású iszap a Torna-patak medrén keresztül elöntötte a környező településeket. A Duna és a vízgyűjtőjéhez tartozó Marcal és Rába szennyezésének megakadályozása érdekében a vízügyi szakemberek összesen 23,5 ezer tonna úgynevezett reá gipszet és 1800 köbméter ecetsavat juttattak a Torna-patakba és a Marcalba.

Hazai fejlesztés eredménye az Akkreditálható Vízművelés Távmérő Rendszer (AVITAR), amely 2010 decemberében kihelyezésre került Devecserben a Torna-patak partjára. A Közép-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség részére folyamatos mérés (hőmérséklet, pH és vezetőképesség) és adatszolgáltatást biztosítottunk.

Az élővilág pusztulását okozta, hogy a vörösiszap katasztrófa után a felszíni vizekben pH 10 körüli értéket mértünk. Figyelembe véve az elkeveredést, időjárást és az emberi beavatkozásokat jelenleg a pH 8,5 körüli a Torna-patak ezen szakaszán. A rendelkezésre álló éves adatsor, egyértelműen mutatja a víz minőségének javulását és az élővilág regenerálódását.

HOW TO CHANGE THE WATER QUALITY OF TORNA STREAM IN THE PREVIOUS ONE YEAR

Keywords: red mud sludge, Torna-stream, surface monitoring

One of the worst and the largest ecological and economic disaster has occurred in 4th of October 2010 in Hungary, when the wall of a waste reservoir (cassette No. 10) has collapsed and a hazardous spill of red sludge released outside of the Hungarian Aluminum Co.

The red mud sludge is a solid waste by-product of the Bayer bauxite processing and it is highly basic with a pH of about 12-13. The caustic sludge flooded the surrounding settlements and polluted the nearest Stream Torna, which flows through Rivers Marcal and Raba into the River Danube. The water experts added 23500 tone gypsum and 1800 cubic meter acetic acid into the Torna and Marcal in order to avoid contamination of the Danube.

The Accredited Water Quality Telemetry System (AVITAR) is a result of a Hungarian development project. In 2010 an AVITAR Mobil Monitoring Station was installed directly next to Torna stream in Devecser. This station continuously provided data about temperature, pH and conductivity. Data were forwarded to concerned Central Transdanubian Inspectorate for Environmental Protection, Nature Conservation and Water Management for further processing and reports.

After the catastrophe pH value (10) was measured that was considered the main reason of the ecological catastrophe. According to results the pH level is now below 8,5 due to complex impacts of natural blending, favourable weather and human activities. These data present clearly how the water quality regains its original ecological condition.

Szponzoraink

Nigrogénművek Zrt.

Blautech Kft.

Explora Kutató-Fejlesztő Kft.

Greenman Kft.

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat Vajda Péter Veszprém Megyei
Egyesülete

Dr. Bencze Lajos Kutatás-Fejlesztési Alapítvány

SZERVEZŐBIZOTTSÁG

Dr. Rédey Ákos

Dr. Mócsy Ildikó

Dr. Domokos Endre

Dr. Yuzhakova Tatiana

Somogyi Viola

Fejes Lászlóné Utasi Anett

Puposné Bertalan Mónika

Vincze-Csom Veronika

ISBN 978-963-86627-2-9

Göttinger Kiadó, Veszprém

Göttinger Bt.

Felelős kiadó: Szathmáryné Göttinger Erzsébet

Cím: 8200, Veszprém Sáfrány utca 21.

Nyomda: OOK-Press Kft.

Cím: 8200, Veszprém, Pápai u. 37/A

Tel/Fax: 88/425260