



Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

IV.

Kari Tudományos Konferencia

Konferencia kiadvány

2014
Sopron

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron 2014.

ISBN 978-963-359-033-1

Szerkesztette:

Dr. Bidló András
Horváth Adrienn
Dr. Szűcs Péter

Konferencia kötet cikkeit ellenőrizte:

Prof. Dr. Albert Levente egyetemi tanár
Prof. Dr. Bartha Dénes egyetemi tanár
Dr. Bidló András egyetemi docens
Dr. Frank Norbert egyetemi docens
Prof. Dr. Lakatos Ferenc egyetemi tanár
Prof. Dr. Náhlik András egyetemi tanár
Dr. Péterfalvi József egyetemi docens

Ajánlott hivatkozás:

Bidló A., Horváth A., Szűcs P. (szerk.) (2014): Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, IV. Kari Tudományos Konferencia. NymE Erdőmérnöki Kar Sopron 407 p.

PLENÁRIS ELŐADÁSOK

- 1. BIDLÓ ANDRÁS, HORVÁTH ADRIENN, GÁLOS BORBÁLA:** Változó termőhely - változatlan erdők?
- 2. CZIMBER KORNÉL:** Döntéstámogatást segítő geoinformatikai rendszer fejlesztése a klímaváltozás hatáselemzéséhez
- 3. CZUPY IMRE HORVÁTH BÉLA, VÁGVÖLGYI ANDREA:** Energetikai faültetvény-technológiák energiamérlege
- 4. FRANK NORBERT, VEPERDI GÁBOR, SCHIBERNA ENDRE, GÁL JÁNOS:** Erdőnevelési modelltablák alkalmazása: Múlt és jövő
- 5. JÁNOSKA FERENC:** Nagyvad kerítés mögött: Jövő, vagy zsákutca?

VÁLTOZÓ TERMŐHELY – VÁLTOZATLAN ERDŐK?

BIDLÓ ANDRÁS, HORVÁTH ADRIENN, GÁLOS BORBÁLA

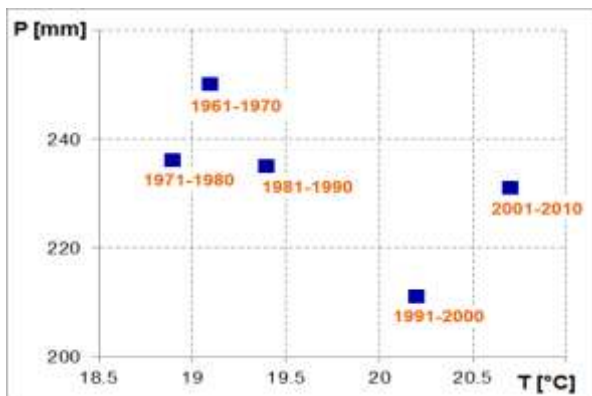
Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet
abidlo@emk.nyme.hu

Bevezetés

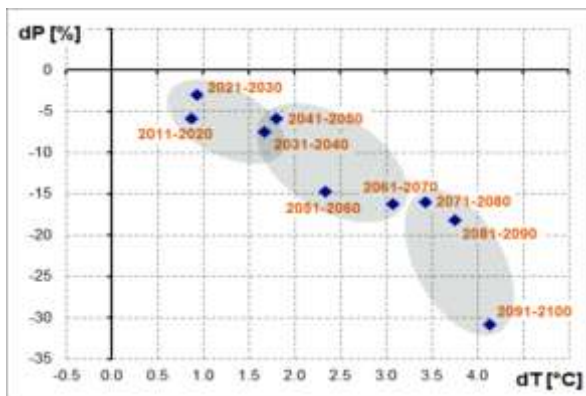
A termőhely fogalmának kialakulása egyidős a tervszerű erdőgazdálkodással. Wilckens Henrick Dávid fennmaradt Erdőismeret (Forstkunde) című jegyzetében már tárgyalja az erdőtermesztés tényezőit, így a földrajzi fekvést, az éghajlatot és a talajt. Így a kezdetek óta folyamatos a termőhely tárgyalása az erdészeti oktatásban és a kutatásban (VARGA *et. al.* 2008). Az első magyar nyelvű erdészeti termőhelyismerettn könyvet, *Fekete Lajos* adta ki Selmecebányán 1882-ben. Ebben a könyvben, a mai napig érvényes módon fogalmazta meg a termőhely fogalmát az alábbiakban „*Földünk felületének azon részét, melyen valamely növény tenyészik, azon összes physikai és chemiai hatókkal együtt, melyek azon növény tenyésztésére befolyást gyakorolnak: az illető növény termőhelyének nevezzük*”. Hasonló meghatározással találkozhatunk, a mindeddig legátfogóbb magyar nyelvű erdészeti termőhelyfeltárással foglalkozó könyvben, amelyben a következő áll „*A növénytermesztés, ... munkapadja a termőhely: az a terület, amelyen a növényzet megél. Valójában a termőhely az a háromdimenziós tér, amelyben a termőhelyi tényezők összhatása egy növényi életközösség életfeltételeit kielégíti*” (BABOS *et. al.* 1966). Kissé rövidebb meghatározás szerepel az 1993-ban megjelent Erdészeti termőhely-ismerettn könyvben: „*A termőhely a növénytársulások életéhez szükséges élettelen tényezők - klíma, talaj, hidrológia – foglalata*” (SZODFRIDT, 1993), és ugyanezzel a meghatározással találkozunk az erdészeti termőhelyfeltárással szabályait tartalmazó (36/2010. (IV. 13.) FVM) rendeletben is. Akármelyik definíciót nézzük, a termőhelyet többé-kevésbé állandónak tekinti, és nem számol annak változásával. Az utóbbi évtizedek azonban megmutatták a termőhely változásának jelentőségét. Az emberi hatásra bekövetkező változások gyakran olyan gyorsak, hogy egy-egy egyed életében is előfordulhat, hogy eltérő termőhelyi körülményekhez kell alkalmazkodnia. A következőkben megpróbáljuk bemutatni, melyek azon változások, amely a magyarországi erdőket érinthetik.

Termőhelyi viszonyok változása - Klíma

Az egyes területek klíma viszonyai meghatározóak a fajok előfordulása szempontjából. A hazai erdészeti termőhely osztályozási rendszer kialakításakor elsősorban a klímaigényes fajokkal dolgoztak az erdészeti klímaosztályok meghatározásánál. Ennek több oka is volt, egyrészt nem állt rendelkezésre megfelelő számú és felbontású meteorológiai adat, másrészt a fajok előfordulását alapvetően a klíma határozza meg. A jelenlegi rendszer a bükkön, a gyertyánon, illetve a cserrel elegyesen előforduló kocsánytalan tölgyön alapul. Ehhez kapcsolódik még az erdőssztyepp klíma. Mivel a klímát az előforduló fajokkal jellemeztük, meglévő erdőállományok esetén természetesnek vettük, hogy az éghajlati körülmények megfelelnek az erdőket alkotó fajoknak. Ugyanakkor az elmúlt időszakok klimatikus viszonyainak, illetve a jövőbeni előrejelzések elemzése azt mutatja, hogy a klíma nem stabil, sőt már a közelmúltban is jelentős változások voltak.

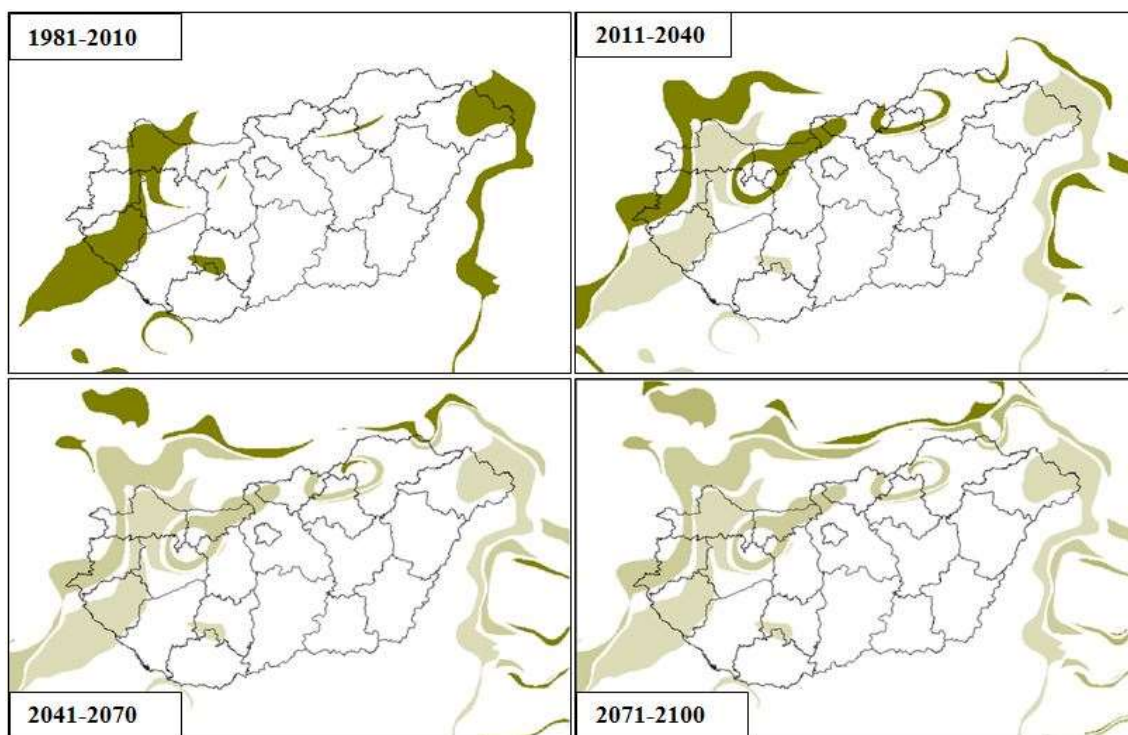


1. ábra: Zalaegerszeg környékének nyári hőmérséklet (T) és csapadékviszonyai (P) az elmúlt évtizedekben a mért adatok alapján



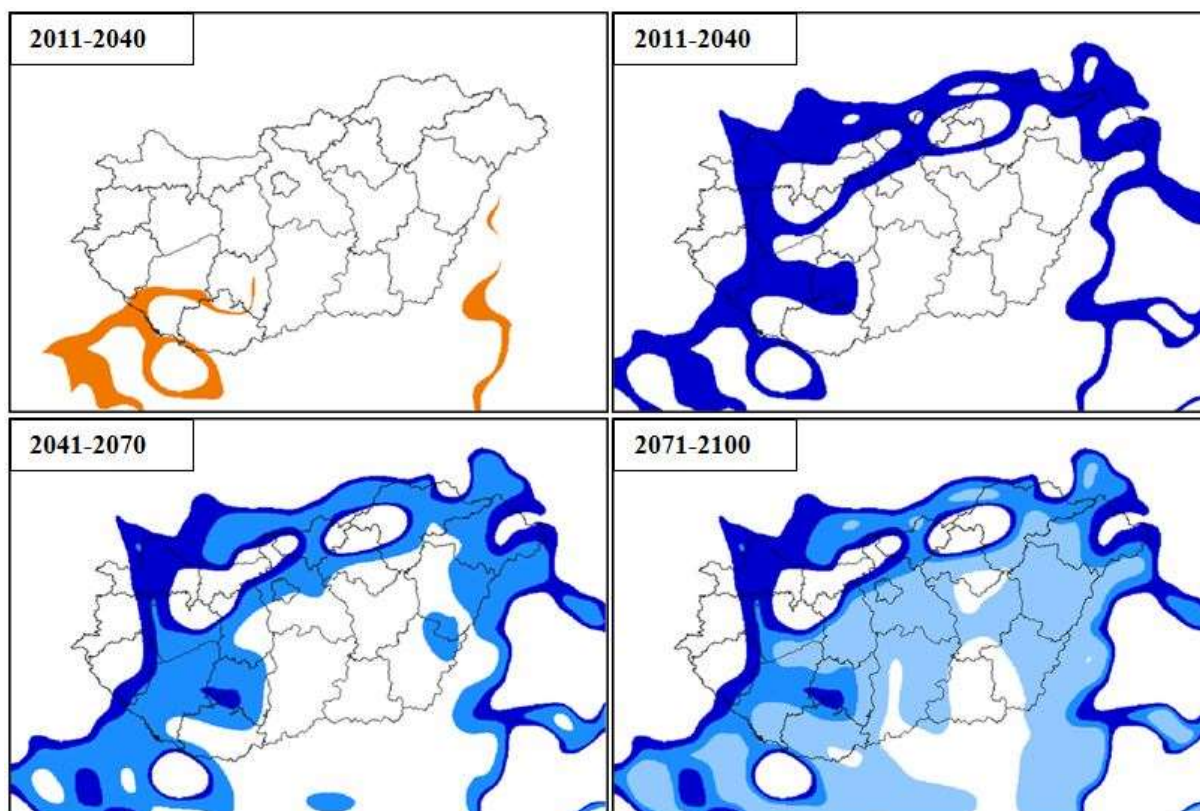
2. ábra: Zalaegerszeg környékének nyári hőmérséklet- (dT) és csapadékviszonyaiban (dP) várható változások, az 1981-2010-es időszakhoz viszonyítva

A Kárpát-medencére vonatkozó regionális klímamodellek eredményei azt mutatják, hogy a jövőben jelentősen átalakulhatnak a klimatikus viszonyok. Mivel a hazai erdőállományok életében kiemelkedő jelentősége van a nyári hónapoknak, az ebben az időszakban várható változások hatását mutatjuk be. A bükk érzékeny fafaj, ezért a változások indikátora lehet, elsősorban az elterjedésének alsó határán (MATYÁS *et al.* 2010). Ezért elemzéseinkben a fafaj zalai előfordulására koncentráltunk. Zalaegerszeg klimatikus adottságait vizsgálva a múltbeli hőmérsékleti (T) és csapadék (P) adatainak tíz éves átlaga alapján (1. ábra) megállapítható, hogy az egyes évtizedek között jelentős eltérés volt a csapadék átlagos mennyiségében és az átlag hőmérsékletben. Az utóbbi két évtizedben a nyarak szárazabbak voltak, mint az előző 30 évben. Még feltűnőbb a különbség a hőmérsékleti adatokban, ahol egyértelmű a melegedés. A következő 90 évben, regionális klímamodellek eredményei alapján, a nyári csapadék mennyisége folyamatosan csökken és ezzel egyidejűleg a hőmérséklet nő (2. ábra; GÁLOS *et al.* 2014).



3. ábra: Zala megyei nyári hőmérséklet és csapadékviszonyok (GÁLOS B.)

Az egyes előrejelzések szerint a csapadék mennyiségének csökkenése meghaladhatja a 30 %-ot, míg a hőmérséklet növekedése a 4 °C-ot. A termőhelyi körülmények átalakulásának vizsgálatához érdemes megnéznünk hol találunk jelenleg és a jövőben a zalaegerszegihez hasonló nyári klimatikus viszonyokat a Kárpát-medence területén. A 3. ábra bemutatja, hogy jelenleg hol vannak olyan nyári hőmérséklet és csapadékviszonyok, mint a Zala megyében, illetve hogy 12 regionális klímamodell eredménye alapján hová tolódnak ezek a térségek a 21. század során. A térképeken – a hőmérséklet és csapadékkritériumok együttesen vannak feltüntetve – a zölddel színezett területek ugyanolyan hőmérséklet és csapadékviszonyokkal rendelkeznek. Tehát például 2011-2040-ben Szentgotthárdon (és Vas megye középső részén) lehetnek olyan hőmérséklet és csapadékviszonyok, mint ma Zala megyében. A jelenlegi klimatikus viszonyok a magasabb északi szélességek és tengerszint feletti magasságok irányába tolódnak és összeszűkülnek. Helyüket melegebb-szárazabb területek foglalják el és 2041-2070-re már kívül esnek az ország határán. Emellett megvizsgáltuk, hogy hol vannak ma olyan nyári hőmérsékletátlagok és csapadékösszegek, amelyek Zala megyében várhatók a 21. század egyes időszakában (4. ábra).



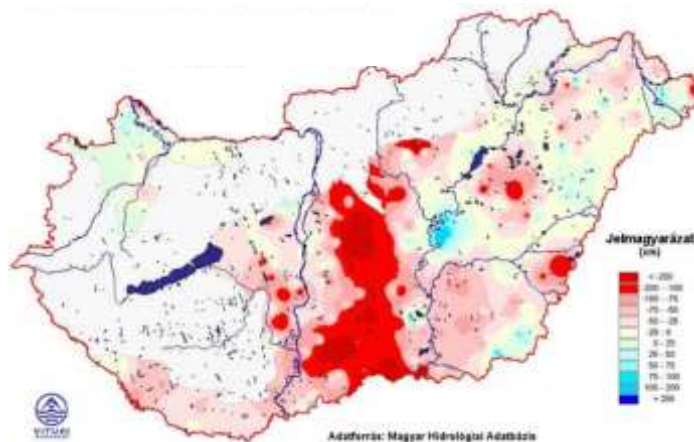
4. ábra: A Zala megyében várható nyári hőmérséklet és csapadékviszonyok (bal felső térkép) és a várható nyári csapadékviszonyok jelenlegi elhelyezkedése a Kárpát-medence területén (GÁLOS B.)

A térképen azokat a térségeket színeztük narancsszínűre, amelyek jelenleg (1981-2010) ilyen klimatikus körülményekkel jellemezhetők. Tehát például ma Csurgón vannak olyan nyári hőmérsékletek és csapadékok, mint amilyenek 2011-2040-ben Zalaegerszegen lehetnek (4. ábra, bal felső térkép). Hőmérsékletre és csapadékra együttesen ezt 2041-2070-re már nem tudtuk megnézni, mert hőmérséklet esetén akkora léptékűek a változások, hogy ezek a területek jelenleg a Kárpát-medencétől D-re vannak, ami kívül esik a projekt vizsgálati területén. Ez az oka, hogy a többi 3 térképen csak a várható nyári csapadékviszonyok változásának elemzését folytattuk.

A térképen azokat a térségeket színeztük sötétkék színűre, amelyek jelenleg (1981-2010) olyan nyári csapadéköszegekkel jellemezhetők, mint amilyenek a 2011-2040-es és a 2041-2070-es időszakban Zala megyében várhatók. A világoskék szín megjelenése pedig a várható változást jelzi, mely térségek keletebbre, dél-keletebbre vannak, tehát az jelenleg ott tapasztalható viszonyok megjelenése várható majd a megjelölt területeken hazánkban is. Példaként ma Somogy megye DK-i csücskében és Baranyában vannak olyan nyári csapadékviszonyok, mint amilyenek a 21. század utolsó harmadában Zala megyében várhatók.

Hidrológiai viszonyok változása

A magyarországi klimatikus viszonyok között egyes termőhelyeken igen nagy jelentőségű az erdők számára a talajvízből rendelkezésre álló többletvíz. A XIX. században megkezdődött nagyobb folyószabályozási munkálatok az alföldi termőhelyek hidrológiai viszonyait nagyban megváltoztatták. Ma már az erdőállományaink 80 %-a többletvízhatástól független termőhelyeken áll, azaz olyan helyen, ahol a növények csak a csapadékból származó vízre vannak utalva. A maradék 20 %-on belül jelentős arányúak a változó vízellátottságú területek, amelyek közé elsősorban a szikeseket és a pszeudoglejes talajokat soroljuk, mivel ezeken az év egy részében – a talajtani adottságok miatt – a víz megáll, így akár felszínen is megjelenhet, míg az év más hónapjaiban teljesen kiszáradhatnak. Ezen területek, különösen a szikesek képződésében jelentős szerepet játszik a talajvíz, illetve a korábbi folyószabályozások hatása (pl. az elöntések megszűnése). Az Erdészeti Adattárban többletvízhatású termőhelyeken is folyamatosan változik a talajvíz szintje. Az ország jelentős területén az elmúlt évtizedekben folyamatosan csökkent a talajvíz szintje (5. ábra), ami azt jelenti, hogy olyan területeken ahol korábban a talajvíz a felszín közelében volt ma már akár több méter mélyre süllyedt. A talajvíz szintjének süllyedése több okra vezethető vissza. Szerepet játszanak ebben a megváltozott klimatikus körülmények, a felszíni vízszabályozások, a talajvízből, illetve a rétegvízből való jelentős vízfelhasználás, de az erdők többlet vízfelhasználása a gyepes vegetációhoz képest is. A fokozatos vízszintsüllyedést az idősebb állományok részben tudták követni a gyökerekkel, de gyakran találkozhatunk azzal, hogy a felszín közeli többletvíz nélkül a felújulás lehetetlenné válik, így a korábbi őshonos fajokból álló állományaink kiszorulnak a területről. Az egyik legdrámaiabb csökkenés közismerten a Duna–Tisza közén történt, mely az 1970-es évek közepe óta egyre szárazabbá válik.



5. ábra: Az 1971-2000 közötti időszak átlagos és a 2009. évi közepes talajvízszintek különbségének területi eloszlása

Az elmúlt évtizedekben jelentősen megváltozott folyóink vízjárása is. A gyakoribbá váló nagy árvizek jelentős figyelmet kaptak, de ezzel egyidejűleg a kisvizek szintje is csökkent. Ennek eredményeképpen folyóink vízjárása szélsőségesebbé vált. E változás a klimatikus okokra, a területhasználatban bekövetkezett változásokra (pl.: az erdőterületek csökkenése, a burkolt felületek növelése), a meder levezető képességének romlására, az árterek hasznosítására (beépítettsége, a túl dús növényzet), a hullámterek feltöltődésére vagy éppen a meder és a műszaki létesítményeinek nem megfelelő állapotára vezethető vissza. A folyók vízszintjének változása nagyban érinti a folyóparti erdőket. A korábbinál hosszabb és magasabb árvízszint megnehezíti egyes fafajok felújulását, mivel legtöbb fafajunk nehezen viseli el az olyan jellegű elöntéseket, amelyeknél a növény egy része sincs a vízszint felett, illetve a víz oxigénben szegény. Az elöntés mellett, komoly gondot jelenthet, amikor a folyók vízszintje erősen lecsökken. A folyóparti állományok nagy része gyökereivel eléri a talajvizet, ami megfelelő vízellátottságot ad nekik az egész évben. A kisvízszint csökkenése miatt a folyók közvetlen közelében a talajvíz olyan mélyre süllyedhet, hogy a fák számára nem lesz többé elérhető. Ez különösen a meszes, a vizet kapillárisan rosszul vezető kavicsos üledéket (pl. Duna) leterítő folyók mellett jelenthet problémát. A szélsőséges termőhelyi viszonyokat (hosszan tartó elöntés, majd többletvízhatástól független termőhely) a legtöbb fafajunk nehezen viseli el, ilyen körülmények között nehezen újul fel, illetve az újulat könnyen elpusztul.

Genetikai talajtípus és fizikai féleség változása

Míg a klimatikus és a hidrológiai viszonyok megváltozás viszonylag gyors, addig talajokban bekövetkező változás, a legtöbb esetben, egy lassabb folyamat. A talajképző tényezők – kiemelten az éghajlati, a biológiai tényezők és a hidrológiai viszonyok – megváltozása hatással van a talajok képződésére. Ezek közül elsőként a humuszképződést kell kiemelni, amelyet a keletkező biomasz mennyisége és összetétel illetve ennek lebontási folyamatai határozzák meg. A klímaváltozás miatt csökkenő biomasz képződés elvileg csökkenti a humusz mennyiségét, de a humusz lebontási folyamatai szárazabb körülmények között gátlódnak, így számolni lehet a humusz felhalmozódásával, ezt jól mutatja, hogy a barna erdőtalajok általában jelenleg is kevesebb humuszt tartalmaznak, mint a csernozjom talajok. A csökkenő csapadék együtt járhat a kilúgzás csökkenésével, ami kihat a talajban lejátszódó egyéb folyamatokra, így az agyagosodásra és az agyagvándorlásra. A csapadék csökkenése miatt megváltozó mállási folyamatok befolyásolják a képződő ásványok összetételét és mennyiségét, ami közvetlenül hathat a talaj fizikai féleségére.

Termőréteg vastagság változása

A termőréteg vastagsága alapvetően meghatározza az egyes fafajok növekedési lehetőségét. A mély talaj, illetve ebben az esetben termőréteg kialakulása több évszázados, sőt évezredes folyamat. A várhatóan gyakoribbá váló szélsőséges időjárási események hatására, fokozódhat az erózió, illetve a defláció, amely termőréteg vastagságának gyors csökkenését eredményezheti. Bár a több szintes erdők jelentősen csökkentik az eróziós és deflációs károkat, szélsőséges időjárási események esetén nem tudják megakadályozni az ilyen károk megjelenését, különösen akkor, ha a növényzet – a klíma hatására – kevésbé fedi a talajt.

Következtetések

A termőhely nem statikus, hanem folyamatosan változó ökológiai feltételeket jelent. Ezen változások – elsősorban emberi hatásra - az utóbbi évtizedekben felgyorsultak. Az erdők a

korábban felsorolt változásokhoz csak részben tudnak alkalmazkodni. A termőhely változások miatt át kell gondolni a fafaj választást és nem szabad csak a jelenlegi állományokból kiindulni. A megoldás az lehet, ha előre meg becsüljük, hogy milyen termőhelyi változások lehetnek az adott helyen és elegendes erdőket kell létrehozni, valamint el kell fogadnunk, hogy új fafajok lesznek „őshonosak” és ezeket kell alkalmaznunk.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 „AGRÁRKLÍMA: Az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrár szektorban” projekt támogatta. A szerzők köszönetet mondanak a hamburgi Climate Service Center-nek a regionális klímamodell eredmények rendelkezésre bocsátását, illetve dr. Czímber Kornélnak, hogy a klímaadatokat, a fenti projekt keretében, térinformatikai módszerekkel feldolgozhatóvá tette.

Felhasznált irodalom

- BABOS I., HORVÁTHNÉ PROSZT S., JÁRÓ Z., KIRÁLY L., SZODFRIDT I. ET. TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 493 p.
- FEKETE L. (1882): Erdészeti termőhelyismerettan, Selmechánya
- GÁLOS B., BIDLÓ A., BAZSÓ T., MÁTYÁS CS. (2014): Bridging the gap between climate research, forestry practices and education – experiences from the AGROCLIMATE and RECLAND projects. In: Polgár A., Bazsó T., Nagy G., Gálos B. (szerk.) Local and regional challenges of climate change adaptation and green technologies. Proceedings - A klímaváltozás helyi és regionális kihívásai, zöld technológiák. Konferencia-kiadvány. NymE EMK/UWH FF, 109 p., NymE Kiadó/UWH Press, Sopron. ISBN 978-963-334-192-6
- MÁTYÁS CS., FÜHRER E., BERKI I., CSÓKA GY., DRÜSZLER Á., LAKATOS F., MÓRICZ N., RASZTOVITS E., SOMOGYI Z., VEPERDI G., VIG P., GÁLOS B. (2010): Erdők a szárazsági határon. „Klíma-21” Füzetek 61: 84-97
- SZODFRIDT I. (1993): Erdészeti Termőhelyismerettan, Mezőgazda Kiadó, Budapest p. 317. ISBN: 963-8439-14-9
- VARGA ZS., BIDLÓ A, HEIL B., KOVÁCS G. 2008: Termőhelyismerettan, 315-340 p, In: Albert et. al (2008): Az erdészeti felsőoktatás 200 éve, II. kötet, NymE Erdőmérnöki Kar, Sopron, 419 pp.
- 36/2010. (IV. 13.) FVM rendelet az erdészeti termőhelyfeltárás részletes szabályairól

DÖNTÉSTÁMOGATÁST SEGÍTŐ GEOINFORMATIKAI RENDSZER FEJLESZTÉSE A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSELEMZÉSÉHEZ

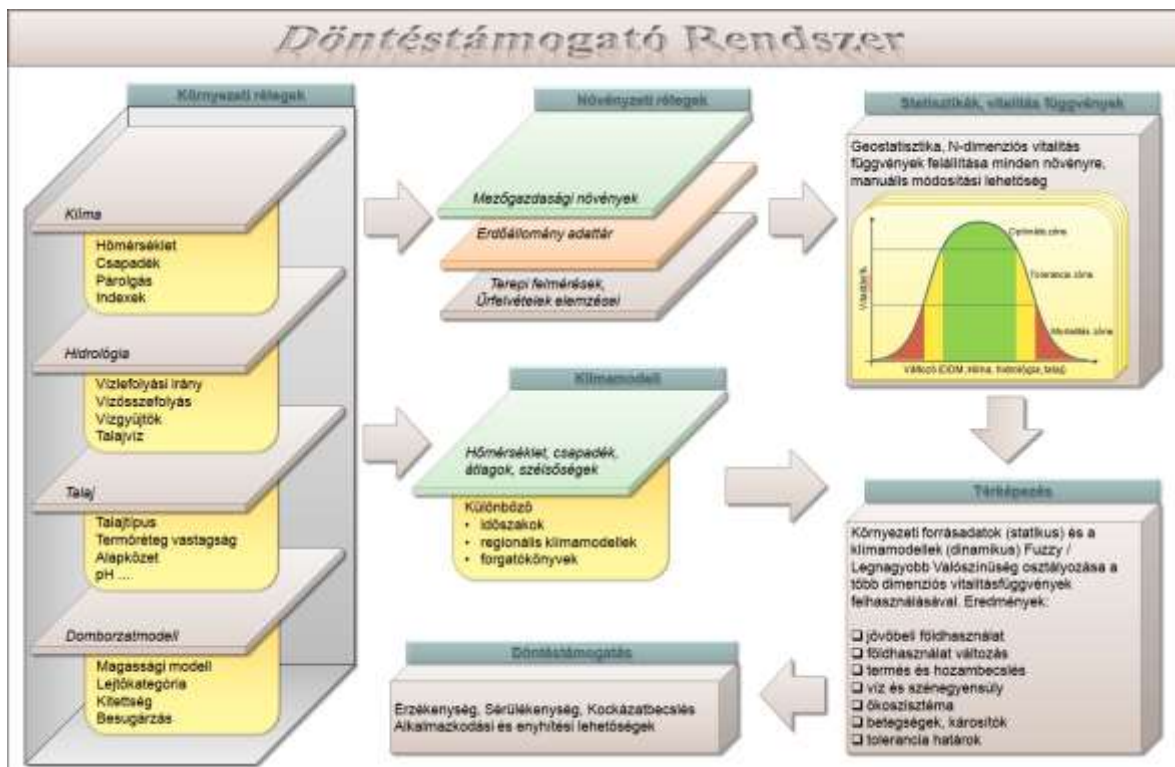
CZIMBER KORNÉL

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vizgazdálkodási Intézet,
Földmérési és Távérzékelési Tanszék, Sopron
czimber@emk.nyme.hu

Bevezetés

A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 „AgrárKlíma” pályázat az előrevetített klímaváltozás hatáselemzésével és az alkalmazkodás lehetőségeivel foglalkozik az erdészeti és agrárszektorban. A hatáselemzéshez a pályázat egy széleskörű és hatékonyan használható geoinformatikai rendszert kíván kifejleszteni, mely a projekt során felmerülő kérdések megválaszolásában, döntések meghozatalában segít. Jelen cikk az eddig elért eredményekről és a várható funkcionalitásról ad tájékoztatást.

A döntéstámogató rendszer geoinformatikai alapokon nyugszik. Integrálja a különböző környezeti fedvényeket (domborzat, talaj), ezek között számos fedvényt dinamikusan kezel (hőmérséklet, csapadék, párolgás), valamint növényzeti fedvényeket (szántóföld és erdők) (1. ábra). Az integráción túl a rendszertől a következő funkciókat várjuk el: geoinformatikai és geostatisztikai elemzések biztosítása, képfeldolgozási alapokon nyugvó növények elterjedését modellező térbeli és időbeli becslések, előrejelzések, érzékenység és kockázatbecslés, alkalmazkodási és enyhítési lehetőségek. A rendszer egyik fontos eleme lesz az eredmények internetes publikációja (térképek és leíró adatok egyaránt).



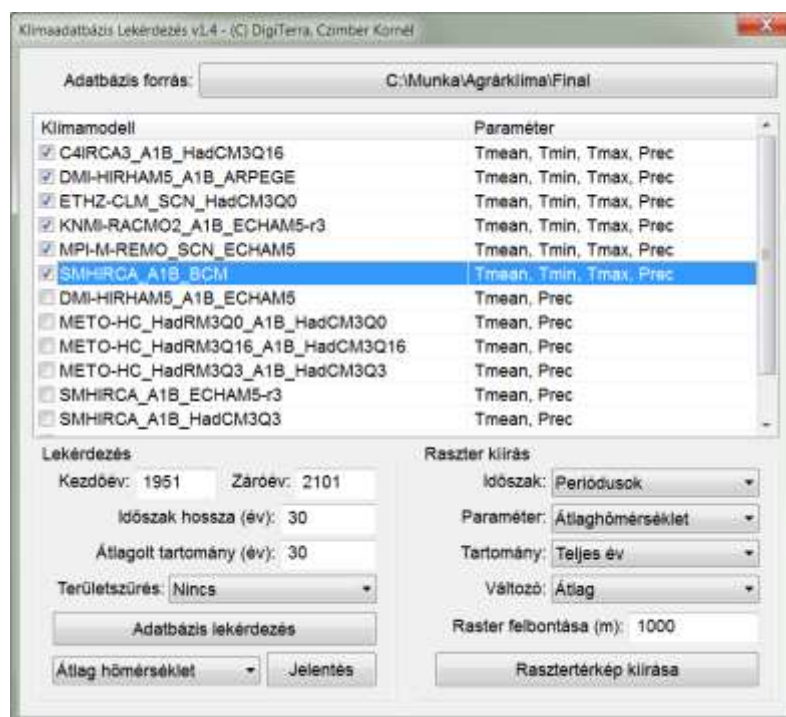
1. ábra: Döntéstámogató rendszer folyamatábrája

A klímaváltozás hatásaival a magyarországi erdők tekintetében számos kutatás foglalkozott az elmúlt évek során (MÁTYÁS ÉS CZIMBER 2000, 2004, BERKI ÉS TSAI 2009, FÜHRER ÉS TSAI 2011).

Vizsgálati anyagok

A döntéstámogató rendszerhez a geoinformatikai adatok beszerzése és integrációja 2013. elején elkezdődött. Az adatok több ezer raszteres és vektoros fedvényt, több száz GB adatmennyiséget jelentenek. Az eredmény adatbázis DigiTerra Map és ArcGIS térinformatikai szoftverek alatt is elérhető. A teljesség igénye nélkül néhány fontosabb fedvényt megemlítenénk: domborzat, lejtviszonyok, kitettség, napsugárzás, geológia, talajviszonyok, talajvíz, lefolyási adatok, párolgás adatok, hőmérséklet és csapadék adatok (múlt, jelen és jövő), erdőállomány adattár, műhold felvételek, szántóföldi nyilvántartás.

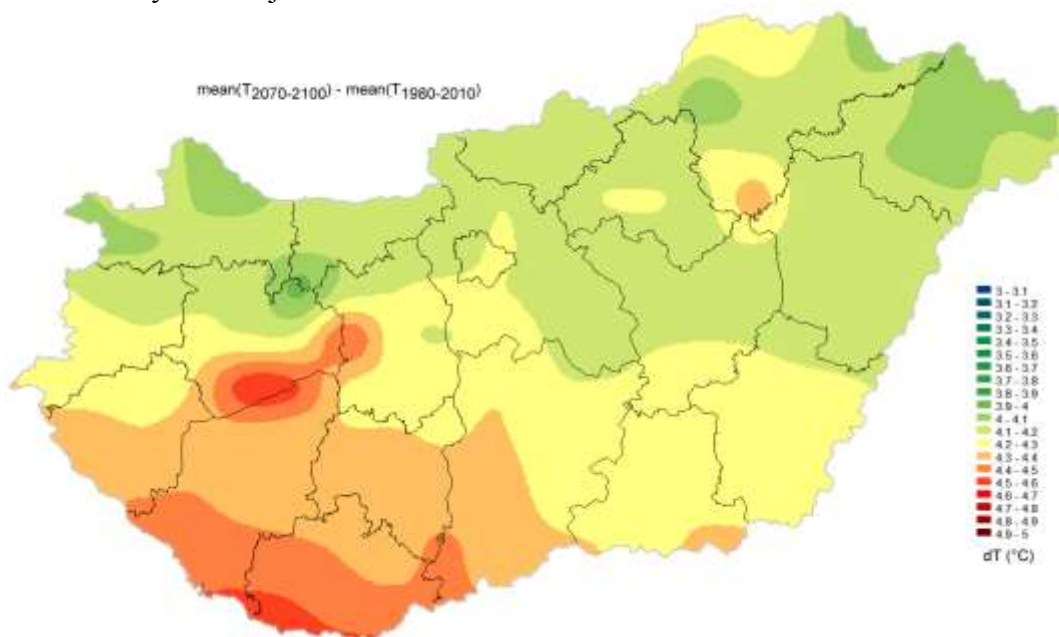
A rendszerben a szerepeltetni kívánt adatokat egységes formátumra, azonos vetületi rendszerbe kellett transzformálni. Számos adatforrás esetében, például jövőbeli klímaadatok, a nyers adatokból kellett összesített geoinformatikai fedvényeket készíteni. Ezek a kihívások külön szoftvermodulok fejlesztését igényelték. Az egyik legfontosabb ilyen fejlesztés az egységes klímaadatbázis lekérdezőmodul volt, mely mind a múltbeli, tényleges meteorológiai adatokat, és a jövőbeli klímamodelleket képes egy felületen, gyorsan lekérdezni (2. ábra).



2. ábra: Kifejlesztett klímaadatbázis modul lekérdező felülete

A klímaadatbázis lekérdezési lehetőségek széleskörűek: tetszőleges időszakokra, különféle átlagolással lehet szövegesen és térképes formában elérni a hőmérsékleti és csapadékadatokat, ezen túl 18 féle éven belüli összesítés és 32 féle statisztikai változó érhető el. A modul minden időszak összesített adataiból képes klímaindexeket számítani: Ellenberg, Módosított Ellenberg, Bükk tolerancia, Forest Aridity (FAI) és Szárazság index. Az előállított statisztikai változók és azok térképei között különböző algebrai műveletek definiálhatók, például átlagos hőmérséklet változása két időszak között, vagy hőségnapok

gyakoróságának növekedése két időpont között. A klímaadatbázis lekérdező modul egyik fontos eredményét mutatja be a 3. ábra.

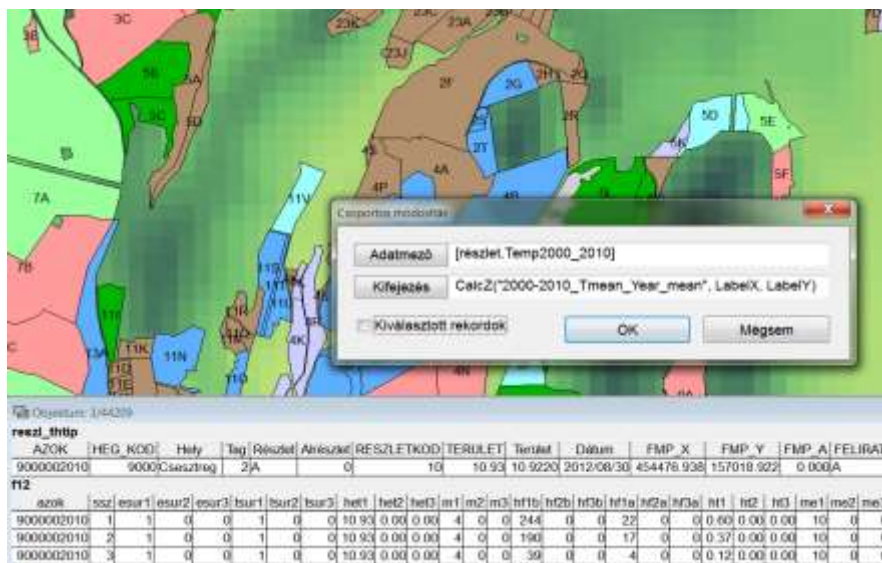


3. ábra: 2070-2100 és 1980-2010 időszak átlaghőmérsékletének különbsége

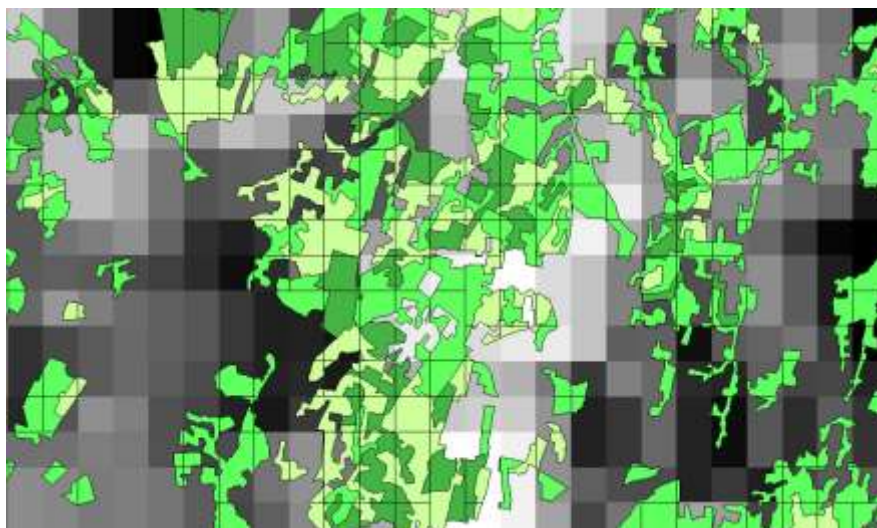
Vizsgálati módszerek

A geoinformatikai rendszer fejlesztése túlmutat az adatok beszerzésén és adatbázisba helyezésén. Az adatok integrációja után a rendszernek számos térbeli elemzést kell kiszolgáltatni, úgymint geostatistikai kimutatások, környezeti paraméterek térbeli variancia analízise az egyes növényfajok tükrében, valamint a növények megváltozott klíma miatti előfordulás térképeinek becslése.

Az első legfontosabb elemzés a számos raszteres fedvény adatainak kigyűjtése az erdőállomány adattár erdőrészleteire (4. ábra). Lehetőség van azonban a raszteres adatok vektorosra alakítására és összemetszése az erdőrészlet poligonokkal. Ez az eljárás egy szinttel finomabb részletességet kínál (5. ábra).

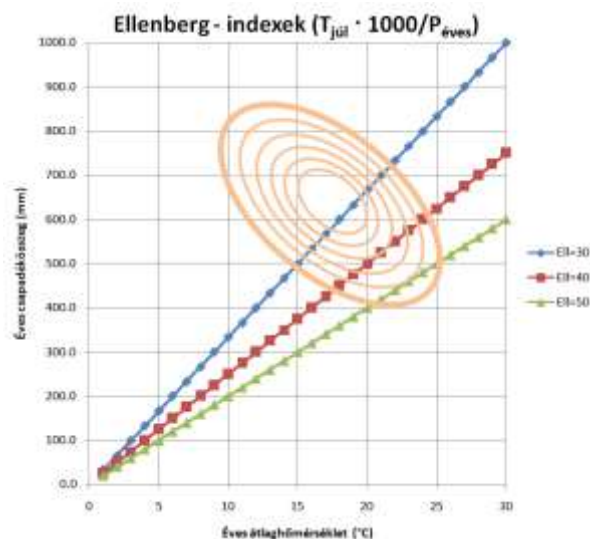


4. ábra: Raszteres fedvények adatainak átvezetése az erdőrészletekre



5. ábra: Raszteres és vektoros adatok összedolgozása

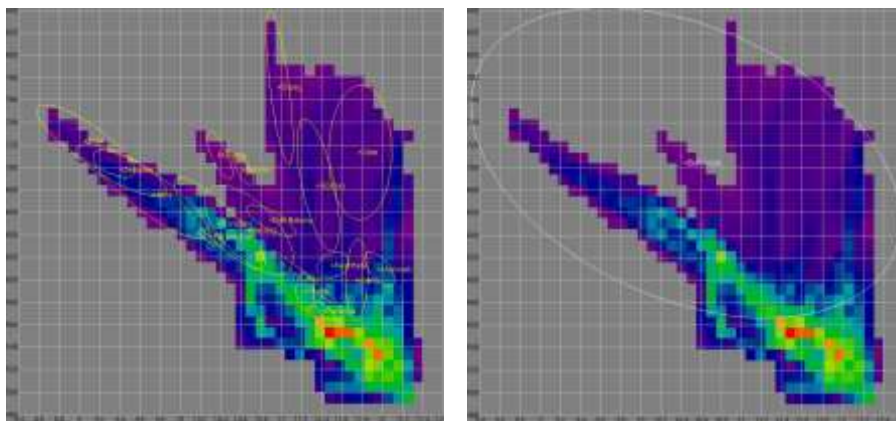
A klímaadatokból előállíthatunk olyan indexeket, amelyek egyszerűen képesek az egyes klímazonákat jellemezni. Az indexek előnye egyben hátránya is, ugyanis leegyszerűsíti az adatok közötti összefüggéseket, több dimenzióból egy dimenziót állít elő (6. ábra).



6. ábra: Különböző Ellenberg-indexek az átlaghőmérséklet és a csapadékosság előfordulási diagramján

Az egyes növényfajok elterjedését a különböző környezeti paraméterek függvényében leghatékonyabban többdimenziós normális eloszlásokkal lehet modellezni (CSORNAI ÉS DALIA 1991). Ennek nagy előnye, hogy nem csak a növényfaj elterjedését, hanem az elterjedés valószínűségét is térképezhetjük, kiemelhetjük az érzékeny, szélsőséges termőhelyeket, felrajzolhatjuk az átmeneti zónákat, eltolódásokat.

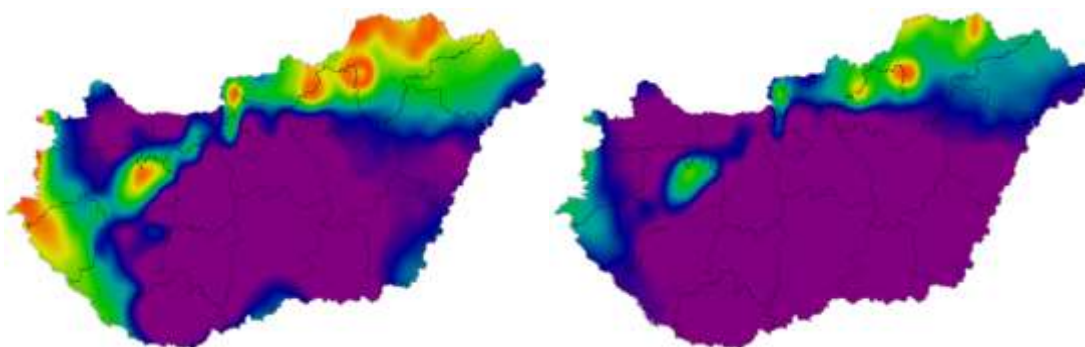
Az előfordulási modellek az eloszlási kép tanulmányozása mellett manuálisan is módosíthatók (7. ábra). Több szakterület szakértőinek feladata, hogy a megfelelő környezeti paramétereket kiválogassa és az előfordulási modelleket növényfajonként az egyes változók függvényében felállítsa, felülvizsgálja, szükség esetén módosítsa. A felállított modell alatt a klímamodell paraméterek megváltoztathatók a klímamodell alapján.



7. ábra: A hőmérséklet és a csapadék szóródás diagramja Magyarországra az egyes régiók bükköseinek előfordulási ellipsziseivel (bal oldal) és az ezek alapján szerkesztett bükkösök potenciális előfordulásának ellipszise (jobb oldal)

Eredmények

A számos részeredmény közül egy fafaj elterjedésének modellezését ismertetjük (8. ábra).



8. ábra: Legnagyobb valószínűséggel osztályozóval készült a magyarországi bükkösök előfordulása (baloldal 1980-2010, jobb oldal 2070-2100)

Összefoglalás

A projektben megcélzott kutatásokhoz szükséges geoinformatikai adatok jelentős részét sikerült beszerezni és integrálni. Az elemzéseket megkezdjük. Az előzetes eredmények alapján megállapítható, hogy geoinformatikai alapokon nyugvó döntéstámogató rendszer hatékony eszköz lesz a klímaváltozás hatásainak elemzéséhez.

Felhasznált irodalom

- BERKI, I., RASZTOVITS, E., MÓRICZ, N., MÁTYÁS, Cs. (2009): Determination of the drought tolerance limit of beech forests and forecasting their future distribution in Hungary. Cereal Research Communications, 37: 613–616.
- CSORNAI G., DALIA O. (1991): Távérzékelés, Jegyzet, Székesfehérvár
- FÜHRER E., MAROSI Gy., JAGODICS A., JUHÁSZ I. (2011): A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban. Erdészettudományi Közlemények 2011. 1 évf. 1. sz. pp. 17-28.
- MÁTYÁS Cs., CZIMBER K. (2000): Zonális erdőtakaró mezoklíma szintű modellezése: lehetőségek a klímaváltozás hatásainak előrejelzésére. In: Tar K. (szerk.) III. Erdő és Klíma Konferencia Debrecen, 2000. június 7-9., Debrecen: DE-TTK Meteorológia Tanszék, 2000. pp. 83-97
- MÁTYÁS Cs., CZIMBER K. (2004): A zonális zárt erdőtakaró alsó határának klímaérzékenysége Magyarországon – előzetes eredmények. In: MÁTYÁS Cs., VÍG P. (szerk.) Erdő és Klíma IV., Sopron: NYME, 2004. pp. 35-44

ENERGETIKAI FAÜLTETVÉNY-TECHNOLÓGIÁK ENERGIAMÉRLEGE

CZUPY IMRE, HORVÁTH BÉLA, VÁGVÖLGYI ANDREA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
iczupy@emk.nyme.hu

Bevezetés

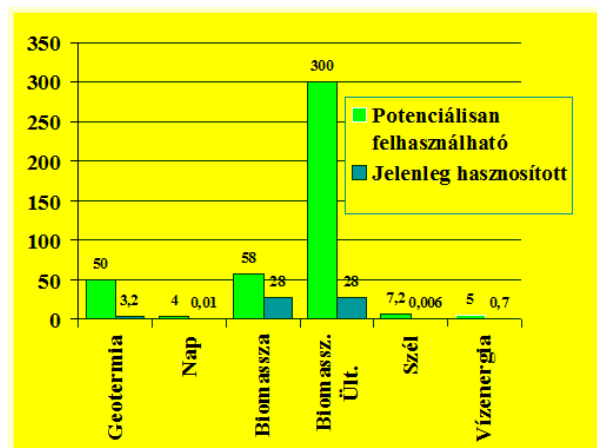
A fosszilis energiahordozók készleteinek kimerülésére vonatkozó előrejelzések, növekvő károsanyag-kibocsátás, üvegházhatás, globális felmelegedés. Gyakorta elhangzó érvek, amelyek a megújuló energiák egyre nagyobb arányú hasznosítása mellett szólnak. Az Európai Unió tagországai számára célul tűzte ki, hogy 2020-ra az EU teljes energiafogyasztásának legalább 20 %-a megújuló energiaforrásokból származzon. Magyarország számára 13 % részarány elérését írták elő. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium elkészítette hazánk 2020-ig szóló megújuló energia hasznosítási cselekvési tervét, amelyben célkitűzésként az uniós előírásnál nagyobb mértékű, 14, 65 % részesedést határoz meg. A célok eléréséhez a biomassza felhasználást a jelenlegi érték másfélszeresére, 71 PJ/év-re kell növelni, amihez új források bevonására van szükség. Ekkora mértékű energia-növekmény csak az energetikai faültetvények szélesebb körű elterjesztése révén valósítható meg. Az energetikai célú növénytermesztéssel és hasznosítással kapcsolatos kutatások az alábbi területeken folynak:

- technológiai és műszaki fejlesztések,
- gépesítés-fejlesztések,
- technológiák adaptálása helyi viszonyokhoz,
- energiamérleg felállítása.

Az alábbiakban az eddig elért eredményeinket mutatjuk be.

Vizsgálati módszerek

Hazánkban a hasznosított megújuló energiaforrások közel háromnegyedét a biomassza teszi ki. Ezen belül rendkívül jelentős a dendromassza (fa alapú biomassza) részaránya (1. ábra).



1. ábra: Megújuló energiaforrások Magyarországon (PJ/év)

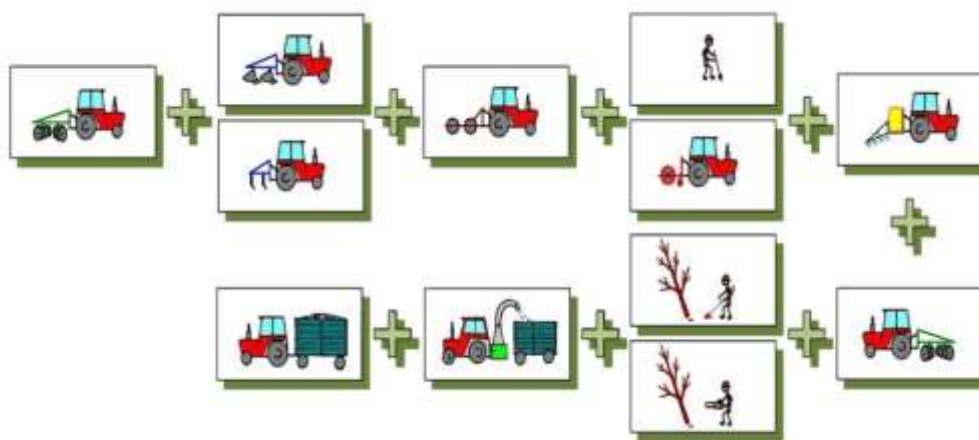
Az agrárium (erdészet és mezőgazdaság együtt) évente 55÷60 millió tonna elsődleges biomasszát állít elő. A megújulókról szóló cselekvési terv a célszámok eléréséhez a

biomassza felhasználás jelentős bővülésével számol. Az erdőből származó biomassza mennyisége csak a vágástéri melléktermékek, illetve a kitermelt tuskók hasznosítása révén növelhető (CZUPY I. 2011). A tűzifa kitermelés volumene ugyanis elérte a felső határát. Az energetikai ültetvényekről származó biomassza azonban jelentős potenciált jelenthet, ahogy azt az 1. ábrán látjuk. Az energetikai faültetvények gyorsan nöövő fafajokkal létesített, energiatermelést szolgáló célültetvények, ahol a területegységre eső energiahozam magasabb, mint az erdőben. Gyorsan nöövő, speciális fajtájú, direkt e célra szelektált klónokat alkalmaznak, ezért az ültetvények telepítési, ápolási és betakarítási technológiái eltérnek/eltérhetnek a hagyományos erdőkétől (CZUPY I., VÁGVÖLGYI A. ÉS HORVÁTH B., 2012). Kutatásaink során elsőként a hagyományos erdészeti technológiák, modellek felülvizsgálatát, átalakítását végeztük el. Meghatároztuk az egyes munkaműveletek sorrendjét és gépesítési igényét. A területnagyság függvényében elkészítettük a technológiai modelleket, meghatároztuk a különböző munkaműveletekhez ajánlható gépeket. Elemeztük az egyes géptípusok teljesítményadatait, valamint az ültetvények betakarításakor elérhető hozamokat. Az erőgépek tüzelőanyagának elégetése révén bevitt energiamennyiség és a letermelt biomassza energiataralmának ismeretében felállítható az ültetvények energiamérlege.

Eredmények

Az energetikai faültetvények esetén több természetési technológiát különíthetünk el. Az alkalmazott fafaj meghatározó jelentőségű, mivel befolyásolja a betakarítás idejét, módját, a telepítési hálózatot, az alkalmazható gyomirtás fajtáját és egyéb tényezőket. A technológiai modellek kialakításakor a területnagyságot és az ültetési hálózatot vettük figyelembe. Az ültetvények ajánlott telepítési hálózata: 3x0,5 m. A 3 m-es sortávolság lehetővé teszi a mezőgazdaságban használatos erőgépek alkalmazását a gépi ápolási és a betakarítási (szállítási) műveletek során. Az 50 cm-es tőtáv könnyű kézi ápolást biztosít a rotáció első évében (VÁGVÖLGYI A., CZUPY I., KOVÁCS G., HEIL B., HORVÁTH B. ÉS SZALAY D. 2012). A területnagyság tekintetében három kategóriát definiáltunk:

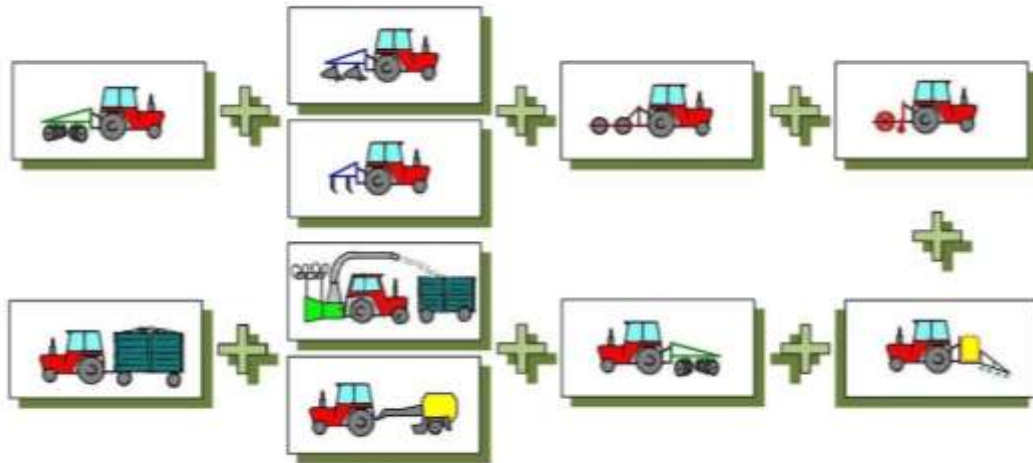
- 3 ha-nál kisebb területű,
 - 3-20 hektáros,
 - 20 ha-nál nagyobb méretű ültetvények esetére dolgoztuk ki a technológiai modelleket.
- A 3 ha-nál kisebb területű ültetvények esetén a 2. ábrán bemutatott technológia alkalmazható.



2. ábra: Technológiai modell 3 hektárnál kisebb területű ültetvényekre

Az ültetést megelőzően talajelőkészítést szükséges végezni, amely tarlóhántást, mélylazítást és magágykészítést vagy szántást és magágykészítést foglal magában. A dugvány vagy csemeték kiültetése kézi erővel, ékásóval illetve kisebb teljesítményű dugványozó vagy ültetőgéppel történhet. A sorközművelés (vegyszeres gyomirtás) permetezőgéppel végezhető el. A betakarításhoz motorfűrészt vagy tisztítófűrészt alkalmazunk, majd a mobil aprítógéppel felaprított faanyagot a felhasználás helyére szállítjuk. A munkagépek mindegyike akkora teljesítmény-igényű, hogy közepes kategóriájú univerzális traktorral üzemeltethető.

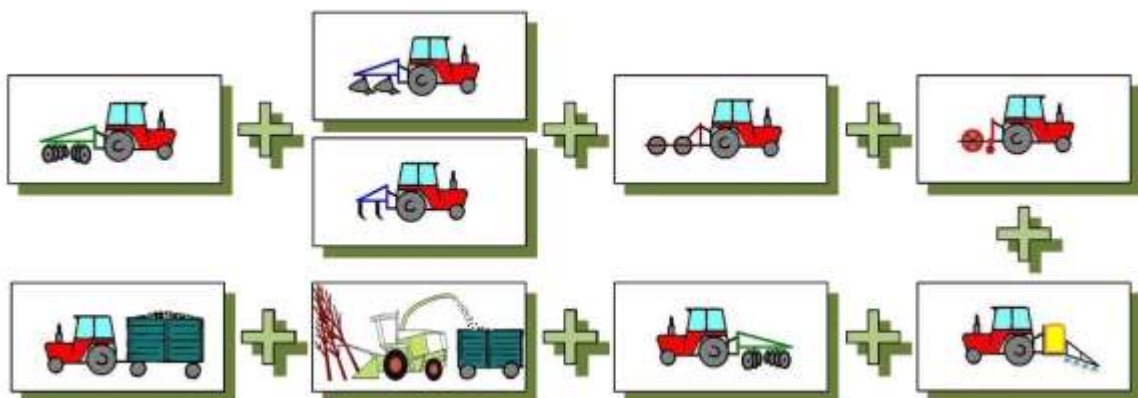
A 3–20 hektáros ültetvényeken alkalmazható technológiát a 3. ábra mutatja.



3. ábra: Technológiai modell 3–20 hektár területnagyság esetén

A talajelőkészítést követően az ültetvény telepítése dugvánnyal vagy csemetével közepes kategóriás univerzális traktorral üzemeltetett munkagéppel végezhető el. Sorközművelésre permetezőgép használható. A betakarítás döntő-aprító géppel, vagy a döntést és kötegelést egy menetben elvégző bálázógéppel történik. Ezt követi a biomassza elszállítása. A munkagépek teljesítmény-igénye ez előbbi kategóriánál nagyobb.

A 20 ha-nál nagyobb területeken a technológiai lánc az 4. ábra szerinti.



4. ábra: Technológiai modell 20 hektárnál nagyobb ültetvényekre

Ekkora területnagyság esetén a technológiai láncban csak a betakarítás módja különbözik az előzőekben leírtaktól. Erre a célra nagy teljesítményű magajáró döntő-aprító gépek ajánlhatók.

A kutatás jelenlegi szakaszában az energiamérleget a 3 hektárnál kisebb területű ültetvényekre készítettük el.

A számításokhoz az összegyűjtött adatok átlagos értékeit vettük alapul és az alábbi kiindulási adatokat használtuk:

- területnagyság: 1 ha,
- ültetvény fenntartásának időtartama: 20 év,
- vágásforduló: 2 év,
- gázolaj fűtőértéke: 43 MJ/kg,
- benzin fűtőértéke: 44 MJ/kg.

A 2. ábrán bemutatott technológiai modellből kiindulva az ültetvény fenntartási ideje alatt az erőgépek tüzelőanyagának elégetése révén bevitt energiamennyiség meghatározásának lépéseit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: Energia input

Művelet	Erőgép teljesítmény-igénye [kW]	Alkalom	Fajlagos idő-szükséglet [mh/ha]	Energia összesen [MJ]
Talajelőkészítés tárcsával	60	2	0,70	933
Mélyszántás	125	2	2,25	6250
Magágy készítés	60	1	0,45	300
Műtrágyaszórás	60	12	0,24	1920
Ültetés dugványozó- vagy ültetőgéppel	60	1	2,56	1707
Gépi ápolás tárcsával	60	42	0,70	19600
Vegyszeres gyomirtás	60	20	0,55	7333
Betakarítás motorfűrészsel, tisztítófűrészsel	3,5	10	6,00	2390
Aprítás	45	10	2,40	12000
Szállítás (10-15 t) 15 km-re + rakodás	60	10	0,64	4267
Tuskózás (tuskómaró)	135	1	3,00	4500

A bevitt energia összesen: 61.200 MJ.

A számítás eredményét átlagos értéknek tekintjük. Eltérést eredményezhet például a terület kialakítása (hosszúság-szélesség aránya), vagy a helyi adottságok (erős gyomosodás a területen). Az élőmunka energiaszükségletét a számításnál nem vettük figyelembe.

Az energia output meghatározásánál figyelembe vett adatok:

- az ültetvény hozama: 20 t/ha/év,
- nedvességtartalom: 60%,
- biomassa fűtőértéke: 7 MJ/kg (fenti nedvességtartalom mellett).

Energia output: 2.800.000 MJ.

Az energia kivét mértékét a területről letermelhető biomassa hektáronkénti éves hozama jelentősen befolyásolja. A biomassa légszáraz állapotban kerül termikus hasznosításra, azonban szárításra fordított energiát a számításnál nem vettünk figyelembe, mivel az történhet például természetes úton is. Fentiek alapján az energiamérleg 3 hektárnál kisebb területű ültetvényekre:

input : output = 1 : 46, azaz egységnyi befektetett energia révén 46 egységnyi energia nyerhető. Az eredmény azt mutatja, hogy az ültetvények létesítése a peremfeltételek kisebb megváltozása esetén is energia hatékony.

Összefoglalás

A megújuló energia hasznosítási cselekvési terv a megújulókra vonatkozó célszámok teljesülését főként a biomassa növekvő mértékű hasznosítására alapozza. Az energetikai faültetvények várható biomassa hozama jelentős, ma még kihasználatlan potenciált rejt. A lehetőségek kihasználásához megfelelő műszaki háttér, gépesítési színvonal szükséges. A kutatásaink során kidolgozott technológiai modellek, valamint az ezekre épülő energiamérleg főként gazdaságossági kérdésekre adhat választ, illetve elősegítheti megalapozott döntések meghozatalát.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A–11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A támogatásért ezúton is köszönetünket fejezzük ki.

Felhasznált irodalom

- CZUPY I. (2011): A tuskókiemelés elméleti háttére. Mezőgazdasági Technika 52:(11) pp. 2-4.
- CZUPY I., VÁGVÖLGYI A. ÉS HORVÁTH B. (2012): The Biomass Production and its Technical Backgorund in Hungary In: Proceedings of 45th International Symposium on Forestry Mechanization: "Forest Engineering: Concern, Knowledge and Accountability in Today's Environment". Dubrovnik; Cavtat, Horvátország, 2012.10.08-2012.10.12. Zagreb: University of Zagreb. pp. 1-9. (ISBN:978-953-292-025-3).
- VÁGVÖLGYI A., CZUPY I., KOVÁCS G., HEIL B., HORVÁTH B. ÉS SZALAY D. (2012): The mechanical-technological modelling and the expeced yiled of woody energy plantations. Hungarian Agricultural Engineering (24) pp. 53-57.

ERDŐNEVELÉSI MODELLTÁBLÁK ALKALMAZÁSA: MÚLT ÉS JÖVŐ

FRANK NORBERT¹, VEPERDI GÁBOR², GÁL JÁNOS², SCHIBERNA ENDRE³

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
frank@emk.nyme.hu

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Sopron

³ Erdészeti Tudományos Intézet, Ökonómiai Osztály

Bevezetés

Az erdőnevelési modelltáblák vágásos üzemmódú, egykorú és többnyire elegyetlen faállományokra vonatkoznak, fatermési osztályonként tartalmazzák a nevelővágásokat, illetve a nevelővágások után a lábon maradó faállományrész (főállomány) szerkezetének fontosabb adatait, az átlagos tőtávolságot és a vágáskort. A kitermelendő fatérfogat az adott faállomány meglévő törzsszáma és körlapösszege, és a modelltáblában szereplő fenntartandó törzsszám és körlapösszeg különbségétől függ. A modelltáblák célállományonként (esetleg fafajonként) foglalják össze az erdőnevelési teendőket.

Az Erdészeti Tudományos Intézetben már az 1960-as években elkezdődtek azoknak a hosszúlejáratú kísérleti területeknek a kialakítása, melyek alapjául szolgáltak az 1975-ben megjelent *Főbb állományalkotó fafajok erdőszítési hálózata és erdőnevelési modellje* c. kiadványnak. Ezt egészítette ki egyrészt újabb fafajok modelltábláival, másrészt a célállományonkénti erdőnevelési irányelvek szöveges ismertetésével az 1984-ben megjelent *Fatermesztési műszaki irányelvek IV. Erdőnevelés* c. útmutató. A kutatók munkáját egyrészt a Magyar Tudományos Akadémia 1979-ben Akadémiai Díjjal ismerte el, másrészt a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium 1983-ban a gyakorlati bevezetésre javasolt tudományos eredmények pályázatán az erdőnevelési modelleket első díjban részesítette.

Az erdőnevelési modelltáblák legfontosabb információi az alábbiak: (1) összefüggő rendszerbe foglalják és tartalmazzák a nevelővágásokat; (2) számszerű eligazítást nyújtanak a nevelővágások idejéről, számáról, illetve a lábon maradó faállomány szerkezetéről; (3) az optimális törzsszám fenntartására alapozva közvetlenül meghatározzák a nevelővágások mértékét (átlagos tőtávolság); (4) fatermési osztályonként irányozzák elő a nevelővágásokat és a vágáskorokat; (5) a várható fakészlet legfontosabb adataira is adnak felvilágosítást (származtatható adatként).

Az erdőnevelési modelltáblák alkalmazásának tapasztalatai

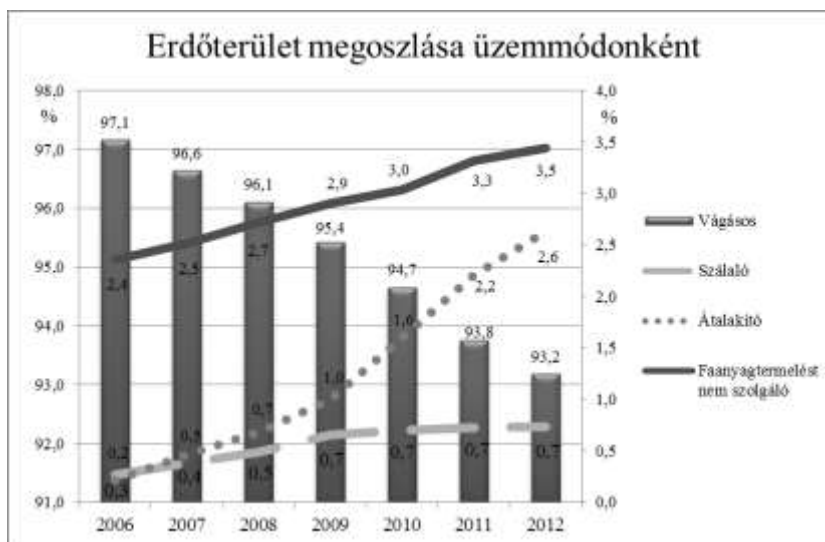
Az erdőnevelési modelleket egyre kevesebb helyen alkalmazzák annak ellenére, hogy egyrészt a gyakorlatba könnyen bevezethetők, másrészt pedig a helyi erdőnevelési technológiák is ezekre alapulnak. Ennek részben oka, hogy az erdőnevelési modelltáblák az országos átlagos viszonyokra készültek, ezért a helyi jellegzetességeknek megfelelően szükségszerűen el kell térni tőlük. Emellett felbomlott az ezen modelltáblák mögött álló egységes célrendszer, egyes erdőművelési módszerek esetében pedig egyszerűen nem áll rendelkezésre megfelelő modell.

Mivel a modellek országos átlagadatokat tartalmaznak, a regionális sajátosságokhoz történő igazodás érdekében célszerűnek látszik a helyi modelltáblák megalkotása. Ennek érdekében a NymE Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, valamint az Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet munkatársai, illetve diplomatervezői az utóbbi néhány évben elkészítették a somogyi cseresek, a nyírségi akácosok, a zalai bükkösök, és a

zselici ezüsthársas-bükkösök erdőnevelési, fatermési modelljeit. El kell térni a modellektől egyéb speciális esetekben is, például védett területeken (SOLYMOS, 2001).

Az erdőművelési modelltáblák egységes alkalmazását az egységes ágazati célrendszer tette lehetővé. Az egykori szocialista erdőgazdálkodásra többek között „...a meg kell adni az erdőnek, ami jár...” típusú gazdálkodás volt a jellemző, mely tulajdonképpen az erdő egyfajta karbantartását jelentette. Ez abban nyilvánult meg, hogy a gazdálkodó akkor gazdálkodott jól, ha mindig elvégezte az erdő aktuális életszakaszában az elérhető legjobb célállomány eléréséhez szükséges (hatóság által előírt) beavatkozásokat. Ezáltal karbantartotta az erdőt, és persze munkahelyet is teremtett. Egyfajta konszenzus volt a gazdálkodó és a gazdálkodást felügyelő és ellenőrző hatóság között a „jó erdőgazdálkodás”-ról. A rendszerváltás után, e többé-kevésbé konszenzusos modell felbomlott: a gazdálkodásban nem érdekeltek körében a természetesség növelése lépett elő az elsődleges céllá, míg a gazdálkodók és különösen a magán-erdőgazdálkodók esetében a gazdasági racionalitás jelentett a korábbi időszakokhoz képest fontosabb szempontot. Emellett a társadalmi akarat sokszínűbbé vált a szocialista időszakhoz képest, ami miatt egységesen megfogalmazott társadalmi akaratról nem beszélhetünk. A társadalmi akarat felfogása jelenleg is folyamatosan változik, amelyhez példaként megemlíthető az 1996-ban visszatelepített eurázsiai hód esete. Ezt a minta-projektet is olyan természetvédelmi akcióként jelenítették meg, amely a társadalom igényeként és érdekében jött létre, 15 évvel később pedig jelentősen megoszlik az érdekelt csoportok véleménye az akcióval kapcsolatban.

A 2009. évi XXXVII. az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról szóló törvény bevezetette a száraló és átalakító üzemmódot, valamint folyamatos erdőborítás fogalmát. A megváltozott jogszabályi háttér következtében a száraló és átalakító üzemmódú erdőállományok esetében az erdőnevelési modelltáblák nem alkalmazhatók, hiszen a modelltáblák a vágásfordulóra tekintettel foglalják rendszerbe az elvégzendő nevelővágásokat. Az 1. ábrán jól látható, hogy az átalakító üzemmódú erdőterület nagysága jelentős emelkedésnek indult a 2009-es erdőtörvény hatálybalépését követően.



1. ábra: Magyarország erdőterületének üzemmódonkénti megoszlása (CZIROK – SZOLNYIK, 2013 adatai alapján)

Ezzel szemben a száraló és a faanyagtermelést nem szolgáló erdőterületek csak kismértékben növekedtek, s a fentiek arányában csökkent a vágásos üzemmódú erdőterületek nagysága is. Ezekben az erdőállományokban a vágásos faállományokra

megszerkesztett erdőnevelési modellek „tisztán” nem alkalmazhatóak, hiszen az erdőművelési eljárás gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálata (CSÉPÁNYI, 2013) és elméleti értékelése (SCHIBERNA *et al.* 2012) is csak az elmúlt egy évtizedben indult el újra nagyobb léptékben.

Következtetések és az erdőnevelési modelltablák alkalmazására vonatkozó javaslatok

Az eddigieket figyelembe véve a jövőben egyrészt az átalakító és a száraló üzemmódú erdőterületek modellezése, másrészt a vágásos üzemmódú, de erdőnevelési és fatermési modellekkel nem rendelkező vágásos erdők modellezése kerülhet a modellalkotás és -kutatás homlokterébe. Ehhez többek között az alábbi kérdések megválaszolása feltétlenül szükséges:

1. Vannak-e jelenleg használható erdőnevelési modelljeink?

A válasz teljesen egyértelmű: igen, vannak. Azonban, mint egyrészt az az erdőnevelési modell definíciójából következik, másrészt, mint azt a gyakorlat is jól mutatja, sok esetben nem egyszerű eldönteni, hogy mely modellt lenne célszerű használni, még egy olyan egyszerűbb esetben is, mint amikor „csak” vágásos üzemmódú faállományról van szó. A 2009-es erdőtörvény, illetve annak végrehajtási utasítása szerint 24 célállományfőtípust, illetve 101 célállománytípust különböztetünk meg. Ezen célállományok egyes modellekbe való besorolása igen nehézkes: bükkös állomány kerülhet akár a bükk, akár tölgyes-bükkös modellünkbe is.

2. Kell-e szerepelni a kitermelendő/kitermelhető fatérfogatnak a modellekben?

Az erdőnevelési modelltablákban nem szerepel a kitermelendő fatérfogat, bár kezdetben voltak olyan vélemények (KISS REZSŐ), hogy célszerű lenne azt is jelezni a modelltablákban. Ezen adat az elhagyását végül az alapozta meg, hogy ha a gazdálkodó nem veszi figyelembe az adott faállomány sűrűségét, akkor ez esetenként túlgyérítést eredményezne, mivel a gazdálkodó számára egyszerűbb a kitermelendő fatérfogat kijelölése, mintsem a visszamaradó főállományé. A szakszerű nevelővágások mértékére pontosabb támpontot nyújt a visszamaradó főállomány átlagos tőtávolsága. Az elmúlt néhány évben azonban számos esetben merült fel annak a kérdése, hogy a kitermelhető fatérfogat-adat esetleg mégis megjelenítésre kerüljön az egyes modellek esetében. Ekkor viszont feltétlenül ki kell hangsúlyozni, hogy országos (esetleg helyi) *átlagadatokról* van szó, illetve hangsúlyozni kell az adott faállomány sűrűségének korrekt alkalmazását.

3. Hogyan illeszthető össze a közérdek érvényesítése a gazdálkodó célrendszerével?

A modelltablák funkcióját kétféle módon értelmezhetjük. Egyrészt segíthetik az erdőgazdálkodó döntéseit a gazdálkodási céljainak elérésében, másrészt olyan viszonyítási alapot képezhetnek, amely alapján az erdőgazdálkodási tevékenység megítélhető, amely alapján a hatósági ellenőrzéseket végre lehet hajtani.

Az utóbbi funkció betöltéséhez mindenképp tisztázni kell a hatóság részéről az erdőtől elvárt közérdek definícióját, vagy még inkább listáját, valamint azon minimum követelményeket, melyek esetén az így megfogalmazott közérdek már teljesül. A keretfeltételek felállítása után lehet foglalkozni azzal, hogy milyen gazdálkodási célokat tűz ki maga elé a gazdálkodó, illetve hogyan érhetők el e célok a leghatékonyabban? Tehát az erdőnevelési modelleket, mint az erdőben zajló biológiai és technológiai folyamat egyes korokhoz tartozó értékösszegét szükséges egybevetni a gazdálkodó és a hatóság jelenlegi és jövőbeli céljaival. Ez csak akkor lehetséges, ha a modelltablák ellenőrzési funkciói az erdő állapotára vonatkozó szükséges minimumot határozzák meg, a gazdálkodás optimalizálása pedig a lehetséges gazdálkodói célok szerint történik.

Egy ilyen rendszerben a hatósági ellenőrzésre elmondottak a hatósági tervezésre is igazak, és ahogyan a hatósági ellenőrzésnek, úgy értelemszerűen a hatósági tervezésnek is a közérdekek érvényesítéséhez szükséges keretfeltételekre kell vonatkozni. Ellenkező

esetben, tehát ha a hatósági tervezés nem csak a közérdek érvényesítésére szorítkozik, akkor jogosan merül fel, hogy egy ilyen tervezésnek része kell legyen a gazdasági hatások vizsgálata, beleértve a tervezett erdőgazdálkodási tevékenységek finanszírozhatóságának és hatékonyságának értékelését is. Ilyen értékelési eljárásokhoz számos kiindulási adat és modell áll rendelkezésre (SOLYMOS *et al.* 2005). Értelemszerűen, mivel az erdőnevelési modellek gazdasági szempontokat is tartalmaznak az elsődlegesen nem gazdasági célokat szolgáló erdőkben ez erdőnevelési modelltáblák csak korlátozottan alkalmazhatók.

4. *Kell-e számolnunk közép és hosszútávon a termőhelyi tényezők, különösen a klíma jelentős változásával?*

A klimatikus modellek által előrevetített klímaváltozás az erdei termőhelyekre is jelentős változásokat feltételez. Ennek hatása 50-100 éves időszakon belül kimutatható, amely azt jelenti, hogy a jelenlegi faállományok esetében és a jövőben létrehozandó faállományok esetében is számolni kell az erdőállományok fatermőképességének változásával (FÜHRER *et al.* 2011.) Mivel ezen előrejelzések megbízhatósága alacsony, illetve jórészt csak valószínűségi összefüggésekben adható csak meg, determinisztikus modellek létrehozása ezek alapján nem lehetséges. E tény azonban figyelembe kell vennünk az új modellek kidolgozásakor legalább olyan mértékben, hogy az erdőállományok alkalmazkodóképességének megőrzése a korábbiakhoz képest fontosabb szemponttá váljon. Erre a szempontra is ugyanolyan keretfeltételként kell tekinteni, mint ahogyan a közérdekkel kapcsolatos elvárásokra.

Munkánk a „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) sz. projekt támogatásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- CSÉPÁNYI P. (2013): Az örökerdő elvek szerinti és a hagyományos bükkgazdálkodás ökonómiai elemzése és összehasonlítása. Erdészettudományi Közlemények 3. 111-124.
- CZIROK I., SZOLNYIK CS. (2013): A folyamatos erdőborítás nyilvántartása az országos Erdőállomány Adattárban. – Erdészeti Lapok 148 (12): 354-356.
- FÜHRER E., MAROSI GY., JAGODICS A., JUHÁSZ I. (2011): A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban. Erdészettudományi Közlemények 1. 17-28.
- SCHIBERNA E., LETT B., JUHÁSZ I (2012): A folyamatos erdőborítás ökonómiai értékelésének elvi kérdései. Erdészettudományi Közlemények. 2. 7-19.
- SOLYMOS R. (2001): Erdőfelújítás és -nevelés a természetközeli erdőgazdálkodásban. – Mezőgazdasági Szaktudás kiadó, Budapest.
- SOLYMOS R., RÉDEI K., FÜHRER E., MOLNÁR S., PÁSZTORY Z., JUHÁSZ I. (2005): A fatermesztés és faanyaghasznosítás modelljeinek kidolgozása célállományonként. In: Molnár S: Erdő-fa hasznosítás Magyarországon: A nemzeti erdővagyon minőségi fejlesztésének és bővítésének, valamint a fahasznosítás korszerűsítésének programja keretében végzett kutató munka eredményei, Sopron: Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar, 377-386.
- SZ.N. (1975): Főbb állományalkotó fafajok erdősítési hálózata és erdőnevelési modellje. – Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium, Erdészeti és Faipari főosztály, Budapest.
- VÁRADI G. (szerk.)(1984): Fatermesztési műszaki irányelvek. IV. Erdőnevelés. – Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Információs Központja, Budapest.

NAGYVAD KERÍTÉS MÖGÖTT: JÖVŐ VAGY ZSÁKUTCA?

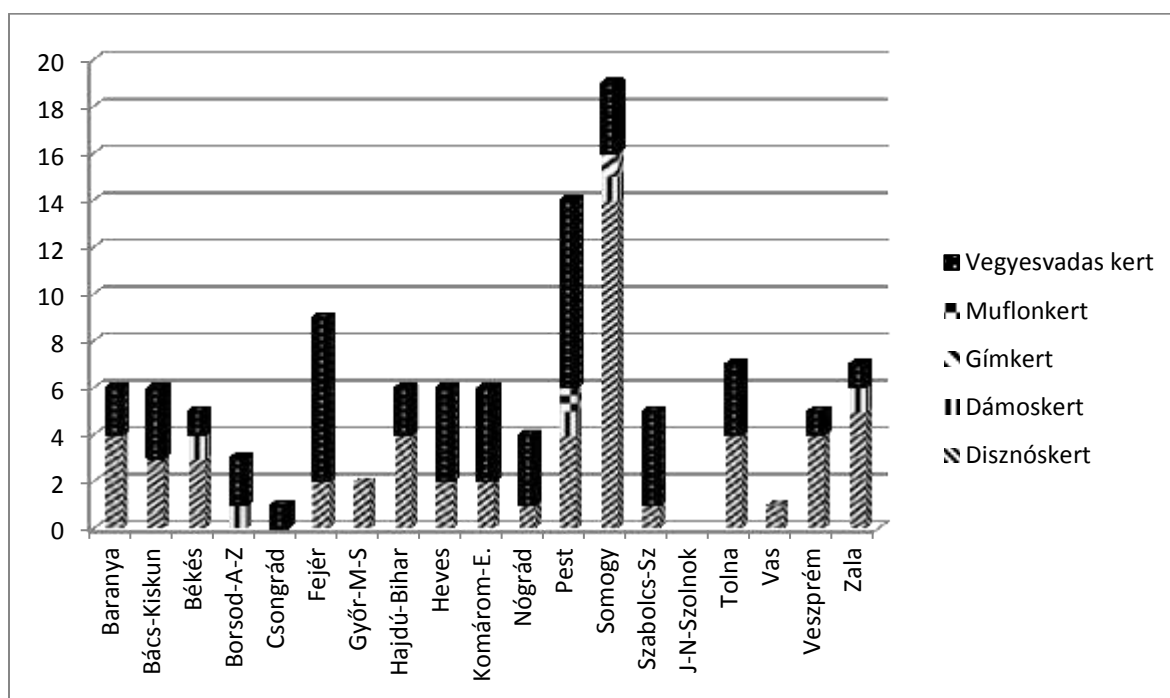
JÁNOSKA FERENC

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
 janoska@emk.nyme.hu

Bevezetés

Hazánkban az oklevelek, régi iratok tanúsága szerint a vadaskerti vadtartás az Árpád-házi királyok kora óta része a vadászatnak-vadgazdálkodásnak. Szerves történeti fejlődés eredményeképpen a XIX-XX. század fordulóján a Magyar Királyság területén 235 vadaskert működött (CSÖRE, 1997).

A vadaskerti vadgazdálkodás hazánkban az 1990-es évek elejétől éli reneszánszát. Bár korábban is voltak példák vadaskertekre néhány erdőgazdaság területén, a kertek száma ugrásszerűen a rendszerváltás óta nőtt meg. Túlnyomó többségben ma is az erdőgazdasági zrt-k területén találjuk a vadaskerteket, de ma már vannak példák egyéb tulajdonú, illetve üzemeltetésű kertekre is. Ma dámállomány 21%-a, vaddisznóállomány 17%-a, a muflonállomány 32%-a vadaskertben él. A vadaskertek leggyakoribb típusa a vaddisznókert, illetve azok a vadaskertek, ahol a vaddisznó mellett más nagyvadfajok is előfordulnak (1. ábra).



1. ábra: A vadaskertek megyénkénti megoszlása 2012-ben

Ugyanakkor a vadaskerti vadtartást napjainkban egyre több kritika éri, illetve egyre több szakmai-tartástechnológiai problémával kell megküzdenie. A vadállomány környezetkárosító hatása, az erdőállományokra gyakorolt negatív hatások a hatóságok részéről adnak támadási felületet. Gazdálkodási oldalról részben a keresletben bekövetkezett visszaesés, részben (elsősorban a vaddisznó esetében) az állománykezelés és a felnevelt szaporulat mennyisége okoz gondokat.

Vizsgálati módszerek

A kiválasztott vaddisznóskertekben állandósított mintaterületeket tűztünk ki, ahol nyomon követjük a növényzet és a talaj degradációját. Itt vizsgáljuk a növénytársulás összetételét, a talaj állapotában bekövetkező változásokat (taposási kár, túráskár), általános jellegű monitoring segítségével elemezzük az egyes aspektusokban és vizsgálati években bekövetkező változásokat, illetve a degradáció mértékét. A mintaterületeken fellelt lágyszárú növények esetében elvégeztük a Borhidi-féle természetességi és N-igény vizsgálatokat is.

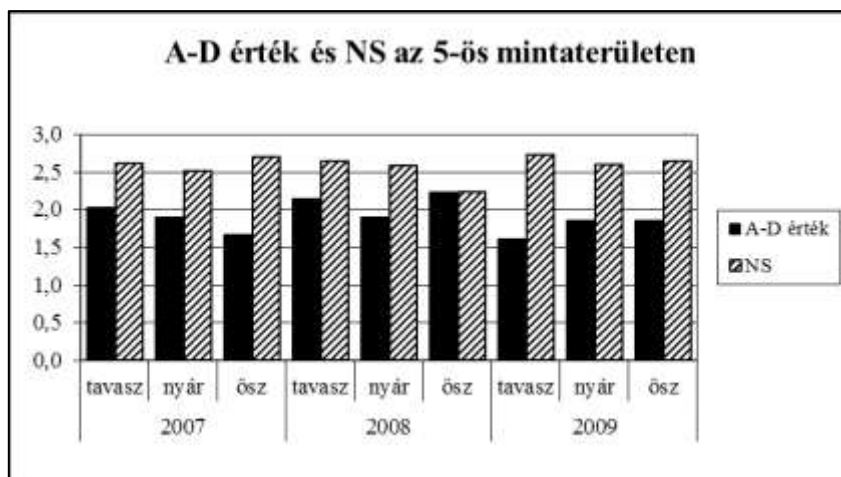
A terítékvizsgálatok során egy standardizált méretfelvételi kártyán rögzítjük az elejtett vaddisznó legjellemzőbb testméreteit, az egyik vese és a körülötte elhelyezkedő vesezsír tömege alapján (vesezsír-index) becsüljük a vaddisznó kondícióját, illetve részben szemrevételezéssel, részben állat-egészségügyi laborvizsgálatokkal ellenőrizzük a terítékre került vaddisznó egészségi állapotát. A nőivarú egyedek esetében, laborkörülmények között elvégezzük a vemhesülési vizsgálatokat is.

A további munka laboratóriumban folyik, melynek során megállapítjuk a vaddisznó koca vehemenségét, a sárgatestek számlálásával, majd (amennyiben már látható), megállapítjuk a vehemben lévő malacok számát. Vizsgáljuk fenti adatok alapján a méhen belüli mortalitást (a sárgatestek számának és a megtalált malacok számának különbségéből), valamint elvégezzük a vesezsír-index megállapítását, SUGÁR (1983) képlete alapján:

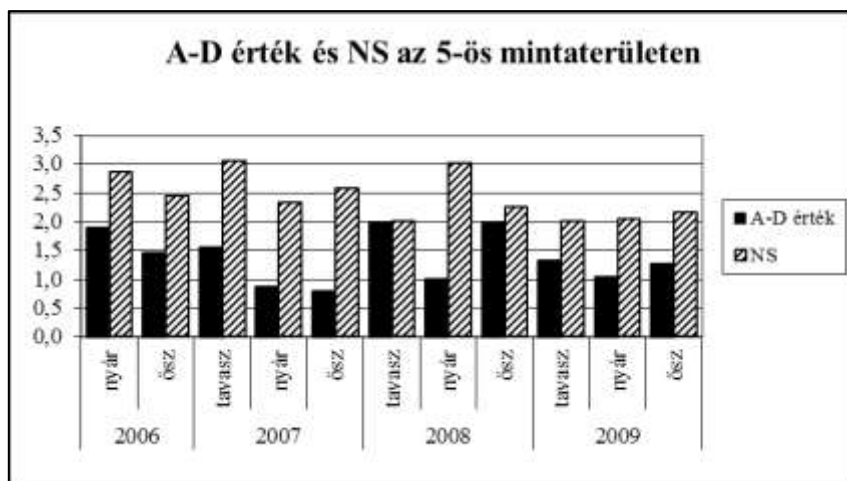
$$\frac{\text{vese tömege} + \text{vese körüli zsír tömege (g)}}{\text{vese tömege (g)}}$$

Eredmények

Az ökológiai felvételek alapján általánosságban kijelenthető, hogy minden vizsgált vadaskertben jelentős a növényállomány degradációja. A természetességi és N-igény vizsgálatok során megállapítható volt, hogy a lágyszárúsint degradációja esetenként jelentős, de egyes mintaterületeken a folyamat lelassult, esetleg meg is állt. Ugyanakkor a vizsgált mintaterületeken jelentős eltéréseket figyeltünk meg, mire példaként a 2. és 3. ábrán bemutatott értékeket hozzuk fel.



2. ábra: A göbösmajori vaddisznóskert 5. mintaterületének A-D érték és természetességi érték-változása



3. ábra: A csákánydoroszlói vaddisznóskert 5. mintaterületének A-D érték és természetességi érték-változása

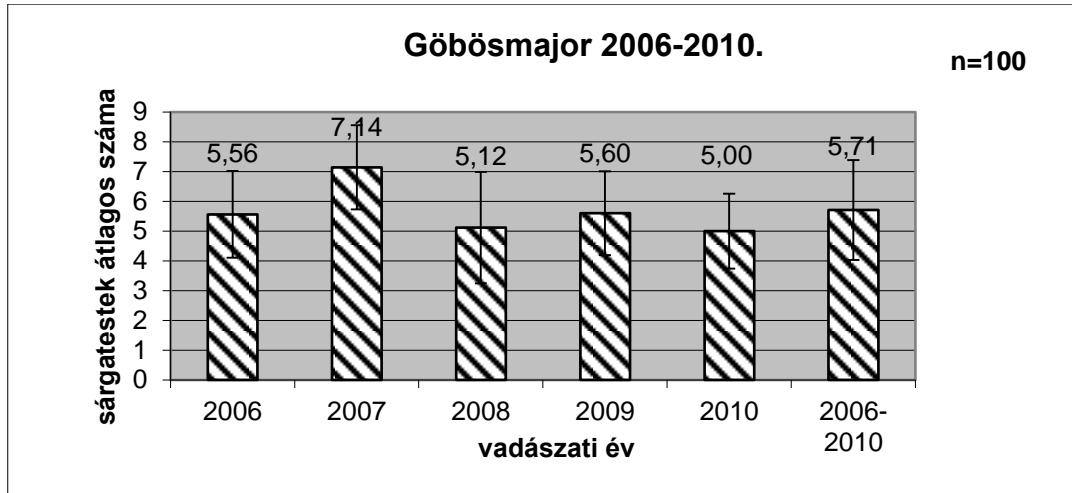
Megállapíthatjuk, hogy a vadaskerti vadtartás hatására az erdők fitocönológiai állapotában és a talajfaunában bekövetkező változások mértéke a vizsgált vaddisznóskertekben különböző erősségű. A kétségtelenül jelentkező degradációs folyamatok intenzitása sok tényezőtől függ, s ezek közül csak az egyik (bár nyilván a legfontosabb) a feldúsított vadállomány (JÁNOSKA 2003, 2006, KOLTAY 2004, KOLTAY & HEGEDŰS 2005). Az alapvető adottságok, az időjárás szélsőségei, illetve a technológia, az üzemeltetés mikéntje lassíthatja vagy gyorsíthatja a végbemenő változásokat.

A vizsgálataink szerint tehát a degradáció mértéke erősen függ:

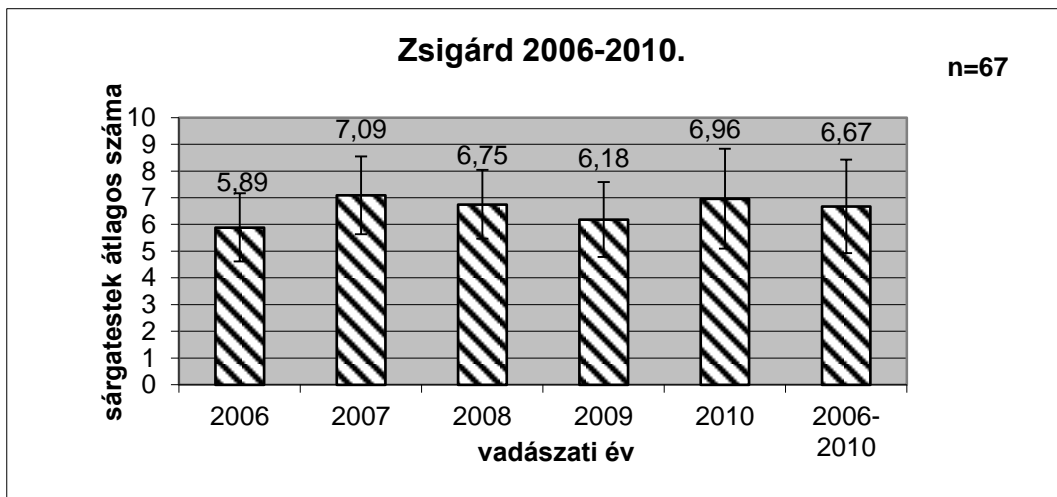
- Kert kiterjedése, mérete
- Létesítés óta eltelt idő
- Kert alapvető ökológiai adottságai
- Vaddisznó állománysűrűsége (intenzív kertrészekben a degradáció 100 % is lehet)
- Vadföldművelés intenzitása, változatossága, térbeli rendje
- Takarmányozás (állati fehérje!) minősége
- Időjárási (elsősorban csapadék-) viszonyok

A vaddisznóskertek esetében elvégeztük a vemhesülés elemzését. Empirikus tapasztalat az, hogy a vaddisznóskertekben alacsonyabb a felnevelt szaporulat létszáma. Vizsgálataink szerint ez nem annak a következménye, hogy a vadaskertekben kevesebb malac születik, hanem a megszületett malacok egy jelentős részének elhullására vezethető vissza.

Nem találtunk szignifikánsan alacsonyabb szaporodási eredményt a vaddisznóskertekben, összehasonlítva a szabadterületi populációkkal (NÁHLIK & SÁNDOR 2004a, 2004b). Erre példaként a 4. és 5. ábrán látható eredményeinket mutatjuk be. Ez úgy tűnik, cáfolja azt a vélekedést, hogy a nagyobb állománysűrűségben tartott populációk szaporodási teljesítménye alacsonyabb.

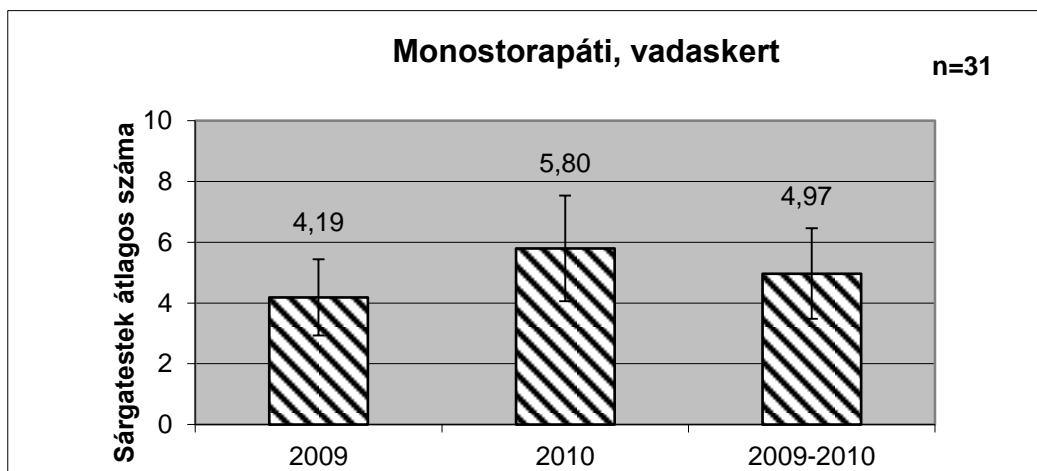


4. ábra: A göbösmajori vaddisznóskert vemhesülési adatai

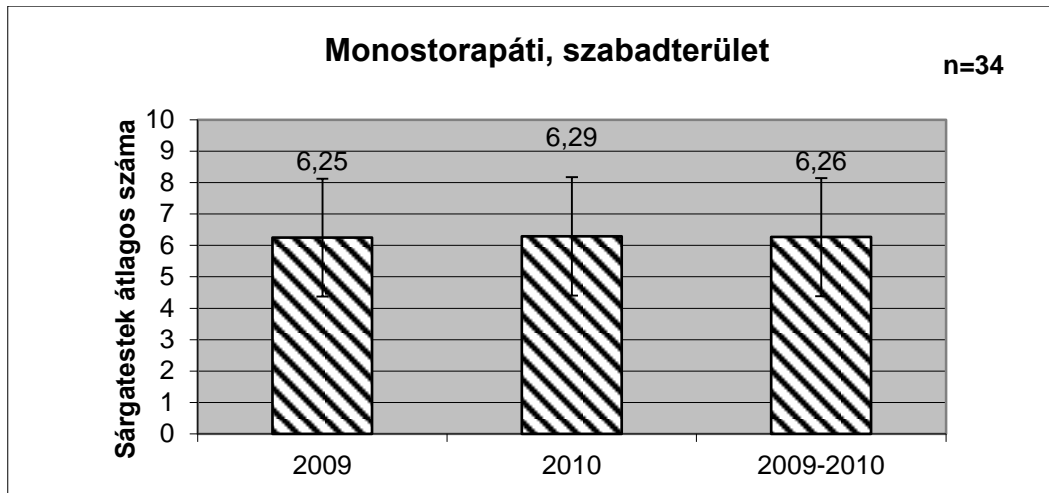


5. ábra: A zsigárdi vaddisznóskert vemhesülési adatai

Egyetlen esetben, a monostorapáti vaddisznóskertben azonban, összehasonlítva az ugyanott szabadterületi állományban elvégzett vizsgálatokkal, a vadaskertben szignifikánsan alacsonyabb veheménységet tapasztaltunk (6-7. ábra).

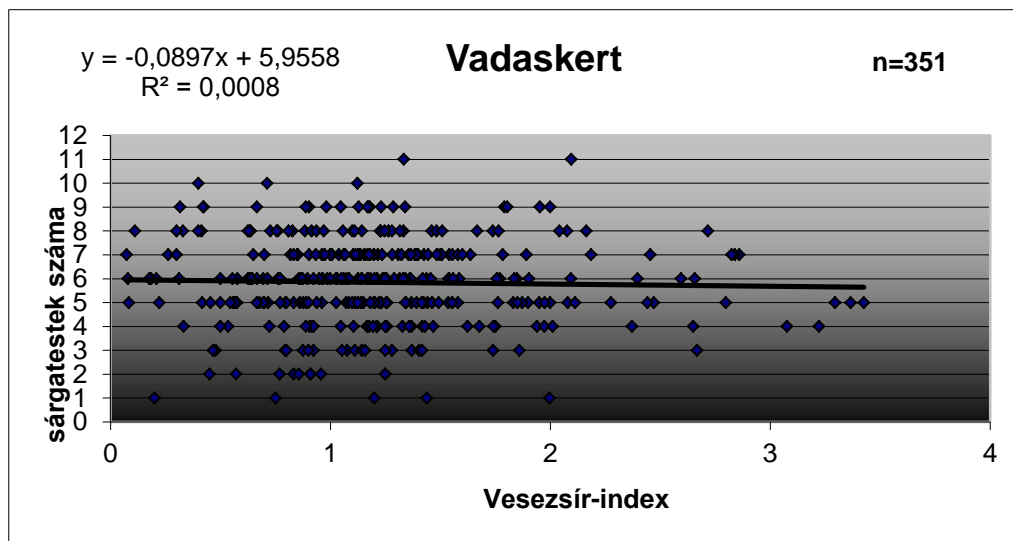


6. ábra: A monostorapáti vaddisznóskert vemhesülési adatai



7. ábra: A monostorapáti szabadterület vaddisznó-állományának vemhesülési adatai

Ugyanakkor a vesezsír-index alapján számított kondíció és a vemhesülés között nem tudunk összefüggést kimutatni (8. ábra). Ez azért érdekes, mert a legtöbb esetben rossz kondícióra utaló, alacsony vesezsír-index értékeket tapasztaltunk. Egyes vizsgálatok szerint (VARGA 2006) a vaddisznó kondíciója 2,5 vesezsír-index felett nevezhető egyöntetűen jónak.



8. ábra: A vesezsír-index által jellemzett kondíció és a vemhesülés összefüggései

Megvitatás, következtetések

A vadaskerti vadgazdálkodás jelenleg számos problémával küszködik. A '90-es évek elején létesült kertek mára elavultak, helyettük újak létesítése a természetvédelmi jogszabályok szigorodása, a NATURA 2000 területek megjelenése miatt nagyon nehéz. A gazdasági válság óta (2008) a kereslet is jelentősen visszaesett, számos vaddisznókertben értékesítési nehézségek léptek fel. Mivel a vadaskerti vadászat iránt növekvő ellenérzésekkel kell számolnunk társadalmi szinten (erre vonatkozóan számos példát láthatunk pl. Németországban), úgy kell e gazdálkodási formát folytatnunk, hogy a törvényben és rendeletben rögzített feltételek és előírások (pl. a vad szabad kitérésére és menekülésére, a tenyésztésből kikerülő egyedek megjelölésére, a vadászvendég precíz

tájékoztatására vonatkozóan) maradéktalanul érvényesüljenek (KŐHALMY 1999, KŐHALMY & JÁNOSKA 2000).

Ha a címben feltett kérdésre kívánnánk válaszolni, jelenleg nem vagyunk kellő mennyiségű információ birtokában. A világ vadgazdálkodása és vadászat-szervezése is e kettősség szorításában küzd: egyfelől terjedőben van a farmi, esetenként kifejezetten ilyen célra nevelt, tenyésztett vad vadászata (nem csak Afrika egyes országaiban, hanem a világ más pontjain, az USA-ban, Új-Zélandon, stb.), vagy éppen az apróvad vadászati célú tenyésztése. Másfelől a vadászat önmagában sok támadási felületet jelent az elvakult állatvédők („antik”) irányából, még a szabad természetben folytatott vadászat is.

Persze kérdés, hogy mennyiben és mennyire vadászat a vaddisznóskerti hajtóvadászat a maga akár napi 100 pld-t meghaladó terítékével, vagy a farmon nevelt és kertbe kiengedett, tenyésztett szarvasbika vadászata. Vadászat-e, vagy már csak egy eredményes gazdálkodási folyamat végeredménye, amit mi magunk nem csinálnánk, csak a gazdálkodás szükségessége szorít rá minket?

E tekintetben a szerző a sokat idézett Széchenyi-jelmondat (A „Vadászat”: vadúzás és erdőzúgás. De több erdőzúgás!...) mellett mindenki figyelmébe szeretné ajánlani a következő idézetet is:

„A sportvadász ...nem azért vadászik, hogy öljön, hanem épp megfordítva: azért öl, mert ezt megelőzően már vadászott.” (Ortega y Gasset: Elmélkedés a vadászatról).

Felhasznált irodalom

- CSÖRE, P. (1997): Vadaskertek a régi Magyarországon. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- JÁNOSKA, F. (2003): Ökológiai vizsgálatok vaddisznóskertekben. Magyar Vadászlap Szakmai melléklete 12/2: 8-9.
- JÁNOSKA F. (2006): Környezeti hatásvizsgálatok vaddisznóskertekben. Gyepgazdálkodási Közlemények 4: 11-22.
- JÁNOSKA F. (2008): Kutatási eredményeink vadaskertekben. In: NAGY E. & BÍRÓ G.: Vadaskertek. A vadgazdálkodás időszerű kérdései 8. OMVK-Dénes Natúr Műhely Kiadó, Budapest p.:22-31.
- KOLTAY, A. (2004): Környezetromboló-e a vaddisznóskert? Nimród, 5:29-30.
- KOLTAY, A. & HEGEDŰS, P. (2005): Erdő vagy vaddisznóskert? Erdészeti Lapok, 1:25-26.
- KŐHALMY, T. (1999) : A nagyvad vadtenyésztés és a vadaskerti tartás szakmai és etikai problémái. Kézirat, Sopron pp:12.
- KŐHALMY, T. & JÁNOSKA, F. (2000): Die Lage der Haltung von Großwild in Gehege in Ungarn. Proceedings of CIC Symposium Praha. p.:14-18.
- ORTEGA Y GASSET, J. (1996): Elmélkedés a vadászatról. Európa Könyvkiadó.
- NÁHLIK A. & SÁNDOR GY. (2004a): Egy vaddisznó populáció szaporodóképessége. Vadbiológia 11. p.:55-64.
- NÁHLIK A. & SÁNDOR GY. (2004b): Vaddisznó-gazdálkodásunk elemzése a statisztikai számok és populációdinamikai adatok tükrében. In: NAGY E., szerk: Vaddisznó. A vadgazdálkodás időszerű kérdései 3. OMVK-Dénes Natúr Műhely Kiadó, Budapest. p.:14-20.
- SUGÁR L. (1983): A nagyvad tápláltsági állapotának mérése. Nimród Fórum, 10:10-11
- VARGA GY. (2006): Kerti és szabad területi vaddisznók egészségi állapotának és parazitás fertőzöttségének összehasonlító vizsgálata. Doktori (Ph.D.) értekezés, Sopron

ERDŐGAZDÁLKODÁSI SZEKCIÓ

- 1. CSÓKÁS BALÁZS, JÁGER LÁSZLÓ:** Egyes magánerdő-gazdálkodási formák jogi szabályozása különböző országok jogrendszerében
- 2. DINGA SZABOLCS:** Vegetációtüzek környezeti hatásai és megelőzési lehetőségei Heves megyében
- 3. FICSOR CSILLA:** A lovas közelítés, mint természetkímélő anyagmozgatási módszer helyzete a hazai állami erdőterületeken
- 4. FOLCZ ÁDÁM, MOGYORÓSNÉ KESERŰ LÍDIA, MOLNÁR DÉNES, FRANK NORBERT:** A szálaló üzemmód megítélése
- 5. FOLCZ ÁDÁM, MOLNÁR DÉNES, FRANK NORBERT, THOMAS HEIM:** Szajkó kollégánk szerepe a fenyvesek átalakításában
- 6. HORVÁTH ANIKÓ:** Néhány bükk populáció teljesítményének bemutatása származási kísérletek adatai alapján
- 7. HORVÁTH KITTI:** Az erdőtanúsítás szakmai megítélése
- 8. HORVÁTH SÁNDOR, ALI TAMÁS GÁBOR, NAGY JÓZSEF & ANDRÉSI DÁNIEL:** Vidéki munkahely teremtési lehetőségek feltárása az erdőgazdálkodásban a meglévő szakember-potenciálra építve
- 9. KONDORNÉ SZENKOVITS MARIANN, MOLNÁR MIKLÓS:** Makkvetéssel és csemeteültetéssel történő erdőfelújítás összehasonlítása a Bejcgartyános 10 C erdőrészletben
- 10. MOLNÁR DÉNES, FOLCZ ÁDÁM, FRANK NORBERT:** Állományszerkezeti vizsgálatok az Erdőművelés Tanszék szálalóvágásos kísérleti területein
- 11. NAGY GABRIELLA MÁRIA, LÁSZLÓ RICHÁRD:** A Hidegvíz-völgy turisztikai terhelés vizsgálata
- 12. SCHMIDT PÉTER, HEIL BÁLINT, PÓCZA DÁNIEL, KOVÁCS GÁBOR:** Különböző fafajok és fajták hozamvizsgálata fás szárú energetikai ültetvényen, vörösisszappal szennyezett területen
- 13. SZILÁGYI ANNAMÁRIA, SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS KATALIN:** A szarvasgomba hasznosításának alakulása
- 14. VEPERDI GÁBOR:** Nevelővágások hatása a fatermesre erdeifenyvesekben

EGYES MAGÁNERDŐ-GAZDÁLKODÁSI FORMÁK JOGI SZABÁLYOZÁSA KÜLÖNBÖZŐ ORSZÁGOK JOGRENDszerÉBEN

CSÓKÁS BALÁZS, JÁGER LÁSZLÓ

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet,
Sopron

bcsokas@emk.nyme.hu; jagerla@emk.nyme.hu

Bevezetés

A tulajdon a társadalom egyik alapvető és meghatározó építőköve. Nem véletlen, hogy a nagy politikai gazdasági rendszerek a tulajdonhoz való viszonya alapján definiálják magukat. Hogy mennyire összetett a tulajdon fogalma, elég csak a szellemi tulajdonra, a gazdasági társaságban fennálló tulajdonra, a bankszámlán lévő pénzre gondolni.

Az új polgári törvénykönyv a tulajdonjog kapcsán a jogszabályi korlátokat és mások jogai által kijelölt korlátokat emeli ki a tulajdon definíciója során.

5:13. § [A tulajdonjog]: (1) A tulajdonost tulajdonjogának tárgyán - jogszabály és mások jogai által megszabott korlátok között - teljes és kizárólagos jogi hatalom illeti meg.

Míg a hétköznapi életben a tulajdonjog korlátai jól meghatározottak, az erdőtulajdon esetében sokkal inkább elmosódott ez a határ. Szokás is az erdészeti gyakorlatban az erdőtulajdonra, mint korlátozott tulajdonra hivatkozni. Ez ugyan téves állítás, mivel minden tulajdon esetén figyelemmel kell lenni mások jogaira, de kétségtelen, hogy az erdőtulajdonos tulajdonával kapcsolatosan számos korlátozással szembesül. Ismert továbbá, hogy a magánerdő-gazdálkodás szabályozása során a jogalkotó számos esetben az erdőgazdálkodót helyezi a szabályozás központjába, és a tulajdoni jogok mintegy háttérbe szorulnak.

Jelen vizsgálat célja annak meghatározása, hogy más országokban a magánerdő-gazdálkodás, különösen a társult gazdálkodás miként jelenik meg, és ennek jogi háttere mennyire egységes, és ezzel kapcsolatban milyen általános modell állítható fel.

Vizsgálati módszerek

A magánerdők jogi szabályozása más országokban is jelentős kutatások tárgya, bár elsősorban szociológiai oldalról vizsgálják a tulajdonosi tipológiát. Sok esetben vizsgálat tárgya a városi tulajdonos, (HÄRDTER, 2004), a privatizáció (WEISS *et al.* 2011), a magánerdőkben a faanyag mobilizációja (SCHWARZBAUER *et al.* 2008), a magánerdőkkel kapcsolatos innováció és vállalkozások helyzete (RAMETSTEINER *et al.* 2005).

A tulajdoni jogok szempontjából nagy jelentőségű kutatás a tulajdoni jogosítványok vizsgálata (SCHMITHÜSEN, 2000; BAUER *et al.* 2004; BOURIAUD AND SCHMITHÜSEN, 2005), a közös tulajdon (WIERSUM, 2005; GLÜCK 2002; BOURIAUD 2007) és a közösségi tulajdon (LAWRENCE 2009). Bár nyugat-európai tulajdonviszonyok szempontjából az egyéni tulajdon a meghatározó, találunk példát a tulajdonosi együttműködés változatos formáinak vizsgálatára is (MENDES, 1998)

Jelen vizsgálat során elsősorban az angolszász, a német és a francia társult gazdálkodási formák bemutatására törekedtünk. A különböző típusok elemzését követően elvi modellalkotással próbáljuk feltárni a tipikus, illetve egyező jogi formákat.

Eredmények

Az angolszász gyakorlatban a társult erdőgazdálkodás jogi hátterét a cégjog, a szövetkezeti jog és a civil egyesületi szabályozás egyaránt meghatározza (B.K. SINGH AND D.P. CHAPAGAIN 2006). Az egyes formák megnevezését a pontos azonosíthatóság érdekében angolul közöljük:

Gazdasági társaságok (Corporations) az angolszász jogban:

- Community interest company
- Company limited by guarantee
- Industrial and provident society (IPS)
- Limited liability partnership (LLP)
- Private company limited by shares (Ltd, limited)
- Public limited company (PLC)
- Royal charter (RC)
- Societas Europaea (SE)
- Unlimited company

Egyesületek (associations):

- unincorporated association
- charitable company
- incorporated associations

Szövetkezetek (Social enterprises):

- cooperatives
- community interest company
- industrial and provident society
- limited liability partnership

A francia jogi gyakorlat elsősorban a személyegyesülésekre koncentrál. A vizsgált típusok az alábbiak:

- Joint possession
- Usufruct and bare property
- Real estate company
- Forestry group.
- Commons
- Unions associations of forest management
- Forest union group
- Free union association
- Licensed union association

A német erdészeti jog az alábbi társult együttműködési formákat (Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse) különíti el:

- Erdőtulajdonosi közösség (Forstbetriebsgemeinschaft)
- Erdészeti (üzemi) egyesület (Forstbetriebsverband)
- Erdőgazdálkodási társulás (Forstwirtschaftliche Vereinigung)

Az egyes jogi formák rendkívüli változatosságokat mutatnak, szervezet, forma, felelősség függvényében, de viszonylag kevés számú típusra vezethetők vissza. A tipizálás tekintetében meghatározónak tekintjük, hogy a tulajdonjogi kapcsolat hol valósul meg. Ennek alapján a következő modell állítható fel:

1. A tulajdon a természetes személy, illetve ezen személyek csoportjának tulajdonában van, akik a gazdálkodó szervezettel valamilyen jogviszonyt létesítenek. Ez a jogviszony alapulhat:

- tulajdonon (pl. gazdasági társaságban)
- tagsági viszonyon (pl. szövetkezet, erdőbirtokosság)
- szereződésen (pl. bérlet, megbízás)

2. A tulajdonosi jogok a gazdálkodó szervezetnél vannak, amely a fentiekkel összhangban szintén tagsági vagy tulajdoni viszony alapján szerveződik. Így a tagok nem közvetlenül az erdő tulajdonosaként, hanem a kezelő szervezet tagjaként, tulajdonosaként jelennek meg. Ilyen forma a régi típusú erdőbirtokosság, vagy az angolszász trust.

Összefoglalás

A mai magyar magánerdő-gazdálkodási struktúra rendkívül diverz, és az összes elvi szabályozási formát felvonultatja. Ugyanakkor azt láthatjuk, hogy más európai országokban is megjelenik a több erdőtulajdonos gazdálkodási egységbe való szervezése. Ennek a folyamatnak, illetve eredményeinek ismerete a jelenlegi magyar birtok-struktúra elkerülhetetlen felülvizsgálata során is hasznos lehet. Az a folyamat, amely során a tulajdonossal szemben az erdőgazdálkodó minden szempontból előnyt élvez, hosszú távon nem tartható. Hasonlóképpen a megbízási jogviszony helyett a dologbérleti konstrukció alkalmazása jogi érvekkel nem támasztható alá, és Európában sem gyakorlat.

A társasági jogi szabályozás Európai Unió harmonizációja már most is megfigyelhető. Nyilván az agrárjog és földtulajdoni szabályozás az egyik legkonzervatívabb jogág, amely a nemzeti sajátosságokat markánsan tükrözi és lehetőség szerint fenntartja, ugyanakkor az erdőkben a tulajdonosi szemlélet kialakításának hosszú távon gátja is lehet.

Felhasznált irodalom

- BOURIAUD, L., & SCHMITHÜSEN, F. (2005): Allocation of property rights on forests through ownership reform and forest policies in Central and Eastern European countries. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 156(8), 297-305.
- Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz 1975)
- GLÜCK, P. (2002): "Property rights and multipurpose mountain forest management." *Forest Policy and Economics* 4.2: 125-134.
- SINGH, B.K and CHAPAGAIN, D.C. (2006): Trends in forest ownership, forest resources tenure and institutional arrangements: are they contributing to better forest management and poverty reduction? Pages 115-151 in: *Understanding forest tenure in South and Southeast Asia. Forestry Policy and Institutions Working Paper 14*. FAO, Rome.
- LAWRENCE, A. (2009): "Forestry in transition: Imperial legacy and negotiated expertise in Romania and Poland." *Forest Policy and Economics* 11.5: 429-436.
- MENDES, A. M. S. C. (1998): "Forest owners' association as a case of joint production of public goods and private services: A game theoretical approach'." *Proceedings of the international symposium on global concerns for forest resource utilisation–Sustainable Use and Management*.
- WIERSUM, K. FREERK, BIRGIT HM ELANDS, and MARJANKE A. HOOGSTRA. (2005): "Small-scale forest ownership across Europe: characteristics and future potential." *Small-scale Forest Economics, Management and Policy* 4.1: 1-19.
- ZIEGENSPECK, SVANTJE, ULF HÄRDTER, and ULRICH SCHRAML (2004): "Lifestyles of private forest owners as an indication of social change." *Forest Policy and Economics* 6.5: 447-458.

VEGETÁCIÓTŰZEK KÖRNYEZETI HATÁSAI ÉS MEGELŐZÉSI LEHETŐSÉGEI HEVES MEGYÉBEN

DINGA SZABOLCS

Szent István Egyetem, Mezőgazdasági Környezettudományi Kar,
Környezetvédelmi és Környezetbiztonsági Tanszék
d.szabi88@gmail.com

Bevezetés

Magyarországon az elmúlt évtizedben egyre gyakoribbá váltak a vegetációtűz esetek. Ezek a jelenségek évről évre fokozottabb károkat okoztak, különösen erdő és mezőgazdasági, természet és tájvédelmi szempontokból. Kutatásom során a vegetációtűzek jellemző kialakulási okait, a tűzek egyes típusait, jellemzőit, kártételük nagyságát kialakulásuk gyakoriságát, valamint a megelőzésükre szolgáló gazdálkodási módszereket, megfékezésük katasztrófavédelmi lehetőségeit ismertem meg. Vizsgálatai területem Heves megye volt. Ez a terület hazánk egyik legváltozatosabb megyéje, a harmadik legerdősültebb megye, jelentős a mezőgazdasági hasznosítás alatt álló területek aránya, természetvédelmi-tájvédelmi értékei európai szinten jelentősek. A vegetációtűzek témájával kapcsolatban több szakember, konferencia foglalkozott, ez jól mutatja a téma aktualitását, és fontosságát.

Heves megyében a természetes vegetációtípusok közül legnagyobb arányban erdők és gyepek találhatók. Az erdők közül a 200-400 méteres tengerszint feletti magasságban a cseres tölgyesek (*Quercetum petraeae – cerris*), (VOJTKÓ 2002) a 400-600 méteres régióban a már nedvesebb, hűvösebb mikroklímájú területeken a gyertyános kocsánytalan tölgyesek (*Quercus petraeae – Carpinetum*) fordulnak elő (CSÉPÁNYI 2001). A bükkösök a 600 méternél magasabb térségben találhatóak meg, összefüggő állományaik Heves megyében csak a Bükk és a Mátra hegységekben alakulnak ki. A középhegységi, ún. szubmontán bükkösökben (*Melittio-Fagetum*), még melegebb mikroklíma és kevesebb boreális faj figyelhető meg (VOJTKÓ 2002). A magashegységi, montán bükkösök napjainkban csak a Bükk-fennsík, a Kékes-tető, a Galya-tető 800 méter feletti területein található (BERNÁTH *et. al.* 1981). A fent bemutatott társulásokon kívül kisebb területen, a mészkőből kialakult Bükk hegység völgyeiben megtalálható erdőtípus a szurdokerdő (*Phyllitidy-Aceretum*), (SZMORAD 2001). Szintén érdekesség a hársas-kőrises sziklaerdő (*Tillio-Fraxinetum excelsioris*). A Mátravidék főleg savanyú kémhatású talajtípusain élnek a mészkerülő tölgyesek (*Lazulo-Quercetum*), valamint mészkerülő bükkösök (*Lazulo-Fageteum*) (VOJTKÓ 2002). A fátlan területeken lőszpusztarétek (*Salvio-Festucetum rupicolae*), lejtősztyepp rétek (*Pulsatillo-Festucetum rupicolae*) jellemzőek (ILLYÉS & BÖLÖNI 2007). A Hevesi sík területein a természetföldrajzi viszonyok és a mezőgazdasági művelés hatására szikes gyepek alakultak ki.

A mezőgazdasági tevékenységek közül a szántóföldi növénytermesztés bír vezető szereppel, a termesztett növényállomány 68 százaléka a gabonafélék közül kerül ki, kukorica és búzatermesztés folyik a legnagyobb területen, de jelentős még a napraforgó és a takarmánynövények termesztése is (KSH 2012).

Heves megyében a vegetációs tűzek kialakulására a kora tavaszi, és a nyár végi időintervallumokban kell számítani. A tavaszi aspektusban közvetlenül a hóolvadás után, a téli időszakban kiszáradt vegetáció lángra lobbanása valószínű, a nyár végi időszakban, különösen az aszályos nyári periódusok után, a nagy tömegű száraz vegetáció meggyulladására okozhat tüzet. A tűz kialakulásának kockázatát több tényező befolyásolja.

Egy vegetációs terület tűzvesélyessége nagyban függ az aktuális csapadékviszonyoktól, a domborzati sajátosságoktól (BUKOVICS & NAGY 2009). A biológiai tényezők közül a vegetációtípus, az állományalkotó fajok gyúlékonysági tulajdonságai, az állományszerkezet és a kezeltség mértéke a meghatározó (RESTÁS 2008). A tüzek oka leggyakrabban gyújtogatás, vagy gondatlanság. A gondatlanság fakadhat gondatlan tűzgyújtásból, a tűzgyújtási szabályok figyelmen kívül hagyásából. Igen gyakori, hogy egyes területkezelési, mezőgazdasági munkálatok szakszerűtlen végrehajtása miatt alakul ki tüzeset, ilyen lehet a vágástéri hulladék égetése, vagy a tarlóégetés. Gyakori hogy a tűz a leégetni kívánt területen túlterjed és irányíthatatlanná válik. Ezek alapján egy terület társadalmi-gazdasági viszonyai sem mellékesek a tűzkockázat szempontjából. A turizmus, az illegális tevékenységek fokozzák a tűzkockázatot (VARGA 2001), míg a szakszerű kezelés csökkenti. A kockázati tényezők között megkülönböztethetők statikus tényezők, melyek rövid időn belül nem változnak meg jelentősen, és dinamikus tényezők, amelyek belátható időn belül változhatnak.

A tüzesetek megelőzésére több gazdálkodási módszer létezik. A tüzesetek számának csökkentését szolgálják a tűzgyújtási tilalmi időszakok melyeket a Vidékfejlesztési Miniszter hirdet ki, betartatásukról pedig az illetékes kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága gondoskodik. Az erdőtervezésben alkalmazott módszer a tűzpásztarendszerek kialakítása. A tűzpászták olyan min. 3 méter széles sávok az erdőben, ahonnan minden éghető anyag eltávolításra kerül, ezért a tűzpászták a terjedő tüzet megfékezik vagy lelassítják. Ez a módszer azonban jelenleg csak az erdőgazdálkodásban kap szerepet, pedig jól alkalmazható lenne mezőgazdasági területeken is. A kialakult vegetációtüzek megfékezéséhez a katasztrófavédelem szakembereire van szükség. A tűz megfékezésének módjáról az 1/2003 BM rendelet rendelkezik. A fő cél minden esetben az oxigén kiszorítása a lángtérből. A leggyakrabban használt oltóanyag a víz, amely a vegetációtüzek oltásánál általában nem áll megfelelő mennyiségben rendelkezésre, ezért a kézi eszközök, pl.: szikracsapók használata nagyobb szerepet kap (ZÓLYOMI 2008). Ésszerű a talajtani adottságokat, vagy a helyi forrásokat kihasználva homokot, vagy egyéb laza talajt használni a tűz megfékezésére (RÉPÁSSY & KOMJÁTHY 2008). A vegetációtüzek oltása során általánosan megjelenő probléma, hogy a beavatkozó egységek sem a megfelelő felszereléssel, sem megfelelő tapasztalatokkal nem rendelkeznek. Gyakoriak a kommunikációs hiányosságok a felderítés hiányosságai és a biztonsági zónák ismeretének hiánya. Ezt fokozza, hogy a katasztrófavédelem szakembereinek kiképzése is az objektumtüzekre koncentrált, melyhez képest a vegetációtüzek merőben más beavatkozást igényelnek (NAGY 2007).

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálataim arra irányultak, hogy felmérjem Heves megye vegetációtűz-kockázatát, meghatározzam a tüzek kialakulásának okait, jellemző kártételüket, a legkockázatosabb vegetációtípusokat, valamint megismerjem a helyi gazdálkodók, és a szakmai szervezetek véleményét a vegetációtüzek hatásairól, és megelőzési lehetőségeiről. Céлом elérése érdekében adatbázisokat elemeztem tűzvizsgálati kísérleteket állítottam be, kérdőíves vizsgálatot végeztem a heves megyei gazdálkodók körében, valamint interjúkat készítettem a vegetációtüzekkel leggyakrabban kapcsolatba kerülő szervezetek szakembereivel. Az adatbázis-elemzést a Heves megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság Káreseti Adatszolgáltatási Program online adatbázisának elemzésével kezdtem. Ez lényegében egy virtuális tüzesetnapló, amely a megyében lezajlott tüzesetek adatait tartalmazza. Az adatbázisból leválogattam a vegetációs területeket érintett tüzeket, és ezek jellemzőit hasonlítottam össze. Az adatokat 2008-2012 között vizsgáltam. A beállított tűzvizsgálati kísérletben, a Heves megyében gyakori vegetációtípusok gyúlékonyságát igyekeztem

felmérni, 10 gramm mintát gyűjtöttem nyolc különböző vegetációs területről. Két féle kísérletet végeztem, gyújtóforrásként először egy szál gyufát, második kísérletemben 3 gramm friss parazsat használtam. A kísérlet végén összehasonlítottam az egyes minták gyulladási idejét, a pusztulás mértékét, és az égés idejét, intenzitását. Megmértem, hogy a kiindulási 10 grammos mennyiségből hány gramm pusztult el, illetve hogy maradtak e meg a mintában differenciálható növényi részek.

Kérdőíves vizsgálatom célcsoportját a heves megyei gazdálkodók közössége alkotta. A tizenkilenc kérdésből álló kérdőív első nyolc kérdésében a gazdálkodás általános körülményeire, a gazdálkodási terület földrajzi elhelyezkedésére, a művelési ágakra, a területnagyságra kérdeztem rá. A kilencedik kérdéstől a kérdőív már konkrétan a vegetációtüzekkel kapcsolatos tapasztalatokra vonatkozik: bekövetkezett e vegetációtűz eset, és ha igen milyen állományt érintett, mekkora területet károsított. A kérdőívek eljuttatásában a Heves megyei Kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága volt segítségemre. Interjúkérdéseimmel az Egererdő Zrt., a Heves megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, a Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, és a Heves megyei Kormányhivatal Erdészeti Igazgatóságának szakembereit kerestem föl. Két heves megyei magángazdálkodóval készítettem interjút a pontosabb ismeretszerzés érdekében. Arra kerestem a választ, hogy az adott szakterületen, vagy gazdálkodási tevékenységben mennyire jelentősek a vegetációtüzek, milyen területen, és mekkora mértékű kárt tudnak okozni, és ezekre hogyan lehet szakszerűen felkészülni, megelőzni, vagy védekezni ellenük.

Eredmények

Az adatbázis-elemzés eredményeképpen megállapíthattam, hogy Heves megye Magyarország harmadik legtűzvesélyesebb megyéje, a 2012-es adatokat figyelembe véve a megye 1,9 százalékát károsította vegetációtűz, ez több mint 67 négyzetkilométer. Az adatokat elemezve Heves megyében Eger, és Egercsehi község határát tekinthetjük a legtűzvesélyesebb területnek, a vizsgált öt évben ezen települések község határában keletkeztek a legnagyobb tűzkárok. Ezen kívül, Bátor, Bekölce, Mikófalva térségében is jelentős tüzek pusztítottak. A károsodás kiterjedése leggyakrabban 10-50 hektár közé esett, de a vizsgált öt évben folyamatosan növekedett az 50 hektárnál nagyobb kiterjedésű, már jelentős tájsebeket kialakító tűzkárterületek száma is. Az alábbi táblázatból jól látszik, hogy a vizsgált időszakban tűzkárterületek száma az igen csapadékos 2010-es évet kivéve emelkedett, valamint emelkedett a legnagyobb területű tűzkár kiterjedése is.

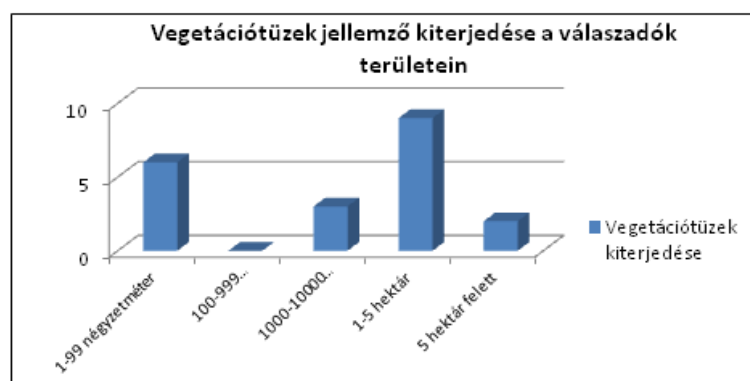
1. táblázat: A vegetációtüzek éves adatainak összehasonlítása

ÉV	Tűzkárterületek száma	Legnagyobb területű tűzkár (ha)	Károsult település	Évi csapadékösszeg
2008	96	258	Eger	733 mm
2009	101	495	Egercsehi	650 mm
2010	67	892	Egercsehi	1033 mm
2011	103	670	Eger	450 mm
2012	118	1026	Egercsehi	450 mm

Tűzvizsgálati kísérleteim során arra kerestem a választ, hogy mely vegetációtípus bizonyul a leggyűlékonyabbnak. Félzáraz gyep, felhagyott szőlő, elgyomosodott gyep, kaszáló, erdős puszta, mezőgazdasági kultúrterület és szegélynövényzete, cseres-tölgyes, gyertyános tölgyes területekről gyűjtöttem mintát, meghatároztam a karakterfajokat.

Kísérletem során azt a vegetációtípust ítélték a leg tűzkockázatosabbnak, ahol a legrövidebb idő alatt kialakultak a lángok, és a legnagyobb tömegű biomassza semmisült meg. A kísérletek eredményei alapján mindkét esetben a mezőgazdasági kultúrterületről származó minta bizonyult a legtűzveszélyesebbnek. A félszáraz gyepek, felhagyott szőlők, és erdős puszták növényzete szintén gyúlékonyak bizonyultak. A cseres-tölgyes erdő, és a gyertyános tölgyes erdő mintát károsította a tűz a legkisebb mértékben. Ez azzal magyarázható, hogy a jó szerkezetű erdei avar megakadályozhatja a lángok kialakulását, és továbbterjedését. A kísérlet eredményeiből az is feltételezhető, hogy az erdőket érintő tüzek közül a legveszélyesebb, ha a száraz fű, vagy az erdőszéli vegetáció gyullad meg, ahonnan a tűz megerősödve már képes betörni az erdőbe, és jelentős károkat okoz.

Kérdőíves elemzésem 30 visszaérkezett kérdőív adatait dolgozza fel. A válaszok többsége Kelet-heves megyéből érkezett vissza, a legtöbb válaszadó főként erdőgazdálkodással, és gyeppgazdálkodással foglalkozik. A válaszadók többsége (20 válaszadó) már tapasztalt vegetációtűz esetet a tulajdonában, vagy haszonbérletében lévő területeken. A tűz kiterjedése leggyakrabban 1-5 hektár közé esett (lásd: 1. ábra).



1. ábra: A tüzesetek jellemző kiterjedése a válaszadók területein

Területileg a gyepek, és a gazdasági területek érintettsége volt a legmagasabb, erdők közül leggyakrabban akácosokat károsított vegetációtűz. A válaszadók a leggyakoribb kiváltó okként az emberi gondatlanságot nevezték meg. Jelentős volt még a szándékos gyújtogatás, valamint a más területekről való áttérjedés is. A magángazdálkodók általában tisztába voltak vele, hogy mi okozta a tüzet (lásd: 2. ábra).



2. ábra: A tűz kiváltó okainak aránya a válaszadók területein

Interjúim segítségével fölmértem a vegetációtűzekkel leggyakrabban kapcsolatba kerülő szakmai szervezetek véleményét is a megelőzési és védekezési stratégiáról. A szakmai szervezetek egyetértenek abban, hogy a védelmi stratégia leglényegesebb eleme a megelőzés, amelynek hatékonysága szemléletformálással és fokozottabb ellenőrzéssel

növelhető. Segíti a tűzvédelmi célok megvalósulását a szorosabb szakmaközi együttműködés: közös stratégiai tervezés, vagy kölcsönös adatforgalom megvalósítása. A szakemberek beszámoltak az egyes szervezetek speciális tűzvédelmi tevékenységéről. Az Egererdő Zrt. szakemberei a tűzpászta rendszerek kialakítását, és felügyeletét hangsúlyozták, valamint az egyes erdőtűzvédelmi tervek fontosságára hívták fel a figyelmet. Az erdőtűzvédelmi tervet minden 100 hektárnál nagyobb területen gazdálkodónak el kell készítenie. A tűzgyújtási tilalmi idő szintén segíti a tűzvédelmet, különösen a tűzkockázatos időszakokban. Figyelmen kívül hagyása nagyfokú gondatlanság. A természetvédelem szakembereinek látniuk kell, a tűz vegetációfrissítő, szukcessziós hatásait, másrészt elemezni kell az okozott károkat természetvédelmi szempontból. Természetvédelmi szempontból nem elegendő csupán az elpusztult taxonokat számba venni, hanem komplex ökológiai vizsgálatok végzésére van szükség, hogy az ökoszisztéma kapcsolatok károsodásának mértékét is fel lehessen mérni egy tüzeset után.

A mezőgazdálkodók egyetértettek a szakmai szervezetekkel abban, hogy az emberi gondatlanság a legnagyobb kockázati tényező, a tűz és balesetvédelmi intézkedések be nem tartása valamint a szakszerűtlen felügyelet nélkül végzett tűzveszélyes tevékenység. Nagy hagyománya van a területek leégetésének, mint „kezelési módnak” különösen a Tarna-vidéken, és a megye más szocio-ökonómiai szempontból elmaradott területein.

A Heves megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság tűzoltási felügyelője közel 20 éves a vegetációtűzek megelőzésével és megfékezésével kapcsolatos tapasztalatait osztotta meg velem. A statisztikák szerint az ismert okú tüzesetek több mint 95 százalékban emberi közreműködéssel alakulnak ki. Összefüggés fedezhető fel a jobbára tulajdonos nélküli területek és az elhanyagolt, elgyomosodott területek elhelyezkedése, a társadalmi problémáktól sújtott területek, a turisztikai aktivitás és a tüzesetek gyakorisága között. A megelőzés érdekében a katasztrófavédelem is nagy hangsúlyt fordít a szemléletformálásra, az ismeretterjesztésre, gyakori viszont hogy ezek az információk nem jutnak el a célzott réteghez.

Összefoglalás, eredmények értékelése, megvitatása

A kutatásokból kiderült, hogy a vegetációtűzek élő, jelentős problémát jelentenek Heves megyében, érintik a mezőgazdaságban, erdőgazdálkodásban, természetvédelemben dolgozókat egyaránt. Igen jelentős anyagi károkozásra képesek, valamint könnyen életveszélyes helyzetet teremthetnek. A megyében példaértékű együttműködést ismertem meg a szakmai szervezetek között, amely közösen elkészített megelőzési stratégiákban nyilvánul meg, valamint a szemléletformáló tevékenységet is közösen végzik. A gazdálkodóknak is szorosabb kapcsolatot szükséges kiépíteni a katasztrófavédelem, és más hatósági szervezetek szakembereivel, partnerként tekinteni rájuk, és a lehetőségekhez mérten részt venni a tüzesetek megelőzésében. Általános probléma a forráshiány a tűzvédelem minden területén, ezt orvosolhatná a tűzvédelmet segítő támogatási rendszer kidolgozása.

Felhasznált irodalom

- BERNÁTH J. BORHIDI A. FEKETE G. JAKUCS P. KESZTHELYI I. LÁNG E. PÓCS T. PRECSÉNYI I. SIMON T. (1981): Az Északi-középhegység flóraidéke 129-136. p. In: HORTOBÁGYI T., SIMON T. (szerk.): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest, 529 p.
- BUKOVICS I., NAGY D. (2009): Aszály és szárazodás hatása a vegetációtűzek kialakulására és oltására (mezőgazdasági-, erdő-, és bozóttűzek). Aszály és szárazodás konferencia. Kecskemét, 2009, 21 p.

- CSÉPÁNYI P. (2010): Középhegységi és dombvidéki gyertyános kocsánytalan tölgyesek. 84-97. p.
In: BARTHA D. (szerk.): A természetszerű erdők kezelése. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó
285 p.
- ILLYÉS E., BÖLÖNI J. (2007): Lejtősztyepek, löszgyepek és erdősztyeprétek Magyarországon.
Illyés, Budapest, 238 p.
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2012): Mezőgazdaság számokban. Központi Statisztikai
Hivatal. 12p.
- NAGY D. (2007): Nagykiterjedésű vegetációtüzeknél alkalmazható taktika és vezetési rendszer
következményei. Védelem 14(6): 14-19 p.
- RÉPÁSSY P., KOMJÁTHY L. (2008): Erdőtüzek kialakulásának körülményei és oltásának taktikai
lehetőségei. Repüléstudományi konferencia. Szolnok, 2008. április 11. 15 p.
- RESTÁS Á. (2008): A légi tűzoltás feltételrendszerének vizsgálata, elméleti alapjainak lefektetése,
valamint gyakorlati lehetőségeinek kidolgozása, különös tekintettel a magyarországi
viszonyokra. Doktori (Phd) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 131 p.
- SZMORAD F. (2001): Szikladomborzatú erdők. 193-210. p. In: BARTHA D. (szerk.) Természetszerű
erdők kezelése. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest, 285p.
- VARGA F. (szerk.) (2001): Erdővédelemtan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 293 p.
107-130p.
- VOJTKÓ A. (2002): A hegység növénytakarója. 237-263. p. In: BARÁZ Cs. (szerk.): A Bükk
Nemzeti Park. Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 621 p.
- ZÓLYOMI G. (2008): Tűzoltási módok környezetvédelmi hatásai. Hadmérnök 3(1): 70-87 p.

A LOVAS KÖZELÍTÉS, MINT TERMÉSZETKÍMÉLŐ ANYAGMOZGATÁSI MÓDSZER HELYEZETE A HAZAI ÁLLAMI ERDŐTERÜLETEKEN

FICSOR CSILLA

Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék, Gödöllő
csilla.ficsor@gmail.com

Bevezetés

Az erdészeti üzem gépesítését megelőzően (az 1950-es évek előtt) a lovas közelítés megszokott folyamat volt az erdőgazdálkodás során, azonban napjainkra szinte feledésbe merült. Az állati erő hasznosításának drasztikus visszaszorulása a társadalmi igények növekedése és megváltozása miatt következett be. A mérvadó tényező a teljesítmény, a gyorsaság és a költséghatékonyság lett. Ezeknek már csak a gépesítés tudott egyszerre eleget tenni. 1945 után műszakilag gyors fejlődésnek indultak a fahasználati munkák. 1949-ben már említésre került az Állami Erdőgazdasági Üzemi Központ által a motoros láncfűrészek alkalmazása, a közelítéshez a fogatot javasolta, mint még az egyetlen fejlett megoldást. Az 1950-es években az egykori Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) által folytak kutatások a lovas erdészeti munka eszközeinek fejlesztéséért. 1958-ban az ERTI kifejlesztette a közelítő kerékpárt. A lovak teljesítményét 27%-kal emelte a közelítő kerékpár használata. Az 1954-ben kiadott határozat a közelítés gépesítését 50%-ban írta elő. 1960-61-ben a közelítés 4,9%-ban volt gépesítve, 9-10 év alatt ez 19,6%-ra nőtt. 1970-ben pedig a közelítés gépesítettsége 40%-ot ért el, a kiszállítása 45%-ot és a szállítása 95%-ot. 1979-ben már a közelítés több mint felét (59,7%) gépekkel végezték.

Vizsgálati anyag és módszer

A kutatás legfőbb célja a lovas közelítés elterjedtségének felmérése Magyarország állami tulajdonban lévő erdőterületein. Ehhez az összes hazai, vagyis 116 erdészetet felkerestem telefonon, amely adatgyűjtést 2013 februárjában kezdtem. További vizsgálatokat végeztem terepen a lovas közelítést alkalmazó erdőgazdálkodókkal készített félig strukturált interjúk segítségével. Az interjú típusát HÉRA & LIGETI (2010) ajánlásai alapján választottam ki, és a kérdőív összeállításánál is e mű volt az irányadó. A nagyobb kiterjedésű és kevésbé feltárt erdőterületeket személyesen is felkerestem, mivel ott elengedhetetlen a lovak alkalmazása. Az állati erő hasznosítását 11 erdészetnél, annak 14 vállalkozójánál és további 2 magánvállalkozónál, összesen 17 különböző területen tanulmányoztam személyesen. A terepi megfigyelések során a következő célok vezéreltek: felmérni, milyen szempontok alapján döntenek a ló használata mellett, a lovas közelítés milyen előnyökkel és hátrányokkal bír több nézőpontot is figyelembe véve, a vállalkozó tapasztalatait begyűjteni, továbbá a használt lófajtákat és típusokat megfigyelni. A ló típus alatt értem a sodrott lovat, ami a hidegvérű és a melegvérű lovak keresztezése, és a muraközit, amit bár 1972-ben elfogadtak önálló fajtaként, ma a szakma a magyar hidegvérű egyik típusaként emlegeti. Ezekon kívül a lovak által egyszerre vonszolt rakomány térfogatát, és a napi teljesítményüket is összeírtam. A természetkímélő gazdálkodás részeként elterjedt vaslós jellemzőit összehasonlítottam az igazi lóéval.

Vizsgálati eredmények

2013. február és október között országosan 30 erdészet foglalkoztatott olyan vállalkozót, aki a közelítést rendszeresen lóval hajtja végre. Ez az összes hazai erdészet 25,86%-a. Ezek a következők: Szombathelyi, Bakonybéli, Vasvári, Bajnai, Kemencei, Sásdi, Királyréti, Pilisszentkereszti, Telkibányai, Nagymarosi, Egri, Hegyközi, Pécsváradi, Szigetvári, Sárospataki, Hegyaljai, Nyíregyházi, Hajdúhadházi, Bódva-völgyi, Kaposvári, Letenyei, Bánokszentgyörgyi, Szentgotthárdi, Barcsi, Pustavámi, Gúthi, Hőgyészi, Jósua-tornai, Tállyai, Dél-bükki Erdészet. További 9 erdészet (Szilvásvárad, Parádfürdői, Bátorterenyei, Felsőtárkányi, Pétervásárai, Váci, Halápi, Balatonfüredi) nyilatkozta azt, hogy csak nagyon ritkán, elvétve foglalkoztatnak lovas vállalkozót, ami évente kb. 2-3 gyérintést, 100-200 m³-t jelent. Ez országosan az erdészetek 7,76%-át jelenti. A hazai erdészetek 63,55%-ának területén teljes egészében gépekkel helyettesítik az állati erőt.

A lovas faanyagmozgatás legelterjedtebb módja a vonszolás, amely során a lóhoz rögzített hámfához láncsal, illetve kötéllel kapcsolják a megmozgatni kívánt faanyagot. A 17 alkalomból egyszer lócsős szekérrel dolgoztak, két vállalkozó említette, hogy erdészeti közelítő kullóval is szoktak közelíteni, de ezek elterjedtsége csekély. Területi megoszlás szerint a lovak használata főként hegyvidéken jellemző, legfőképpen a nehezen feltárható és összefüggő erdőborítottsággal rendelkező területeken. A 17 helyszínből 15 védett természeti terület, és közülük 3 pedig fokozottan védett terület. Ebből is kifolyólag a fogatos közelítést elsősorban ott alkalmazzák, ahol elsőbbséget élvez a természetkímélő anyagmozgatási módszer a gépekkel szemben az erdő értékes faállománya, az újulat védelme, illetve a területen fellelhető természeti értékek miatt.

Az átlagos területnagyság, amelyen lovas közelítést végeznek, 6,05 ha volt 2013-ban (a legnagyobb egybefüggő terület 23 ha, a legkisebb pedig 0,5 ha volt). Leggyakrabban törzskiválasztó és növedékfokozó gyérintések esetében kapnak megbízást a vállalkozók a lovas közelítésre, mert gazdaságosabb és a lovak számára kímélőbb. Előfordulnak olyan erdészetek is, ahol a feketefenyő állományokban végzett közelítéshez kizárólag lovakat használnak az őshonos fák, pl. virágos kóris (*Fraxinus ornus*) újulatának védelme érdekében.

A 16 vállalkozó 37%-a sodrott lovakat, 29%-a muraközi típust, 14%-a francia hidegvérűt, percheront használ. Megtalálhatóak még továbbá a magyar hidegvérű lovak 11%-ban, a belga hidegvérűek 6%-ban és végül a nóniusz is 3%-ban. A többség, aki a sodrott lovat választja, előnyösnek tekinti a gyorsaságát, kisebb testméretét és ebből kifolyólag könnyebb manőverezési képességét. Akik valamilyen hidegvérű fajta mellett döntöttek, annak nyugodt vérmérsékletét, hatalmas erejét és ellenálló képességét nevezték meg okként. Ők a sodrott lovak hátrányának érzik a gyorsaságot és a könnyebb testméretet.

A lovak teljesítményét több tényező befolyásolja, amelyek közül a legmeghatározóbb külső faktor az időjárás és a domborzat. Egy ló napi teljesítménye 4,5-30 m³ között változik, átlagot számolva 15,9 m³. Az egy ló által egyszerre elvonszolt rakomány térfogata 0,25-1,5 m³ között mozog, átlagosan 0,81 m³.

Minden gazdálkodónál döntő érv a lovak használata mellett a megélhetés és a kíméletesség. Kutatásaim során kiderült, hogy összesen csak 3 erdészet tulajdonában vannak még/már lovak, ebben az esetben a vállalkozók tőlük bérlik a „munkaeszközüket”.

A természetkímélő anyagmozgatás másik eszköze a vasló, amely egy 1,5 m³ rakodótérrel rendelkező 120 cm szélességű lánctalpas, csörlővel ellátott kistraktor. Egy nap alatt átlagosan 10 m³ fát hordanak ki rajta, amely megközelítőleg megegyezik a ló teljesítményével. Előnye, hogy csak akkor kell „etetni”, amikor használatban van, továbbá a talajviszonyokra és az időjárási viszonyosságokra kevésbé érzékeny. Hátránya, hogy az üzemanyag használat jelen van (kb. 5 liter/nap), háttérbe szoríthatja a lovak használatát.

Következtetések

A telefonos adatgyűjtés, a terepi vizsgálatok és a szakirodalmak felhasználása alapján az alábbi következtetéseket vontam le. A lovas közelítés elsődleges szerepe a fakitermeléssel érintett talaj, a visszamaradó állomány és az újulat védelme. Az újulatot nem akadályozza a növekedésben a kisebb taposási kárnak köszönhetően, amellyel csökkenteni lehet a bolygatást kedvelő inváziós fajok, pl. bálványfa (*Ailanthus altissima*) megjelenését is.

Legfőbb előnye, hogy sokkal kíméletesebb folyamat, mint a gépi közelítés. A lábon álló fáknek kevesebb tősérülést okoz. Környezetvédelmi szempontból nem elhanyagolható tényező, hogy nincs károsanyag-kibocsátása, így nem szennyezi a talajt és a levegőt, valamint nem emeli a zajszintet. Nincs káros üzemanyag-fogyasztása, a számára szükséges újratermelhető energiaforrás megtermeszthető – akár a tulajdonosa által is. Ezzel a fenntartható gazdálkodás fontos elemévé válhat. Egy másik lehetőség a lovak használatában az őshonos, igavonásra alkalmas magyar hidegvérű és muraközi génmegőrzése. A lovak erdészeti hasznosítása lendületet adhat a hazai hidegvérű lótenyésztésnek, és feléleszthet egy már eltűntnek vélt hagyományt.

Hátránya ugyanakkor, hogy kisebb teljesítményt lehet elérni, mint a gépekkel. Több időbe telik az adott munka elvégzése, ennek ellenére szintén teljesítménybérben van meghatározva. A lovakat munkaszüneti napokon is kell etetni, foglalkoztatni. A fakitermelés helyszínére el kell jutniuk, ami a helybeliek számára lábon, szekérral megoldható, de ha nem, olyan szállást nehéz találni, ahol a lovakkal is megszállhatnának. Néhányan ezt lószállítóval, vagy platós teherautón kialakított lószállító fülkével oldják meg, ami viszont többletköltséghez vezet. Egyre kevesebb tanya áll rendelkezésükre, ahol még megoldhatnák a lovak elszállásolását. Kiegészítő bevételt kell keresniük az év azon részére, amikor nem lehet fakitermelést végezni. Továbbá az egyik legjelentősebb probléma a lóhoz értő emberek hiánya. 17 vállalkozó közül csak egy alkalmaz kumet hámot, azonban a teher megosztása és a ló testtömegének kihasználása szempontjából a kumet hám sokkal kedvezőbb, mint a sütyhám. Ehhez hasonló tudások átadására van szükség ahhoz, hogy a szakemberek az erdőgazdasági lóhasználat szintjén képesek legyenek megfelelően, hatékonyan fogatot hajtani. Erre vállalkozott a Dunántúli Agrárszakképző Központ (DASZK) – Móricz Zsigmond Mezőgazdasági Szakképző Iskola és a Kaposvári Egyetem, amikor elindította az erdészeti fogatos képzést. Ezek mellett indokoltnak tartom a lóvontatású erdészeti közelítő eszközök fejlesztését és korszerű használatát, amelyek a lovak teljesítményét növelik.

Összefoglalás

A lovak a gépesítés fejlődésével háttérbe szorultak, de a környezet- és természetvédelmi szempontok felerősödése szerencsés fordulatot hozott számukra. A lóval való közelítés nem okoz kárt a visszamaradó fák törzsén, nem jár zajterheléssel és kíméli a talajt, ezáltal környezet- és természetvédelmi célokat szolgál, illetve azokkal összeegyeztethető. A fogatoknak az újulatvédelem miatt, a felsőrakodók rendezésében, rövid közelítési távolságok, 20° feletti lejtőszögű területek esetében később is lesz szerepük. A fogat egyik legjelentősebb erénye, hogy olyan helyekhez is hozzáfér, ahová gépek nem jutnak el anélkül, hogy számottevő nyomot hagyna maga után. Gyérítések, száraló és közjóléti erdők esetében nagy hasznukat veszik. A lovak jóval hatékonyabban vontatják a faanyagot, mint a gépek, mivel jobb a manőverezési képességük, a terepi viszonyok nem jelentenek problémát, továbbá jelentősen kevesebb kárt okoznak a természetben. A lovak alkalmazásának további előnye, hogy az általuk felhasznált energia helyben megtermelhető, kevesebb a károsanyag-kibocsátás, ezáltal csökkenti a levegő- és a talajszennyeződést. A lótrágya felhasználható a termőföldek javítása érdekében. Továbbá a

csikóztatásból is lehet bevételt termelni. Végül, de nem utolsó sorban lendületet adhat a hazai lótenyésztésnek is. Az igavonó munkára tenyésztett őshonos lófajták, mint például a magyar hidegvérű és a muraközi állománya kiveszőben van. Akkor segíthetjük elő e fajták reneszánszát, ha hasznosítási módjuknak megfelelően a jelenlegi viszonyokra adaptáljuk őket. Az adaptálás egyik lehetséges módja ebben az esetben a lóvontatású erdészeti közelítő eszközök fejlesztése. Ezáltal növelhetjük a teljesítményüket, amely megnövekedett igényt eredményezne feléjük.

Felhasznált irodalom

- ANDRÉSINÉ AMBRUS I. (2008): Erdőhasználat I. 204 p., 11.,14., 25.p.
- ANDRÉSINÉ AMBRUS I., ANDRÉSI P. (2008): Erdőhasználat II. FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest, 188 p., 8-9., 25-32., 51-54.p.
- BODÓ I., HECKER W. (szerk.) (1998): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 429 p. 50., 165-167., 187-188., 302-303.p.
- DUDÁS B. (2013): Igavonók a fakitermelésben. A mi erdőnk. 3. évf. 1. szám, 25.p.
- FIRBÁS O. (1996): Erdőhasználat I., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 260.p., 109. 156-157., 236-239., 248-249.p.
- HEGYI I. (1978): A népi erdőkiélés történeti formái. Akadémiai Kiadó, Budapest, 318 p., 64-76.p
- HÉRA G., LIGETI GY. (2010): Módszertan – Bevezetés a társadalmi jelenségek kutatásába. Osiris Kiadó, Budapest, 371 p., 143-171.p
- KERESZTESI B. (1964): Az Erdészeti Tudományos Intézet 1963. évi munkájáról. Az Erdő, 13. évf. 3. füzet, 121.p.
- KERESZTESI B. (1971): Magyar erdők. Akadémiai Kiadó, Budapest, 431 p.,128-129.,
- KERESZTESI B. (1982): Magyar erdészet 1954-1979. Akadémiai Kiadó, Budapest, 390 p., 28-29., 156.,170-172., 345.p.
- RAJCSI B. (2010): Zöld technológia az erdőkben. Kistermelők Lapja. 54. évf. 4. szám, 42.p.
- RAJCSI B. (2010): Lóval a XXI. században! Kistermelők Lapja. 54. évf. 6. szám, 42-43.p.
- SZEPESI L. (1970): Az Erdő. 19. (105.) évf. 12. füzet, 538.p
- VALLÓ L. (2012): Újra együtt a lóval. Szabad Föld Kalendárium VIII. évf., Geomédia Kiadó Zrt., Budapest, 256 p.,113. p.
- VARGA F. (2001): Erdővédelemtan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 293 p. 130-131., 198.

A SZÁLALÓ ÜZEMMÓD MEGÍTÉLÉSE

FOLCZ ÁDÁM¹, MOLNÁR DÉNES¹, MOGYORÓ SINÉ KESERŰ LÍDIA², FRANK NORBERT¹

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
folczadam@emk.nyme.hu

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Roth Gyula Gyakorló Szakközép Iskola, Sopron

Bevezetés

Napjaink erdőgazdálkodásának a faanyagtermelésen túl az erdő közjóléti és védelmi (természetvédelmi, talajvédelmi stb.) funkcióját is biztosítani kell. Az erdei ökoszisztéma biodiverzitásának megőrzése érdekében előtérbe került a folyamatos erdőborítás régi-új fogalma. Bár a folyamatos erdőborítás biztosításának gyakorlati teendőit nem lehet azonosítani a szálaló üzemmóddal, de feltételeinek leginkább megfelelő gazdálkodásnak a szálalást tekintjük. A tartamos erdőgazdálkodás fenntartásának érdekében elengedhetetlen az eddig megszerzett információk rendszerezése, helyi példákkal való kibővítése. A hazai és nemzetközi kutatások eddigi eredményei inkább pozitívan ítélik meg az üzemmódot és annak eredményességét (MOGYORÓ SINÉ és mtsai 2013). Sokkal fontosabbnak tarjuk azonban megismerni a gyakorlati szakemberek véleményeivel, eddigi tapasztalataikkal, melyek a legtöbb esetben mellőzik a tudományosságot, ellenben sok esetben sokkal életszerűbb és használhatóbb eredményeket adnak a tudománynál. Jelen tanulmány célja, átfogó képet adni arról, hogy a magyar erdőgazdálkodásban dolgozó szakemberek hogyan viszonyulnak a szálaló üzemmóddhoz, és vele együtt a megváltozott elvárásokhoz.

Alkalmazott módszer

Kutatásunk során első lépésben kvalitatív felmérésként három mélyinterjú vizsgálatot végeztünk el. Megkérdeztünk 3 szakembert (2 erdőmérnököt és 1 erdész-technikust) a témában, hogy melyek azok a legfontosabb szegmensek, melyek kérdések lehetnek a szálaló üzemmód kapcsán. Ez a leggyakrabban alkalmazott kutatási módszerek közé tartozik és segítséget nyújthat a konfliktustényezők meghatározásában (KITZINGER 1995). Ezeket kiegészítettük a saját tapasztalatainkból származó kérdésekkel és összeállítottunk egy rövid kérdőívet. A kérdőívnek három szerkezeti része volt. Az egyik kérdéscsoport a demográfiai viszonyokra vonatkozott, az egyik kimondottan a szálalás sajátosságaival, a kérdőív magját pedig a szálaló és vágásos üzemmód összehasonlítása adja. A kérdőív szerkesztésénél figyelembe vettük a legfontosabb alapszabályokat, hogy elkerüljük a rosszul feltett kérdésekből adódó hibákat (HORVÁTH 2004, KOTLER ÉS KELLER 2006). Kérdőívünket online küldtük körbe a magyar erdész szakembereknek. A kérdőívek kitöltésénél figyeltünk, hogy az ország minden részéről és lehetőleg kellő tapasztalattal (legalább 10 éve a szakmában dolgozó szakemberek) rendelkező kollégák töltsék ki. Az eredményeket statisztikai módszerekkel elemeztük. A leíró statisztika mellett, kapcsolat vizsgálatot (Khi^2 vizsgálat) végeztünk majd *Cramer*-féle asszociációs együtthatót számoltunk. A szálaló és vágásos üzemmód értékelésének összehasonlításához hipotézis vizsgálatot végeztünk. A leíró statisztikai műveleteket illetve a változók szórásának vizsgálatát (F-próba) a Microsoft Excel, a Khi^2 (χ^2) próbát, a *Cramer*-féle mutató kiszámítását és a hipotézis vizsgálatokat (páros T-próba) az SPSS szoftverrel végeztük el. Eredményeink és tapasztalataink alapján stratégiai SWOT analízist készítettünk el, hogy komplex javaslatokat tehessünk a témában.

Eredmények

A kérdőívet összesen 225-en töltötték ki értékelhetően. Az alábbi táblázatban (1. táblázat) láthatók a válaszadók legfontosabb demográfiai viszonyai. Ezek közül ki kell emelni, hogy a legtöbb megkérdezett több mint 10 éve dolgozik a szakmában, vagyis kellő szakmai tapasztalattal rendelkezik a folyamatos erdőborítás kapcsán, illetve, hogy a legtöbb megkérdezett gazdasági egységében van szálaló üzemmódban lévő erdő, növelve a tapasztalatokat. Meg kell említeni, hogy Magyarországon összesen kb. 1500 erdőmérnök végzettségű szakember dolgozik és egy részük nem is az erdőgazdasági szférában (HORVÁTH 2011), vagyis a megkérdezett 158 erdőmérnök ~10%-os mintavételt jelent.

1. táblázat: A válaszadók demográfiai viszonyainak alakulása

<i>Végzettsége szerint Ön? (n=225)</i>	
erdész technikus	67
erdőmérnök	158
<i>Hány éve dolgozik Ön a szakmában? (n=225)</i>	
1-2 éve	18
3-10 éve	58
több mint 10 éve	149
<i>Melyik szférában dolgozik Ön? (n=174)</i>	
állami egyéb	16
állami erdőgazdálkodás	92
állami felügyelőség és tervezés	27
magán erdőgazdálkodás	39
<i>Mely erdőgazdasági tájegységen dolgozik Ön? (n=242)</i>	
Alföld	24
Dél-Dunántúl	37
Dunántúli-középhegység	51
Északi-középhegység	46
Kisalföld	25
Nyugat-Dunántúl	59
<i>Van-e szálaló üzemmódban kezelt erdő az Ön üzemegységében? (n=225)</i>	
igen, van	137
nem tudom	5
nincs	83

A 2. táblázat alapján látható, hogy a faállományok közül egyedül a bükkösök azok, amelyekben vita nélkül alkalmazható az eljárás. A többség szerint a szálalást az elsődlegesen védelmi rendeltetésű területeken kell alkalmazni. A válaszok megosztottsága és szerteágazósága jól mutatja, hogy Magyarországon még a szakemberek körében sem alakult ki egységes vélemény a szálalás perspektívái kapcsán, ezért az erdészeti tudományokra felelősségteljes feladat vár megválaszolni az alapvető kérdéseket.

A hagyományos vágásos üzemmód és a szálaló üzemmód megítélésének kapcsán, statisztikai vizsgálataink bebizonyították, hogy 5%-os szignifikancia szinten a két üzemmódról kialakult vélemények szignifikánsan különböznek (paired T-test) (3. táblázat). Továbbá az üzemmódok megítélése független a szakmában eltöltött évek számától, a válaszadó ágazaton belüli szférájától, a két üzemmód gazdaságosságának megítélése pedig független attól, hogy a megkérdezetteknek van-e az üzemterületén szálaló erdő (Khi2, Cramer-s).

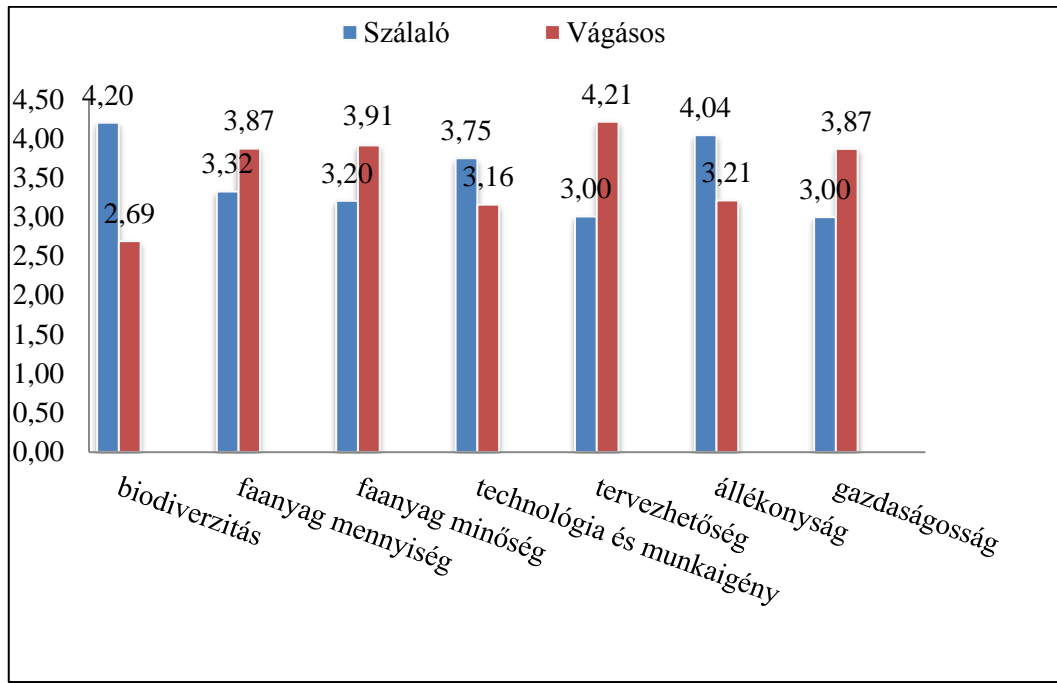
2. táblázat: A szálaló üzemmódra vonatkozó kérdések eredményei

A szálaló üzemmódra vonatkozó kérdések (n=225)			
Mekkora területen?		Milyen fatermési osztályokban lenne célszerű alkalmazni?	
1-5 ha	82	egy-kettő	170
50< ha	51	három-négy	151
5-50 ha	92	öt-hat	126
Melyik szférában?		Faállomány leromlásának veszélye?	
ÁG	115	igen	101
ÁV	196	nem	88
M	122	nem tudom	36
Mely fafajokkal lehetséges? (76 variáció született)		Területi növelés kérdése?	
B	202	Igen, gazdálkodói szempontból	7
GY-KTT	122	Igen, gazdasági és társadalmi okokból	62
CST	90	Igen, elsősorban társadalmi okokból	42
GY-KST	59	egyéb igen	9
MOT	49	a gazdálkodó döntse el	5
LF	44	Nem a területe megfelelő	62
EF	37	Csökkentésére van szükség	29
SZNY	35	egyéb nem	9
A	34		

3. táblázat: Az üzemmódok megítélés eredményeinek statisztikai összehasonlítása

Paired Samples Test of clear cutting and selective cutting									
(vágásos-szálaló)		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	biodiverzitás	1,548	1,305	,093	1,365	1,730	16,728	225	,000
Pair 2	faanyag mennyisége	-,492	1,158	,082	-,654	-,331	-5,997	225	,000
Pair 3	faanyag minősége	-,734	1,637	,116	-,963	-,505	-6,321	225	,000
Pair 4	tehnológia és munkaerőigény	,573	2,021	,143	,290	,855	3,999	225	,000
Pair 5	tervezhetőség	-,1211	1,625	,115	-1,438	-,984	-10,51	225	,000
Pair 6	állékonyság	,859	1,580	,112	,638	1,080	7,674	225	,000
Pair 7	gazdaságosság	-,874	1,688	,120	-1,11	-,638	-7,309	225	,000

Az 1. ábra alapján látható, hogy a szakemberek egyetértenek abban, hogy a szálalás ökológiai vonatkozásokban jelentősen felülmúlja a vágásos erdőket (biodiverzitás, állékonyság), de gazdasági vonatkozásokban alul marad a vágásos üzem módhoz képest. A szálaló erdő faanyagminősége, mennyisége alulmarad a vágásos erdőéhez képest, a technológiai és munkaerőigénye igénye viszont nagyobb annál, ami szintén kedvezőtlenül hat a gazdaságosság kérdésére.



1. ábra: A szálaló üzem mód és a vágásos üzem mód megítélése

Értékelés

Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy a folyamatos erdőborítást megcélzó szálaló üzem mód bevezetése milyen eddigi gyakorlati tapasztalatokat és megítélést eredményezett a hazai erdész szakemberek körébe.

Összességében megállapítható, hogy a szálaló üzem móddal kapcsolatban számos téren nem alakultak még ki egyértelmű vélemények. A szakma támogatásával a kutatókra vár a feladat, hogy a kérdéseket megválaszolják. Sajnos az eddigi kutatási eredmények még sok esetben nem tudnak egységes iránymutatást adni a gyakorlatnak. A szakemberek bizonyos téren jobbnak más téren rosszabbnak vélik a szálaló üzem módot, mint a vágásos üzem módot, de ezek a nézetek is megoszlanak az erdészek körében. Eredményeink alapján összeállítottunk egy stratégiai SWOT mátrixot, amely tartalmazza saját javaslatainkat az üzem móddal és annak alkalmazásával kapcsolatban.

4. táblázat: 3×3 SWOT mátrix a szálaló üzemmódról

SWOT	Erősségek: magas biodiverzitás, egy időben keletkező költségek és eredmények, folytonos erdőkép	Gyengeségek: alacsony tervezhetőség és kontrolálhatóság, tő mellett erdészkedés (munkaerőigény), tapasztalathiány
Lehetőségek: talajvédelem, élőhely védelme, visszaalakítás lehetősége	Általában kielégíti a szociális és természetvédelmi igényeket, alacsony de kiegyensúlyozott ökonómiai viszonyok mellett	Amennyiben a módszer egy adott területen azok sajátosságai miatt nem működik, viszonylag egyszerűen visszatérhetünk a vágásos gazdálkodáshoz
Veszélyek: nagyvadállomány, böhöncnevelés (hozamminőség romlás), gyakori fahasználatok okozta károk	A változatos faállomány szerkezet lehetőséget biztosítanak a fűrészárú piaci igényeink változásához való gyors alkalmazkodásra	A faállomány leromlásának elkerülése érdekében, kisterületen, a gyakorlati szakemberek bevonásával kell széleskörű kutatásokat végezni a módszer hazai viszonyok között való alkalmazásának céljából.
STRATÉGIA: Az üzemmóddal kapcsolatban kialakult megítélés tükrében a következők javasolhatók: elsődlegesen nem gazdasági rendeltetésű erdőkben, megfelelő tudású és szakmai beállítottságú szakemberek alkalmazhassák az üzemmódot a saját természeti adottságaikhoz alkalmazkodva, elsősorban alacsonyabb hozam minőségű területeken. Legyen biztosítva a kutatók számára mind az ökológiai és gazdasági jellegzetességek vizsgálata. A gyakorlati szakemberek vegyék a fáradságot és aknázzák ki a gazdasági pozitívumokat az üzemmódban.		

Köszönetnyilvánítás

Ez úton is szeretnénk megköszönni minden kedves kollégánknak, hogy válaszaival hozzájárult a kutatásunkhoz.

Felhasznált irodalom

- KITZINGER J. (1995): Qualitative Research: Introducing Focus Groups, British Medical Journal, Vol. 311, Issue 7000, 299–303:
- HORVÁTH GY. (2004): A kérdőíves módszer, Műszaki Könyvkiadó KFT, BP.
- KOTLER P., KELLER K. L. (2006): Marketing-menedzsment, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- HORVÁTH S. (2011): Vállalkozások fejlődése az erdőgazdálkodásban – Doktori disszertáció, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- MOGYORÓSINÉ KESERŰ L., FOLCZ Á., MOLNÁR D. (2013): Economy and ecology of selective cutting in focus. Internationa scientific conferenc on the occasion of the Hungarian sciencee fetival, Program and book of abstract, Sopron, pp.46.

SZAJKÓ KOLLÉGÁNK SZEREPE A FENYVESEK ÁTALAKÍTÁSÁBAN

FOLCZ ÁDÁM¹, MOLNÁR DÉNES¹, FRANK NORBERT¹, THOMAS HEIM²

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
folczadam@emk.nyme.hu

²Thüringer Forstamt Heldburg, Revir: Straufhain

Bevezetés

Hazánkban az elmúlt évtizedek erdészeti- és fafaj-politikájának eredményeként jelentős kultúrfenyves állományok jöttek létre. Sajnos a kedvezőtlen termőhelyi viszonyok miatt, az állományok jelentős része mára leromlásnak, pusztulásnak indult. Napjaink legfontosabb erdészeti feladatai közé tartozik ezen kultúrerdők természetszerűvé alakítása. A kopár területen létrehozott állományokban különösen fontos szempont a fenyvesek valamilyen folyamatos erdőborítást megcélzó eljárással történő átalakítása. Természetes viszonyok között a szajkó (*Garrulus glandarius* L. 1758) makkültető tevékenysége az egyik kulcsszerep a fenyvesek lomberdővé alakulásában. Kutatásunk célja volt, hogy kísérletet tegyünk egy a természetes folyamatok felgyorsítását elősegítő, folyamatos erdőborítást biztosító, fenyő átalakítási módszer meghonosítására.

A szajkó makkültető tevékenységének bemutatása

A módszer egyik kulcsszereplője a szajkó, amely táplálkozási szokásai révén (makkültető szerepével) fontos része az erdei ökoszisztémának. A szajkó alapvetően mindenevő, táplálkozására jellemző, hogy két ciklusra osztható (VASVÁRI 1933, CLAYTON ÉS MTSAI. 2008). A tavaszi-nyári időszakban (költési időben) a legfőbb táplálékát rovarlárvák képezik. Ezek mellett kiegészítő táplálékként szerepel nála a télen elültetett makkok csírcsometéinek sziklevele, illetve a ki nem csírázott makk. Megfigyelések szerint kedveli a tölgymakk ormányossal fertőzött makkot (PAPP 2005). A szajkó ültető tevékenysége során általában számára megfelelő súlyú, alakú, formájú és egészségi állapotú makkot vesz fel, amit kopogtatással állapít meg (SZEKRÉNYES 2012). Egy keletnémet kutatás szerint a madarak által elültette csemetesám egy év alatt egy erdefenyvesben elérte a 2000 csemete/ha-t, ami az elegyfajokkal együtt elegendő a természetes átalakításhoz (MOSANDL ÉS KLEINERT 1998). A szajkó optimálisan 200 m körüli távolságba repül el a választott makkal, de ez akár 4 kilométer is lehet (FORST ÉS BRANDENBURG 2012). Németországi viszonyok között a szajkó ezen tevékenységét kihasználva akár 1000 EUR/ha-t is megtakaríthatunk egy erdőfelújítási ciklus alatt (STIMM ÉS KNOKE 2004). A Dél-Európai, folyamatos erdőborítást megkívánó termőhelyeken álló faállományokban sok helyen nélkülözhetetlen szerep jut a szajkónak, hiszen azok egyedszáma párhuzamban van a terület erdeinek fafaj összetételével (PONS ÉS PAUSAS 2008). A szajkó vadászata ökológiai szempontból nézve sok esetben indokolatlan. Az erdei ökoszisztéma számára ugyanis sokkal hasznosabb a rovar pusztításával és ültető tevékenységével, mint a káros énekesmadár-fészek predációval (BAUER ÉS BERTHOLD 1997).

A szajkó mellett természetesen más fajok is terjeszthetik a zoochor fafajok terméseit. Ezek közül kiemelnénk a mókust (*Sciurus vulgaris* L. 1758). A mókus is előszeretettel fogyaszt makkot, ugyanakkor raktározó tevékenysége miatt el is ülteti azt (BŐSZE ÉS MTSAI 2002). Legfőbb tápláléka ugyanakkor a fenyőfélék magja. A mókus télen keveset mozog. Noha téli álmat nem alszik, hosszabb rövidebb periódusokban elbújik (SEINFELD 1999). Hazai viszonyok között a mókusnak és más makkot is terjesztő fajoknak a módszer szempontjából nincs jelentős szerepe.

Anyag és módszer

Kutatási módszerünk Németországból származik. Lényege, hogy az átalakításra szánt fenyő faállományban egy kosarat, tálcát helyeznek el, melybe makk kerül. A tálcát olyan formában kell elhelyezni, hogy a nagyvad ne tudjon benne kárt tenni és ne tudja ellopni belőle a makkot. A tálcák kihelyezését és az etetést célszerű már októberben a tölgy makk hullásakor elkezdni, hogy odaszoktassuk a szajkókat. Az etetést egész télen át lehet folytatni egészen a párási időszakig. Szerencsés esetben egy tálcából akár 4-5 mázsa makkot is kijuttathatunk ilyen módon. A következő évben a megjelenő tölgy csemetét érdemes egyéni védelemben részesíteni a nagyvad rágása ellen. Ez az eljárás általában 2-4 év alatt már eredményezhet egy olyan állapotot, amikor már fel lehet szabadítani a lombos újulatot. A végeredmény egy természetes módon felújított, és elegyetlen fenyvesből átalakított fenyő elegyes lomberdő lesz.

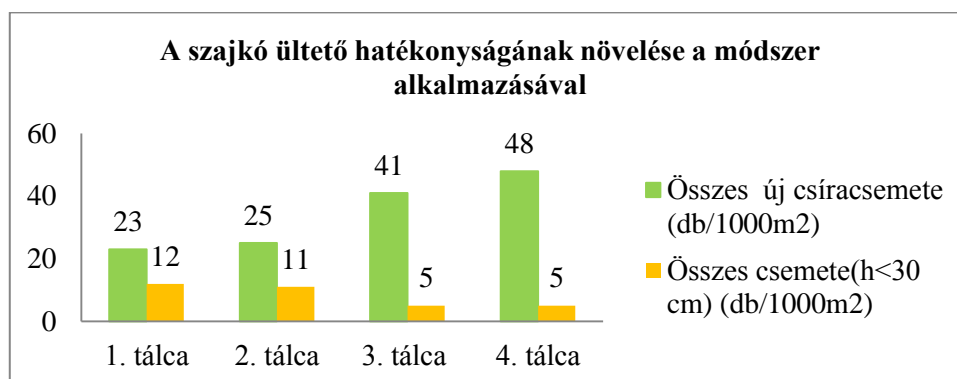
A módszer hazai viszonyok között való alkalmazhatóságával kapcsolatban számos kérdés merült fel. Az egyik talán legfontosabb, hogy a hazai termőhelyi és faállományviszonyok között is alkalmazható-e az eljárás. Meglátásunk szerint az itthoni viszonyok között a módszernek a leginkább a folyamatos erdőborítás kívánó gyenge termőhelyen álló erdei és fekete fenyvesekben (kopárokon) lehet létjogosultsága.

Kísérleteinket a Sopron (Dudlesz) 5-6 tagokban végeztünk, amely egy erősen meszes talajú gyenge termőhelyen álló feketefenyő elegyes erdei-fenyves. Összesen 4 makktálcát helyeztünk ki 3 különböző típust 4 különböző módon és 2 különböző állományszerkezetű helyen. Két egyszerű műanyag gyümölcsös kosarat helyeztünk el különböző módon, illetve készítettünk két tálcát fából. Az egyik tálcát terepen készítettük egy helyben kivágott fából, a másik tálcát pedig deszkából készült műhelyben. A fakeretekre fémháló került. A makktálcákat olyan magasan helyeztük el, hogy a kérődző nagyvadfajok se tudjanak kárt tenni bennük és a kihelyezett makkban. A faállományok egymáshoz igen hasonlóak, lényeges különbség azonban, hogy az 1. és 2. tálcát egy nyíltabb állományba került, ahol a cserje és lágyszárú borítás együttesen 70% körül alakul, míg a 3. és 4. tálcát közelében 10%-os borítás alatti. Két tálcát október elején helyeztünk ki, majd további két tálcát november elején. A makk egy részét magunk gyűjtöttük, egy részét pedig a TAEG ZRT. jóvoltából kaptuk. A makkot minden esetben válogattuk, hogy lehetőség szerint minél pontosabban tudjuk nyomon követni a kihelyezett életképes makk darabszámát. A makk számbavétele az ezermagtömeg számítása alapján történt. Az így kapott szám alapján, a kihelyezett makk tömegét átszámítottuk darabra. A tálcák feltöltése az időjárás függvényében, nagyjából kéthetente történt. A feltöltéskor mindig csak annyit raktunk ki, hogy pótoljuk a fogyott mennyiséget. A makktálcák körében egy 1000 m²-es mintakörben csemeteszámlálást végeztünk. Minden 30 cm alatti tölgy csemetét megszámláltunk és megjelöltünk, hogy a következő évben pontosan megszámlálhassuk az újonnan kikelt tölgy újulatot. Az 1. táblázatban látható az újulatszámolás eredménye a tálcák kirakásakor.

Eredmények és értékelésük

A 2012-13 év telén összesen ~9800 db (~50 kg) makkot sikerült kijuttatnunk az etető tálcákba. Ebből összesen kb. ~9125 db (~46 kg) makkot szét is hordtak a madarak. A válogatás és 100% makktisztaság ellenére maradt benne már fertőzött, de tünetmentes makk is, amelyeket a szajkók nem ültettek el. Az a néhány kilogramm makk, amit nem ültettek szét a madarak nagyrész ilyen volt. A 2012-13 júniusában végzett újulat felvételezéseink eredményeit a 4. és 5. ábrán láthatjuk. A 4. ábrán látható, hogy a makktálcában felkínált makk segítségével a szajkó makkültetésének hatékonysága megsokszorozható. A felvételezések eredményeként elmondható, hogy a magoncok elhelyezkedése véletlenszerű, ugyanakkor megfigyelhető, hogy sok esetben a magoncok

kiseb csoportban helyezkednek el. Ennek több oka is van. A szajkó, kedvező helyen több makkot is eldugdos egymás mellett, másrészt nagyobb távolságra a begyében egyszerre több makkot visz magával, amelyet miután kiöklendez, sokszor egy helyen ültet el.



1. ábra: A makktálcák körüli 1000 m² megtalált 30 cm-nél alacsonyabb csemeték számának alakulása a kísérlet előtt és után

A 2. táblázatból látható, hogy a 3. és 4. tálca mellett közel kétszer annyi makkot ültettek el a szajkók, mint az egyes és kettes tálca közelében annak ellenére, hogy a legtöbb makkot a 2. tálcából hordák szét a madarak. Ennek egyik legfőbb oka az erdőállományok szerkezetében lévő különbség és a szajkó ültetőhely preferenciája. Irodalmi adatokból tudjuk, hogy a szajkó kedveli az aljnövényzetben szegény, alacsony cserjeborítású területeket. Az 1. illetve 2. tálcát magas borítású állományban helyezték el, míg a 3. 4. tálcát nagyon alacsony cserje és lágyszárú borítású állományrészben helyezték el.

1. táblázat: A tálcákba kihelyezett makk mennyisége

Kosár típus	Összes csemete (db/1000m ²)	Kirakott makk mennyisége: CS(KTT) (~db) 2012-2013						
		1.okt	16.okt	09.nov	16.nov	28.nov	19.dec	10.jan
műanyag (1)	12	0	0	600	0	200	0	0
ipari fa (2)	11	1000	300	300	300	500+500	1000	1000
műanyag (3)	5	1000	0	0	200	200	500	500
helyi fa (4)	5	0	0	1000	300	400	500	500
Σ		2000	300	1900	800	1800	2000	2000

2. táblázat: A tálcákból elfogyott makk és a 2013 júniusában megtalált magoncok száma

	Összesen kirakott makk	Visszamaradt makk	Széthordott makk	Új csemete(db/1000m ²)
műanyag (1)	800	500	300	23
ipari fa (2)	3900	100	3800	25
műanyag (3)	2400	50	2350	41
helyi fa (4)	2700	25	2675	48
Σ	9800	675	9125	137

A szakirodalomban több helyen találhatunk utalást rá, hogy a szajkó szeret válogatni (PONS ÉS PAUSAS 2007, SZEKRÉNYES 2012) a makkok között és csak az egészséges makkot viszi el, illetve az egyes fajok között is válogat. Ezt részben saját tapasztalataink is megerősítik, részben pedig cáfolják. Azt, hogy a szajkó válogat, és az egészséges makkot viszi el saját tapasztalataink is megerősítik. Azt viszont, hogy a szajkó különbséget tesz a

makkok fafaja között mi nem tapasztaltuk, ugyanis a 2. tálcában erre külön kísérletet tettünk november 28.-án szétválogatott cser és kocsánytalantölgy makkot helyeztünk ki. december 19.-én pedig összekevertük az 500-500 db makkot. Egyik esetben sem tapasztaltuk, hogy válogattok volna a madarak minden esetben mindkét faj makkja elfogyott az etetőből. Természetesen ez csak egy adott vizsgálat volt, egy adott helyen, egy szajkópopulációban, tehát semmi esetre sem lehet megcáfolni ezen tanulmány eredményei alapján, hogy a szajkó nem tud (vagy esetenként nem akar) válogatni.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a szajkó által tudatosan végzett fenyő alátelepítés 2-5 évig tartó folyamatos alkalmazása alkalmas lehet a minimálisan megfelelő csemeteszám eléréséhez (2000 db/ha). A tölgyek mellett megjelenő elegyfajokkal együtt már elfogadható csemeteszámot kaphatunk az erdőszerkezet átalakításhoz. Mivel a szajkók nem egyszerűen elültetik a makkot, hanem eldugják azt, ezért szerencsés esetben megspórolhatjuk a vaddisznó elleni védekezés (kerítésépítés) költségeit is.

Következtetések, javaslatok

Összességében megállapítható, hogy a szajkó általi alátelepítési kísérlet egy adott évben, egy helyszínen sikeres volt. Hazai viszonyok között az eljárás széles körben sikeres lehet olyan védő és védelmi rendeltetésű erdőterületeken, ahol a folyamatos erdőborítás megőrzése prioritást élvez a faanyagtermelés előtt, érdemes nagyobb területet alkalmazásba vonni a kísérlet megerősítése céljából. A módszer alkalmazásakor fontos azonban szem előtt tartani néhány olyan dolgot, amely a szajkó viselkedéséből adódik, így a termőhelyi és faállománybeli különbségektől független. A legfontosabb, hogy a szajkó ültetésekor jobban preferálja az alacsony cserje és lágyszárú borítású területeket, így az eljárás ilyen faállományokban sikeresebb lehet. Megfigyeléseink alapján a szajkó valamennyire idegenkedik a műanyag eredetű tálcáktól, ezért célszerű helyi, környezetbe illő etetőt készíteni. Mivel a szajkó válogat a makkból, ezért az életképtelen makkot időnként ki kell üríteni a tálcából és elvinni a területről. Mivel a szajkó fogyaszt is a makkból, illetve nagyobb távolságú ültetés esetén a begyében szállítja a makkot, ezért nem szabad csávázott makkot kihelyezni a makkotálcaiba, ugyanis azzal kiirthatjuk az ültető brigádunkat. Fontos tényező a szajkó makkoltató tálcához való szoktatása. Ugyanis a szajkók főleg az ősz végén aktívak makkültető tevékenységükben, ezért a siker érdekében minél előbb már a makk potyogás megkezdésekor célszerű makkot gyűjteni és elkezdni az etetést, hogy oda szoktassuk a környékbeli madarakat. Amennyiben ezt nem tesszük meg és megvárjuk míg a szajkók végeznek ezen céljaikkal a természetes makkhullásból lehet, hogy már nem fogja felkelteni érdeklődésüket az általunk kihelyezett makk. Mivel a szajkók viszonylag messze is elviszik a makkot nem érdemes egy helyre 1-2 tálcánál többet rakni, az ronthatja a hatékonyságot.

A módszer hátrányaként el kell mondani, hogy rendszeres téli terepi kijárást igényel. Megfigyeléseink szerint optimális időjárási viszonyok között a szajkók 2-3 nap alatt képesek elültetni akár 10 kg makkot is. A németországi tapasztalatok azt mutatják, hogy a módszer akkor működik igazán jól, ha a tálcákat folyamatosan feltöltik a makkal, és a szajkó folyamatosan talál ültetni valót. Sajnos a szajkó nagy ültetési területe miatt (akár 4-6 km) nem biztos, hogy csak oda ülteti el az általunk kihelyezett makkot ahova szántuk. További hátrány, hogy a szajkó fogyaszt is a makkból, illetve a tavaszi csírázásakor sok csemetének lecsípi a sziklelevelét, amely aszályos időben a magonc pusztulásához vezethet. Végezetül megállapítható, hogy a módszer alapelve, miszerint egy állat táplálkozási szokásait kihasználva terjesszünk egy adott fajtát, egy területen széles körben alkalmazható. Alkalmazható lehet elegyetlen állományok elegyítésére, gondolva itt a Nyugat-dunántúli gyertyános-erdei fenyvesekre, vagy akár rontott erdő átalakításra. Az

alapelve követve pedig más zoonozis fajokkal és más állatokkal is meg lehet próbálkozni, mint pl. a házi berkenye fiatalos melletti szórón való feletetése.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a TAEG zrt.-nek a makkért, illetve Lipp Péternek erdőmérnök hallgatónak a felvételezésekben való segítségért. A kutatás a „TÁMOP – 4.2.2.A-11/1/KONV – .2012-0004 „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi vizsgálata” című kutatási program keretein belül valósult meg.

Felhasznált irodalom

- BAJOHR, W. A. (1994): Der Eichelhäher, ein „Forstmeister im bunten Rock”. *Forst und Holz* 49 (20): 605-606.
- BAUER H-G., BERTHOLD P. (1997): Eichelhäher *Garrulus glandarius*. In: Die Brutvögel Mitteleuropas. Bestand und Gefährdung. Aula-Verlag, Wiesbaden. p. 444.
- BERGMAN J-H., STHAR F. (2002): Ausnutzung von Hähersaaten beim Umbau von Kifernreinbeständen. *Forst und Holz* 57 (20): pp. 618–622.
- BŐSZE SZ., BAKÓ B., CSORBA G (2002): A közönséges mókus (*sciurus vulgaris*) országos szintű monitorozó programja: <http://tolgy.tycmo.hu/mokus.php>
- CLATON N. S., MELLOR R., JACKSON A. (1996): Seasonal patterns of food storing in the Jay *Garrulus glandarius*, *IBIS*, V. 138, I. 2, P.: 250–255.
- LANDESBETRIEB FORST BRANDENBURG (2012): LFE Faltblatt Eichelhäher, Der Eichelhäher-Fleißiger Helfer beim Waldumbau Faltblatt zur Hähersaat und Waldumbau mit Eiche, Web: <http://forst.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.202286.de?highlight=eichen>
- MOSANDL R. KLEINERT A. (1998): Development of oaks (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) emerged from bird-dispersed seeds under old-growth pine (*Pinus sylvestris* L.) stands – *Forest Ecology and Management* V.106, P.: 35–44.
- PAPP M. (2005): A szajkó (*Garrulus glandarius* L.) szerepe az erdőgazdálkodásban, *Erdészeti Lapok* CXL. évf. 244-245.
- PONS J., PAUSAS JULI G. (2007): Not only size matters: Acorn selection by the European jay (*Garrulus glandarius*), *Acta Oecologica*, V. 31, I.:3, P.: 353–360.
- PONS J., PAUSAS JULI G. (2008): Modelling jay (*Garrulus glandarius*) abundance and distribution for oak regeneration assessment in Mediterranean landscapes, *Forest Ecology and Management* V.256, P.: 578–584.
- SEINFELD, J. (1999): "Sciurus vulgaris" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed December 17, 2013 at: http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Sciurus_vulgaris/
- STIMM V.B., KNOKE T. (2004): Hähersaaten: Ein Literaturüberblick zu waldbaulichen und ökonomischen Aspekten, *Forst und Holz* 59.
- VASVÁRI M. (1933): A szajkók táplálkozása és vándorlása. *Az Erdő* 7:15-18.

NÉHÁNY BÜKK POPULÁCIÓ TELJESÍTMÉNYÉNEK BEMUTATÁSA SZÁRMAZÁSI KÍSÉRLETEK ADATAI ALAPJÁN

HORVÁTH ANIKÓ

Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron
hani@emk.nyme.hu

Bevezetés

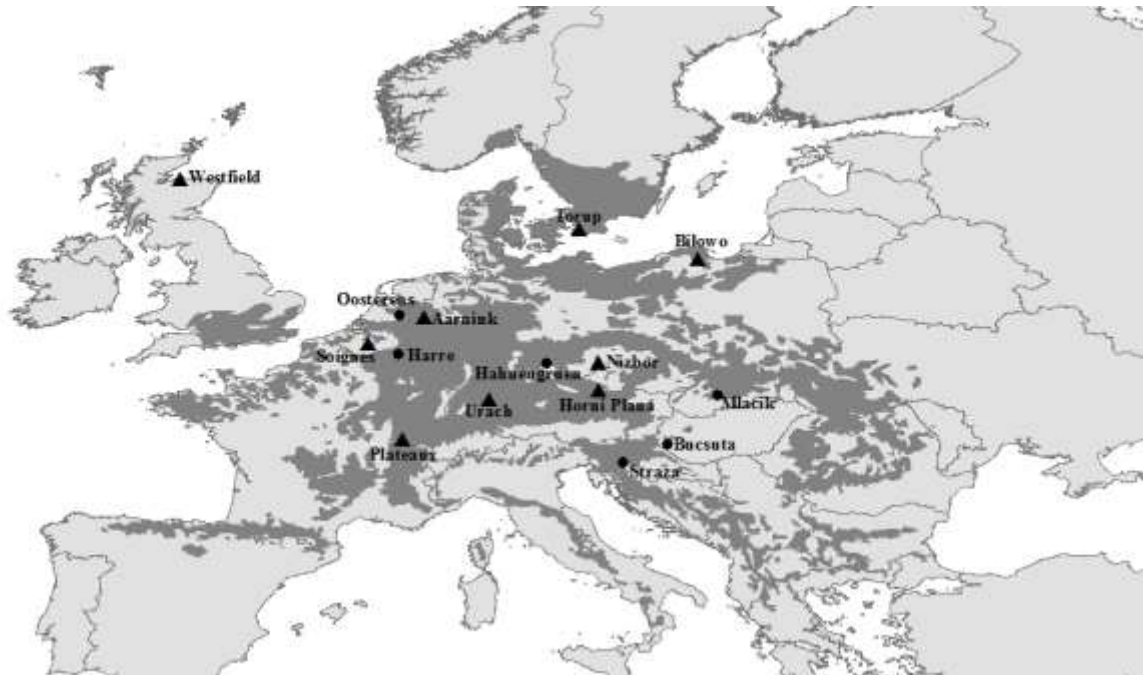
Az európai bükk (*Fagus sylvatica* L.) széles elterjedésű holarktikus faj, mely Skandinávia déli részétől egészen Szicíliáig megtalálható. Míg Észak-Európában főként síkvidéki faj, délen akár a 2100m tengerszint feletti magasságon is előfordulhat. A nagy elterjedési terület lehetővé teszi, hogy összehasonlítsuk az área különböző pontjairól származó, eltérő klimatikus környezethez adaptálódott bükk populációkat. A bükk megfelelő modell fafaj az adaptációs stratégia vizsgálatára, mivel a többi, Európában széleskörűen elterjedt fafajhoz képest, viszonylag természetes körülmények között található meg. A fafajok klímatoleranciájának és fenotípusos plaszticitásának megismerése a már régóta alkalmazott közös tenyészkerti kísérletek alapján történhet, amely lehetőséget nyújt az intraspecifikus változatosság feltárására is. MÁTYÁS *et al.* (2009) 3 DK-európai bükk kísérleti helyszínen már igazolta a fajon belüli makroklimatikus mintázat létezését.

A IUFRO az 1990-es években a német Erdészeti Kutató Intézet (BFAFM, Hamburg) vezetésével több sorozatban bükk származási kísérleteket kezdeményezett, 1995-ben 23, 1998-ban 28 bükk származási teszthelysín létesült Európa szerte. Az egyes tenyészkertekbe különböző származások lettek telepítve. A '98-as sorozatban már szerepelt egy magyar kísérleti helysín is, Zala - megyében, Bucsután, ahol Mátyás Csaba koordinálásával 36 származás -származásonként 150 egyed- telepítése valósult meg.

Jelen tanulmány 9 azonos származás teljesítményét mutatja be 6 kísérleti helyszínen, köztük a magyarországi Bucsután. Egy adott mérhető (kvantitatív) tulajdonság a környezeti hatások következményeként értelmezhető, ezért alkalmas a stresszre mutatott érzékenység jellemzésére. Ennek tükrében az egyes származások teljesítményét a 10 éves magassági adatok alapján értékeltem. A magassági növekedés erős genetikai meghatározottsága miatt az egyik vizsgálatra legalkalmasabb kvantitatív jelleg, jól mutatja a fajon belüli eltéréseket.

Vizsgálati anyag és módszer

A bükk származások teljesítményének összehasonlításához a már említett nemzetközi kísérlet '98-as sorozatának adatait használtam fel, amely több mint 60 származással 28 helyszínen létesült. A kísérleti területeken többnyire eltérő időpontokban történt a felvételezés ezért csak azokat a helyszíneket vontam be a vizsgálatba ahol rendelkezésre állt legalább 10 éves korból származó magassági adat. Az összehasonlítás érdekében az így kapott helyszínek közül is csak azokat választottam ahol szerepeltek ugyanazok a származások. Végül 6 helysín és 9 származás adataival végeztem el az elemzést (1. ábra). A vizsgálathoz szükséges éghajlati adatok a kísérleti helyszínek esetében az E-OBS adatbázisból (www.ecad.eu) származnak. A bükk csemeték 1998-ban kerültek a közös tenyészkertbe, így az 1998-al kezdődő 10 éves intervallum éghajlati átlagát használtam. A származásoknál a származási helyszínek múltbeli klímájával dolgoztam mivel az adaptáció szempontjából ez a meghatározó. Itt a WORLDCLIM adatbázis (www.worldclim.org) 50 évre vonatkozó átlagát használtam fel.



1. ábra: Az elemzésbe bevont kísérleti helyszínek (●) és származások (▲). A *Fagus sylvatica* L. elterjedési területe (sötétszürke háttér)

A vizsgálat célja a magas fenotípusos stabilitással rendelkező, jól növekedő származások meghatározása volt. Fenotípusosan stabilnak tekinthetjük azokat a populációkat, amelyek eltérő ökológiai feltételek mellett is képesek fenntartani relatív teljesítményüket, vagyis a termőhelyek széles spektrumán egyenletes, jó teljesítményt tudnak nyújtani (MÁTYÁS, 1987).

A bükk származások összehasonlítására a következő stabilitási paramétereket alkalmaztam:

Wricke-féle ökovalencia (WRICKE 1962)

$$W_i = \sum (Y_{ij} - Y_i - Y_j + Y_{..})^2$$

Y_{ij} = „i” származás átlaga „j” helyszínen;
 Y_i = „i” származás átlaga az összes helyszínen;
 Y_j = „j” helyszín átlaga;
 $Y_{..}$ = főátlag.

Variációs koefficiens

$$CV = \frac{SD_x}{\bar{X}} \times 100$$

SD_x = egy adott származás magassági adatainak szórása az összes helyszínen;

\bar{X} = egy adott származás magassági adatainak átlaga az összes helyszínen.

Stabilitási faktor (LEWIS 1954)

$$SF = \frac{\bar{X}_{HE}}{\bar{X}_{LE}}$$

\bar{X}_{HE} = egy adott származás átlaga a legjobb termőhelyi potenciállal rendelkező helyszínen;

\bar{X}_{LE} = egy adott származás átlaga a legrosszabb termőhelyi potenciállal rendelkező helyszínen.

Eberhart-Russel modell (EBERHART-RUSSEL, 1966)

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i * I_j + \delta_{ij}$$

μ_i = „i” származás átlaga az összes helyszínen;

β_i = regressziós koefficiens (az „i” származás változó környezeti feltételekre adott regressziójából számolva);

I_j = környezeti index;

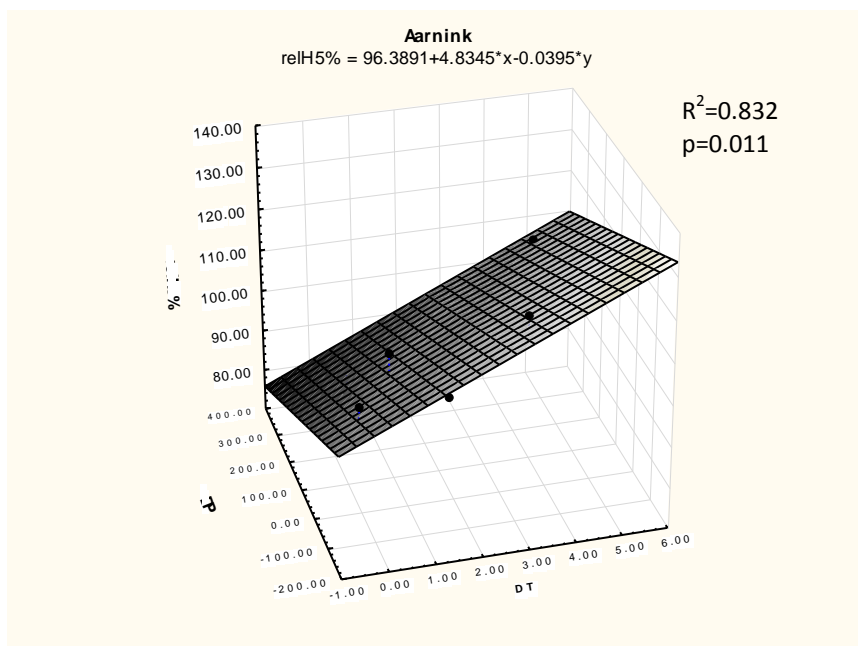
δ_{ij} = a regressziótól való eltérése az „i” származásnak a „j” helyszínen.

A fent bemutatott stabilitási paraméterek mellett egy kétváltozós regressziós felületet is illesztettem az adatokra ahol az egyik független változó a kísérleti hely és a származási hely júliusi átlaghőmérsékletének különbsége a másik pedig hasonlóan az éves csapadékösszeg eltérése. Minden egyes helyszínen az adott származás ismétlésekénti 5 legmagasabb adatával számoltam, mivel a felsőmagasság jól kifejezi a termőhelyi potenciált. A kísérleti helyszínen belüli heterogenitás kiküszöbölésére MÁTYÁS CSABA módszerét használva a felsőmagasság abszolút értéke helyett a relatív magassággal számoltam ($relH5\% = \text{adott származás felsőmagassága adott helyszínen} / 9 \text{ származás felsőmagasságának átlaga az adott helyszínen} * 100$).

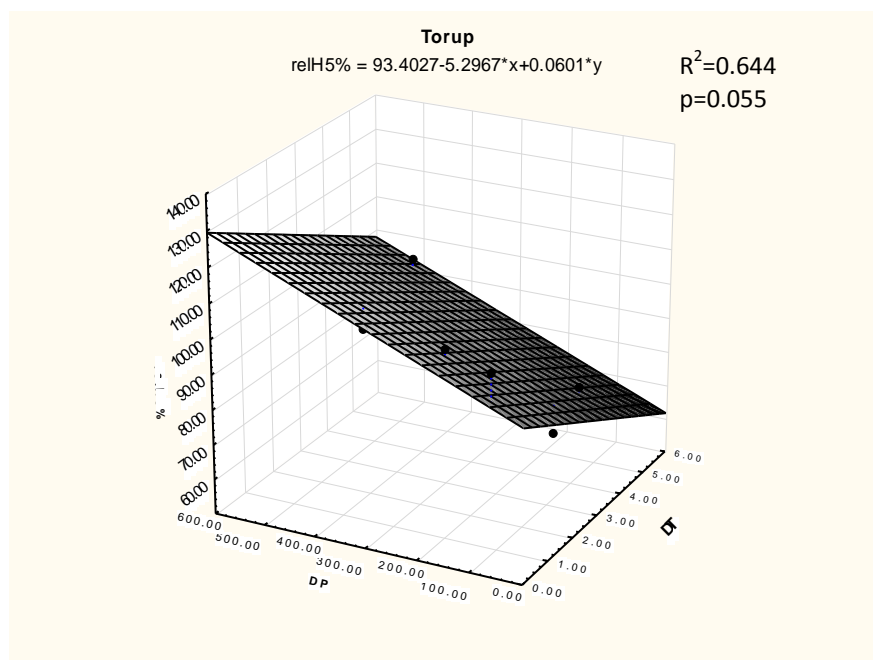
Eredmények és megvitatásuk

A stabilitási paraméterek alapján egy holland és egy német származás bizonyult a legjobbnak, mivel mind a 6 helyszínen viszonylag jó produkciót mutattak. A kétváltozós regressziós felület hasonló eredményt hozott. A 2. ábrán látható a már említett holland származás, amely a melegebb környezeti feltételeket kihasználva egyenletesen növekvő tendenciát mutat, ami utalhat a származásban rejlő tartalékra, amely a változó környezet ellenére is biztosítja számára a fennmaradást. Ezzel szemben a 3. ábrán egy svéd származás teljesen ellentétes reakciója figyelhető meg, teljesítménye látványosan csökken a növekvő hőmérséklet és csökkenő csapadék irányában.

Az eredmények jól mutatják, hogy stabilitás tekintetében szükséges különbséget tennünk fajon belül, ami akár irányadó lehet az erdészeti szaporítóanyag-felhasználásban.



2. ábra: A holland „Aarnink” származás relatív növekedésének modellje eltérő klimatikus feltételek mellett



3. ábra: A svéd „Torup” származás relatív növekedésének modellje eltérő klimatikus feltételek mellett

Egy származás stabilitását azonban más öröklődő élettani tényezők is befolyásolhatják, mint például a rügyfakadás időpontja. Erre jó példa a tavaly a szlovéniai kísérleti helyszínen történt október végi váratlan hóeseménynek a hatása az egyes származásokra. Egy korábbi, ezzel a nemzetközi kísérlettel kapcsolatos vizsgálatban meghatározták az egyes helyszíneken, köztük a szlovéniai Straža-n is, az egyes származások fakadási időpontját (ROBSON *et al.* 2011). Összevetve ezeket az adatokat a helyszínen látottakkal megállapítható, hogy a későn fakadó származások, amelyek elhúzódó vegetációs periódusuk miatt még zöldek voltak, a hirtelen hóesés idején szinte egytől-egyig súlyos hótörést szenvedtek, míg a korán fakadók, amelyek vegetációs periódusa hamarabb befejeződött, csaknem veszteség nélkül fennmaradtak. A 9 származás tekintetében, a

szlovén helyszínen a stabilitási sorrend így jelentősen megváltozna, hisz a magassági növekedésen alapuló vizsgálat későn fakadó holland „győztese” itt az egyik legnagyobb veszteségű származás volt.

Egy származás teljes életciklus alatti stabilitása egy adott környezetben tehát több tényező hosszú távú, együttes hatásaként értelmezendő. A kutatómunka további célja a meglévő adatok pontosítása és új vizsgálódási szempontok bevonása, a fenotípusosan stabil populációk nagy biztonsággal való meghatározása.

Felhasznált irodalom

- EBERHART, S. A., RUSSEL, W. A. (1966): Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40.
- LEWIS, L.B. (1954): Gene-environment interaction. *Heredity* 8: 333-356. In: Das, S., Misra, R. C., Das, S. R., Pattnaik, M. C., Sinha, S. K. (2010): Integrated analysis for genotypic adaptation in rice. *African Crop Science Journal*, 19: 1, 15-28.
- MÁTYÁS Cs. (1987): Adaptációs folyamatok erdei fák populációiban. Tud. Doktori értekezés, MTA, Budapest, 175 pp.
- MÁTYÁS Cs., BOŽIČ, G., GÖMÖRY, D., IVANKOVIĆ, M., RASZTOVITS E. (2009): Transfer analysis reveals macroclimatic adaptation of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Acta Silv. Lign. Hung.* 5: 47-62.
- ROBSON, T. M., ALIA, R., BOZIC, G., CLARK, J., FORSTREUTER, M., GÖMÖRY, D., LIESEBACH, M., MERTENS, P., RASZTOVITS, E., ZITOVÁ, M., WÜHLISCH, G. V. (2011): The timing of leaf flush in European beech (*Fagus sylvatica* L.) saplings. In: Genetic Resources of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) for Sustainable Forestry. INIA, Madrid, 61-79.
- WRICKE, G. (1962): Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Z. Pflanzenzüchtung* 47: 92-96. In: KARIMIZADEH, R., MOHAMMADI, M., SHEFAZADEH, M. K. (2012): A review on parametric stability analysis methods: set up by Matlab program. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2: 4, 433-442.

AZ ERDŐTANÚSÍTÁS SZAKMAI MEGÍTÉLÉSE

HORVÁTH KITTI

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Sopron
h.kitti@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az erdőtanúsítási rendszerek az elmúlt húsz évben jelentős szerepre tettek szert az erdőgazdálkodás és a faanyag alapú termékek kereskedelmének önkéntes szabályozásában az egész világon. Napjainkban több százmillió hektár tanúsított erdő és több tízezer felügyeleti lánc tanúsított faanyagot feldolgozó, faanyag alapú termékekkel kereskedő vállalat van.

Az elmúlt évtizedek folyamatait nézve várható, hogy az erdőtanúsítás a nemzetközi piacokon alapvető elvárás lesz.

Magyarországon az erdőtanúsítási rendszerek kevésbé elterjedtek, mint Európa tőlünk északra, nyugatra fekvő országaiban.

Kérdőíves felmérést végeztünk az erdőtanúsítás megítélésével kapcsolatosan a szakmai közönség körében. A felmérés alapján megismerhető az erdőgazdálkodással kapcsolatban lévők erdőtanúsításról alkotott véleménye az erdőkre gyakorolt hatást és a kereskedelemben betöltött szerepet nézve egyaránt.

A kérdőíves felmérés során a két legfontosabb erdőtanúsító rendszer: az FSC és a PEFC ismertségét is felmértük, amelyből következtetni lehet a logók vásárlói döntések során betöltött szerepére.

A felmérés következő lépése a civil társadalom környezettudatos fogyasztással, erdőtanúsítással kapcsolatos attitűdjének a feltérképezése.

Az erdőtanúsítás szerepe

A trópusi erdőirtások miatt érzett aggodalom támasztott igényt az erdőtanúsítási rendszerek kialakítására. Az első nemzetközi erdőtanúsítási rendszer 1993-ban jött létre. Addig is léteztek hasonló célú nemzeti rendszerek, amelyek viszont követelményeikben és felépítésükben nem voltak egységesek. Az első globális rendszert, a Forest Stewardship Council (továbbiakban: FSC-t) civil szervezetek – a WWF szerepe elsődleges – kezdeményezésére hozták létre (BASS *et al.* 2001) Azóta az FSC mellett létrejött egy másik világméretű rendszer a Programme for the Endorsement of Forest Certification (továbbiakban: PEFC). A PEFC 1999-ben, európai magán erdőgazdálkodók kezdeményezésére lett alapítva azzal a céllal, hogy a kisebb erdőterületen gazdálkodóknak is lehetősége legyen erdőtanúsítást bevezetni, mivel az FSC alapvetően a nagyobb erdőterületek tanúsítását teszi lehetővé.

Az FSC és a PEFC között a felhasználók szempontjából egyik legfontosabb különbség, hogy utóbbihoz nemzeti rendszer kialakítása szükséges, tehát az adott ország saját nemzeti szabvánnyal – ami követi a központi szabvány követelményeit – és az azt kiszolgáló rendszerrel kell, hogy rendelkezzen a csatlakozáshoz.

Megalakulásuk óta minkét rendszer gyors ütemben terjeszkedik. 182 millió FSC és 251 millió hektár PEFC tanúsított erdőterület van a világon. A tanúsított faanyaggal foglalkozó vállalatokra vonatkozóan az FSC 27 279, a PEFC 15 761 kiadott tanúsítványt ismer el (2014. január 10-i állapot szerint). FSC (2014), PEFC (2014)

Az eredeti célhoz (trópusi erdőterületek védelme) képest a tanúsított erdőterületek nagy arányban a mérsékelt, boreális övben vannak (CONROY 2007).

Kérdőíves felmérés

2013 őszén kérdőíves felmérést végeztem, amelynek célja a szakmai közönség erdőtanúsítással kapcsolatos attitűdjének feltárása volt. Az erdőtanúsítás jelenleg még nem elterjedt hazánkban, így a szakemberek attitűdjének ismerete az elsődleges. További kutatási célkitűzés lehet a civil társadalom tájékozottságának megismerése, ebben az esetben a hangsúly nem az erdőtanúsításra, hanem a tudatos fogyasztásra kell, hogy essen. Az erdőtanúsítás elterjedéséhez szükséges, hogy az erdész szakma ismerje a gyakorlatot és a belőle származó esetleges előnyöket.

A kérdőív három részre oszlik. Az első a személyes adatokra kérdez rá (nem, kor, lakóhely, végzettség). A második rész tizennégy állítást tartalmaz az erdőtanúsítással kapcsolatosan. A feltett tizennégy kérdésből az első az erdőtanúsítási gyakorlat ismeretére kérdezett rá. A többi kérdés véleményeket tár fel az erdőtanúsítással közvetlen, vagy közvetett kapcsolatban. A tizennégy állításból három állítás esetén a megfogalmazás negatív irányú, hogy az automatikus válaszadás elkerülhető legyen.

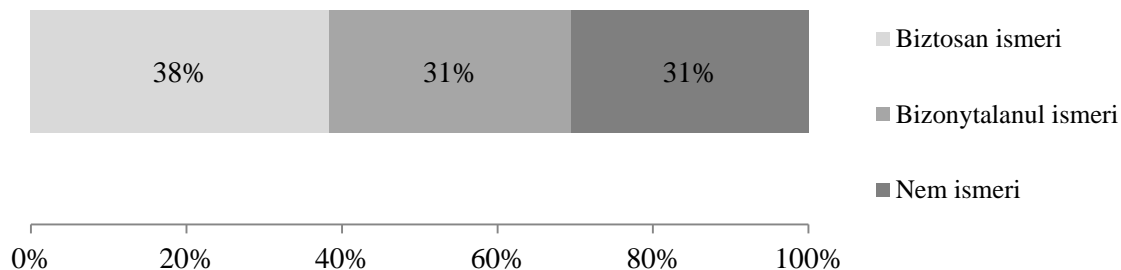
A harmadik rész a logóismereti táblázat, ahol hat különböző logóhoz tartozik négy kérdés (látta-e már, ismeri-e a jelentését, vásárlás során figyelembe veszi-e, érdeklődését felkeltette-e). A hat logóból kettő tartozik erdőtanúsítási rendszerhez (FSC és PEFC), a másik négy szintén ökocímke, azért szükséges, hogy ne legyen direkt az erdőtanúsítási rendszerek logóira való rákérdezés.

Az értékelhető kérdőívek száma: 161. Válaszadók átlagéletkora 42 év, többségük férfi: 9 nő volt a kitöltők között. A kitöltők 2%-a alacsonyfokú, 53%-a középfokú és 45%-a felsőfokú végzettséggel rendelkezik.

A válaszadás egy -2 – +2 skálán történt. A pontszámok tükrözésével a +2 mindenhol az erdőtanúsítással kapcsolatos pozitív attitűdöt mutatja.

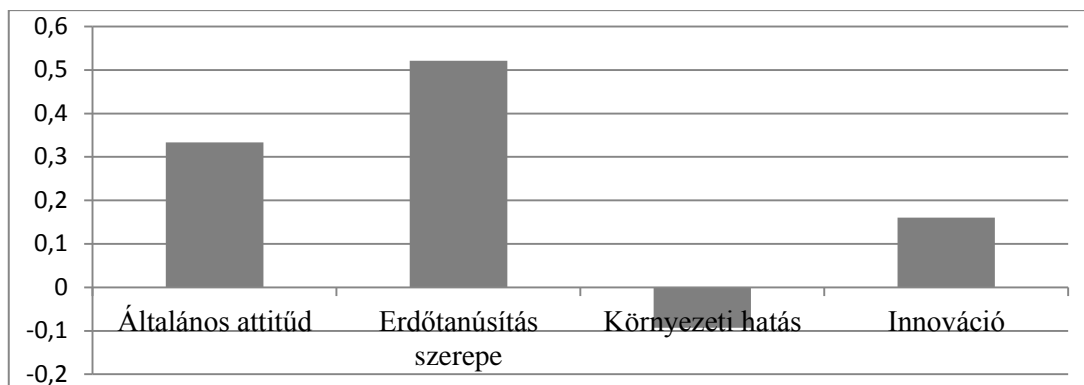
Eredmények

A válaszadók 69%-a ismeri az erdőtanúsítás gyakorlatát (1. ábra), ugyanakkor ennek a 107 főnek 41%-a a logóismereti résznél nem jelölte sem a PEFC sem az FSC logót, mint ismert jelentésű logót.



1. ábra: Az erdőtanúsítási gyakorlat ismertsége

A feltett kérdések négy nagyobb témakör köré csoportosultak: általános attitűd, az erdőtanúsítás szerepe, környezeti hatások és az innovációval kapcsolatos beállítódás. A négy témakör átlagolt pontszámait a 2. ábra mutatja be.



2. ábra: Kérdésekre adott összesített, átlagolt pontszám a négy témakörben

Az általános attitűd megismerésére két kérdés szerepelt a kérdőíven. Az egyik az erdőtanúsítással kapcsolatos érdeklődésre kérdez rá. Ennél a legmagasabb az átlagpontszám az összes kérdést nézve. Még, ha feltételezzük is azt, hogy a válaszadók megpróbálnak az elvárásoknak megfelelően válaszolni, akkor is valószínűsíthető a valódi érdeklődés megléte. A témakör másik kérdésénél viszont már negatív megítélés, a válaszok átlagpontszáma: -0,4. 47% nem gondolja, hogy a tanúsított erdőterület jelentősen nőne hazánkban az elkövetkező 10 évben, 16% gondolja, hogy az erdőtanúsítás elterjedésének nagy esélye van.

Az erdőtanúsítás szerepére vonatkozó kérdéseknél az állami és a magán erdőgazdálkodás megkülönböztetésre került, és lényeges megítélésbeli különbséget mutatott. Az általános hasznosságot és az új piaci lehetőségeket is magasabbra ítélik az állami erdőgazdaságok esetén, ugyanakkor a magán erdőgazdálkodásnál is pozitív a vélemény.

Környezeti hatások: erdők természetességi állapotára nincs hatása, legkedvezőtlenebbül megítélt kérdéspár. Ezt alátámasztja az erdőtanúsítás szerepét vizsgáló témakörben a marketingre vonatkozó kérdés, ahol az átlagpontszám -0,09, tehát jellemzően az erdőtanúsításnak csak piaci szerepet tulajdonítanak. Két témakörben is megerősíti tehát a válaszadó, hogy nem tulajdonít a marketing szerepen kívül más lényeges pozitív hatást az erdőtanúsításnak.

Az utolsó három kérdés az innovációhoz való viszonyulást vizsgálja. Míg az általános kérdés, pozitív hozzáállást (0,25 az átlagolt pontszám) jelez, ugyanennek a témakörnek a direkt kérdésfeltevése már lényeges különbséget mutat. Az utolsó kérdéspárra kapott eredmény kiemelkedő eltérést mutat ugyanazon kérdés más léptékben történő feltevésekor. A válaszok alapján egyértelmű az a vélekedés, hogy, míg nagyobb erdőterülettel rendelkezők kimondottan nyitottak a fejlesztési lehetőségek felé, addig gyakorlatilag a skála másik végén helyezkednek el azok, akik kisebb erdőterülettel rendelkeznek.

Az erdőtanúsítási rendszerek célja, hogy piaci előnyhöz juttassa azokat, akik fenntartható erdőgazdálkodási gyakorlatnak megfelelően gazdálkodnak. Ehhez szükséges a logó, amely a vásárló számára közérthetően jelzi, hogy a termék vagy nyersanyag tartamos erdőgazdálkodásból származik. Ez a tanúsítás elméleti alapja. Hogy a gyakorlatban mennyire ismeri a vásárló a logót az a kérdőíves felmérés részét képezte. A logóismereti kérdéseknél is hangsúlyozni kell azt, hogy erdészeti ismeretekkel rendelkeztek a kitöltők.

A logóismereti táblázatban a PEFC és az FSC logója mellett még 4 „zöld” logó szerepelt, hogy az erdőtanúsítási logókra való rákérdezés ne legyen direkt. Az első kérdésnél 107-en állították, hogy hallottak már az erdőtanúsításról. A logó ismereti táblázatnál tehát 107 főnek kellene ismernie vagy az FSC vagy a PEFC logót. Ezzel szemben a 107-ből 44 nem ismeri sem a PEFC sem az FSC logó jelentését. A 161 kitöltőből 63 fő, azaz 39% ismer valójában legalább egy erdőtanúsítási rendszert. Az 1. táblázatból kiderül, hogy az FSC logóját lényegesen nagyobb arányban ismeri a szakma. Ez az eredmény abból következik,

hogy több állami erdőgazdaság is rendelkezik FSC tanúsítvánnyal, ezzel szemben a PEFC jelenleg még nem elérhető hazánkban.

1. táblázat: A két vezető erdőtanúsítási rendszer logójának ismertsége

	Már látta a logót	Jelentését ismeri	Vásárlásai során figyelembe veszi	Felkeltette az érdeklődését
PEFC	31%	20%	3%	32%
FSC	55%	44%	8%	27%

Eredmények értékelése

A magán erdőgazdálkodás lehetőségeire vonatkozó általános negatív beállítódás okainak feltárása a kutatás további lépése lehet. Érdeemes megvizsgálni, hogy az állami erdőgazdaságokhoz képest kedvezőtlenebb attitűd vajon csak az erdőtanúsításra vonatkozik, vagy olyan tényezők vannak a háttérben, amelyek másra is hatással vannak.

A környezeti hatásokkal szembeni szkeptikus hozzáállás érthető a magyar erdőtörvény ismeretének fényében. Azonban globálisan nézve más a helyzet: a trópusokon valóban jelenthet az erdők természetességi állapotában pozitív különbséget az erdőtanúsítás ténye. Az illegális fakitermelés azonban hazánkban is problémát jelent, ami környezeti károkat okoz. Az erdőtanúsítás bevezetése azonban ez ellen is véd: segíthet kiszorítani a piacról a lopott faanyagot, abban az esetben, amennyiben az erdőtanúsítás valóban széles körben terjed el.

A logóismereti táblázat mutatja, hogy a szakmai közönség tájékoztatására az erdőtanúsítással kapcsolatban nagyobb hangsúlyt kellene fektetni. A válaszok alapján az erdőtanúsítás gyakorlatára kíváncsiak a szakemberek. Ezt érdemes kihasználni, kérdés azonban, hogy erre milyen fórum a legmegfelelőbb.

A tájékoztatás fontossága nem abban rejlik, hogy ezáltal növekedjen a hazai tanúsított erdőterület. Az állami és magán erdőgazdálkodó információval való ellátása azért szükséges, hogy az erdőtanúsítást – mint piaci eszközt – használhassa az a faanyaggal foglalkozó, akinek ez előnyt jelenthet. Az erdőtanúsítás egy eszköz, amit csak abban az esetben lehet megfelelően használni, ha a szakma ismeri a gyakorlatot.

Felhasznált irodalom

- BASS, S., THORNER, K., MARKOPOULOS, M., ROBERTS, S., GRIEG-GRAN, M. (2001): Certification's impacts on forests, stakeholders and supply chains. Instruments for sustainable private sector forestry series. International Institute for Environment and Development, London. (Internet: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.9850&rep=rep1&type=pdf> 2013. december 3.)
- CONROY, M., E. (2007) "Certification Systems as Tools for Natural Asset Building", Reclaiming Nature. 1st ed. London: Anthem Press, 2007. 259-288. University Publishing Online. (Internet: <http://dx.doi.org/10.7135/UPO9781843313465.011> 2014. január 10.)
- FSC (2014): Internet: <https://ic.fsc.org/index.htm> 2014. január 10.
- PEFC (2014): Internet: <http://www.pefc.org/> 2014. január 10.

VIDÉKI MUNKAHELY TEREMTÉSI LEHETŐSÉGEK FELTÁRÁSA AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSBAN A MEGLÉVŐ SZAKEMBER-POTENCIÁLRA ÉPÍTVE

HORVÁTH SÁNDOR¹, ALI TAMÁS GÁBOR², NAGY JÓZSEF² & ANDRÉSI DÁNIEL³

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet és NYME-ERFARET Nonprofit Kft.

² Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Erdészeti Igazgatóság Központ

³ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet
andresi.daniel@gmail.com

Bevezetés

Az erdőgazdálkodásban a meglévő műszaki feladat-mennyiség (erdősítés, ápolás, tisztítás, gyérítés, fakitermelés, faanyag-mozgatás, csemetekerti munkák, ültetvényes fatermesztés) egyenes arányban áll a munkahelyteremtő képességgel (1. táblázat). Az erdőgazdálkodás szakmán kívüli kritikussai az erdők féltése során leginkább azt hagyják figyelmen kívül, hogy amennyiben ezen műszaki feladatokat elvitatjuk az erdészektől/fakitermelőktől, akkor az erdőgazdálkodás munkahely-megtartó- és munkahely-teremtő képességét veszélyeztetjük, és akár 20-25 000 család megélhetése is ellehetetlenülhet.

1. táblázat: A foglalkoztatás hatásának alakulása a műszaki feladatok szerint

Műszaki feladat	Állami	Magán	Összesen	Foglalkoztatás hatása
Erdőfelújítás (első kivitel, ezer ha)	6 793	7 972	14 765	Évek óta szűkülő trend (támogatás függő, faültetvények bővíthetők)
Erdőtelepítés (első kivitel, ezer ha)	516	4 021	4 537	
Pótlások (erdőfelújítás + erdőtelepítés, ezer ha)	3 127	1 181	4 308	
Tisztítás (ezer m ³)	168	126	294	Bővülő trend (támogatás függő)
Fakitermelés (ezer m ³)	4 283	3 155	7 438	Stabil, nem változik
Faanyag-mozgatás (ezer m ³)				
Erdőgazdálkodói feladatok (ezer ha)	10 770	8 565	19 336	Stabil, nem változik
„Klasszikus” természetvédelem (ezer ha)				Stabil, nem változik
Erdőtulajdonlás				Minimális szerep
Szaktanácsadás, szakszemélyzeti feladatok				Változó trend (támogatás-függő)
Erdőőrzés				Bővíthető
Erdei iskola (OEE, KOKOSZ, alternatívok)	22+562		584	Bővíthető
Innovatív erdei turisztikai attrakciók és -termékek	?		?	Bővíthető

A foglalkoztatás aránya

A legfrissebb adatok szerint az erdőgazdálkodásban (02 TEÁOR) az 5 fő feletti létszámú vállalkozásoknál kb. 14 ezer fő a foglalkoztatott létszám. Az 1-4 fős cégek becslés szerint még egyszer ennyi embernek adnak munkát (2. táblázat).

Az erdőgazdálkodásban legjelentősebb kivitelezői szerepet játszó 1-5 fős brigádoknak eddig is keserves volt az elmúlt 20 évben a napi működésük, mivel alultőkésítettek, alacsonyak a vállalkozói díjak, reménytelen a fejlődési lehetőségük, valamint felmerül a szakmai fejlődési lehetőségük- és továbbképzésük hiánya.

2. táblázat: Az alkalmazásban állók létszámának évenkénti alakulása

Időszak (év)	Alkalmazásban állók létszáma (5 fő feletti munkaadók, fő)	Alkalmazásban állók (1-4 fős vállalkozások, fő)
2005	8 116	8100
2006	8 269	8300
2007	9 119	9100
2008	8 341	8300
2009	8 407	8400
2010	9 229	9200
2011	9 515	9500
2012	14 122 (+50 % közmunka)	14 100 (+50 % közmunka)

A fakitermelés mennyisége hosszabb ideje lényegében változatlan, ugyanakkor az erdőfelújítás és erdőtelepítés együtt évek óta szűkülő trendet mutat. Ez utóbbi erősen támogatás függő tevékenység. A tisztítás ugyan szintén támogatás függő, de munkahelyteremtés szempontjából van benne potenciál. A támogatások terén a következő EU ciklusban olyan beruházási támogatások jelennek meg, melyek az induló- és támogatási esemény utáni vagyoni helyzetről is pontos kimutatást kérnek. Ebből a szempontból nem közömbös, hogy a tisztítás minek fog számítani (beruházás vagy üzemi ráfordítás). A szaktanácsadás, szakszemélyzeti feladatok támogatásfüggő, erősen változó trendet mutatnak. Az erdőőrzést, az erdei iskolát és a turisztikai attrakciókat is figyelembe kell venni a munkahelymegtartás, teremtés terén. Az innovatív turisztikai szolgáltatások (természetjárás, attrakciók, erdei szolgáltatások fejlesztése) és a közmunkaprogram további bővítése és minőségi fejlesztése kitörési pont lehet az erdőgazdálkodás számára.

Összefoglalás

A természetközeli erdőgazdálkodás reális bővítési lehetőségei mellett hosszú távon meg kell tartani a vágásos üzemmódú erdők foglalkoztatásban- és alapanyag-termelő potenciálban betöltött szerepét. Ez utóbbi szempontokat figyelembe véve az ültetvényszerű erdőgazdálkodás tapasztalatainak megújítása is a jelen kor erdészeinek feladata.

MAKKVETÉssel ÉS CSEMETEÜLTETÉssel TÖRTÉNŐ ERDŐFELÚJÍTÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA A FARKASERDEI BEJCGYERTYÁNOS 10C ERDŐRÉSZLETBEN

KONDORNÉ SZENKOVITS MARIANN, MOLNÁR MIKLÓS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
kondor.mariann@emk.nyme.hu, mmiki@emk.nyme.hu

A Sárvár melletti Farkaserdő Magyarország egyik legszebb gyertyános-tölgyes erdőtümbje. A térség (Bejcgertyános község határ) erdeinek nagy része alkalmas nagy értékű faanyag megtermelésére. Ezen erdők faállomány-szerkezete kiválóan alkalmas egyrészt különböző természetközeli erdőművelési eljárások (természetes erdőfelújítás) üzemi méretű kidolgozására, másrészt mesterséges erdőfelújítás esetén a különböző erdősítési technológiával történő erdőfelújítások összehasonlító vizsgálatára.

Vizsgálati anyag és módszer

2005-ben a 8,0 ha területű Bejcgertyános 10 C erdőrezlet, véghasználat előtt álló gyertyános-kocsánytalan tölgyes faállományában az Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet munkatársai összehasonlító jellegű természetes erdőfelújítási, illetve makkvetéssel és csemeteültetéssel történő mesterséges erdőfelújítási kísérletet állítottak be.

Az általunk vizsgált mesterséges erdőfelújítás az erdőrezlet egy részén, mintegy 3,5 ha-os területen történt. A túlnyomórészt gyertyán konszociáció tarvágása után az erdőfelújítás négy erdősítési technológiával történt 2006 tavaszán:

- kocsánytalan tölgy (KTT) makkvetéssel és kocsánytalan (KTT) csemeteültetéssel,
- kocsányos tölgy (KST) makkvetéssel és kocsányos tölgy (KST) csemeteültetéssel.



1. ábra: Végvágás előtti állapot



2. ábra: 1 éves erdőfelújítás

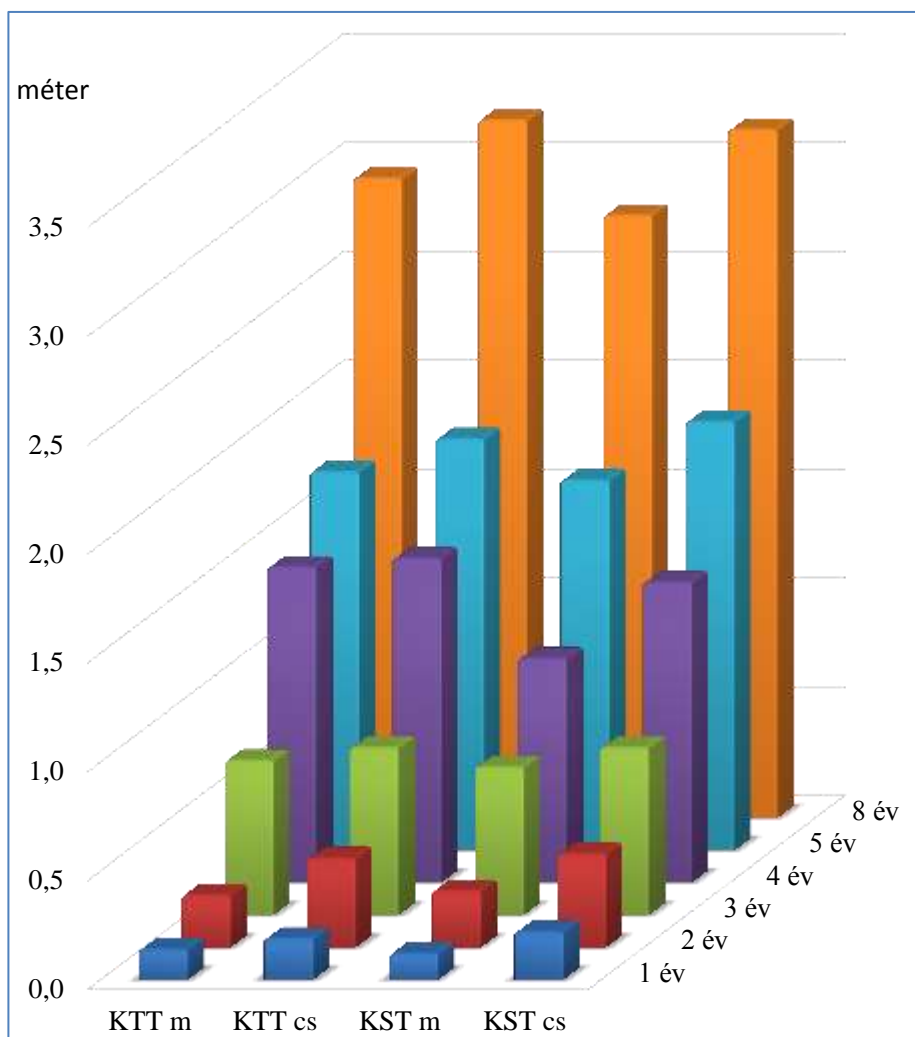
A végvágás után a teljes erdőrezlet bekerítésre került, ezért a területen vadkarral nem kellett számolni. A kísérleti területen viszont – főleg az első években – különösen erős volt a gyomkonkurencia. A gyom nagymértékű elszaporodásához és növekedéséhez – főleg 2009-ben – jelentősen hozzájárult az az évi kedvező csapadékos időjárás. A gazdálkodó ezekben az években átlagosan 1-2 ápolást végzett. Különösen nagy mennyiségben volt jelen a szeder, a felverődő sarjak (főleg gyertyán), a helyenként embermagasságot elérő aranyvessző, amelyek azonban mára már nem jelentenek veszélyt az erdősítésre.

A kísérleti területen eddig hat alkalommal végeztünk terepi felvételezést. Ennek során 2006 és 2010 között minden év őszén, majd 2013-ban, az erdősítés befejezté nyilvánításának évében, szintén a vegetációs időszak végén mintasorokban került sor a csemeték magasságmérésére.

Vizsgálati eredmények

A kísérleti terület termőhelyi jellemzői:

- Klíma: gyertyános-tölgyes (GY-T)
- Hidrológiai viszonyok: többletvízhatástól független (TVFLEN)
- Genetikai talajtípus: agyagbemosódásos barna erdőtalaj (ABE)
- Termőréteg vastagsága: igen mély (IMÉ)
- Fizikai talajféleség: vályog (V)
- Vízgazdálkodási fok: üde (Ü)
- Tengerszint feletti magasság: 200 m
- Fekvés: északi (É)
- Lejtés: 5°



3. ábra: Az átlagmagasságok változása a különböző erdőfelújításokban (m: makkvetés, cs: csemeteültetés)

Ismert, hogy a vetés közelebb áll a természetes erdőfelújításhoz, mint a csemetével történő erdősítés. A kísérleti terület erdőfelújításában az 1 éves kocsánytalan tölgy makkvetés átlagmagassága 14 cm, a kocsánytalan tölgy csemeteültetés átlagmagassága 19 cm, a kocsányos tölgy makkvetés átlagmagassága 12 cm, a kocsányos tölgy csemeteültetés átlagmagassága 22 cm. Ebben az összehasonlításban látható, hogy mind a kocsánytalan tölgy, mind a kocsányos tölgy csemeteültetésű csemeték átlagmagassága nagyobb. Ez azzal az egy év előnnyel magyarázható, melyet a csemete a csemetekertben eltöltött, azaz egy évvel idősebb a helyben vetett csemeténél. Ugyanakkor látható az is, hogy a csemeteültetéssel történt erdősítésben mind a kocsánytalan tölgy, mind a kocsányos tölgy esetén, az első vegetációs időszak végére a csemeték mérete alig haladja meg a csemetekertben elért 1 éves magági csemeteméretet, azaz a kiültetés évében magassági növekedés alig volt. Az ültetés ugyanis a csemete növekedésében élettani zavarokat idéz elő (GÁL-KÁLDY, 1977), az ültetést követően a csemete – az átültetésből származó sérülések hatására – a csemetekertben addig mutatott növekedésénél jóval szerényebb teljesítményt mutat, a csemete úgy mond „megül” a talajon. A makkvetés során a helyben kelt csemete az első év végére kb. 30 cm hosszú karógyökeret fejleszt, míg a csemetekertből kikerült csemete – a gyökéralávágás és kiemelés következtében – erősen megcsönkített gyökérrel kerül az erdősítésben kiültetésre. A következő évben a magassági növekedés azután ismét megindul, és ezzel együtt a kezdeti – csemeték közötti – magasságkülönbség a 8. év végéig megmarad a csemeteültetési technológiával végzett erdőfelújítás javára mindkét faj esetében.

A statisztikai vizsgálatok azt mutatják, hogy – a vizsgált évek döntő többségében – 95%-os megbízhatósági szinten nincs szignifikáns különbség a kocsánytalan tölgy és a kocsányos tölgy makkvetésű csemeték átlagmagasságai között. Ugyancsak nincs szignifikáns különbség 95%-os megbízhatósági szinten a kocsánytalan tölgy és a kocsányos tölgy csemeteültetésű csemeték átlagmagasságai között sem.

Szignifikáns különbség van viszont 95%-os megbízhatósági szinten mind a kocsánytalan tölgy makkvetésű és a kocsánytalan tölgy csemeteültetésű csemeték átlagmagassága, mind a kocsányos tölgy makkvetésű és a kocsányos tölgy csemeteültetésű csemeték átlagmagassága között.

1. táblázat: A magasság évi átlagnövedéke az átlagmagassághoz viszonyítva a különböző erdősítési technológiákban

Kor év	KTT makkvetés magasság évi átlagnövedéke/átlagmagasság	KTT csem.ült. magasság évi átlagnövedéke/átlagmagasság	KST makkvetés magasság évi átlagnövedéke/átlagmagasság	KST csem.ült. magasság évi átlagnövedéke/átlagmagasság
1 (2006)	1	1	1	1
2 (2007)	0,50000	0,51220	0,50000	0,51220
3 (2008)	0,33803	0,33333	0,33824	0,33766
4 (2009)	0,24828	0,24806	0,25243	0,25362
5 (2010)	0,20414	0,20106	0,20000	0,19797
8 (2013)	0,12585	0,12461	0,12635	0,12658

A magasság évi átlagnövedékének az átlagmagassághoz viszonyított aránya a felvételezés éveiben a négy erdősítési technológia esetén nagyon hasonlóan alakult. Ez azt mutatja, hogy a növekedés menete mind a makkvetéses, mind a csemeteültetési erdősítésekben mindkét hazai tölgyfajunk esetén nagyon hasonló, a termőhely mindkét fafaj számára egyaránt kedvező.



4. ábra: Az erdőfelújítás 2013-ban

Összefoglalás

A makkvetéses és a csemetével történő erdősítési technológiák összehasonlításakor magassági különbség tapasztalható mind a kocsánytalan tölgy, mind a kocsányos tölgy esetén a csemetével történő erdősítés javára. Látható, hogy a csemetekerti magági csemeték az első években megtartják magassági előnyüket a helyben vetett csemetékkel szemben és ez a nem túl jelentős magasságkülönbség megmarad még 8 éves korban is. A kísérleti terület termőhelye egyaránt alkalmas mindkét hazai állományalkotó őshonos tölgyfajunk számára, melyet mutat az is, hogy mind a négy kísérleti parcellán a csemeték átlagmagassága már 5 éves korban meghaladta a befejezetté nyilvánításhoz szükséges méreteket.

Felhasznált irodalom

GÁL J. ÉS KÁLDY J. (1977): Erdősítés. Akadémiai Kiadó, Budapest.

SVÁB J. (1973): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

ÁLLOMÁNSZERKEZETI VIZSGÁLATOK AZ ERDŐMŰVELÉS TANSZÉK SZÁLALÓVÁGÁSOS KÍSÉRLETI TERÜLETEIN

MOLNÁR DÉNES, FOLCZ ÁDÁM & FRANK NORBERT

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
hellovarius@gmail.com; folczadam@gmail.com; frank@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az Erdőművelés Tanszék munkatársai 1936 óta kezelnek szálalóvágásos kísérleti területeket a Soproni-hegység bükk főfafajú állományaiban. Jelen kutatás az Asztalfő közelében található 19,4 hektáros Sopron 182/B és a Hermes-dombon lévő Sopron 152/A, 153/B és 153/C erdőrészeket összesen 9 hektár kiterjedésű kísérleti tömbjével foglalkozik. Előbbi területen Roth Gyula kezdte meg a hosszú időtartamú erdőfelújítást, utóbbi három erdőrészletben az Erdőművelés Tanszék 2000-ben indította el vonalból kiinduló szálalóvágásos kutatásait. Terepi munkánknak és az adatfeldolgozásnak célja az volt, hogy részletesebb képet kapjunk a vizsgált erdők szerkezetátalakításának folyamatáról, annak faállomány-szerkezeti vonatkozásairól.

Vizsgálati módszerek

Mindkét erdőrészletben - alapos terepi bejárás után - hektáronként egy mintakört (összesen 28 db) jelöltünk ki, középpontjaikat számozott karóval állandósítottuk, ezek koordinátáit GPS készülékkel bemértük, majd térképre vittük. Mivel a megnevezett erdőrészekben vegyes korú, elegyes állomány kialakítását végzik, a felvételi pontokat úgy tűztük ki, hogy az állományfoltok minőségi és szerkezeti különbségei a mintakörök hálózatában reprezentálva legyenek. Állandó sugarú mintaköreink területe 500 m^2 , melyeknek vízszintes sugara 12,62 m. Mivel többnyire lejtős terepen dolgoztunk, VEPERDI (2010) táblázata alapján a lejtők függvényében korrigáltuk a kimért ferdetávolságot.

A mintaterületeken belül minden faegyedet megvizsgáltunk.

7 cm-es mellmagassági átmérő felett:

- Fafaj
- Mellmagassági átmérő (egy irányban mérve, cm-es pontossággal)
- Magasság (0,1 m-es pontossággal)
- Ágtiszta törzsmagasság (0,1 m-es pontossággal)
- Koronanagyság (észak-dél, kelet-nyugat kiterjedéssel)

7 cm-es mellmagassági átmérő alatt:

- Fafaj
- 1,5 m-es magasság felett átmérő illetve tőátmérő, attól függően, hogy a korona 1,3 m felett vagy az alatt kezdődik

1,5 m-es magasság alatt az egyedeket az újulati szintbe soroltuk, újulatszámítás a mintakör közepéhez rögzített 10 m^2 -es körben végeztünk.

Eredmények

A mért adatok feldolgozását követően elméleti modellel hasonlítottuk össze az átmérők eloszlását (1. táblázat). Az asztalfői kísérleti terület (Sopron 182/B) állományának átmérőeloszlása erdőrészlet szinten jól közelíti a Prodan-féle elméleti szálaló erdőszerkezetet. A hermesi terület (Sopron 152/A, 153/B, 153/C) átalakítása még kezdeti

stádiumban van, a P1-P3-as Prodan-osztályokban készlethiány, a 37-50 cm-es átmérőcsoportban jelentős készlettöbblet van.

1. táblázat: Törzsszám eloszlás Prodan osztályonként, valamint a Prodan-féle átmérőeloszlástól való eltérés

Prodan osztályok $d_{1,3}$ (cm)	Prodan N (db/ha)	Eltérés	
		Asztalfő N (db/ha)	Hermes N (db/ha)
P1 7-14	331	18	-315
P2 15-24	131	-19	-127
P3 25-36	65	-32	-29
P4 37-50	43	-14	50
P5 51-69	27	-3	0
P6 70-	11	3	-11

Mindkét területen, minden átmérő kategóriában a bükk az uralkodó fafaj, de eloszlása nem egyenletes. A Sopron 182/B erdőrészletben nagyobb kocsánytalan tölgy – vörösfenyő – lucfenyő elegyes részek, a Sopron 152-153-as erdőtagokban kiterjedt kocsánytalan tölgyes foltok is találhatóak. Az erőteljes bontások eltérő hatással bírnak a különböző fafajok idősebb egyedeire. Szemben az egykorú csoportban lévő egyedekkel, a szálanként felújult fák általában rövidebb ágtszta törzsmagassággal (tölgyek vízajtásai, bükkök megerősödő oldalágai) és nagy koronával (bükk) rendelkeznek. Az újulati szintben csupán a bükk és a gyertyán fafajok újulnak jól.

Összefoglalás

A különböző korú állományrészekben kijelölt mintapontokban jól vizsgálhatóak az elnyújtott erdőfelújítási folyamatok különböző fázisai. A Sopron 182/B erdőrészlet átmérőeloszlása alapján alkalmas lehet az átalakítás folyamatának állományszerkezeti kutatására. Az elméleti modellel való összehasonlítás iránymutató lehet a fakitermelés tervezésénél, jelölési munkák során. Az állományszerkezet vizsgálata rámutatott, hogy a felújítás alatt álló csoportokban az elegyarány jelentősen eltér az anyaállományétól, a fényigényes kocsánytalan tölgy és az elegyfajfajok (HJ, KH, CSNY) egyedei nem újulnak jól a szálalóvágással kezelt területeken. Az erősen megbontott képet mutató állományszerkezet jelentős hatással van a törzsmínőség alakulására is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Bodonyi Gábor, Fábrián Ferenc és Marcsisin Tamás erdőmérnök hallgatókat a terepi adatgyűjtésben való részvételükért. A kutatás a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004, 'Silva naturalis - A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata' projekt keretében valósult meg.

Felhasznált irodalom

- VEPERDI G. (2010): Mintakörös élőfakészlet-meghatározás a szálaló, illetve átalakító üzemmódú erdőkben egyváltozós fatérfogat-függvény alkalmazásával. In: HORVÁTH S., HORVÁTH T., LETT B., NAGY I., PUSKÁS L., STARK M. (eds.): Múlt és jövő II. - Tarvágásból szálalásba – Szabó Vendel egyéni vállalkozó.
- KOLOSZÁR J. (2002): A szálalóvágás alkalmazásának lehetőségei a Soproni-hegységben. – Erdészeti Lapok 137 (10): 273-274.

A HIDEGVÍZ-VÖLGY TURISZTIKAI TERHELÉS VIZSGÁLATA

NAGY GABRIELLA MÁRIA¹, LÁSZLÓ RICHÁRD²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Sopron
gbrll_nagy@emk.nyme.hu

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
laszlor@emk.nyme.hu

Bevezetés

A Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Karán hosszú időre visszatekintő kutatási téma az erdő közjóléti szerepének vizsgálata.

Ebbe a vonulatba illeszkedik be a Soproni hegység turisztikai terhelésének felmérése és elemzése. Az e téren folytatott vizsgálatok nem korlátozódtak kizárólag a közvetlen városi parkerdőkre, hanem a távolabbi, de turisztikai szempontból érdekes területek is bekerültek a felmérésekbe.

Anyag és módszer

A mostani vizsgálatunk helyszíne a Soproni hegység egy kevésbé frekvenciált, de turisztikailag számon tartott kirándulóhelyekhez (pl.: Urak asztala) vezető Hidegvíz-völgyi út (1. ábra).

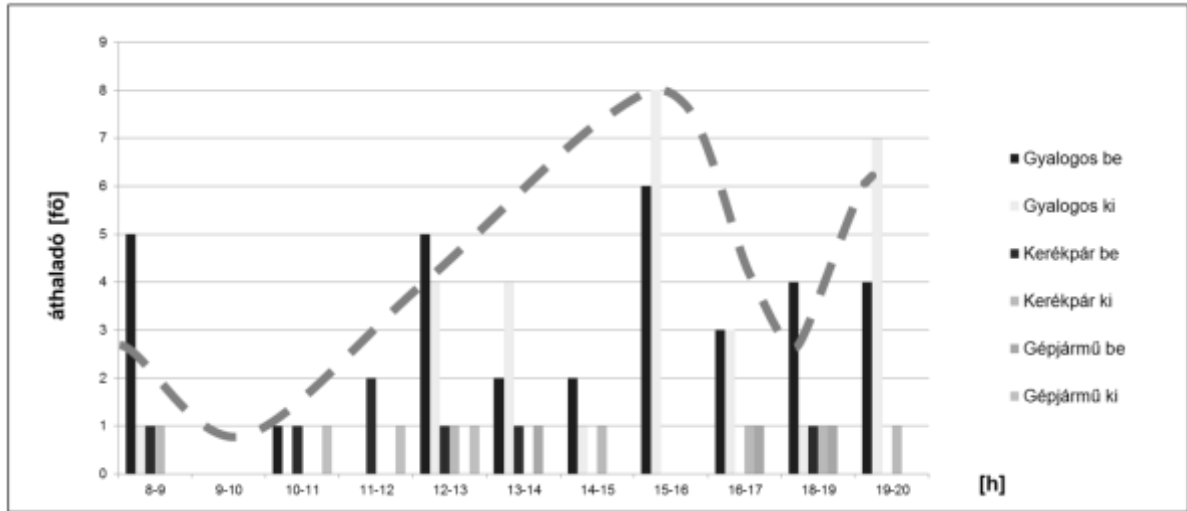


1. ábra: A mintaterületek elhelyezkedése a Soproni hegyvidéken

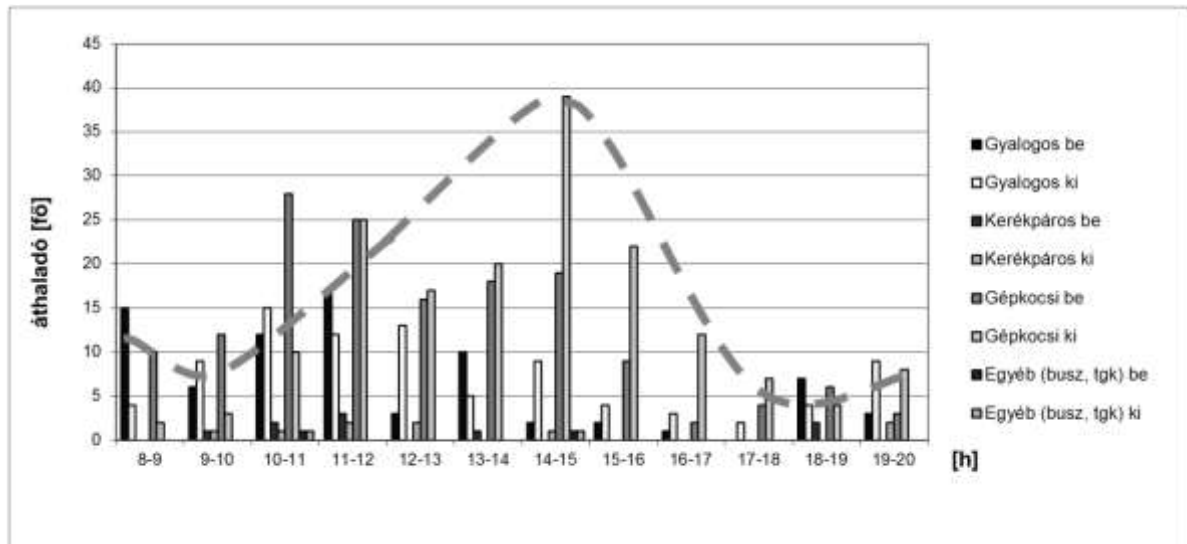
A felmérés időpontjának a nyári időszakot választottuk (2013. 07. 18 – 2013. 07. 30.), mint a közjóléti terhelés szempontjából kiemelkedő időintervallumot.

Eredmények

A jelenlegi és korábbi vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a Hidegvíz-völgyi megfigyelési helyszínen a kimondottan turisztikai célra kialakított területekhez képest (3. ábra – Fehérúti tó, Károly kilátó, Sörház domb) jóval kisebb az áthaladó forgalom (2. ábra), időbeli jellege viszont hasonló a frekventált területekéhez, csekély mértékben tolódott el a napi csúcsterhelés, míg a délelőtti és késődélutáni – esti terhelés minimumok karakteresebben jelentkeztek (2-3. ábra).



2. ábra: Átlagos turisztikai terhelés és jelleggörbe a hidegvíz-völgyi felmérésnél



3. ábra: Átlagos napi turisztikai terhelés és jelleggörbe turisztikai célra kialakított erdei környezetben (NAGY *et al.* 2011)

Várakozásainknak megfelelően, nem volt jelentős a gépjárműforgalom a területen (az erdőgazdálkodó korlátozza a gépjármű közlekedést a hidegvíz-völgyi úton) és az is elsősorban munkavégzéshez kapcsolódik.

Az arányaiban jelentős kerékpáros forgalom jól jelzi, hogy ez a terület már messze fekszik a várostól és a gyalogos turizmus kevésbé jellemző, mint a parkerdei területeken.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a felmérésben résztvevő hallgatóknak a segítségükért.

Felhasznált irodalom

NAGY G. M. – LÁSZLÓ R. – HORVÁTH K. – KAPÓCS-HORVÁTH Zs (2011).: A soproni parkerdő turisztikai terheltségének vizsgálata, vonzerőleltár készítés tematikája, Kari Tudományos Konferencia az Erdőmérnöki Karon, NYME, 2011.

KÜLÖNBÖZŐ FAFAJOK ÉS FAJTÁK HOZAMVIZSGÁLATA FÁSSZÁRÚ ENERGETIKAI ÜLTETVÉNYEN, VÖRÖSISZAPPAL SZENNYEZETT TERÜLETEN

SCHMIDT PÉTER¹, HEIL BÁLINT¹, PÓCZA DÁNIEL², KOVÁCS GÁBOR¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet és Földtudományi Intézet, Sopron
pschmidt@emk.nyme.hu, bheil@emk.nyme.hu, gkovacs@emk.nyme.hu

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar
pocza90@citromail.hu

Bevezetés és célkitűzések

Hazánkban az alternatív energiahordozók közül – gazdasági okok miatt – jelenleg egyedül a mezőgazdasági területeken előállított biomassa energetikai célú használata látszik célravezetőnek. Ezt korlátozza az, hogy a mezőgazdasági termelésnél a fenntartható fejlődés érdekében a fontossági sorrend az élelmiszer-, a takarmány- és az ipari alapanyagok előállítása, és csak ezek után következhet a tüzelés célú biomassa termelése, de csak feltételesen, mert a talajok vízmegkötő képességének fenntartása, illetve növelése érdekében a szerves anyag egy részének visszajuttatása nélkülözhetetlen. Magyarországon több százezer hektárra tehető azon szántóterületek nagysága, melyek talajviszonyai nem teszik lehetővé a hagyományos szántóföldi növénytermesztést. Eldöntendő kérdés továbbra is, hogy a mezőgazdasági szántóterületből mennyit lehet energianövények termelésére átállítani, illetve, hogy a különböző növényi melléktermékekből mennyi szerves anyagot kell a talajba visszajuttatni, és mennyit lehet hőtermelésre felhasználni.

Devecseri kísérleti területünkön 2009-ben a vörös iszap katasztrófa után állítottunk be egy fajtakísérletet. Célunk, hogy javaslatot tudjunk tenni a különböző termőhelyi sajátosságoknak megfelelő fajtaválasztásra, ültetési hálózatra és ültetési technológiára. A több ismétlésben végrehajtott fajtakísérlet segítségével megismerhetjük az adott termőhelyen várható hozamokat. A fajtakísérletben 7 fűz fajta, 7 nyár fajta, valamint akác és pusztaszil szerepelnek. Ültetési technológiák közül a gépi ültetésű, a kézi ikersoros ültetésű, kézi dugványozású technológiát alkalmaztuk.

Anyag és módszer

Termőhelyi vizsgálat

Két talajszelvényt ástunk a terület északi és déli felén, a fák növekedése alapján feltételezhető volt, hogy jelentős termőhelyi különbségek vannak a területen. Ezt a növekedésbeli különbséget a termőhely vizsgálat is igazolta. A rekultiváció keretein belül a vizsgált területről elhordtak körülbelül 15 cm vörösiszapot 2011 áprilisában, az ültetvény telepítése előtt néhány héttel. Az ásott talajszelvényekből vett mintákon bővített alapvizsgálati sort végeztünk. Vizsgáltuk a talajminták kémhatását, a mészkoncentrációt és a könnyen oldható tápanyagok közül a foszfor és a kálium koncentrációját. A víztartóképeség méréséhez rétegenként bolygatatlan mintákat vettünk VÉR-hengerben. A víztartóképeség (pF) méréseket 0,33 és 15 bar-on végeztük el.

Fajták kiválasztása

A nemesnyár klónok szelektálása mind az erdőgazdálkodás számára, mind pedig az energia ültetvényekben alkalmazható fajták szelektálására történik. Ezért el kell választani az energetikai célú fajtákat a hagyományos erdőgazdálkodásra szelektált fajtáktól. A

kísérleti ültetvény része a Zöldláng Projektnek, aminek lényege, hogy azonos fajták kerüljenek összehasonlításra különböző termőhelyi viszonyok és különböző művelési módok között, így a telepítésnél a fafajok és fajták adottak voltak.

A Devecseri kísérletben szereplő egyes fa fajok/fajták:

Fűzek:

F1, F2, F3, F4:– a Károly-Róbert Főiskola szakemberei által a már korábban beállított kísérletekben vizsgált, saját szelektálású fűz fajtajelöltek - *Salix viminalis* fajták.

F5:– a Károly-Róbert Főiskola szakemberei által a már korábban beállított kísérletekben vizsgált, saját szelektálású fűz fajtajelölt - *Salix purpurea* fajta

JF– az úgynevezett japánfűz, mely összehasonlító kontrollként szerepel a kísérletben (*Salix viminalis* sp.).

DF – ERTI által szelektált, erdészeti hasznosítású fehér fűz (*Salix alba*) klón – korábban Veliki Bajar-ként is nevezték, jelenleg használt elnevezése Drávamenti fűz.

Akác: hagyományos (kommersz) magtermő állományból szedett ellenőrzött alapanyagból (mag) nevelt csemete.

Nyáarak:

I-214: hazánkban az egyik legelterjedtebb, erdészeti alkalmazású olasz nemes nyár klón, fajtafenntartó: ERTI

Koltay nyár (KLNY): az ERTI által nemesített, erdészeti alkalmazású nemes nyár klón.

Populus x euramericana cv. Koltay: Hímivarú nemesnyár fajta. Növekedési erélye kezdettől fogva és tartósan erőteljes, az egyik legkiemelkedőbb a hazai nyárfajtáink között. Széles termőhelyi skálán termeszthető, tág tűrőképességű fajta.

Pannónia nyár (PANY): az ERTI által nemesített, erdészeti alkalmazású nemes nyár klón.

Erti jellemzés: *Populus x euramericana* cv. Pannonia: Jelenleg a legnagyobb termesztési területtel bír hazánkban. Különösen a fiatalkori növekedése erőteljes. Nagy a termőhelyi plaszticitása.

Villafranca nyár: Olaszországban szelektált fehér nyár (*Populus alba*) fajta,

AF-2: olaszországi (Alasia Franco) nemesítésű speciálisan energetikai felhasználású nemes nyár klón. Az AF-2 a telepítést követően az első vágásig egyenesebben, sudár fa alakra nő, a Monviso és az AF-6 néha több hajtást indít, kissé bokrosabb.

Monviso: olaszországi (Alasia Franco) nemesítésű speciálisan energetikai felhasználású nemes nyár klón.

AF-8: olaszországi (Alasia Franco) nemesítésű speciálisan energetikai felhasználású nemes nyár klón.

Pusztai szil

Pusztai szil: *Ulmus pumila* var. *arborea*. A pusztai szil, vagy más néven turkesztáni szil (TuSz), amely a szilfa vésznek ellenálló, gyorsabb növekedésű fa, mely szélsőséges termőhelyen akár főfafaj is lehet.

Telepítés

A telepítés gépi illetve kézi dugványozással történt. Az ikersoros parcellák kézi ültetésűek, 4 x 2 sor található bennük, a sor- és tőtávolságuk 3 x 0,8 x 0,5 m. A fajtakísérlet céljából telepített kisebb parcellák 15 x 15 métereseek, 5 sor található parcellánként (20 db/sor). A sortávolság 3,0 m, a tőtávolság 0,75 m. A három gépi ültetésű parcella 270 méter hosszú, 4-4 sor található bennük, 3 méter a sortávolság és 80 centiméter a tőtávolság.

Felvételezés

Minden parcellában harminc fának mértük a tőkerületét és a magasságát. A tőkerületet milliméter, a magasságot centiméter pontossággal mértük. A sarjcsokrok esetében lemértük az összes sarjat és a hozzá tartozó magasságot. Ezeket a mérések a telepítés utáni második évben, közvetlenül az aratás után végeztük el. A betakarítás után egy évvel minden parcellában mintafákat döntöttünk, hogy meg tudjuk mérni a fák lombtalan tömegét és a levelek súlyát. A kivágást követően a fákról eltávolítottuk a lombot, majd zacskóba tettük és a helyszínen megmértük a tömegét két tized kilogramm pontosságú mérleggel. A fák alsó törzséből 10 cm hosszú mintát vettünk, melyet szárítószekrényben szárítottunk ki. A minták száraz és nedves tömegéből a fák nedvességtartalmát tudtuk megállapítani.

Levélfelületi index meghatározása

A növénytömeg jellemzésére a növénytermesztési gyakorlatban a legalkalmasabb mutató a levélfelületi index (LAI = leaf area index). A növényállományt tulajdonképpen a levélfelület nagyságával jellemezhetjük, értékét pedig a talajfelszín méretéhez viszonyítva adhatjuk meg, és levélfelületi-indexnek (LAI = leaf area index) nevezhetjük el:

$$\text{LAI} = T/t$$

Ahol:

- T=levélfelület nagysága (m²)
- t=a növényállomány alatti tenyészterület nagysága (m²).

A levélfelületi index méréseket is aratás után az egy éves fákon végeztük el.

Eredmények

Tömegbecslés

A terepi mérések alapján készítettünk egy hozambecslést, amit összehasonlítottunk a betakarítás eredményével, a terület nyugati parcelláiban. A betakarítást 2012 őszén végezte el a terület tulajdonosa.

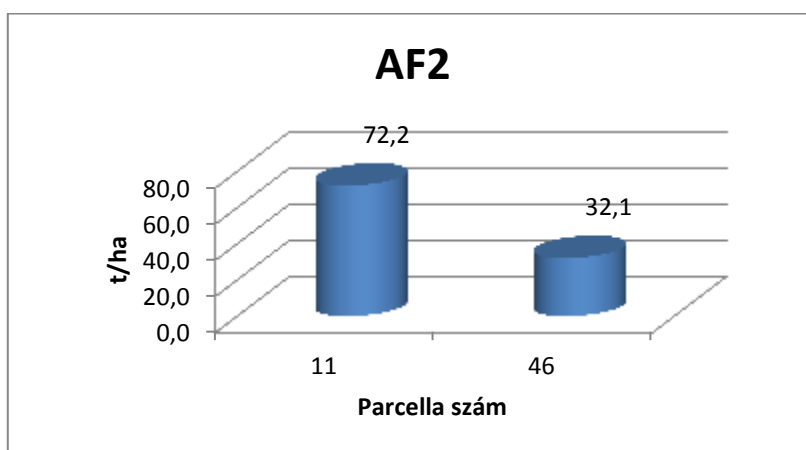
Egy olyan gyakorlatban is használt becselő függvényt alkalmaztunk, ami több mint 900 AF2 nyár mérésén alapul, így elég nagy pontosságot értünk el vele. A becsült értékeket korigálnunk kellett a megeredéssel, mert ez a becslési eljárás egyes fákra vonatkozik, és a becsült értékek 100%-os megeredésre vonatkoznak. A 1. táblázat tartalmazza a becsült és a ténylegesen learatott mennyiségeket. A becsült és a learatott mennyiség között 4,83% eltérés volt.

1. táblázat

		Becsült tömeg	Learatott tömeg
50	I214	12,9	
51	I214	27,4	
52	I214	29,0	
53	AF8	39,4	
54	AF2	37,9	
	Σ	29,3	
70 %-os megeredés		20,5	21,56

Hozambeli különbségek

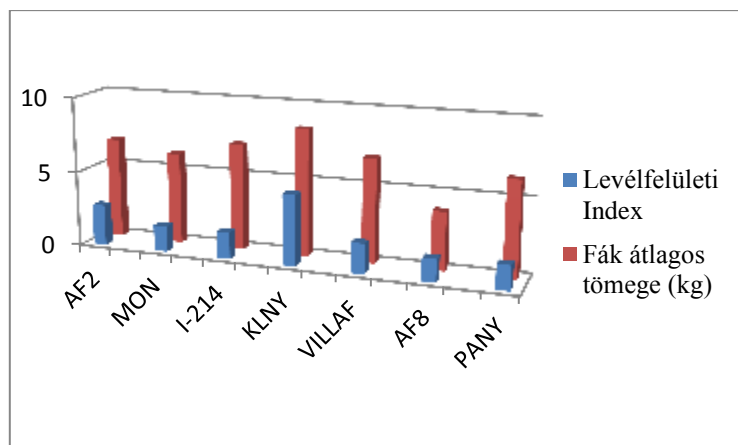
A részletes termőhely vizsgálat igazolta, hogy a terület északi és déli fele között jelentős termőhelyi és víztartó képességbeli különbségek vannak. Ez a fák növekedésében is szemmel látható különbségeket okoz. A becsült tömeg alapján több mint kétszer akkora tömeget produkált az AF2 nemesnyár fajta a terület északi parcellájában, mint a déli részen, ezt fatömegbeli különbséget szemlélteti a 1. ábra.



1. ábra

Levélfelületi Index és az egyes fák tömegének összefüggése

Szakirodalmi adatok szerint szoros összefüggés van a levélfelületi index és a fatömeg között. A méréseink is ezt igazolják. A nagy a levélfelületi indexszel és a nagyobb növőtérrel rendelkező fák sokkal jobb növekedésűek és ennek köszönhetően lesz nagyobb az általuk produkált fatömeg.



2. ábra

Felhasznált irodalom

- ALAFAS N., PELLIS A., NIINEMETS U., CEULEMANS R. (2005): Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. II. Clonal and year-to-year differences in leaf and petiole characteristics and stand leaf area index
- BARKÓCZY, Zs., IVELICS, R. (2008): Energetikai célú ültetvények. Magán-erdőgazdálkodási Tájékoztató Iroda, Erdészeti kisfüzetek, Sopron
- GOCKLER L. (2010): Fás szárú energiaültetvények a mezőgazdaságban, Mezőgazdasági Technika.
- KUNGLI J. (2012) Fás szárú energiaültetvények termőhelyi és hozamvizsgálata Devecser térségében
- LIBERLOO M., GIELEN B., CALFAPIETETRA C., VEYS C., PIGLIACELLI R., SCARASCIA-MUGNOZZA G., CEULEMANS R. (2003): Growth of a poplar short rotation coppice under elevated atmospheric CO₂ concentrations (EUROFACE) depends on fertilization and species
- NATHALIE J. J. BRÉDA (2003): Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies
- NEMZETI FEJLESZTÉSI MINISZTERIUM (2011): Magyarország megújuló energia hasznosítási cselekvési terve 2010-2020
- RÉDEI, K., CSIHA, I., VEPERDI, I. (2009): Energiaerdők, faültetvények, új területhasznosítási lehetőségek. Magyar Tudomány, 170. évf., 2009/2. sz.
- SOMOGYI, Z. (1999): Az energianövények termesztésének és hasznosításának magyarországi helyzete különös tekintettel az európai Unió 5. K+F Keretprogramjához való integrálódás elősegítésére. Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság
- <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2011/12/renewable-energy-recap-hungary> (2013. 01. 20.)
- <http://zoldtech.hu/cikkek/20081126-energiaultetvények> (2013. 01. 10.)

A SZARVASGOMBA HASZNOSÍTÁS ALAKULÁSA

SZILÁGYI ANNAMÁRIA, SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS KATALIN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
szilagyancsi87@gmail.com

Bevezetés

A szarvasgomba már az ókorban is ritka, gasztronómiai különlegességnek számított. Napjainkban újra reneszánszát éli, számos országban, például Franciaországban, Olaszországban nagy múltra tekint vissza, mind a fogyasztása, mind az értékesítése. A különleges gombafajról csekély kutatási és irodalmi ismeretekkel rendelkezünk. Mivel kiemelt értéket képvisel és egyre jobban előtérbe kerül a hasznosítása ezért fontos lenne részletesebben, minél szélesebb körben megismerni, kiemelt értéket képvisel. A nyári szarvasgomba értékesítési ára akár 200 euro is lehet, amely évről évre emelkedik.

Magyarországon a XIX. század végén fordultak tudományos érdeklődéssel a szarvasgomba felé, azonban hazai viszonylatban sajnos még elég kevés ismerettel rendelkezünk erről a gombafajunkról, valamint a termés mennyiségét és minőségét befolyásoló tényezőkről. Nagy értéket képvisel, ezért lenne fontos, hogy minél szerteágazóbb információink legyen atekintetben, hogy milyen lehetőségünk van a termés mennyiségének, minőségének növelésére, és mely tényezők befolyásolják ezeket.

Magyarország kiválóan alkalmas természeti adottságainak (meszes talajok) köszönhetően szarvasgomba gyűjtésére, termesztésére. Az ország egyik legnagyobb lelőhelye a Jászságban található tölgyesek, ezek közül is kiemelkedő a Jásziványi „Kis erdő” és a Jászkiséri „Tomi erdő”. A területen található leggyakoribb szarvasgombafaj a nyári szarvasgomba (*Tuber aestivum*) illetve a kisebb jelentőséggel bíró téli szarvasgomba (*Tuber brumale*). Hazánkban jelenleg nem található szarvasgomba feldolgozó üzem, viszont a közeljövőben várhatóan létesül, de addig külföldre, túlnyomórészt Olaszországba, Franciaországba történik az exportálás éttermekbe, boltokba, különböző kifelhasználók részére.

(Vizsgálati anyag és módszer)

Vizsgálati eredmények

A sokféle földalatti gomba közül Európában csak három szarvasgombának van jelentős piaca, a francia és olasz alapokon nyugvó csúcsgasztronómia alapanyagai közé.

A három fő faj a francia szarvasgomba (*Tuber melanosporum*), az isztriai, külföldön fehér szarvasgombaként ismert (*Tilia magnatum*) és a nyári vagy burgundi szarvasgomba (*Tuber aestivum*)

A francia szarvasgomba Spanyolországban, Olaszországban és Franciaország déli területein terem. Világszerte nagy eredményeket értek el termesztésével, főként Ausztráliában. A gomba ára 400-1.000 Euro/kg között mozog. Az elit éttermek használják fel, amelyek köszönhetően vezető világpiaci termék, az asztalok fekete gyémántjának is nevezik.

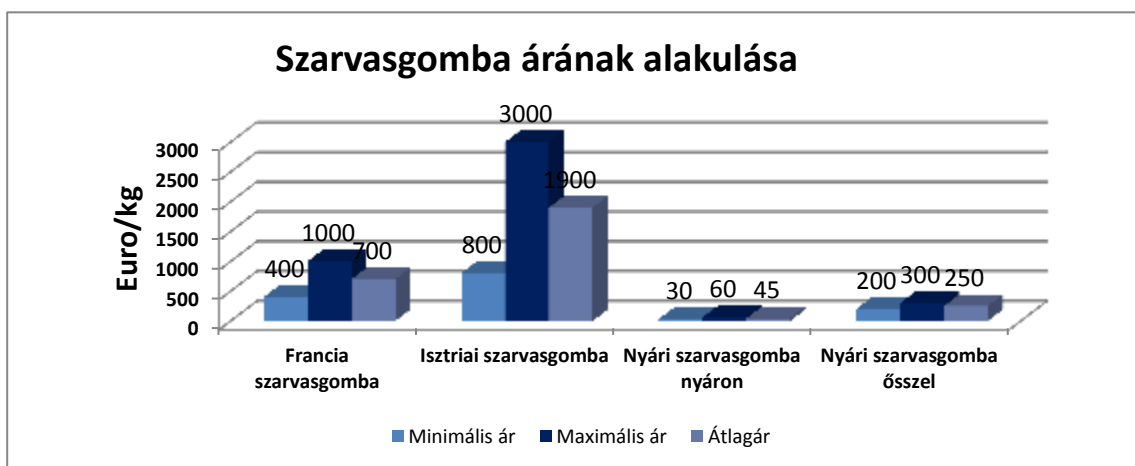
Az isztriai szarvasgomba a legdrágább, legexkluzívabb, első minőségi osztályú 800-3000 Euro/kg is lehet, emiatt csak a friss hasznosításra nem alkalmas darabokat tartósítják (20-40 %).

Magyarországon legnagyobb mennyiségben a Jászságban fordul elő a nyári szarvasgomba. Az olcsó beszerezhetősége többféle felhasználást tesz lehetővé. Nyári időszakban, amikor

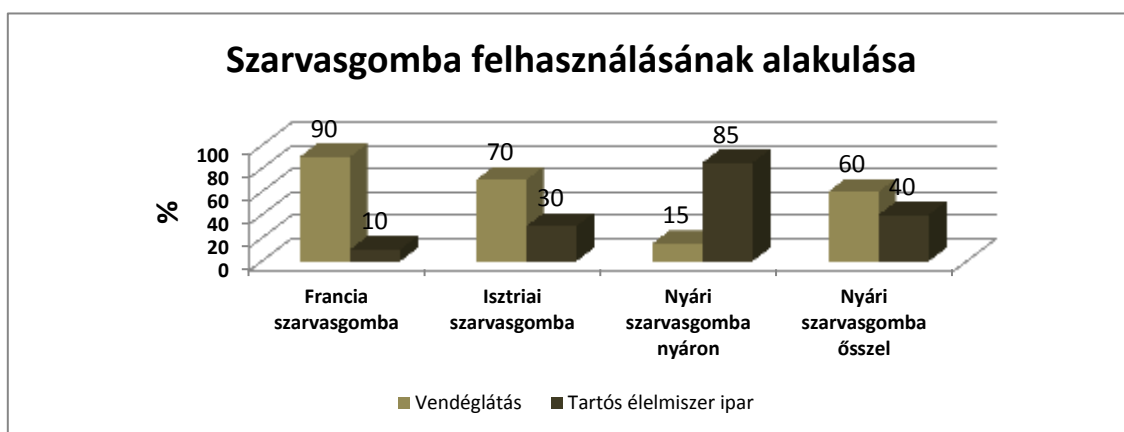
Európában jelentős a termésmennyiség akkor leginkább olaszországi felhasználásról beszélhetünk, ahol a konzervipari felhasználás mellett fűszernövényként is alkalmazzák, tészták sajtok ízesítésére. A magyarországi termés 20-40 tonna körül alakul évente. A nyári időszakban gyűjtött gomba 10-20%-a kerül frissen az éttermekbe, amíg az őszi (jobb minőségű) esetén 30-60%-a. A nyári szarvasgomba ára változó: korai gyűjtésben 30-60 euro/kg, később (szeptembertől), amely érettebb, zamatosabb és burgundi szarvasgombaként is említik a szakirodalmak 200-300 euro/kg is lehet. 2010-ben az átlagára 12.000, 2011-ben 21.000, 2012-ben pedig 35.000 Ft/kg-onkénti áron értékesítették a gyűjtők.

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

Hagyományosan 3 európai szarvasgombának van jelentős piaca, amelyből 95-99% exportra kerül. Áruk változó, mivel sok tényező befolyásolja minőségét, mennyiségét, elérheti akár a 3000 Euro/ kg-ot is, ahogy a 2. ábra is mutatja. Főleg éttermeknek értékesítik a friss, jó minőségű triflát, míg a többit a tartós élelmiszeriparban használják fel az 1. ábrán látható arányban.



1. ábra: Szarvasgomba felhasználásának alakulása



2. ábra: Szarvasgomba árának alakulása

Felhasznált irodalom

BAGI, I., FEKETE A. O. (2007): A szarvasgombász mesterség, Kultúrtörténet, gyűjtés, Kárpát medencei fajok, kereskedelem, termesztés, gasztronómia. Szerzői kiadás, Budapest.
 HOLLÓS L. (1911): Magyarország földalatti gombái, szarvasgomba félei, K. M. Természettudományi Társulat, Budapest.

NEVELŐVÁGÁSOK HATÁSA A FATERMÉSRE ERDEIFENYVESEKBE

VEPERDI GÁBOR

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Sopron
veperdi@emk.nyme.hu

Bevezetés

Senki nem vonja kétségbe, hogy a szakszerű nevelővágásokkal a visszamaradó faállomány értéke és állékonysága – esetenként jelentős mértékben – növelhető. Az is általánosan elfogadott, hogy az erdőben végzett előhasználat a természetes gyérülés során egyébként pusztulásra ítélt és többnyire veszendőbe menő faanyag megmentése révén a fahasználat jelentősen fokozható.

A nevelővágások által a fatermésre (a faállományok összfatermésére) gyakorolt pozitív hatás értékelése viszont hosszú ideje megosztja a hazai szakmai közvéleményt. Sokan vélik úgy, hogy a nevelővágások csak a faállomány minőségére hatnak pozitívan, a fatermés mértékére nem.

E kérdés régóta foglalkoztatja a szakmai közvéleményt. Gertheis Antal erdőmérnök, az Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ (OMgK) tudományos munkatársa 1963-ban egy részletes, 74 irodalmi forrást feldolgozó témadokumentációban ismerteti az adott témakör nemzetközi irodalmát (GERTHEIS, 1963). A témakör magyar nyelvű szakirodalmá igen szegényes, e kérdéskör többnyire érintőlegesen merül fel egyéb tárgyú publikációkban.

A kérdés eldöntését nagymértékben megnehezíti, hogy a részletes vizsgálathoz olyan adatsorokra van szükség, amely a faállomány első nevelővágásától kezdve nyilvántartja az előhasználatok során kikerülő faanyag mennyiségét, mivel az összfatermés csak ezzel a módszerrel becsülhető reális mértékben. Ilyen adatsorokat az Erdészeti Tudományos Intézet keretében a Solymos Rezső által kezdeményezett hosszúlejárátú erdőnevelési és ültetési hálózati kísérletek tudnak biztosítani (BÉKY *et al.* 1991; BIRCK *et al.* 1962).

Vizsgálati módszerek

Vizsgálataim során a Solymos Rezső által az Erdészeti Tudományos Intézet Erdőművelési és Faterméstani Osztályán létesített, majd a későbbiekben általam több alkalommal felvett erdeifenyő hosszúlejárátú erdőnevelési és ültetési hálózati kísérletek *publikált adatsorai* alapján vettem egybe a különböző erélyű nevelővágásokkal kezelt, illetve a kezeletlenül hagyott kontroll parcellák összes fatermésének alakulását (VEPERDI, 1998 a,b,c,d). A Csehimindszent 10 J, K erdőrészekben lévő erdeifenyő ültetési hálózati kísérlet parcelláit, miután munkámat az Erdőmérnöki Karon folytattam, az Erdészeti Tudományos Intézet hozzájárulásával két hallgató is felvette diplomatervük készítése során (KISS, 2012; MEGYERI, 2003).

Az Erdészeti Tudományos Intézet hosszúlejárátú erdőnevelési és ültetési hálózati kísérleteinek alapvető sajátossága, hogy – a kísérleti tömb nagyságától, illetve a parcellák számától függően – egy vagy több úgynevezett kontroll-parcella kerül kialakításra, amelyekben a kísérlet időtartama alatt semmiféle nevelővágás nem történik. Mindez lehetővé teszi, hogy az érintetlenül hagyott, illetve a különböző erélyű nevelővágásokkal érintett parcellák fatermését (vagyis: az összes fatermést) egybe tudjuk vetni.

Megjegyzendő, hogy az összfatermést csak úgy lehet kiszámítani, hogy ha a kezdetektől fogva regisztráltuk az előhasználat, illetve az időközben képződött száradék fatérfogatát. Az Erdészeti Tudományos Intézet Erdőművelési és Fatermési Osztály által létesített

hosszúlejárátú erdőnevelési és ültetési hálózati kísérletek éppen ezért alkalmasak a nevelővágások által a fatermésre gyakorolt hatás vizsgálatára, elemzésére, mivel az előhasználatok és a száradék volumenét az esetek többségében a kísérleti parcellák ültetésétől kezdve figyelemmel tudtuk kísérni.

A vizsgálatot az alábbi három erdeifenyő ültetési hálózati kísérleti tömb publikált adatai alapján végeztem el (a zárójelben lévő szám: a faállományok életkora az utolsó felvételtkor):

- Csehimindszent 8 C, D ültetési hálózati kísérlet (47 év)
- Szemenye 10 B, 11 B ültetési hálózati kísérlet (26 év)
- Csipkerek 10 A erdőnevelési kísérlet (48 év)

A fakészletet a Király-féle fatérfogat-függvénnyel számítottam. Külön kezeltem a főállomány, a mellékállomány és a száradék fakészletét.

Az összfatermés kiszámítása: a legutóbb mért élőfakészlethez hozzáadtam az addigi előhasználati fatérfogatot. Külön kezelve mindehhez hozzászámítottam a legutóbbi faállomány-felvételeig képződött száradék fatérfogatát.

Kísérleti tömbönként átlagoltam a gyérített és a kontroll parcellák átlagos összes fatermését, száradék nélkül és száradékkal. (A különböző erélyű nevelővágások hatására jelen írás keretében nem térek ki.)

Eredmények

A fent leírt módon rendszerezett adatokból az alábbi táblázat (1. táblázat) összesíthető:

1. táblázat: A kísérleti területek összfatermése száradék nélkül és száradékkal

Kísérleti terület	Életkor	Kezelt parcellák átlagos fakészlete		Kontrollparcellák átlagos fakészlete		Eltérés	
		Száradék nélkül	száradékkal	Száradék nélkül	száradékkal	Száradék nélkül	száradékkal
	(év)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha)	%	%
Csipkerek 10 A	48	472	490	359	423	-24,0%	-13,7%
Csehimindszent 8 C, D	47	403	474	321	500	-20,4%	5,5%
Szemenye 10 b, 11 B	26	291	319	271	320	-7,0%	0,3%

Az erdőnevelési kísérleti terület (Csipkerek) adatai arról tanúskodnak, hogy a nevelővágással nem érintett kontrollparcellák összfatermése szignifikánsan alacsonyabb a nevelővágásokkal érintett parcellák fatermésénél, a száradék beleszámítása nélkül csaknem a negyedével, a száradék beszámításával 13,7%-kal.

A száradék beleszámítása a fatermésbe kétségkívül vita tárgyát képezheti. Egyrészt jogosnak ítéltető, mivel a kontrollparcellák faállományában nevelővágások híján jóval intenzívebb volt a természetes száradékképződés (gyérülés), és a megfelelő időben és kellő eréllyel elvégzett nevelővágások jelentősen lecsökkentették volna a száradékként kieső faanyagot, jó esetben akár hasznosítani is lehetett volna a (főként idősebb korban) az előhasználat során kivágott mellékállomány nagy részét. Ebből a megfontolásból kiindulva a száradék beleszámítása az összfatermésbe jogosnak vélhető. Másrészt viszont a száradékként, a természetes gyérülés során kieső, túlnyomó többségükben alászorult faegyedek hasznosíthatósága mindenképpen kétséges. Jelen előadásban nem tűztem ki célul e kérdés eldöntésére javaslat kidolgozását, ezért mindkét adatot feltüntettem az 1. táblázatban.

Az idősebb ültetési hálózati kísérlet (Csehimindszent) adatait elemezve megállapítható, hogy a száradék nélküli összfatermés a kontrollparcellák esetében 20%-kal alacsonyabb, ha viszont a száradékot is beleszámítjuk, akkor 5,5%-kal meghaladja a kezelt parcellák fatermését. Ez esetben minden bizonnyal jelentős szerepet játszott a különféle ültetési hálózatok alkalmazása.

A legfiatalabb (26 éves) ültetési hálózati kísérlet (Szemenye) adatainál ez a jelentős eltérés még nem mutatkozik, csupán 7%-kal alacsonyabb a kontrollparcellák fatermése száradék nélkül, száradékkal pedig szinte megegyezik. Ennek oka: a legutóbbi, 26 éves kori felvételig csupán egy, a faállomány 16 éves korában elvégzett tisztítás hatása érvényesül.

Összességében megállapítható, hogy a vizsgált kísérleti blokkok esetében az előhasználattal érintett parcellák fatermése, különösen az erdőnevelési kísérletben, jelentős mértékben meghaladja a nevelővágásokkal nem érintett kontrollparcellák fatermését.

Felvetődik a kérdés, hogy milyen folyamat eredménye a többletként megjelenő összfatermés? Az elsődleges ok: vastagsági növedék intenzívebbé válása. A nevelővágás után többlet növtér keletkezik, és az egyes faegyedek igyekeznek mihamarább kisajátítani ezt a növtérteret. A magassági növekedés lelassul, a vastagsági növekedés viszont erőteljesen felgyorsul. A fatérfogat-számításnál ($v = d^2 / 4 * \pi * h * f$) az átmérő négyzetesen szerepel, ez eredményezi a fatérfogat éves folyónövedékének felgyorsulását. Ez a folyamat a törzselemzések során szemléletesen kimutatható.

Összefoglalás

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a nevelővágások *növelik* a faállományok összes fatermését.

A fenti eredmények erdeifenyő kapcsán lettek levezetve, mivel azonban e faterméstani törvényszerűség vélhetően általános, más fafajok esetén is célszerű vizsgálatokat végezni, az összfatermés adatokkal rendelkező mintaterületeken.

Felhasznált irodalom

- BÉKY A., BONDOR A., GABNAI E., HAJDU G., HALUPA L. KISS R., MENDELIK G., RÉDEI K., SOLYMOS R. ÉS VEPERDI G. (1991): A hosszúléjartatú erdőnevelési és fatermési kísérleti területek létesítésének, felvételének és fenntartásának továbbfejlesztett irányelvei. Erdészeti Kutatások. Vol.82–83.II.:198–213. ERTI, Budapest
- BIRCK O., KISS R., MÁRKUS L., SOLYMOS R. ÉS TALLÓS P. (1962): A hosszúléjartatú erdőnevelési és faterméstani kísérleti területek kitérésének, felvételének és fenntartásának irányelvei. Erdészeti Kutatások. Vol. 58. 217-259. ERTI, Budapest
- GERTHEIS A. (1963): A nevelővágások néhány faterméstani vonatkozása. Témadokumentáció. Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs központ. Budapest
- KISS CS. (2012): Erdeifenyvesek növekedésmenetének vizsgálata a Csehimindszent 8 C, D erdőrészletben lévő ültetési hálózati kísérleti tömbben. Diplomaterv. Sopron
- MEGYERI Á. (2003): Erdeifenyvesek növekedésmenetének faterméstani vizsgálata a Kemenesháton. Diplomaterv. Sopron
- VEPERDI G. (1998) (a): Peresznye állabok erdőlése. Erdészeti Kutatások, Vol.88, 45–52. ERTI, Budapest
- VEPERDI G. (1998) (b): A Csehimindszent 10 J, K erdeifenyő ültetési hálózati kísérlet eddigi eredményeinek összefoglalása. Budapest, ERTI kutatási jelentés.
- VEPERDI G. (1998) (c): A Szemenye 10 B, 11 B erdeifenyő ültetési hálózati kísérlet eddigi eredményeinek összefoglalása. Budapest, ERTI kutatási jelentés.
- VEPERDI G. (1998) (c): Hosszúléjartatú erdeifenyő erdőnevelési kísérletek kezelése a Csipkerek 10 A és 10 B erdőrészletekben. Budapest, ERTI kutatási jelentés.

TERMÉSZETVÉDELMI SZEKCIÓ

1. **ELEKNÉ FODOR VERONIKA, PÁJER JÓZSEF:** Környezeti információs rendszerek alkalmazása a környezeti hatásvizsgálatok során
2. **EREDICS ATTILA, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN, RÁKOSA RITA, BADÁ CZY DOROTTYA, RASZTOVITS ERVIN, MÓRICZ NORBERT, VIG PÉTER:** Erdei fák fiziológiai regressziói és a meteorológiai paraméterek közötti korrelációk időfüggése
3. **HERKE ZOLTÁN, CSERNY TIBOR, MAGYAR BALÁZS, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN:** Inhibíciós és aktiválási mechanizmusok érzékelési lehetőségei biokatalitikus kármentesítések alkalmazása során
4. **HORVÁTH-SZOVÁTI ERIKA:** A főkomponens-analízis és faktoranalízis alkalmazhatósága erdészeti és környezettudományi kutatásokban
5. **HOFMANN TAMÁS, ALBERT LEVENTE:** Polifenolok mennyiségi meghatározása bükk (*Fagus sylvatica L.*) levélben HPLC-MS/MS eljárással
6. **NEBEHAJ ESZTELLA, STEFANOVITSNÉ BÁNYAI ÉVA, HOFMANN TAMÁS:** Falevelek totálfenol tartalmának és antioxidáns értékének meghatározása különböző fafajok esetében
7. **NÉMETH ZSOLT ISTVÁN:** Az állapotfüggő és a súlyponti korrelációk kapcsolata biológiai rendszerekben
8. **PÉCSINGER JUDIT, POLGÁR ANDRÁS, PINTÉRNÉ NAGY EDIT, ELEKNÉ FODOR VERONIKA:** Földhasználat környezetvédelmi elemzése a klímaváltozás tükrében
9. **RÁKOSA RITA, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN:** Korrelációk a lombzat UV-VIS fényelnyelési spektrumában
10. **TÓTH ANDRÁS JÓZSEF, MIZSEY PÉTER:** Metanol tartalmú technológiai hulladékvizek kezelése
11. **VISINÉ RAJCZI ESZTER, HOFMANN TAMÁS, ALBERT LEVENTE:** Különböző származású bükk (*Fagus sylvatica L.*) egyedek levél extraktanyagainak összehasonlító vizsgálata

KÖRNYEZETI INFORMÁCIÓS RENDSZEREK ALKALMAZÁSA A KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATOK SORÁN

ELEKNÉ FODOR VERONIKA, PÁJER JÓZSEF

Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron
fveronika@emk.nyme.hu

Bevezetés

A környezeti hatásvizsgálatok száma évről évre nő. Az 1994-97 közötti időszakban évente átlagosan 10 %-kal nőtt a hatóságokhoz benyújtott hatástanulmányok száma. 1997-ben már több mint 500 tanulmány készült (PÁJER 2001), 2005-re pedig ez a szám már meghaladta a 750-et (CSEH *et al.* 2007). A szabályozott környezeti hatásvizsgálat rendeltetése, hogy megalapozza a környezeti követelmények érvényesítését az emberi tevékenységekkel, létesítményekkel kapcsolatos döntések meghozatalában.

A vizsgálathoz valós és megbízható környezeti információkra, és az azokat megalapozó naprakész, beszerezhető és hiteles környezeti adatokra van szükség (HIPEL *et al.* 1978). A központilag gyűjtött környezeti adatokat a környezeti információs rendszerek, környezeti adatbázisok tartalmazzák, amelyek segítséget nyújthatnak a hatásvizsgálatok kidolgozásához.

A kutatás során azt vizsgáltuk, hogy a környezeti hatásvizsgálat gyakorlati kivitelezésének adatigénye hogyan, mi módon, milyen mértékben biztosítható a központi adatbázisokból történő adatátvétellel. Feladatunknak tekintettük egy olyan adatjegyzék létrehozását, amely tartalmazza a környezeti hatásvizsgálat során a környezetállapot jellemzéséhez szükséges primer adatokat, valamint alapot jelenthet egy a hatásvizsgálat adatgyűjtési folyamatának támogatását célzó útmutató kidolgozásához. További célként tűztük ki a kutatás szempontjából lényegesnek tekinthető hazai környezeti információs rendszerek és adatbázisok adattartalmának, elérhetőségének és az adatok aktualitásának feltárását, értékelését.

Vizsgálati anyag és módszer

A kutatás első lépéseként tanulmányoztuk a környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozó közösségi (EU) és hazai jogszabályok adattartalomra vonatkozó előírásait, feltártuk az ezzel kapcsolatos szakirodalmat, valamint elkészült tanulmányok – előzetes vizsgálati dokumentációk, környezeti hatástanulmányok – dokumentumelemzését végeztük el. A vizsgálat során azokat az általános primer adatokat azonosítottuk, amelyek alkalmazását előírják a jogszabályok, illetve amelyeket a környezeti hatástanulmányok esetében a tanulmányokat készítő szakértők ténylegesen alkalmaztak. A kutatás során 40 db előzetes vizsgálati dokumentációt illetve 22 db környezeti hatástanulmányt vizsgáltunk meg. Ennek alapján általános adatjegyzéket állítottunk össze, amelyben csak azok az adatmezők szerepelnek, amelyek a statisztikai kiértékelés alapján a vizsgált hatástanulmányokban legalább 75%-os gyakorisággal fordultak elő.

Megvizsgáltuk a releváns adatbázisok és információs rendszerek adattartalmát, valamint az adatátvétel lehetőségét. A környezeti hatásvizsgálatok szempontjából azok a környezet leíró adatbázisok és információs rendszerek tekinthetők relevánsnak, amelyek az egyes környezeti elemekre vonatkozóan szolgálhatnak primer környezeti adatokkal. A 36 db vizsgálatba vont adatbázis, információs rendszer kiválasztásában elsődleges követelménynek az országos lefedettségű adattartalmat, az állami felügyeletet, és az egyszerű hozzáférést tekintettük. További kiválasztási szempontok alapján kiválasztottuk a

legfontosabb 15 környezeti adatbázist, amelyek tényleges jelentőségét, fontosságát kérdőíves megkérdezéssel mértük fel.

Összevetettük a környezeti hatásvizsgálat által igényelt adatok általános jegyzékét az információs rendszerek adattartalmával, és kimutattuk az átfedés mértékét. Az adatigény teljesíthetőségét az adatbázisokból való lekérdezéssel vizsgáltuk. A kapott eredmények alapján útmutatót dolgoztunk ki, amely tartalmazza az adatátvitelre ajánlott adatok körét, jellemzőit és forrását. A kutatás eredményeit egy konkrét esettanulmányon keresztül teszteltük.

Az eredmények alapján fejlesztési javaslatokat dolgoztunk ki annak érdekében, hogy a vizsgált környezeti információs rendszerek a környezeti hatásvizsgálatok során használhatóbb adatforrássá váljanak.

Vizsgálati eredmények

A hatástanulmányok tartalomelemzésével megállapítottuk, hogy a környezeti hatásvizsgálat szakaszai közül az alapállapot felvétel igényli és teszi lehetővé a központilag gyűjtött, primer adatok felhasználását.

A környezeti hatástanulmányok kiértékelése valamint a szakirodalom és jogszabályi előírások vizsgálata alapján meghatároztuk azokat a primer környezeti alapadatokat (1. táblázat), amelyek a környezeti állapot jellemzéséhez szükségesek, vagyis gyakoriságuk legalább 75%.

1. táblázat: A környezeti hatásvizsgálat törzsadat-igénye

<i>A környezeti hatásvizsgálat törzsadatai (általános)</i>	
<i>Föld, talaj</i> <ul style="list-style-type: none"> • domborzat, geomorfológia • földtani felépítés, alapközet • talajképző kőzet • terep-, lejtési viszonyok • genetikai talajtípus • talaj vízháztartása • talaj víznyelő- és vezető képessége • talajszerkezet • humuszos talajréteg vastagsága • talajtömörödés • fizikai talajféleség • talajrétegek elhelyezkedése, érzékenysége • talajvíz mélysége • védett földtani értékek 	<i>Levegő</i> <ul style="list-style-type: none"> • napsütéses órák száma • szél erőssége, uralkodó szélirány • csapadék mennyisége, gyakorisága • középhőmérsékletek • levegőminőség • háttérszennyezettség • érzékenységi, védettségi kategóriák
	<i>Víz</i> <ul style="list-style-type: none"> • felszíni vízfolyások, állóvizek elhelyezkedés, nagysága • vízáramlási viszonyok • mértékadó vízhozam • védett víztani értékek • vízi létesítmények, objektumok
<i>Élővilág, ökoszisztéma</i> <ul style="list-style-type: none"> • terület élőhely típusai, fajösszetétele • élőhelyfoltok • védett növényfajok, ritka növénytársulások • területen élő állatfajok, populációk • védett állatfajok 	<i>Táj</i> <ul style="list-style-type: none"> • területhasználat • tájhasználat • tájértékek • védett természeti területek
	<i>Település, művi elemek</i> <ul style="list-style-type: none"> • épített környezet közelsége, nagysága • beépítettség • kultúrtörténeti értékek, műemlékek • övezetek, terület funkciója
<i>Ember</i> <ul style="list-style-type: none"> • érintett lakosság nagysága • érintett lakosság összetétele (kor, nem) 	

A vizsgálat alapján megállapítottuk, hogy jelenleg a hatásvizsgálatot végző szakemberek munkájuk során általában a saját méréseik eredményeire (47%) támaszkodnak, és csak egyötöd részben (21%) használnak környezeti adatbázisokat, információs rendszereket (1. ábra). A Felügyelőséghez adatkérés céljából az esetek tizedénél (10%) fordulnak. A további szükséges környezeti adatokat, információkat 22%-ban egyéb forrásokból (szakirodalom, nyilvántartások) szerzik be.



1. ábra: Adatforrások megoszlása a környezeti hatásvizsgálat során

A kérdőíves válaszok alapján elkészítettük az egyes információs rendszerek illetve adatbázisok adott szempontok szerinti értékelését. A rendszerek általános megítélése igen vegyes volt. A válaszok közti legnagyobb eltérések a megbízhatóság tekintetében mutatkoztak. A válaszadók harmada találta ezeket a rendszereket megbízhatónak, de éppen ugyanannyian az adatok kétséges megbízhatósága miatt nem használnak információs rendszereket, és az adatokat csak tájékoztató jellegűnek tekintik. A rendszerek alkalmazása mellett az országos lefedettség, illetve a könnyű elérhetőség és használat szólt. Gyengességként a nem megfelelő adattartalmat és adatstruktúrát, illetve egyes adatok esetén a korlátozott hozzáférést vagy a magas árat említették. A válaszadók gyakorlatilag teljes körűen (96%) azt mondták, hogy a szükséges fejlesztések után biztosan használnák az említett adatbázisokat és rendszereket, hiszen nagymértékben támogatná a munkájukat.

A környezeti hatástanulmányok adatigényének illetve a környezeti információs rendszerek adattartalmának összevetését követően megállapítottuk, hogy a környezeti információs rendszerek adattartalma jelentős mértékben megfelel a környezeti hatásvizsgálatok általános adatigényének. A rendszerek az adatok döntő többségét (74%) tartalmazzák, vagyis ténylegesen alkalmasak a környezeti hatásvizsgálatok támogatására.

A törzsadatjegyzék felhasználásával valamint az egyes információs rendszerek vizsgálati eredményei alapján útmutatót dolgoztunk ki, amelynek minta részletét a 2. táblázatban mutatjuk be. Az útmutatóban megadtuk a környezeti hatásvizsgálatok alapállapot jellemzéséhez szükséges adatokat, továbbá az adatmodellt, az adatok geometriáját és megjelenítési módját.

2. táblázat: A kidolgozott útmutató részlete

Környezeti adat	Adatforrás	Adatmodell, geometria, megjelenítés		Megjegyzés
napsütéses órák száma	OMSZ	térképen ábrázolva az évi átlagos napfénytartam (1971-2000 közötti időszak alapján)	szöveges jellemzéssel (óra), foltszerűen ábrázolva	Általános leírás térképes ábrázolással a honlapról elérhető. Konkrét éves adatsorok (havi, napi lebontásban) díjfizetés ellenében lekérhető
szél erőssége, iránya	OMSZ	térképen ábrázolva az évi átlagos szélesség és az uralkodó szélirány (2000-2009 közötti időszak alapján)	szöveges jellemzéssel (m/s és égtáj), foltszerűen ábrázolva	
csapadék mennyisége	OMSZ	térképen ábrázolva az átlagos éves csapadékösszeg (1971-2000 közötti időszak alapján)	szöveges jellemzéssel (mm), foltszerűen ábrázolva	
középhőmérsékletek	OMSZ	térképen ábrázolva az évi átlagos középhőmérséklet (1971-2000 közötti időszak alapján)	szöveges jellemzéssel (°C), foltszerűen ábrázolva	
levegőminőség	OLM	légszennyezők koncentrációja számértékkel megadva: NO ₂ , NO _x , CO, SO ₂ , O ₃ , szálló por (PM10)	mért értékek (µg/m ³) és azok alapján levegőminősítés (5 fokozatú skálán)	

Összegzés

A vizsgálat során összeállított adatjegyzék, illetve az erre épülő útmutató általánosan alkalmazható a környezeti hatásvizsgálatok folyamatában. A szakértői munka hatékonyabbá tétele érdekében azonban további célunk, a környezeti hatásvizsgálatok általánosan meghatározott törzsadatainak bővítése létesítmény-specifikus környezeti adatokkal.

Felhasznált irodalom

- ELEKNÉ FODOR V. (2013): Környezeti hatásvizsgálatok támogatása információs rendszerekkel. Doktori értekezés. NYME, Sopron, 128 pp.
- HIPPEL K. W., LETTENMAIER D. P., MCLEOD A. I. (1978): Assessment of environmental impacts. Part one: Intervention analysis. Environmental Management 2(6):529-535
- CSEH S., KOVÁTSNÉ NÉMETH M., PÁJER J. (2007): A környezetvédelmi engedélyezés követelményei, gyakorlata és fejlődés iránya. Projekt zárójelentés. NYME KKK, Sopron
- PÁJER J. (2001): A környezeti hatásvizsgálatok alkalmazásának elemzése. In: Erdészeti lapok CXXXVI. évf. 6. szám

ERDEI FÁK FIZIOLÓGIAI REGRESSZIÓI ÉS A METEOROLÓGIAI PARAMÉTEREK KÖZÖTTI KORRELÁCIÓK IDŐFÜGGÉSE

EREDICS ATTILA¹, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN², RÁKOSA RITA², BADÁ CZY DOROTTYA²,
RASZTOVITS ERVIN¹, MÓRICZ NORBERT³, VIG PÉTER¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron
aeredics@yahoo.com

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémiai Intézet, Sopron

³ Austrian Institute of Technology, Wien, Austria

Bevezetés

A növényi lombozat és a környezet kölcsönhatásának egyik új keletű megközelítése az állapotfüggő korreláció koncepció (NÉMETH *et al.* 2009A; NÉMETH 2009B). A lombozat, mint szabályozott biológiai rendszer, fiziológiás sajátosságait mindenkor az aktuális környezeti körülményekhez próbálja igazítani (BADÁ CZY *et al.* 2011; NÉMETH 2013). Ez a növényi adaptáció pedig megnyilvánul a fiziológiás anyagcsere-változók regressziói és a meteorológiai tényezők korrelációs kapcsolataiban is (NÉMETH 2013).

A növényi lombozatnak a környezeti körülmények módosulásaira adott válaszreakciói a biológiai rendszer tehetetlenségéből fakadó időkésleltetéssel jelentkeznek. A növényi lombozat adaptációja jellemezhető az időállandókkal, valamint a környezeti körülmények és a válaszreakciók közötti átviteli (erősítési) tényezőkkel.

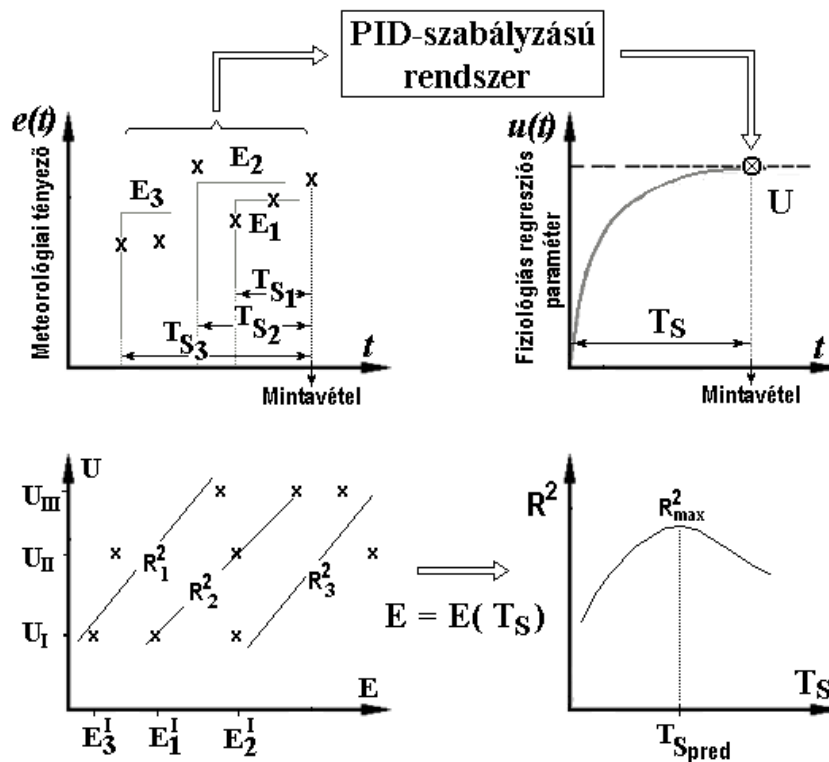
A biológiai rendszerek komplex anyagcsere-szabályozása magában foglalja a gének vezérelt átírását, az enzimek szintézisét és lebontását, az enzimaktivitások kaszkádszabályozáson és/vagy szabályozó ágenseken keresztül utólagos módosításait és a hormonháztartás működtetését. Németh 2009-ben a biológiai és a technológiai rendszerek analógiái alapján bizonyította, hogy a génműködés és az enzimmennyiségek szintézisen és lebontáson keresztül módosítása arányos (proporcionális, P) rendszerviselkedésnek felel meg, amíg a szabályozó enzimek aktivitásváltoztatása integrális (I) típusú. A hormonhatásnak pedig a differenciális technológiai vezérlés (D) az analógja (NÉMETH 2009B; NÉMETH 2013). Az anyagcsere szabályozása tehát PID szabályozó típusú. A biológiai és a technológiai rendszerek analógiái (NÉMETH 2009B) teremtik meg annak a lehetőségét, hogy a biológiai rendszer válaszreakcióit a technológiai szabályozásmélet és rendszerdinamika módszereivel is értelmezzük, ill. értékeljük. A környezeti körülmények és a biológiai rendszer kapcsolata jelképesen oly módon értelmezhető, hogy a környezeti tényezők értékváltozása módosítja a PID-szerű biológiai szabályzás viszonyítási paramétereit (gének ki-bekapcsolási gyakoriságai, enzimkoncentrációk, stb). Szabályozott technológiai rendszerek időállandóinak (T_i) és átviteli tényezőinek (K_{Ri}) egyik egyszerű, kísérleti meghatározásánál a technológiai szabályozó alapjelét ($e(t)$) egységgrádszerűen (lépcsőfüggvény) módosítják, s ehhez társítva a szabályozott jellemző válaszreakcióját ($u(t)$) időben rögzítik (1. ábra).



1. ábra: Rendszer időállandók (T , T_s) és átviteli tényező (K_R) meghatározása dinamikai válaszreakcióból

Az alapjel ugrásszerű változásának értékéből (E), az idővel állandósuló szabályozott jellemző értékéből (U), és a dinamikai válasz, mint időfüggvény kezdeti pontjához tartozó érintő egyenes egyenletéből az átviteli tényezők és az időállandók az 1. ábra alapján megbecsülhetők.

Kifejlett erdei fák esetében sajnos nincs mód a meteorológiai tényezők lépcsőugrásszerű időbeli megváltoztatására. De lehetőség van a vizsgálandó faegyedek közvetlen környezetében a meteorológiai tényezők monitorozására, értékeiknek időbeli rögzítésére. A mintavételi időpontot megelőző meteorológiai adatsorokból integrál-középtértékek származtatásával olyan jelképes meteorológiai lépcsőugrás függvények származtathatóak (lásd 2. ábra; E_1, E_2, E_3 lépcsőfüggvények), amelyek a mintázott levél fiziológiás regressziójának valamelyik paraméterét (U : meredekség, tengelymetszet vagy határozottsági fok) meghatározhatják.



2. ábra: Meteorológiai tényezők különböző időtartalmú integrál-középtértékeinek hozzárendelése a növényi lombzat állapotfüggő regressziós paramétereikhez

Az E_1, E_2, E_3 , stb. lépcsőugrás hatások közül valamelyik egy K_R átviteli tényező mellett az U regressziós paraméterhez rendelhető. Különböző környezeti körülményeknél a növényi lombzatot jellemző, U_I, U_{II}, U_{III} , stb. regressziós paraméterekhez a hozzájuk tartozó $E_1^I, E_2^I, E_3^I, \dots, E_1^{II}, E_2^{II}, E_3^{II}, \dots, E_1^{III}, E_2^{III}, E_3^{III}, \dots$ stb. meteorológiai lépcsőugrás értékeket társítva származtathatók az adott T_S stacionerizálódási időtartamokhoz tartozó U versus E lineáris regressziók. Ezek közül a legmagasabb határozottsági fokú (R_{max}^2) valószínűsíti a PID-szerű biológiai szabályzás valóságos U versus E kapcsolatát, és amelynek meredeksége a növényi lombzat K_R értékét szolgáltatja. A határozottsági fokok ($R_1^2, R_2^2, R_3^2, \dots$) tehát T_S függvényében lokális maximummal (R_{max}^2) rendelkeznek, és az ehhez tartozó időtartam-értékét nevezzük a lépcsőugrásszerű meteorológiai hatás által indukált dinamikai változás T_{Spred} stacionerizálódási időtartamának (2. ábra).

A vázolt gondolatmenettel tehát arról kapunk információt, hogy a lombzat mintázásának időpontjában fennálló kvázi stacionárius fiziológiás állapot milyen átviteli tényezőjű és

stacionerizálódási időtartamú dinamikai változásnak lehet a következménye, ill. ezt a kvázi stacioner állapotot milyen lépcsőugrásszerű meteorológiai változás idézhette elő. A szabályozásméleti analógiák alapján a biológiai rendszerek stabilitása a K_R és a T_S értékek által jellemezhető: minél kisebb a K_R és minél nagyobb a T_S értéke, a szabályozás stabilitása annál nagyobb mértékű. A növényi lombzat K_R és a T_S értékei alapján a faegyedek meteorológiai tényezők által indukált stressz-, ill. adaptációs állapotai megkülönböztethetők.

Vizsgálati anyag és módszer

A vizsgálatokhoz a levélmintákat a Soproni-hegységben található hidegvíz-völgyi Magasbérc Artificial Drought (MAD) kísérlet mintaterületén gyűjtöttük. A meteorológiai paraméterek a közeli bükkös mérőkert mikrometeorológiai tornyának tíz perces mérési időközű adatsorából származnak: lombkorona felett mért léghőmérséklet (T) és relatív páratartalom (R_h , szenzor: Vaisala HMP45A), sugárzási egyenleg (szenzor: Kipp&Zonen CNR 1), szélesebb és légnyomás. A mért adatokból Hardy (1998) alapján számítottuk a légköri telítési hiányt (D), és Penman-Monteith módszerrel a potenciális evapotranspirációt (PET), melyhez a helyben nem mért kalibrációs paramétereket Foken-től (2008) vettük, mivel a későbbi elemzésnél a tényleges érték nem játszik szerepet, csak a légköri párologtatási kényszer időbeli változása.

A $T_{S_{pred}}$ stacionerizálódási időtartamok megállapításához a meteorológiai paraméterek idősorából kiszámítottuk a mintavételt megelőző különböző hosszúságú időszakok átlagértékeit ($T_S = 1, 2, 3$ óra ... 3 hét), és a különböző stacionerizálódási idővel számított átlagértékeket ($T(T_S)$, $R_h(T_S)$, $D(T_S)$, $PET(T_S)$) korreláltattuk a fiziológiai regressziók paramétereivel.

A vizsgálatokhoz a levélmintákat két-két középkorú (62 éves) kocsánytalan tölgy (T2 és T24) és bükk (B3 és B18) faegyedről gyűjtöttük, 2012. május 14. és szeptember 19.-e között, összesen 6 alkalommal. A legalább 7 kifejlett és ép levelet tartalmazó ágakat a lombkorona felső részéből, minden alkalommal ugyanarról az ágról gyűjtöttük, reggel 8 és fél 9 között. A levágott ágakat azonnal vízbe állítottuk, és a minták feldolgozását egy órán belül megkezdtük. Faegyedenként 7 levélen vizsgáltuk a glükóz és fruktóz koncentrációt, valamint felvettük a levelek UV-VIS-NIR tartományú reflexiós spektrumait.

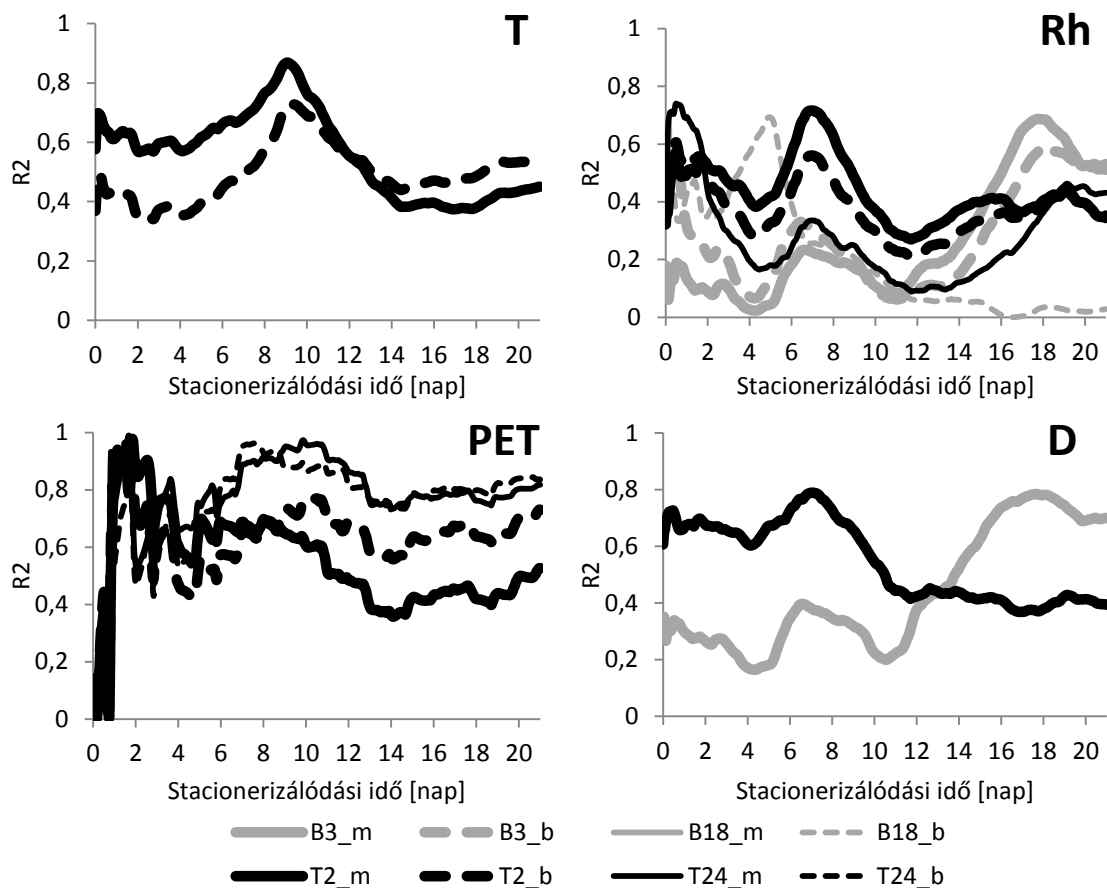
A glükóz és fruktóz koncentrációt Sárdi OPLC elválasztási módszerével mértük (KOVÁCS-NAGY *et al.* 2008). A 7 levélben mért glükóz és fruktóz koncentrációk pontjaira regressziós egyeneseket illesztettünk, és a regressziók paramétereinek (m : meredekség, b : tengelymetszet, R^2 : szórásnégyzet) stacionerizálódási idejét kerestük.

A reflexiós spektrumokat Shimadzu UV3101PC spektrofotométerrel mértük a 200-2600 nm-es hullámhossz tartományban. A spektrumokat MSC (Multiplicative Scatter Correction) adatelőkészítési eljárással korrigáltuk, majd faegyedenként és mintavételenként kiszámítottuk a 7 levél reflexiós spektrumainak autokorrelációját a (Pearson R), amely megmutatja, hogy a 7 levélminta reflexiós spektrumainak mely hullámhosszai között van erősebb illetve gyengébb lineáris kapcsolat. De mivel ez az autokorreláció a különböző mintavételi időpontokban eltérő mintázatot mutat, a további elemzéshez használt hullámhossz párok azonosítása a 6 mintavételi időpont autokorrelációjának átlaga alapján történt: előre definiált hullámhossz tartományokban megkerestük az autokorreláció lokális maximumát illetve az ehhez tartozó hullámhosszakot. Az így kiválasztott hullámhossz párok esetében a 7 levél pontjaira a glükóz és fruktóz koncentrációkhoz hasonlóan regressziós egyeneseket illesztettünk, és a továbbiakban ezen regressziós egyenesek paramétereinek (m , b , R^2) stacionerizálódási idejét kerestük. A további elemzésekből kihagytuk azokat a regressziós paramétereket,

melyeknél a stacionerizálódási idő mindössze néhány órára adódott, mert az ilyen gyors folyamatok elemzése meghaladja a jelen dolgozat kereteit.

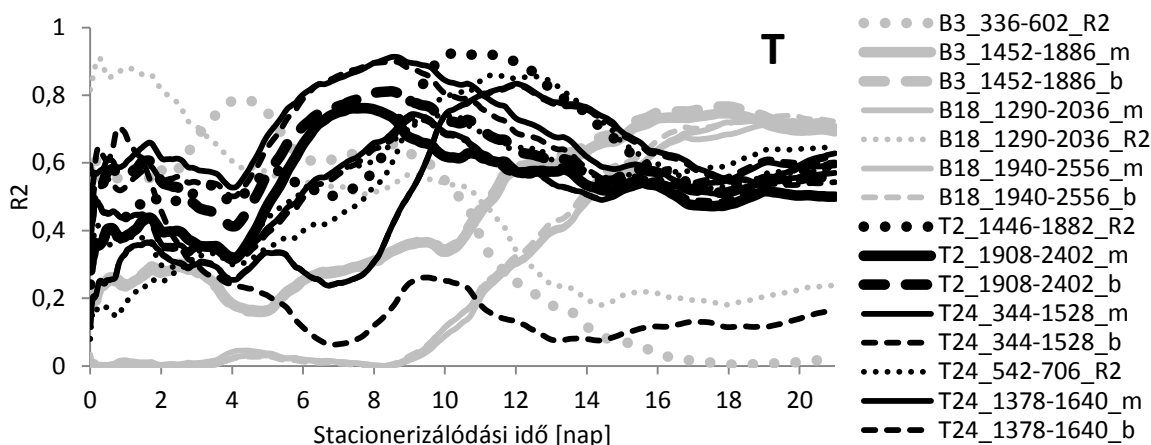
Eredmények

A glükóz és fruktóz koncentrációk regressziós paramétereinek, és a különböző meteorológiai változók egyre növekvő átlagolási idejű értékeinek kapcsolatát az 3. ábra mutatja, a lineáris korreláció határozottsági fokával ($R^2(T_S)$) kifejezve. A reflexiós spektrumok regresszióinak időfüggését a 4. ábra szemlélteti a léghőmérséklet példáján. Ahol a grafikonokon $R^2(T_S)$ értéke magasabb, ott erősebb az összefüggés a meteorológiai paraméter, például 3.T ábrán bemutatott léghőmérséklet, és az állapotfüggő regresszió adott paramétere: a T2 tölgy regressziós egyenesének meredeksége ($T2_m$) és tengelymetszete ($T2_b$) között. A maximális korreláció 9 napnál jelentkezik, vagyis a hőmérséklet stacionerizálódási ideje (T_{Spred}) a T2 tölgy esetében 9 nap, de a többi faegyed nem mutatott értékelhető korrelációt a hőmérséklettel. A potenciális evapotranspirációt (PET) vizsgálva a T_{Spred} a T2 tölgy esetében 2 nap, a T24 tölgy esetében azonban két jól elkülönülő maximum pontja is van a görbéknek: 2 napnál és 7 illetve 10 napnál. Hasonló módon értékelhető a többi grafikon is, a stacionerizálódási időket az 1. táblázat foglalja össze.



3. ábra: A glükóz és fruktóz koncentrációk regressziós paramétereinek, és a különböző meteorológiai változók

(T: hőmérséklet, Rh: relatív páratartalom, PET: potenciális evapotranspiráció, D: telítési hiány) egyre növekvő stacionerizálódási idejű értékeinek kapcsolata, a lineáris korreláció szórásnégyzetével ($R^2(T_S)$) kifejezve



4. ábra: A reflexiós spektrumok regressziós paramétereinek, és a hőmérséklet egyre növekvő átlagolási idejű értékeinek kapcsolata, a lineáris korreláció szórásnégyzetével ($R^2(T_s)$) kifejezve

1. táblázat: A különböző meteorológiai tényezők stacionerizálódási ideje (T_{Spred}) napban kifejezve a glükóz és fruktóz koncentrációk, illetve a reflexiós spektrumok regresszióira.

T_{Spred} [nap]	Glükóz-fruktóz				Reflexiós spektrum			
	T	Rh	D	PET	T	Rh	D	PET
tölgy T2	9	7	7	2	7, 8, 11	1, 7, 17	2, 7	1, 3, 7
tölgy T24		1		2, 7, 10	1, 9, 12	1, 2, 5, 11	5, 7, 11, 13, 19	1, 2, 3, 7, 10
bükk B3		18	18		4, 18		4, 18	1, 9, 13, 18
bükk B18		5			1, 18	1, 6	1, 6, 11	1, 2, 6

Az eredmények értékelése

A glükóz és fruktóz állapotfüggő regresszióinak koefficienseit vizsgálva kitűnik, hogy a tölgy minták esetében több értékelhető összefüggést kaptunk, mint a bükkök esetében. A tölgyeknél kimutatható egy rövid, 1-2 napos, és egy közepes, 7-10 napos stacionerizálódási idő (T_{Spred}), míg a bükköknél egy 5 napos, és egy 18 napos T_{Spred} fedezhető fel.

Meteorológiai paraméterek szerint vizsgálva az eredményeket, a hőmérséklettel mindössze az egyik tölgy egyed mutatott kapcsolatot ($T_{Spred} = 9$ nap). A relatív páratartalom esetében találtunk kapcsolatot mind a négy faegyeddel, és ezek 1 nap és 18 nap között változnak, de T_{Spred} hossza nem fafaj vagy szociális helyzet specifikus, így a nagy különbségek magyarázata további vizsgálatot igényel. A telítési hiány a páratartalomhoz hasonlóan alakul, de csak az egyik tölgy és az egyik bükk esetében. A potenciális evapotranspiráció esetében mindkét tölgnél egyértelműen kimutatható a 2 napos T_{Spred} , és a T24 tölgy esetében megjelenik egy közepes, 7-10 napos T_{Spred} is. Ez utóbbi mutatja, hogy a nagyobb gyökérkonkurenciával küzdő, vagyis kedvezőtlenebb helyzetben lévő egyed erőforrásai korlátozottak, a környezet változásához lassabban, nagyobb késleltetéssel tud csak alkalmazkodni. A bükkök nem mutattak kapcsolatot a potenciális evapotranspiráció értékével.

A glükóz és fruktóz aránnyal szemben, ahol csak két anyag mennyiségét vizsgáltuk, a reflexiós spektrumban sok vegyület hatása érvényesül egyszerre. A fényvisszaverést meghatározó anyagok ugyanis nem azonosíthatóak egyértelműen, és a különböző anyagok jelei sokszor átfedik egymást. Az elemzéshez ezért nem előre definiált hullámhosszakot választottunk, hanem egy dinamikus hullámhossz kiválasztási módszert dolgoztunk ki. Ennek lényege, hogy a spektrumok autokorrelációs mátrixa alapján hullámhossz tartomány kombinációkat jelöltünk ki, és ezekben a hullámhossz tartományokban kerestük az autokorrelációs mátrix lokális maximumát, illetve az ehhez tartozó hullámhosszakot. Ez a módszer a glükóz-fruktóz aránynál jóval nagyobb számú szignifikáns állapotfüggő

korrelációt eredményezett. Mindezzel együtt itt is megállapítható, hogy a tölgy minták általában több, és határozottabb állapotfüggő korrelációt mutattak, mint a bükk minták. A reflexiós spektrumok esetében T_{Spred} 1-től 19 napig terjed, és négy tartományban sűrűsödik. Ezek a tartományok: 1 nap, 7 nap, 11 nap és 18 nap. A stacionerizálódási idők ezen mintázatába beleillik a glükóz-fruktóz koncentrációk korrelációja is, vagyis megfelelő hullámhosszakat vizsgálva a reflexiós spektrumok vizsgálatával hasonló következtetésre juthatunk, mint a jóval anyag- és időigényesebb cukor extrakcióval.

Összefoglalás

A növények adott fiziológiai állapotát nem annyira a környezet pillanatnyi állapota, hanem a megelőző időszak összegzett hatása határozza meg. Kidolgozott módszerünkkel becsülhetők a növényi lombzat adaptációs időállandói, a stacionerizálódási idők. Középkorú kocsánytalan tölgy és bükk egyedeket vizsgálva megállapítottuk, hogy a meteorológiai tényezők esetében az integrálási időtartamok a néhány órától a 19 napig terjedő tartományban mozognak fafajtól és a kölcsönhatás jellegétől függően. A stacionerizálódási idő jellemzően 1 nap, 7 nap, 11 nap és 18 nap.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a 4.2.2.B-10/1-2010-0018 "Talentum" projekt és a 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 "Agrárklíma" projekt támogatta. A mintagyűjtést, a sokváltozós adatelemzést és az értékelést Eredics Attila, a működési modell felállítását Németh Zsolt István végezte. Szeretnénk köszönetet mondani a szerzőtársaknak a példa értékű kutatási együttműködésért: Rákosa Ritának és Badáczy Dorottyanak a növényi levélminták kémiai analiziséért, Rasztovits Ervinnek és Móricz Norbertnek a MAD mintaterület kiépítésért és a mintagyűjtésben nyújtott segítségért, valamint Vig Péternek a meteorológiai adatok szolgáltatásáért.

Felhasznált irodalom

- BADÁCSY D. Z., NÉMETH K. E., KOCSIS R., NÉMETH ZS. I. (2011): Interaction between plant and environment revealed by the concept of state-dependent correlation, 4th European Conference on Chemistry for Life Sciences (31 Aug – 3 Sept, 2011, Budapest, Hungary), Medimond International Proceedings, Bologna, Italy, ISBN 978-88-7587-631-9, pp. 7-10.
- FOKEN, T. (2008): Micrometeorology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- HARDY, B. (1998): ITS-90 Formulations for Vapor Pressure, Frostpoint Temperature, Dewpoint Temperature, and Enhancement Factors in the Range -100 to +100 C. The Proceedings of the Third International Symposium on Humidity & Moisture, Teddington, London, England, April 1998.
- KOVÁCS-NAGY E., BILEK A., LACZ E., BODOR P., SÁRDI É. (2008): The comparison of grape varieties of different stress tolerance based on the quantitative measurement of carbohydrates, Int. J. Hort. Sci. 14 (4), pp. 7-10.
- NÉMETH ZS. I., SÁRDI É., STEFANOVITS-BÁNYAI É. (2009A): State dependent correlations of biochemical variables in plants, Journal of Chemometrics, 23, pp. 197-210.; DOI: 10.1002/cem.1226
- NÉMETH ZS. I. (2009B): Növényi stressz vizsgálata és értelmezése szabályozásméleti analógiák alapján. MTA Bolyai János Ösztöndíjkutatás (2006-2009), Zárójelentés, p. 35.
- NÉMETH ZS. I. (2013): Növényi anyagcsere alkalmazkodása a környezet tényezőinek módosulásaihoz, In: ALBERT L., BIDLÓ A., JANCsó T., GRIBOVszKI Z., KÁMÁN O. (szerk.) (2013): Városok öko-környezetének komplex vizsgálata a nyugat dunántúli régióban, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, ISBN 978-963-334-084-4, pp. 237-260.

INHIBÍCIÓS ÉS AKTIVÁLÁSI MECHANIZMUSOK ÉRZÉKELÉSI LEHETŐSÉGEI BIODATALITIKUS KÁRMENTESÍTÉSEK ALKALMAZÁSA SORÁN

HERKE ZOLTÁN¹, CSERNY TIBOR², MAGYAR BALÁZS³, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémiai Intézet, Sopron
herkezoli@emk.nyme.hu

² Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest

³ Elgoscár-2000 Kft, Budapest

Bevezetés

Minden olyan biotechnológiai rendszerben, ahol katalizátorok szerepét enzimek töltik be a biokémiai átalakulások sebességét az enzimreakciók aktiválása vagy gátlása szabályozza. Éppen ezért szükséges a környezeti kármentesítések során is egyre elterjedtebben alkalmazott enzimkatalizált eljárások vizsgálata (ALCALDE és mtsai 2006). A szennyező anyagok koncentrációjának csökkentésére különböző élőlények: gombák, baktériumok és egyéb mikroorganizmusok saját enzim rendszerei használhatók fel (KARIGAR és RAO 2011). A biokémiai reakció enzim, szubsztrát, inhibitor koncentrációktól illetve a reakcióközeg kémiai és fizikai sajátságától (pH, vezetőképesség, ionerősség) való függése alapján a lebontás sebessége optimalizálható, ezáltal a kármentesítés határfoka maximalizálható. Az inhibitor vagy aktivátor jelenléte a lebontási kinetika monotonitásának változásában tetten érhető. Komplex, számos kinetikai mechanizmust magában foglaló lebontási rendszer hatásosságáról statisztikai módszerek alkalmazásával juthatunk többlet információkhoz. Az enzimaktivitás módosulásának érzékelésére inhibíciós és aktiválási mechanizmusokkal módosított modell illetve kísérleti eredmények korreláció és főkomponens analízis (PCA) alkalmazását mutatjuk be munkánkban.

Anyag és módszer

Modell adatok generálása

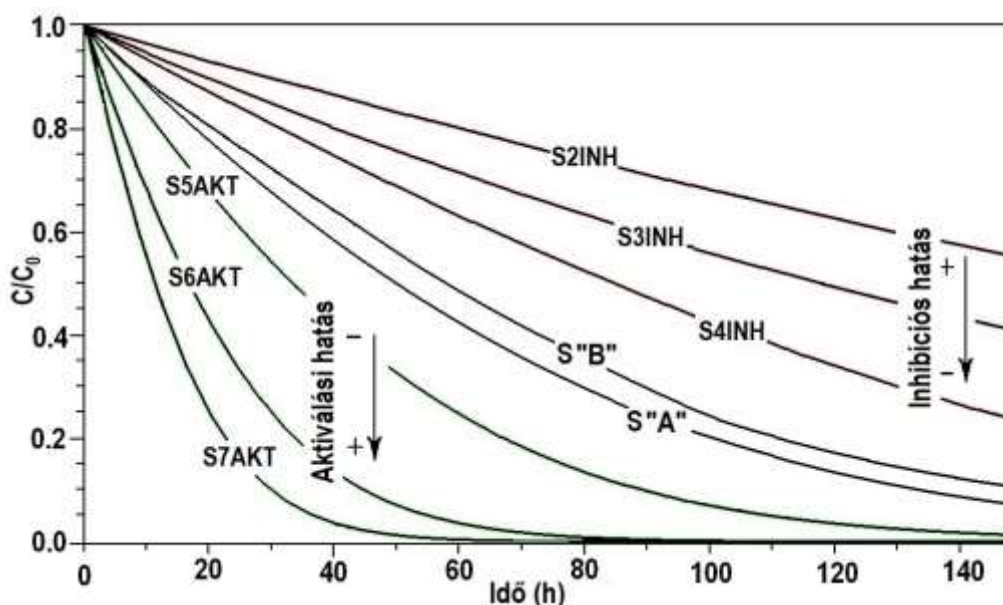
A biodegradációs lebontások során megvalósuló enzimatis biokémiai reakciókat Michaelis-Menten típusúnak feltételeztük, ennek megfelelően az alábbi összefüggéssel írható le a modellezett szennyezőanyag, mint alternatív szubsztrát koncentrációjának időbeli csökkenése:

$$(1) \quad \frac{dS}{dt} = \left(- \frac{dP}{dt} \right) = -v_{\max} \frac{S}{K_M + S},$$

ahol S – a modell szennyezőanyag, mint kiindulási szubsztrát koncentrációja, K_M – a biodegradációs lépés Michaelis konstansa, v_{\max} – a biokémiai maximális reakciósebessége. Az 1. ábra a biokatalitikus lebontás modell eredményeit, a modellezett reakciók kinetikai görbéit szemlélteti. Egyaránt származtattuk a modell inhibíciós és aktiválási mechanizmusokkal módosított feltételekre való megoldásait a SCILAB műszaki programozási szoftver, ODE algoritmusával. Generáltuk a szubsztrátok ($S = S(t)$) adatsorait, amelyekhez utólag – az analitikai mérések véletlen hibáit modellezendően – az átlagos koncentráció 2.5 %-os értékének megfelelő amplitúdójú zajt szuperponáltunk.

Biokatalitikus kísérletek kivitelezése

A biokatalitikus kísérletekben résztvevő kiindulási komponenseink (etil-acetát, ciklohexanol, aceton, benzaldehid, diklórmétán, toluol) potenciális környezetszennyező anyagok voltak. A vizsgálat során az enzim extraktumokat szolgáltató élőlény közönséges földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) volt. Inhibíció mentes adatsorok előállításánál a vizsgálandó komponenseket kizárólag csak enzim extraktummal, míg inhibíciós vagy aktiválási hatás vizsgálat érdekében az egyes szennyező komponenseket egymás jelenlétében illetve egyéb komponensekkel (glutation, NaCl) elegyítettük. A komponens koncentrációk időbeli változásának nyomon követése GC-MS analitikai technikával történt (SHIMADZU GC-MS QP2010, AOC-5000 injektor). A vizsgált komponensek kiindulási koncentrációit az 1. táblázat tartalmazza, míg az enzim extraktum és a reakcióelegy térfogatának egymáshoz viszonyított aránya 1:3 volt.



1. ábra: S'A' modell szubsztrát generált kinetikai görbéi inhibíciós (S2INH-S4INH) és aktiválási (S5AKT-S7AKT) hatás alatt, S'B' módosító komponens kinetikai görbéje

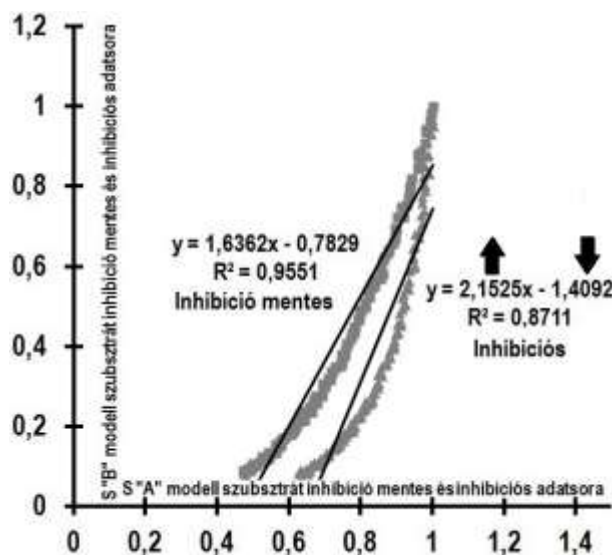
1. táblázat: Tesztzennyezők kiindulási koncentrációi

Tesztzennyező	Etil-acetát	Ciklohexanol	Aceton	Benzaldehid	Diklórmétán	Toluol
Koncentráció [mg/l]	2166	1666	2330	1000	1200	113

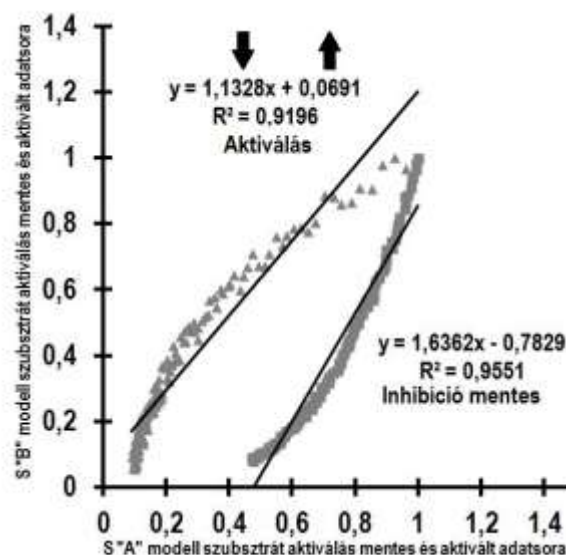
*Eredmények**Aktivitásmódosító hatás érzékelése modell adatsorok esetén*

Hasonló mechanizmussal lebomló szubsztrátok koncentrációinak időbeli adatsorai lineárisan korrelálnak, korrelálhatnak egymással. A komponensek korrelációi, s lineáris kapcsolatukat megjelenítő regressziói is potenciális, inhibíciós és aktiváló hatást rejtő információ hordozók. A 2. a. és 2. b. ábrák különböző szubsztrátok aktivitásmódosító hatástól mentes és azzal terhelt modell adatsorainak korrelációját mutatja be. Mindkét ábrán „kvázi referenciaként” tekinthetünk az S'A'-val és S'B'-vel jelölt komponensek inhibíciómentes adatsorainak korrelációjára, illetve a lineáris kapcsolatukat leíró egyenes meredekségére és tengelymetszet értékére. Inhibíciós hatás esetén (2a. ábra) az említett paraméterek változásában azt tapasztaljuk, hogy a meredekség értéke növekedik a tengelymetszeté pedig csökkenést mutat. Az enzimaktiváló hatás eredményeképpen a

paraméterek változása ellenkező irányba módosul, vagyis a meredekség csökken, a tengelymetszet pedig növekedni fog (2b. ábra).



2a. ábra: S''A'' és S''B'' modell szubsztrátok inhibíciótól mentes és inhibíciós adatsorainak korrelációja



2b. ábra: S''A'' és S''B'' modell szubsztrátok aktiválás mentes és aktivált adatsorainak korrelációja

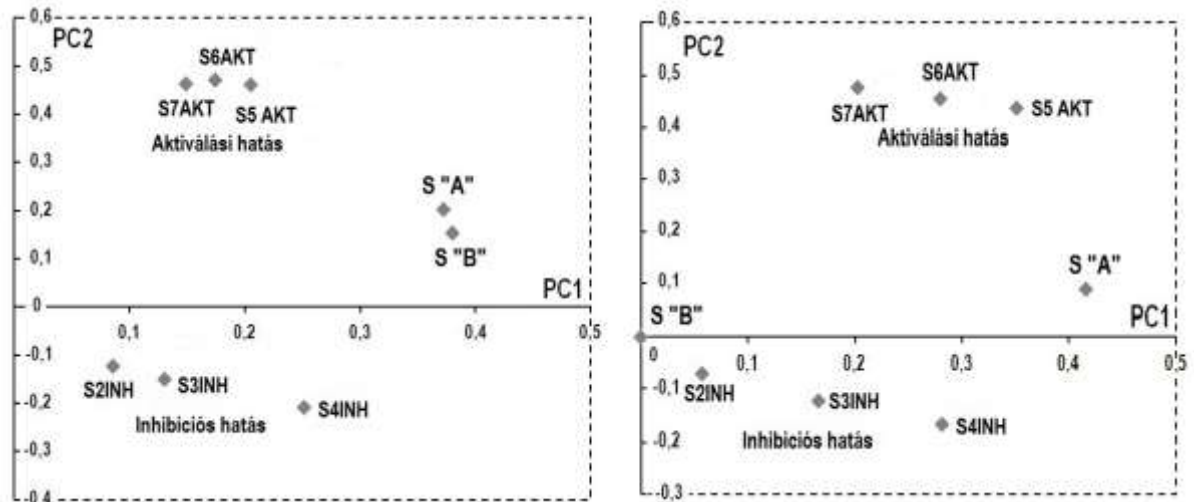
A generált különböző aktivitásmódosító hatástól mentes, azzal terhelt illetve a módosító szubsztrát (S''A''; „S2INH-S4INH”; „S5AKT-S7AKT”; S''B'') kinetikai adatait egy adatmátrixba rendezve lehetőségünk van többváltozós adatelemzési módszer alkalmazására. A főkomponens elemzéskor a kiindulási objektummátrix oszlopaiban, az egyes objektumokként a szubsztrátok (modellszennyezők) találhatóak, míg a sorokban kvázi mintavételi időpontokhoz tartozó koncentráció értékek.

2. táblázat: Kiindulási adatmátrix

	S''A''	S''B''	S2INH	S3INH	S4INH	S5AKT	S6AKT	S7AKT
1	19.998	19.999	20.003	20.003	20.003	20.002	20.002	20.002
2	19.473	19.565	19.965	19.977	19.803	19.469	19.472	19.239
3	18.959	19.048	19.935	19.951	19.602	18.958	18.958	18.605
...
150	0.211	0.221	3.738	4.207	1.015	0.405	0.142	0.073
151	0.210	0.217	3.732	4.106	0.988	0.390	0.135	0.067
152	0.198	0.201	3.729	4.005	0.966	0.382	0.126	0.063

A főkomponens-együttható ábrákon (loadings plot) szignifikánsan elkülöníthetővé válnak azok a szubsztrátok, melyek kinetikai görbéinek monotonitását, lefutását valamilyen enzimaktivitást módosító hatás megváltoztatja. A különböző lebontási folyamatokban résztvevő szubsztrátokat megjelenítő pontokat az első két főkomponens-együttható síkjában jelenítettük meg a loadings plotokon (3. ábra). A referencia szubsztrátot az S''A'' , az inhibíciós hatás alatti szubsztrátokat az „S2INH-S3INH S4INH” illetve aktiválási hatás alatt álló szubsztrátokat az „S5AKT-S6AKT-S7AKT” pontok jelölik. Az aktivitásmódosító komponenst S''B''-vel jelöltük, melynek hatását változó (baloldal, és állandó koncentráció (jobb oldal) érték esetén egyaránt ábrázoltuk, azaz az utóbbi esetben kinetikai görbéje

valójában egy egyenes, ehhez az egyeneshez tartanak a különböző erősségű inhibíciós kinetikai görbék.

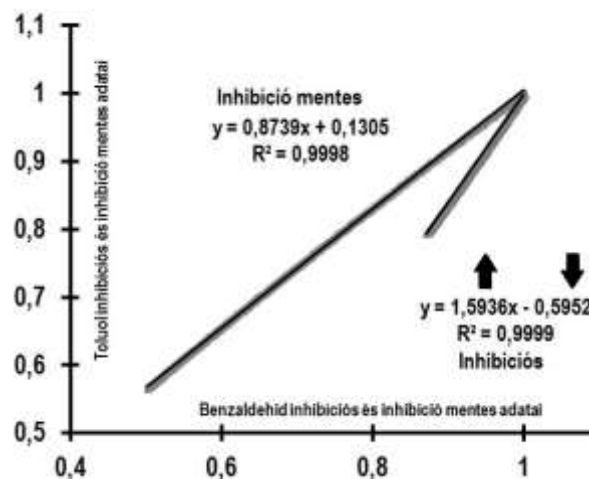


3. ábra: Modell szubsztrátok elhelyezkedése változó (baloldal) és állandó (jobb oldal) aktivitásmódosító komponens esetén a főkomponens-együtthatók síkjában

Az inhibíciós hatás alatt lévő szubsztrátok pontjai a negyedik térfelében, míg az aktivitást tartalmazó kinetikai görbéket jelölő pontok az első térfelében találhatóak. Megfigyelhető az is, hogy minél erősebb az inhibíciós hatás a pontok úgy kerülnek egyre közelebb az origóhoz. Emellett, mind az aktiválás és mind az inhibíció megnöveli a második főkomponens hozzájárulását a referencia ponthoz viszonyítva (S'A').

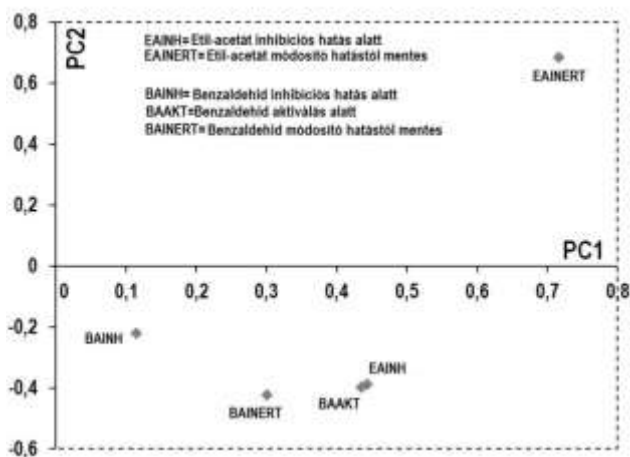
Aktivásmódosító hatás érzékelése kísérleti adatok felhasználásával

A 4. ábra a benzaldehid és a toluol külön-külön vizsgált-aktivásmódosító hatástól mentes- illetve egymás jelenlétében mért biodegradációs koncentráció adatsorainak korrelációját mutatja be. A regressziós paraméterek modell eredményekkel (2a. ábra) összhangban való változása a két komponens közötti inhibíciós kapcsolat létezését valószínűsíti.



4. ábra: Toluol és benzaldehid inhibíciós és inhibíciótól mentes adatsora

Az 5. ábra inhibíciótól mentes, inhibícióval terhelt és aktiválási hatás alatt lévő eltérő szubsztrátok elhelyezkedését mutatja be, szintén az első két főkomponens-együttható terében. Az első főkomponens-együttható értéke inhibíciós hatás esetén (*BAINH*; *EAINH*) csökken, míg aktiválási hatás esetén (*BAAKT*) növekedik a módosító hatástól mentes (referencia) benzaldehid és etil- acetát szubsztrát ponthoz (*BAINERT*; *ETINERT*) képest.



5. ábra: Kísérleti eredmények szubsztrát pontjainak elhelyezkedése a főkomponens- együtthatók síkjában

Összefoglalás

A dolgozatban mind modell és mind kísérleti eredményeket felhasználva bemutattuk az enzimaktivitást módosító hatások indikálási lehetőségeit. Modell adatsorok illetve kísérleti adatok statisztikai vizsgálata egymással összhangban lévő megállapításokat eredményezett, melyek alkalmazása lehetőséget teremt inhibíciós és aktiválási hatások indikálására. Különböző szubsztrátok adatsorainak lineáris korrelációjakor a regressziós paraméterek megváltozásában képződik le az aktivitásmódosító hatás, mely változásokat a kovariancia analízis (ANCOVA) szignifikánsan megkülönbözteti a módosítás mentes lineáris regressziós paraméterektől. A főkomponens-együttható ábrákon szignifikánsan elkülöníthetővé válnak azok a szubsztrátok, melyek kinetikai görbéinek monotonitását, lefutását valamilyen enzimaktivitás módosító hatás megváltoztatja. A bemutatott kísérleti eredmények szakirodalmi adattal alátámaszthatók (YEUM és YOO 1997). A két módszer együttes használatával az enzim katalitikus mechanizmusokról többlet információ szerezhető, melyek hatékonyan hozzájárulhatnak a kármentesítési beavatkozások sikerességéhez.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a GOP-1.1.1-11-2010-0020 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- ALCALDE, M.–FERRER, M.–PLOU, J. F.–BALLESTEROS, A. (2006): Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. *Trends in Biotechnology* 24. 281-287.
- KARIGAR C. S., RAO S. S. (2011): Role of microbial enzymes in the bioremediation of pollutants: A review. *Enzyme Research*, doi:10.4061/2011/805187
- YEUM S. H., YOO Y. J. (1997): Overcoming the inhibition effects of metal ions in the degradation of benzene and toluene by *Alcalygenes xylosoxidans* Y234. *Korean Journal of Chemistry Engineering* 14 (3), 204-208.

A FŐKOMPONENS-ANALÍZIS ÉS FAKTORANALÍZIS ALKALMAZHATÓSÁGA ERDÉSZETI ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KUTATÁSOKBAN

HORVÁTH-SZOVÁTI ERIKA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Matematikai Intézet, Sopron
hsze@emk.nyme.hu

Vizsgálati módszerek

Két többváltozós adatelemzésben gyakori statisztikai eljárás, a főkomponens-analízis (*Principal component analysis; PCA*) és faktoranalízis (*Factor analysis; FA*) alkalmazására mutatunk példákat *STATISTICA 11* programcsomag segítségével. A felfedező adatelemzés (*Exploratory Data Analysis; EDA*) módszerei közé soroljuk őket, használatuk akkor javasolt, ha nagy számú független változóval dolgozunk. Ilyenkor elvész az ábrázolhatóság előnye, és lecsökken a változók tényleges függetlenségének valószínűsége. A független változók között kölcsönös, többirányú összefüggések tételezhetők fel, azaz multikollinearitás állhat fenn. Mindkét eljárással ugyanaz a célunk:

1. dimenziószám csökkentés (azaz kevesebb számú új változó bevezetése) a legkisebb információvesztés mellett (tehát a variancia maximalizálásával),
2. az új változók esetleges beazonosítása (*PCA* esetén nem mindig lehetséges, *FA* alkalmazásakor viszont elvárás),
3. a főkomponensek/faktorok alkotta új bázisban a régi változók és a mérési eredmények koordinátáinak felírása, ebből következtetések levonása, és az adathalmaz kényelmesebb és informatívabb ábrázolása.

Mind a *PCA*, mind a *FA* kiindulhat a kovariancia-, illetve korrelációs mátrix elemzéséből. Mindkét esetben a kovariancia-/korrelációs-mátrix sajátértékei alapján határozzuk meg a főkomponensek, illetve faktorok számát. A *PCA* és *FA* módszerei között lényeges eltérések is vannak. A főkomponensek az eredeti változók olyan lineáris kombinációi, amelyek minél nagyobb számú eredeti változóval állnak szoros korrelációban. Mivel legtöbbször az eredeti változók is nagyon sokfélék, így a lineáris kombinációik csak ritkán értelmezhetők. A faktoranalízis az adathalmaz mögött meghúzódó lineáris háttér-összefüggéseket tételez fel, és a faktorok az új „háttérváltozók”. A faktorokat mindenképpen értelmeznünk kell, ebben segítenek a különböző rotációs eljárások. Ilyenkor a háttérváltozók koordináta-rendszerét addig forgatjuk, amíg olyan helyzetbe nem kerül, hogy a mérési eredmények koordinátái csak egy-egy tengely (faktor) irányában rendelkeznek magas koordinátákkal, így a faktorok értelmezhetővé válnak. A *STATISTICA 11* programcsomag több különböző típusú faktorrotációt tesz lehetővé. A legismertebb derékszögű faktorrotációs eljárások a varimax, quartimax és equamax forgatás, a ferdeszögű forgatások közül leggyakoribbak a direct oblimin és promax forgatások. Legtöbbször a varimax rotációt használjuk, ez szinte mindig célravezető. A faktorok számának viszonylag szubjektív meghatározásából, illetve a választható sokféle forgatásból adódóan a faktoranalízis modelljének nagyon nagy számú alternatív megoldása van.

1. Példa

Husqvarna benzines láncfűrészek műszaki paramétereit és árát hasonlítjuk össze főkomponens-analízis és faktoranalízis segítségével. A Var1-Var12 változók jelentése a következő: **Var1:** lökettérfogat (cm³); **Var2:** teljesítmény (kW); **Var3:** teljesítmény (LE);

Var4: a motor fordulatszáma alajpáraton (fordulat/perc); **Var5:** a motor maximális fordulatszáma (fordulat/perc); **Var6:** láncsebesség maximális teljesítményen (m/s); **Var7:** Egyenértékű vibrációs szint (ahv, eq) elülső fogantyú (m/s²); **Var8:** Egyenértékű vibrációs szint (ahv, eq) hátsó fogantyú (m/s²); **Var9:** zajszint (dB(A)); **Var10:** hangteljesítményszint (LWA; dB(A)); **Var11:** tömeg (kg); **Var12:** ár (Ft).

Eredmények

Mind a PCA, mind a FA alkalmazhatósága ellenőrizhető a korrelációs mátrix értékeinek vizsgálatával. Kívánatos, hogy minél több korreláció abszolút értéke legyen magasabb, mint 0,3. Ezt a 12x12-es mátrixot itt hely hiányában nem közöljük, csupán az észrevételt, hogy szinte csak a Var5 és Var9 változók sorában (oszlopában) vannak az előbbi kritériumnak nem megfelelő elemek, a többi érték a változók között erős, vagy közepesen erős lineáris korrelációs kapcsolatot mutat.

Először PCA-val vizsgáljuk az adatokat. A korrelációs mátrix sajátértékei és a kumulatív variancia segítségével dönthető el, hogy hány főkomponenssel dolgozunk tovább (1. táblázat). Ebben az 1-nél nagyobb sajátértékek száma, illetve a minimum kb. 80%-os kumulatív variancia a meghatározó. Ezek alapján esetünkben 2 főkomponenst érdemes választani, a két főkomponens együtt a teljes adathalmaz varianciájának 85%-át magyarázza. A változók és a főkomponensek közötti korreláció értékeit (vagyis a faktorsúlyokat) a 2. táblázat mutatja. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a vizsgált változók két csoportba (főkomponensbe) sorolhatók. Az első főkomponenssel nagyon szoros negatív korrelációt mutatnak a Var1, Var2, Var3, Var11, Var12 változók, szoros negatív korrelációt a Var6, Var7, Var8 változók, és az első főkomponens erős pozitív korrelációban áll a Var4 változóval. A második főkomponens a Var5 és Var9 változókkal van erős negatív korrelációban.

1. táblázat: A korrelációs mátrix sajátvektorainak sajátértékei

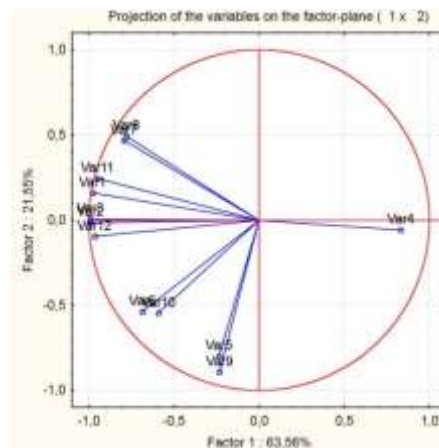
Eigenvalues of correlation matrix, and related statistics Active variables only				
Value number	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	7,627127	63,55939	7,62713	63,5594
2	2,585850	21,54875	10,21298	85,1081
3	0,880319	7,33600	11,09330	92,4441
4	0,424628	3,53857	11,51792	95,9827
5	0,287477	2,39564	11,80540	98,3783
6	0,088861	0,74051	11,89426	99,1188
7	0,044033	0,36695	11,93830	99,4858
8	0,034643	0,28869	11,97294	99,7745
9	0,012806	0,10672	11,98574	99,8812
10	0,011746	0,09788	11,99749	99,9791
11	0,002432	0,02027	11,99992	99,9993
12	0,000079	0,00066	12,00000	100,0000

A főkomponensek elnevezésével a további elemzés egyszerűbb lenne, de ez azonban nem feltétlenül szükséges. Az elnevezés akkor könnyebb, ha a faktorok csupán egy-két változóval mutatnak szorosabb (akár negatív, akár pozitív) kapcsolatot. Esetünkben a főkomponensek értelmezése nem ilyen egyértelmű, az első főkomponenst esetleg „negatív robusztusság” főkomponensnek, a másodikat „fűlkímélőség mértéke” főkomponensnek nevezhetjük. A változók faktor-koordinátáit egységkörön ábrázolva a 3. ábrán láthatjuk. A változók közötti lineáris korreláció mértéke a vektorok által közbezárt szög koszinuszával arányos. Például a Var5-Var9, Var6-Var10, Var1-Var11, Var 2-Var3-Var12, Var7-Var8 változók vektorai kicsi szöget zárnak be, közöttük nagyon szoros a pozitív korreláció. Amely vektorok között 90° a közbezárt szög, azok a változók korrelálatlanok, de nem feltétlenül függetlenek. Ez azt jelenti, hogy nincs közöttük lineáris kapcsolat, viszont egyé

függvénykapcsolat lehetséges. Esetünkben például a Var1 és Var11 vektorok közelítőleg merőlegesek a Var5 és Var9 vektorokra, ez alapján mondhatjuk, hogy ezek a változók korrelálatlanok egymással.

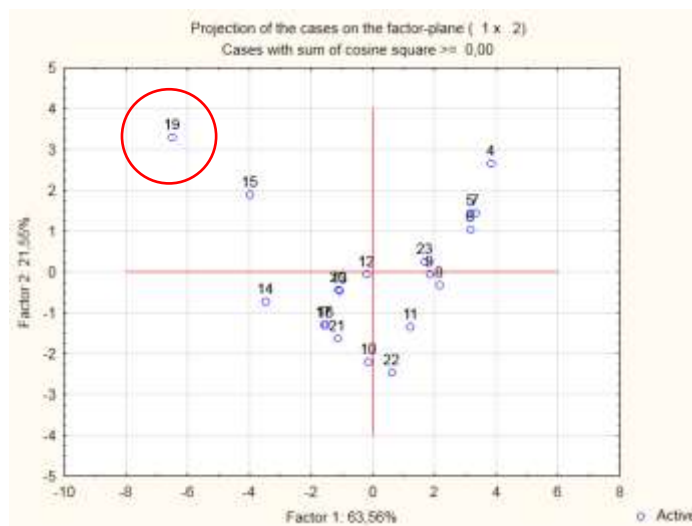
2. táblázat: A változók és a faktorok közötti korreláció (faktorsúlyok)

Variable	Factor coordinates of the variables	
	Factor 1	Factor 2
Var1	-0,978678	0,159274
Var2	-0,991602	-0,013815
Var3	-0,991131	0,005830
Var4	0,830783	-0,057137
Var5	-0,237294	-0,799889
Var6	-0,687961	-0,537629
Var7	-0,795482	0,467865
Var8	-0,780855	0,494073
Var9	-0,233723	-0,892897
Var10	-0,592591	-0,546530
Var11	-0,949116	0,244617
Var12	-0,966831	-0,096539



1. ábra: A változók faktor-koordinátái egységkörön ábrázolva

A Var2-Var3 és a Var4 változók vektorai közelítőleg 180°-os szöget zárnak be egymással, közöttük a korreláció értéke -1. Az egyes mérések faktor-koordinátái az 4. ábrán láthatjuk. Ez sok információt hordoz, pl. a legrobosztusabb és egyben az összes közül „legfűlkímélőbb” fűrész a 19. sorszámú, a legzajosabb a 22., amely egy közepesen robusztus fűrész, a 4. sorszámú pedig csak egy kis hobbifűrész, és minimális az általa kibocsátott zajterhelés, és így tovább.



2. ábra: A változók faktor-koordinátái a faktorok síkjában ábrázolva

Az elemzés további részében FA-val dolgozunk. Ha a 2. táblázatban lévő sajátértékeket vesszük alapul, akkor az egynél nagyobb sajátértékek számából az következik, hogy 2 faktort érdemes választani. A programcsomag által felkínált scree-test grafikont is meg szoktuk vizsgálni (itt hely hiányában nem közöljük), amelynek a „könyöke” a 3-as sajátértéknél van, így ez alapján 3 faktort választanánk. A döntést az alapján hozzuk meg, hogy a vizsgálat során kapott 2 vagy 3 faktor értelmezhető jobban. A vizsgált adathalmaz

esetében az elemzés lépéseinek többféle variációját (2 illetve 3 faktor, különböző forgatások) kipróbáltunk. A faktorok értelmezhetősége, illetve a fizikai (gépészeti) ismereteink alapján a kétfaktoros modell és a varimax rotáció mellett döntöttünk. A kapott eredmény az 3. táblázatban látható.

3. táblázat: Faktorsúlyok kétfaktoros modell esetén, varimax rotáció

Variable	Factor Loadings (Varimax raw) (motorfűrészek) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)	
	Factor 1	Factor 2
Var1	0,981902	0,138017
Var2	0,942932	0,307156
Var3	0,948306	0,288255
Var4	-0,810376	-0,191718
Var5	-0,010502	0,834279
Var6	0,497655	0,717409
Var7	0,898422	-0,211011
Var8	0,892223	-0,240377
Var9	-0,041485	0,922047
Var10	0,403933	0,697637
Var11	0,978968	0,047747
Var12	0,894751	0,378818
Expl.Var	7,184080	3,028896
Prp.Totl	0,598673	0,252408

4. táblázat: A vizsgált motorfűrészek faktorértékei

Case	Factor Scores (motorfűrészek) Rotation: Varimax raw Extraction: Principal components	
	Factor 1	Factor 2
4	-0,821657	-1,99525
5	-0,819273	-1,20563
6	-0,900248	-0,96009
7	-0,881303	-1,21540
8	-0,798061	-0,04291
9	-0,641048	-0,17487
10	-0,354525	1,31215
11	-0,660770	0,65486
12	0,070805	0,04880
13	0,296651	0,38089
14	1,072381	0,80045
15	1,734104	-0,70547
16	0,301177	0,92195
17	0,318815	0,93370
19	2,860845	-1,26529
20	0,312018	0,37123
21	0,103923	1,08214
22	-0,662828	1,39699
23	-0,531005	-0,33824

Az első faktor a Var1-Var2-Var3, Var7-Var8, Var11-Var12 (lökettérfogat, kétféle teljesítmény és kétféle vibrációs adat, valamint a tömeg és az ár) változókkal nagyon erős pozitív, a Var4 (fordulatszám alapjáraton) változóval nagyon erős negatív korrelációban van. A második faktor a Var5-Var6 és Var9-Var10 (maximális fordulatszám, maximális láncsebesség, valamint zajszint és hangteljesítményszint) változókkal viszonylag szoros pozitív korrelációban áll. (Megjegyezzük, hogy a második faktor oszlopában a Var10-nél lévő 0,6976 érték majdnem eléri a többi pirossal kiemelt, 0,7-nél nagyobb értéket, így ezt is figyelembe vettük.) Ezek alapján a következő módon nevezzük el a faktorokat: 1. faktor: teljesítmény-ár faktor, 2. faktor: zajterhelési faktor. Az egyes motorfűrészeknek ebben a kétfaktoros rendszerben lévő koordinátáit a 6. táblázat mutatja. Ebből leolvasható, hogy a teljesítmény-ár faktor (1. faktor) tekintetében legnagyobb koordinátával a 19. sorszámú, legkisebbel a 6. sorszámú motorfűrész rendelkezik. A 2. faktor-koordináták (zajterhelést mutató faktor) közül legnagyobb a 22. motorfűrész koordinátája, legkisebb pedig a 4. sorszámúé. Tehát a FA során kapott eredmény összhangban van a PCA-val kapott eredménnyel.

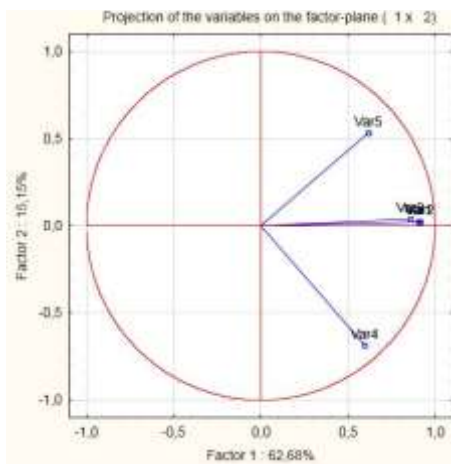
Mindenképpen szólnunk kell róla, hogy a faktoranalízis megbízhatósága a reziduális korrelációs mátrixszal vizsgálható, amely a mért adatok közötti, és a felállított modell segítségével számított értékek közötti korrelációkat hasonlítja össze. Ha a mátrixban a főátlón kívül nincs túl sok 0,1-nél lényegesen nagyobb érték (ezeket pirossal jelöli a program), akkor megállapítható, hogy a modell jól reprodukálja a mérési eredményeket. Példánkban a reziduális korrelációs mátrixot kielégítőnek találjuk (ennek közlése itt a terjedelmi korlátok miatt nem lehetséges), így a felállított modell megbízhatónak mondható.

2. Példa

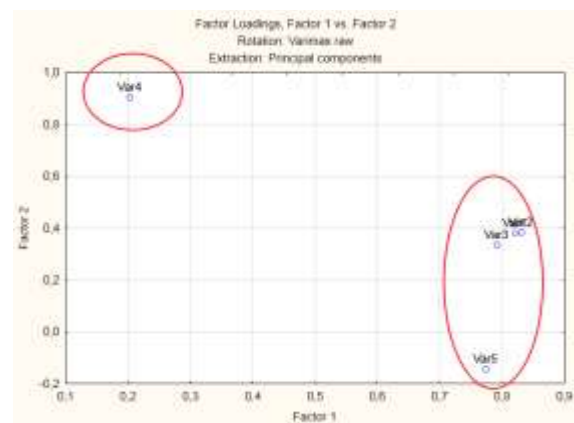
A PCA és FA alkalmazhatóságát egy biológiai jellegű példára is bemutatjuk. Verebek csontvázának hosszúsági adataival dolgozunk: **Var1:** felkar hossza (in); **Var2:** combcsont hossza (in); **Var3:** tibiotarsus hossza (in); **Var4:** koponya szélessége (in); **Var5:** szegycsont hossza (in).

Az adatokat PCA-val elemezve azt kapjuk, hogy az első faktor a Var1-Var2-Var3 változókkal (végtagok hossza) erős pozitív és a Var5 (szegycsont hossza) változóval közepesen erős pozitív korrelációban áll. A második főkomponens a Var4 (koponya mérete) változóval mutat közepesen erős negatív korrelációt. A végtagok hossza kicsit szorosabb pozitív korrelációban van a szegycsont hosszával (Var5), mint a koponyacsont méretével (Var4), és ez a két változó korrelálatlan (3. ábra).

FA esetén az első faktor a „végtagok és szegycsont hossza”, a második pedig a „koponya méret” elnevezést kapta. Az előadásban a nagyszámú ábrázolási, összehasonlítási és elemzési lehetőség közül bemutatásra került néhány, itt a terjedelmi korlátok miatt csupán a változók faktorsúlyainak ábrázolását ragadjuk ki közülük (4. ábra).



3. ábra: A változók faktor-koordinátái egységkörön ábrázolva



4. ábra: A változók faktorsúlyainak ábrázolása

Összefoglalás

A főkomponens-analízis és faktoranalízis a tudományok számtalan területén nagyon hatékonyan használható a kísérletek kiértékelésében. A két módszer nagyon hasonlít egymásra, de van néhány fontos különbség. Manapság legtöbb tudományágban szinte elképzelhetetlenek a nívósabb publikációk statisztikai alkalmazások nélkül. Az eljárások matematikai háttérének vázlatos megismerése nagyon fontos, ezek hiányában a programcsomag felhasználója nehezen tudja értelmezni a kapott eredményeket és mindvégig bizonytalanságot fog érezni. Bízunk abban, hogy a matematikai ismeretek szükségességét felismerve minél többen lesznek azok, akik buzdítják hallgatóinkat az alapszintű matematika tananyag elmélyültebb elsajátítására.

Felhasznált irodalom

- FAZEKAS I. (szerk.) (1997): Bevezetés a matematikai statisztikába, egyetemi jegyzet, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen.
 FÜSTÖS L., MESZÉNA GY., SIMONNÉ MOSOLYGÓ N. (1986): A sokváltozós adatelemzés matematikai módszerei, Akadémiai Kiadó, Budapest.

- MÜNNICH Á., NAGY Á., ABARI K. (2006): Többváltozós statisztika pszichológus hallgatók számára. Bölcsész Konzorcium, Debrecen. (<http://psycho.unideb.hu/statisztika> ISBN 963 9704 04 0.)
- STATISTICA 11, STATISTICA statisztikai adatelemző, analitikai szoftvercsalád, StatSoft.
STATISTICA 11 software HELP.
- SVÁB J. (1979): Többváltozós módszerek a biometriában. Mezőgazdasági Kiadó, Bp.
- SZÜCS I. (szerk.) (2002): Alkalmazott statisztika. Agroiinform Kiadó, Budapest.
- W. JAHN – H. VAHLE (1974): A faktoranalízis és alkalmazása. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.

POLIFENOLOK MENNYISÉGI MEGHATÁROZÁSA BÜKK (*FAGUS SYLVATICA* L.) LEVÉLBEN HPLC-MS/MS ELJÁRÁSSAL

HOFMANN TAMÁS & ALBERT LEVENTE

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet, Sopron

hofmann@emk.nyme.hu

Bevezetés

A polifenolok a növényi metabolizmus másodlagos termékei, fontos szerepet játszanak a növények élettani, elsősorban védelmi folyamataiban. Humánegészségügyi szempontból is kiemelkedő jelentőségűek, antioxidáns-, gyulladáscsökkentő-, asztmaellenes-, allergiaellenes-, antivirális-, antibakteriális, antiateroszklerotikus hatásuk van.

A bükk levelének polifenol összetevőiről, a vegyületek pontos molekulatömegéről, szerkezetéről és koncentrációjáról, ennek megfelelően a bükk levél extraktanyagok hasznosíthatóságáról is meglehetősen hiányosak az ismereteink (TISSUT 1967, BEHRENS *et al.* 2003, PIRVU *et al.* 2013). Átfogó, nagy hatékonyságú elválasztástechnikai módszerekkel végzett vizsgálatok a közelmúltban történtek először (HOFMANN és ALBERT 2013).

Jelen kutatás célja, a különböző származású bükk levelek polifenol összetevőinek összehasonlító mennyiségi vizsgálata volt. Közös kísérleti területre telepített, különböző származású, de azonos életkorú bükk egyedek szöveti polifenol tartalmát hasonlítottuk össze. Feltételeztük, hogy a mért fenol koncentrációk kapcsolatban állhatnak a faegyedek klimatikus viszonyokhoz való alkalmazkodásának mértékével, képességével. A mintákat a bucsutai származási kísérleti területéről vettük, 6 különböző származást vizsgáltunk. A levél polifenolokat nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával választottuk szét és tandem tömegspektrometriás eljárással detektáltuk. Nagyszámú, a szakirodalomban le nem írt polifenolt azonosítottunk. A kimutatott polifenolok minőségi összetétele a származástól függetlenül azonos volt, koncentrációik tekintetében azonban jelentős különbségeket tapasztaltunk. A legmagasabb polifenol tartalmakat a Grasten és Torup származásokban mértük, melyek egyben az erdészeti szempontból „legrosszabban teljesítő” (törzsátmérő) egyedek is voltak. A legjelentősebb eltérések a flavonoid-glikozidok, (+)-katechin és a (-)-epikatechin koncentrációiban mutatkoztak. A szignifikánsan alacsonyabb fenol tartalommal jellemezhető származások esetében a tendencia fordított. Többször ismételt és különböző vegetációs időszakban vett minta elemzése vezethet annak eldöntéséhez, hogy az összes polifenol tartalom és néhány kiemelt polifenol komponens mennyisége alkalmas-e a bükk stressztűrő képességének jellemzésére. További vizsgálatokat igényel az azonosított komponensek antioxidáns hatásának meghatározása, és az egyes komponensek koncentrációinak környezeti paraméterektől való függése is.

Vizsgálati anyag és módszer

Mintagyűjtés: Bucsuta, 2013. június 10. A vizsgált származások a következők voltak: Pidkamin (59), Farchau (26), Kontroll (H1), Magyaregregy (52), Torup (23), Grasten (21). Származásonként 3 törzset választottunk ki, mindegyik faegyedről 20 db fénylevelet és 20 db árnyéklevelet vettünk. Az adott törzset reprezentáló fény- és árnyékleveleket összekevertük (levélminta) és levegőtől elzárva lefagyasztva szállítottuk a laboratóriumba, ahol a mintafeldolgozás megkezdése előtt az egyes levélmintákat 2 percig 700 Watt mikrohullámú sugárzással kezeltük az oxidoreduktáz enzimek inaktíválása céljából. A kezelést követően a mintákat daráltuk, majd a kapott levélőrleményből a polifenolokat

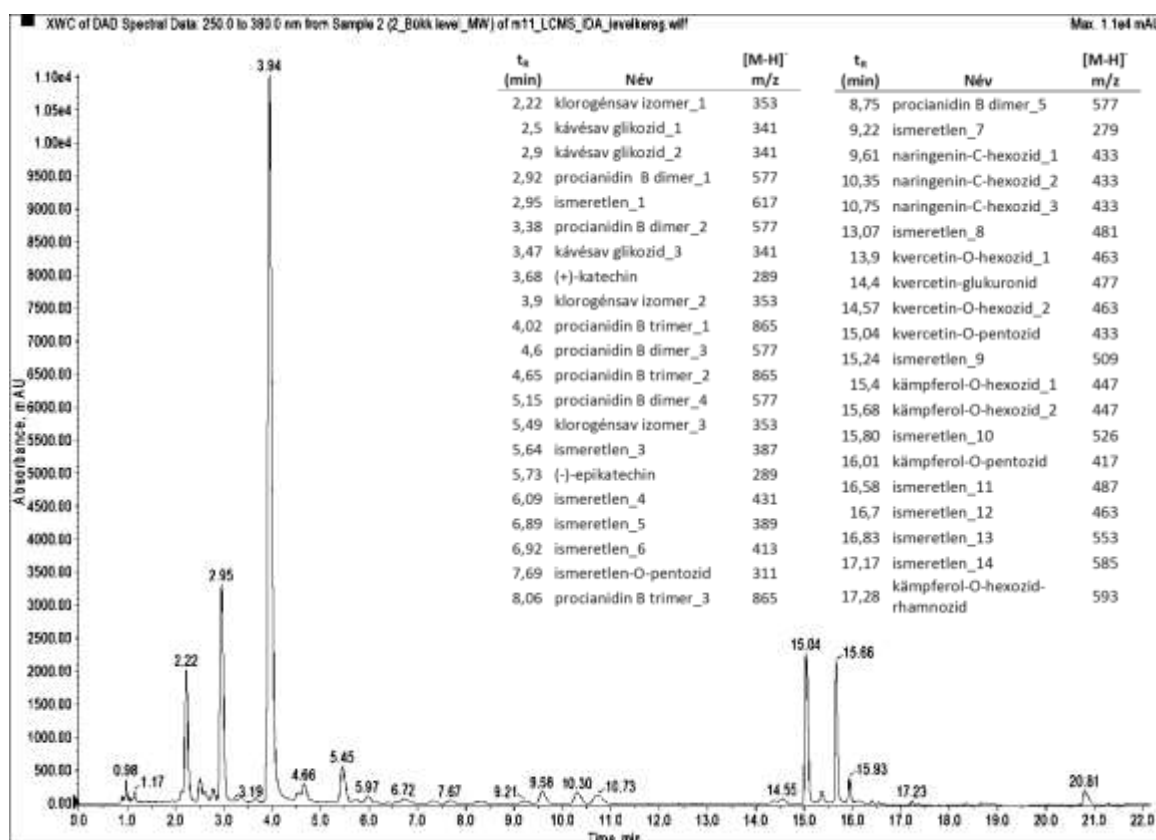
kivontuk (extrakció: 15 g levél + 15 ml 4:1 metil-alkohol:víz; mágneses keverőn 24 óráig, sötétben; extraktum szűrése 0.45 µm cellulóz-acetát szűrőn, 10x hígítás).

Kromatográfias elválasztás: Shimadzu LC-20 nagyhatékonyságú folyadékkromatográf; állófázis: Phenomenex, Kinetex C18, 2.6 µm, 150 mm x 4.6 mm, 40 °C; mozgófázis: A (víz + 0.1% hangyasav), B (acetonitril + 0.1% hangyasav). Gradiens elúció (10%B → 95%B, 55 min.), 1.5 ml/min. Detektálás: UV detektálás (250-380 nm) diódasoros detektorral. MS detektálás AB Sciex 3200 QTRAP tömegspektrométerrel, ionizáció negatív elektroporlasztásos ionizációval, kvantitálás MRM átmenetek alapján, belső standardok segítségével: (+)-katechin, (-)-epikatechin: procianidinekhez, rutin: flavonoid glikozidokhoz, klorogénsav: fenolkarbonsavak és ismeretlenekhez.

Adatok kiértékelése: az adatok statisztikai kiértékelése (ANOVA) Statistica 11 szoftverrel történt.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

Az 1. ábra a bükk levél kivonat UV-kromatogramját szemlélteti. Az alkalmazott kromatográfias körülmények alkalmasnak bizonyultak levél-extraktanyagok elválasztására. Az egyes komponensek azonosítása tömegspektrometrián történt a HOFMANN és ALBERT (2013) által leírt eljárással, adatbázisok segítségével (Chempider, ReSpect), fragmentációs szabályokkal és a vonatkozó szakirodalmak alapján. A legfontosabb vegyületek a kávéssav glikozidok, klorogénsav izomerek, (+)-katechin, (-)-epikatechin, naringenin-, kvercetin-, és kámpferol-glikozidok voltak. Ellentétben korábbi eredményekkel (PIRVU *et al.* 2013) az apigenin-glikozidok jelenlétét nem sikerült megerősítenünk, de azonosítottunk bükk levélből eddig ki nem mutatott naringenin-glikozidokat, melyeknek szerkezetét és molekulatömegét MSⁿ kísérletekkel is igazoltuk (HOFMANN és ALBERT 2013).



1. ábra: Levél polifenolok HPLC elválasztása, UV kromatogram. t_R : (retenciós idő), [M-H]⁻: anyaiion (HOFMANN és ALBERT 2013).

Az egyes komponensek mennyiségi meghatározását tömegspektrometriáson végeztük el MRM kísérletekkel, standard vegyületek alkalmazásával (klorogénsav, (+)-katechin, (-)-epikatechin, rutin). A levélben is megtalálható klorogénsav, (+)-katechin, (-)-epikatechin esetében a tényleges koncentrációt mértük meg. Mivel a többi vegyület esetében nem állt rendelkezésre standard anyag, az előbbi négy komponens kalibrációját alkalmaztuk referenciaként (belső standard módszer) a „Vizsgálati módszerek” fejezetben leírtaknak megfelelően. A mennyiségi meghatározás eredményei az 1. táblázatban kerültek összefoglalásra.

1. táblázat Eltérő betű egy adott sorban szignifikáns különbséget indikál 90%-os konfidencia szinten; n=3 törzs/származás. Varianciaanalízis Fisher LSD teszt alapján. Koncentrációk: µg/g száraz levél.

	Farchau	Pidkamin	Kontroll	Magyaregregy	Grasten	Torup
(+)-katechin	1858,2 a	1642,0 a	2470,1 ab	3189,9 ab	5926,7 b	5213,1 ab
kämpferol-O-hexozid_2	738,6 a	477,7 a	3928,4 b	2418,2 ab	1839,7 ab	3514,1 b
(-)-epikatechin	1246,1 ab	1013,3 a	1870,6 ab	1239,8 ab	3628,0 b	1848,6 ab
kvercetin-O-hexozid_2	1525,0 ab	642,3 a	1282,3 ab	2042,2 ab	2265,1 b	2600,4 b
kvercetin-O-hexozid_1	899,3 a	451,1 a	1170,2 a	1502,2 ab	1841,7 ab	2931,1 b
kvercetin-O-pentozid	675,9 ac	291,4 c	1431,6 abc	1565,2 ab	1661,1 ab	2656,2 b
naringenin-C-hexozid_1	917,2 a	934,6 a	674,2 a	896,7 a	644,0 a	539,2 a
procianidin B dimer_2	529,6 a	294,9 a	620,4 a	586,6 a	1440,3 a	1131,0 a
naringenin-C-hexozid_2	882,1 a	947,8 a	670,0 a	924,2 a	618,0 a	550,9 a
kvercetin-O-glükuronid	782,2 ab	484,1 a	623,0 ab	841,4 ab	714,3 ab	1105,5 b
naringenin-C-hexozid_3	823,3 a	988,5 a	650,0 a	881,3 a	615,9 a	494,0 a
klorogénsav izomer_2	192,5 b	452,8 ab	897,7 ab	1204,7 a	1123,6 a	501,1 ab
dimer_katechin-3	509,2 a	242,2 a	602,6 a	185,0 a	1286,5 b	337,0 a
ismeretlen_13	457,5 b	710,7 a	505,8 b	420,5 b	426,3 b	379,3 b
procianidin B dimer_1	291,6 a	172,8 a	494,0 a	454,5 a	701,7 a	658,1 a
kämpferol-O-hexozid_1	145,6 a	81,9 a	627,5 bc	406,5 ab	402,6 ab	867,7 c
kämpferol-O-pentozid	106,9 a	26,7 a	651,0 bc	268,0 a	319,5 ab	670,8 c
procianidin B dimer_4	173,2 a	160,8 a	153,1 a	231,3 a	320,5 a	199,3 a
klorogénsav izomer_1	56,7 a	91,9 a	271,1 a	95,7 a	132,0 a	351,8 a
ismeretlen_9	88,6 a	108,8 ab	116,2 ab	105,2 ab	135,6 b	125,9 b
kávésav glikozid_1	25,2 a	36,1 a	132,4 ab	275,9 b	81,0 a	123,0 ab
kämpferol-O-hexozid-rhamnozid	75,2 ab	46,2 a	161,2 c	102,0 b	87,5 ab	71,9 ab
klorogénsav izomer_3	21,9 a	57,0 ab	74,8 ab	85,0 b	70,8 ab	30,8 ab
ismeretlen-O-pentozid	21,0 a	24,3 a	42,7 a	34,8 a	37,1 a	98,8 a
ismeretlen_10	34,5 ab	39,3 ab	42,2 ab	33,5 ab	45,9 b	32,3 a
ismeretlen_7	14,8 a	15,5 a	25,6 a	21,3 a	27,6 a	22,8 a
ismeretlen_14	17,8 ab	13,8 b	18,9 a	18,7 a	21,6 ac	23,3 c
ismeretlen_6	15,2 ab	20,7 ab	19,5 ab	14,8 a	17,1 ab	22,1 b
kávésav glikozid_2	12,5 a	13,5 a	16,6 a	17,0 a	19,7 a	16,5 a
ismeretlen_11	15,4 ab	12,7 a	21,5 b	14,5 ab	15,2 ab	15,7 ab
ismeretlen_1	13,9 ab	16,6 c	14,9 abc	12,7 a	14,7 abc	15,6 bc
ismeretlen_4	12,5 a	12,2 a	13,7 a	12,7 a	18,5 b	15,4 ab
kávésav glikozid_3	12,1 a	12,9 ab	15,9 b	12,6 a	12,9 ab	12,2 a
ismeretlen_2	10,8 abc	11,6 c	11,3 bc	10,6 ab	10,3 a	11,0 abc
ismeretlen_3	10,9 abc	11,6 c	11,2 bc	10,2 a	10,4 ab	11,0 abc
ismeretlen_5	11,0 abc	11,6 c	11,2 bc	10,1 a	10,4 ab	11,1 abc
ismeretlen_8	11,5 ab	12,1 b	12,4 b	10,7 a	10,7 a	11,5 ab
ismeretlen_12	11,2 a	12,9 b	11,5 a	10,7 a	11,0 a	11,5 a
Σ	13246,9	10597,5	20367,4	20173,8	26583,6	27231,5

Megállapítottuk, hogy mindegyik vizsgált származás esetében ugyanazok a komponensek mutathatók ki, mely kemotaxonomiailag is igazolja az egy fajhoz való tartozást. Vizsgálataink során figyelemre méltó volt a származáson belüli magas szórás egy adott komponensre nézve, emiatt a származások közti szignifikáns eltérés is nehezen volt indikálható. Ennek ellenére több vegyületre is jelentős és szignifikáns eltérések tapasztalhatók az egyes származások között. A legjelentősebb koncentráció-eltérések a (+)-katechin, (-)-epikatechin és a flavonoid-glikozidok koncentrációiban mutatkoztak. A legmagasabb polifenol tartalmakat a Torup és a Grästen származásokban mértük, melyek egyben a legrosszabb teljesítmény tényezőkkel (törzsátmérő) is jellemezhetők (NAGY BOZSOKY 2005). A mért koncentráció különbségek felvetik annak lehetőségét, hogy ezek a vegyületek olyan markerek, melyek jelenléte a bükk egyedek stressztűrő képességével állhat kapcsolatban, hasonlóan a bükk kéregnél tapasztaltakkal (DÜBELER *et al.* 1997). Ezzel kapcsolatban kiemelten fontos a jövőben a vegyületek szezonális változásának vizsgálata, mivel kimutatott tény, hogy a bükk levelek polifenoljainak mennyisége és minősége is jelentősen változik májustól októberig (PIRVU *et al.* 2013). A környezeti tényezők (csapadék, napsugárzás, termőhely, stb.) befolyásoló hatásának felmérése is elengedhetetlen ebből a szempontból, mivel például a napsugárzás intenzitása jelentősen befolyásolja a flavonoid szintézis ütemét (HEGEDŰS ÉS STEFANOVITSNÉ 2012), így a lombkorona egyes részei közt is nagy összetételbeli eltérések lehetnek. További vizsgálatokat igényel az egyes komponensek antioxidáns képességének meghatározása, potenciális szerepük a biotikus és abiotikus stressz elleni védekezési reakciókban, valamint az ismeretlenek megjelölt vegyületek azonosítása.

Összefoglalás

A bükk levél polifenoljainak minőségi azonosítása és mennyiségi vizsgálata nem csak tudományos hiánypótlás szempontjából fontos, hanem a potenciális stresszmarkerek azonosításával a növényi stresszfolyamatok tanulmányozhatók, előrejelezhetők, valamint a jövőbeli erdősítés szempontjából legmegfelelőbb származások kiválasztását is elősegíti. A vegyületek azonosításával, antioxidáns képességének megállapításával a bükk levél kivonatok gyógyászati, kozmetikai, élelmiszeripari vagy faipari alkalmazhatósága a jövőben fokozható.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával valósult meg. Kutatásunkat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 AGRÁRKLÍMA című projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- BEHRENS A., MAIE N., KNICKER H. és KÖGLER-KNABNER I. (2003): MALDI-TOF mass spectrometry and PSD fragmentation as means for the analysis of condensed tannins in plant leaves and needles. – *Phytochemistry* 62: 1159-1170.
- DÜBELER A., VOLTMER G., GORA V., LUNDERSTÄDT J. és ZEECK A. (1997): Phenols from *Fagus sylvatica* and their role in defence against *Cryptococcus fagisuga*. – *Phytochemistry* 45: 51-57.
- HEGEDŰS A., STEFANOVITSNÉ BÁNYAI É. (2012): Természetes antioxidáns-forrásunk: A gyümölcs. – Debreceni Egyetem, AGTC, Kertészettudományi Intézet pp. 179.
- HOFMANN T. és ALBERT L. (2013): HPLC-MS investigation of polyphenolic compounds in beech (*Fagus sylvatica* L.) bark and leaf. – 9th Balaton Symposium on High-Performance Separation Methods, September 4-6, 2013, Siófok, Magyarország, p. 130.
- NAGY BOZSOKY P. (2005): Bükk populációk fenológiájának genetikai és környezeti szabályzása. – Nyugat Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezettudományi Intézet, Ökológia és Genetika Tanszék, Diplomaterv pp. 44.

- PIRVU L., GRIGORE A., BUBUEANU C. és DRAGHICI E. (2013): Comparative analytical and antioxidant studies on a series of *Fagus sylvatica* L. leaves extracts. – *Journal of Planar Chromatography* 26 (3): 237-242.
- TISSUT M. (1967): A spectrophotometric and chromatographic study of Beech flavonols. – *Phytochemistry* 6 (9): 1291-1296.

LEVELEK TOTÁLFENOL TARTALMÁNAK ÉS ANTIOXIDÁNS ÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSA KÜLÖNBÖZŐ FAFAJOK ESETÉBEN

NEBEHAJ ESZTELLA¹, STEFANOVITSNÉ BÁNYAI ÉVA², HOFMANN TAMÁS¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémiai Intézet, Sopron
nebehaj.esztella@gmail.com

² Budapesti Corvinus Egyetem, Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest

Bevezetés

A növényi polifenolok régóta az érdeklődés középpontjában állnak, köszönhetően többek között a ragadozók, valamint a patogén kórokozók elleni védekezésben betöltött szerepüknek. Az utóbbi időben főleg a flavonoidok terén növekedett meg a biológiai hatásuk iránti érdeklődés, ugyanis a táplálékban megtalálható polifenolokat összefüggésbe hozták betegségekre gyakorolt pozitív hatásokkal (PIETTA *et al.* 2003). A tanulmányok azt mutatják, hogy összefüggés van a rákos megbetegedéseknek és szívproblémáknak köszönhető halálozás, valamint a zöldségek és gyümölcsök fogyasztása között. Bizonyítják, hogy a zöldségekben és gyümölcsökben található nagy mennyiségű polifenol jelentős hatással van a fenti betegségek miatt bekövetkező halálozások csökkentésében. Az antioxidáns hatásuk következtében az utóbbi években középpontba kerültek a növényi polifenol források. A kempferol, kvercetin, luteolin, miricetin és a katechin erős gyulladásgátló, allergiaellenes komponensek és kóros folyamatok megelőzésére is szolgálnak. Az ilyen növényi kivonatok az élelmiszeripar számára fontosak, hogy segítségükkel a mesterséges antioxidánsokat természetessé válthassák ki (THÉRIAULT *et al.* 2006).

Zöldségek, gyümölcsök esetében számos eredményt találhatunk azok polifenol tartalmára és antioxidáns kapacitására. Az erdei fák „melléktermékei”, pl. a kéreg, levél, toboz, ággöcs, terméshéj iparilag nehezen, vagy egyáltalán nem hasznosíthatók, mégis többük nagy koncentrációban tartalmaz antioxidánsokat, illetve egyéb jótékony élettani hatással rendelkezik. Számos tűlevelű- (*Abies*, *Pinus* és *Picea spp.*) és lombos faj (*Populus* és *Acacia spp.*) ággöcse rendkívül nagy mennyiségben tartalmaz polifenolokat. A fenyőfélékben lignánok és a pinoszilvin jellemzőek, míg a lombos fajokban a flavonoidok. A pinoszilvin gomba- és baktériumölő tulajdonságú, továbbá antioxidáns hatással is rendelkezik, a lignánok pedig akár még a flavonoidoknál is nagyobb antioxidáns tulajdonsággal rendelkezhetnek (PIETARINEN *et al.* 2006). Eukaliptusz fák kergének vizsgálatakor pedig szintén bizonyították, hogy a kéregből kinyert anyagok között jelentős számú polifenolos komponens van (SANTOS *et al.* 2012). A havasi boróka tobozából és tűleveléből készült extraktumok szintén antioxidáns hatással rendelkeznek, továbbá gyulladásgátló tulajdonságukat is leírták (LESJAK *et al.* 2011). A szelídgesztenye héj extraktumok pedig az eukaliptusz kergénél is erősebb antioxidáns hatásúak (VÁZQUEZ *et al.* 2008).

A nehéz hasznosítás miatt számos faj és szövet esetében nem áll rendelkezésre eredmény, hiányosak a szakmai tudományos adatok, pedig épp az előbbi példák bizonyítják, hogy ezek jelentős potenciállal rendelkezhetnek.

Kutatásunk során nemcsak iparilag fontos (bükk, akác), hanem szakirodalom által levelek antioxidáns tartalma szempontjából még nem vizsgált fajokat (molyhos tölgy, keleti gyertyán) is vizsgáltunk. E fajok levelei nagy mennyiségű flavonoid-glikozidot és egyéb polifenol jellegű vegyületet tartalmazhatnak. Párhuzamos minta-előkészítést alkalmaztunk abból a célból, hogy megtudjuk, milyen hatása van az antioxidáns tartalomra annak, ha a polifenolokat oxidáló enzimeket nem inaktiváljuk. A polifenol- és antioxidáns tartalom

jellemzésére számos módszer létezik, munkánk során a levelek polifenol tartalmát Folin-Ciocalteu-módszerrel vizsgáltuk, míg az antioxidáns tartalmat DPPH- és FRAP-módszerrel határoztuk meg.

Vizsgálati anyag és módszer

Mintavétel és minta-előkészítés: A mintákat 2013. október 4-én vettük, a Nyugat-magyarországi Egyetem Botanikus Kertjéből. A fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a közönséges bükk (*Fagus sylvatica*), magas kőris (*Fraxinus excelsior*), szelídgesztenye (*Castanea sativa*), vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*), korai juhar (*Acer platanoides*), molyhos tölgy (*Quercus pubescens*), keleti gyertyán (*Carpinus orientalis*), és nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) fákról 15-30 db levelet szedtünk. Mintavétel után a mintaként begyűjtött levelek felét mikrohullámú kezelésnek vetettük alá az oxidáz enzimek inaktiválása céljából, a másik részét nem kezeltük. Ezután a mintákat laborklímán szárítottuk néhány napig.

Szárítás után ledaráltuk a mintákat azonos szemcsenyagúságra. A darált mintákból 20 mg-ot 20 ml 4:1 metanol: víz eleggyel extraháltunk sötétben, 24 órán keresztül. Az extraktumokat Whatman 1.2 µm pórusméretű üvegszálalás szűrőn szűrtük.

Extraktanyag tartalom meghatározása: Az extraktanyag tartalom meghatározásához a szűrletből 5 ml-t adagoltunk bemérőcsónakokba, majd azokat 70°C-os szárítószekrényben 4 órán keresztül pároltuk be. Miután szobahőmérsékletre hűltek, lemértük az extraktanyag tömegét.

Totálfenol tartalom meghatározása: A totálfenol tartalmat Folin-Ciocalteu módszerrel határoztuk meg (SINGLETON és ROSSI 1965). A mintákat centrifugáltuk, majd a tiszta részt használtuk fel a további vizsgálatokhoz. A reakcióoldat abszorbanciáját 760 nm-en mértük. A kalibráció kvercetin-törzsoldattal történt. Három párhuzamos mérést végeztünk.

Antioxidáns kapacitás meghatározása: Az antioxidáns kapacitás meghatározására kétféle módszert választottunk.

- A DPPH-módszer során (SHARMA *et al.* 2009) 1,1-difenil-2-pikrilhidrazilgyökkel történt a reakció 30 percig. A mintaelegy abszorbanciáját 515 nm-en mértük. Három párhuzamos mérést végeztünk, a kalibrálás DPPH-oldattal történt.
- A FRAP-módszer esetében (BENZIE *et al.* 1996), amely vasredukálóképességen alapuló eljárás, 593 nm-en mértük a reakcióelegy abszorbanciáját. A reakcióidő 5 perc volt, négy párhuzamos mérést végeztünk, és a kalibráció aszkorbinsav-oldattal történt.

Kromatográfias elválasztás és tömegspektrometriás azonosítás: HPLC elválasztás körülményei: állófázis: Phenomenex, Kinetex C18, 50 x 4.5 mm 2.6 µm, 40 °C; mozgófázis: 1.5 ml/min, gradiens elúció (A: 0.1% hangyasav+víz, B: 0.1% hangyasav+acetonitril), 5% B → 100 B (36 perc); detektálás: UV 250-380 nm, MS: -ESI (50-1000 m/z, IDA (-EMS, -EPI)).

Antioxidáns vegyületek és DPPH reakciója: az extraktumok DPPH-oldattal történő reakcióját vizsgáltuk. A legerősebb antioxidáns hatással rendelkező anyagokat kerestük. A reakció során 0.4 ml extraktumhoz 0.1 ml 20 000 µM/l-es DPPH –oldatot adtunk, majd 1 óra elteltével felvettük a HPLC-UV-MS/MS kromatogramjukat. Összehasonlítottuk az eredeti extraktummal (0.4 ml kivonat+ 0.1 ml metanol).

Eredmények és következtetések

1. táblázat: Különböző fajok esetében kapott eredmények; K – kezelt, NK – nem kezelt, sz.a. – szárazanyag. A konfidencia intervallumok 95%-os megbízhatósági tartományra vonatkoznak

Mintanév	Extraktanyag tartalom (%)	Totálfenol (mmol/100 g sz.a.)	DPPH – IC ₅₀ (µg/ml)	FRAP (µM/l)
Nagylevelű hárs – K	28.49	6.43 ± 0.69	79.13 ± 45.70	849 ± 33
Nagylevelű hárs - NK	26.82	6.15 ± 0.60	138.42 ± 126.82	719 ± 80
Bükk – K	23.98	12.55 ± 0.64	31.63 ± 6.81	1852 ± 212
Bükk – NK	20.43	10.39 ± 1.30	37.60 ± 1.11	1414 ± 41
Keleti gyertyán – K	34.19	21.09 ± 2.55	10.53 ± 1.19	3668 ± 288
Keleti gyertyán – NK	31.16	20.11 ± 2.46	10.17 ± 0.81	3337 ± 167
Szelídgesztenye – K	29.53	16.62 ± 2.45	12.22 ± 3.09	3390 ± 503
Szelídgesztenye – NK	26.93	14.13 ± 0.63	11.24 ± 1.33	2919 ± 164
Vadgesztenye – K	26.98	14.12 ± 1.15	38.70 ± 13.46	1697 ± 127
Vadgesztenye- NK	26.50	13.02 ± 1.31	31.70 ± 12.52	1492 ± 140
Korai juhar – K	26.24	8.94 ± 1.52	28.20 ± 5.97	1583 ± 54
Korai juhar – NK	26.90	7.87 ± 1.32	34.50 ± 25.39	1316 ± 92
Hamvas éger – K	37.79	13.49 ± 2.12	23.52 ± 5.52	2398 ± 223
Hamvas éger – NK	34.86	9.80 ± 1.24	35.31 ± 7.86	1542 ± 144
Akác – K	35.15	13.88 ± 2.69	17.93 ± 2.85	1247 ± 106
Akác – NK	32.33	7.50 ± 0.29	39.21 ± 3.01	816 ± 95
Molyhos tölgy – K	30.34	19.08 ± 2.28	8.03 ± 0.70	3554 ± 490
Molyhos tölgy – NK	26.25	16.51 ± 1.31	8.83 ± 2.01	3576 ± 368
Magas kőris – K	28.34	11.16 ± 1.24	38.45 ± 10.67	1596 ± 238
Magas kőris - NK	26.81	7.66 ± 1.29	77.91 ± 35.81	1272 ± 35

2. táblázat: A referencia vegyületekre kapott eredmények

Referencia vegyületek	Konc. (mg/ml)	IC ₅₀ (µg/ml)	FRAP (µM/l)
Trolox	1.17	4.29	3659
Katechin	1.53	7.40	4556
Rutin	1.18	13.94	1978

3. táblázat: A mérési paraméterek közötti korreláció (Korrelációs mátrix R² értékek alapján)

	Totálfenol	1/IC ₅₀ (ml/µg)	FRAP (µM/l)
Totálfenol	1	0.760	0.819
1/IC₅₀ (ml/µg)	0.760	1	0.867
FRAP (µM/l)	0.819	0.867	1

Az 1. táblázat alapján látható, hogy a legnagyobb totálfenol- és FRAP-értéke a keleti gyertyánnak, a molyhos tölgynek és a szelídgesztenyének van. Ezekre a fajokra jellemző a legkisebb IC₅₀-érték is, amely azt fejezi ki, hogy milyen koncentrációjú extraktum szükséges a reakcióelegyben lévő gyökök mennyiségének 50%-ra való csökkentéséhez. A bükk és akác extraktumok közepes, míg a nagylevelű hárs és a korai juhar kis antioxidáns képességgel jellemezhető. A 2. táblázat a referencia vegyületekre kapott eredményeket mutatja.

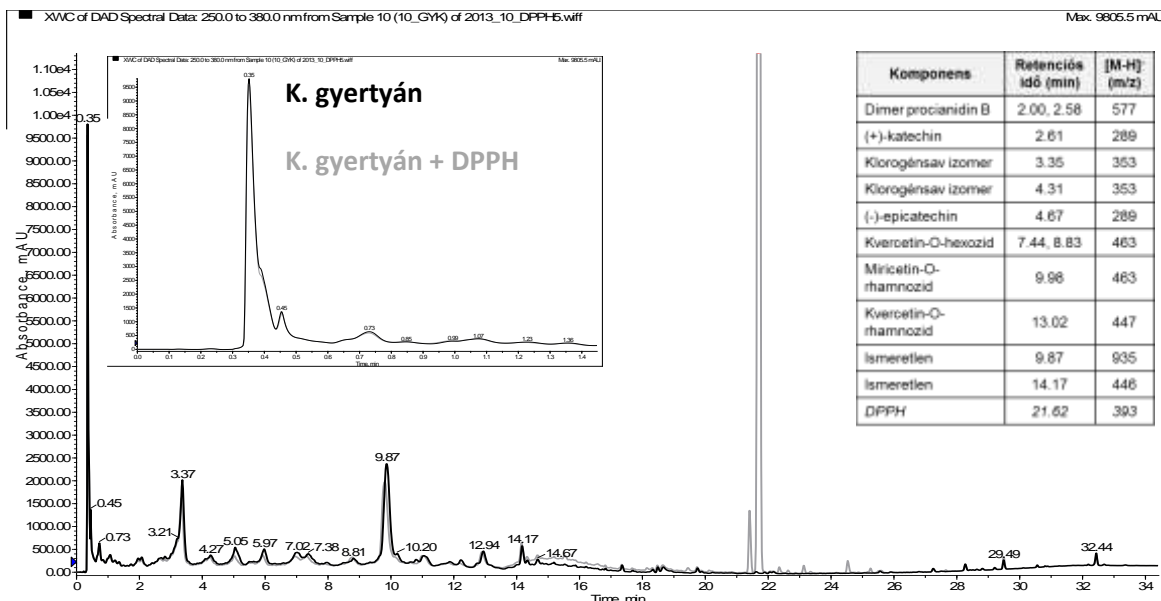
A mikrohullámmal nem kezelt minták sokszor kisebb antioxidáns képességgel rendelkeznek, ami azzal magyarázható, hogy a szabad levegőn a polifenolok enzim általi bomlása megindult. A kezelt és kezeletlen minták antioxidáns tartalma közötti különbség mértéke fajfüggő. A két mintaelőkészítés közötti legnagyobb különbség a fehér akácnál látható.

A 3. táblázat alapján azt mondhatjuk, hogy a minták polifenol tartalmának nagy hányada felelős az antioxidáns tulajdonságokért. Az extraktanyag tartalom semelyik mérési adattal nem korrelál, így az a 3. táblázatban nem került feltüntetésre.

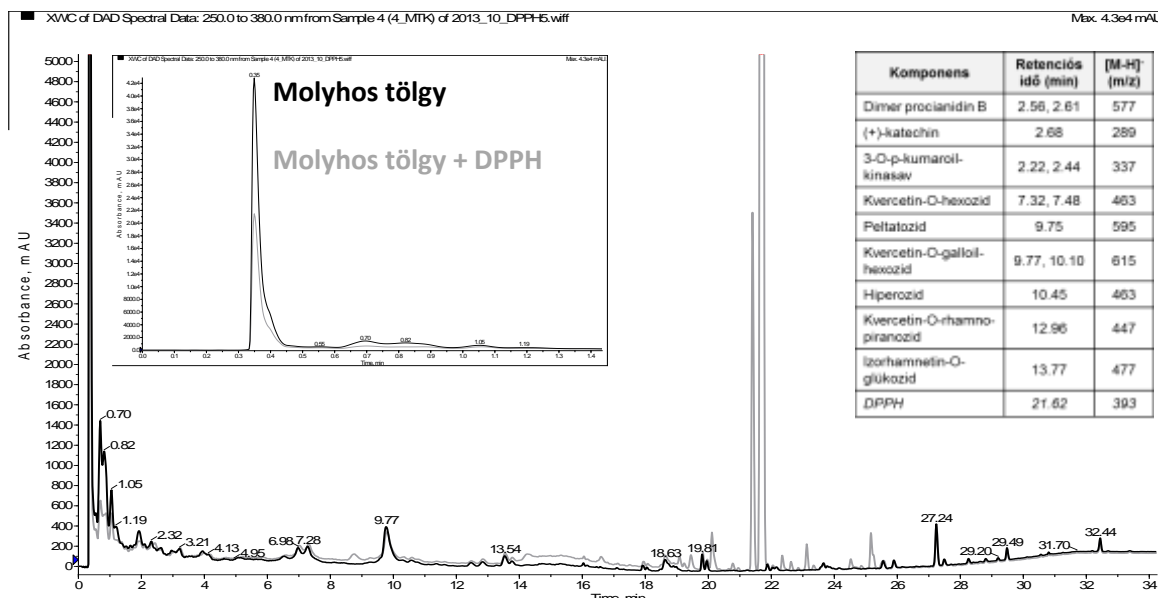
Ha megvizsgáljuk a különböző mérési paraméterek közötti összefüggéseket, akkor azt mondhatjuk el az R²- értékek alapján, hogy a legjobb korreláció az 1/IC₅₀-totálfenol, a FRAP-totálfenol és FRAP-1/IC₅₀ között van.

A totálfenol és antioxidáns kapacitás értékek alapján kromatográfiás analízisnek a keleti gyertyán, a szelídgesztenye és a molyhos tölgy extraktumokat vetettük alá. Számos komponenst sikerült azonosítani.

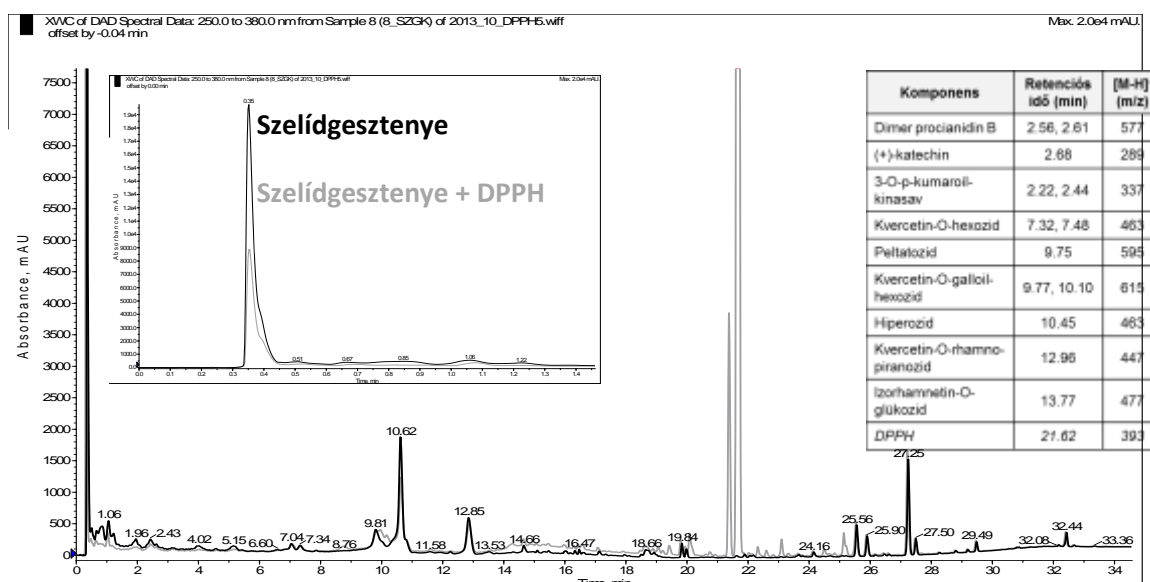
Ezen extraktumok esetében vizsgáltuk a DPPH-gyökkel végbemenő reakciót is. A DPPH-gyökkel történő reakció során megállapítható, hogy számos antioxidáns tulajdonságért felelős komponens mennyisége lecsökkent, mivel reagáltak a DPPH-gyökkel. Az 1-3. ábrákon látható, hogy a keletkezett termékek 19 – 25 perces retenciós idő tartományban figyelhetők meg. A szelídgesztenye és molyhos tölgy esetében a 0.35 - 1.5 perc tartományban jelentkező komponensek jelentős reakciókészséggel rendelkeznek. Az ebben a tartományban megjelenő vegyületek csúcs alatti területe jelentős mértékben lecsökkent.



1. ábra: Keleti gyertyán levél extraktumok reakciója DPPH gyökkel



2. ábra: Molyhos tölgy levél extraktumok reakciója DPPH gyökkel



3. ábra: Szelídgesztenye levél extraktumok reakciója DPPH gyökkel

Összefoglalás

A vizsgált fajok levelei közül a keleti gyertyán és a molyhos tölgy rendelkezik kiugróan magas antioxidáns kapacitással. A mikrohullámú előkezelés hatásossága fajfüggő, amit a levelek eltérő polifenol összetétele magyaráz. A HPLC-MS/MS vizsgálatokkal a potenciális antioxidáns komponensek elválaszthatók és azonosíthatók, a gyökkel végrehajtott reakció segítségével az egyes komponensek aktivitása összevethető. A jövőben kutatásainkat kiterjesztjük más eddig nem vizsgált fajokra illetve szövetekre is.

Felhasznált irodalom

- BENZIE, I. F. F. és STRAIN J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. - *Analytical Biochemistry*, (239): 70-76.
- LESJAK, M.M., BEARA I.N., ORČIĆ D.Z., ANAČKOV G.T., BALOG K.J., FRANCIŠKOVIĆ M.M. és MIMICA-DUKIĆ N.M. (2011): *Juniperus sibirica* Burgsdorf. as a novel source of antioxidant and anti-inflammatory agents. - *Food Chemistry* (124): 850-856.
- PIETARINEN, S. P., WILLFÖR S.M., AHOTUPA M.O., HEMMING J.E. és HOLMBOM B.R. (2006): Knotwood and bark extracts: strong antioxidants from waste materials. - *Journal of Wood Science* (52): 436-444.
- PIETTA, P. MINOGGIO M. és BRAMATI L. (2003): Plant Polyphenols: Structure, occurrence and bioactivity. - *Studies in Natural Products Chemistry* (28): 257-312.
- SANTOS, S. A. O., VILLAYERDE J. J., FREIRE C. S. R., DOMINGUES M. R. M., NETO C. P. és SILVESTRE A. J. D. (2012): Phenolic composition and antioxidant activity of *Eucalyptus grandis*, *E. urograndis* (*E. grandis* × *E. urophylla*) and *E. maidenii* bark extracts. - *Industrial Crops and Products*, (39): 120-127.
- SHARMA, O.P. és BHAT T. K. (2009): DPPH antioxidant assay revisited. - *Food Chemistry*, (113): 1202-1205.
- SINGLETON, V. L. és ROSSI J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. - *American Journal of Enology and Viticulture*, (161): 144-158.
- THÉRIAULT, M., CAILLET S., KERMASHA S. és LACROIX M. (2006): Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products. - *Food Chemistry* (98): 490-501.
- VÁZQUEZ, G., FONTENLA E., SANTOS J., FREIRE M.S., GONZÁLEZ-ÁLVAREZ J. és ANTORRENA G. (2008): Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. - *Industrial Crops and Products* (28): 279-285.

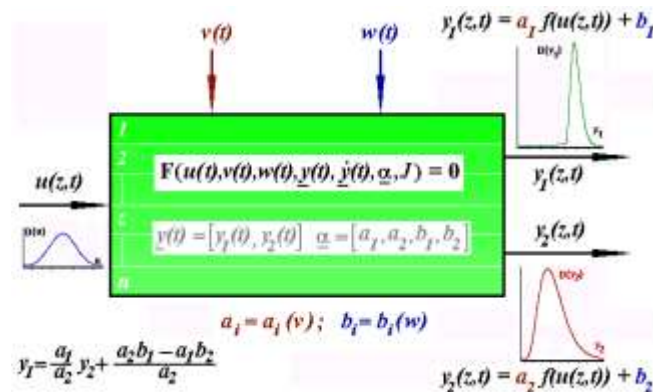
AZ ÁLLAPOTFÜGGŐ ÉS A SÚLYPONTI KORRELÁCIÓK KAPCSOLATA BIOLÓGIAI RENDSZEREKBE

NÉMETH ZSOLT ISTVÁN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémiai Intézet, Sopron
nemeth.zsolt@emk.nyme.hu

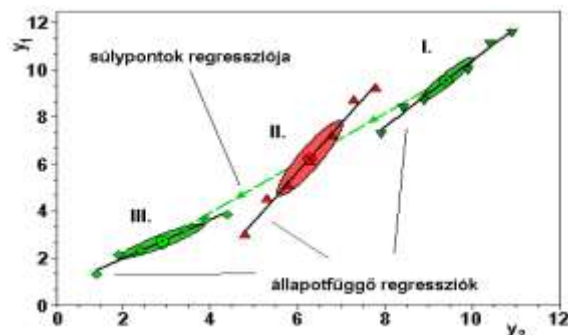
Bevezetés

A biokémiai változók lineáris regresszióinak értelmezésére kidolgozott állapotfüggő korreláció koncepció rendszerszemléletű megközelítéssel elméleti összefüggéseket szolgáltat (NÉMETH és mtsai 2009A; NÉMETH 2009B). A koncepció rendszermodellje, a heterogén bemenetű lineárisan korreláló kimeneti (HB-LKK) rendszer az állapot- és/vagy a kimeneti változók korrelációinak elméleti egyenletét az összehangolt szabályozású és azonos eloszlástípusú standardizált változók ekvivalenciájából származtatja (1. ábra). A HB-LKK rendszer paraméterei környezeti hatásokra érzékenyek lehetnek - pl.: $a_i = a_i(v)$; $b_i = b_i(w)$ - ami y_1 és y_2 változók regresszióinak meredekség, tengelymetszet és érvényességi tartomány megváltozásait vonja maga után (NÉMETH 2013).



1. ábra: A HB-LKK rendszer funkciója

(u – rendszer bemenet; y_1, y_2 – rendszer kimenetek; F – általános rendszerfunkció; f – korrelációs kapcsolatot generáló speciális rendszerfüggvény; a_i, b_i – környezeti körülményfüggő rendszerparaméterek; v, w – környezeti tényezők; $z \in [1, 2, \dots, n]$ – alrendszer helykoordináta; t - idő)

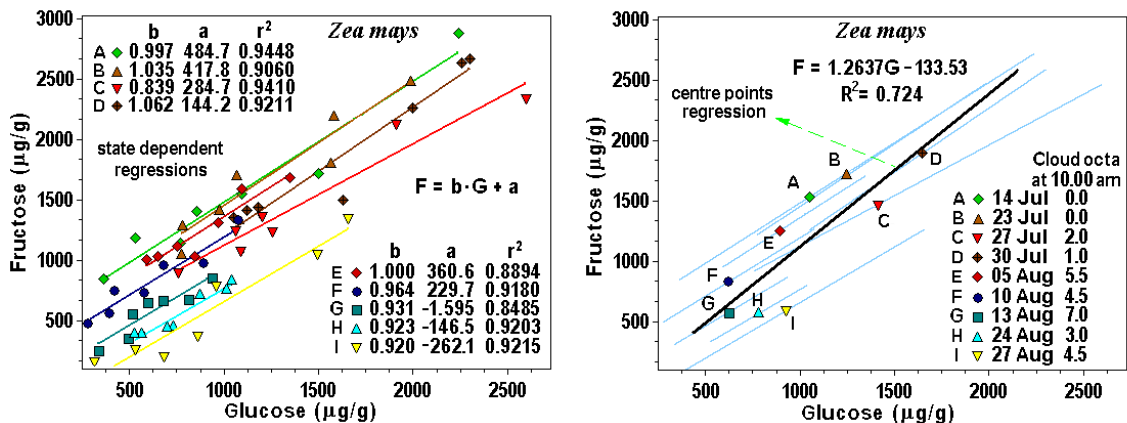


2. ábra: Állapotfüggő és súlyponti regressziók kapcsolata

Különböző környezeti körülményekhez tartozó állapotfüggő regressziók súlypontjai, az y_1 és az y_2 változók átlagérték-párjai által meghatározott pontok is magas határozottsági fok (R^2) mellett szolgáltathatnak regressziós egyeneseket (2. ábra). A biológiai rendszer és az

aktuális környezeti körülmény kölcsönhatását kifejező állapotfüggő regresszió és a rendszer súlyponti regressziója között kapcsolat teremthető, ha a HB-LKK rendszerfunkciója a környezeti körülmény változásától függetlenül az y_1 és az y_2 változók lineáris korrelációjának fenntartását, megőrzését is magában foglalja. Az állapotfüggő és a súlyponti regressziós egyenesek kapcsolata olyan kritériumi összefüggéssel jellemezhető, amely szerint az állapotfüggő regressziók meredekségének és tengelymetszetének módosulásai nem lehetnek függetlenek a súlyponti regresszió meredekségétől és tengelymetszetétől. Szabályozott rendszerekben, az egymással lineárisan korreláló változók állapotfüggő és a súlyponti regressziói közötti szükségszerű kapcsolat a rendszerműködés lényegéből fakad (NÉMETH 2009B). Biológiai rendszerekben a HB-LKK rendszerműködés jó közelítéssel felismerhető. Állapotfüggő korrelációt alkotnak a növényi lombzat glükóz és fruktóz koncentrációi, a levelek UV-VIS-NIR és az IR spektrumainak fényelnyelési sávjai, stb. Tapasztalati állapotfüggő regresszióikhoz magas határozottsági fokú súlyponti regressziók tartoznak.

Regressziós adathalmazok statisztikai értékelésének kulcseleme a csoportokon belüli és a csoportok közötti regressziók létezésének vagy hiányának megállapítása. A csoportokon belüli, adott mintavételekhez tartozó regressziók az állapotfüggő regressziók, amelyeknek súlypontjai is lineáris korrelációs kapcsolatban lehetnek egymással (NÉMETH és mtsai 2009C). A 3. ábra egy kukorica ültetvény korrelációs monitoringjának az állapotfüggő regresszióit és az általuk meghatározott súlyponti regressziót szemlélteti.



3. ábra: Állapotfüggő és súlyponti regressziók a kukorica növény vegetációjában (SOPRONHORPÁCS, 2009; NÉMETH és mtsai 2010)

Elmélet

Az állapotfüggő és a súlyponti regressziók kapcsolata a HB-LKK rendszer, ill. sejtek fiziológiás alapfunkciója alapján értelmezhető, ill. származtatható. Az élőrendszereknek élettelen világtól való, talán legjellegzetesebb eltérése abban nyilvánul meg, hogy nem követik a *Le Chatelier-Braun*-féle legkisebb kényszer törvényét. Az élőrendszerekben valamilyen külső kényszer hatására a válaszreakciókat az életfenntartásának célja, az életfunkció szabályozásának megőrzése határozza meg. A fiziológiás változók értékeit módosítani képes környezeti körülmény megváltozására a sejtek oly módon változtatják meg pl. metabolit koncentrációikat, hogy az anyagcsere-szabályozás, ill. annak létezését visszatükröző lineáris korrelációk továbbra is fennmaradjanak.

A HB-LKK rendszer (1. ábra) két különböző környezeti körülményhez tartozó kvázi stacionárius állapotát jelezzék a csillag nélküli és a csillaggal jelölt y_1 és y_2 változók (1. hozzárendelés). Legyen c_1 és c_2 a környezeti körülmény változásához tartozó állapotváltoztatási kényszerhatás.

$$(1) \quad y_1 \mapsto y_1^*, \quad y_2 \mapsto y_2^*$$

$$(1.1) \quad y_1^* = h_1(y_1 + c_1) = h_1 y_1 + h_1 c_1$$

$$(1.2) \quad y_2^* = h_2(y_2 + c_2) = h_2 y_2 + h_2 c_2$$

$$(2.1) \quad y_1 = m \cdot y_2 + b$$

$$(2.2) \quad y_1^* = m^* \cdot y_2^* + b^*$$

A rendszer a módosuló y_1 és y_2 értékeket úgy próbálja meg h_1 és h_2 állapotváltoztatási tényezőkkel erősíteni vagy gyengíteni, hogy az y_1 és y_2 változók lineáris korrelációja megmaradjon. Kvázi stacioner állapotokban az állapotváltozási és az állapotfüggő egyenletek egyidejűleg csak akkor lehetnek érvényesek, ha a rendszer állapotváltoztatási tényezőinek hányadosa (h_2/h_1) az állapotfüggő regressziók meredekségeinek hányadosával (m/m^*) megegyező (3.1 egyenlet). Továbbá, kifejezhető a kapcsolat az állapotváltoztatási kényszerhatások között is (3.2 egyenlet). Az 1.1, 1.2, 2.1 és 2.2 összefüggésekből származtatott 3.1 és 3.2:

$$(3.1) \quad \frac{h_2}{h_1} = \frac{m}{m^*} \quad (3.2) \quad h_2 c_2 = \frac{h_1 \cdot b + h_1 c_1 - b^*}{m^*}$$

Az állapotfüggő regressziók meredekségeinek megváltozása a biológiai rendszer paramétereinek változásáról ad tájékoztatást. y_1 és y_2 változók normáloszlásait feltételezve, a változók várhatóértékei (μ_{y_1} , $\mu_{y_1}^*$, μ_{y_2} , $\mu_{y_2}^*$) között formailag az 2.1 és 2.2 állapotfüggő egyenletekkel megegyező összefüggések adódnak:

$$(4) \quad \mu_{y_1}^* = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{1i}^* = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_1 (y_{1i} + c_1) = h_1 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{1i} + h_1 \frac{1}{n} n \cdot c_1 = h_1 \mu_{y_1} + h_1 c_1$$

$$(4.1) \quad \mu_{y_1}^* = h_1 \mu_{y_1} + h_1 c_1 \quad (4.2) \quad \mu_{y_2}^* = h_2 \mu_{y_2} + h_2 c_2$$

4.1 és 4.2 összefüggések az állapotváltozásnak várhatóértékekre gyakorolt hatását fejezik ki.

A környezeti körülmény változása maga után vonja a változóeloszlások paramétereinek megváltozását, így a várhatóértékekét is. A biológiai rendszer korreláló változóinak regressziója kifejeződik várhatóértékeinek regressziójában is, sőt ez a sejtműködés szabályozott voltának egy visszatükröződése. A várhatóértékek regressziója nem más, mint a biológiai rendszer elméleti súlyponti regressziója, aminek fenntartása szabályozási cél, amit az 5.1 és 5.2 egyenletek jutnak érvényre a csillag nélküli és a csillaggal jelzett állapotokban:

$$(5.1) \quad \mu_{y_1} = C \mu_{y_2} + D \quad (5.2) \quad \mu_{y_1}^* = C \mu_{y_2}^* + D,$$

ahol C és D az elméleti súlyponti regresszió meredeksége, ill. tengelymetszete. 4.1, 4.2, 5.1 és 5.2 egyenletekből több lépésen át jutunk el a 6. egyenlethez (a levezetést lásd: NÉMETH 2009b):

$$(6) \quad D \left(\frac{h_1 - 1}{h_1} \right) \cong C \cdot \frac{b + c_1}{m^*} - \frac{b^*}{h_1 m^*} - c_1,$$

amelynek átrendezett formáját (6.1 egyenlet) jelen dolgozat szerzője **növény-környezet kölcsönhatási egyenletnek** nevezte el.

$$(6.1) \quad \frac{D}{C} \cong \frac{h_1}{h_1 - 1} \left(\frac{b + c_1}{m^*} - \frac{b^*}{h_1 m^*} - c_1 \right) = konstans$$

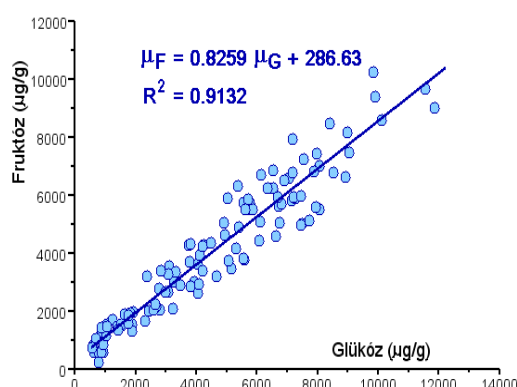
6.1 egyenlet baloldalán a súlyponti regresszió tengelymetszetének és meredekségének hányadosa szerepel. A jobb oldali részt az állapotváltoztatási kényszerhatás, az állapotváltoztatási tényezők, és az állapotfüggő regressziók paraméterei határoznak meg. Ez az egyenlet egyértelmű kapcsolatot teremt az állapotfüggő és a súlyponti regressziók között. 6.1 egyenlet alapján kijelenthető, hogy az állapotfüggő regressziók az anyagcsere-szabályozási célú, elméleti súlyponti regresszióknak az aktuális környezeti körülményhez igazított, paramétereikben annak módosított változatai. Továbbá, a növény-környezet kölcsönhatási összefüggés magyarázatot ad arra, hogy miért csökken az állapotfüggő regresszió tengelymetszete minden esetben, amikor meredeksége növekedik. Az állapotfüggő és súlyponti regressziók paraméter változásaiból és határozottságaikból a biológiai rendszer fiziológiás állapotaira lehet következtetni. A növény és környezet kölcsönhatási egyenlet alapján az *adaptációs*, *eu-*, valamint *disz-stressz* állapotok megkülönböztethetők.

Vizsgálati módszerek

A növényi levelek glükóz és fruktóz tartalmait SÁRDI OPLC elválasztásával (KOVÁCS-NAGY és mtsai 2008) határoztuk meg. A levelek UV-VIS reflexiós spektrumait SHIDAZDU UV 3101 PC (ISR 3001) spektrofotométerrel vettük fel.

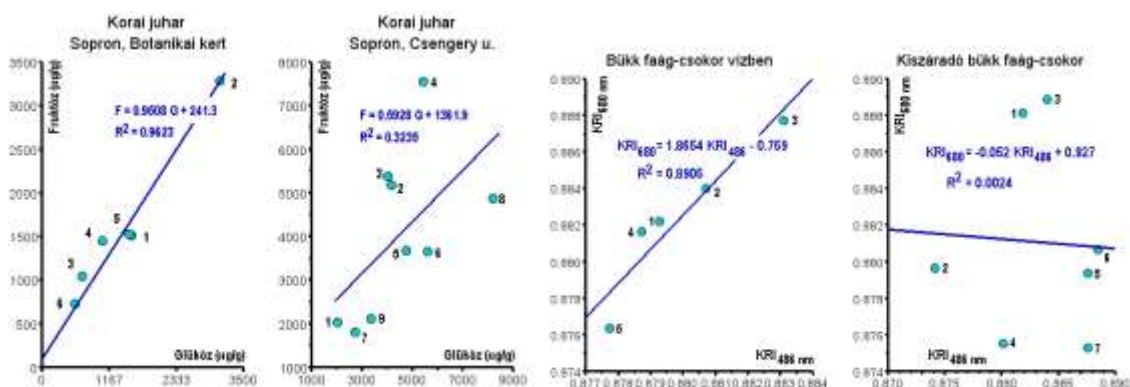
Eredmények

A súlyponti regresszió anyagcsere-szabályozási célú fenntartását erősíti a különböző növényekre (útifű, bársony mályva, kukorica, cukorrépa, kocsányos tölgy, korai juhar, bükk, kislevelű hárs, ezüst hárs), különböző vegetációkban (2009-2013) és különböző környezeti hatásoknál (természetes vegetációs körülmények, szárazság, fényhiány, talajvíz-szennyezés, konyhasó és metanol stressz, stb.) kapott, egyesített glükóz-fruktóz súlypontjaiknak regressziója, ami magas határozottsági fokú, s a glükóz fruktóz átlagértékeknek növényfaj típustól és környezeti körülménytől független, lineárisan összehangolt anyagcsere-szabályozását hozza napvilágra (4. ábra).



4. ábra: A növények glükóz-fruktóz súlyponti regressziója {Bevington kritérium (100, 95%) = 0.197}

A súlyponti regressziók határozottsági foka stressz érzékeny. Az 5. és 6. ábrák korai juhar és bükk lombzatok glükóz-fruktóz, ill. reflexiós index (KRI) súlyponti regressziókat mutatnak be. A korai juhar faegyedek közül az adaptációs állapototartományban lévők (Sopron, Botanikai kert; 5a ábra) a súlyponti regressziója magas határozottsági fokú (R^2), amíg a Csengery és az Arany J. utcák kereszteződésénél, közlekedési forgalomnak kitett juharfa lombzat nagyon alacsony R^2 értéket szolgáltatott (5b ábra).



5. ábra: Korai juhar lombzatok glükóz-fruktóz súlyponti regressziói

6. ábra: Bükk faágcsokrok UV-VIS fényelnyelési súlyponti regressziói

(A súlypontok számozása a lombzat mintavételeinek időben egymást követő sorszámai)

A bükk faág-csokor lombzat állapotváltozását UV-VIS spektrometriásan követtük nyomon, s az állapotváltozást a 486 és 680 nm-nél a növényi pigmentek fényelnyelési korrelációival jellemeztük. A desztillált vízbe állított faágcsokor három héten át fenntartotta az UV-VIS levél spektrum abszorpciós indexeinek magas határozottsági fokú súlyponti regresszióját (6a ábra). A kiszáradásra ítéltnél (6b ábra) a harmadik mintavételt követően (1.5 nap) megszakadt a súlyponti regresszió a további fenntartása.

Összefoglalás

A glükóz-fruktóz súlyponti korreláció szabályozási célú biztosítását növény fajtól és fiziológiás állapottól független súlypontok regressziójának létezése megerősíti. Az állapotfüggő regressziók a súlyponti regresszió aktuális környezeti körülményhez igazított, módosított paraméterű változatának tekintendő! Az adaptációs állapotváltozások magas határozottsági fokú súlyponti regressziókat szolgáltatnak. A stressz a súlyponti regressziók határozottságát lerontja. Az adaptáció különböző állapotait befolyásoló környezeti hatások és arra adott biológiai kompenzációs válaszreakciók mértékei az állapotfüggő és a súlyponti regressziók paramétereiből megbecsülhetők. Az állapotfüggő és súlyponti korreláció koncepció alapján a növények *adaptációs*, *eu-* és *dissz-*stressz állapotai megkülönböztethetők.

Felhasznált irodalom

- BADÁCSY D. Z., NÉMETH K. E., KOCSIS R., NÉMETH ZS. I. (2011): Interaction between plant and environment revealed by the concept of state-dependent correlation, 4th European Conference on Chemistry for Life Sciences (31 Aug – 3 Sept, 2011, Budapest, Hungary), Medimond International Proceedings, Bologna, Italy, ISBN 978-88-7587-631-9, pp. 7-10.
- KOVÁCS-NAGY E., BILEK A., LACZ E., BODOR P., SÁRDI É. (2008): The comparison of grape varieties of different stress tolerance based on the quantitative measurement of carbohydrates, *Int. J. Hortic. Sci.* 14 (4), pp. 7-10.
- NÉMETH ZS. I., SÁRDI É., STEFANOVITS-BÁNYAI É. (2009a): State dependent correlations of biochemical variables in plants, *Journal of Chemometrics*, 23, pp. 197-210.; DOI: 10.1002/cem.1226
- NÉMETH ZS. I. (2009b): Növényi stressz vizsgálata és értelmezése szabályozáselméleti analógiák alapján. MTA Bolyai János Ösztöndíj kutatás (2006-2009), Zárójelentés, p. 35.
- NÉMETH ZS. I., POZSGAI-HARSÁNYI M., STEFANOVITS-BÁNYAI É., SÁRDI É. (2009c): Characterization of plant stress syndrome by some correlations of biochemical variables, *Cereal Research Communications Suppl S*, 37, pp 141-144.; DOI: 10.1556/CRC.37.2009.Suppl.141 2

- NÉMETH ZS. I., NÉMETH K. E., BADÁ CZY D. ZS., POTYONDI L. (2010): Correlation between glucose and fructose for characterization of relationship between plants and environmental conditions, *Növénytermelés* 59, pp 551-554; DOI: 10.1556/Novenyterm.59.2010.Suppl.1
- NÉMETH ZS. I. (2013): Növényi anyagcsere alkalmazkodása a környezet tényezőinek módosulásaihoz, In: ALBERT L, BIDLÓ A., JANC SÓ T., GRIBOV SZKI Z., KÁMÁN O. (szerk.) (2013) Városok öko-környezetének komplex vizsgálata a nyugat dunántúli régióban, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, ISBN 978-963-334-084-4, pp. 237-260.

FÖLDHASZNÁLAT KÖRNYEZETVÉDELMI ELEMZÉSE A KLÍMAVÁLTOZÁS TÜKRÉBEN

PÉCSINGER JUDIT, POLGÁR ANDRÁS, PINTÉRNÉ NAGY EDIT, ELEKNÉ FODOR VERONIKA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron
pjudit@emk.nyme.hu, apolgar@emk.nyme.hu

Problémafelvetés

Az időjárás átlagos állapotát, melyet az egyes meteorológiai paraméterek várható értékeivel jellemezhetünk, az adott terület és időszak klímájának nevezzük. A Földünk éghajlatában bekövetkező változás mára a kutatók számára vitathatatlan tény, a változás általános mikéntjének alapelveiről nagyjából megegyeznek az elképzelések, viszont a kisebb részletek már annyira hely-specifikusak, hogy újabb kutatásokat igényelnek (LADÁNYI 2006).

A környezeti elemek és –rendszerek jellemzőiben az emberi tevékenység következtében bekövetkező változás a *környezeti hatás* (PÁJER 1998). A környezeti hatás *értékelése* a változás jelentőségének kifejezését célozza, és ezzel egyúttal intézkedéseket, döntéseket készít elő, alapot meg. A környezeti hatások értékelése alapot adhat ahhoz is, hogy különböző tevékenységek környezeti szempontból összehasonlíthatók legyenek (POLGÁR 2012).

A komplex környezeti rendszer kölcsönös kapcsolataiból kifolyólag a klímaváltozásból adódó környezeti hatásokat is e rendszer szerves részeként kell vizsgálnunk.

Célkitűzés

Az agrár ökoszisztéma kutatások egyik célja, hogy felderítse, hogy a jelenlegi földhasználatok és az alkalmazott művelési technológiák mennyire vannak összhangban a klímaváltozással járó, megváltozott környezeti adottságokkal. A kutatás eredményei alapján, néhány környezeti tényező hatásának ismeretében, már tanácsot lehetett adni egy-egy földhasználat módosítására, a kisebb környezeti kockázattal bíró technológiák használatára.

Az „Agrárklíma: az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrárszektorban” (TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013) projekt kutatói csoportunkhoz kapcsolódó résztémájában vizsgált földhasználatok és változásuk a különféle környezeti elemekben (talaj, felszíni- és felszín alatti vizek, levegő, élővilág, ember) és ezek rendszerében (táj), egyértelmű változásokat eredményeznek. A megjelenő hatótényezők a hatásviselőkhöz egyrészt elsődleges, másrészt további változásokat okoznak, melyek egyaránt lehetnek pozitív és negatív tulajdonságúak.

Munkánk fő célkitűzése az előrevetített klímaváltozás okozta földhasználat-változások környezetvédelmi elemzésére alkalmas módszer kifejlesztése technológiai aspektusban.

Vizsgálati anyag és módszerek

A vizsgálat tárgyát képező Zala megyei mintaterületeken a jellemző földhasználatokhoz kötődő környezeti hatások és kockázatok minősítését kívánjuk megvalósítani a kialakított környezetvédelmi elemzési modell segítségével.

A környezeti minősítéshez - életciklus szemléletben (ISO 14040:2006 és 14044:2006) - vizsgálati alapul a mezőgazdasági/erdészeti földhasználatra jellemző „technológiák” anyag- és energiaáramai szolgálnak. A bemeneti és kimeneti környezeti adatok leltárját funkcionális egységre vetítve állítjuk fel. A leltáradatbázisban öko-mérleget készítünk.

Az öko-mérleg eredményei környezeti problémakörökhöz kapcsolódó környezeti hatáskategóriák segítségével értékelhetők. Ez az egyes technológiák általános környezeti osztályozását teszi lehetővé, mellyel a konkrét közvetlen és közvetett, negatív és pozitív környezeti hatások számszerűsítők.

A földhasználatokhoz köthető „technológiák” környezeti hatásainak minősítése, közös funkcionális egységre vetítve (mezőgazdasági/erdészeti területen tenyészidőszakban megtermelt biomassa mennyisége), összehasonlítást tesz lehetővé közöttük. Az ebből származó információ a döntéshozatal szempontjából releváns.

Az általános jellemzők mellett a helyi adottságok (pl. súlyozó környezeti faktor alkalmazása) is figyelembe veendő, mely megadja az aktuális földhasználat környezeti jellemzőit.

Adott területre jellemzően a klímaváltozásból adódó kockázat miatt lehetségesen változó potenciális földhasználat összevethető az aktuális földhasználattal. E helyzetértékelésből származó információ beavatkozási intézkedéseket (pl. technológiaváltás) alapoz meg.

A kifejlesztett módszertan alkalmazásával további meghatározandó elem a hatótávolságok alakulása és a hatásterületi kiterjedések módosulása, mindezek térképi szemléltetése a vizsgálati mintaterületen. Az eredmények alapján felállítható egyfajta rangsor. A legnagyobb és legkisebb környezeti kockázat ismeretében megadható, hogy mely hatásviselőben bekövetkező változás igényli további intézkedések meghozatalát. Ezek után lehetőségünk van kockázatkezelési (kockázatcsökkentési) módszerek megadására.

Eredmények

Az elemzési módszertan két pillérre támaszkodik:

- Egyik pillére a mezőgazdasági/erdészeti (földhasználatra jellemző) „technológiák” - anyag- és energiaáramain (inputok-outputok) alapuló környezeti hatások minősítése.
- Másik pillérét a környezeti szempontból jelentkező kockázatok beazonosítása adja, amiket kötni lehet egyrészt az egyes környezeti minősítésekhez. Másrészt megadható egy környezeti kockázati rangsor a potenciális/aktuális földhasználat kapcsán

A kifejlesztett elméleti modellt táblázatos formában mutatjuk be.

1. táblázat: Környezetvédelmi elemzés elméleti modellje

Vizsgálat tárgya:	Földhasználatra jellemző mezőgazdasági/erdészeti technológia	
Célkitűzés:	I. Környezeti hatások minősítése	II. Környezeti kockázatok minősítése
Megfigyelt változók:	<i>Funkcionális egységre</i> (mg./erdészeti területen tenyészidőszakban megtermelt biomassa [mennyiség/területegység]) <i>vetített technológiák folyamatára jellemző anyag- és energiaáramok</i> (inputok-outputok).	A környezeti kockázatot jelentő <i>stresszor, forrás, végpont, expozíció</i> , valamint az <i>aktuális földhasználat</i> . A potenciális és az aktuális földhasználat összevetése (környezeti) kockázatoság szempontjából.
Adatgyűjtés:	Leltáradatbázis, öko-mérleg felállítása	Leltáradatbázis.
Értékelés:	<p><i>Kvantitatív:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Öko-indikátor pontszámok [mPt] a funkcionális egységre vetített anyag- és energiaáramok alapján (Eco-indicator 99 módszer, közös dimenziója [mPt] összehasonlítási alapot jelent a technológiák között) - Globális környezeti problémákhoz való hozzájárulás kifejezése = környezeti hatáskategória indikátor eredmények (pl. GWP: Global Warming Potential: globális klímaváltoztatási potenciál [kg CO₂-equiv.], AP: Acidification Potential: savasodási potenciál [kg SO₂-equiv.], EP: Eutrophication Potential: eutrofizációs potenciál [kg Phosphate-Equiv.], OLDLP: Ozone Layer Depletion Potential: ózonkárosító potenciál [kg R11-equiv.], továbbá: édesvizek, humántoxicitás... stb.) a funkcionális egységre vetített anyagáramok alapján <p><i>Kvalitatív:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pontszámok/hatáskategória indikátor eredmények alapján környezeti hatás-minősítési osztályok alkothatók a területen jellemző mg./erdészeti technológiákra 	<p>A környezeti kockázatok meghatározása szöveges (rangsorolás) formájában történik. Környezeti kockázat osztályok adhatók:</p> <ul style="list-style-type: none"> - egyrészt a környezeti hatás-minősítési osztályokhoz - másrészt a potenciális/aktuális földhasználat eltérésekhez
Értelmezés:	Technológiára jellemző <i>általános környezeti minősítési osztályok</i> és technológiák besorolása.	<i>Környezeti minősítési osztályok (kockázatoság)</i> megadása és besorolás.
Helyi adottságok figyelembe vétele:	Mintaterületre jellemző <i>aktuális környezeti minősítési osztályok és területek besorolása</i> .	
Alkalmazás:	<i>Potenciális földhasználat</i> meghatározása (klímaszcenáriók alapján)	
	<i>Aktuális vs. potenciális földhasználat</i> összevetése. <i>Helyzetértékelés-</i> Környezeti információ	
	Eredmények <i>térinformatikai megjelenítése</i> (térkép fedvény: környezeti kockázat megjelenítése)	
	<i>Döntés előkészítés, beavatkozási intézkedések megalapozása</i>	

Összefoglalás

Az agrár ökoszisztéma kutatások egyik célja, hogy felderítse, hogy a jelenlegi földhasználatok és az alkalmazott technológiák mennyire vannak összhangban a klímaváltozással járó, megváltozott környezeti adottságokkal. Munkánk során kifejlesztettük az előrevetített klímaváltozás okozta földhasználat-változások környezetvédelmi elemzésére alkalmas módszert technológiai aspektusban.

A környezeti minősítéshez öko-mérleget állítunk fel a jellemző mezőgazdasági/erdészeti technológiákról életciklus szemléletben létrehozott környezeti leltáradatbázisban (input-output anyag- és energiamérleg). Az eredmények a környezeti problémakörökhöz kapcsolódó környezeti hatáskategóriák segítségével értékelhetők.

A földhasználatokhoz köthető „technológiák” környezeti hatásainak minősítése, közös funkcionális egységre vetítve, összehasonlítást tesz lehetővé közöttük.

A kutatás során a környezeti hatásminősítő osztályokhoz köthetően kockázati osztályokat határozunk meg.

A klímamodellekhez megadható a potenciális földhasználat, mely összevethető az aktuális földhasználattal. Az aktuális vs. potenciális földhasználat eltérése szintén környezeti kockázatot hordoz magában. A helyzetértékelés döntéstámogató környezeti információt ad meg. Az általunk kidolgozott módszertan alkalmazása a kutatás további lépéseiben szolgáltat konkrét eredményeket a mintaterületről. Álláspontunk szerint a földhasználat technológiai aspektusának vizsgálata fontos kiegészítést jelenthet az eddigi klímakutatásokhoz

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki a „Agrárklíma: az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrárszektorban” (TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013) projekt támogatásáért.

Felhasznált irodalom

- ECO-INDICATOR 99 MANUAL FOR DESIGNERS (2000). A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, The Netherlands, The Hague.
- LADÁNYI, M. (2006): Folyamatszempléti lehetőségek az agro-ökoszisztémák modellezésében. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem.
- MSZ EN ISO 14040:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006) [Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework (ISO 14040:2006).]
- MSZ EN ISO 14044:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutatók (ISO 14044:2006) [Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines (ISO 14044:2006)].
- PÁJER, J. (1998): Környezeti hatásvizsgálatok. Soproni Egyetem, Sopron.
- POLGÁR, A. (2012): Környezeti hatásértékelés a környezetirányítási rendszerekben. Doktori értekezés. NYME-EMK, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola. Sopron.

KORRELÁCIÓK A LOMBOZAT UV-VIS FÉNYELNYELÉSI SPEKTRUMÁBAN

RÁKOSA RITA, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémiai Intézet, Sopron
rrita@emk.nyme.hu

Bevezetés

A növényi lombzat UV-VIS tartományban elnyelő, makroszkopikus összetevői a fenolos vegyületek, a klorofilok, a xantofilok és a karotenoidok. A levélszövet számos pigmentet tartalmaz, amelyeknek az eredő fényelnyelése alapvetően meghatározza a növényi levél abszorpciós spektrumát. Az egyes anyagcsoportok spektrumhoz való hozzájárulása szignifikánsan eltérő. A pigmentek a növényi anyagcsere termékei, így mennyiségeik az anyagcsere-szabályozás által kontrollált. A pigment anyagcserét a környezeti körülmény (fény, hőmérséklet, talajnedvesség, stb.) befolyásolja. A növények fiziológiás állapotát a pigment mennyiségek és azok egymáshoz viszonyított értékei is visszatükrözik. A növényi lombzat távérzékelésen (légi fotó, műhold felvétel) keresztüli spektrális vizsgálata a fiziológiás állapotfelmérésnek egy közismert gyakorlati alkalmazása (KOPAČKOVA és mtsai 2013).

A pigment mennyiségek közötti, a környezeti körülmény által befolyásolt anyagcsere-szabályozási kapcsolatok vizsgálatát a biokémiai változók állapotfüggő korrelációjának elméletére alapoztuk (NÉMETH és mtsai 2009; NÉMETH 2013). A növényi lombzat egyedi leveleinek UV-VIS tartományú spektrumi visszajelzik a növény és a környezet aktuális kölcsönhatását. A különböző hullámhosszúságú fényelnyelési intenzitások lineáris korrelációi bioindikátoroknak tekinthetők, ill. tekintendők. Ezt a hipotézist a különböző mintavételi időpontokban erdei fák leveleiről nyert UV-VIS spektrumok statisztikai értékelésével támasztjuk alá. Dolgozatunkban bemutatjuk, hogy a korreláció analízis felfedi a spektrum lineárisan korreláló fényelnyeléseit. A kovariancia analízis pedig a fényelnyelési regressziók állapotfüggéseiről ad tájékoztatást.

Vizsgálati módszerek

2013. év vegetációs időszakában, 16 különböző mintavételi időpontban három erdei fa: kocsányos tölgy (*Quercus robur*), bükk (*Fagus sylvatica*), ezüst hárs (*Tilia tomentosa*) lombzatát monitoroztuk. Mintavételenként mindhárom fa lombzatáról 7-7 levelet gyűjtöttünk. Levelenként a napsugárzást fénymérővel, a hőmérsékletet és a páratartalmat kombinált barométerrel határoztuk meg. A levelekről reflexiós integráló gömb alkalmazásával spektrumokat vettünk fel SHIMADZU UV 2600 (ISR 2600Plus) spektrofotométerrel.

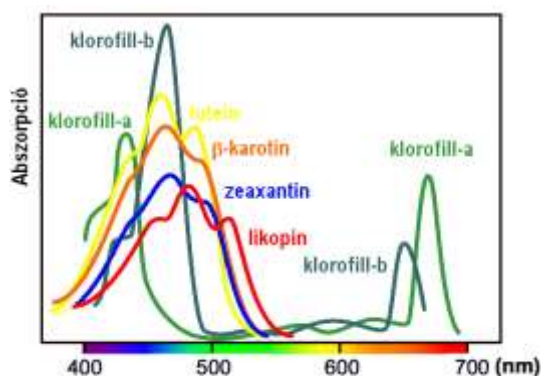
A spektrumokból abszorpciós indexeket (*KAI*; lásd. 1 képlet) származtattunk, amelyek kompenzációs viszonyítási tényezőként magukban foglalnak, egy az UV-VIS fényelnyelések szempontjából indifferens abszorpciós intenzitást (850 nm-nél).

$$(1) \quad KAI_{\lambda} = \frac{A_{\lambda} - A_{850}}{A_{850}},$$

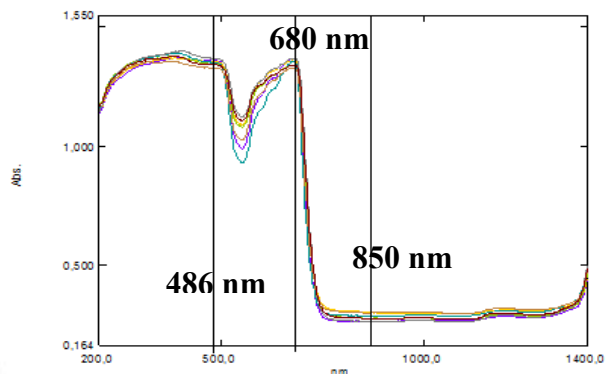
ahol A_{λ} a λ nm hullámhossznál jelentkező abszorbancia és A_{850} a 850 nm-en a fényelnyelés mértéke.

Eredmények

A növényi levél abszorpciós spektrumát a pigmentek eredő fényelnyelése határozza meg. A spektrumon (2. ábra) 480-500 nm-nél megjelenő csúcs a klorofill-b, a xantofillek és a karotenoidok együttes fényelnyelésének eredménye, míg 450 és 680 nm-nél a klorofill-a a fényelnyelő komponens.



1. ábra: A növényi pigmentek spektrumai



2. ábra: Ezüst hárs levelek UV-VIS spektrumai

A környezeti körülmény módosulása a pigment fényelnyelések korrelációit is befolyásolja. Az UV-VIS-tartományú spektrumok karakteres sávjai, mint a növényi pigment tartalmak analitikai információi közötti kapcsolatok különböző korrelációs tényezőkkel (Pearson-R; Spearman-rho) fejezhetők ki. A levél spektrumot kb. 50 nm-ként „felszeleteltük”, majd korreláció analízist végeztünk a különböző hullámhosszhoz tartozó abszorpciós indexek között (StatsDirect v 2.7.8; 1. táblázat). A növényi levél UV-VIS spektruma számos korreláló abszorpciós indexpárt tartalmaz. Az egyik legerőteljesebb korreláció a 486 és 680 nm-hez tartozó indexpárnál mutatkozott.

1. táblázat: Korrelációs kapcsolatok az ezüst hárs levél UV-VIS spektrumában

Mintavétel: 2013.06.18.		Spearman-rho koeficiens									
		KAI ₂₂₆	KAI ₂₆₈	KAI ₃₂₆	KAI ₃₇₀	KAI ₄₂₆	KAI ₄₈₆	KAI ₅₃₆	KAI ₅₉₂	KAI ₆₂₈	KAI ₆₈₀
Pearson-R koeficiens	KAI ₂₂₆		1	1	1	0,929	0,929	0,964	0,929	0,929	0,893
	KAI ₂₆₈	1		1	1	0,929	0,929	0,964	0,929	0,929	0,893
	KAI ₃₂₆	0,995	0,997		1	0,929	0,929	0,964	0,929	0,929	0,893
	KAI ₃₇₀	0,988	0,991	0,998		0,929	0,929	0,964	0,929	0,929	0,893
	KAI ₄₂₆	0,9	0,909	0,928	0,936		1	0,964	1	1	0,964
	KAI ₄₈₆	0,817	0,83	0,856	0,87	0,987		0,964	1	1	0,964
	KAI ₅₃₆	0,766	0,778	0,817	0,844	0,905	0,909		0,964	0,964	0,929
	KAI ₅₉₂	0,759	0,774	0,814	0,839	0,945	0,966	0,98		1	0,964
	KAI ₆₂₈	0,767	0,782	0,819	0,841	0,962	0,985	0,958	0,995		0,964
	KAI ₆₈₀	0,774	0,788	0,82	0,838	0,972	0,997	0,913	0,973	0,991	

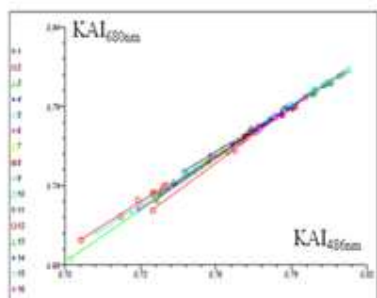
A környezeti hatástól függetlenül mindegyik korrelációt kifejező lineáris regresszió magas határozottsági fokú volt. Az állapotfüggő regressziók szignifikanciáját kovariancia analízissel (ANCOVA) jellemeztük (3. ábra). Az értékelést StatsDirect programmal hajtottuk végre. A kompenzációs abszorpciós indexek regresszióinak kovariancia analízisével a meredekségekben és tengelymetszetekben egyaránt szignifikáns eltéréseket kaptunk. Az egyeneseket megkülönböztető valószínűségi táblázat azt mutatja (2. táblázat), hogy az egyenes-párok 55%-a esetén a regressziók szignifikánsan eltérőnek tekinthetők. Abból fakadóan, hogy az ANCOVA a különböző környezeti körülményhez tartozó regressziók között ilyen jelentős számban állapít meg szignifikáns eltéréseket, válik hangsúlyossá az indexpárok korrelációjának állapotfüggő jellege. A 486 és 680 nm-es fényelnyelés értékek korrelációja állapotfüggő regressziós egyeneseket szolgáltat. A II.

táblázatban a felső háromszögmátrix az összehasonlított állapotfüggő regressziók meredekség eltéréseit, az alsó háromszögmátrixban az egyenesek elkülönüléseit minősítik. A színes háttérrel kiemelt adatok 90% vagy annál nagyobb feltételezhetőséggel valószínűsítik a meredekség, ill. az egyenesek elkülönülését.

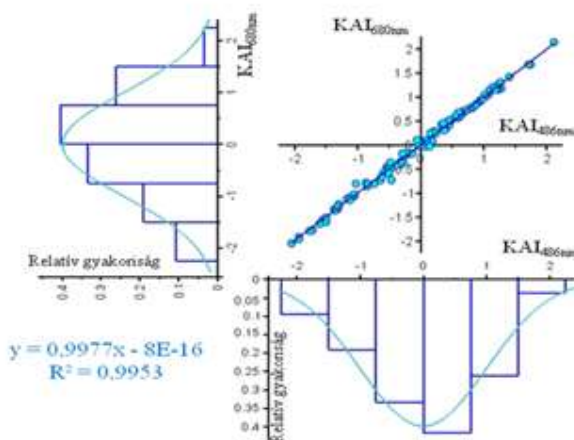
2. táblázat: Regresszió összehasonlítások szignifikancia valószínűségei

1.		0,353	0,0378	0,0198	0,0289	0,4592	0,0921	0,6042	0,0004	0,4024	0,061	<0,0001	0,7955	0,5432	0,9977	0,0083
2.	0,0625		0,5874	0,4165	0,5314	0,974	0,6729	0,6979	0,1707	0,9983	0,6982	0,002	0,5047	0,8167	0,4374	0,3795
3.	0,2135	0,0029		0,6816	0,9015	0,6247	0,9176	0,2808	0,1982	0,6291	0,8172	0,0002	0,3377	0,4256	0,1279	0,6231
4.	0,0004	<0,0001	0,0172		0,7688	0,4718	0,6518	0,1789	0,4836	0,4657	0,5306	0,002	0,2761	0,2955	0,0784	0,9832
5.	0,7344	0,0159	0,3998	0,0017		0,5765	0,8354	0,2434	0,2554	0,5771	0,7227	0,0004	0,3185	0,3815	0,1005	0,7201
6.	0,0022	<0,0001	0,0598	0,5991	0,0083		0,6924	0,7611	0,2484	0,974	0,7187	0,0082	0,5351	0,862	0,5169	0,4454
7.	0,0116	<0,0001	0,1896	0,2716	0,04	0,5608		0,3694	0,2525	0,7029	0,9274	0,0011	0,3672	0,5062	0,188	0,6065
8.	0,0056	<0,0001	0,1175	0,4175	0,0272	0,7623	0,7846		0,0433	0,719	0,3608	0,0002	0,6377	0,8954	0,673	0,1446
9.	<0,0001	<0,0001	0,0011	0,313	<0,0001	0,1295	0,0409	0,0843		0,2278	0,1176	0,0017	0,1866	0,1125	0,0151	0,414
10.	0,0317	0,0005	0,353	0,1573	0,1066	0,3562	0,716	0,5202	0,0229		0,7307	0,0053	0,514	0,8274	0,471	0,4358
11.	0,0066	<0,0001	0,1278	0,3728	0,0208	0,7139	0,8288	0,9547	0,0609	0,5711		0,0001	0,3754	0,5154	0,1713	0,4593
12.	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0638	<0,0001	0,018	0,0035	0,0085	0,4029	0,0014	0,0067		0,0286	0,0014	<0,0001	0,0006
13.	0,0093	0,0002	0,1567	0,3885	0,0479	0,7029	0,8651	0,9227	0,088	0,588	0,97	0,0086		0,5962	0,8035	0,2667
14.	0,0309	0,0003	0,3516	0,1458	0,0961	0,3423	0,7052	0,5135	0,0186	0,9918	0,5567	0,0011	0,5868		0,6067	0,263
15.	0,0567	0,0012	0,4922	0,1032	0,1664	0,2511	0,5485	0,3771	0,0138	0,8079	0,4271	0,0007	0,4324	0,8172		0,0587
16.	0,0013	<0,0001	0,0431	0,7081	0,0074	0,8837	0,4655	0,6497	0,1808	0,2767	0,6106	0,0263	0,5911	0,2685	0,1867	

A vegetációs időszakokban végrehajtott korrelációs monitoring vizsgálatokkal a változók regresszióinak környezeti hatásérzékenységeről kapunk képet (BADÁ CZY és mtsai 2011; NÉMETH 2013). A környezeti tényezőknek az anyagcsere-szabályzás eloszlásokra gyakorolt hatása a mintavétel szerinti standardizálással kiküszöbölhető (NÉMETH és mtsai 2009). Állapotfüggő eloszlásaik állapot-független standardizált eloszlássá alakíthatók. Ez egyben lehetőséget teremt a különböző mintavételek standardizált adatainak egyesítésére. A primer adatok standardizált adatai magas határozottsági fok mellett szinte egységnyi meredekségű és zérus tengelymetszetű egyeneseket adtak (4. ábra). Az állapot-független regressziók paramétereinek tapasztalt értékei az állapotfüggő korreláció koncepció lényegéből fakadnak, s így megerősítik a teória növénylombozatra való alkalmazhatóságát. A 4. ábrán szemléltetett standardizált relatív gyakorisági eloszlások (hisztogramok) vizualizálják az abszorpciós indexek eloszlásainak típusazonosságát. A standardizált tapasztalati eloszlások lehetséges típusait fafajok szerint vizsgáltuk. Az eloszlástípusok behatárolásához a lombzatok hisztogramjait elméleti normál-, Weibull- és Khi-négyzet eloszlások sűrűségfüggvényeivel vettük össze. Az ezüst hárs és a bükk lombzatain belül a 486 és 680 nm-es fényelnyelés relatív gyakorisági eloszlás típusa normál eloszláshoz hasonlít leginkább. A tölgynél az eloszlások típusa Khi-négyzet 96%-os határozottsági fokkal.



3. ábra: Ezüst hárs levél KAI_{486nm} - KAI_{680nm} értékeinek állapotfüggő regressziói



4. ábra: Ezüst hárs levél KAI_{486nm} - KAI_{680nm} értékeinek állapot-független regressziója és eloszlása

Összefoglalás

A növényi levél spektrumát kialakító pigmentek mennyiségei lineárisan korrelálnak egymással. A kovariancia analízis alapján a lehetséges fényelnyelési sávok korrelációs párjai közül számos állapotfüggőnek tekinthető. A növényi pigmentek állapotfüggő korrelációs kapcsolataiból fakadóan a növényi lombzat spektruma a növény és a környezet kölcsönhatás bioindikátorának is tekinthető. A környezeti körülmény megváltozásához az állapotfüggő regressziók paraméter (meredekség, tengelymetszet, határozottsági fok) módosulása társul. A növényi levél spektrumában a korreláló fényelnyelések eloszlásainak típusazonossága az állapotfüggő korreláció koncepció alkalmazhatóságát támasztja alá.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálat végrehajtását a GOP-1.1.1-11-2012-0020. sz. projekt eszközberuházása és költségforrása biztosította.

Felhasznált irodalom

- BADÁ CZY D. Z., NÉMETH K. E., KOCSIS R., NÉMETH ZS. I. (2011): Interaction between plant and environment revealed by the concept of state-dependent correlation, 4th European Conference on Chemistry for Life Sciences (31 Aug – 3 Sept, 2011, Budapest, Hungary), Medimond International Proceedings, Bologna, Italy, ISBN 978-88-7587-631-9, pp. 7-10.
- KOPAČKOVA, V., MIŠUREC, J., LHOTÁKOVÁ, Z., OULEHLE, F., ALBRECHTOVÁ, J. (2013): Using multi-date high spectral resolution data to assess the physiological status of macroscopically undamaged foliage on a regional scale, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 27, Part B, April 2013, Pages 169-186.
- NÉMETH, ZS. I., SÁRDI, É., STEFANOVITS-BÁNYAI, É. (2009): State dependent correlations of biochemical variables in plants, J. Chemometrics; 23: 197–210.
- NÉMETH ZS. I. (2013): Növényi anyagcsere alkalmazkodása a környezet tényezőinek módosulásaihoz, In: Albert L., Bidló A., Jancsó T., Gribovszki Z. (szerk.) (2013): Városok öko-környezetének komplex vizsgálata a nyugat-dunántúli régióban, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 237-260.; ISBN 978-963-334-084-4

METANOL TARTALMÚ TECHNOLÓGIAI HULLADÉKVIZEK KEZELÉSE

TÓTH ANDRÁS JÓZSEF¹, MIZSEY PÉTER^{1,2}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék, Budapest
andras86@kkft.bme.hu

² Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar, Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Veszprém
mizsey@mail.bme.hu

Bevezetés

A munka egy gyógyszeriparban keletkező alacsony metanol tartalmú technológiai hulladékvíz organofil pervaporációval történő kezelését mutatja be. Pervaporáció esetén a komponenseknek a membrán aktív rétegében való oldhatósága és diffuzivitása határozza meg az elválasztást (oldódás-diffúziós modell). Organofil pervaporációval eltávolítható a kis mennyiségű illékony szerves anyag (Volatile Organic Compound, VOC) a vízből. A tanulmányban két különböző transzportmodell illeszkedését vizsgáltuk két membrántípussal (Sulzer PERVAP™ 4060 és 2211) végzett pervaporációs kísérletek alapján. A modelleket folyamat szimulációs szoftverbe programozva pervaporációs berendezést terveztünk. Az eredményeket összehasonlítottuk a desztillációval történő elválasztással is. A tervezéshez a ChemCAD és a Statistica programokat használtuk.

Vizsgálati módszerek

A pervaporációs membrán szeparáció ipari alkalmazása egyre inkább terjed az utóbbi évtizedekben, köszönhetően a hagyományos elválasztási technikákhoz (desztilláció, adszorpció, stb.) mérten kisebb energiafelhasználásának, magas szelektivitás biztosítása mellett (BAKER, 2004; RAUTENBACH *et al.* 1990). A folyadék elegyek elválasztásán belül egyik legfőbb alkalmazási területe a különböző azeotropot képező vizes oldószer elegyek vízmentesítése (VAN BAELEN *et al.* 2005, KOCZKA *et al.* 2007, TÓTH *et al.* 2011). Az elválasztás extra komponens hozzáadása nélkül elvégezhető, a kinyert oldószer és víz újrahasznosítható, így elmondható hogy a pervaporáció környezetkímélő eljárás.

Bonyolult elválasztási problémák esetén nagyobb hatékonysággal alkalmazható más, hagyományos elválasztási módszerekhez csatoltan, ún. hibrid szeparációs eljárásként (LIPNIZKI *et al.* 1999). Ezáltal jobb termékminőség valósítható meg alacsonyabb költségek és energiafelhasználás mellett, a fenntartható fejlődés céljainak megfelelően.

Ilyen hibrid elválasztási folyamatok tervezéséhez és optimalizálásához elengedhetetlen eszköz a megfelelő számítógépes modellezés, melyhez a folyamatokat minél jobban leíró modellekre van szükség (MARRIOTT és SORENSSEN, 2008; VALENTÍNYI *et al.* 2012; VALENTÍNYI *et al.* 2013).

Az irodalmakban fellelhető pervaporációs modellek közül munkánk során Rautenbach oldódás-diffúziós modelljét vettük alapul. A modell a pervaporáció folyamatát a következő lépésekben definiálja (RAUTENBACH *et al.* 1990):

- a célkomponens adszorpciója a membrán szelektív rétegében,
- a komponens diffúziója a membrán anyagán keresztül,
- a célkomponens deszorpciója a gőzoldalon.

A modell szerint a folyamat hajtóereje a kémiai potenciálkülönbség a membrán két oldala között, mely koncentráció-különbségre egyszerűsíthető a membránon belül állandó nyomásérték feltételezésével. A modell alkalmazható kétrétegű kompozit membránokra, ez esetben a porózus támasztórétegben a nyomáskülönbség elhanyagolható.

A fluxus a következőképp fejezhető ki a modell szerint:

$$J_i = \frac{1}{1 + \left(\frac{\bar{D}_i}{Q_0 \cdot p_{i0} \cdot \gamma_i} \right)} \cdot \frac{\bar{D}_i}{\gamma_i} \left(\frac{p_{i1} - p_{i3}}{p_{i0}} \right), i=(1, \dots, k)$$

Ahol p_{i1} és p_{i3} i komponens nyomása a betáplálási és a permeát oldalon (bar), p_{i0} a tiszta i komponens tenziója, Q_0 a porózus támasztórétegre vonatkozó permeabilitási tényező ($\text{kmol/m}^2\text{hbar}$), γ_i közepes aktivitási koefficiens (-), \bar{D}_i pedig a transzportkoefficiens ($\text{kmol/m}^2\text{h}$), melynek koncentrációfüggését Rautenbach elhanyagolhatónak feltételezte. Az aktivitási koefficiens különböző modellekkel határozható meg, pl. UNIQUAC, Wilson. Ezt a modellt (továbbiakban Modell I) alkalmazva különböző alkoholok vízmentesítésére megfigyelhető, hogy bár alacsony betáplálási szerves anyag, illetve vízkoncentrációnál a számított fluxusok jó egyezést mutatnak a kísérleti eredményekkel, magasabb kezdeti célkomponens tartalmak esetében jelentősen különböztek a mért és számított értékek (CSÉFALVAY *et al.* 2008). Tekintetbe véve, hogy az iparban magasabb kiindulási koncentrációk is előfordulhatnak, a meglévő modell fejlesztése vált szükségessé.

Munkánk során Rautenbach modelljét kiegészítettük egy exponenciális faktorról (B), mely tartalmazza az i komponens betáplálási koncentrációját (Modell II).

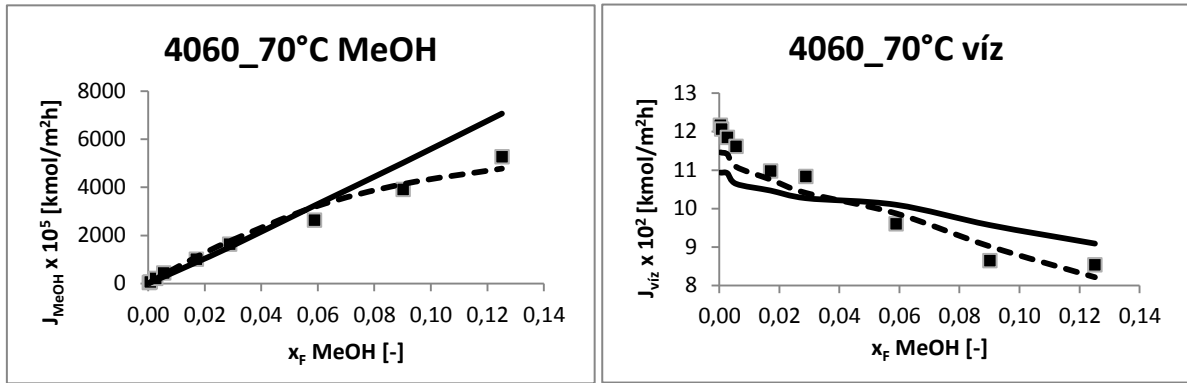
$$J_i = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{[\bar{D}_i \cdot \exp(B \cdot x_{i1})]}{Q_0 \cdot p_{i0} \cdot \gamma_i} \right\}} \cdot \frac{[\bar{D}_i \cdot \exp(B \cdot x_{i1})]}{\gamma_i} \cdot \left(\frac{p_{i1} - p_{i3}}{p_{i0}} \right), i=(1, \dots, k)$$

Mivel mind a két modell félempirikus, az adott elegyre és az adott membrán anyagára vonatkozó megbízható kísérleti eredmények szükségesek a különböző paraméterek meghatározásához. A Q_0 , \bar{D}_i , E_i és B paramétereket Statistica programmal végzett paraméterillesztéssel kaptuk meg.

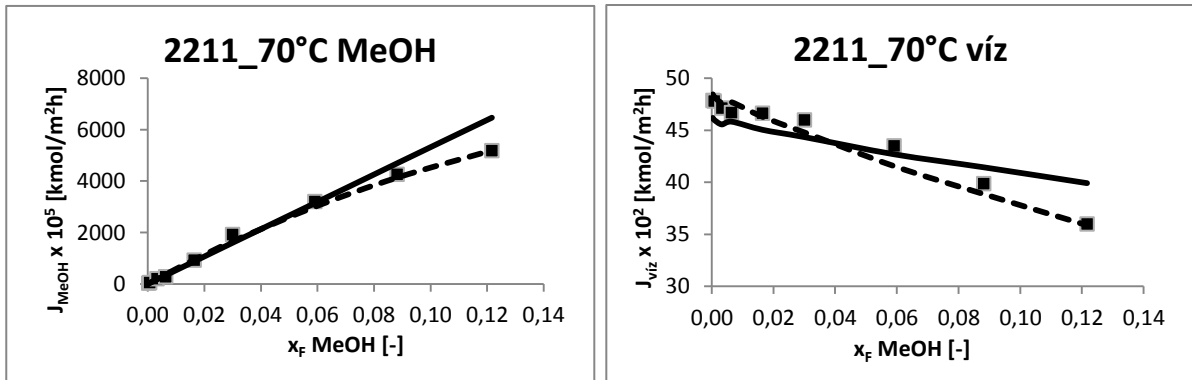
A modellezéshez szükséges kísérleteket metanol-víz elegyen végeztük, a SULZER cég által gyártott PERVAP™ 4060-as és 2211-es kereskedelmi forgalomban kapható organofil kompozit lapmembránokon. A méréseket CM Celfa Membrantechnik AG P-28 típusú membránszűrő berendezésen hajtottuk végre, melynek hasznos felülete 28 cm^2 . A permeát oldalon az állandó 2 torr vákuumot VACUUMBRAND PC2003 VARIO típusú vákuumszivattyúval biztosítottuk. A méréseket izoterm körülmények között végeztük három különböző hőmérsékleten (50, 60, 70°C). Az 500 ml térfogatú betáplálási elegyek 0,05-20 m/m% metanolt tartalmaztak. A permeátumot folyékony nitrogén hűtésű csapdáknál gyűjtöttük, az összetételeket Shimadzu gázkromatográffal elemeztük.

Eredmények

Az 1-4. ábrákon láthatóak a mért és a kétféle modellel modellezett parciális fluxusok összehasonlítása 70°C hőmérsékleten. Látható, hogy míg alacsonyabb alkoholtartalom esetén a Modell I szerint modellezett fluxusok jól közelítik a mért értékeket, addig magasabb koncentrációnál jelentős eltérés tapasztalható. A Rautenbach-féle modellt kiegészítve az exponenciális tényezővel (Modell II) jó egyezés tapasztalható a mért és számított értékek között magasabb kezdeti metanol tartalomnál is.



1-2. ábra: A mért (■) és modellezett (Modell I: —, Modell II: - - -) MeOH, illetve víz parciális fluxusok a betáplálási MeOH-tartalom (moltört) függvényében a PERVAP™ 4060-as membránál



3-4. ábra: A mért (■) és modellezett (Modell I: —, Modell II: - - -) MeOH, illetve víz parciális fluxusok a betáplálási MeOH-tartalom (moltört) függvényében a PERVAP™ 2211-es membránál

Az 1. táblázatban az összes hőmérsékleten mért és számított parciális fluxusok relatív különbségének négyzetösszege szerepel. A Modell II-nél kisebbek az értékek, tehát ez a modell illeszkedik jobban a kísérleti eredményekre.

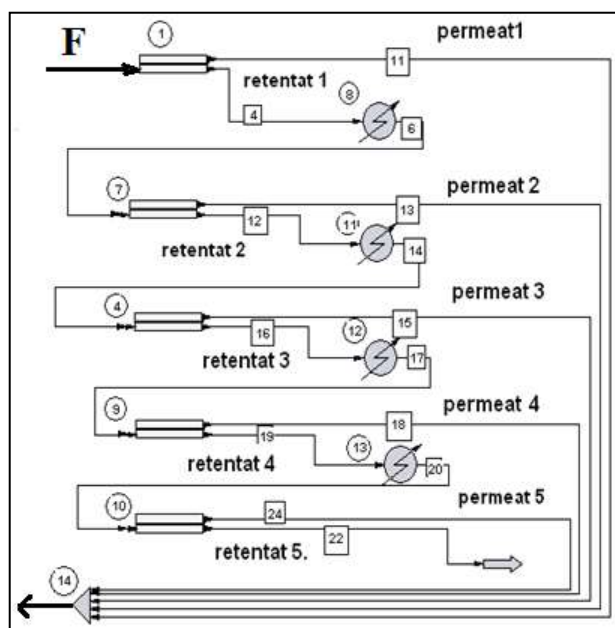
1. táblázat: Célfüggvények

	4060		2211	
	CF_Víz	CF_MeOH	CF_Víz	CF_MeOH
Modell I	0,17	2,10	0,09	0,89
Modell II	0,11	0,87	0,01	0,48

A kiegészített modell jobb illeszkedésének oka valószínűsíthetően a transzport koefficiens koncentrációfüggésében rejlik. A Fick-féle diffúziós koefficiensről köztudott, hogy erősen koncentrációfüggő, számos irodalomban található exponenciális összefüggés a diffúziós koefficiens és a kiindulási koncentráció között (SHELDEN és THOMPSON 1984). Rautenbach szerint a transzport koefficiens ezzel szemben elhanyagolható mértékben függ a kezdeti koncentrációtól. Az általunk végzett laboratóriumi mérések eredményei arra engednek következtetni, hogy a transzport koefficiens is koncentrációfüggő.

Ezután a ChemCAD szoftverbe beprogramoztuk a modelleket és lefuttattuk a kísérleti beállításokat. A Modell I-nél 6%, a II-nél 3% volt az eltérés. Következő lépésként ipari adatok felhasználásával (500-20000 ppm MeOH, 4170 kg/h) izoterm, majd ezt követően adiabatikus körülményeket feltételező pervaporációs berendezést terveztünk. Számításaink szerint a MeOH-szennyezés 1 ppm-re való csökkentéséhez 500 m² nagyságú

membránfelület szükséges (5. ábra). Ezt a feladatot egy hőintegrált, 10 elméleti tányérszámú 2-es refluxal üzemelő, folyamatos üzemű desztilláló oszlop tudja teljesíteni.



5. ábra: Pervaporáció modellezése adiabatikus körülmények feltételezésével

Összefoglalás

Munkánk során a Rautenbach-féle oldódás-diffúziós pervaporációs modell fejlesztését és laboratóriumi mérési eredményeken alapuló ellenőrzését végeztük el. Az általunk továbbfejlesztett modell jól illeszkedik a mért fluxus értékekre. Ezt a transzportkoefficiens Rautenbach által elhanyagolhatónak vélt koncentrációfüggésének felülvizsgálatával, egy exponenciális függés feltételezésével értük el. Folyamat szimulációs szoftverek segítségével a korrigált modell alkalmas a pervaporáció folyamatának megbízható tervezésére és optimalizálására. Köszönjük a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0072, a KMR - 12-1-2012-0066 és a "SH 7/2/14 Swiss-Hungarian Joined Project" pályázatok támogatását.

Felhasznált irodalom

- BAKER R. W. (ed.) (2004): Membrane Technology and Applications. Second ed., John Wiley & Sons. Chichester.
- CSÉFALVAY E., SZITKAI Z., MIZSEY P. és FONYÓ Z. (2008): Experimental data based modelling and simulation of isopropanol dehydration by pervaporation. *Desalination*. 229. 94–108.
- KOCZKA K., MANCZINGER J., MIZSEY P. és FONYÓ Z. (2007): Novel hybrid separation processes based on pervaporation for THF recovery. *Chem. Eng. Process*. 46. 239–246.
- LIPNIZKI F., FIELD R. W. és TEN P. K. (1999): Pervaporation-based hybrid process: a review of process design, application and economics. *J. Membr. Sci.* 153. 183–210.
- MARRIOTT J., SORENSEN E. (2003): A general approach to modeling membrane modules. *Chem. Eng. Sci.* 58. 4975–4990.
- RAUTENBACH R., HERION C. és MEYER-BLUMENTOTH U. (1990): Pervaporation membrane separation processes, In: *Membrane Science and Technology Series*. vol. 1. (Ed.: Huang, R.Y.M.) 181–191. Elsevier, Michigan.
- SHELDEN R. A., THOMPSON E.V. (1984): Dependence of diffusive permeation rates and selectivities on upstream and downstream pressures: IV Computer simulation of nonideal systems. *J. Membr. Sci.* 19. 39–49.
- TÓTH A. J., GERGELY F. és MIZSEY P. (2011): Physicochemical treatment of pharmaceutical wastewater: distillation and membrane processes. *Per. Pol. Chem. Eng.* 55(2). 59–67.

- VALENTÍNYI N., CSÉFALVAY E. és MIZSEY P. (2013): Modelling of pervaporation: parameter estimation and model development. Chem. Eng. Res. Des. 91(1). 174–183.
- VALENTÍNYI N., CSÉFALVAY E. és MIZSEY P. (2012): Pervaporációs modell fejlesztése izobutanol-víz elegyen végzett kísérletek alapján. Műszaki Kémiai Napok. pp. 54–58.
- VAN BAELEN D., VAN DER BRUGGEN B., VAN DEN DUNGEN K., DEGREVE J. és VANDECASTEELE C. (2005): Pervaporation of water-alcohol mixtures and acetic acid-water mixtures. Chem. Eng. Sci. 60. 1583–1590.

KÜLÖNBÖZŐ SZÁRMAZÁSÚ BÜKK (*FAGUS SYLVATICA L.*) EGYEDEK LEVÉL EXTRAKTANYAGAINAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

VISINÉ RAJCZI ESZTER, HOFMANN TAMÁS, ALBERT LEVENTE

Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémiai Intézet, Sopron
erajczi@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az erdei fák alkalmazkodó- és ellenálló képessége közvetve, a környezetváltozásra adott válaszreakcióikon keresztül jellemezhető (WOODALL *et al.* 2010). A kutatási eredmények hozzájárulnak a klímaváltozás káros hatásainak felméréséhez és a megelőző stratégiák kidolgozásához (MÁTYÁS *et al.*, 2009; MÁTYÁS 2010). A környezetváltozásra adott válaszreakciók kvantitatív előrejelzésében és modellezésében az erdészeti genetika mellett szükség van a biokémiai által nyújtott lehetőségek fokozott kihasználására is. Az Európa különböző részeiről származó (Farchau, Pidkamin, Torup, Gråsten, Magyaregregy), azonos korú bükk (*Fagus sylvatica L.*) egyedek klimatikus alkalmazkodó képességét és helyi alkalmazkodottságát környezet-érzékeny, biomarker kémiai anyagok mennyiségi változásain keresztül hasonlítottuk össze. Feltételeztük, hogy az áttelepítéssel járó klímaváltozást stresszként megélő bükk egyedek biokémiai folyamatai jelentősen megváltoznak, és a stresszre adott válaszaik származási helytől függően különbözőek lesznek. Előző kutatásaink során bizonyítottuk, hogy a polifenolok (totálfenol) és a kioldható szénhidrátok (összcukor) mennyiségi változásai erdei fák esetében is stresszérzékenyek (ALBERT *et al.* 2002, VISI-RAJCZI *et al.* 2003), ezért ezeket a biomarkereket mértük a bükk egyedek leveleiben. Az eredményeket kontroll területről származó minták extraktanyag tartalmával vetettük össze. Összehasonlítottuk a mért extraktanyagok átlagértékeinek eltéréseit származáson belül és az egyes bükk származások között a vegetációs periódus különböző időszakában. Vizsgálni kívántuk azt is, hogy a választott indikátorok alkalmasak-e a feltételezett válaszreakciók kvantitatív előrejelzésére. Ebben a konferencia közleményben egy öt éves kísérleti ciklus első évének kutatási eredményeit foglaltuk össze.

Vizsgálati anyag és módszer

A levélminták származási helye: a Zala megyei Bucsután létesített származási kísérleti terület. Mintavétel időpontja: 2013. június 10. és október 1. *Vizsgált származások jelölése:* Farchau (D), Pidkamin (UA), Torup (S), Gråsten (DK), Magyaregregy (H), kontroll (H). Minden származási területéről nyolc törzset választottunk. A megjelölt fákról 20 árnyéklevelet és 20 fénylevelet vettünk 3-6 méter magasságból.

A levelek előkészítése: szárítás 2 percig 700W-on mikrohullámú sütőben, majd homogenizálás.

Extrakció: 0.15 g homogenizált levélhez 15 ml 4:1 metanol:vizet adtunk, majd mágneses keverőn, sötétben 24 órán át extraháltunk. Az extraktumból 1.5 ml-t lecentrifugáltunk (10 perc, 18.000/min fordulatszám).

Mérési módszer: a totálfenol tartalom meghatározása Folin módszerrel (SINGLETON és ROSSI 1965), míg az összcukor tartalom meghatározása Dubois módszerrel (DUBOIS *et al.* 1956) történt.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

Totálfenol tartalom (1. táblázat). Fordított arányosság áll fenn a különböző származású bükk egyedek leveleinek totálfenol tartalma és az erdészeti szempontú „eredményességük” között. A „rossz teljesítményt” mutató (pl. kisebb törzsátmérő) állományokban (Torup, Gråsten) a totálfenol tartalom szignifikánsan magasabb, szezonális eltérés nem figyelhető meg. Az „eredményesebb” állományokban (Pidkamin, Farchau) szignifikánsan alacsonyabb totálfenol tartalmakat mértünk. A Pidkamin származású egyedeknél szezonális eltérés is kimutatható.

Összcukor tartalom (2. táblázat). A júniusi minták mérése során fordított arányosságot találtunk a levelek összecsukor tartalma és az erdészeti szempontú „eredményesség” között is. Szignifikáns különbségeket mutattunk ki az „eredményesebb” Pidkamin és Farchau állományok alacsony összecsukor tartalma és a rosszabb „eredményt” produkáló Torup és Gråsten állományok összecsukor tartalmai között. Az októberi minták összecsukor tartalmaiban nem mértünk szignifikáns különbségeket.

A Pidkamin és Farchau mintákban szignifikáns szezonális eltérés mutatható ki, míg a Torup és Gråsten minták esetében ez a szezonális változás nem észlelhető.

1. táblázat: A totálfenol tartalom változásai a júniusi és az októberi mintákban a származási hely függvényében. *Jelölések:* különböző kisbetűk azonos oszlopban (származás) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten. Különböző nagybetűk azonos sorban (szezonális változás) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten, $n=8$

Származás	Totálfenol (mmol/100g száraz levél) június	Totálfenol (mmol/100g száraz levél) október
Pidkamin	9.49 ± 2.83 ^{b A}	16.92 ± 3.99 ^{ab B}
Farchau	13.24 ± 3.55 ^{ab A}	16.43 ± 4.27 ^{ab A}
kontroll	14.45 ± 4.77 ^{a A}	18.45 ± 4.15 ^{ab A}
Magyaregregy	14.76 ± 3.56 ^{a A}	13.92 ± 2.83 ^{b A}
Torup	19.53 ± 4.15 ^{c A}	19.43 ± 4.51 ^{a A}
Gråsten	21.58 ± 2,92 ^{c A}	20.53 ± 3.86 ^{a A}

2. táblázat Az összecsukor tartalom változásai a júniusi és az októberi mintákban a származási hely függvényében. *Jelölések:* különböző kisbetűk azonos oszlopban (származás) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten. Különböző nagybetűk azonos sorban (szezonális változás) szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,05$ szinten, $n=8$

Származás	Összcukor (mg/g száraz levél) június	Összcukor (mg/g száraz levél) október
Pidkamin	3.22 ± 1.59 ^{c A}	7.75 ± 1.31 ^{a B}
Farchau	4.28 ± 1.80 ^{cd A}	6.97 ± 1.49 ^{ab B}
kontroll	6.90 ± 2.48 ^{ab A}	7.76 ± 1.89 ^{a A}
Magyaregregy	6.40 ± 1.46 ^{ab A}	5.92 ± 1.34 ^{b A}
Torup	7.86 ± 2.05 ^{ab A}	7.84 ± 1.28 ^{a A}
Gråsten	8.68 ± 1.73 ^{b A}	8.18 ± 1.51 ^{a A}

Összefoglalás

Eltéréseket tapasztaltunk az Európa különböző részeiről származó, azonos korú bükk egyedek leveleinek totálfenol és összecsukor tartalma között. Kimutattuk, hogy fordított arányosság áll fenn az erdészeti szempontú „eredményesség, jobb teljesítmény”, és a mért

extraktanyag koncentrációk között. Feltételezhető, hogy a „rosszabbul teljesítő” faegyedek júniusban mért magasabb totálfenol tartalma az általuk elszenvedett nagyobb stresszre adott biokémiai válasz. Mélyebb és kellőképpen megalapozott összefüggések a klimatikus alkalmazkodó képesség, a helyi alkalmazkodottság, valamint az általunk választott biomarker kémiai anyagok mennyiségei között csak több éven át megismételt kísérleti eredmények alapján vonható le. A projekt az Európai Unió támogatásával valósult meg. Kutatásunkat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 AGRÁRKLÍMA című projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- ALBERT L., HOFMANN T., VISI-RAJCSI E., RÉTFALVI T., NÉMETH ZS., I., KOLOSZÁR J., VARGA SZ., CSEPREGI I. (2002): Relationships Among Total Phenol and Soluble Carbohydrate Contents And Activities of Peroxidase and Polyphenol Oxidase in Red-Heartwooded Beech (*Fagus sylvatica* L.). 7th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp, Turku/Abo, Finland, *Proceedings* pp. 253-256.
- DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBERS, P. A., SMITH, F. (1956): Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- MÁTYÁS CS. (2010): Forecasts needed for retreating forests (Opinion). *Nature* 464:1271.
- MÁTYÁS C., VENDRAMIN GG., FADY B. (2009): Forests at the limit: evolutionary-genetic consequences of environmental changes at the receding (xeric) edge of distribution. *Ann For Sci* 66:800-803.
- SINGLETON, V. L., ROSSI, J. A., JR. (1965): Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent, *Am. J. Enol. Vitic.* 16 (3): 144-158.
- VISI-RAJCSI E., ALBERT L., HOFMANN T., SÁRDI É., KOLOSZÁR J., VARGA SZ., CSEPREGI I. (2003): Storage and accumulation of nonstructural carbohydrates in trunks of *Fagus sylvatica* L. in relation to discoloured wood. International Conference on Chemical Technology of Wood, Pulp and Paper, Bratislava, 17-19 September. *Proceedings* pp 330-334.
- WOODALL, C. W., OSWALT, C. M., WESTFALL, J. A., PERRY, C. H., NELSON, M. D., FINLEY, A. O. (2010): Selecting tree species for testing climate change migration hypotheses using forest inventory data, *Forest Ecology and Management* 259:778–785.

BOTANIKAI SZEKCIÓ

1. **BARNA CSILLA, LISZTES-SZABÓ ZSUZSA:** A kockásliliom (*Fritillaria meleagris L.*) élőhely-preferenciája
2. **FOLCZ ÁDÁM:** A soproni szálalótömb mikológiai értékelése
3. **KIRÁLY GERGELY, BOHUMIL TRÁVNIČEK, VOJTĚCH ŽILA:** A szeder (*Rubus L.*) nemzetség megismerésének és rendszerezésének lehetőségei, erdészeti vonatkozásai
4. **SELMECI MARIANNA, S.-FALUSI ESZTER, SALÁTA DÉNES:** A lébényi Tölgy-erdő vegetációjának értékelése az erdőhasználat tükrében
5. **SZOKOLAI ATTILA, BACH ISTVÁN, FRANK NORBERT:** Fekete nyár (*Populus Nigra L.*) genotípusok megőrzése és hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata
6. **ZAGYVAI GERGELY, BARTHA DÉNES:** Magyarországon őshonos fafajok várható reakcióinak értékelése a klímaváltozás előrevetített hatásai szerint

A KOCKÁSLILIOM (*FRITILLARIA MELEAGRIS*) ÉLŐHELY-PREFERENCIÁJA

BARNA CSILLA¹, LISZTES-SZABÓ ZSUZSA²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Növényteni és Természetvédelmi Intézet, Sopron
barna.csilla@sopron.nyme.hu

² Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Mezőgazdasági Növényteni és Növényélettani Tanszék,
Debrecen
szabozs@agr.unideb.hu

Bevezetés

A kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) nem csak Magyarország védett növénye. Az IUCN Vöröslista kategóriái szerint a kockásliliom sebezhető (Vulnerable) státuszban van Romániában és Ukrajnában, veszélyeztetett (Endangered) Magyarországon és Svájcban, kritikusan veszélyeztetett (Critically Endangered) Szlovákiában, kihaltnak tekintett (Extinct) Csehországban és Belgiumban.

Magyarországon a kockásliliom természetvédelmi értéke 10 ezer Ft-ról 50.000 Ft-ra emelkedett, amely mutatja, hogy a veszélyeztető tényezők – ezek kb. 99%-a antropogén eredetű – közvetlenül és közvetve, az utóbbi években drasztikusan emelkedtek.

Cönológiai viszonyait és élőhelyeit kevésbé ismerjük, szakirodalmak ligeterdőket és nedves réteket jelölnek habitatként (FUKAREK *et al.* 1976, FARKAS 1999, SOÓ 1973). A *F. meleagris* élőhely- preferenciájának, a növénytársulásokban elfoglalt helyének ismerete természetvédelmi szempontból fontos kérdés, mert egy fajt csak élőhelyével együtt tudunk megóvni (BARNA 2009)

Vizsgálati módszerek

A mintaterületek: Márokpapi, Tarpa és Hetefejércse között elterülő rét (beregri rétek); a tarpai Téberdő; Kerka völgye: Kerka-Cserta patak találkozási pontja és Szécsi-sziget; Keleti- Cserehát: Tornaszentjakab, Tornaszentandrás (cserehádi rétek).

A kockásliliom élőhely-preferenciájának megállapításához egyedszám-bebecslést is végeztünk az egyes mintaterületeken, következtetéseinkbe beépítettük Kevey Balázs szóbeli közléseit is. A faj társulásképeségét figyelve feljegyeztük, mely társulásban jelenik meg szálanként, kis csoportokban, foltokat alkotva és nagy összefüggő „telepekben”. Vizsgálatunkban a szociabilitás (S), mint ökológiai mutató hasznos szempont, bár Magyarországon kevésbé használják (BERNÁTH *et al.* 1991). A cönológiai adatok közül kiemelten a természetvédelmi értékkategóriák megoszlását mutatjuk be.

Eredmények

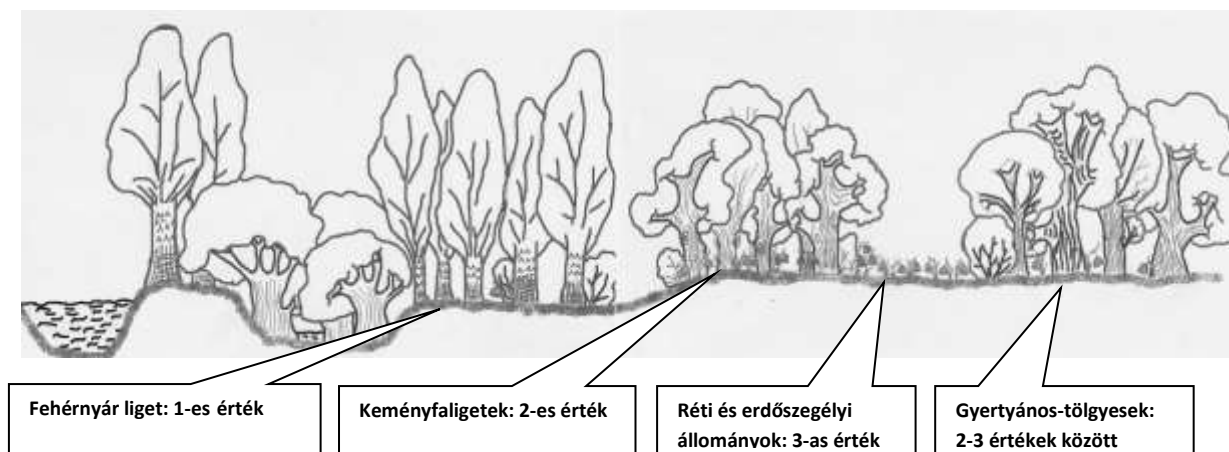
A faj minden esetben vízhez kötődő és víztől függő erdőkben és réteken található meg; patakok, csatornák, ritkább esetben folyók mentén. A Tisza mellett sem a fehér füzesekben, sem a nyarasokban nem fordul elő a faj, azonban a Tisza összeköttetésében lévő Szipa-csatorna mellett igen nagy számban található, mind a réti állományokban, mind a ligeterdőkben. A fehér füzesek a folyók alacsonyabb térszintjén helyezkednek el, tavasszal huzamosabb ideig vízborítás alatt állnak. Tapasztalataink alapján tavaszi magasabb vízborítás esetén kisebb populációrészek el is tűnhetnek. Kevey Balázs szóbeli közlése alapján ennek ellenére a fehéryár ligetek is szolgálhatnak perifériás élőhelyként, ilyen a Mura mellett Letenyénél, a Dráva mellett Mattynál, valamint a Mohácsi szigeten található populációk. Itt kis számban és csak szálanként fordul elő a kockásliliom, amely a szociabilitása alapján 1-es értéknek felel meg.

Keményfaligeteket Szécsi-szigeten, a Kerka- Cserta patak találkozásánál vizsgáltam. A keményfaligetek is talajvíztől függő azonális társulások, általában nagy produkciójú tölgy-kőris szil ligetek. Ezekben az erdőkben is szálsként, néhol kis csoportokban, de nagyobb számban fordultak elő a kockásliliomok. Társulás-képessége itt 2-es érték.

Gyertyános tölgyesek a szukcessziós sor utolsó tagjai, a keményfaligetek után következnek időben. Két különböző erdőben különböző eredményt kaptunk: a Téb-erdőben, ahol a kockásliliom 2-es értékkel szerepel, a Lenti-parkerdőben azonban már lazább foltokban, de nagy számban fordul elő ez a védett faj, 3-as értékkel.

A legrégebb óta vizsgált kockásliliom állományok a rétek és erdőszegélyiek. Egykor ezen rétek helyén ligeterdők és gyertyános-tölgyesek fordultak elő, amelyet a katonai felmérések igazolnak. A beregi rétek és a csereháti rétek nagymértékben hasonlítanak egymáshoz, mindkettő a sík- és dombvidéki kaszálórétke csoportjába tartozik. Fennmaradásuk a legeltetéshez és a kaszáláshoz kötődik. E két terület kárpáti elemekben gazdagabb, és a mindkettő patak és ligeterdő mellett elhelyezkedő rét, ahol a kockásliliom társulásképessége 3-as értékű. A Gyékényes határában fekvő természetvédelmi terület is kockásliliomban gazdag, itt azonban a talajvízszint magasabban fekszik, a réten több égerliget is jelzi ezt. A rét tavaszi vegetációja szegényebbnek mondható az előzőeknél, a kockásliliom S értéke 2.

Figyelemet érdemel, hogy a kockásliliom az erdőszegélyekben, az erdő és a rét találkozásánál mutatja a legnagyobb társulásképességet, amely azonban a 4-es értéket nem éri el.

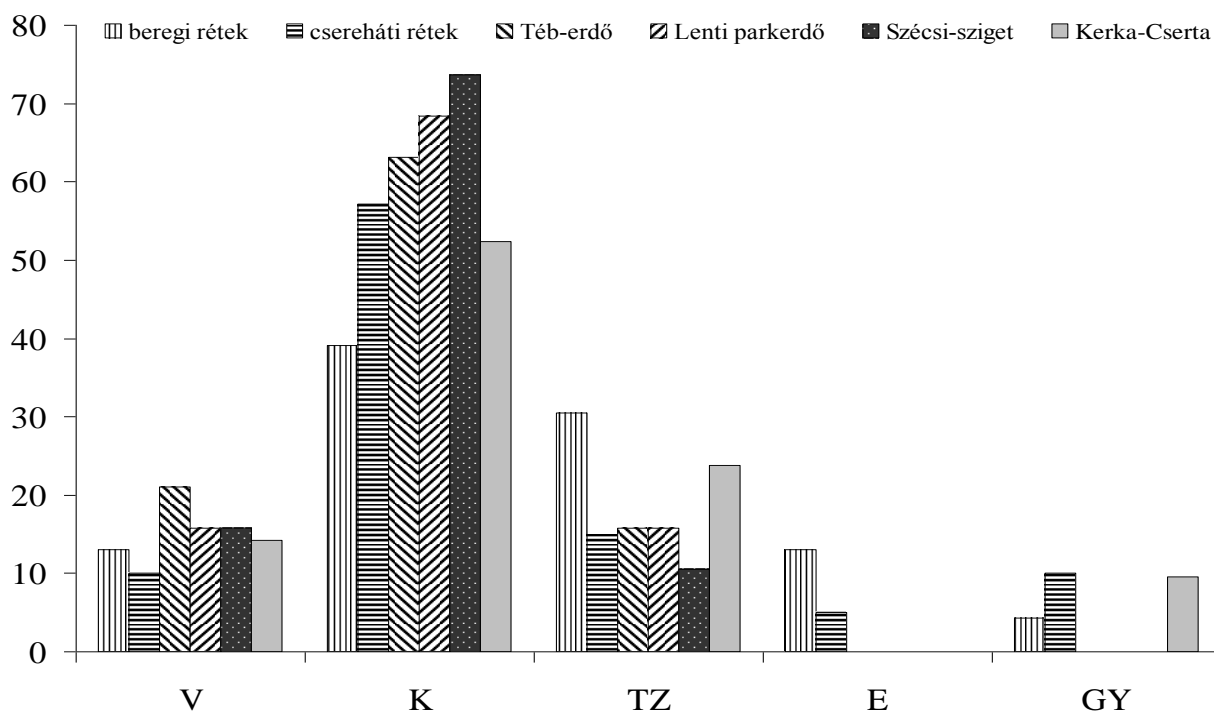


1. ábra: A *Fritillaria meleagris* élőhely-preferenciája egy hipotetikus élőhelyi profil sémáján bemutatva

A Soó Rezső Herbárium 11 kockásliliom gyűjtőlappjának kora 57 és 103 év között változik. A gyűjtők 50-50 %-ban jelölnék meg nedves réti és ligeterdei állományokat, amelyek a viszonylag fiatal gyűjtésekből adódnak – folyószabályozások, erdőirtások utáni állapotot tükrözik (1. táblázat).

1. táblázat: Soó Rezső Herbárium: *Fritillaria meleagris* gyűjtések

Gyűjtő neve	Gyűjtés időpontja	Gyűjtés helye	Élőhely megnevezése
Egey A.	1930. 04.13.	Sátoraljaújhely	nedves rét
Károlyi	1948. 05.01.	Zala megye, Lenti, Vármegyei erdő	ligeterdő
Simon, Kulcsár	1953.03.29.	Szatmár megye, Garbolc	ligeterdő
Bucek	1932. 04. 24.	Szlovákia, Ostrow, Barkóczi-les	ligeterdő
Margittai	1927. 04.18.	Bereg megye	nedves rét
Gy. Gáyer	1923. 04. 15.	Ikervár, Sótony	nedves rét
A. Margittai	1907. 04.27.	Bereg megye	nedves rét
Simon, Kulcsár	1953. 03.29.	Túrricse, Ricsei- erdő, Szatmár megye	ligeterdő
A. Károlyi	1950.04.09.	Zala megye, Vasvár	nedves rét
J. Madalski	1935.05.05.- 1930.04.22.	Sambor	liget- ártéri rét
Jakucs	1952. 05. 19.	Cserehát, Szászfá	nedves rét



2. ábra: Az egyes élőhelyek természetvédelmi értékkategóriák szerinti megoszlása (V=védett fajok, K=kísérőfajok, TZ=zavarástűrő fajok, E=társulásalkotó fajok, GY=gyomfajok)

A vizsgált kockásliliom élőhelyek igen értékes területek (2. ábra). A növényfajok csoportrészesedése szerint a védett fajok és a kísérő fajok kiemelkedő értékben vesznek részt a vegetáció alakításában. A zavarástűrők is igen magas 15-20 %-ban képviseltetik magukat, ám inkább a nedves, néhol túllegeltetett rétek, és az azonális erdőkre voltak jellemzőek. A társulásalkotó fajok és a gyomfajok kis százalékban fordultak elő a vizsgált területeken.

Összefoglalás

A kockásliliom élőhelyhez való kötődését egy hipotetikus élőhely profilban foglaljuk össze (1. ábra), amelyben szemléltetjük a kotuliliom egyedszámát fehér füzes, fehér nyaras, gyertyános tölgyes, keményfaliget és réti állományban. A történeti térképek tanúsága szerint az eredeti élőhelyet, a keményfás ligeterdőket kitermelték. A kockásliliom a fakitermelések, meliorációs tevékenység hatására azonban a keményfás ligeterdők helyén maradó nedves réteken, vagy felhagyott szántók nedves rétvén továbbra is életképes populációkban virít. A tartósabban elöntött puhafás ligeterdők sávja viszont már nem ideális számára. Ezt mutatják észak-európai vizsgálatok is, amely során 40 éves cönológiai felvételeket hasonlítottak össze friss adatokkal (ZHANG-HYTTEBORN 1985). 40 év alatt az általuk vizsgált területen magas talajvízszint és gyakori vízborítás jelent meg, amelynek hatására egyértelműen csökkent a kockásliliom borítása a felvételi négyzetekben. Nyugat-Európában a ligeterdők kiterjedése az intenzív fakitermelések, gyepfeltörések hatására drasztikusan lecsökkentek, a *F. meleagris* a Brit-szigeteken, és német flóraművekben, cönológiai felmérésekben, mint mocsárréti növény ismert (KENT 2001, HOLLMANN 1972, MERKEL-WALTER 1981, SEYBOLD 1998). Európa középső és keleti tájain a még meglevő keményfaligetekben is leírják (ANDRIK 2006).

Köszönetnyilvánítás

"A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg."

Felhasznált irodalom

- ANDRIK, E. (2006): A kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) elterjedése. - *Kitaibelia* 11(1). 38. p.
- BARNA, CS. (2009): A kockásliliom (*Fritillaria meleagris* L.) élőhelypreferenciája és állományainak állapota beregi réteken. TDK dolgozat.
- BERNÁTH, J., BORHIDI, A., FEKETE, G., JAKUCS, P., KESZTHELYI, I. LÁNG, E., PÓCS, T., PRÉCSÉNYI I., SIMON, T. (1981): Növényföldrajz, társulástan és ökológia. – Tankönyvkiadó.
- FARKAS S. (szerk.) (1999): Magyarország védett növényei. - Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FUKAREK, F., HELM, J., HANELT, P., DANERT, S. (1976): *Urania* Növényvilág. Magasabb rendű növények II. - Gondolat Kiadó, Budapest.
- HOLLMANN, H. (1972): Verbreitung und Soziologie der Schachblume *Fritillaria meleagris* L. - *Abh. Verh. Naturwiss. Verein Hamburg N. F. 15 Suppl.*: 82 S., Hamburg.
- KENT, D. H. (2001): The history of *Fritillaria meleagris* in Britain to 1900. - *The London Naturalist*, No. 80. 29-42. p.
- MERKEL, J., WALTER, E. (1981): Bestandssituation und Gefährdung der Schachblume (*Fritillaria meleagris* L.) in Oberfranken. - *Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth* 17: 47-77.
- RAKONCZAY Z. (1989): *Vörös Könyv*. – Budapest. Akadémia Kiadó.
- SEYBOLD, S., PHILIPPI, G., WÖRZ, A. (1998): Die farn und blütenpflanzen Baden-Württembergs. – Bd. 8. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 424-426.
- SOÓ, R. (1973): A magyar flóra és vegetáció rendszertani- növényföldrajzi kézikönyve. – Budapest. Akadémia Kiadó.
- ZHANG, L. Q., HYTTEBORN, H. (1985): Effect of groundwater regime on development and distribution of *Fritillaria meleagris*. – *Holarctic Ecology* 8:4.: 237-244. p.

A SOPRONI SZÁLALÓTÖMB MIKOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE

FOLCZ ÁDÁM

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
folczadam@emk.nyme.hu

Bevezetés

A szálalás egy a folyamatos erdőborítást megcélzó erdőgazdálkodási üzemmód, amely erdőgazdálkodói szemmel számos előnnyel és hátránnyal jár. Sajnos azonban a módszer tudományos alapjai még számos téren hiányosak, illetve további vizsgálatra szorulnak. Általánosságban megállapítható, hogy a szakemberek úgy vélik, a folyamatos erdőborítást megcélzó módszerek ökológiai szempontból kedvezőek az erdő környezetére, biodiverzitására nézve (MOGYORÓ SINÉ *et al.* 2013). Az erdei ökoszisztéma rendkívül fontos elemei a nagygombák, hiszen mikorrhíza kapcsolataik és szerves anyag lebontó szerepük miatt nélkülözhetetlenek a normális növényi életműködéshez is. A nagygombák igen érzékenyen kapcsolódnak az egyes környezeti paraméterek sokaságához és sok esetben jól indikálják is azokat (SILLER *et al.* 2004). Kutatási célom ennek tükrében, hogy mikológiai szempontból vizsgáljam a szálaló üzemmód hatását az erdő nagygombavilágára nézve.

Vizsgálati módszerek

A mikológiai kutatások általában mintaterületeken történnek, de a kutatók között is megoszlanak a vélemények, hogy milyen módszerek együttese adja a legtökéletesebb eredményt (PÁL-FÁM 2002). Kutatási módszereként a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR), erdőrezervátum-kutatás projektjén belül, a nagygombák vizsgálatára alkalmazott módszert vettem alapul. A módszer lényege, hogy 500m² mintaterületeken abundancia vizsgálatokat végzünk, illetve fajlistát készítünk a teljes erdőtömbben, évente legalább három alkalommal. A terepi adatgyűjtéseket 2012 őszétől kezdődően, a csapadékviszonyoktól függően 2-4 hetes rendszerességgel 2013 novemberéig végeztem. Célomul tűztem ki a teljes fajlista elkészítését. Abundancia vizsgálatokat 19 különböző mintaterületen végeztem, összesen három alkalommal, a tavaszi aszpektus végén, a nyári aszpektus végén és a lombhullás kezdetekor. A felmérések során feljegyeztem és meghatároztam a gombafajokat. A megtalált fajokról fényképes dokumentáció és/vagy fungarium készült. A határozást többek között az alábbi szerzők munkái alapján végeztem: ARONSEN (2010–2012), GERHARDT (2008), KNUDSEN és VESTERHOLT (2012), ASSOYOV és MIKSIK (2013), FROSLEV és STJERNEGAARD (2013), stb. A fajokat makroszkópos és ökológiai jellemzőik, szükség esetén pedig mikroszkópikus bélyegeik (pl. spórák, cisztidiák) alapján határoztam meg. A spóraméréseket 600-as és 1000-szeres nagyításban, Nikon és Zeiss típusú fénymikroszkóppal végeztem. A rendszertani besorolást Knudsen és VESTERHOLT (2012), valamint a CABI (2013) alapján készítettem. Az életformatípusok besorolását KNUDSEN és VESTERHOLT (2012), KRIEGLSTEINER (2000 a,b), RINALDI és mtsai (2008) munkái alapján végeztem el.

Eredmények

2012. szeptember és 2013. év novembere közötti időszakban a soproni szálalótömbből 162 bazídiumos nagygombataxont sikerült meghatároznom. A fajok között előkerült 3 védett és számos országosan ritka faj is. Sopron környékéről eddig összesen leírt 428 taxon (BÖRCSÖK 2013) közül 11 eddig csak a szálaló tömbből került elő.

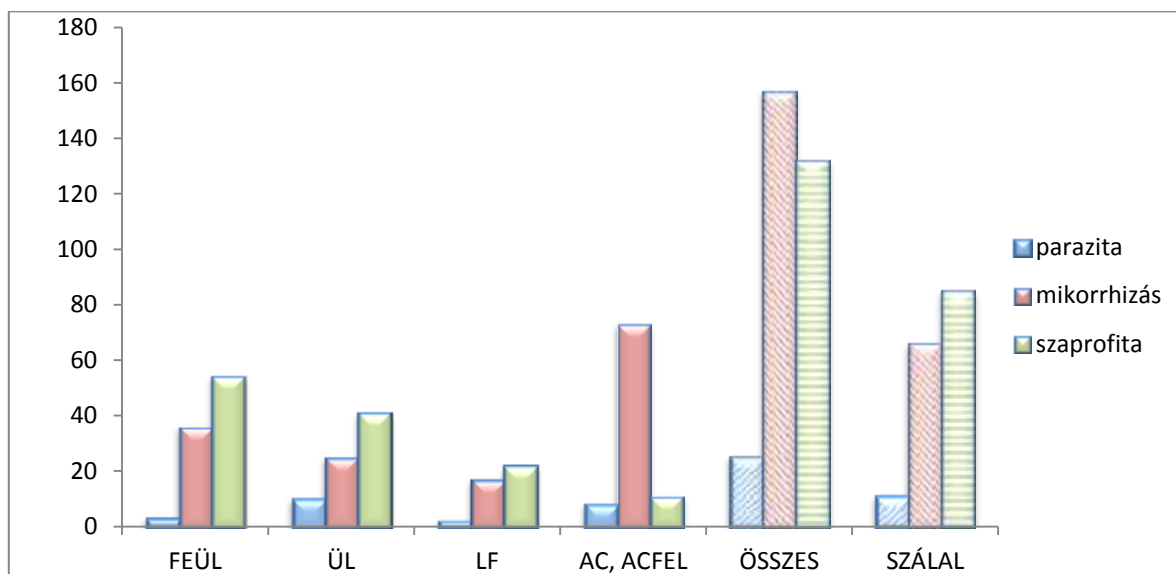
1. táblázat: A szálalótömbben megtalált taxonok (Gy= gyakorisági index 1(nagyon ritka)-5(nagyon gyakori) között, Él=életforma, félkövér betűvel: a 11 új faj, félkövér aláhúzva: 3 védett faj)

Taxonnév	Gy	Él	Taxonnév	Gy	Él
<i>Agaricus arvensis</i> Schaeff.	1	s	<i>Lactarius turpis</i> (Weinm.) Fr.	1	m
<i>Agrocybe praecox</i> (Pers.) Fayod	2	s	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	1	p
<i>Amanita citrina</i> (Schaeff.) Pers.	5	m	<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray	1	m
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Bertill.	2	m	<i>Lentinus strigosus</i>(Pers.) Fr.	1	s
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	3	m	<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.) P. Kumm.	1	s
<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	2	m	<i>Lepista flaccida</i> (Sowerby) Pat.	1	s
<i>Amanita phalloides</i> (Vaill. ex Fr.) Link	4	m	<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	2	s
<i>Amanita rubescens</i> Pers.	3	m	<i>Leratiomyces squamosus</i> (Pers.) Br. & Spo.	1	s
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl.) P. Kumm.	4	p	<i>Lycoperdon echinatum</i> Pers.	1	s
<i>Armillaria ostoyae</i> (Romagn.) Herink	2	p	<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	4	s
<i>Auricularia auricula-judae</i> (Bull.) Quéf.	1	s	<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.	2	s
<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray	1	s	<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Singer	1	s
<i>Baeospora myosura</i> (Fr.) Singer	1	s	<i>Macrocystidia cucumis</i> (Pers.) Joss.	1	s
<i>Boletus appendiculatus</i> Schaeff.:Fr	1	m	<i>Macrolepiota mastoidea</i> (Fr.) Singer	2	s
<i>Boletus edulis</i> Bull.	3	m	<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer	5	s
<i>Boletus luridiformis</i> Rostk.	2	m	<i>Marasmius rotula</i> (Scop.) Fr.	3	s
<i>Boletus queletii</i> Schulzer	1	m	<i>Marasmius wynneae</i> Berk. & Broome	1	s
<i>Boletus reticulatus</i> Schaeff.	2	m	<i>Meripilus giganteus</i> (Pers.) P. Karst.	5	p
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	1	m	<i>Mucidula mucida</i> (Schrad.) Pat.	3	s
<i>Cantharellus friesii</i> Quéf.	1	m	<i>Mutinus caninus</i> (Huds.) Fr.	1	s
<i>Chalciporus piperatus</i> (Bull.) Bataille	1	m	<i>Mycena aurantiomarginata</i> (Fr.) Quéf.	1	s
<i>Clavaria acuta</i> Sowerby	1	s	<i>Mycena crocata</i> (Schrad.) P. Kumm.	5	s
<i>Clavulina coralloides</i> (L.) J. Schröt.	3	m	<i>Mycena eipterygia</i> (Scop.) Gray	2	s
<i>Clitocybe candicans</i> (Pers.) P. Kumm.,	1	s	<i>Mycena galericulata</i> (Scop.) Gray	4	s
<i>Clitocybe nebularis</i> (Batsch) P. Kumm.	3	s	<i>Mycena inclinata</i> (Fr.) Quéf.	4	s
<i>Clitocybe odora</i> (Bull.) P. Kumm.	2	s	<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	2	s
<i>Clitocybe phyllophila</i> (Pers.) P. Kumm.	4	s	<i>Mycena rosea</i> (Bull.) Gramberg	5	s
<i>Clitocybula platyphylla</i> (Pers.) Mal.&Ber.	5	s	<i>Mycena zephrus</i> (Fr.) P. Kumm.	3	s
<i>Clitopilus prunulus</i> (Scop.) P. Kumm.	4	s	<i>Mycetinis alliaceus</i> (Jacq.) Earle ex A.W. Wilson & Desjardin	5	s
<i>Coprinellus acuminatus</i> (Romagn.) P.D. Orton	1	s	<i>Neolentinus lepideus</i> (Fr.) Redhead & Ginns	1	s
<i>Coprinellus impatiens</i> (Fr.) J. E. Lange	2	s	<i>Panellus stipticus</i> (Bull.) P. Karst.	1	s
<i>Coprinellus micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson	2	s	<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	2	m
<i>Coprinellus silvaticus</i> (Peck) Gminder	2	s	<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.	1	p
<i>Coprinopsis picacea</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	3	s	<i>Pholiota adiposa</i> (Batsch) P. Kumm.	2	s
<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Gray	1	m	<i>Pholiota cerifera</i> (P. Karst.) P. Karst.	1	s
<i>Cortinarius hinnuleus</i> Fr. s. l.	2	m	<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) P. Karst	1	p
<i>Cortinarius largus</i> Fr.	3	m	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	1	p

<i>Cortinarius torvus</i> (Fr.) Fr. s. l.	1	m	<i>Pleurotus pulmonarius</i> (Fr.) Quél.	2	p
<i>Cortinarius varius</i> (Schaeff.) Fr.	1	m	<i>Pluteus atromarginatus</i> (Konrad) Kühner	2	s
<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers.	3	m	<i>Pluteus aurantiorugosus</i> (Trog) Sacc.	1	s
<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd.	1	s	<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	5	s
<i>Cystolepiota seminuda</i> (Lasch) Bon	1	s	<i>Pluteus leoninus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	1	s
<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.	1	s	<i>Pluteus romellii</i> (Britzelm.) Sacc.	1	s
<i>Echinoderma aspera</i> (Pers.) Bon	1	s	<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fr.	4	s
<i>Entoloma rhodopolium</i> (Fr.) P. Kumm	2	m	<i>Psathyrella piluliformis</i> (Bull.) P. D. Orton	2	s
<i>Entoloma vernum</i> S. Lundell	1	m	<i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop.) P. Karst.	1	s
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	4	p	<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél.	1	m
<i>Galerina marginata</i> (Batsch) Kühner s. l.	1	s	<i>Ramaria stricta</i> (Pers.) Quél.	5	s
<i>Gastrum fimbriatum</i> Fr.	1	s	<i>Ramaria subbotrytis</i> (Coker) Corner	1	m
<i>Gloeophyllum odoratum</i> (Wulf.:Fr.) Imaz.	4	s	<i>Rhodocollybia butyracea</i> (Bull.) Lennox	4	s
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr.) Murrill	1	s	<i>Rickenella fibula</i> (Bull.) Raithelh.	3	s
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	5	s	<i>Royoporus badius</i> (Pers.) A. B. De	1	s
<i>Gymnopus erythropus</i> (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	2	s	<i>Russula amarissima</i> Romagn. & E.-J. Gilbert	1	m
<i>Gymnopus fusipes</i> (Bull.) Gray	3	s	<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	5	m
<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quél.	2	m	<i>Russula delicata</i> Fr.	2	m
<i>Hebeloma radicosum</i> (Bull.) Ricken	1	m	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers. s. l.	1	m
<i>Hebeloma sinapizanc</i> (Paulet:Fr.) Gill.	1	m	<i>Russula fellea</i> (Fr.) Fr.	4	m
<i>Hericium cirrhatum</i> (Pers.) Nikol.	1	p	<i>Russula grisea</i> (Pers.) Fr. ss.str.	2	m
<i>Hydropus subalpinus</i> (Höhn.) Singer	2	s	<i>Russula heterophylla</i> (Fr.) Fr.	2	m
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) M.	2	s	<i>Russula integra</i> (L.) Fr.	5	m
<i>Hygrophorus eburneus</i> (Bull.) Fr.	5	m	<i>Russula lepida</i> Fr.	3	m
<i>Hygrophorus nemoreus</i> (Pers.) Fr.	1	m	<i>Russula nigricans</i> (Bull.) Fr.	3	m
<i>Hygrophorus poëtarum</i> R. Heim	1	m	<i>Russula ochroleuca</i> (Pers.) Fr.	1	m
<i>Hymenopellis radicata</i> (Rel.) R. H. Pet.	2	s	<i>Russula risigallina</i> (Batsch) Sacc.	1	m
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	4	s	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	1	s
<i>Hypholoma lateritium</i> (Schaeff.) P. Kumm.	4	s	<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	3	s
<i>Infundibulicybe gibba</i> (Pers.) Harmaja	4	s	<i>Stropharia caerulea</i> Kreisel	1	s
<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	3	m	<i>Suillus grevillei</i> (Klotzsch) Singer	2	m
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	4	m	<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	1	s
<i>Lacrymaria lacrymabunda</i> (Bull.) Pat.	1	s	<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd	3	s
<i>Lactarius azonites</i> Bull.:Fr.	1	m	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	5	s
<i>Lactarius blennius</i> (Fr.) Fr.	5	m	<i>Tremella mesenterica</i> Retz.	1	s
<i>Lactarius circellatus</i> Fr.	3	m	<i>Tricholoma album</i> (Schaeff.) P. Kumm.	3	m
<i>Lactarius decipiens</i> Quél.	4	m	<i>Tricholoma sciodes</i> (Pers.) C. Martín	5	m
<i>Lactarius deterrimus</i> Gröger	4	m	<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schaeff.) Singer	1	s
<i>Lactarius fluens</i> Boud.	1	m	<i>Tubaria furfuracea</i> (Pers.) Gillet	1	s
<i>Lactarius mammosus</i> Fr.	1	m	<i>Volvariella bombycina</i> Schaeffer	1	p
<i>Lactarius pallidus</i> (Pers.:Fr.) Fr.	1	m	<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) E.-J. Gilbert	1	m
<i>Lactarius piperatus</i> (L.) Pers.	5	m	<i>Xerocomus porosporus</i> (Imler ex Bon & G. Moreno) Contu	5	m
<i>Lactarius quietus</i> (Fr.) Fr.	5	m	<i>Xerocomus pruinatus</i> (Fr. & Hök) Quél.	5	m
<i>Lactarius subdulcis</i> (Pers.) Gray	5	m	<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quél.	3	m

A száraló tömb gombavilágát, az erdőrézlet sajátosságai miatt, az alábbi diagramon (1. ábra) látható faállományok együtteséhez célszerű viszonyítani. A fajok életforma szerinti

megoszlását összehasonlítva FOLCZ ÉS MTRS (2013) által írt tanulmány adataival (1. ábra), azt tapasztalhatjuk, hogy a szálaló üzemmódban kezelt erdőtümben a szaprotróf fajok aránya magasabb az összes erdőállományban együttesen tapasztaltakénál.



1. ábra: A nagyomba taxonok életformájának alakulása Sopron környékének legfőbb faállománytípusaiban és a szálalótümben
(Élőhely: AC = acidofil lomberdő, ACFEL = acidofil fenyőelegyes lomberdő, FEÜL = fenyőelegyes üde lomberdő, LF = lucfenyő, ÜL = üde lomberdő SZÁLAL= a soproni szálalótümb,)

Ez annak a következménye, hogy a szálaló gazdálkodási mód sajátosságaiból adódóan előfordulnak magányosan álló öreg, legyengült elhalóban lévő faegyedek, amelyek megtelepedést biztosítanak a parazita és szaprofita életmódot is folytató fajoknak. Ezekből az idős fákból álló és fekvő holtfák keletkeznek, melyek mennyisége is magasabb a vágásos erdőkben tapasztaltánál. Ezek a már elhalt és pusztulóban lévő törzsek számos ritka parazita és szaprofita fajnak is otthont adnak.

Értékelés

Eredményeim alapján megállapítható, hogy a soproni szálalótümb mikológiai szempontból rendkívül fajgazdag és változatos terület. A változatos faállomány-szerkezet és gazdálkodási mód számos olyan speciális ökológiai állapotot teremt, melyek vágásos erdőkben csak ritkán jöhet létre. Ilyen a magas holtfa mennyisége, amit az el-elmaradt, elöregedett hagyás fák és a fakitermelés során visszamaradt fatörmelék eredményez. Szintén a szálalás sajátossága, hogy egy mintaterületen belül is igen változatos volt a faállomány korszerkezete, ami kedvez a különböző életfázisban megjelenő mikorrhizás gombák számára. A változatos faállomány szerkezet pedig igen variábilis mikroklamatikus viszonyokat idéz elő, ami szintén kedvez a fajdiverzitásnak. Összességében megállapítható, hogy mikológiai szempontból a folyamatos erdőborítást megcélzó szálaló üzemmód egy igen előnyös erdő struktúrát alakít ki, ami kedvező életfeltételeket biztosít a gombák termőtest megjelenésének.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni az Erdőműveléstan Tanszék munkatársainak, konzulensemnek, Frank Norbertnek, Király Gergelynek és Molnár Dénesnek a terepi munkákban való segítségét. Továbbá köszönettel tartozom Dima Bálintnak és Börcsök Zoltánnak, a gomba taxonok meghatározásában nyújtott segítségükért.

A kutatás a „TÁMOP – 4.2.2.A-11/1/KONV – .2012-0004 „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi vizsgálata” című kutatási program keretein belül valósult meg.

Felhasznált irodalom

- ARONSEN A. (2010–2012): The Mycena Page. – <http://home.online.no/~araronse/mycenapage/mycenapage.html>.
- ASSOYOV B. ÉS MIKSIK M. (2013): The Bolatales. – <http://boletales.com/>
- BÖRCSÖK Z. (2013): Gombák Sopron Környékén – <http://gomba.nyme.hu/index.php?id=23826>
- CABI (2013): The Index Fungorum – www.indexfungorum.org
- FOLCZ Á., BÖRCSÖK Z., DIMA B., FRANK N. (2013): A Soproni-hegység bazídiumos nagygombáinak erdészeti szempontú vizsgálata. *Erdészettudományi közlemények* 3. 179-194
- FROSLEV T., STJERNEGAARD T. (2013): The Phlegmacium website – <http://www.cortinarius.org/>
- GERHARDT E. (2008): Gombászok kézikönyve. – M-Érték Kiadó Kft., Budapest.
- KNUDSEN H. AND VESTERHOLT J. (2008) (eds.): Funga Nordica. Vol. 1. Agaricoid, Boletoid and Cyphelloid genera. Nordsvamp, Copenhagen,
- KRIEGLSTEINER, G. J. (Hrsg.) (2000a): Die Grosspilze Baden-Württembergs. Band 1. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 629 pp.
- KRIEGLSTEINER G. J. (Hrsg.) (2000b): Die Grosspilze Baden-Württembergs. Band 2. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 620 pp
- MOGYORÓ SINÉ KESERŐ L., FOLCZ Á., MOLNÁR D. (2013): Economy and ecology of selective cutting in focus. International scientific conference on the occasion of the Hungarian science festival, Program and book of abstract, Sopron pp. 46.
- PÁL-FÁM F. (2002): Nagygomba-cönológiai módszerek. Irodalmi összefoglaló. *Botanikai Közlemények*, 88 (1–2): 145–172.
- RINALDI A.C., COMANDINI O., KUYPER T.W. (2008): Ectomycorrhizal fungal diversity separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity* 33:1-45.
- SILLER I., PÁL-FÁM F., FODOR L. (2004): Erdők állapotváltozásának nyomon követése nagygombák segítségével. *Természetvédelmi Közlemények* 11: 185-194

A SZEDER (*RUBUS L.*) NEMZETSÉG MEGISMERÉSÉNEK ÉS RENDSZEREZÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI, ERDÉSZETI VONATKOZÁSAI

KIRÁLY GERGELY¹, BOHUMIL TRÁVNIČEK² & VOJTĚCH ŽILA³

1: Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron

2: Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Botany, Czech Republic, Olomouc

3: Gymnázium Strakonice, Czech Republic, Strakonice

Bevezetés

A szeder (*Rubus L.*) nemzetség alakgazdagsága, különös szaporodásbiológiája miatt rendszertani és növénytársulástani szempontból is kritikus növénycsoportnak számít. A határozási nehézségek következtében a csoport „legújabb” hazai feldolgozása is közel ötven éves, s nemcsak kora, hanem taxonómiai felfogása miatt is egészen elavultnak tekinthető. A botanikai alapadatok hiányában természetesen az elvben ezekre épülő erdőművelési és erdővédelmi ismereteink is rendkívül hézagosak. A nemzetségre vonatkozó magyarországi ismeretek régi forrásokon alapulnak, érdemi kutatások az elmúlt 70 évben nem folytak. A taxonómiai vizsgálatok újraindítására tett kísérleteink során világossá vált, hogy a hazai határozókulcsok nem alkalmasak a fajok azonosítására; továbbá nagyon hiányosak a szederfajok ökológiai igényeire, társulásviszonyaira, erdőművelési és erdővédelmi szerepére vonatkozó ismeretek is.

Anyag és módszer

A nemzetség rendszertani és vegetációökológiai kutatását 2009-ben kezdtük el, eddig összesen 560 lokalitásról mintegy 3300 előfordulási adatot gyűjtöttünk. Az adatgyűjtés elsősorban a sűrűbben erdősült, csapadékos hegy- és dombvidéki területekre koncentrált, mivel azok mind a fajszámban, mind a szeder-taxonok abundanciájában kimagasló értékeket mutatnak. Tájegységenként általában 1-2 km²/mintavételi pont sűrűséggel végeztünk mintavételt. Minden egyes lelőhelyen feljegyeztük az előforduló szederfajokat és fontosabb kísérőnövényeket, valamint a lelőhelyek koordinátáit és fontosabb termőhelyi adatait. A taxonómiai szempontból jelentősebb fajokról herbáriumi anyagot gyűjtöttünk a nemzetség gyűjtésére vonatkozó nemzetközi standard szerint, a bizonyító példányokat közgyűjteményekben helyeztük el. Bizonyos fajok ploidia-viszonyait „flow cytometry” eljárással vizsgáltuk. Értékeltek számos hazai és külföldi herbárium Kárpát-medencei vonatkozású történeti anyagát. A revíziók során mintegy 2000 magyarországi és 5000 környező országból származó lapot ellenőriztünk. A kutatásokat 2011-től a szomszédos országok irányába is kiterjesztettük, jelenleg 5 további országot érintően rendelkezünk egységes szerkezetű adatbázissal.

Eredmények

A legutóbbi teljes feldolgozás (KISS 1966) által hazánkból jelzett 74 faj és számtalan hibrid nagy többsége valójában nem él itt, ill. számos, ott fajként értékelt alak rendszertani értéke csekélynek tekinthető. Az országból korábban jelzett taxonok többsége olyan észak- és nyugat-európai faj, amelynek rangját és elterjedési területét az elmúlt évtizedek kutatásai során tisztázták, de a hazai szerzők ezt nem vették figyelembe. Különösen sok tévesen jelzett fajt ismerünk a *Discolores* és *Silvatici* sorozatokból. Másik gyakori hibaforrás olyan lokális alakok fajként történő értékelése, amelyek a Weber-i batológiai fajkonceptió alapján nem fogadhatók el faji rangon. A hiányos és vitatható publikált vélemények lenyomata a

gyűjteményekben is megtalálható, a revíziók során rendkívül sok félreértelmezéssel és téves azonosítással találkoztunk. Jellemző a kutatói aktivitásra, hogy a gyűjtött egyedek többsége a 19. század utolsó és a 20. század első éveiből származik, az elmúlt évtizedekben pedig gyakorlatilag nem történtek gyűjtések.

A korábban jelzett *Rubus*-fajok közül 19 valóban él az országban, rajtuk kívül azonban számos új faj került elő. A revízió fontos eleme volt az Atlas Florae Europaeae botanikai kötetének megjelenése, amely a teljes taxonómiai revízió mellett nagy előrelépést jelentett chorológiai téren is. Az országra újonnan jelzett fajok részben már leírt és elismert taxonok (30 faj), részben leírt, de korábban jelentéktelennek vélt, most újraértékelt alakok (4-5 faj), továbbá dokumentáltunk mintegy 15, a tudományra új fajt, amelyek leírása különböző publikációs stádiumban van; ezek száma a jövőben várhatóan emelkedni fog. Legjelentősebb számban a *Discolores* sorozatból kerültek elő újabb fajok, de jelentős a *Micantes* sorozat (már elkészült és publikált) hazai újraértékelése, valamint a *Pallidi* sorozat taxonjainak első Kárpát-medencei kimutatása és a *Vestiti* sorozat (eddig mindössze egy hiteles hazai adattal) váratlan fajgazdagságának felderítése. Várhatóan a rendkívül bonyolult és változatos *Corylifolii* szekció értékelése okozza a legnagyobb gondot, az itt tisztázott néhány taxon mellett számos későbbi kutatási feladat maradt.

Valamennyi fajra elkészítettük a hazai előfordulások térképét, amely az aktuális adatsűrűséggel már megbízhatónak tekinthető, de egyes tájegységekre új lokalitások kimutatásával feltehetően hosszabb távon is számolni kell. Az egyes fajokhoz ökológiai karakterének tisztázása, a meglévő ökológiai mutatószámok felülvizsgálata és aktualizálása folyamatban van.

Megállapítottuk, hogy az eddigi tapasztalatok alapján gyomosító szerepe viszonylag kevés taxonnak van. Hegyvidéken (különösen a bükkös régióban) a *Glandulosi* sorozat jelenthet komoly erdővédelmi problémát; az ide tartozó növények egyébként gyakran taxonómiai érték nélküli stabilizálatlan alakok (a sorozatból – az ebbe a morfortípusba tartozó egyedek gyakorisága ellenére – Magyarországon eddig nem került elő elfogadott, stabilizálódott faj). A *Discolores* sorozat (különösen *Rubus bifrons* és *R. praecox*) és a *Corylifolii* szekció képviselői főként a szárazabb makroklímájú területeken okoznak gondot.

Az erdővédelmi problémák ellenére érdekes, hogy a fajok többsége mégis jellemzően természetszerű erdei niche-típusokhoz kötődik, gyomosító szerepük elhanyagolható. Bár vannak ritka fajok is, a hazai tapasztalatok alapján nem tartjuk reálisnak felvételüket a veszélyeztetettséget jelölő „vörös listára”, ugyanis felismerésük speciális ismereteket igényel, jellemző élőhelyeik pedig másodlagos, gyors változásban lévő szegélyek és vegetációmozaikok, ahol a természetvédelem hagyományos eszközei nem működnek. Esetükben inkább általános, a táji és vegetációs sokféleség fenntartását biztosító intézkedések lehetnek fontosak, amelyek tekintettel vannak a fajok bizonyos fokig pionír karakterére.

Összefoglalás, előretekintés

A szeder nemzetség modern taxonómiai és chorológiai feldolgozása a hazai botanika és dendrológiai régóta húzóóda fájdalma adóssága. Az elmúlt 5 év terepi és herbárium vizsgálataira alapozva jelentőst lépést tettünk a Magyarország és a szomszédos országok szederflórájának megismerése irányába, az eddigi eredmények elsősorban taxonómiai jellegűek. A jövőbeni kutatások során részben a taxonómiai munkarészek folytatására, új területek (pl. Balkán-félsziget) és új vizsgálati irányok (genetika) bevonására, részben pedig a csoport vegetációökológiai-erdőművelési vonatkozásainak tisztázására szeretnénk koncentrálni.

Felhasznált irodalom

- GÁYER GY. (1924-1925): *Rubus* L. Szeder. In: JÁVORKA S.: Magyar Flóra (Flora Hungarica). 485-518. Studium, Budapest.
- KIRÁLY G., KURTTÓ A., MAURER W., TRÁVNÍČEK B., WEBER H. E., ŽÍLA V. (2010): New records of *Rubus* from Hungary. Eds: Kurtto A., Weber H. E., Lampinen R., Sennikov A. N.: Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe, Rosaceae (*Rubus*) 15. 33-316. The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- KIRÁLY G., TRÁVNÍČEK B., ŽÍLA V. (2013): A szeder (*Rubus* L.) nemzetség modern taxonómiai koncepciója. Erdészettudományi Közlemények 2, 147-156.
- KISS, Á. (1966) *Rubus* L. Szeder. In: SOÓ R.: A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve 2. 125-189. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- WEBER H. E. (1995): *Rubus*. In: WEBER H. E. (ed.): Gustav Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Ed. 3, Vol. 4/2A, 284-595. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Oxford.

A LÉBÉNYI TÖLGY-ERDŐ VEGETÁCIÓJÁNAK ÉRTÉKELÉSE AZ ERDŐHASZNÁLAT TÜKRÉBEN

SELMECI MARIANNA¹, S.-FALUSI ESZTER², SALÁTA DÉNES¹

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Ökológiai Gazdálkodási Tanszék;

selmecim@gmail.com

²Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Növényteni és Ökofiziológiai Intézet, Növényteni Tanszék

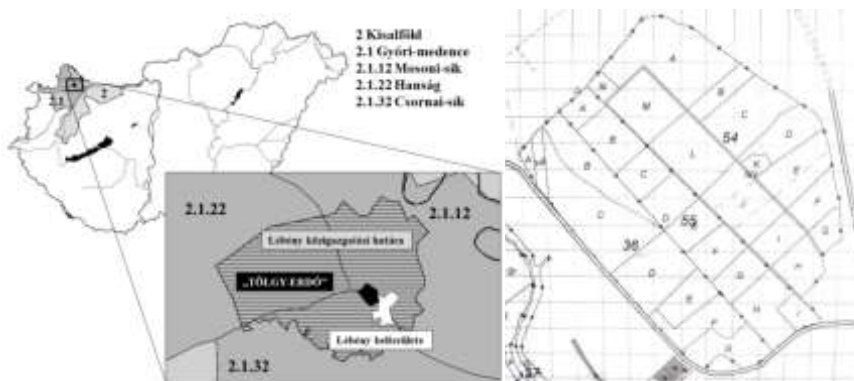
Bevezetés

Napjainkban erdeink túlnyomó része gazdasági faültetvény, ahol a természeti értékek hiányoznak, ezért kiemelt figyelmet kell fordítanunk a még megmaradt természetes vagy természetközeli erdőkre. Ezen erdők megkülönböztetése azért fontos, mert degradált állapotukban is több természeti értéket őriznek, mint a legértékesebb telepített erdeink. A természettudományos kutatások kiegészítéseként szükséges a vizsgált táj vagy táji elem és a benne élő ember kölcsönös kapcsolatának minél szélesebb körű és minél régebbre visszanyúló vizsgálata (MOLNÁR 1996).

A Fertő-Hanság Nemzeti Park részét képező Tölgy-erdőben két Európa szerte veszélyeztetett élőhely, az alföldi gyertyános-tölgyes (*Circaeo-Carpinetum* BORHIDI 2003) és a szigetközi tölgykőris-szil ligeterdő (*Pimpinello majoris-Ulmetum* KEVEY 1996) is megtalálható (TAKÁCS 2010 in MOLNÁR szerk.). Sajnos, ezen erdők állapota egyre romlik, mivel a tájhasználatban az elmúlt évtizedekben bekövetkezett jelentős változások (tulajdonviszonyok átrendeződése, a tájidegen fafajokkal történő erdősítések stb.) elősegítették az özönfajok gyors terjedését (TÖRÖK *et al.* 2003). Mivel a vizsgált területen – a „Natura 2000” hálózat részeként – a közösségi jelentőségű keményfás ligeterdő élőhely (91F0) megtalálható, jelenlegi kutatásunk kiemelten fontos lehet a későbbi kezelés megalapozásaként, a tájhasználat-történet és a botanika vonatkozásában is.

Anyag és módszer

Lébény a Kisalföld medencéjének nyugati oldalán található a Mosoni-sík, a Hanság és a Csornai-sík kistájak találkozásánál (MAROSI és SOMOGYI 1990, DÖVÉNYI 2010). Összterülete 109,788 hektár. Gazdálkodás szempontjából az erdő két részre osztható: a 36. tag állami, az 54, 55. tagok pedig osztatlan közös tulajdonban lévő területek (1. ábra).



1. ábra: A vizsgált terület elhelyezkedése

Készült MAROSI és SOMOGYI (1990) alapján Quantum GIS 1.8.0 programmal az OTAB adatbázis és erdészeti parcellafelosztása (MgSZH Erdészeti Igazgatóság) felhasználásával

1999-ben a Fertő-Hanság Nemzeti Park bővítésével országosan védetté nyilvánították (RAKONCZAY 2009). 2007 decembere óta a „Natura 2000” hálózat közösségi jelentőségű természeti területe a Hanság (HUFH30005), mint kiemelt jelentőségű természetmegőrzési és egyben különleges madárvédelmi terület részeként.

A terület használat-történetének rekonstruálása céljából összegyűjtésre kerültek az erdővel kapcsolatos irodalmi források. Felhasználásra kerültek a fennmaradt levéltári iratok (1606-tól), illetve vizuális forrásokként a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtárában található katonai felmérések, topográfiai térképek és archív légifotók. Célunk volt az erdészeti üzemtervek minél régebbre visszamenő felkutatása (1964-2011) és összevetése a légifotók által rögzített állapotokkal.

A területen 2009 óta folytatunk terepi adatgyűjtést (SELMECI 2011), a jelenlegi vizsgálathoz a terepi adatok gyűjtésére 2013 tavaszán és nyarán került sor. A tavaszi bejárás során a tavaszi aszpektus lágyszárú növényzetének elterjedési térképét készítettük el. A cönológiai felvételezésre 2013. július közepén került sor, ahol 30 erdőrészletben 145 ponton készítettünk külön a lombkoronaszintre (A), cserjeszintre (B) és az aljnövényzetre (C) cönológiai felvételt (összesen 435 db). A területről fajlistát készítettünk.

Az erdő növényzetének megoszlását A, B és C szintre bontva különböző ökológiai értékszámok és mutatók alapján vizsgáltuk (TVK, SBT, LB).

A C szint növényzete RAUNKIÆR 1934 és PIGNATTI 1982 „ökológiai rendszerezése” alapján került életforma szerint csoportosításra és kiértékelésre. A cönológiai felvételezések során kapott adatok segítségével megvizsgáltuk a növényzet diverzitását (Shannon-Wiener és Simpson index), majd az adatokat a SYN-TAX 2000 adatelemző programcsomag (PODANI 2001) hierarchikus osztályozó moduljának segítségével dolgoztuk fel.

A térinformatikai adatfeldolgozás keretében az üzemtervi adatok változásának ábrázolásához kiemeltünk összesen hat fajt, amelyek közül négy a társulások szempontjából kiemelten fontos (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *Carpinus betulus*), továbbá a természetvédelmi szempontból problémás két fajt a *Robinia pseudoacacia*-t és az *Ailanthus altissima*-t.

Kiegészítő vizsgálatként az erdő természetességének meghatározásához BIRÓ (2011) természetesség-mérő módszerét alkalmaztuk.

Eredmények

Az erdő történetével kapcsolatos első forrás 1606-ból származik, az ezt követő 400 évben az erdőnek több tucatnyi funkciója volt. Az 1700-as években Zichy Károly fácános kertet létesített (CSÖRE 1997), ahol legalább 100 évig folyt a fácántenyésztés (SELMECI 2011). Később állandó pereskedések folytak a jobbágyok és a földesúr között az erdőhasználat kérdésében (MVM. Ú.163/856). Kiderült, hogy a lopások elkerülése végett erdőőrt tartottak, az erdő körül húzódó árkot pedig minden évben a falubeliek újították fel (MJ, FŐSZOLG. 1875). 1992-től az erdő a Leventeegyesület gyakorlóléhelyül szolgált (MJ, FŐSZOLG. 1922/6205), majd egy évvel később megépítették az erdőn áthaladó, tőzegszállításra alkalmas keskeny nyomtávú kisvasutat (KISZELI 2008). A falubeliek életének szerves részét képezte az erdő, megélhetésük egy részét az erdőben található gombák, a hóvirág és a gyöngyvirág eladásával biztosították, illetve az akáctelepítések idején a sorközökben burgonyát termesztettek (SELMECI 2011).

Az osztatlan közös tulajdonban lévő területek fokozatos letermelése az 1970-es években indult meg. Az erdészeti üzemtervekből kiderül, hogy az elsőként tarvágott erdőrészlet felújítását 100% akáccal végezték. Ezen erdőrészletben (54N) az elegyarány a mai napig változatlan. A kutatás során kiemelt szerepe volt a területről készült archív légifotóknak az üzemtervi adatok pontosításánál, mivel azok több esetben hiányosak voltak, illetve nem

minden esetben tartalmazták a valós adatokat. Az 54A, 54F és 55F, 55I részletek a tölgyállomány változásának szempontjából kiemelendők. A '80-as években mind a négy területet a tarvágás után 100%-ban kocsányos tölgygel újították fel. Ma ezeken a részeken jellegtelen erdőket találunk. A felújítás során a következő években magas kőris és akácot is telepítettek a tölgyek mellé, ezért a gyorsabb növekedésű fajok elszaporodásával ezek a területek leromlottak. Később ezek aránya már elérte az 50%-ot. A '90-es évektől a kőris terjeszkedése felgyorsult, így a 40 évvel ezelőtti 100%-os összetételről 5%-ra csökkent a kocsányos tölgy mennyisége. A közelmúlt legdrasztikusabb beavatkozása az állami kezelésben lévő 36G és 36E erdőrészek tarvágása volt a 90-es években.

A 2013. évi cönológiai felvételeknek köszönhetően átfogó és valós képet kaptunk az egyes erdőrészek növényzetének jelenlegi összetételéről, amik a korábbi üzemtervi adatokkal könnyen összevethetővé váltak. A terület védett fajok számának szempontjából nem túl gazdag, de a keleti hóvirág (*Galanthus nivalis*) tömeges előfordulása jellemző, és a ligeti csillagvirág (*Scilla vindobonensis*) is szép számmal megtalálható. Az erdőben harmadikként eddig megtalált védett fajról – *Polystichum aculeatum* – KEVEY 2004-ben számolt be. A saját terepi megfigyeléseket és a korábbi botanikai adatokat összegezve 134 faj említhető a területről. A tavaszi aszpektus lágyszárú fajainak elterjedését, a terepi bejárásaink során becsült adatok alapján ábrázoltuk.

A cönológiai felvételek alapján készített hierarchikus klaszteranalízis alapján elmondható, hogy jól megfigyelhető azon erdőrészek elkülönülése, melyekben az akác és a bodza aránya kiemelkedő (55C, 55D, 54N, 54M, 54L). Ez az elkülönülés a Simon-féle természetvédelmi érték kategóriák szerinti megoszlásnál is jól megfigyelhető, ahol a gyomok és zavarástűrő növények túlsúlyban vannak. A szociális magatartástípus tekintetében a természetes zavarástűrők és tájidegen agresszív kompetítorok kiemelkedő aránya miatt ezek az erdőrészek ismét elkülönülnek. A fényigény szempontjából ugyancsak megfigyelhető az elkülönülés. A diverzitás tekintetében pedig az eddig említett erdőrészek ismét elkülönülnek, mivel ezek diverzitása jóval az átlag alatt marad.

Az életformák tekintetében kiemelendő az 54L, 54M, 55C erdőrészek hasonlósága és elkülönülése, amit a gyepes évelők magas aránya okoz. A Raunkiaer-féle életformák szerinti értékelésben ezek az erdőrészek nem váltak el így elmondható, hogy a Pignatti-féle életforma felosztás a pázsitfű és sás fajokra nagyobb érzékenységet mutat, illetve, hogy ezen életforma rendszer a geophyta fajok esetében sokkal érzékenyebb, mivel több kategóriát tartalmaz.

Az erdő természetességének vizsgálatakor egy a laikusok számára is könnyen megérthető és használható módszert alkalmaztunk (BIRÓ 2011). A vizsgálat során felmerült a kérdés, hogy az idegenhonos fajok jelenlétét mekkora mennyiségtől vegyük figyelembe, illetve, hogy azon erdőrészek tekinthetők e legalább 150 évesnek, amelyeken tarvágás volt. A rendelkezésre álló források összegzése alapján az erdő korának figyelembevétele nélkül kaptuk a legéletszerűbb eredményt.

Következtetések

1934-ben ZÓLYOMI a lébényi Tölgy-erdő esetében még külön tárgyalja a ligeterdőket, a tölgyeseket és a gyertyánosokat. Később ugyancsak ZÓLYOMI (1937) már gyertyános-tölgyes (*Querceto-Carpinetum*) erdő társulásról ír. A mai állapotokat figyelembe véve elmondható, hogy ZÓLYOMI megfigyelései után majd 80 évvel az említett társulások elemei ugyan fragmentáltan megtalálhatóak, de határaik az erdészeti tevékenység hatására összemosódtak, az erdő homogenizálódott. Az eredeti gyertyános-tölgyesek mellett találhatunk elkőrisedett vagy akáccal beültetett állományokat is, illetve korunk időzített bombája, a biológiai invázió egyik legagresszívabb faja a bálványfa (*Ailanthus altissima*) megkezdte spontán állományainak kialakítását. Mivel a bálványfa kisebb-nagyobb arányban jelen van minden

erdőrészletben, ezért ennek figyelembevétele fontos szempont az erdőrészletek felújításánál. Mind a mesterséges, mind pedig a természetes lécek keletkezésekor a talajban található propagulumok miatt és a fénytöbblet hatására, a bálványfa lesz az első, ami növekedésnek, terjedésnek indul, elnyomva a természetvédelmi szempontból értékesebb, őshonos fafajok magoncait.

Javasolt lenne a ma széles körben alkalmazott vágásos erdőgazdálkodás helyett a természetközeli, szálaló erdőgazdálkodás alkalmazása (amit a „Natura 2000” irányelvek is előírnak, a tarvágás teljes tilalma mellett) – véleményünk szerint egy rekreációs rendeltetésű (KOLOSZÁR 1999) szálalóerdő kialakítása –, ahol az erdészeti beavatkozás rendszeres, a fatermési rendeltetés viszont csak másodlagos. Így a gazdálkodás kisebb bolygatással járna, és biztosítaná a folyamatos erdőborítást. Célszerű lenne az erdő kezelésének megoldása társadalmi részvétellel, hiszen az erdő kiemelt jelentőségű érték Lébény lakossága számára. A fennálló rendezetlen gazdálkodási viszony megszüntetése nagymértékben megkönnyítené a helyzetet. A tulajdonosok figyelmét fel kellene hívni arra, hogy a közös erdőgazdálkodás révén bevételük származhatna a saját területükről kitermelt faanyagból, a helyes és hosszú távú gazdálkodással – ráadásul legálisan – az erdő állapotának további romlását is megakadályozhatnák. A feladat sajnos idő és pénz igényes, de megfelelő tájékoztatás és ösztönzés nélkül a közös gazdálkodás megalakulása szinte reménytelen.

Az akác és a bálványfa visszaszorításának tekintetében a „Natura 2000” irányelvek szigorúan korlátozzák ezen fajok telepítését a teljes területre nézve, továbbá előírják az idegenhonos fa- és cserjefajok egyedszámának a minimális szinten tartását. Abban az esetben, ha tarvágás kerül alkalmazásra az akácot tartalmazó részletek felújítása során vélhetően a tölgytelepítés sikeressége veszélybe kerül, ahogyan az az 54A erdőrészlet példáján látható volt.

A közeljövőben az erdészet és a természetvédelmi hatóság javaslatait ötvözve célszerű és sürgető lenne egy természetvédelmi kezelési terv elkészítése külön erre az erdőre, hiszen kutatásaink alapján természetvédelmi szempontból értékes erdő fennmaradása, megőrzése és gyarapítása közös érdekünk.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Höhn Máriának, Kiszeli Lajos tanár úrnak, Nagy Dénes, Balsay Sándor és Cserhalmi József erdőszuraknak és a kedves lébényieknek. Munkánk a Kutató Kari Kiválósági Támogatás – Research Centre of Excellence-17586-4/2013/TUDPOL segítségével valósult meg.

Felhasznált irodalom

- BIRÓ M. (2011): Erdők és cserjések természetességének mérése – egy új terepi eszköz a környezeti nevelésben. – In: Kováts-Németh M. (szerk): Együtt a környezetért. – Palatia Nyomda és Kiadó, Győr.
- BORHIDI A. (2003): Magyarország növénytársulásai. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 610 p.
- BORHIDI, A., KEVEY, B. (1996): An annotated checklist of the hungarian plant communities II.– In: Borhidi A. (ed.): Critical revision of the hungarian plant communities. Janus Pannonius University, Pécs, pp. 95–138
- CSÖRE P. (1997): Vadaskertek a régi Magyarországon. –Mezőgazda Kiadó, Budapest, 140 p.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- KEVEY B. (2004): Adatok Magyarország flórájának és vegetációjának ismeretéhez IX. – Botanikai Közlemények 91: 13–23.
- KISZELI L. (2008): Lébény Könyve. A nagyközség történetének időrendi áttekintése a kezdetektől 2006-ig. – Lébény Nagyközség Önkormányzata, Lébény, 800 p.
- KOLOSZÁR J. (1999): Szálalás ideális körülmények között. – Erdészeti Lapok 134(2): 46–47.

- MAROSI S., SOMOGYI S. (szerk.) (1990): Magyarország kistájainak katasztere I-II. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1023 p.
- MOLNÁR ZS. (1996): Ártéri vegetáció Tiszadob és Kesznyéten környékén II. A keményfaliget-erdők (*Fraxino pannonicae*- *Ulmelum*) története és mai állapota. – Botanikai Közlemények 83(1-2): 51–69.
- PIGNATTI S. (1982): Flora d'Italia. – Edagricole, 790 p.
- PODANI J. (2001): SYN-TAX 2000 computer programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual. – Scientia Kiadó, Budapest, 53 p.
- RAKONCZAY Z. (2009): A természetvédelem története Magyarországon. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 429 p.
- RAUNKJÆR C. (1934): The life forms of plants and statistical plant geography. – The Clarendon Press, Oxford.
- SELMECI M. (2011): A lébényi „Tölgy”-erdő növényzetének változása, természetvédelmi jellemzése a tájhasználat és tájtörténet ismeretében. – Szakdolgozat, BCE, Budapest.
- TAKÁCS G. (2010): Lébény-Tölgyerdő. – In: MOLNÁR ZS. (szerk.) (2010): A XV. MÉTA-TÚRA túravezető füzet. Kiszalárd. 2010. szeptember 29. - október 4. – Kézirat.
- TÖRÖK K., BOTTA-DUKÁT Z., DANCZA I., NÉMETH I., KISS J., MIHALY B., MAGYAR D. (2003): Invasion gateways and corridors in the Carpathian Basin: biological invasions in Hungary. – Biological Invasions 5(4): 349–356.
- ZÓLYOMI B. (1934): A Hanság növényközösségei (összefoglalás). – Vasi Szemle 1(2): 146–174.
- ZÓLYOMI B. (1937): A Szigetköz növénytan kutatásának eredményei. – Botanikai Közlemények 34(5-6): 169–190.

Levéltári iratok jegyzéke

Magyaróvári járás Főszolgabírójának iratai 1875; 1922/6205.

Moson vármegyei úrbéri iratok levéltári gyűjteménye.163/856.

FEKETE NYÁR (*POPULUS NIGRA L.*) GENOTÍPUSOK MEGŐRZÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

SZOKOLAI ATTILA, BACH ISTVÁN, FRANK NOBERT

Nyugat-magyarországi Egyetem, EMK Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet,
Erdőművelés Tanszék, Sopron
szokiati@citromail.hu

Bevezetés

Hazánkban és a világban a fekete nyár génmegőrzése az 1980-as években kezdődött. Ekkorra ismerték fel azt, hogy ez az értékes fafaj igencsak megfogyatkozott, illetve a nemes nyárral kereszteződve genetikailag „szennyeződik”. Így ha rövid időn belül nem tesz az emberiség a védelme érdekében, eltűnik, illetve nemes nyárral alkotott hibridekké alakul. A megoldás kulcsát a szakemberek a génmegőrzés „in situ” és „ex situ” eszközeiben látták. Ez utóbbi eredményeképp jött létre Tolnán (vesszőtermelésre alkalmas anyatelep és faalakú gyűjtemény formájában) a Gemenci EVAG Zrt., és Bényi Sándor növénynemesítő kezelésében (faalakú gyűjtemény formájában) Faddon a világ legnagyobb fekete nyár géngyűjteménye. Ez önmagában is hatalmas érték, de a végső cél az aktív védelem, a természetvédelmi, illetve gazdasági célú visszatelepítés, termesztésbe vonás. Ehhez azonban mérésekkel alátámasztott adatokra, hozam –és növekedés, egészségi és alaki vizsgálatokra, fatérfgat meghatározásokra, jellemzésekre, összehasonlításokra van szükség. Ezek elvégzéséhez kellően nagyok a fák, ezen munkát végzem én el diplomamunkám írásával.

Vizsgálati módszerek

Diplomamunkámban a két legnagyobb hazai gyűjteményt, a Tolnait és a Faddit vizsgálom. E két gyűjtemény a nemesítési rendszerben- fajkutatás folyamatában jelenleg részben még az információs (előzetes kiválasztó) kísérletek, részben már a fajta összehasonlító kísérletek szintjén áll. Ennek megfelelően méréseket végeztem a mortalitás, habitus, törzsalak, ágszerkezet, finomágúság, kórtani tolerancia, fatermő képesség, termőhelyi tolerancia alapján. Faalakú gyűjtemények esetében mértem a fák magasságát, mellmagassági átmérőjét, csomoroságát, törzsalakját, villásodását, ágalakulását. Alapadatokból hektáronkénti fatérfgatot és átlagnövedéket számoltam. Anyatelep esetében a magasságot, vesszőhozamot és az egészségi állapotot mértem. Méréseimet a nemzetközi IUFRO szabványok szerint, a helyi viszonyokhoz alakítva végeztem. Az adatokat statisztikai módszerekkel rendszereztem, feldolgoztam. Összehasonlításképpen a nemes nyárok közül az I-214-et és az Óriás nyárat, valamint a Fehér nyárat használtam. A kapott eredményeket diagramos formában szemléltettem. A kutatás aktualizálása érdekében erdőgazdaságaink körében, és a magánerdőgazdálkodók megkérdezésével kérdőíves felmérést végeztem.

Eredmények

A faalakú gyűjteményekben végzett mérések alapján előzetesen megállapítható, hogy a Magyar János féle fekete nyár nomogram szerint a legtöbb megőrzött genotípus az I. fatermési osztályba tartozik. A legjobb (14 éves) tolnai genotípusok 400-450 m³/ha fatömeg termelésre képesek. Mindemellett törzsalakjuk, ágszerkezetük kedvező, egészségi állapotuk megfelelő. A legjobb csomoroságra szelektált genotípusok is 300-350m³/ha-ra képesek, közülük a legkiválóbb eléri nem csomoros társai teljesítményét, 430m³/ha-t tud. Összehasonlításképpen: 15 éves korban óriás nyár esetén 242m³/ha-tól, I-214 olasz nyár esetén

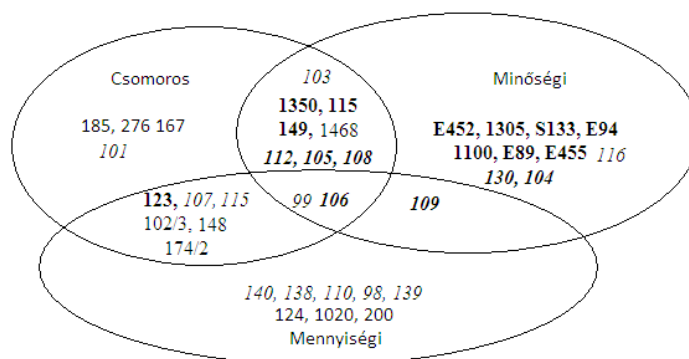
412 m³/ha-tól kezdődik az I. fatermési osztály. Ez azt jelenti, hogy ezek a genotípusok a nemes nyárok mezőnyében is megállnák a helyüket, ott is minimum II, de inkább I. fatermési osztályba tartoznak.

A nemes nyárok magassági növekedésük tekintetében jóval megelőzik a fekete nyár genotípusokat, viszont a fekete nyár magassági növekedése jobb a fehér nyárénál. A fekete nyár genotípusok vastagsági (átmérő) növekedése a nemes nyárok közt is állja a versenyt, sőt meg is előzi azokat. A fehér nyárnál pedig kategóriákkal jobban teljesít. A fekete nyár genotípusok hektáronkénti fatérfogat tekintetében az I-214 és az óriásnyár között vannak, állják a versenyt a nemes nyárok mezőnyében. Átlagnövedék tekintetében is igaz a megállapítás: állja a versenyt a fekete nyár a nemes nyárok között.

A csomorosság értéknövelő hatása csak kellő mértékű borítottság esetén áll fenn, speciálisan csak a fekete nyárnál értékelhető. Nemes nyár klónokhoz képest az átlag jóval elmarad fekete nyár tekintetében törzsalak és villásodás szempontjából. A gyűjtemények fáinak egészségi állapota kedvező

A poszteren ismertetésre kerülnek a mérések eredményei, a vizsgálatok célja: az ígéretes, később termesztésbe vonható genotípusok kiválasztása, ezen kiválasztás megindoklása, hozam-és növekedési, egészségi és alaki vizsgálatokkal, fatérfogat meghatározásokkal, jellemzésekkel, összehasonlításokkal.

Az alábbi 1. ábra a vizsgálatok során kiemelkedőnek bizonyult genotípusok kódszámait tartalmazza.



1. ábra: Kiemelkedő genotípusok fő szempontok szerinti csoportosítása

A normál betűvel szedettek a faddiak, a dőltbetűsek a tolnaiak. Vastagítással jelöltem azon kódszámúakat, amelyeket további kísérletekre érdemesnek találtam. Ezek a genotípusok a kategóriájukban kimagasló teljesítmény mellett kiváló alaki tulajdonságaikkal vívták ki ezt a minősítést. Véleményem szerint a később végzendő fajtakísérleteknek ezek lehetnek az alanyai.

A felhasználási lehetőség szerint a következő kategóriákat állapítottam meg:

➤ Természetvédelmi-génmegőrzési célú klóncsoport:

Elsődleges cél a genetikai változatosság biztosítása. Ennek teljesítése mellett emelhető a teljesítmény is, ha a válogatott, kiemelt genotípusok alkotják. Ezen megfontolásból egy ilyen klóncsoportba valamennyi tolnai és az összes kiemelt faddi genotípust beválogatnám.

➤ Döntően csomorosságra szelektálendő genotípusok:

Elsődleges fontosságú az erős csomorosság. A második legfontosabb itt a nagy átmérő- és térfogatérték. Kritérium, hogy a villásodás értéke ne legyen kevesebb 3-nál, azaz a törzs közepéig ne villásodjon. Kritérium a törzsegyenesség tekintetében, hogy legalább 3-as értéket

elérjen, tehát legfeljebb a síkgörbeség megengedett. A famagasságnak nincs akkora jelentősége, mert a csomorosság úgyszólván csak a törzs alsó hányadán jelentkezik

➤ Minőségi fatermesztésre alkalmas, de mérsékelten csomoros rönköt adó genotípusok
Itt a leglényegesebb szempont a törzsalak (törzsegyenesség). Ennek nagy magassági és átmérő, ezáltal fatérfogat értékkel kell párosulnia. A villásodás olyan mértékben megengedett, hogy az a törzsegyenesség mellett nagy értékű rönk előállítását kell, hogy lehetővé tegye. A jó egészségi állapot alapkövetelmény. A csomorosság itt előnyként jelentkezik, bár szerepe nem elsődleges, mint a kimondottan ilyen célra szelektálandó genotípusoknál.

➤ Csomorosságmentes, minőségi fatermesztésre szelektálandó genotípusok:
Ismérvei az előző kategóriának megfelelőek, annyi különbséggel, hogy cél a minél alacsonyabb fokú csomorosság. Nemes nyár szelekcióban a csomorosság hátrány, ezért ilyen tevékenység folytatására a kevésbé csomoros genotípusok alkalmasak.

➤ Mennyiségi fatermesztésre szelektálandó genotípusok:
Elsődleges a nagy hektáronkénti fahozam. Ennek megfelelően nagy átmérő értékekkel rendelkeznek, ami általában (de nem mindig) magával vonja a nagy magasságot is. A csomorosság nem releváns. Törzsalakja és villásodása közepesnél rosszabb ne legyen. A jó egészségi állapot itt is alapkövetelmény.

➤ Többféle célra alkalmas genotípusok:
A legkiválóbb genotípusok tartoznak ebbe a kategóriába, több adottságuk is kiváló egyszerre.

Az alábbi táblázat (1. táblázat) a fekete nyár mai hazai helyzetét mutatja be.

1. táblázat: GYELV- analízis a feketenyár hazai helyzetéről

<p><u>Gyengeségek</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – nyilvántartás és értékesítés – változó kereslet a faanyagra – tömegválasztékok alacsony ára – erdőgazdálkodók előítélete és tapasztalatai – rossz minőségű állományok – magassági növekedés – alaki adottságok – megeredés 	<p><u>Erősségek</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – szaporítóanyag előállítás volumene nő – jól működő génmegőrzés – új erdőtörvény – géngyűjteményi egyedek kiváló tulajdonságai – fehérfenyőnél jobb adottságok – csomoros választékok magas ára – kereslet a csomoros nyárra – származásazonosság DNS-vizsgálattal ellenőrizhető – gyors fatömeggyarapodás – erdőgazdálkodók kiállása a kutatás, génmegőrzés mellett
<p><u>Lehetőségek</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – igény a csomorosságra szelektált FTNY-ra – sok alkalmas termőhely – nagy tömegű, egységes minőségű választékok – fajtaösszehasonlító, üzemi kísérletek – génmegőrzés állami támogatása – fafajspecifikus telepítéstámogatás magángazdálkodóknak – Közép-európai együttműködés a génmegőrzésben – klónkevekek/fajtaelőállítás 	<p><u>Veszélyek</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – nagyarányú generatív szaporítóanyag termelés/felhasználás – termőhelyi optimumon kívül ültetés – nem helyettesítheti a nemes nyárat – elegyetlen telepítés – fafajpolitikában lágy lomb háttérbe szorulása – ápolások elmaradása – vegetatív szaporítás evolúciós hátránya – kipróbált fajták/klónsoportok hiánya

A kérdőíves felmérés eredménye, hogy az erdőgazdálkodók kinyilvánították igényüket a szelektált fekete nyár szaporítóanyag iránt, különösen nagy a kereslet a csomoros genotípusokra. Gazdasági szempontból is érdekes tehát a mérések eredménye, amely alátámasztja a nemesítők, kutatók meglátásait.

Összefoglalás

A témával foglalkozó szakemberek, nemesítők véleménye szerint egyes genotípusok a nemes nyárakéval megegyező tulajdonságokkal rendelkeznek, illetve a csomoros genotípusok nemcsak jelentős természetvédelmi, de anyagi értéket is képviselnek. A jelenleg érvényes erdészeti törvényi szabályozás értelmében az erdőgazdálkodásban előnyben kell részesíteni az őshonos fajokot. Különösen igaz ez a védett területekre, márpedig a feketenyár termőhelyi optimuma, az árterek igen gyakran védettek. Ezeken a területeken, ahol a nemes nyár telepítése ma már tiltott, illetve korlátozott, kitűnő alternatívát jelenthetnek ezek a kiválogatott, esetleg a későbbi munkák során kísérleti vizsgálatokkal tesztelt, fajtaelismeréssel rendelkező genotípusok. Ennek a szelekciós munkának a részét képezik az én mérési eredményeim. Az elvárásom a kutatástól: ezekkel az adatokkal alátámasztani a nemesítők, szakemberek meglátásait. Emellett komoly nemesítési alpanyagbázist jelent ez a gyűjtemény a további hazai nemesnyár-nemesítésekhez, az erről nyert információk a nemesítők mellett az erdőgazdálkodóknak és a természetvédelemnek is hasznosak.

Felhasznált irodalom

- 110/2003. (X. 21.) FVM rendelet az erdészeti szaporítóanyagokról
http://www.complex.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0300110.FVM.
- BACH I. (1998): A fekete nyár (*Populus nigra* L.) génmegőrzése, genetikai azonosításának elméleti alapjai és gyakorlati módszere Erdészeti lapok 1998 szeptember, OEE, Budapest.
- BAKKAY L. (1957), A Magyar Tudományos Akadémia és az Országos Erdészeti Főigazgatóság együttes rendezésében megtartott nyárfakonferencia (1956. szeptember 23-29.), Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest.
- BARBARA C. vanDam, BORDÁCS S. (2002): Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, Csiszár Nyomda, Budapest.
- BARTHA D., MÁTYÁS CS. (1995): Erdei fa- és cserjefajok előfordulása Magyarországon, OTKA, Sopron.
- BARTHA D., BÚS M., HORVÁTH T. (2004): Az év fája- 2004 - A feketenyár (*Populus nigra* L.), KAEG Zrt., DALERD Zrt., Sopron.
- BOROVICS A., GERGÁCS J., BORDÁCS S., BACH I., BAGAMÉRY G., GABNAI E. (1999): A fekete nyár génmegőrzésében elért eredmények. Erdészeti Kutatások vol.89. ERTI, Budapest.
- CSONKA T., *Populus nigra* L. Az európai feketenyár (ismertető lap a valódi feketenyár és a hibridek megkülönböztetésének elősegítésére), OMMI, OMMI sokszorosító üzem (Az anyagot az EUFORGEN belga kollégái írták és rajzolták, az OMMI-ban a fordítás készült. A nyomtatást Csonka Tibor, mint a Gemenci EVAG vezérigazgatója finanszírozta.)
- DANSZKY I. (1972.): Erdőművelés I-II. Mezőgazdasági Kiadó Budapest.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010) Magyarország kistájainak katasztere MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest.
- F. LEFÉVRE, N. VARSOUM, B. HEINZE, D. KAJBA, P. ROTACH, S. M. G. DE VRIES and J. TUROK, (2001): In situ conservation of *Populus nigra*, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- FÜHRER E., RÉDEI K., TÓTH B. (2003): Ültetvényszerű fatermesztés 1, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- GAÁL GY. (1986): Az őshonos nyárak és fűzek génmegőrzése, Erdészeti kutatások vol.78 ERTI, Budapest.
- GENCSI L., VANCSTURA R. (1997): Dendrológia, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

- HALÁSZ A. (szerk.) (1998): Magyar- Angol erdészeti, vadászati és faipari műszaki szótár ÁESZ, Budapest.
- HALUPA L., TÓTH B.(1988): A nyár termesztése és hasznosítása, Mezőgazdasági kiadó, Budapest
- HIRKA A., CSÓKA GY. (2006): Képes útmutató és kódjegyzék az erdővédelmi jelzőlapok kitöltéséhez, Agroinform Kiadó, Budapest, <http://ngt-erdeszet.efeh.hu/teendok/feketeny.htm>.
- J. TUROK, F. LEFÉVRE, S. de VRIES, B. TÓTH, (1997): Populus nigra Network Report of the third meeting 5-7 October 1996 Sárvár, Hungary, IPGRI, Rome, Italy.
- JÁRÓ Z. (1963): Talajtípusok, Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest.
- KERESZTESI B. (1962.): A magyar nyárfatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó Budapest.
- KERESZTESI B. (1978): A nyárák és a füzek termesztése, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- KOLTAY GY. (1953): A nyárfa, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- MÁTYÁS CS. (1996.): Erdészeti ökológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- MÁTYÁS CS. (2002): Erdészeti-természetvédelmi genetika Mezőgazda kiadó, Budapest.
- MÁTYÁS CS., BACH I., BORDÁCS S. (szerk.) (1998): Az erdei fás növények génmegőrzési alapelveinek kidolgozása (az erdészeti genetikai erőforrások megőrzése c. nemzeti program vázlatát)”, OMMI, Budapest.
- SOPP L., KOLOZS L. (2000): Fatömegszámítási táblázatok, ÁESZ, Budapest.
- SZABÓ I.: A fekete nyár kórokozói
http://forestpress.hu/jie_hu/index.php?option=com_content&task=view&id=1158&Itemid=70
- TÓTH B. (2006): Nemesnyár fajták ismertetője, Agroinform Kiadó és Nyomda, Budapest
- VARGA F. (2001): Erdővédelemtan, Szaktudás Kiadóház, Budapest www.csemete.hu

MAGYARORSZÁGON ŐSHONOS FAFAJOK VÁRHATÓ REAKCIÓINAK ÉRTÉKELÉSE A KLÍMAVÁLTOZÁS ELŐREVETÍTETT HATÁSAI SZERINT

ZAGYVAI GERGELY, BARTHA DÉNES

Nyugat-magyarországi Egyetem, Növényteni és Természetvédelmi Intézet, Sopron
zagyvai@emk.nyme.hu, bartha@emk.nyme.hu

Bevezetés

A tudományosan igazolt globális klímaváltozás hatásai, melyek a Kárpát-medencében aktuálisan is érzékelhetők, a jövőben fokozottan fognak érvényesülni (MÁTYÁS 2009, BARCZA *et al.* 2011, BARTHOLY *et al.* 2011). Ezek a folyamatok nyilvánvalóan hatnak a növényfajok (fa- és cserjefajok) elterjedésére, ökológiai viselkedésére, a növénytársulások faji, szerkezeti és működési jellemzőire. Az erdőtársulások esetében a folyamatot az 1970-es évektől, a korábbiaktól eltérő módon fellépő tömeges erdőpusztulások, erdőkárok jelezték Közép- és Délkelet-Európában. A pusztulási folyamat az erdészeti szempontból fontos, állományalkotó fafajok közül érintette a lucot (*Picea abies*), bükköt (*Fagus sylvatica*), a kocsányos tölgyet (*Quercus robur*) és kocsánytalan tölgyet (*Quercus petraea*), így a magyarországi kutatások is főként ezekre a fajokra koncentráltak (MÁTYÁS *et al.* 2010, BERKI 2007, MOLNÁR – LAKATOS 2007, SOMOGYI 2007, KOTROCZÓ *et al.* 2007). A klímaváltozás erdőkre gyakorolt várható hatásainak becslése során nem szabad elfeledkezni azonban a Magyarországon honos többi állományalkotó vagy elegy fafajról sem, melyek az erdőtársulásokban ökológiai szempontból fontos szerepet töltenek be. Az előrejelzett klimatikus változásokra adandó válaszok megfogalmazása az erdészet és a természetvédelem számára egyaránt aktuális feladat.

Kutatásunk során olyan fejleszhető értékelési módszert alakítottunk ki, melynek segítségével a Magyarországon őshonos fafajok érzékenységét – több szempontból megvizsgálva – számszerűsíthető módon jellemezzük és összehasonlítjuk. A módszer alkalmas azon fafajok lehatárolására, melyek populációi a klímaváltozás hatására a jövőben helyettesítendőek lehetnek ugyanazon faj eltérő genetikai állományú, távolabbi származású szaporítóanyagával vagy extrém változások esetében akár eltérő fafajokkal is.

Anyag és módszer

Munkánk során, a Magyarországon őshonos fafajokat értékeltük. A bizonyítottan őshonos fafajok mellett fajlistánkra kerültek olyan fafajok is, melyek őshonossága nem tisztázott (pl. *Castanea sativa*) vagy korábbi tudományos munkákban komolyabban felvetődött (pl. *Abies alba*).

Összegyűjtöttük azokat a növényi tulajdonságokat, melyek összefüggésbe hozhatók a fafajok klímaváltozással kapcsolatos válaszreakcióival. Az értékelésbe bevont attribútumok négy csoportba sorolhatók: társulástani besorolás, horizontális és vertikális elterjedés, ökológiai igények, alkalmazkodóképesség. A társulástani besorolás során a fajokhoz tipikus erdőtársulásokat rendeltünk. A horizontális és vertikális elterjedés komponensei: areatípus, areaperemi helyzet, areadiszjunkttság, magassági elterjedés. Vizsgált ökológiai igények: kontinentalitás, hőigény, vízigény. Az alkalmazkodóképesség értékelése az életmenet stratégia, a szukcessziós jelleg, a szociális magatartás típus, a degradációtűrés, a vegetatív megmaradóképesség és a vegetatív terjedőképesség alapján történt.

Az értékelés során az egyes jellemzők kategóriái negatív és pozitív értékeket kaptak a várható klimatikus változásokkal kapcsolatos érzékenység szerint, melyeket súlyoztunk és

összegeztünk a korábban említett négy értékelési szempontnak megfelelően. Attól függően, hogy a négy fő attribútum csoportból hány esetében kapott kiugró értékeket az adott fafaj, a következő kategóriákba soroltuk őket: „erősen érzékeny”, „mérsékelten érzékeny”, „mérsékelten pozitív” és „erősen pozitív reakció” a klímaváltozás hatásaira. Összevetettük az egyes fafajok érzékenységi besorolását az erdőtársulások tipikus fafaj-összetételével, így becsülhetővé váltak a várható társulásokon belüli dinamikai folyamatok, elegyarány eltolódások is. A kutatás eredményeinek jelentős része módszertani jellegű fejlesztés, melyek a cikk eredményeket ismertető következő fejezetében kerülnek bővebb kifejtésre.

Eredmények és megvitatásuk

A **társulástani** kategóriák (BARTHA 2012) értékeinek becslése során a klímaregionális fás társulások fajainak értéke a cseres-tölgyesek (0) „irányából” a gyertyános-tölgyeseken (-1) és a bükkösökön (-2) keresztül az alhavasi cserjésekig (-4) lineárisan csökken. A többletvízhatással jellemezhető edafikus társulások fajai mérsékelt érzékenységet tükröző értéket (-1) kaptak, mivel ezen társulások fennmaradása csak közvetetten függ a klímatiszta változásoktól. Pozitív értékeket kaptak a mész- és melegkedvelő tölgyesek (1), bokorerdők (2), illetve az erdőssztyepp erdők és cserjések fajainak többsége. A mészkerülő jellegű és a szikladomborzatú erdők fajainak besorolása pozitív és negatív értékeket egyaránt tartalmaz, ezek becslése több bizonytalanságot tartalmaz.

Az **areatípusok** (RÉDEI - HORVÁTH 1995) értékeinek meghatározása során pozitív értékeket (2) kaptak a déli, délkeleti és keleti elterjedést mutató kategóriák (pl. kontinentális, pontusi, szubmediterrán), negatívát az atlantikus, boreális, magashegységi fajok (-2) és a lokális endemizmusok (-1). Azok a fajok, melyek **areája diszjunkt** (NÉMETH 1995) jellegű, alacsony értéket (-2) kaptak azokkal ellentétben, melyek elterjedési területében Magyarország teljesen benne foglaltatik (0). Az **areaperemi helyzet** szempontjából két véglet között húzódik a skála. Azok a fajok, melyek hazai előfordulásai az area D-i, DK-i peremén helyezkednek el alacsony (-2) értéket kaptak, azok melyek az area É-i, ÉNy-i szélén fekszenek magas értékkel (2) jellemezhetők.

A **magassági elterjedés** (BARTHA 2012) értékelése során a karakteresen magashegységi (-2), középhegységi-magashegységi (-1), a dombvidéki-síkvidéki (1) és a kifejezetten síkvidéki (2) fajok kaptak az indifferens nullától eltérő értéket.

Az ökológiai igények esetében a Borhidi-féle ökológiai indikátor értékek kategóriáit használtuk a **kontinentalitás**, a **hőigény** és a **vízigény** esetében egyaránt (BORHIDI 1993). Az általunk meghatározott pozitív és negatív értékek közel szimmetrikusak a használt skálatartományok középértékeire, kivéve a vízigény azon magasabb fokát, mely már egyértelműen többlet vízhatáshoz köthető (-1).

A fafajok alkalmazkodóképességét jellemző **„életmenet stratégia, szukcessziós jelleg”** kategóriák (MAJER 1989, MÁTYÁS 1996) értékei a pionír, r-stratégista fajok esetében magasak (1), a klimax, K-stratégisták esetében alacsonyak (-1). A **szociális magatartástípusok** kategóriái (BORHIDI 1993) szerint a természetes zavarástűrők feltételezhetően rugalmasabbak (1) mint a specialisták és kompetitorok (-1). Célzottan **degradáció tűrés** szerint kategorizálva a fafajokat (NÉMETH 1995), a degradációt nem tűrők a skála minimumát (-2), míg a degradációt kedvelő fajok annak maximumát (2) jelentik.

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodást elősegítheti a fafajok képessége a **vegetatív terjedésre** (gyökérsarjadás) (KLIMEŠ *et al.* 1997, BARTHA 1999) és a fokozott **vegetatív megmaradó képesség** (tősarjadás) (BARTHA 1999). Mindkét tulajdonság esetében 2-es érték jelenti a skála maximumát.

A kategóriákhoz rendelt értékek összegzése és súlyozása a következő módon történt (A zárójelben az adott skála maximális és minimális értékei szerepelnek):

— **Társulástani besorolás (T)** (-4 – 2): „Társulástani” érték (-4 – 2)

- **Ökológiai igények (Ö)** (-6 – 6): „Kontinentalitás” érték (-2 – 2) + „Hőigény” érték (-2 – 2) + „Vízigény” érték (-2 – 2)
- **Vertikális és horizontális elterjedés (E)** (-10 – 8): „Areatípus érték” (-2 – 2) + „Areaperemi” érték (-2 – 2) x 2 + „Areadiszjunkttság” érték (-2 – 0) + „Magassági elterjedés” érték (-2 – 2)
- **Alkalmazkodóképesség (A)** (-6 – 8): „Életmenet stratégia, szukcessziós jelleg” érték (-1 – 1) x 2 + „Szociális magatartás típus” érték (-1 – 1) x 2 + „Degradációtűrés” érték (-2 – 2) + „Vegetatív terjedőképesség” érték (0 – 2) + „Vegetatív megmaradóképesség” érték (0 – 2)

Az értékelés során kapott táblázat többféle módon elemezhető, az alábbiakban ezek közül látható egy lehetséges módszer. Ebben az esetben azokat a fajokat emeltük ki különböző szimbólumokkal, melyeknél a négy értékelési szempont (T, Ö, E, A) közül kettő (+, !) vagy három esetében (++, !!) az érték valamelyik irányban kiugró; minimum 2 vagy maximum -2 (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgált fajok értékelése az alkalmazott növényi tulajdonságok csoportjai szerint (T: társulástani besorolás, Ö: ökológiai igények, E: vertikális és horizontális elterjedés, A: alkalmazkodóképesség, !! – erősen érzékeny, ! – mérsékelten érzékeny, + - mérsékelten pozitív reakció, ++ - erősen pozitív reakció)

Tudományos név		T	Ö	E	A	Tudományos név		T	Ö	E	A
<i>Abies</i>	<i>alba</i> !!	-2	-4	-7	-4	<i>Populus</i>	<i>tremula</i>	-1	-2	0	4
<i>Acer</i>	<i>tataricum</i> +	1	3	7	0	<i>Pyrus</i>	<i>magyarica</i>	0	2	-6	1
<i>Acer</i>	<i>campestre</i>	0	1	1	4	<i>Pyrus</i>	<i>nivalis</i> +	0	2	-1	4
<i>Acer</i>	<i>platanooides</i>	-1	-2	-1	3	<i>Pyrus</i>	<i>pyraeaster</i>	1	0	0	3
<i>Acer</i>	<i>pseudoplatanus</i> !!	-2	-3	-2	1	<i>Quercus</i>	<i>petraea</i> !	-1	-1	-3	-2
<i>Alnus</i>	<i>glutinosa</i>	-1	-2	0	3	<i>Quercus</i>	<i>cerris</i> +	0	1	4	-2
<i>Alnus</i>	<i>incana</i> !	-1	-4	-8	5	<i>Quercus</i>	<i>frainetto</i> +	1	2	6	-2
<i>Betula</i>	<i>pendula</i>	-1	-4	0	1	<i>Quercus</i>	<i>pubescens</i> ++	2	3	6	-2
<i>Betula</i>	<i>pubescens</i> !	-1	-3	-4	2	<i>Quercus</i>	<i>robur</i> !	0	-2	2	-2
<i>Carpinus</i>	<i>betulus</i>	-1	-2	-1	1	<i>Quercus</i>	<i>virgiliana</i>	1	3	5	-2
<i>Carpinus</i>	<i>orientalis</i> ++	2	3	4	0	<i>Salix</i>	<i>alba</i> +	-1	0	2	3
<i>Castanea</i>	<i>sativa</i>	-1	-1	6	0	<i>Salix</i>	<i>caprea</i>	-1	-3	0	7
<i>Cerasus</i>	<i>avium</i>	-1	-2	2	0	<i>Salix</i>	<i>fragilis</i>	-1	-3	0	5
<i>Cerasus</i>	<i>mahaleb</i> ++	2	2	4	0	<i>Sorbus</i>	<i>aria</i>	1	-3	-1	4
<i>Fagus</i>	<i>sylvatica</i> !!	-2	-4	-2	-3	<i>Sorbus</i>	<i>aucuparia</i>	0	-4	-1	3
<i>Fraxinus</i>	<i>angustifolia</i> ssp. <i>danubialis</i>	-1	1	5	0	<i>Sorbus</i>	<i>domestica</i>	1	1	2	0
<i>Fraxinus</i>	<i>excelsior</i> !	-2	-4	0	0	<i>Sorbus</i>	<i>torminalis</i> +	1	1	2	2
<i>Fraxinus</i>	<i>ornus</i> ++	2	3	6	0	<i>Tilia</i>	<i>cordata</i>	-1	-2	0	2
<i>Malus</i>	<i>sylvestris</i>	-1	-3	0	2	<i>Tilia</i>	<i>platyphyllos</i> !	-2	-4	0	0
<i>Padus</i>	<i>avium</i>	-1	-2	0	2	<i>Tilia</i>	<i>tomentosa</i> ++	-1	2	5	2
<i>Pinus</i>	<i>sylvestris</i> !	-2	0	-2	1	<i>Ulmus</i>	<i>glabra</i> !	-2	-4	-1	3
<i>Populus</i>	<i>nigra</i> +	-1	0	2	4	<i>Ulmus</i>	<i>laevis</i>	-1	-1	2	1
<i>Populus</i>	<i>alba</i> ++	0	2	2	4	<i>Ulmus</i>	<i>minor</i>	0	-1	1	4

Az erősen érzékeny fajok közé tartozik az *Abies alba*, a *Fagus sylvatica* és az *Acer pseudoplatanus*. Mérsékelten érzékeny fajok: *Alnus incana*, *Betula pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus glabra*.

Mérsékelt pozitív reakció a következő fajok esetében várható: *Acer tataricum*, *Populus nigra*, *Pyrus nivalis*, *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Salix alba*, *Sorbus torminalis*. Erősen pozitív reakció várható a *Carpinus orientalis*, *Cerasus mahaleb*, *Fraxinus ornus*, *Populus alba*, *Quercus pubescens*, *Tilia tomentosa* esetében.

A fajokhoz rendelt fenti érzékenységi kategóriák önállóan csak általánosságban tekinthetők érvényesnek. A kapott adatbázis praktikus módon akkor vált alkalmazhatóvá, miután azt összedolgoztuk a kárpát-medencei erdőtürsulások (34 db) tipikus faj összetételét tartalmazó táblázattal. Ebben az esetben ténylegesen egy termőhelyen zajló előrevetített vegetációdinamikai folyamatokra tudunk következtetni az adatokból. A fajok értékei, érzékenységi kategóriái közötti kontrasztból becsülhetővé váltak az elegyarány változások, dominancia viszonyok átalakulásai.

Az Északi-középhegység gyertyános-kocsánytalan tölgyeseiben az elegyfajként megjelenő, kiemelten érzékeny *Fagus sylvatica*-t követően a *Fraxinus excelsior*, a szálszerű előforduló *Tilia platyphyllos*, majd a társulásalkotó *Quercus petraea* visszaszorulása valószínűsíthető. Ha eltekintünk új fajok megjelenésétől, azt feltételezhetjük, hogy a társulást képző többi faj egyedei kompetíciós előnyhöz jutva előretörnek a jövőben. A példaként szolgáló cseres-kocsánytalan tölgyesben az elegyarány a társulást nagymértékben meghatározó *Quercus petraea* kárára tolódhat el, előnyt biztosítva a szárszágtűrő *Fraxinus ornus*, *Quercus pubescens*, *Quercus virgiliana*, *Sorbus torminalis* és *Acer tataricum* számára. A leírt egyszerűsített vegetációdinamikai folyamatok a valóságban jóval összetettebbek, számos tényezőtől függenek és erősen termőhely függőek (2. ábra).

2. táblázat: Északi-középhegységi gyertyános-kocsánytalan tölgyes és cseres-kocsánytalan tölgyes erdőtürsulások jellemző faj összetétele és a komponens fajok érzékenységi kategóriái (!! – erősen érzékeny, ! – mérsékelt érzékeny, + - mérsékelt pozitív reakció, ++ - erősen pozitív reakció, D – domináns faj, E – fontosabb elegyfaj, Sz – szálszerű előforduló, ritkább faj)

Faj	Társulás	GY-KTT	CS-KTT	Faj	Társulás	GY-KTT	CS-KTT
<i>Acer campestre</i>		E	E	<i>Quercus cerris</i>		E	D
<i>Acer platanooides</i>		E		<i>Quercus petraea</i>	!	D	D
<i>Acer tataricum</i>	+		E	<i>Quercus pubescens</i>	++		Sz
<i>Carpinus betulus</i>		D		<i>Quercus virgiliana</i>	+		Sz
<i>Cerasus avium</i>		E		<i>Sorbus domestica</i>			E
<i>Fagus sylvatica</i>	!!	E		<i>Sorbus torminalis</i>	+		E
<i>Fraxinus excelsior</i>	!	E		<i>Tilia cordata</i>		E	Sz
<i>Fraxinus ornus</i>	++		Sz	<i>Tilia platyphyllos</i>	!	Sz	
<i>Pyrus pyraeaster</i>			E	<i>Ulmus minor</i>			E

A kidolgozott értékelő módszer előnyökkel és korlátokkal egyaránt rendelkezik. Módszertanából adódóan a fajokhoz rendelt értékek ordinális skálán helyezkednek el, így a kapott értékek is hasonló tulajdonságúak. Tetszőleges műveletek nem végezhetők velük, ellenben egymással összevethetők. A fajok tulajdonságonkénti értékei becslésen és nem számszerűsíthető méréseken alapulnak, melyben a szubjektivitás is szerepet kaphat. Az egységes adatbázisból bizonyos speciális igények, az ökológiai viselkedésre vonatkozó sajátosságok hiányozhatnak, ezek elemzése csak külön-külön fajonként lehetséges.

A módszer előnyei közé sorolható a magyarországi fa- és cserjefajokra történő egységes alkalmazhatóság. A fajok egymáshoz való relatív viszonya jól elemezhető, szemléltethető. Az adatbázis többféle módszerrel (eltérő súlyozások, értékhatárok) értékelhető, az attribútumok

köre egyszerűen bővíthető és javítható. A kapott eredmények jó áttekintést adnak a magyarországi erdőtársulások valószínűsíthető átalakulásáról, segítséget nyújtva az erdészeti tevékenységek és a természetvédelmi kezelések tervezéséhez.

Felhasznált irodalom

- BARCZA Z., BARTHOLY J., MÉSZÁROS R., PONGRÁCZ R., RADICS K. (2011): Globális és európai tendenciák In: BARTHOLY J., BOZÓ L., HASZPRA J. (szerk). KLÍMAVÁLTOZÁS – 2011 Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére, Budapest, 103., 108-110., 116.
- BARTHA D. (1999): Magyarország fa- és cserjefajai. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- BARTHA D. (2012): Dendrológia. Nyugat-magyarországi Egyetem. Erdőmérnöki Kar. Sopron.
- BARTHOLY J., BIHARI Z., HORÁNYI A., KRÜZSELYI I., LAKATOS M., PIECZKA I., PONGRÁCZ R., SZABÓ P., SZÉPSZÓ G., TORMA CS. (2011): Hazai éghajlati tendenciák. In: BARTHOLY J., BOZÓ L., HASZPRA J. (szerk). KLÍMAVÁLTOZÁS – 2011 Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére, Budapest, 146-147., 156., 161.
- BERKI I., MÓRICZ N., RASZTOVITS E., VIG P. (2007): A bükk szárazság tolerancia határának meghatározása. In: MÁTYÁS CS., VIG P. (szerk.): Erdő és klíma V. Nyugat-Magyarországi Egyetem. Sopron. 213-228.
- BORHIDI A. (1993): A magyar flóra szociális magatartás típusai, Természetességi és relatív ökológiai értékszámai. A Környezetvédelmi és terület fejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegyetem Kiadványa. Pécs.
- KLIMEŠ L., KLIMEŠOVÁ J., HENDRIKS R., VAN GROENENDAEL J. (1997): Clonal plant architectures: a comparative analysis of form and function. In: H. DE KROON & J. VAN GROENENDAEL (Eds.): The ecology and evolution of clonal plants. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands, 453.,1-29.
- KOTROCZÓ ZS., KRAKOMPERGER ZS., PAPP M., BOWDEN R. D., TÓTH J. A. (2007): A Síkfőkúti cseres-kocsánytalan tölgyes szerkezetének és fajösszetételének hosszútávú változása. Természetvédelmi Közlemények 13: 93-100.
- MÁTYÁS CS. (szerk.) (1996): Erdészeti ökológia. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- MÁTYÁS, CS. (2009): Ecological challenges of climate change in Europe's continental, drought-threatened Southeast. In: GROISMAN, P.Y. – IVANOV S. V. (eds.): Regional aspects of climate-terrestrial-hydrologic interactions in non-boreal Eastern Europe. NATO Science Series, Springer Verl., 35–46.
- MÁTYÁS CS., FÜHRER E., BERKI I., CSÓKA GY., DRÜSZLER Á., LAKATOS F., MÓRICZ N., RASZTOVITS E., SOMOGYI Z., VEPERDI G., VIG P., GÁLOS B. (2010): Erdők a szárazsági határon. In. „Klíma-21” füzetek 61: 84-97.
- MAJER A. (1989): Erdéink stabilitása. Az Erdő. 38 évf. 2. sz. 45-51.
- MOLNÁR M., LAKATOS F. (2007): A bükkpusztulás Zala-megyében – klímaváltozás? In. MÁTYÁS CS. – VIG P. (szerk.): Erdő és klíma V. Nyugat-Magyarországi Egyetem. Sopron. 257-267.
- NÉMETH F. (1995): A Németh-féle értékelési rendszer. In: HORVÁTH F., DOBOLYI Z. K., MORSCHHAUSER T., LÖKÖS L., KARAS L., SZERDAHELYI T. 1995: Flóra adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. Vácrátót.
- RÉDEI T., HORVÁTH F. (1995): A flóraelemek kategória rendszere. In: HORVÁTH F., DOBOLYI Z. K., MORSCHHAUSER T., LÖKÖS L., KARAS L., SZERDAHELYI T. 1995: Flóra adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. Vácrátót.
- SOMOGYI Z. (2007): A klíma, a klímaváltozás és a fanövedék néhány összefüggéséről. In. MÁTYÁS CS. – VIG P. (szerk.): Erdő és klíma V. Nyugat-Magyarországi Egyetem. Sopron. 295-306.

TERMŐHELYISMERETTANI SZEKCIÓ

1. **BIDLÓ ANDRÁS, HORVÁTH ADRIENN, IVANA ŠIMKOVÁ, SZÚCS PÉTER:** Termőhelyi vizsgálatok Zánka község határ száraz tölgyeseiben
2. **BIDLÓ ANDRÁS, HORVÁTH GERGELY, HORVÁTH ADRIENN, SZÚCS PÉTER:** Egy bucsutai bükkös talajtani viszonyainak változatossága
3. **BIDLÓ ANDRÁS, KOVÁCS GÁBOR, SCHMIDT PÉTER, SZÚCS PÉTER:** Termőhelyi vizsgálatok a soproni Dalos-hegy kocsánytalan tölgyesében
4. **GRIBOVSZKI ZOLTÁN, KALICZ PÉTER:** Növényi vízfelvétel számítása talajnedvesség adatokból klasszikus és napi ingadozáson alapuló módszerekkel
5. **GULYÁS KRISZTINA, GÁLOS BORBÁLA, CZIMBER KORNÉL:** Az „Agrárklíma” Döntéstámogató rendszer klímaadatbázisának kiértékelési módszerei
6. **HORVÁTH ADRIENN, SZÚCS PÉTER, BIDLÓ ANDRÁS:** Városi talajok széntárolásának összehasonlítása
7. **KOLLÁR TAMÁS:** Lékek fényviszonyainak vizsgálata hemiszférikus fényképek segítségével
8. **NÉMETH ESZTER, HORVÁTH IMRE, BIDLÓ ANDRÁS, HOFMANN TAMÁS:** Összetett kémiai vizsgálatok a soproni borvidéken
9. **NÉMETH ESZTER, SAJÓ ISTVÁN, BIDLÓ ANDRÁS:** Mészkövön képződött talajok összehasonlító vizsgálata
10. **ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA, KALICZ PÉTER, GRIBOVSZKI ZOLTÁN:** Az erdei avar maximális víztartó képessége

TERMŐHELYI VIZSGÁLATOK ZÁNKA KÖZSÉGHEGYZÁR SZÁRÁZ TÖLGYESEIBEN

BIDLÓ ANDRÁS¹, HORVÁTH ADRIENN¹, IVANA ŠIMKOVÁ², SZŰCS PÉTER¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet és Földtudományi Intézet, Sopron
abidlo@emk.nyme.hu

² Technical Univesity in Zvolen, Institute of Forest Ecology, Zvolen

Bevezetés

A folyamatos erdőborítás megvalósítása igen fontos feladata a hazai erdőgazdálkodásnak. Ugyanakkor azt ezt biztosító eljárások a különböző termőhelyi viszonyok között és az egyes erdőtársulásokban eltérően érvényesíthetőek. Épp ezért kiemelt fontosságú, hogy a természetes erdőfelújulást elősegítő eljárások alkalmazhatóságának termőhelyi háttérét is jobban megismerjük. Zánka községhegYZárban a folyamatos erdőborítás megvalósítása érdekében több kísérletet állítottak be. Ezen területek ökológiai viszonyai nem kellően ismertek, így munkánk elsődleges célja volt az állományok termőhelyi viszonyainak és a lékekben bekövetkező talajtani változások jobb megismerése.



1. ábra: A talajszelvények elhelyezkedése (forrás: Google Earth)

A terület jellemzése

A vizsgált terület a földrajzi tájbeosztás szerint a Dunántúli-dombsághoz tartozó Balatoni-Riviéra földrajzi kistájon terül el (DÖVÉNYI 2010). Ugyanakkor az erdészeti besorolás szerint a Dunántúli-középhegység erdészet tájcsoport Balaton-felvidék erdészeti tájához tartozik, ez utóbbi talán jobban kifejezi a táj elhelyezkedését (HALÁSZ 2006). A terület alapkőzetét a Zánka és Badacsonytomaj között húzódó, mintegy 12,5 km hosszú vörös homokkő alkotja, ugyanakkor egyes helyeken fiatalabb, pannon, illetve negyedidőszaki üledékek is megjelennek a felszínen. A vörös homokkő a perm időszak közepén, illetve második felében (250-240 millió év) rakódott le, mintegy 200-800 méter vastagságban. A Variszkuszi-hegyek lábánál elsőként durva, folyóvíz által szállított törmelék rakódtak le, később a folyóvizek már csak homokot szállítottak, aztán sekélytő-rendszer képződött, amelyben ártéri, tavi üledékek rakódtak le. A Balaton-parti vörös homokkő a perm idősZaki tenger partjai közelében

halmozódott fel (JUHÁSZ 1983). Színüket a mállásból származó hematit-eredetű vas-oxid vöröses-barna színéből kapták. A mállástermékek vasban gazdag hegységek fizikai aprózódásával váltak homok szemcseméretűvé.

A tájon mérsékelt meleg – mérsékelt száraz klíma hatásai figyelhető meg. Az átlagos évi középhőmérséklet 10,2 és 10,7 °C közötti, a tenyészidőszaki 16,5-16,8 °C. Az átlagos évi csapadékösszeg 630 mm körüli, amelyből a tenyészidőszakban 370 mm hullik. A Bakonyon átbukó lesikló légpályák teszik szárazabbá, a délies kitettség pedig melegebbé a tájat. Az erdészeti táj klímaregionális erdőtársulásait döntően cseres-tölgyesek jelentik, északi kitettségben kiterjedt gyertyános-tölgyesekkel (HALÁSZ 2006, DÖVÉNYI 2010).

Vizsgálati módszerek

A talajviszonyok megismerése érdekében a területen négy talajszelvényt nyitottunk (1. ábra). A helyszínen rögzítettük a szelvények legfontosabb adatait (GPS koordináták, kitettség, állomány, stb.), illetve leírtuk és megmintáztuk az egyes szinteket az irodalmakban leírt módon (SZABOLCS 1966). A lékvizsgálatok során 4 talajszintből (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 cm) vettünk bolygatatlan talajmintákat VÉR-féle henger segítségével 5-5 ponton, 3 ismétléssel a lék belsejében és léken kívüli zárt állományban. Ugyanezekben a pontokon avarmintákat is gyűjtöttünk 30 x 30 cm-es felületen. A begyűjtött talajmintákat laboratóriumban a következő változók szerint vizsgáltuk: kémhatás (pH_{H_2O} , pH_{KCl}), szénsavas mésztartalom, hidrolitos és kicserélődési aciditás, humusztartalom és összes nitrogéntartalom, valamint ammónium-laktát-ecetsav-oldható foszfor- és káliumtartalom (BELLÉR 1997, STEFANOVITS *et al.* 1999).

Eredmények

Bár a vizsgált négy szelvényben jelentős különbségek nem voltak, érdemes ezeket kettesével kiértékelni a részben eltérő tulajdonságok miatt.



2. ábra: Az 1. talajszelvény



3. ábra: A 2. talajszelvény

Az első és a második szelvény képződésében (2. és 3. ábra) a felszínen található vörös homokkő mellett, más mésztartalmú üledékes kőzet is részt vett. Ennek megfelelően a szelvények alsó szintjeinek (kb. 60 cm alatt) kémhatása gyengén lúgos, azaz 7,9 és 8,4 közötti (1. táblázat). Ezekből a szintekből szénsavas meszet is ki tudunk mutatni. Ezen szintek feltételezhetően laza, meszes üledékből (pl. pannon üledékből) származnak. Ezekre a szintekre került rá, valószínűleg korábbi erózióval a homokkő réteg. Az eróziós eredet

mutathatja, hogy a második szelvényben a mélyebb szintekben is találtunk jelentős mennyiségű szerves anyagot. A homokkővet tartalmazó szintek vizes kémhatása savanyú és gyengén savanyú (4,5 és 6,1 közötti). A szintekben gyenge kilúgzás érvényesül, azonban ennek hatását nehéz elválasztani az eltérő kőzetek kémhatást módosító hatásától. A kémhatásnak megfelelően ezekből a szintekből hidrolitos és kicserélődési savanyúságot is ki tudunk mutatni, bár ezek mennyisége nem jelentős. A talajok fizikai félesége, a szemcseeloszlási vizsgálatok alapján vályog, mivel a leiszapolható részek (agyag és iszap tartalom) mennyisége 37 és 60 % között van. Bár a vályog fizikai féleség kedvező víz- és tápanyagháztartást jelent, ezt nagyban rontja a jelentős váztartalom, ami miatt a termőrétegnek csak egy részét tudják a növények kihasználni. A talajok humusz- és nitrogéntartalma a felső szintekben kedvező. Az ammónium-laktát ecetsav (AL) oldható foszfor és káliumtartalom – a mezőgazdasági osztályozás szerint – közepes. Ennek ellenére nem kell tápanyag-ellátottsági gondokkal számolni a területen.

A terepi és laboratóriumi vizsgálatok alapján a területen a barna erdőtalajokhoz tartozó barnafölddel találkozhatunk. Ezen talajok megfelelő víz- és tápanyag-ellátottságot biztosítanak a növényzet számára, kémiai és fizikai tulajdonságuk kedvező. Ugyanakkor ezt a kedvező tulajdonságot nagyban rontja a sekély termőréteg, illetve az ezen belül található jelentős mennyiségű kőzetdarab.

1. táblázat: A talajlaboratóriumi vizsgálatok eredményei szelvényenként

Szint cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	CaCO ₃ %	y1 %	y2 %	A %	I %	Fh %	Dh %	Humusz %	Nitrogén %	P ₂ O ₅ mg/100g talaj	K ₂ O mg/100g talaj
1. talajszelvény													
0-10	5,0	4,1		34,0	5,8	19	34	39	8	8,06	0,39	7,1	12,2
10-40	4,8	3,8		13,3	4,9	17	28	32	23	1,74	0,09	1,8	2,6
40-60	6,1	4,6		4,6		23	26	26	25	0,60	0,04	1,7	1,9
60-80	7,9	6,3	5			33	28	20	19	0,37	0,04	2,2	5,8
80-100	8,4	7,0	5			31	38	17	14	0,43	0,04	3,8	5,2
2. talajszelvény													
0-5	5,0	3,8		31,9	4,6	13	26	53	8	6,42	0,29	7,4	11,2
5-20	4,5	3,2		29,3	4,6	19	26	45	11	1,73	0,08	2,7	1,7
20-40	5,5	3,9		11,6	1,9	33	18	41	8	1,11	0,06	1,6	6,0
40-65	5,7	4,6		9,5		39	18	39	4	0,83	0,05	2,7	8,0
65-85	8,0	7,4	35			11	26	54	9	8,37	0,04	2,6	6,0
85-100	8,4	7,5	28			19	24	37	20	6,23	0,05	2,5	5,3
3. talajszelvény													
0-5	3,8	2,9		88,6	17,7	11	12	43	34	21,49	0,73	0,6	16,6
5-20	5,2	4,2		27,8	6,5	15	12	28	45	5,35	0,13	2,7	4,3
20-40	4,9	4,2		17,1	5,7	11	14	28	47	3,80	0,11	2,0	1,4
40-60	4,7	4,2		10,9	5,8	9	10	26	55	1,77	0,06	1,9	0,9
60-100	4,7	4,2		9,5	6,6	7	6	27	60	0,75	0,03	1,6	1,1
4. talajszelvény													
0-10	4,3	3,6		44,4	14,7	13	22	42	23	9,17	0,37	6,9	6,8
10-35	4,2	3,6		23,5	13,5	17	22	33	28	2,95	0,12	3,5	1,8
35-70	4,3	3,8		15,7	9,3	15	22	35	28	1,38	0,06	2,4	2,2
70-100	4,4	3,5		21,1	10,1	27	18	36	19	0,73	0,03	2,3	3,8

A 3. és 4. szelvény esetén a talajképződésben elsősorban a vörös homokkő vett részt (4. és 5. ábra). Ezek darabjait az egész szelvényben megfigyelhettük. Ugyanakkor a vörös homokkő darabokat vizsgálva megállapítható volt - különösen a 3. szelvény esetén - hogy a kőzet darabok egy része lekerekítetté vált, ami az eróziós folyamatok jelentőségére utal a talajfejlődésben. A felszíntől nagy kőzetdarabokat tartalmazó szelvények kémhatása erősen savanyú és savanyú (3,8 és 5,2 között) tartományba tartozott (1. táblázat). Míg a 3. szelvényben kisebb különbséget meg lehetett figyelni az egyes szintek között (ebben a szelvényben volt erős az eróziós hatás), addig a 4. szelvény végig erősen savanyú kémhatású volt, jelentős különbségek nélkül. A KCl-os kémhatás követte a vizes kémhatás értékeit.



4. ábra: A 3. talajszelvény



5. ábra: A 4. talajszelvény

Az erősen savanyú alapkőzetnek megfelelően a szelvényekben nem tudtuk jelentős kilúgást megfigyelni. A kémhatásnak megfelelően, igen magasak voltak a hidrolitos és a kicserélődési savanyúság értékei, ami nagy potenciális savanyúságra utal. A talajok fizikai félesége a szemcseeloszlási vizsgálatok alapján a 3. szelvényben homokos vályog, illetve a mélyebb szintekben homok, a 4. szelvényben vályog. Ugyanakkor ezen értékek csak a vizsgált finom földre vonatkoznak, az értékelés során figyelembe kell venni a magas váztartalmat is, ami nagyban rontja a kedvező értékeket. A talajok humusztartalma és tápanyag ellátottsága kedvező értékeket mutatott. A szelvényeken belül, minden szintben találtunk humuszt, a felső szint nitrogén ellátottsága – a mezőgazdasági osztályozás alapján – jól ellátott kategóriának felel meg. Az erősen savanyú kémhatás és a szárazabb klimatikus körülmények miatt, a humuszlebontás az év nagy részében gátolt, ami magasabb humusztartalmat, de gyenge mineralizációt jelent. Gyengébb volt a foszfor és kálium ellátottság, ami részben az erősen savanyú kémhatásra vezethető vissza, ami miatt a tápanyagok felvételének gátlásával kell számolnunk.

A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján a két szelvényt a közethatású talajok közé tartozó homokkő rankernek soroltuk be (BABOS *et al.* 1966, STEFANOVITS *et al.* 1999). A talajok sekély termőrétegűek, gyenge víz- és tápanyag-gazdálkodásúak. A rajtuk található állományok jól mutatták a kedvezőtlen körülményeket. A harmadik szelvény esetén a kedvezőtlen tulajdonságot tovább rontotta a meredek lejtő és az ezen fellépő kisebb erózió, amely során a lehulló csapadék egy része a felszínen folyt el, részben magával ragadva a lehullott avartakarót is.

Lékben végzett vizsgálat eredményei

A lékek talajában lejátszódó folyamatok jobb megismerése érdekében, az 1. számú szelvény közelében, vizsgáltunk egy fiatal (két éves) léket. A lékben, illetve a mellette lévő állományban vett talajminták kémhatása között jelentős különbséget nem tapasztaltunk, mindegyik minta savanyú, illetve gyengén savanyú kémhatású volt (2. táblázat). Ennek ellenére a lékben vett, szintenként öt darab minta vizes kémhatásának átlaga minden esetben magasabb volt, mint az állományban vett hasonló minták átlaga. Az avar és a két felső talajszintben az eltérés 0,4, illetve 0,5 pH egység.

2. táblázat: A lékekben és az állomány vett avar és talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményei

Réteg (cm)	Kémhatás (pH _{H2O})				Humusztartalom (%)			
	Lék		Állomány		Lék		Állomány	
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Avar	6,26	0,114	5,86	0,207				
0-5	5,48	0,507	5,08	0,729	12,89	6,207	9,63	1,025
5-10	5,62	0,572	5,16	0,658	7,37	1,449	6,31	1,009
10-20	6,28	0,691	5,42	0,661	6,85	2,813	5,13	0,508
20-30	6,68	0,567	5,64	0,733	5,56	0,943	5,09	0,904

A két mélyebb szintben az eltérés jelentősen megnő, 0,9, illetve 1,0 pH egységre. A különbség okainak felderítésére további vizsgálatokat kell folytatni, de feltételezhető, hogy a lebomlási folyamatok megváltozása is okozhatja az eltérést. Kissé magasabb humusztartalmi értékeket találtunk a lékekben, az állományhoz képest. Ez ellentmondásban van azzal az irodalmakban elterjedt véleménnyel, hogy a lékekben felgyorsul a humusz lebomlása, így csökken a humusztartalom. Ugyanakkor a lékekben lényegesen kevesebb az avartakaró mennyisége, átlagosan 423 g/m², mint az állományban (2250 g/m²), ami azt jelenti, hogy a lékekbe kevesebb avartakaró jutott, illetve a korábban ott lévő avartakaró nagy része lebomlott. A lékek magasabb humusztartalma magyarázható ezzel a bomlással is. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a terület klimatikus adottságai között a lékek előbb kiszáradnak, ami viszont gátolhatja a humuszlebomlást, így elősegítheti a humusz megmaradását. A lékek és az állomány avartakarójának összetétele közel azonos volt, amit jól mutatott, hogy szén és nitrogén tartalmukban nem volt jelentős különbség. Míg a lékek avartakarójának 29,8 % a széntartalma, addig az állomány avarjáié átlagosan 27,5 %. Még kisebb az eltérés a nitrogéntartalomban, a lékekben az avar átlagosan 1,74 % nitrogént tartalmazott, addig az állományban ennek aránya 1,70 % volt. Természetesen az avar takaró összes szén és nitrogénkészletében jelentős különbség volt a lékben, illetve az állomány alatt, ennek oka azonban nem az avartakaró összetételében, hanem mennyiségében keresendő.

Következtetések

A területen nyitott négy talajszelvény terepi és a laboratóriumi vizsgálatai alapján a közethatású talajokhoz tartozó homokkő ranker, illetve barna erdőtalajok főtípusához tartozó barna földekkel (Ramann-féle barna erdőtalajjal) találkozhatunk az állományok alatt. Ezen talajok különböző termőképességet mutattak, amit jól jelzett a rajtuk álló állomány is. A különbséget - reményeink szerint - jól fogják mutatni a botanikai felvételek is. A talajok képződésében az alapkőzet jelentős hatása mellett, igen fontos szerepet játszott az erózió is. Ez részben a természeti folyamatokra vezethető vissza, de érdemes lenne az értékelés során a korábbi tájhasználatot is vizsgálni, mivel az állomány egyes részei közvetlenül a mezőgazdasági terület, így szőlők mellett találhatóak. A termőhely vizsgálata nélkül nehezen tudjuk értékelni az erdőállományokban megjelenő különbséget, illetve ennek okait.

A lék vizsgálatok eredménye megerősítette azon korábbi eredményeket, amelyek azt mutatták, hogy a lékekben jelentős talajtani változások zajlanak le az állományok alatti talajokhoz képest. Mivel a lék viszonylag fiatal volt, ezen változásoknak csak az első lépését tudtuk megfigyelni. Kérdéses, hogy az avar mennyiségének jelentős csökkenése, és a talaj megváltozott víztartalma miként fog a jövőben hatni a lékekben található talaj szervesanyag tartalmára. Ezt csak a jövőbeni ismételt vizsgálatokkal tudjuk eldönteni.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) projekt keretében végeztük. A szerzők köszönetet mondanak Siffer Sándornak a terepi munkákban és Varga Zsófiának a talajminták laboratóriumi feldolgozásában nyújtott segítségéért.

Felhasznált irodalom

- BABOS I., HORVÁTHNÉ PROSZT S., JÁRÓ Z., KIRÁLY L., SZODFRIDT I. ET. TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 493 p.
- BELLÉR P. (1997): Talajvizsgáló módszerek. – Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron, 118 p.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876. p.
- HALÁSZ G. (szerk.) (2006): Magyarország erdészeti tájai. – Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest.
- JUHÁSZ Á. (1983): Évmilliók emlékei, Magyarország földtörténete és ásványi kincsei. – Gondolat Kiadó, Budapest.
- STEFANOVITS P., FILEP, GY. & FÜLEKY, GY. (1999): Talajtan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 p.
- SZABOLCS I. (szerk.) (1966): A genetikus üzemi talajterképezés módszerkönyve. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, 428 p.

EGY BUCSUTAI BÜKKÖS TALAJTANI VISZONYAI

BIDLÓ ANDRÁS, HORVÁTH GERGŐ, HORVÁTH ADRIENN, SZÜCS PÉTER

Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet
abidlo@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az egyes növények növekedését alapvetően a termőhelyi tényezők határozzák meg. Ugyanakkor az egyes termőhelyi tényezőkre az egyes fajok, illetve származások eltérően reagálnak. Ezért igen fontos annak ismerete, hogy a különböző ökológiai körülmények közül származó egyedek miként viselkednek egy adott terület termőhelyén. A természet közeli erdőállományok esetén a legtöbb esetben a helyi populációval, ennek illetve ennek egy részével találkozhatunk egy adott területen, amely többé-kevésbé alkalmazkodott a terület termőhelyi adottságaihoz. A termőhelyi körülmények változása után nem biztos, hogy a helyi populáció egyedei a legalkalmasabbak az adott területre. Egy-egy területről származó populációk eltérő körülmények között képesek megfelelően növekedni, ezen körülmények megállapítására szolgálnak a származási kísérletek (MÁTYÁS 2006). Bucsuta községhatárban vizsgáltuk egy bükk származási kísérlet termőhelyi tulajdonságainak változatosságát. Munkánk elsődleges célja annak megállapítása volt, hogy a termőhelyi körülmények miként befolyásolják a származási kísérlet eredményeit.

Kutatási terület ismertetése

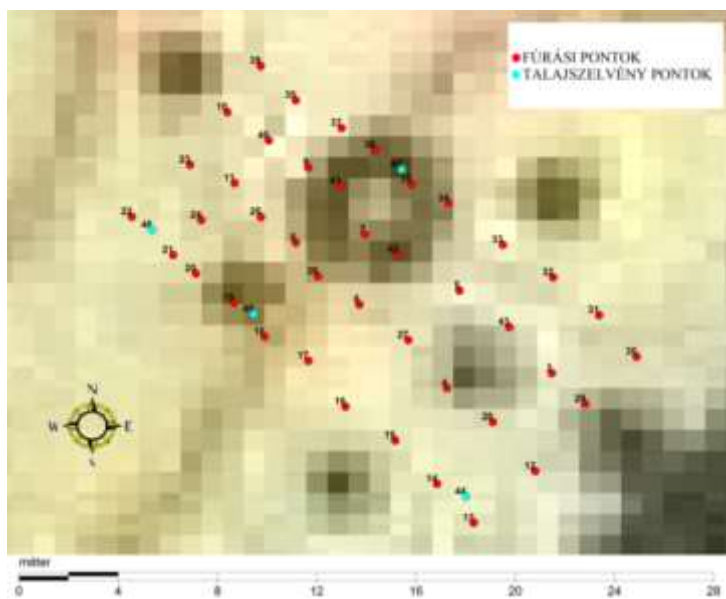
Az vizsgált állomány az erdészeti besorolás szerint Göcsej (48.) erdészeti táj, Göcseji dombság (48.a) tájrészletébe tartozik (HALÁSZ 2006). A táj nagyon tagolt. Keleten, a dombhátakon löszös üledékes kőzet található, nyugaton a talajképződés vályogon ment végbe. A pannon agyag a talaj felszínén megtalálható, a meredek domboldalak és lejtőkön történő erodálódás következtében. Sűrű a patak és a völgyhálózat. Az éves középhőmérséklet 9,5 °C körüli. A vegetációs időszak átlaga 16,0-16,2 °C. Az éves csapadék a területen 740-770 mm, a vegetációs időszaki csapadék mennyiség 460-470 mm (DÖVÉNYI 2010).



1. ábra: A kutatási terület elhelyezkedése

Vizsgálati módszerek

A vizsgálatok során a helyszínen négy talajszelvényt nyitottunk, majd talajfúró segítségével szabályos hálózatban térképeztük fel a talajok tulajdonságát. A talajfúrások közül 12 pontot a mintavételt is lehetővé tevő fúróval, illetve 38 pont esetén a vékonyabb csak a leírást lehetővé tevő Pürckhauer fúróval végeztük el. A szelvényekből és a fúrásokból vett talajmintákat laboratóriumban vizsgáltuk be. A laboratóriumi vizsgálatokat a Termőhelyismerettani Intézeti Tanszék laboratóriumában végeztük az ott szokásos módszerekkel (BELLÉR 1997). Eredményeinket statisztikai módszerekkel és Digiterra Map program segítségével dolgoztuk fel.



2. ábra: A fúrési pontok és a nyitott talajszelvények elhelyezkedése

Eredmények



3. ábra: 1. talajszelvény

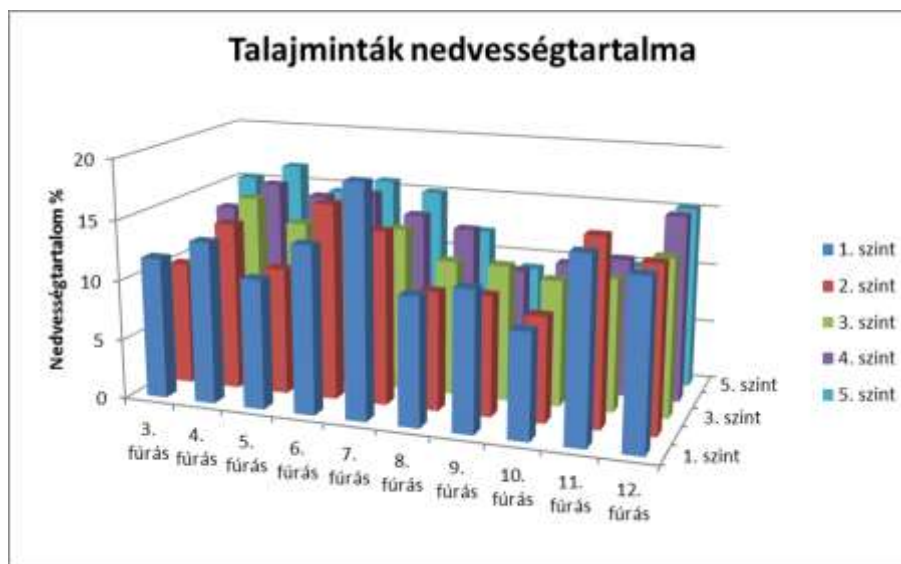
4. ábra: 2. talajszelvény

5. ábra: 3. talajszelvény

6. ábra: 4. talajszelvény

A talajfúrások és a talajszelvények (3. 4. 5. és 6. ábra) helyszíni leírásakor megállapítható volt, hogy a területen jelentős különbség nincsen a talajok tulajdonságában. A talajok löszön alakultak ki az erdőállományok alatt. A szelvényekben jól megfigyelhetők voltak a humuszosodás, illetve az agyagvándorlás nyomai, utóbbi eredményeképpen a felhalmozódási

szint nagyobb agyagtartalommal rendelkezett. A mélyebb szintekben vas kiválásokat és rozsdafoltokat, sőt egyes helyeken kis kiterjedésben pszeudoglejesedést is meg tudunk figyelni, ami a szelvény belüli vízfelhalmozódásra utal. A talajok fizikai félesége vályog volt. A termőréteg vastagsága az összes vizsgált szelvényben és fúrásban elérte vagy meghaladta a 100 cm-t, így igen mély termőrétegű a terület.



7. ábra: A talajminták nedvességtartalma (%) fúrasi pontok és talajmélység szerint

Bár a mintavétel száraz nyári időszakban történt, a talajmintákban jelentős volt a víztartalom. A helyszínen úgy éreztük, hogy a terület mélyebb fekvésű részei felé haladva a víztartalom növekszik. Ennek kimutatására a talajfúrásokból (ebben az esetben nem kellett a minták kiszáradásától tartanunk) meghatároztuk a talajban tárolt víz mennyiségét. A minták átlagos víztartalma 13 % volt, a minimális érték 8,7 %, a maximális érték 19,3 %. Bár a különbség nagynek tűnik, az eredmények ábrázolása (7. ábra) jól mutatja, hogy az egyes fúrasi pontok között tendencia szerint jelentkező különbséggel nem találtunk. Az egyes szintek átlag értékei között sem találtunk jelentős eltérést, míg a legfelső szinteké 12,9 %, addig a legalsó szinté 13,6 % volt. A fentiek alapján kijelenthetjük, hogy a vizsgálat időpontjában a talaj mindegyik szintje még elegendő vizet tartalmazott a növényzet számára, és a területen belül a talaj víztartalmában nem volt jelentős különbség, ami azt jelenti, hogy a növények vízellátottságában sem. Mivel a vizsgálat egy hosszabb száraz időszak után következett be, ez az eredmény is felhívja a figyelmet arra, hogy milyen nagy szerepet játszik az erdők életében a talaj víztartó képessége.

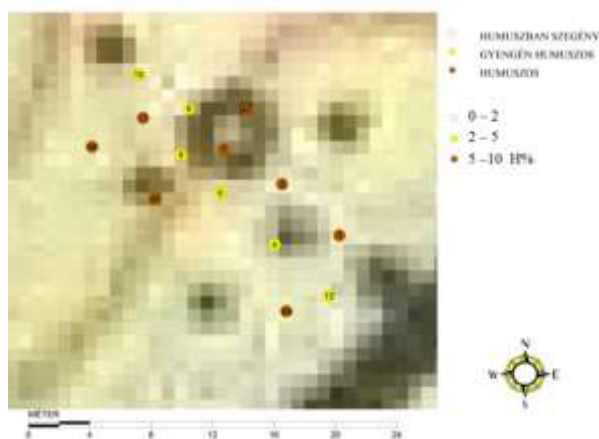
1. táblázat: A vizsgált szelvények talajának laboratóriumi eredményei

Szint cm	pH		y1	y2	Mechanikai összetétel				Humusz %	N %	AL-P	AL-K
	H ₂ O	KCl			A %	I %	Fh %	Dh %			P ₂ O ₅	K ₂ O
mg/100 g												
1. számú talajszelvény												
0-5	5,0	4,3	27,11	2,28	15	26	57	2	6,91	0,31	10,87	12,72
5-15	4,8	3,7	21,67	9,06	15	26	57	2	2,68	0,14	6,08	7,28
15-25	4,9	3,7	18,58	7,21	17	26	54	3	2,10	0,11	6,32	6,49
25-35	5,2	3,8	14,05	6,48	23	28	47	2	0,85	0,06	8,00	6,01
35-70	5,5	4,1	10,63	2,46	23	30	46	2	0,68	0,05	13,85	5,15
70-95	5,8	4,2	9,21		29	28	42	1	0,77	0,06	12,04	6,35
95-130	5,8	4,4	7,09		25	26	48	1	0,5	0,05	10,67	5,49
2. számú talajszelvény												
0-5	5,0	3,9	24,88	3,75	19	26	52	3	5,99	0,22	4,75	9,8
5-20	4,8	3,5	22,20	14,89	21	26	50	3	1,40	0,08	2,71	5,34
20-45	5,1	3,6	16,96	12,35	31	24	44	1	0,75	0,05	3,26	5,74
45-75	5,4	3,8	11,14	6,99	29	24	46	1	0,35	0,03	4,63	5,6
75-140	5,7	4,2	7,39		27	28	44	1	0,49	0,04	8,43	4,56
3. számú talajszelvény												
0-10	5,3	4,4	21,97	2,00	21	24	51	4	6,89	0,31	6,59	21,64
10-25	4,9	3,6	20,78	11,29	21	28	46	5	2,14	0,11	1,92	5,8
25-50	5,0	3,6	20,71	12,76	25	22	48	5	1,79	0,10	1,96	6,54
50-80	5,1	3,6	17,44	12,00	31	24	41	4	1,11	0,07	1,84	6,82
80-130	5,2	3,7	11,80	6,96	35	20	41	4	0,66	0,04	1,22	6,26
4. számú talajszelvény												
0-5	4,6	3,6	37,67	12,53	17	26	56	1	5,68	0,24	18,24	13,41
5-25	4,7	3,5	26,53	16,99	25	24	50	1	1,96	0,10	11,30	15,55
25-45	5,3	3,7	13,77	6,53	27	24	48	1	0,93	0,06	12,08	5,13
45-75	5,7	3,9	10,10		25	24	50	1	0,52	0,04	11,34	5,08
75-100	5,6	3,9	8,25		23	24	52	1	0,42	0,04	16,44	4,86
100-150	5,6	4,1	8,05		23	26	50	1	0,48	0,04	17,97	5,13

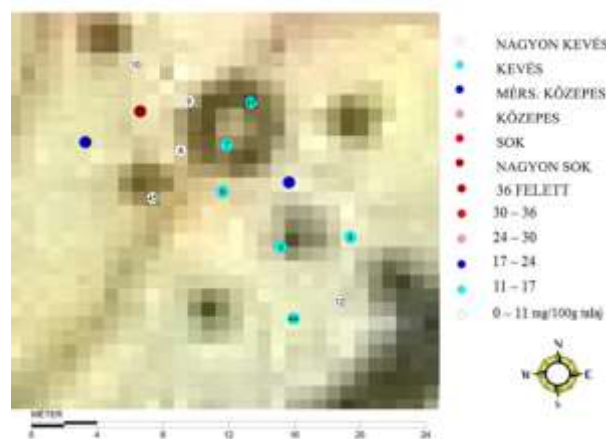
A négy vizsgált szelvény laboratóriumi eredményeit a 1. táblázat tartalmazza. Hasonló vizsgálatokat végeztünk el a 12 talajfűrészből is. Az összes vizsgált talajminta alapján a vizes kémhatás átlagosan 5,24, a legalacsonyabb mért érték 4,6, a legmagasabb 6,9 volt. Ennek megfelelően a talajaink gyengén savanyú, illetve a savanyú kémhatású tartományba tartoztak. A KCl-es kémhatási értékek jól követték a vizes kémhatás értékeit, ezek átlaga 3,9 volt. A szelvényekben jól meg lehetett figyelni a kilúgzás hatását, a legalacsonyabb kémhatás a legfelső, illetve az ez alatti szintben mértük. A kémhatásnak megfelelően közepesek, illetve magasak voltak a hidrolitos (átlag: 15,5) és a kicserélődési aciditás (átlag: 7,1) értékei. A gyengén savanyú, illetve savanyú kémhatású talaj kedvező a fás szárú növényzet számára.

A szemcseeloszlási vizsgálatok alapján a leiszapolható részek mennyisége 37 és 57 % közötti, ami azt jelenti, hogy az összes mintánk a vályog kategóriába tartozott. Az egyes mintákban legnagyobb mennyiségben (40 és 59 % között) a finom homok frakció fordult elő. Ugyanakkor az egyes szelvényekben lefelé haladva az agyagtartalom nő, ami jól mutatja az agyagvándorlás folyamatát.

A legfelső szint humusztartalma 3 és 8 % között, ami megfelel az erdőtalajoknál elvártaknak. Hasonlóan kedvező a legfelső szintek összes nitrogéntartalma, ami 0,14 és 0,31 % között változott, így a közepesen és a jól ellátott szinteknek megfelelő besorolást kapott (STEFANOVITS 1992).



8. ábra: Humusztartalom megoszlása (%) a 0-10 cm-es rétegben



9. ábra: Az AL-oldható káliumtartalom (K_2O mg / 100 g talaj) a 0-10 cm-es rétegben

A talajok humusztartalmának területi eloszlását ábrázolva (8. ábra) látható, hogy nincsen jelentős különbség a területen belül. Hasonló igaz a talajok ammón-laktát oldható foszfor tartalmára is (9. ábra).

Összefoglalás, következtetések

A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján kijelenthetjük, hogy a porhullásból származó lösz alapkőzetten, amely nagy mennyiségű szilikátot, illetve karbonátot tartalmaz, barna erdőtalaj alakult ki. A barna erdőtalajok kialakulásának alapfeltétele a megfelelő mennyiségű csapadék és az erdőállomány (STEFANOVITS et al. 1999). A kedvező zalai viszonyok között, a talajokban a humuszosodás és a kilúgzás mellett megfigyelhető volt az agyagképződés és az agyagvándorlás folyamata is. Ennek megfelelően a területen agyagbemosódásos barna erdőtalajjal találkozhattunk. Mivel a mélyebb szintekben kisebb mértékben vízhatásra utaló nyomokkal is találkoztunk, e talajtípus pszeudoglejes altípusáról beszélhetünk (BABOS et al. 1966). E talaj igen kedvező a fás szárú növényzet számára, mivel jól beengedi magába a csapadék vizet és azt a mélyebb szintek magasabb agyagtartalma miatt jól is tárolja (JÁRÓ 1963). Kedvező a vályog fizikai féleség és a gyengén savanyú, illetve savanyú kémhatás is. Bár a terület a többletvízhatástól független hidrológiai kategóriába sorolható az erdészeti beosztás szerint, kisebb mértékben – a terület lejtésének megfelelően – számolhatunk szivárgó vízzel is.

A bucsutai bükk származási kísérleti terület talajtani adottságait vizsgálva megállapítható volt, hogy a terület összességében kedvező termőhelyi körülményekkel rendelkezik, a növekedést gátló talajhibát nem találtunk. A területen pszeudoglejes agyagbemosódásos barna erdőtalajt találtunk, amely jó körülményeket teremt a bükk számára. A területen belül a talaj tulajdonságok nem mutattak nagy változatosságot, ami azt jelenti, hogy az egyes bükk származások eltérő növekedése nem vezethető vissza a talaj változatosságára.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 „AGRÁRKLÍMA: Az előrejelített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrár szektorban” projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- BABOS I., HORVÁTHNÉ PROSZT S., JÁRÓ Z., KIRÁLY L., SZODFRIDT I. & TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. Akadémiai Kiadó, Budapest, 493 p.
- BELLÉR P. (1997): Talajvizsgálati módszerek. Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron, 118 p.
- DÖVÉNYI Z. (szerk., 2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- HALÁSZ G. (szerk., 2006): Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest.
- JÁRÓ Z. (1963): Talajtípusok. Országos Erdészeti Egyesület. Budapest.
- MÁTYÁS Cs. (2006): Gének, ökoszisztémák, gazdálkodás: erdészet, paradigmaváltás után. Acta Silv. Lign. Hung (Különszám) 5–24.
- STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 p.
- STEFANOVITS P., FILEP Gy. & FÜLEKY Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470. p.

TALAJTANI VIZSGÁLATOK A DALOS-HEGYI KOCSÁNYTALAN TÖLGYESBEN

BIDLÓ ANDRÁS – KOVÁCS GÁBOR – SCHMIDT PÉTER – SZÜCS PÉTER

Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet
abidlo@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az egyes erdőállományokban alkalmazható erdőművelési módszereket, a fafaj mellett, alapvetően meghatározzák a termőhelyi viszonyok. Különösen igaz ez a különféle felújítási módokra, amelyek alkalmazhatóságát nagyban befolyásolják a klimatikus viszonyok és a talajtani adottságok. Egy kutatás részeként a soproni Dalos-hegy oldalában található 80/C erdőrészletben vizsgáljuk a lékes felújítás lehetőségét, illetve a folyamatos erdőborítottság lehetséges megvalósítási módszereit kocsánytalan tölgyes állományban. A vizsgálat kiterjed a terület és az egyes lécek mikroklímájának, a talaj nedvességtartalmának, a légyszárú növényzet összetételének és a talaj tulajdonságainak, illetve az ebben bekövetkező változásoknak a vizsgálatára. Jelen munkánkban a terület talajtani viszonyainak jellemzésére végzett munkánk eredményét kívánjuk bemutatni.



1. ábra: A talajszelvények elhelyezkedése (forrás: Google Earth)

A terület jellemzése

A vizsgált terület a földrajzi tájbeosztás szerint az Alpokalja földrajzi nagytáj Soproni-hegység földrajzi kistáján terül el (DÖVÉNYI 2010). Az erdészeti besorolás szerint a Nyugat-Dunántúl erdészet tájcsoport Soproni-hegység erdészeti tájához soroljuk a területet (HALÁSZ 2006). Az erdőrészlet a Dalos-hegy dél-keleti oldalában terül el, enyhén lejt dél-kelet felé. A Soproni-hegység keleti felét, átalakult, a földtörténeti ókorból származó kőzetek építik fel, elsősorban gneisz és csillámpala. Mindkét kőzetre jellemző, hogy elsősorban földpátokból és csillámokból állnak, ugyanakkor a gneiszben nagyobb mennyiségben kvarc is előfordul, rajtuk savanyú kémhatású talajok kialakulása várható. A táj klímája mérsékeltlen hűvös – mérsékeltlen nedves, ill. nedves. Az átlagos évi középhőmérséklet 9,2 °C, a tenyészidőszaki

15,0 – 16,0 °C. Az átlagos évi csapadékösszeg 700 mm körüli, ennek közel kétharmada a tenyészidőszakban esik. A leggyakoribb szélirány az észak-nyugati (HALÁSZ 2006, DÖVÉNYI 2010).

Vizsgálati módszerek

A termőhelyi viszonyok megismerése érdekében a területen hat talajszelvényt nyitottunk (1. ábra), amelyeket az állományban nyitott lécek mellett helyezkedtek el. A helyszínen rögzítettük a szelvények legfontosabb adatait (GPS koordináták, lejtés, kitettség, stb.), illetve leírtuk és megmintáztuk az egyes szinteket az irodalmakban leírt módon (SZABOLCS 1966, BELLÉR 1997). A begyűjtött talajmintákat laboratóriumban a következő változók szerint vizsgáltuk: kémhatás ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl}), hidrolitos és kicserélődési aciditás, szemcseeloszlás, humusz- és összesnitrogéntartalom illetve foszfor- valamint káliumtartalom (BELLÉR 1997, STEFANOVITS *et al.* 1999).

Eredmények

A terület vizsgált hat szelvényben, amelyek képét az 2.-7. számú ábra tartalmazza, közel azonos termőhelyi viszonyok voltak, így célszerűnek láttuk ezeket együttesen kiértékelni.



2. ábra: Az 1. talajszelvény



3. ábra: A 2. talajszelvény



4. ábra: A 3. talajszelvény



5. ábra: A 4. talajszelvény



6. ábra: Az 5. talajszelvény



7. ábra: A 6. talajszelvény

A terepi vizsgálatok alapján a szelvények egységesen dél-keleti kitettségben és egy domboldalon helyezkedtek el. Bár az oldal lejtése közel azonos volt, azért érdemes kiemelni, hogy az 1. és a 4-es szelvény a domb alsó harmadában, a többi szelvény a felső felében

helyezkedett el. Az egyes szelvényekben a talajsintek eltérő mennyiségben tartalmaztak váz anyagot. A váz mennyisége gyakran a felsőbb szintekben nagyobb volt, mint az alsó szintekben, illetve a felső szintekben nagy kőzetdarabokat is lehetett találni. Az egyes talajsintek néha eltérő talajfizikai féleséggel voltak jellemezhetőek, sőt a szelvényeken belül szoliflukciós eredetű kavicsosabb csíkokat is le tudunk írni, ami a korábbi eróziós hatásra utal. Ugyanakkor a talajszelvényekben agyaghártyák, illetve más agyagvándorlásra utaló nyomok bizonyították a szelvényekben lejátszódó agyagképződést és agyagfelmalmozódást, amelyek az agyagbemosódásos barna erdőtalajok fontos sajátosságai. A szelvények alsó szintjeiben leírt vaskiválások a talaj egyes rétegeiben időlegesen felhalmozódó vízre utalnak.

1. táblázat: A talajlaboratóriumi vizsgálatok eredményei szelvényenként

Szint cm	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	y1	y2	A %	I %	Fh %	Dh %	Humusz %	P ₂ O ₅ mg/100g talaj	K ₂ O mg/100g talaj
1. talajszelvény											
0-7	5,0	4,1	22,1	2,3	11	18	37	34	7,2	14,5	7,9
7-30	4,1	3,4	21,8	15,3	13	14	36	37	1,9	5,4	3,1
30-45	4,8	3,4	16,2	12,3	17	10	35	38	0,6	6,9	3,9
45-85	4,9	3,4	12,3	6,9	19	8	34	39	0,5	8,7	4,9
85-110	5,3	3,6	8,2	3,0	13	12	34	41		18,6	2,6
110-140	5,4	3,7	5,6	1,9	7	12	30	51		15,8	1,4
140-	4,5	3,8	6,3	1,8	9	6	49	36		11,5	2,0
2. talajszelvény											
0-7,5	4,9	3,7	28,9	5,4	11	16	41	32	6,3	13,6	7,8
7,5-25	4,4	3,4	22,38	16,1	11	14	43	32	1,6	3,5	0,9
25-40	4,5	3,4	19,0	14,3	15	12	39	34	1,0	3,6	1,7
60-60	4,7	3,3	20,4	15,9	19	10	33	38	0,7	2,8	2,9
60-90	4,8	3,2	13,4	7,9	13	10	40	37		3,6	2,1
90-130	4,7	3,1	11,1	6,9	9	10	46	35		6,2	1,2
130-180	4,9	3,3	7,1	3,9	1	12	45	42		14,9	0,9
3. talajszelvény											
0-10	4,6	3,6	29,7	8,1	9	16	38	37	6,6	9,5	6,5
10-40	4,4	3,5	17,3	11,8	7	18	39	36	2,0	4,8	1,3
40-60	4,5	3,4	16,2	13,1	13	10	38	39	0,5	7,6	1,6
60-110	4,4	3,3	15,5	13,1	13	12	34	41	0,3	6,5	2,6
110-140	4,8	3,3	9,4	5,3	5	12	30	53		14,6	1,0
140-180	5,3	3,6	6,3	2,3	7	10	30	53		12,1	0,9
4. talajszelvény											
0-10	5,4	4,5	19,9	3,9	9	18	36	37	6,9	12,2	12,6
10-40	4,4	3,5	18,3	11,7	9	14	30	47	1,9	6,4	2,7
40-75	4,8	3,5	15,3	10,5	15	14	32	39	0,4	6,7	3,9
75-115	5,1	3,3	10,7	6,9	11	10	35	44	0,1	9,2	2,1
115-180	4,5	3,6	18,6	12,2	9	14	36	41	2,1	9,4	4,4
5. talajszelvény											
0-10	4,9	3,7	25,5	7,1	11	20	38	31	4,8	21,5	7,6
10-30	4,5	3,5	19,4	12,2	9	18	39	34	2,2	10,0	2,1
30-45	4,8	3,3	20,7	18,7	19	16	30	35	0,6	4,7	5,6
45-60	4,9	3,2	21,4	18,4	21	16	41	22	0,6	4,1	7,4
60-110	5,0	3,3	12,0	10,0	17	14	47	22		2,7	3,6
110-140	5,0	3,5	9,0	6,4	7	12	43	38		7,8	1,6
140-180	5,7	4,4	5,1		5	8	45	42		13,1	1,0
6. talajszelvény											
0-10	4,9	4,1	27,3	10,9	9	18	39	34	7,5	18,5	10,0
10-40	4,3	3,5	19,5	11,6	9	18	37	36	2,1	10,5	2,1
40-70	4,7	3,3	16,0	14,6	21	14	33	33	0,5	1,8	4,9
70-100	4,8	3,6	9,9	8,6	17	12	20	51		2,9	3,1
100-150	4,5	3,2	11,3	8,4	11	8	47	34		7,2	1,8
150-180	5,2	3,6	5,1	3,4	5	10	29	56		11,0	0,9

Az egyes szelvényekből gyűjtött talajminták laboratóriumi vizsgálati eredményeit értékelve megállapítható, hogy a szintek vizes pH értéke 4,1 és 5,7 közötti (1. táblázat). A legtöbb szint

savanyú kémhatású volt, de több szelvényben előfordult erősen savanyú, illetve gyengén savanyú kémhatású szint is. Megjegyezzük, hogy a bár az egyes szelvényekben – a kémhatás alapján – kilúgzásra utaló nyomokat lehetett felfedezni a kémhatás lefutása alapján, ezen folyamat nem volt erőteljesek. Ennek részbeni oka a savanyú alapkőzetben keresendő. A KCl-os kémhatás átlaga 1,3 egységgel volt alacsonyabb, mint a vizes kémhatásé, a minimum érték 3,1, a maximum 4,5 volt, ami jelentős rejtett savanyúságra utal. A savanyú kémhatásnak megfelelően minden szintből ki tudunk mutatni hidrolitos (y_1) (5,1 és 29,7 között), illetve kicserélhető (y_2) savanyúságot (1,8 és 18,7 között), ezek értéke azonban nem volt jelentős. Az egyes szelvények kémiai vizsgálata alapján elmondhatjuk, elmondhatjuk, hogy a területen, az alapkőzetnek, a klimatikus viszonyoknak és az erdők savanyító hatásának megfelelően savanyú kémhatású talajok alakultak ki. Ezen talajokban bizonyos tápanyagok (pl. foszfátionok) megkötődnek, illetve Al- és Mn-toxicitás léphet fel, azonban összességében a talajok kémiai tulajdonsága megfelel a fás vegetáció számára.

A talajok fizikai tulajdonságának jellemzésére a szemcseeloszlási vizsgálatot végeztük el. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a leiszapolható részek (0,02 mm kisebb részek) aránya 13 és 37 % közötti. Ezek alapján az egyes szintek fizikai félesége homok, illetve homokos vályog. Az egyes szelvényeket vizsgálva megállapítható, hogy míg a felsőbb szintek fizikai félesége homokos vályog, addig körülbelül 100 cm alatt a fizikai féleség már homok. Ez a tendencia mindegyik szelvényre igaz. A főbb tendenciákon belül megfigyelhető volt, hogy az agyagtartalom maximuma 30 és 60 cm között jelent meg. A laboratóriumi vizsgálatok megerősítették a helyszíni leírás tapasztalatait, amely során agyagképződésre, illetve agyagvándorlásra utaló jeleket találtunk. A termőrétegre jellemző homokos vályog fizikai féleség kedvező a növényzet számára, mivel jól elnyeli a csapadékot és azt részben képes megtartani, illetve a növényeknek leadni. Ugyanakkor a legtöbb szintben találtunk kisebb mennyiségben kőzet darabokat, ami csökkenti a talaj víz- és tápanyagtároló képességét.

Az egyes szelvények humusztartalmát vizsgálva a felső szintekben kedvező humusztartalmat (4,8 és 7,5 % között) találtunk. A magas értékek részben a savanyú kémhatásra is visszavezethetőek, ami miatt a humuszlebontó szervezetek egy része nem tudja kifejteni tevékenységét. Az egyes szelvényekben még a mélyebb rétegekben is találtunk szerves anyagot, ami nem magyarázható csak a humusz természetes módon történő mélybe jutásával. A humuszhoz hasonlóan kedvező az összes nitrogéntartalom mennyisége, ami a felső öt cm-es rétegre vonatkoztatva 0,16 és 0,31 N % közötti. A talajok ammonlaktát-ecetsav (AL) oldható foszfor tartalma a mérsékelt közepes, illetve a jó közepes értékek közé tartoznak (STEFANOVITS et. al. 1999). Érdekes, hogy a mélyebb szintekben gyakran kedvezőbb a foszfor ellátottság, mint a felszín közeli szintekben. A szelvényekben csak igen kevés, illetve kevés mennyiségű a felvehető kálium. Ez meglepő eredmény, mivel a talajképző kőzet jelentős mennyiségű káliumtartalmaz, pl. a csillám ásványok rétegei között, amely a málláskor könnyen felszabadul. Az ellentmondást feloldása további vizsgálatot igényel.

A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy a szelvények alapanyag több időszakban rakódott le, így egymásra különböző fizikai féleségű és eltérő vázartalmú rétegek kerültek. Ez elsősorban a hordalék, illetve az eróziós jellegre utal. Ugyanakkor ezen hatás ma már elmosódik, így hosszú idő óta egyenletes talajfejlődés figyelhető meg. Ezen hatások eredményeképpen jól ki lehetett mutatni a szelvényekben a humuszosodás, gyengébben a kilúgzás eredményét. Utóbbi esetben figyelembe kell venni, hogy az alapkőzet savanyú hatása miatt, a csapadék kilúgzó hatása kevésbé érvényesülhet. A fentiek mellett az agyagosodás és az agyagvándorlás jelenségét is jól megfigyelhettük a terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján. A szelvények mélyebb szintjeiben, ott ahol a

vízleszivárgását az eltérő fizikai féleség gátolta, az időszakos víz telítettség nyomait is le tudtuk írni. A terepi és a laboratóriumi vizsgálatok alapján a területen a barna erdőtalajokhoz tartozó agyagbemosódásos barna erdőtalajt írtuk le (STEFANOVITS 1963, BABOS *et al.* 1966, STEFANOVITS *et al.* 1999). A kedvező klimatikus körülmények és az ezek hatására létre jövő erdőállomány hatására viszonylag kedvező termőképességű talajok jöttek létre. Ugyanakkor a savanyú hatású alapkőzet miatt a szelvény talaja is savanyú, illetve részben erősen savanyú kémhatású lett.

Következtetések

A területen nyitott hat talajszelvény terepi és a laboratóriumi vizsgálatai alapján a barna erdőtalajok főtípusához tartozó típusos agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Az egyes szelvényekben az egyes szintek váztartalmában, illetve a termőréteg vastagságában jelentkezett különbség, amit figyelembe kell venni a kutatási eredmények kiértékelésénél. A területen a talaj kémhatása savanyú, ami egyes tápelemek esetén nehezebbé teszi a növények számára a hozzáférést. A talajok közepes víznyelő és víztároló képességgel rendelkeznek, ugyanakkor a szelvényekben megfigyelhető agyagvándorlás miatt kialakult felhalmozódási szint javítja a talaj víztároló képességét.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) projekt keretében végeztük. A szerzők köszönetet mondanak Varga Zsófiának a talajminták laboratóriumi feldolgozásában nyújtott segítségével.

Felhasznált irodalom

- BABOS I., HORVÁTHNÉ PROSZT S., JÁRÓ Z., KIRÁLY L., SZODFRIDT I. ET. TÓTH B. (1966): Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 493 p.
- BELLÉR P. (1997): Talajvizsgáló módszerek. – Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismeretani Tanszék, Sopron, 118 p.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876. p.
- HALÁSZ G. (szerk.) (2006): Magyarország erdészeti tájai. – Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest.
- STEFANOVITS P. (1963): Magyarország talajai. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 443 p.
- STEFANOVITS P., FILEP, GY. & FÜLEKY, GY. (1999): Talajtan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 p.
- SZABOLCS I. (szerk.) (1966): A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, 428 p.

NÖVÉNYI VÍZFELVÉTEL SZÁMÍTÁSA TALAJNEDVESSÉG ADATOKBÓL KLASSZIKUS ÉS NAPI INGADOZÁSON ALAPULÓ MÓDSZEREKKEL

GRIBOVSZKI ZOLTÁN, KALICZ PÉTER

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
zgribo@emk.nyme.hu, kaliczp@emk.nyme.hu

Bevezetés

Magyarországon a párolgás (itt komplex módon inkább evapotranszspiráció) a vízmérleg rendkívül fontos eleme, mivel a csapadéknak durván a 90%-át adja többéves átlagban (míg globálisan ez a mennyiség „csak” 62% (DINGMAN 2002)). Előbbi okból igen fontos a párolgásnak, mint a vízmérleg elemének pontos becslése.

Sekély talajvíztükörrel jellemezhető területeken a növények vízfelvétele a talajnedvességben és a talajvízszintekben is jelentkező napi ingadozást hoz létre (GRIBOVSZKI *et al.* 2010). Ez a jelenség különösen erős lehet száraz klimatikus viszonyok között a talajvíz feláramlási zónákban.

A párolgás keltette napi periodikus ingadozás egy kora reggeli maximummal és egy délutáni minimummal jellemezhető a talajnedvességben (1. ábra) és a talajvízszintekben. A napi ingadozás menete jó összefüggést mutat a sugárzás és a páratartalom napi ingadozásával, a szabályozó funkciót azonban a szignál alakulásában nem közvetlenül ezek a faktorok, hanem a növényzet gyökérzetének vízfelvétele adja.

Első megközelítésként WHITE (1932) javasolt egy módszert a talajvízszintekben jelentkező napi ingadozás alapján a növényzet vízfelvételének becslésére. A módszer széles körben elterjedté vált a párolgás becslésére a sekély talajvíztükörü területen. A módszer és minden hasonló talajvízszinteket használó módszer esetében a becslés pontosságát a gyorsan leürülő gravitációs póruster mértéknek megadása jelenti, ami több tényezőtől is függő és erősen talajspecifikus érték. NACHABE (2005)-ben a WHITE (1932) féle módszert adaptálta a talajnedvességre, nagy gyakoriságú talajnedvesség adatsorokat felhasználva, kiküszöbölve így a gravitációs póruster becslésének szükségességét. Ebben a publikációban a NACHABE (2005)-féle módszert továbbfejlesztve egy napon belüli utánpótlódás változását is figyelembe vevő eljárás alapjait dolgoztuk ki, amelynek segítségével még pontosabban becsülhető a talajvíz feláramlási zónákban elhelyezkedő növényzet vízfelvétele.

Vizsgálati módszerek

A módszer teszteléséhez felhasznált adatsor a Sopron melletti Hidegvíz-völgy kísérleti vízgyűjtőjéből származik, egy völgytalpi termőhelyen található középkorú égeres (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) állományban (LAI 7, átlagmagasság 15m, átlag mellmagassági átmérő 13cm).

A terület geológiája szerint negyedidőszaki fluviális üledék, amely több rétegben települt a kristályos alapra. A völgytalpakon finomabb homokos (kissé osztályozatlan) rétegek találhatóak, amelyek jó víztartók (KISHÁZI és IVANCSICS, 1985). A vizsgálati pont talajának fizikai félesége vályogos homok, amely mintavétel és szemeloszlási vizsgálat alapján került meghatározásra.

A terület szub-alpin klímájú, az átlagos hőmérséklet nyáron 17, míg télen a 0 °C. Az átlagos éves csapadék 750 mm, általában nedves tavasszal és száraz ősszel (MAROSI and SOMOGYI, 1990).

A talajvíz a vizsgált időszakban 0,8 és 1,1m-es mélységben volt megtalálható a csapadékmentes időszakokban. A talajvízkutat a talajnedvesség profil mérő közvetlen szomszédságában létesítettük.

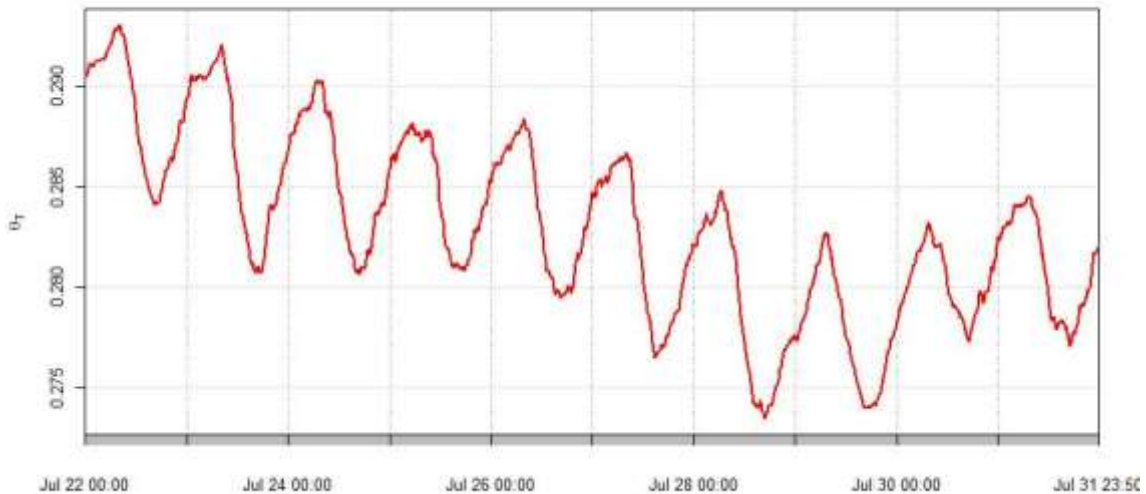
Talajnedvesség adatok mérése és előkészítése

A talajnedvesség profilt egy 6 szenzorból álló mérőrendszer mintázta 10 percenként. A szenzorok mélysége 10, 20, 30, 40, 60, és 100cm volt a talajfelszíntől. A mérés kapacitív elven történt $\pm 0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3$ abszolút pontossággal. Az adatokat talaj-specifikus kalibráció nélkül a gyártó Delta-T cég saját alap transzformáló függvényének segítségével alakítottuk át térfogatos talajnedvességgé. A gyári kalibrációs görbe, mivel a számításban nem a talajnedvesség abszolút értékét, hanem annak változását használtuk, ebben az esetben teljesen elfogadható pontosságú.

A talajnedvesség összegzett értékét (θ_T) a teljes vizsgált talajtöbre a következő numerikus képlettel számítottuk.

$$\theta_T = \sum_{i=2}^6 \left(\frac{z_{i+1} + z_i}{2} - \frac{z_i + z_{i-1}}{2} \right) \cdot \theta_i + \left(\frac{z_2 + z_1}{2} - 0 \right) \cdot \theta_1 \quad (1)$$

ahol z_i az i -dik szenzor mélysége (m) és θ_i ennek a szenzornak a talajnedvessége (m^3 víz m^3 talajban). A mért talajprofilra érvényes összegzett térfogatos talajnedvességet menetét egy mintaidőszakon az 1. ábra mutatja. A numerikus számításokat, a mérési pontatlanság csökkentése céljából, 30 perces átlagolt talajnedvesség idősoron végeztük el.



1. ábra: Összegzett talajnedvesség (θ_T) menete.

Az új módszer elve

A talajvízből származó evapotranszpiráció becslésére GRIBOVSKI (2008) által kidolgozott módszer a talajnedvesség adatokra, kisebb módosításokkal adaptálható.

A kiinduló egyenlet a szenzorokkal érzékelt, lehetőleg a talajvízszintig kiterjedő talajtömbre felírt vízháztartási mérleg (2):

$$\frac{dS}{dt} = \frac{d\theta_T}{dt} = Q_i - Q_o - ET = Q_{net} - ET \quad (2)$$

ahol S , a talajnedvesség profilban tárolt vízkészlet egységnyi területen (m^3/m^2), amely tulajdonképpen megegyezik a θ_T , összegzett talajnedvességgel a profilban (m), Q_i a talajtömbbe érkező és Q_o az onnan távozó víz fluxus ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$), $Q_{\text{net}} = Q_i - Q_o$ a recharge/nettó fluxus ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$) és ET az evapotranszpiráció ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$).

A nettó fluxus (utánpótlódás) számításához az éjszakai időszakra felírt vízháztartási mérleget használjuk fel, mivel ebben az időszakban a párolgás minimálisnak vehető:

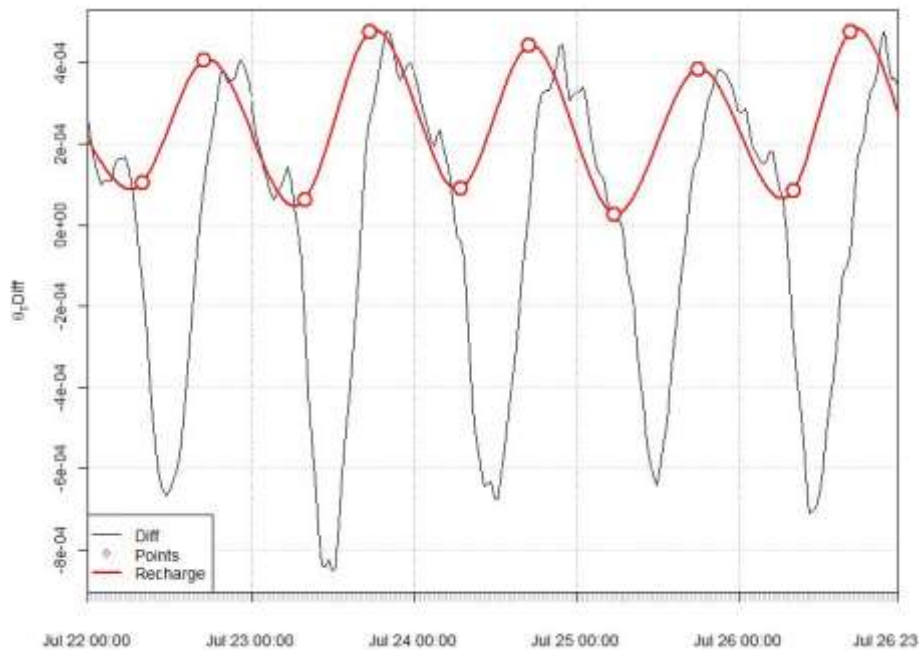
$$\frac{dS}{dt} = \frac{d\theta_T}{dt} = Q_{\text{net}} \quad (3)$$

Hogy a Q_{net} értéket egész napra megkapjuk a GRIBOVSKI (2008) által kidolgozott empirikus eljárást alkalmazzuk.

A Q_{net} maximumát az összegzett talajnedvesség legnagyobb változása adja ($Q_{\text{net_max}} = \max(\theta_T/dt)$), míg a másik jellegzetes pontot a késő éjszakai / kora hajnali időszak átlagos talajnedvesség változása adja ($Q_{\text{net_hajnal}} = \text{átlag}(\theta_{\text{Thajnal}}/dt)$).

Az utóbbi esetben az átlagolás azért szükséges, hogy a relatíve kis változások időszakában relatíve jelentőssé váló mérési pontatlanságból eredő hibát csökkentse. A kapott két értéket aztán a talajnedvesség (nem a talajnedvesség változás) szélsőértékeinek időpontjába szükséges elhelyezni.

A karakterisztikus pontok felvétele után a pontok közötti interpoláció szükséges, hogy a nettó utánpótlódásra vonatkozóan is folyamatos idősort kapjunk. Az interpolációra a spline függvény általában a megfelelő, de egyszerű lineáris interpoláció is alkalmazható (2. ábra).



2. ábra: A talajnedvességmérésen alapuló új módszer elve (θ_T , összegzett talajnedvesség; Diff, talajnedvesség változás; Recharge, nettó utánpótlódás)

Az új módszerrel az evapotranszpiráció (ET_{diurnal}) a nettó utánpótlódás (Q_{net}) menetének ismeretében a vízmérleg egyenletet felhasználva a következőképpen számítható:

$$ET_{diurnal} = Q_{net} - \frac{d\theta_T}{dt} \quad (4)$$

Eredmények

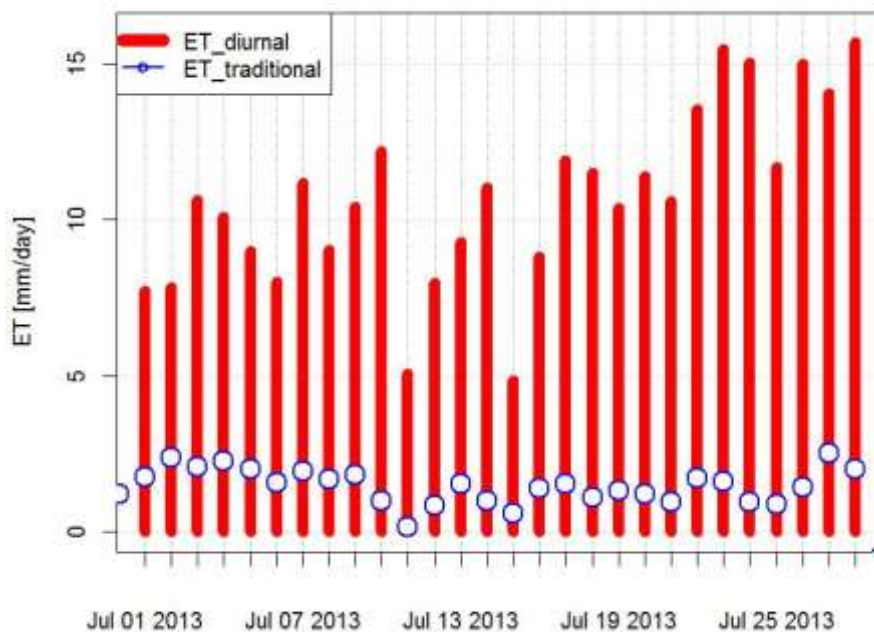
A nagyobb gyakoriságú (30 perces) számított párolgás adatokat naponta összegezve napi evapotranszpirációs értékeket kaptunk. A kalkulált értékek első pillantásra nagynak tűnnek, de a vizsgált terület talajvízutánpótlódási zóna jellegét (jó vízellátottság), a figyelembevett száraz napokon, a szomszédos domboldalakon és dombtetőkön elhelyezkedő utánpótlódási terület száraz és meleg körülményeit (az oázis hatás megjelenését) figyelembe véve a becslés elfogadhatónak tűnik.

Az új módszer által számolt értékeket a talajnedvesség adatok alapján klasszikus módszerrel (Hewlet 1984) számolt vízfelhasználáshoz hasonlítottuk. A tradicionális módszer ($ET_{traditional}$) segítségével az adott terület párolgása a következőképpen kalkulálható:

$$ET_{traditional} = \theta_{Tj} - \theta_{Tj-1} \quad (5)$$

ahol, θ_{Tj} az vertikálisan összegzett talajnedvesség a j-ik napon, θ_{Tj-1} ill. (j-1)-dik napon. A nagyobb csapadékokat követően nemcsak a csapadékesemény napját, hanem az azt követő napot is kihagytuk az elemzésből, hogy a szántóföldi vízkapacitásra való leürülésig elegendő idő álljon rendelkezésre.

Ha az új és tradicionális módszerrel meghatározott párolgásértékeket összehasonlítjuk (3. ábra) akkor megállapítható, hogy az új módszer lényegesen nagyobb értékeket szolgáltat. Az eltérés legnagyobb részét valószínűleg a talajnedvesség talajvízből történő utánpótlódásának figyelembevételéből, ill. annak elhanyagolásából ered.



3. ábra: A tradicionális ($ET_{traditional}$) és az új ($ET_{diurnal}$) módszer értékeinek összehasonlítása

Összefoglalás

A napi ingadozás alapján a korábban talajvízre kidolgozott vízfelvételt számító eljárást adaptáltuk a talajnedvességre és teszteltük egy a hidegvíz-völgyi mintavízgyűjtőben található égeres erdőtársulás talajnedvesség adatain. A talajnedvesség adatok alapján klasszikus módszerrel evapotranszpirációt számító eljárás eredményeivel összehasonlítva az új módszer lényeges nagyobb vízfelvételi értékeket ad. Az eltérés oka, hogy az új módszer figyelembe veszi a talajvízből a kapilláris zónán keresztül a telítetlen talajtömbbe irányuló vízáramlást is, ami a sekély talajvíztükrű területen igen jelentős lehet. A klímaváltozás kapcsán előálló száraz és meleg nyarakon a talajvíz-feláramlási zónák evapotranszpirációjának pontos meghatározása a vízkészletek kritikussá válása miatt egyre fontosabb feladattá válik. Az ilyen típusú területek párolgásának meghatározására a módszer kifejezetten javasolható.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a következő pályázatok támogatták: TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 projekt, Bolyai János Kutatási Ösztöndíj.

Felhasznált irodalom

- DINGMAN, S. L. (2002): Physical Hydrology, Prentice Hall, Upper Sadle River, New Jersey.
- GRIBOVSZKI, Z., KALICZ, P., SZILÁGYI, J., KUČSARA, M. (2008): "Riparian zone evapotranspiration estimation from diurnal groundwater level fluctuations." *Journal of Hydrology* 349 (1–2), 6–17.
- GRIBOVSZKI, Z., KALICZ, P., SZILÁGYI, J. (2010): Diurnal fluctuations in shallow groundwater levels and in streamflow rates and their interpretation – A review, *Journal of Hydrology* 385, 371–383, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.02.001>.
- HEWLETT, J. D. (1982): Principles of Forest Hydrology, University of Georgia Press, Athens, Georgia, USA.
- KISHAZI, P. ÉS IVANCSICS, J. (1985): Sopron Környeki Uledek Oszefoglalo Foldtani Ertekelese [Geological Assessment of Sediments in the Neighbourhood of Sopron]. Kezirat, Sopron, 48 pp. (in Hungarian).
- MAROSI, S. AND SOMOGYI, S. (eds.) (1990): Magyarország Kistajainak Katasztere I. [Cadastre of Small Regions in Hungary I.]. MTA Foldrajztudomanyi Kutato Intezet, Budapest, 479 pp. (in Hungarian).
- NACHABE, M., SHAH, N., ROSS, M. AND WOMACKA, J. (2005): "Evapotranspiration of two vegetation covers in a shallow water table environment." *Soil Science Society of America Journal* 69, 492–499.
- SHAH, N., NACHABE, M. AND ROSS, M. (2007): "Extinction depth and evapotranspiration from ground water under selected land covers" *Ground Water* 45 (3), 329–338. doi:10.1111/j.1745-6584.2007.00302.x.
- WHITE, W. N. (1932): "Method of Estimating Groundwater Supplies Based on Discharge by Plants and Evaporation from Soil – Results of Investigation in Escalant Valley" Tech. Rep., Utah – US Geological Survey. Water Supply Paper 659-A.

AZ „AGRÁRKLÍMA” DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZER KLÍMAADATBÁZISÁNAK KIÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREI

GULYÁS KRISZTINA¹, GÁLOS BORBÁLA¹, CZIMBER KORNÉL²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
kgulyas@emk.nyme.hu

Bevezetés

A természet közeli erdőgazdálkodás, a mezőgazdaság és az állattenyésztés fokozottan érintettek a klímaváltozás kedvezőtlen hatásai által. Azokon az érzékeny területeken ahol a csapadék, limitáló faktor (főként a Délkelet Európai régiókban) a termelést alapjaiban fogja meghatározni az éghajlat változása. A ma elfogadott regionális klímamodellek eredményei alapján a 21. század végére a nyári csapadékmennyiség szignifikáns csökkenése és a hőmérséklet erőteljes növekedése várható a Kárpát-medence területén (BARTHOLY *et al.* 2007; GÁLOS *et al.* 2007; JACOB *et al.* 2008). Mivel hazánk a klímaváltozás által fokozottan érintett, sérülékeny régiók egyike, így kiemelt feladat az erdészet számára a jövőbeni éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodási lehetőségek és feladatok meghatározása.

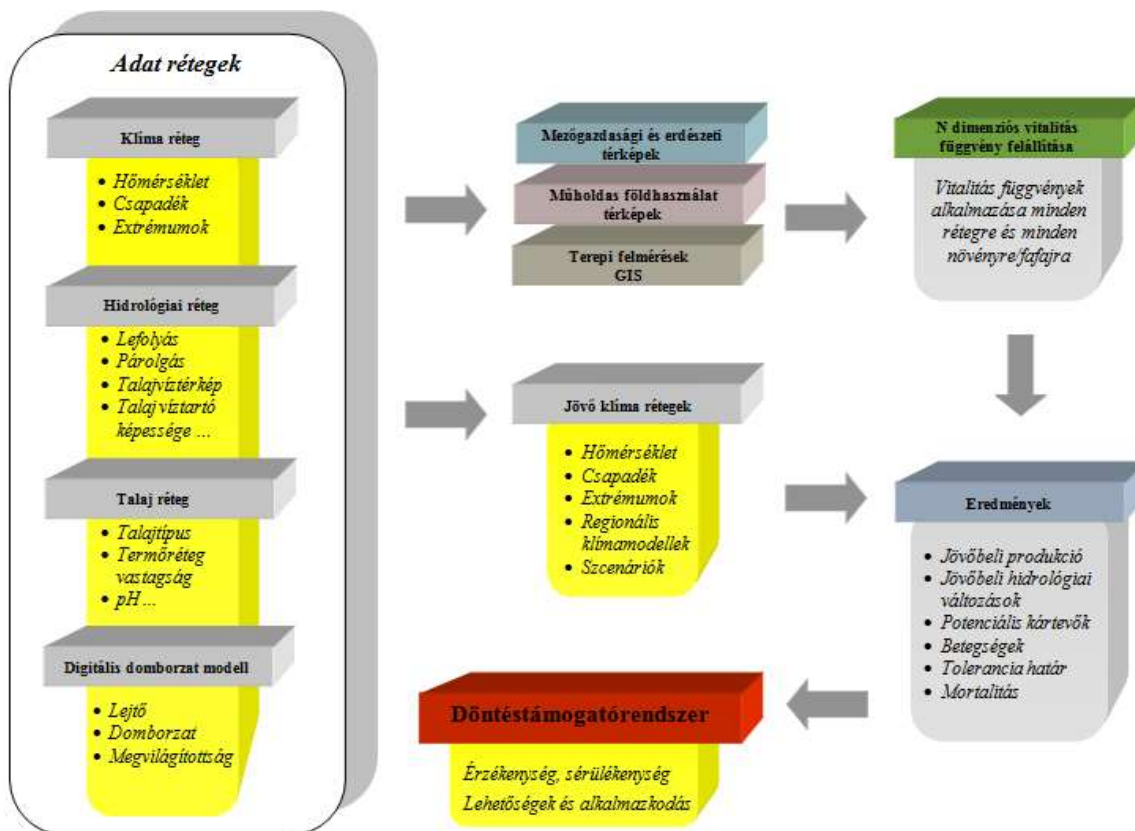
Több zonális fafaj alsó szárazsági határa húzódik ebben a régióban, amelyek különösen érzékenyek a szélsőséges éghajlati viszonyokra (MÁTYÁS *et al.* 2009; MÁTYÁS *et al.* 2010), legfőként az aszályok gyakoriságára, ill. azok intenzitására. Hazánkban a 20. század végén már következett be súlyos aszályt követően növekedés csökkenés, vitalitás gyengülés, végső esetben a fák végleges pusztulása, mortalitása (BERKI *et al.* 2007). A jövőben az aszályok gyakoriságának növekedésével, valamint intenzitásuk erősödésével ez a folyamat súlyosabbá is válhat (MÁTYÁS *et al.* 2010).

A megelőzés érdekében a szélsőséges időjárási helyzetekre, az esetleges havária eseményekre és a gazdasági veszteségekre történő felkészüléshez egy döntéstámogató rendszer készül az „Agrárklíma” projekt keretein belül. Az agrár-szféra gazdasági szereplőinek és a szakigazgatási szervezetek számára kialakított geoinformatikai alapú információs rendszer megfogalmazza a jövőbeni éghajlatváltozáshoz történő alkalmazkodási lehetőségeket és feladatokat. A rendszer jelenleg még fejlesztés alatt áll, várhatóan 2014 év végére készül el, amikor már mindenki által jól kezelhető, informatív és felhasználóbarát kezelő felület áll majd rendelkezésre.

E tanulmányban a rendszer által alkalmazott múltra vonatkozó (1961-2010) klímaadatbázist, ill. ennek kiértékelési módszereit, eddigi eredményeit valamint felhasználási lehetőségeit mutatjuk be.

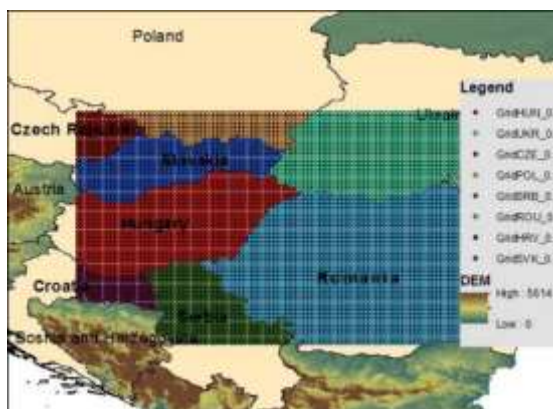
Adatok és módszerek

Az „Agrárklíma” döntéstámogató rendszer a regionális klímamodellek alapján alkalmas arra, hogy mind az erdészet számára, mind a mezőgazdaság számára készítsen valószínűségi előrejelzést a termelés, valamint a társadalmi és a gazdasági következményekről 2100-ig bezárólag. A döntéstámogató rendszer felépítését láthatjuk az 1. ábrán. Az alapadatbázisa heterogén, nem csak klíma adatokat tartalmaz, hanem ezen kívül hidrológiai, talaj, geológiai, domborzati, műholdas felszínborítási, valamint mezőgazdasági- és erdészeti térképi adatokat is. Ezekre az adatokra alapozva minden egyes növény-, ill. fafajra kidolgoz a rendszer egy ún. vitalitási függvényt. Ezen függvények segítségével, a legújabb modellezési technikával készülnek el a beérkező adatrétegekből és térképekből az adott mezőgazdasági növényekre és fafajokra vonatkozó jövőbeli produkció, elterjedés és vitalitás változások.



1. ábra: A döntéstámogató rendszer felépítése (MÁTYÁS *et al.* 2013)

A döntéstámogató rendszer kiépítéséhez megfelelő minőségű és mennyiségű éghajlati adatra volt szükség. Ezért az 1961-2010-es időszakra vonatkozóan az ún. CARPATCLIM (www.carpatclim-eu.org) adatbázist alkalmaztuk, amely homogenizált interpolált rácshálózati adatokat tartalmaz a Kárpát-medence területére. Napi felbontásban érhető el a maximum, minimum valamint az átlaghőmérséklet, a csapadékösszeg, ezen kívül különböző extrém küszöbértékek (pl. forró napok száma, fagyos napok száma) ill. aszály indexek is. Az adatbázis térbeli felbontása $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ (~ 10×10 km), melynek célterülete a 2. ábrán látható. Ahogy az látható az adatbázis nem tartalmazza Magyarország egész területét, a 17° szélességtől nyugatra eső területek már kívül esnek a kijelölt tartományon, amely Zala megye területének mintegy $\frac{3}{4}$ részét jelenti. Ezeken a területeken az Országos Meteorológiai Szolgálat által kiegészített 100x100 m-es felbontású interpolált rácshálózati adatait kívánjuk alkalmazni, amely hamarosan rendelkezésünkre fog állni. Az adatokat a DigiTerra program segítségével dolgoztuk fel és értékeltük ki. A következőkben a CARPATCLIM adataiból készített térképeket és eredményeket mutatjuk be (melyek nem fedik le Magyarország teljes területét), azonban a kiegészítés nemsokára megtörténik.



2. ábra: A CARPATCLIM adatbázis célterülete

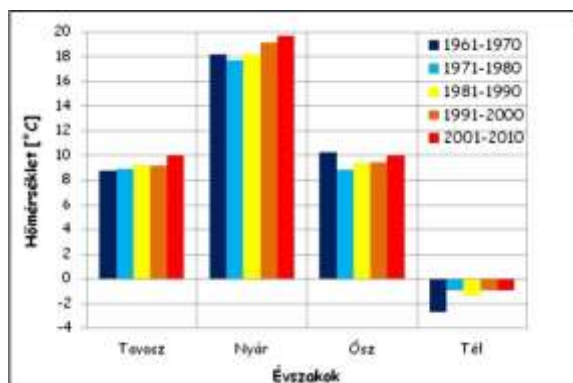
Eredmények

A kialakított klímaadatbázis rendszerrel lehetőségünk van éves, évszakos, havi átlagok készítésére, valamint különböző aszályindexek (pl.: EQ, FAI, Bükk tolerancia index) elemzésére is. A Magyarországra vonatkozó hőmérsékleti és csapadék adatok alapján több megállapítást tehetünk a klíma változásának irányáról, nagyságrendjéről, és területi eloszlásáról. A 3. ábrán az 1981-2010-es éves középhőmérsékleti átlag eltéréseit láthatjuk az 1961-1990-es időszaktól.



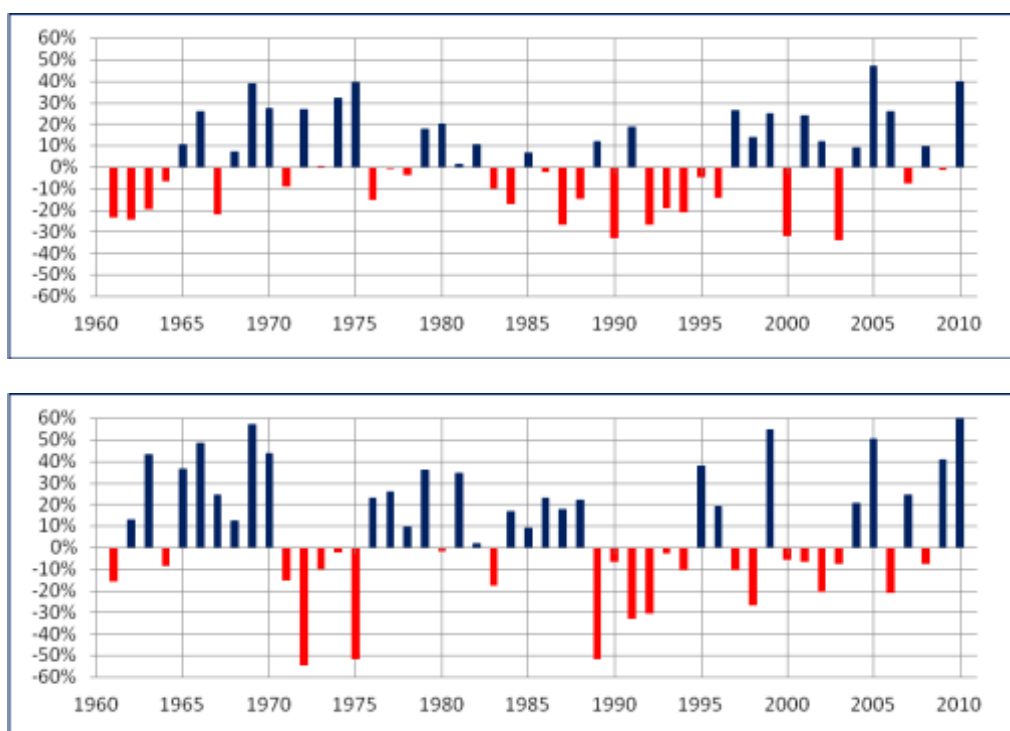
3. ábra: Az 1981-2010-es éves középhőmérsékleti átlag eltérése az 1961-1990-es időszaktól, szaggatott vonallal elválasztva azok a területek, amelyek hiányoznak az adatbázisból

A hőmérséklet emelkedése Magyarország egész területére jellemző. Az ország nyugati valamint délnyugati területein magasabb, 0,6-0,7°C-os melegedés volt jellemző az elmúlt 30 évben. Az északkeleti régiókban alacsonyabb 0,3-0,5°C-os volt a hőmérséklet növekedése. Az egyes évszakokat tekintve azonban sokkal szemléletesebben láthatjuk a hőmérséklet változását (4. ábra). Az ősz kivételével minden évszakban emelkedés tapasztalható, melynek mértéke nyáron és télen a legnagyobb.



4. ábra: Évszakas hőmérséklet az 1961-2010-es időszakban 10 éves átlagperiódusokra Magyarországon

A csapadék mennyiségének változása már nem ennyire egyértelmű. Általánosan elmondható hogy jellemző tendenciája a csökkenés, azonban egyes területeken stagnálás vagy emelkedés is előfordul. Erdészeti és mezőgazdasági szempontból a legfontosabb a nyári és a téli csapadékmennyiség változása. Megállapítható, hogy mindkettő esetében gyakoribbá váltak a szélsőségek (5. ábra). Nyáron kiugróak a 2000-es és a 2003-as évek aszályos időszakai, amikor a sokéves átlagnál (1971-2000) 30%-kal kevesebb csapadék hullott, 2005-ben és 2010-ben pedig több mint 40%-kal több csapadék esett. Télen egyre gyakrabban tapasztalunk akár 50%-ot meghaladó csapadék többletet is. A hőmérséklet pozitív irányú változásával együtt ez azt jelenti, hogy télen nem a hó formájú csapadék, hanem inkább az eső vált gyakorivá.



5. ábra: A nyári (fent) és a téli (lent) csapadékösszegek eltérése a sokéves átlagtól (1971-2000) Magyarországon

Jelenlegi ismereteink szerint a tendenciák tovább folytatódnak a jövőben is, amelynek súlyos gazdasági következményei is lehetnek, ha erre nem készülünk fel időben.

Összefoglalás

Az „Agrárklíma” Döntéstámogató Rendszer egy olyan új geoinformatikai alapú információs rendszer, amely a szélsőséges időjárási helyzetekre, az esetleges gazdasági veszteségekre történő felkészülés elősegítését tűzte ki céljául. Segítségével valószínűségi előrejelzések készülhetnek a klímaváltozás erdészetre és mezőgazdaságra gyakorolt jelenlegi és várható hatásairól, következményeiről.

A rendszer kialakításához szükséges volt megfelelő mennyiségű és minőségű éghajlati adat, amelyeket a CARPATCLIM project ingyenesen hozzáférhető interpolált rácshálózati adatbázisából nyertünk. Kiértékelve ezeket az adatokat megállapítottuk, hogy az 1961-2010 közötti időszakban a hőmérséklet emelkedése egész Magyarország területén tapasztalható, melynek mértéke nyugatról kelet felé csökken. A csapadék tekintetében egyre szélsőségesebbé vált mind a nyári mind a téli csapadékmennyiség, amely előreláthatólag a jövőben is folytatódni fog.

Köszönetnyilvánítás

Az „Agrárklíma” Döntéstámogató Rendszer kiépítését a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV és a 4.2.2.B-10/1-2010-0018 “Talentum” projektek támogatták.

Felhasznált irodalom

- BARTHOLY J., PONGRÁCZ R., GELYBÓ GY. (2007): “Regional climate change expected in Hungary for 2071-2100”, *Applied Ecology and Environmental Research*, vol:5 pg:1-17.
- BERKI I., MÓRICZ N., RASZTOVITS E., VIG P. (2007): A bükk szárazságtolerancia határának meghatározása. In: MÁTYÁS Cs., VIG P. (eds.): Erdő és klíma V. NYME Sopron, 213-229.
- GÁLOS, B., LORENZ, PH., JACOB, D. (2007) “Will dry events occur more often in Hungary in the future?” *Environ. Res. Lett.*, vol:2 034006 (9pp) doi: 10.1088/1748-9326/2/3/034006
- JACOB D., KOTOVA L., LORENZ P., MOSELEY CH., PFEIFER S. (2008): “Regional climate modeling activities in relation to the CLAVIER project“ *Időjárás*, vol:112 p 141-153.
- MÁTYÁS Cs. (2009): “Ecological perspectives of climate change in Europe’s continental, drought-threatened Southeast” In: GROISMAN P. Y., IVANOV S. V. eds. *Regional aspects of climate-terrestrial-hydrologic interactions in non-boreal Eastern Europe* NATO. Science Series, Springer Verl. p 31-42.
- MÁTYÁS Cs., BERKI I., CZÚCZ B., GÁLOS B., MÓRICZ N., RASZTOVITS E. (2010): “Future of beech in Southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology” *Acta Silv. & Lign. Hung.*, Vol:6 pg:91-110.
- MÁTYÁS Cs., GÁLOS B., BERKI I., BIDLÓ A., DRÜSZLER Á., EREDICS A., ILLÉS G., MÓRICZ N., RASZTOVITS E., CZIMBER K. (2013): “A Decision Support System for Climate Change Adaptation in Rainfed Sectors of Agriculture for Central Europe” EGU General Assembly, Vienna, 7-12 April, 2013; Geophysical Research Abstracts Vol. 15, EGU2013-2942.

www.carpatclim-eu.org

VÁROSI TALAJOK SZÉNTÁROLÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

HORVÁTH ADRIENN, SZÚCS PÉTER, BIDLÓ ANDRÁS

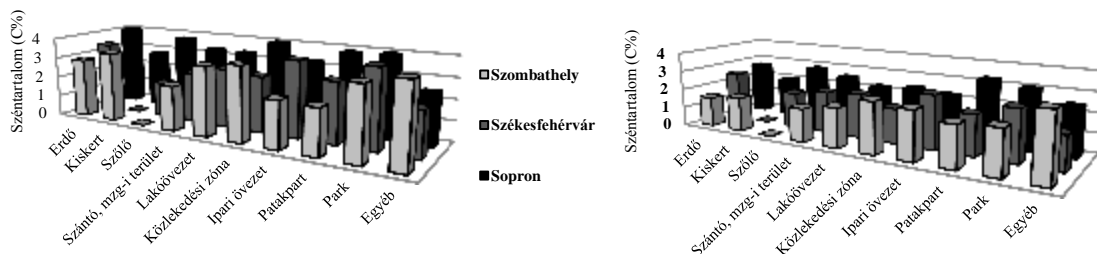
Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet és Földtudományi Intézet, Sopron
e-mail: hadri@emk.nyme.hu

Bevezetés

Vizsgálataink során három nyugat-magyarországi városban, Sopronban, Szombathelyen és Székesfehérváron vizsgáltuk a város belterületén és külterületén található talajok felső 20 cm-es talajrétegének széntartalmát. A mintavételi pontokban a talaj felső rétegeiből (0-10 és 10-20 cm) vettünk talajmintákat. Mindhárom város változatos geológiai körülmények hatására fejlődött mai formájára és mivel jelentős különbség van a területhasználatban, ezért a városenkénti eltérő területhasználatot az 1. ábra szemlélteti. A településeken a több ezer éves belvárosi részek mellett megtalálhatók a külvárosi részek, illetve a külterületeken az erdő, a szőlő, a legelő és a kertek mellett, szántóföldekkel is találkozhatunk.



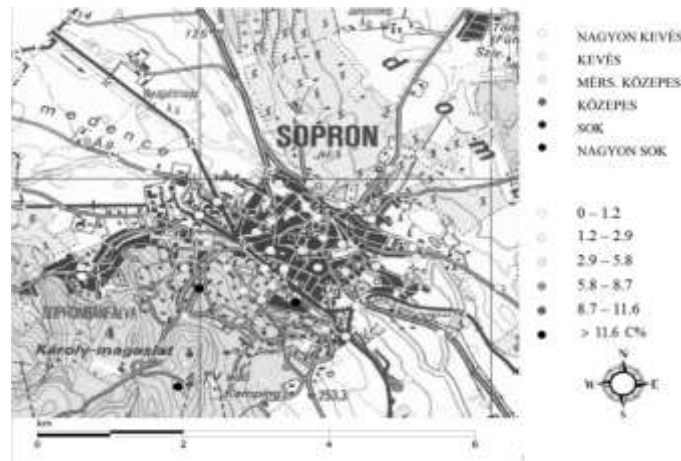
1. ábra: A mintavételi pontok megoszlása területhasználat szerint városenként



2. ábra: A vizsgált városok területhasználati kategóriáinak átlagos széntartalma a 0-10 cm-es szintben (balra) és a 10-20 cm-es talajmélységben

Az elvégzett vizsgálatok alapján először összehasonlítottuk a felső és az alsó rétegek átlagos széntartalmát (2. ábra). Az előzetesen várákozásnak megfelelően a két réteg között igen szoros kapcsolatot találtunk és a felső réteg széntartalma döntő többségben magasabbnak bizonyult, mely a talajok szénmegkötésének jelentőségét növeli.

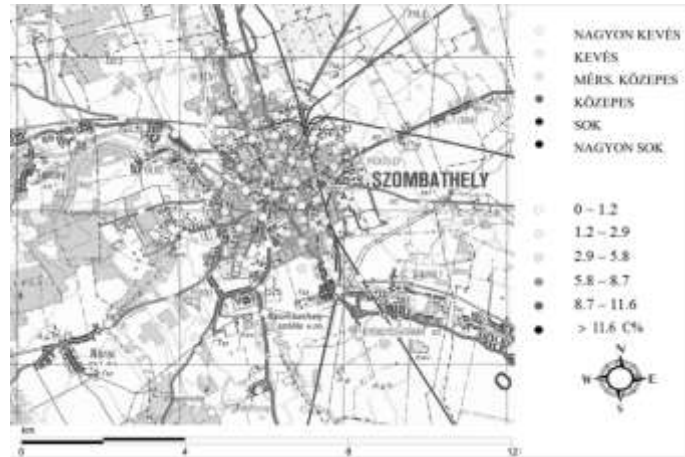
Nagyon sok esetben (a minták 81,8%-ánál) a szerves szén mennyisége lefelé haladva csökkent. Fordított esetek Szombathelyen jellemzően a patakparti mintáknál, illetve a székesfehérvári mezőgazdasági területeken fordult elő. Sopronban nem volt egyértelműen kiemelkedő kategória, ennek ellenére egy fajta sugárirányú széntartalom csökkenést véltünk felfedezni a város közepétől való távolság függvényében, mely az erdőkhöz érve ismét növekvő tendenciát mutatott. A 0-10 cm-es talajmélységben a sorrendet tekintve Sopron taljai a leggazdagabbak szénben, majd Szombathely, végül Székesfehérvár következik (3-5. ábra). A legmagasabb értékeket a Sopron erdeinek talajában mértük (átlagosan 4,69 % C), mely megerősíti az erdők jelentős széntárolási képességét (BIDLÓ *et al* 2013). A legalacsonyabb széntartalmat Székesfehérvár szőlőinek (átlagosan 1,72 % C) talajában és Szombathely mezőgazdasági területein (átlagosan 2,18 % C) mértük.



3. ábra: Széntartalom a soproni talajok 0-10 cm-es mélységében



4. ábra: Széntartalom a székesfehérvári talajok 0-10 cm-es mélységében



5. ábra: Széntartalom a szombathelyi talajok 0-10 cm-es mélységében

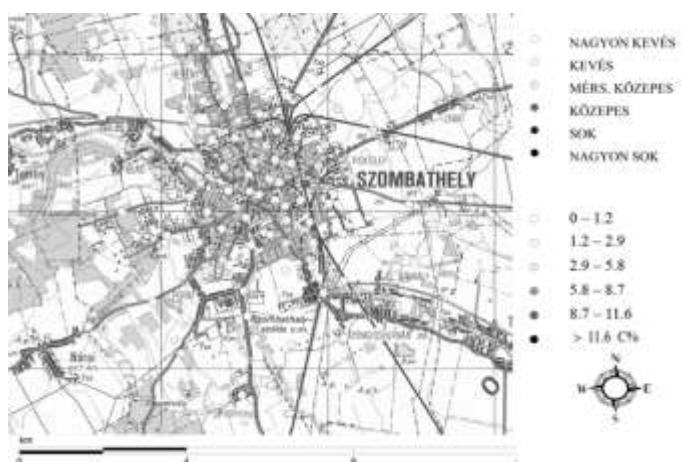
Eredmények szerint a vizsgált városi talajok alsó rétege (10-20 cm) Sopronban a leggazdagabb szénben, majd Szombathely, végül ismét Székesfehérvár taljai (6-8. ábra). A legmagasabb értékeket a Szombathely egyéb kategóriájában (3,33 % C) és Sopron patakpartjain (3,27 % C) mértük. A legalacsonyabb széntartalmat Székesfehérvár egyéb kategóriába sorolt talajaiban (átlagosan 1,72 % C) talajában és ismét Szombathely mezőgazdasági területein (átlagosan 1,72 % C) mértük.



6. ábra: Széntartalom a soproni talajok 10-20 cm-es mélységében



7. ábra: Széntartalom a székesfehérvári talajok 10-20 cm-es mélységében



8. ábra: Széntartalom a szombathelyi talajok 10-20 cm-es mélységében

A különféle területhasználatok talajában talált széntartalmi különbség nagy része a növényzet és területhasználat hatására vezethető vissza, ugyanakkor a területhasználatot jelentősen meghatározzák az ökológiai adottságok. A továbbiakban a klímaváltozás hatása és a városi talajok szerves széntartalma közötti kapcsolatot is szeretnénk vizsgálni.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az “Agrárklíma: Az előrevetített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrárszektorban” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013) keretében végeztük.

Felhasznált irodalom

A. BIDLÓ, A. HORVÁTH (2013): Carbon storage in the urban soils of Sopron city, SUTMA7, Torun, Poland, 16-20 September 2013, Abstracts, 114 p. ISBN 978-83-934096-3-1

LÉKEK FÉNYVISZONYAINAK VIZSGÁLATA HEMISZFÉRIKUS FÉNYKÉPEK SEGÍTSÉGÉVEL

KOLLÁR TAMÁS

Nemzeti Agrárkutató és Innovációs Központ, Erdészeti Tudományos Intézet,
Ökológiai és Erdőművelési Osztály
kollart@erti.hu

Bevezetés

A folyamatos erdőborítást biztosító erdőgazdálkodás egyik legjelentősebb kihívása jelenleg egy adott állományban a megfelelő lékméret kiválasztása, hogy az segítse a gazdaságilag fontos főfafajok felújulását, de lehetőleg korlátozza a vágástéri növényzet konkurenciáját és a nem kívánatos fafajok előretörését, ezzel csökkentve az ápolások szükségességét. Mivel a fafajok fényigényét számszerűen körülményes kifejezni, szükséges a kutatásban a lékméret mellett lehetőleg annál pontosabb mérőszámokat is alkalmazni.

Vizsgálati módszerek

A lékek fényviszonyainak meghatározására a jelenlegi terepi gyakorlat általában különböző lékméreteket és tájolásokat ad meg. A lékméret terepi becslése több módon történhet. Mivel legjellemzőbbek az elnyújtott lékek, ezért ezek területét legegyszerűbben a hossz- és rövidtengely mérésével lehet számítani. Azonban eme két adatból számíthatunk téglalap képlettel területet, mely jellemzően túlbecsléshez vezethet, vagy ellipszis képlettel, mely általában alul becsülheti a lékméretet. GPS készülékekkel szokás a lékek koronavetületei mentén több pont mérése alapján egy poligon területét kiszámolni, azonban még ez a módszer sem veszi figyelembe a léket körülvevő faállomány magasságát, záródásának térbeli változatosságát. Mindegyik előbb említett módszer jelentős szubjektív hibát tartalmaz a mérést végző személytől függően, aszerint, hogy hol határozza meg a koronavetület pontos helyét. Ennek hibája több méteres is lehet.

A konkrét lékméret meghatározásánál megbízhatóbb eredményeket ad a hemiszférikus, más néven halszemoptikás fényképek kiértékelése. Ezek a fényképező optikák 360°-ban körbelátanak, illetve egy irányban 180°-os szögterületet képesek lefényképezni, melyet legegyszerűbben egy félgömbként lehet leírni. Ezt a háromdimenziós félgömböt vetítjük le a fénykép két dimenziójára, mely alapján elkülöníthetők az égboltot és a növényzetet jelentő pixelek. Ebben az esetben nem konkrét terület egységet (pl. m²) kapunk, hanem egy záródási értéket, illetve egy ebből számított fénybesugárzási értéket. Ez az érték azonban fényképező eszközönként és feldolgozó szoftverenként különbözhet.

A kísérletekben a lehető legolcsóbb felszereléseket használtam, mivel elsődleges célom az Erdészeti Tudományos Intézet által eddig nem használt módszer megismerése volt. A felszerelés egy Panasonic DMC-FZ 30 fényképezőgépből és egy erre közgyűrűvel felszerelhető Soligor Fish-eye Converterből áll. Az elkészült fényképeket ingyenes szoftverrel, „Gap Light Analyzer” programmal elemeztem (FRAZER és mtsai 1999). A fényképek mindig a lékek középpontjában készültek, 2 méteres magasságban. Feldolgozáskor fontos a fénykép tájolása, ezért minden fénykép állandó észak-déli tájolóval készült, melyet tájoló használatával állítottunk be. Szintén bemenő adat az erdőrészlet földrajzi helyzete (GPS koordináta), tengerszint feletti magassága, kitétsége és lejtésszöge (amennyiben nem sík terület), mely tényezők alapján a program számítja a besugárzási értékeket.

Kísérleti területek leírása

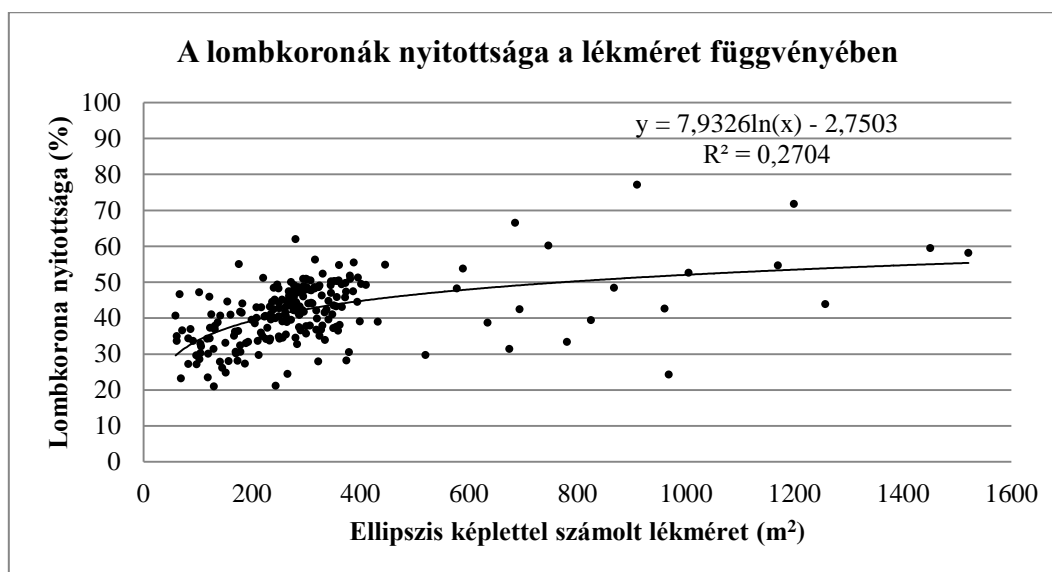
Jelen kutatásaimban 217 lék adatait vizsgáltam különböző mérettartományokban és állományokban, a legkisebb lékektől a kisméretű tarvágásokig. A kísérleti területek a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt. és a HM Kaszó Erdőgazdaság Zrt. gazdálkodási területén helyezkednek el.

9 erdőrészletben 129 közel azonos méretű léket vizsgáltam. Ezek a lécek 2010-ben lettek kijelölve, illetve kitermelve. A kitűzött lékméretet 30x15 méteres téglalapnak felelt meg, tehát a maximális lékméret elméletileg 450 m². A használt tájolások É-D, ÉK-DNy, K-Ny, ÉNy-DK. A léceket egy erdőrészleten belül úgy jelöltük ki, hogy a részleteket 50x50 méteres parcellákra osztottuk, és ezek középpontjában tűztük ki a különböző tájolású léceket, véletlenszerű elosztásban.

Emellett 88 különböző méretű és változó tájolású léket vizsgáltam meg 9 különböző, átalakító üzemmódban kezelt erdőrészletben, melyeket a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt. üzemi gyakorlata alakított ki.

Eredmények

Az 1. ábrán látható, hogy nem megfelelő a lékméret és a nyitottság közötti korreláció ($r^2=0,2704$), tehát egy lék leírása a lékméret talajfelszínen való mérésével nem ad kielégítő választ arra, hogy milyen fényviszonyok uralkodnak a lékben. A lécek mérete és a fényképeken mért záródásihiány nem áll szoros összefüggésben.



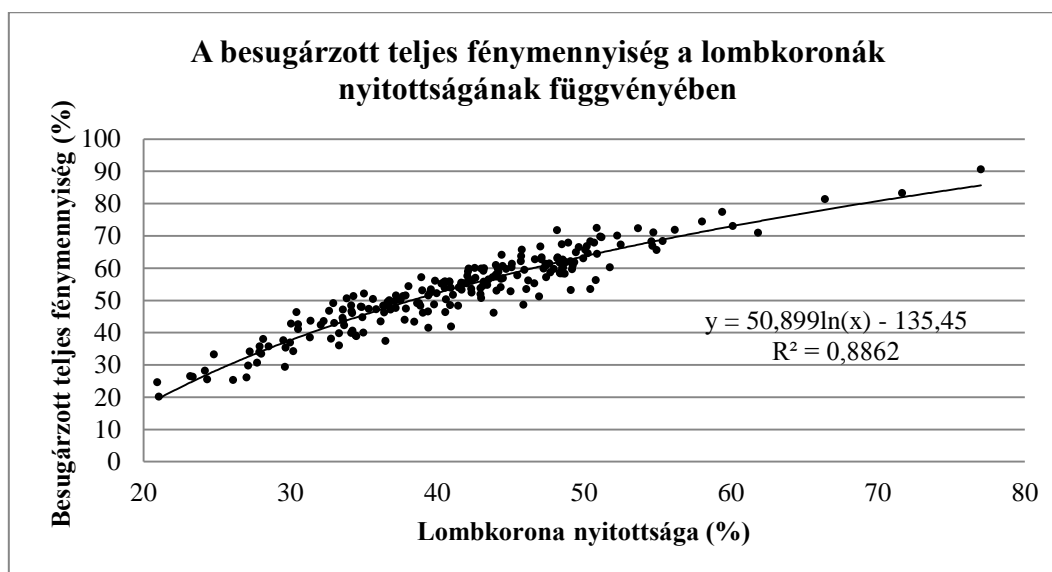
1. ábra: A lombkoronák nyitottsága a számított lékméret függvényében

Ennek több oka van:

1. a koronavetületre állás szubjektív mérési hibát tartalmaz a felvételt végző által a léceket körülvevő állomány záródása sosem 100%
2. a lécek alakja sosem ideális téglalap vagy ellipszis, így konkrét területadatot távolságmérésekkel csak kis pontossággal lehetséges kiszámolni.

Ez alapján véleményem szerint a koronabenövést nem lehet egyértelműen megállapítani megfelelő pontossággal éves szinten a lécek méretének talajfelszíni mérésével. Ennek a mérési hibának a kiküszöbölésére javasolt a halszemoptikával készült koronafényképek készítése és elemzése, mely konkrét számadatot ad az adott lék, illetve az azt körülvevő

állomány nyitottságáról és a besugárzott fénymennyiségről, mely függ a záródástól, a lék tájolásától, kitettségétől, lejtésszögétől, földrajzi helyzetétől és tengerszint feletti magasságától is.



2. ábra: A besugárzott teljes fénymennyiség a lombkoronák nyitottságának függvényében

A 2. ábra egyértelműen szoros összefüggést mutat a két változó között ($r^2=0,8862$). A besugárzott teljes fénymennyiség függ a lék tájolásától és a különböző záródásiányos foltok térbeli elhelyezkedésétől is a mintapont leíró adatain kívül. Adataink ellenőrzésére, és a koronák benövésének vizsgálata céljából a méréseket 2012 évben megismételtük azonos időpontban, azonos felállási pontban. A lékméreteket két évben egymás után megismételt talajfelszíni mérése során az eredmények jelentős szóródásokat mutattak. Hat erdőrészletben a koronák összenövését tapasztaltuk, míg három erdőrészlet esetében a koronák nyitottabbakká váltak. Ugyan ezen lékekről készült hemiszférikus fényképek elemzése során öt erdőrészletben ezzel ellentétes eredményeket tapasztaltam. Csak egy erdőrészletben (mely egy jobb termőhelyű gyertyános-tölgyes) tapasztaltam korona záródást, míg a többi részletben a koronák nyitottabbá válása volt mérhető. A 2011 és 2012 években készített fényképek elemzése alapján, a lombkoronák átlagos nyitottsága szignifikánsan 3%-al nőtt (1. táblázat). Ennek oka valószínűleg a szélsőségesen aszályos időjárásra vezethető vissza. Míg 2010 extrém csapadékos év volt, addig 2011 és 2012 aszályos évek voltak. Az elemzett fényképek darabszáma azért nem egyezik, mert 2011-ben öt fénykép alkalmatlan volt a feldolgozásra.

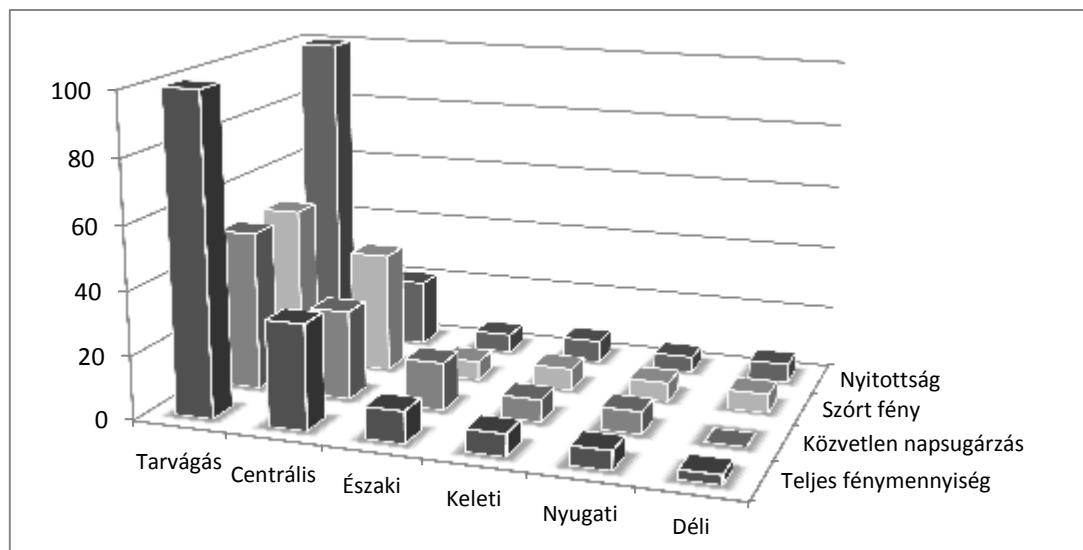
1. táblázat: A kilenc erdőrészlet átlagos nyitottsági értékei 2011 és 2012 években

Év	N	Lombkoronák átlagos nyitottsága	s	Min	Max
	db	%	%	%	%
2011	124	40,0	5,3	27,3	57,6
2012	129	43,6	5,6	27,3	56,2

Noha elméletileg hasonló méretű lékek lettek kitűzve, a különböző tájolású lékek nem mutattak szignifikáns különbségeket egyik tájolás javára sem a besugárzott teljes fénymennyiség függvényében a lék középpontjából készített hemiszférikus fényképek elemzése során. Ennek egyik oka a záródásbeli változatosság a lékek környéki állományokon

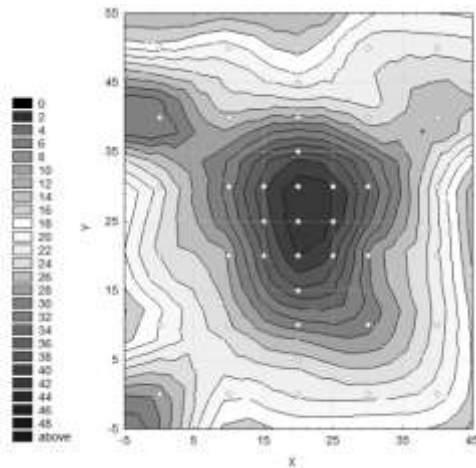
belül. A feltételezhető ok, miszerint a tájolás sokkal kisebb mértékben befolyásolja a lék középpontjába bejutó fény mennyiségét a kísérletekben vizsgált mérettartományú lékekben, mint a lék konkrét mérete, illetve a lék környéki állomány záródása.

Természetesen nem állítom, hogy ne lenne különbség a lék egyes részterületeinek besugárzási értékeiben. Az aljnövényzet és a csemeték növekedése szempontjából fontos, hogy a lékek egyes részterületei mennyi fényhez jutnak. Ennek vizsgálatára négy közel ideálisnak nevezhető téglalap formájú, különböző tájolású (1-1-db É-D-i, ÉK-DNy-i, K-Ny-i, ÉNy-DK-i lék) és hasonló környékbeli záródással rendelkező lék fényképeit részletesen is elemeztem egy erdőrészletből. A fényképeket felosztottam 5 közel egyenlő területrészeire, és vizsgáltam az adott részre eső fény mennyiség arányát. Az eredményeket a 3. ábrán mutatom be. fény mennyiség függvényében a lék középpontjából készített hemiszférikus fényképek elemzése során. Ennek egyik oka a záródásbeli változatosság a lékek környéki állományokon belül. A feltételezhető ok, miszerint a tájolás sokkal kisebb mértékben befolyásolja a lék középpontjába bejutó fény mennyiségét a kísérletekben vizsgált mérettartományú lékekben, mint a lék konkrét mérete, illetve a lék környéki állomány záródása.

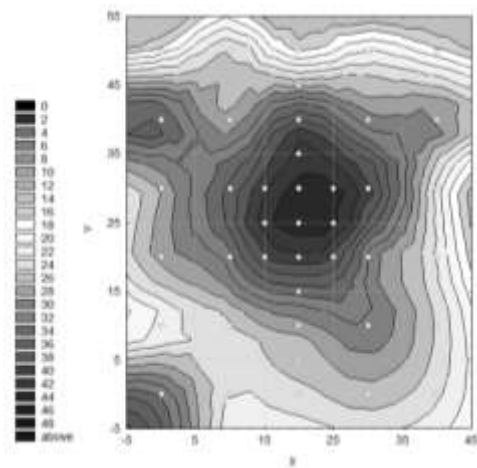


3. ábra: Fényviszonyok megoszlása egy átlagos lék részterületein

Ezen eredmények alapján egy átlagosan 300 m²-es lék környéke, 25,5 m átlagos magasságú fákkal körülvéve, a teljes fény mennyiség 59%-át kapja, egy tarvágásos felújítással összehasonlítva. Ezen fény mennyiség körülbelül fele jut a lék középpontjába (33%), és csak a másik felén (26%) osztozik a négy oldalsó területre. Szórt fény tekintetében a lékek oldalai azonos fény mennyiséget kapnak (6-7%), míg közvetlen napsugárzás esetében az déli oldalt nem éri direkt besugárzást (0%), az északi oldal (15%) kétszeres direkt fény mennyiséghez jut a keleti (7%) és nyugati (6%) szélékhez viszonyítva. Ez a fény mennyiség viszont még mindig csak fele a lék közepét ért (28%) közvetlen napsugárzásnak, és ha a teljes fény mennyiséget nézzük, a lék közepéhez képest (33%) az északi oldalon (10%) harmadannyi, a keleti (7%) és nyugati (6%) oldalakon ötödannyi, míg a déli oldalon (3%) tizedannyi fényt kap az aljnövényzet. Egy lékben több fénykép készítésével térbeli modellt kaphatunk a koronák nyitottságáról és a besugárzott fény mennyiségéről. Egy lék esetében 41 mintapontos hálózatot tűztem ki, és készítettem ezen pontokról felvételeket. A mintapontok elhelyezkedése a lék középső részében 5 méteres hálózatban, míg a lék szélein és a zárt állomány alatt 10 méteres hálózatban találhatóak.



4. ábra: Nyitottsági értékek térbeli eloszlása egy észak-déli tájolású egy szer fél fahossz méretű lékben



5. ábra: A teljes fény mennyiség arányának térbeli eloszlása egy észak-déli tájolású egy szer fél fahossz méretű lékben

A 4. ábrán jól látható a lék alakzatának szimmetrikussága, míg a 5. ábrán a fényintenzitás maximuma (sötét részek) enyhe északra tolódást mutat. A maximális fénybesugárzást kapott terület is csak a faállomány feletti (vagy tarvágáshoz viszonyított) fény 40-50%-át kapja.

Összefoglalás

A vizsgálatba bevont lékekről készített hemiszférikus (más néven halszemoptikával készült) fényképek elemzése rávilágít arra, hogy egy lék fényviszonyainak meghatározásakor egy egyszerűen mért lékméret nem ad kielégítő választ. Az eredmények tükrében javasolható a kutatással foglalkozó szakemberek számára hemiszférikus fényképek készítése a lékek talajfelszíni területének becslésével párhuzamosan, melyek kiértékelésével pontosabb záródási jellemzőket és valós megvilágítottsági értékeket kaphatnak vizsgálataik során.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetnyilvánítással tartozom a kutatásokhoz mintaterületeket biztosító HM Kaszó Erdőgazdaság Zrt.-nek és a Szombathelyi Erdőgazdasági Zrt.-nek. Az eredmények feldolgozása a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 projekt finanszírozásában történt.

Felhasznált irodalom

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; and LERTZMAN, K. P. (1999): Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.

ÖSSZETETT KÉMIAI VIZSGÁLATOK A SOPRONI BORVIDÉKEN

NÉMETH ESZTER¹, HORVÁTH IMRE², BIDLÓ ANDRÁS¹, HOFMANN TAMÁS³

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet és Földtudományi Intézet, Sopron
n.eszty7@gmail.com

² Pálos Pince, Sopron, Gesztenyés körút 64

³ Nyugat-magyarországi Egyetem, Kémia Intézet, Sopron

„A szőlőtáblák között sétálni mindig különleges élmény. Az itt sétálók érzik a napfény melegét, szinte vágni lehet a levegőt, csak néha érezni a szél erejét, megérint a csend, miközben mindenütt árad az élet, a természet ereje - mintha a szőlősdombok a természet alkotta kápolnák lennének, ahol az egyszerű embert megérinti az élet egyszerű teljessége”.

(Linbrunn Pincészet – Villány)

Bevezetés

Mivel a szőlő állandó otthona a talaj, fontos szerepet játszik a szőlő jó minőségű növekedésében és a belőle készülő bor ízvilágát meghatározó számos tényező egyes bortermő vidékek természeti adottságainak összjátékaként egy korty borban felismerhetővé válhat (HORVÁTH 2006). A Soproni borvidéken olyan összetett kémiai vizsgálatokat végeztünk, melyek mind a talajra, mind a szőlőre és mind a borra kitérnek. Fontos és kiemelt kutatás a talaj, a szőlő és a bor összetételének együttes vizsgálata mivel ezek nem csak feltételezik, hanem befolyásolják egymást, ezáltal adott borvidéken belül jelentős területi eltérések tapasztalhatók akár azonos szőlőfajták minőségében is (SZŐKE 2006). Kutatásainkkal hozzá kívánunk járulni a talaj/szőlő/bor összetételének komplex vizsgálatához, mely napjainkban javarészt hiányos kutatási terület, ugyanakkor egyre nagyobb érdeklődésre tart számot nem csak alapkutatási, hanem gyakorlati szempontokból is.

Vizsgálati anyag és módszerek

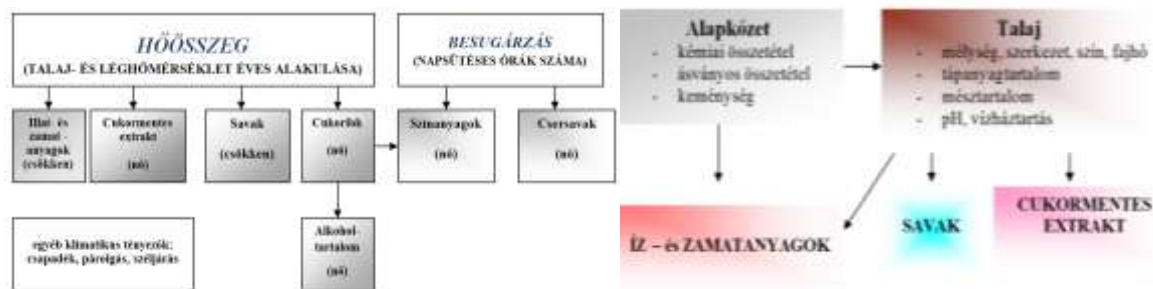
Az általunk vizsgált területek is a Soproni borvidék jellemző tájába tartoznak: a Virágvölgy két különböző dűlőjén, illetve a Harkához közeli „Kogl-dűlőn” található. A talaj- és szőlőmintákat 2012 szeptemberében vettük. A vizsgált borok a jelzett területekről származó szőlőkből készültek és a Pálos Pincéből származtak.

Mindhárom területen 3 talajszelvényt ástunk és a közvetlen közelükben lévő szőlőbogyókat vetettük kémiai elemzés alá, valamint a belőlük készült Kékfrankos, Pinot Noir és Cabernet Sauvignon fajtájú borokat. A talajminták esetében a terepen vizsgált paraméterek a következők voltak: humuszmenyiség, átmenet, szerkezet, tömődöttség, gyökérzet, vázszázalék, szín, fizikai féleség, kiválás, talajhiba. A vizsgált talajkémiai paraméterek az alábbiak voltak: kémhatás, szénsavas mésztartalom, humusztartalom, ammónium-laktát/ecetsav (AL) oldható foszfor- és kálium tartalom, kálium-klorid oldható kalcium-és magnéziumtartalom, etilén-diamin-tetraecetsav (EDTA) vagy dietilén-triamin-pentaecetsav (DTPA) oldható vas-, mangán-, réz- és cinktartalom. Emellett termoanalitikai vizsgálatokat is végeztünk a talajásványok összetételének megismerése céljából. A rendelkezésünkre álló HPLC készülékkel megvizsgáltuk mindhárom területen a szőlő és a belőle készült borok főbb kémiai összetevőit. A szőlő esetén mértük a glükóz- és fruktóz tartalmat, illetve a borkő-, alma-, és citromsavtartalmat. A bor vizsgált paraméterei: összes extrakt anyag, sűrűség, titrálható savtartalom, pH, tényleges etil-alkohol tartalom, citrom-,

borkő-, alma-, borostyánkő-, tej- és ecetsavtartalom, illetve glicerín, etil- és metil-alkohol-tartalom.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

A (mikro)klíma döntően a termés cukorfokát (ennek következtében a bor alkohol tartalmát), színanyagait és tanninját, részben savtartalmának alakulását határozza meg. A talaj elsősorban a bor jellegét – zamat, illat, különleges íz jegyek, extrakt-tartalom és részben savtartalom – határozza meg. Az alapkőzet és a talaj milyensége befolyásolja a bor érési és fejlődési folyamatát, eltarthatóságát (1. ábra) (HORVÁTH 2006).



1. ábra: A klimatikus tényezők valamint az alapkőzet és a talaj hatása a borok ízvilágának alakulására.

Borkóstolás során használt kifejezések is bizonyítják a talaj és kőzetek hatását, mint pl. a „minerális ízvilág”, a „föld íz”, a „talaj íz”, vulkáni kőzeteknél a „sós íz”. Egy-egy szőlőfajta más és más arcát mutatja meg a különböző talajokon, kőzeteken. „A fajta és a talaj szerencsés találkozása egyik fontos feltétele a kiváló minőségű borok termelésének” (KOZMA 2000).

Talajvizsgálatok eredményei (1. táblázat)

A szőlőtöke megfelelő növekedését, bőséges és jó minőségű termését, az ásványi tápanyagokban és humuszban gazdag talaj biztosítja. A talaj mésztartalma különösen nagy hatással van a bor minőségére és jellegére, de a szőlő életére is. A Soproni borvidék egy része kristályos palára települt, a hűvös klíma, a helyenként sok meszet is tartalmazó talaj, többnyire testes, szín gazdag, közepes savú, lassan fejlődő borokat eredményez.

A talajok kémhatása és mikrotápelem-tartalma

A virágvölgyi területek pH értékei inkább gyengén lúgos kémhatást mutatnak, míg a harkai területen ásott talajszelvények pH értékei semleges-gyengén savanyú kategóriákat jeleznek, melyek megfelelőek a szőlő számára. A fontosabb mikrotápelem-tartalmakat mérve, a Virágvölgy 1 és Virágvölgy 2 talajszelvények Cu tartalma kiugróan magas értékeket mutatott, mellette jelentős a Mn és a Fe tartalom, melyek a Virágvölgy 2 területén nagyobb mennyiségben jelentkeztek. Harka dűlőjén kiugró értékeket a Mn és a Fe tartalom esetén tapasztaltunk, a többi mikrotápelem nagyon kis mennyiségben mutatkozott.

1. táblázat: Főbb talajkémiai paraméterek a vizsgált területeken: Vizes kémhatás: pH_{H₂O}, Kálium-kloridos kémhatás: pH_{KCl}, Szénsavas mésztartalom: CaCO₃ (%), H%: humusztartalom, N%: nitrogéntartalom, AL P és AL K: alumínium-laktát/ecetsav oldható kálium- és foszfortartalom (mg*kg⁻¹), Fe, Mn, Cu, Zn: EDTA/DTPA oldható elemtartalmak (mg*kg⁻¹).

Terület/talaj- szelvény	cm	pH H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃ %	H %	N %	AL P mg kg ⁻¹	AL K mg kg ⁻¹	Fe mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹
Virág völgy 1												
Talajszelvény 1	0-15	8.1	7.1	10	2.40	0.12	612	246	11.6	10.8	29.1	4.5
	15-30	8.0	7.3	11	1.39	0.09	578	109	10.3	5.8	54.4	6.9
	30-55	8.3	7.6	34	0.01	0.04	86	29	3.6	3.8	3.7	1.6
	55-100	8.6	7.9	19	0.01	0.01	13	8	-	0.9	0.5	0.4
Talajszelvény 2	0-10	8.0	7.3	7	2.98	0.14	605	264	9.4	10.0	29.7	5.8
	10-20	8.0	7.2	7	1.12	0.10	367	134	9.0	5.8	22.9	2.5
	20-30	8.2	7.3	19	0.12	0.06	32	62	6.0	5.0	4.3	1.2
	30-45	8.3	7.5	35	-	0.04	38	36	4.2	3.4	1.3	0.4
	45-90	8.5	8.0	27	-	0.02	19	9	0.5	1.6	0.5	0.7
Talajszelvény 3	0-15	7.8	7.2	6	3.21	0.15	453	281	12.8	17.6	29.7	4.9
	15-25	7.8	7.1	6	1.32	0.09	329	162	9.9	7.9	29.5	2.2
	25-35	8.0	7.1	6	1.60	0.10	200	106	10.1	8.7	107.8	3.0
	35-55	8.0	7.1	6	1.73	0.10	205	108	8.7	5.3	106.8	2.5
	55-80	7.9	6.8	6	-	0.04	8	55	6.6	5.6	1.7	0.6
Virág völgy 2												
Talajszelvény 1	0-5	7.8	7.1	6	3.11	0.17	220	285	11.9	15.3	28.3	3.3
	5-15	7.8	7.1	6	1.98	0.13	119	168	12.4	14.6	23.5	2.4
	15-30	7.8	7.0	6	0.51	0.08	43	1299	11.4	10.7	4.7	0.8
	30-40	7.8	7.0	6	0.06	0.07	5	79	11.6	15.8	1.8	0.5
	40-50	8.1	7.4	23	0.02	0.06	11	53	8.8	7.6	1.3	0.3
	50-85	8.3	7.6	35	0.01	0.04	11	31	5.7	4.6	1.0	0.4
Talajszelvény 2	0-5	7.7	7.1	6	2.83	0.14	255	252	11.2	15.5	25.2	2.8
	5-15	7.8	7.0	6	1.91	0.12	207	180	13.5	13.0	18.2	2.1
	15-35	7.7	7.0	5	1.42	0.10	163	121	13.3	12.9	24.0	1.6
	35-45	7.9	7.0	6	0.01	0.08	22	84	10.4	12.4	3.5	3.2
	45-65	7.9	7.0	6	0.01	0.07	6	87	8.8	10.9	1.5	0.4
	65-85	8.2	7.6	37	-	0.04	26	30	5.7	6.5	0.9	0.3
	85-105	8.3	7.5	33	-	0.03	22	27	3.0	3.0	0.6	0.9

<i>Talajszelvény 3</i>	0-5	7.2	6.8	5	3.63	0.15	387	232	28.4	22.4	25.8	4.0
	5-15	7.2	6.5	5	2.72	0.14	277	162	24.7	15.1	36.6	3.3
	15-35	7.1	6.4	5	2.11	0.13	341	104	20.9	15.2	42.0	3.4
	35-75	7.3	6.4	6	0.01	0.04	53	67	4.9	1.5	1.7	0.5
	75-95	7.4	6.6	6	-	0.04	47	38	5.3	1.0	1.0	0.4
	95-110	7.5	6.5	5	-	0.03	45	27	4.3	0.7	0.8	0.2
Harka												
<i>Talajszelvény 1</i>	0-10	7.1	6.5	6	3.24	0.16	72	187	34.6	24.0	7.3	1.8
	10-20	6.7	5.7	-	2.49	0.14	36	92	276.6	398.8	8.4	3.1
	20-40	6.8	5.7	-	1.36	0.11	5	83	145.2	294.3	5.1	2.8
	40-50	7.0	5.7	5	0.78	0.10	1	81	29.7	14.8	2.3	0.4
	50-70	7.2	6.2	6	0.50	0.12	1	84	30.9	12.4	2.0	0.5
	70-95	7.1	6.0	6	0.05	0.13	5	83	45.4	19.3	1.9	0.9
<i>Talajszelvény 2</i>	0-10	7.4	6.7	6	3.13	0.16	245	207	36.9	23.0	8.0	2.1
	10-30	7.3	6.4	6	1.76	0.13	195	106	48.8	13.5	5.9	1.7
	30-80	7.2	6.4	6	1.21	0.12	32	85	27.8	20.4	2.5	1.1
	80-110	7.5	6.4	6	0.56	0.10	7	120	17.4	10.8	2.3	0.7
<i>Talajszelvény 3</i>	0-5	7.6	6.9	6	3.11	0.16	134	235	28.9	23.9	6.7	1.9
	5-15	7.4	6.8	6	2.43	0.15	114	185	27.9	16.4	6.3	1.9
	15-35	7.4	6.7	6	1.39	0.12	122	101	53.6	20.2	5.3	1.3
	35-70	7.3	6.4	6	2.09	0.14	47	101	29.2	18.7	2.8	1.5
	70-90	7.2	6.2	6	1.29	0.12	2	94	25.0	10.5	1.9	0.8

A talajok humusztartalma

Mindhárom terület összes talajszelvényét alacsony humusztartalom jellemezte, mely a szőlő megfelelő növekedését így gátolhatja.

A talaj szénsavas mésztartalma és nitrogéntartalma

A virágvölgyi talajminták közepesen és erősen meszes, míg a harkai minták csak közepesen meszes talajszelvényekből származnak. A nitrogéntartalmi értékek mindhárom területen közepes nitrogén-tartalmú szelvényeket indikáltak.

A ammónium-laktát-ecetsav (AL) oldható foszfor- és kálium tartalom, KCl oldható kalcium-és magnéziumtartalom

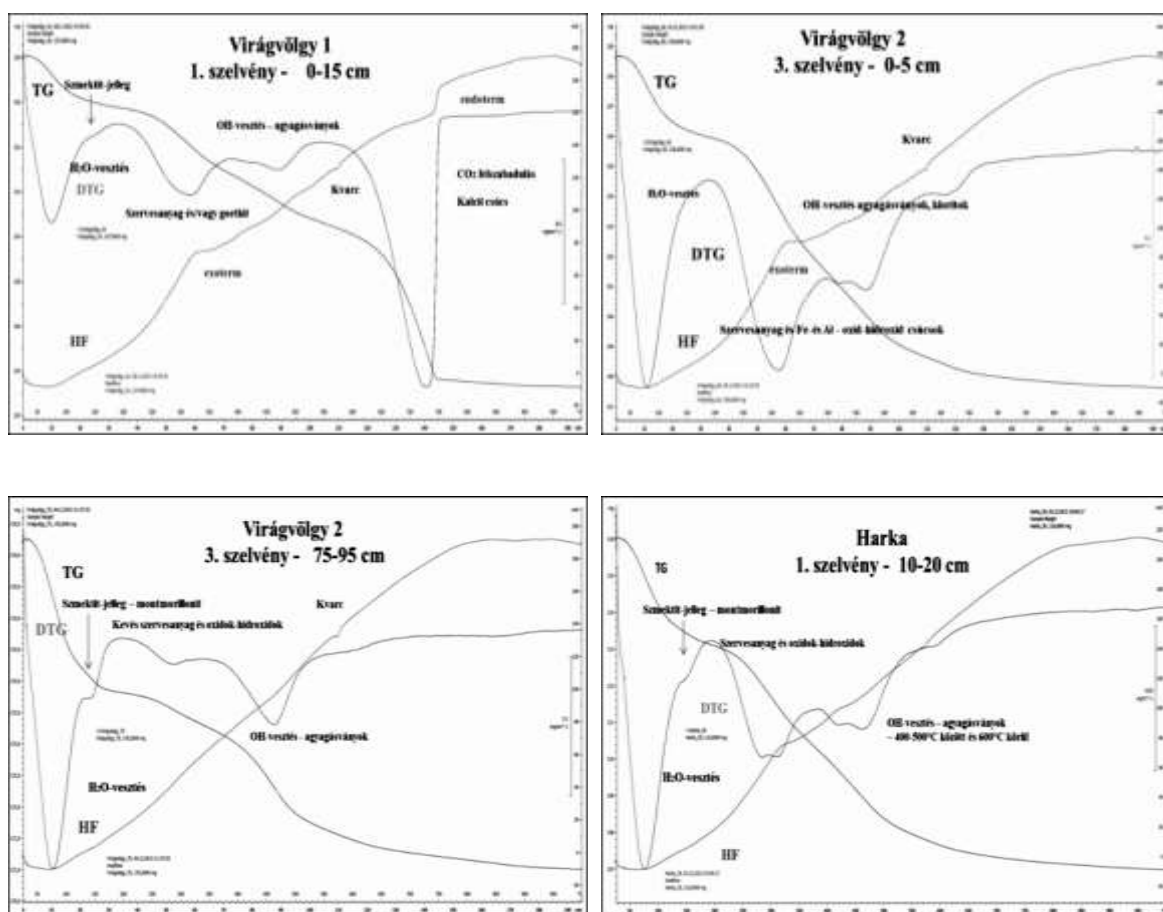
A foszfortartalmat vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a Virágvölgy 1 területén foszforral közepesen és jól ellátott talajszelvények, míg a Virágvölgy 2 területén foszforral közepesen és gyengén ellátott talajszelvények fordulnak elő. A harkai területen foszforral gyengén illetve nagyon gyengén ellátott talajmintákkal találkoztunk. A káliumtartalmak

tekintetében megállapítható, hogy mindhárom területről származó talajszelvények esetében igen alacsony értékek mérhetők.

A laboratóriumi vizsgálatok jelen tápanyagtartalmi eredményei alapján a talaj illetve a terület foszforból pótlást csak a Virág völgy 1 esetében nem igényel, mivel eléri a megfelelő tápanyagszintet, viszont a Virág völgy 2 és Harka esetében mind foszfor és mind kálium utánpótlásra is szükség lenne, utóbbi pedig a Virág völgy 1 talajszelvényeit is érinti. Ezen kívül az alacsony humusztartalmat mindenképp növelni kellene, esetleg szerves trágya talajba forgatásával. Így megfelelő értéket lehetne biztosítani a szőlő megfelelő növekedéséhez, a talaj harmonikus tápanyagellátása érdekében, és a mikroelem hiány elkerülése végett egyaránt.

Termoanalitikai vizsgálatok

Termoanalitikai vizsgálatokat is végeztünk a talajásványok összetételének megismeréséhez, a TG/DSC 1 termograviméterrel. A méréseket egyenletes felfűtés ($5^{\circ}\text{C}/\text{perc}$) mellett, szintetikus levegő atmoszférában végeztük, 25°C -tól 1000°C -ig (2. ábra). A kapott TG, DTG és hőáram görbékéből meghatároztuk közelítőleg az ásványfázisok mennyiségét és minőségét.



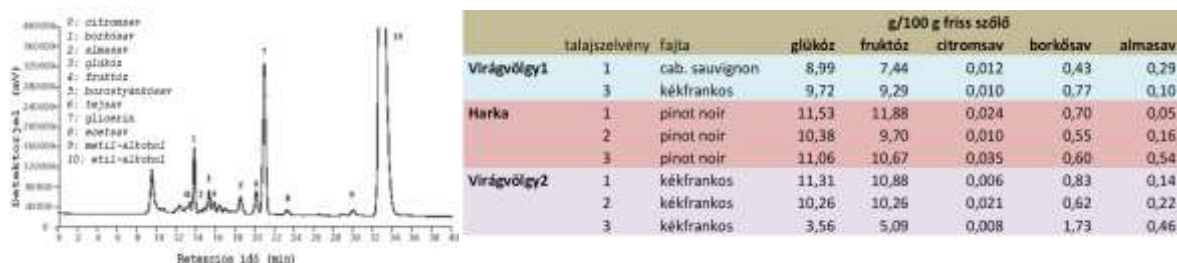
2. ábra: A vizsgált terület néhány talajszintjének termoanalitikai mérési görbéi

A termoanalitikai elemzés alapján elmondható, hogy a Virág völgy 1 területéről származó talajmintákban a kalcit ásvány dominált, mellette kevés szervesanyag jellemző, illetve vas-oxid-hidroxidok, és agyagásványok jellemzőek, melyek inkább szmektites jelleget

mutatnak. A Virágvölgy 2 talajmintákban agyagásványok dominálnak, illites-kaolinites jelleggel, mellette oxid-hidroxidok és kevés szervesanyag jellemző. A harkai területről származó mintában szintén szemektit jellegű agyagásványok jellemzőek. Mindhárom terület talajmintáiban jellemző volt a kvarc ásvány megjelenése.

Szőlő-és borvizsgálatok

A talaj fizikai, kémiai állapota jelentősen befolyásolja a szőlőnövény mindennapi életét és ezen keresztül a szőlőbogyóban koncentrálódó bor-alapanyag minőségét. A szőlő és a bor tekintetében folyadékkromatográfias eljárással mértük meg a főbb szerves savak, a metanol, etanol, glicerin, glükóz és fruktóz tartalmakat. A szőlő esetén mértük a glükóz és fruktóz-tartalmat, illetve a borkő-, alma-, és citromsavtartalmat (3. ábra). A bor vizsgált paraméterei voltak: az összes extrakt anyag, sűrűség, titrálható savtartalom, pH, tényleges etil-alkohol tartalom, citrom-, borkő-, alma-, borostyánkő-, tej- és ecetsavtartalom, illetve glicerin, etil- és metil-alkohol tartalom (4. ábra).



3. ábra: A szerves komponensek HPLC-meghatározása és a szőlőminták savtartalma

Minta	citromsav (g/l)	borkősav (g/l)	almasav (g/l)	borostyánkő sav(g/l)	tejsav (g/l)	glicerin (g/l)	ecetsav (g/l)	metil alkohol (g/l)	etil alkohol (g/l)	ρ_{20} (g/ml)	Összes extrakt (g/l)	pH	Titrálható savtartalom (g/l)	tényleges etil alkohol (v/v%)
KF 2009 barique	1.75	3.28	0.44	0.30	1.53	9.74	0.50	4.09	95.73	0.9924	29.38	3.32	5.93	12.13
KF 2009 2.hordó	1.47	2.83	0.39	0.28	1.21	9.36	0.44	3.20	91.62	0.9932	29.80	3.2	6.40	11.61
KF 2009 1. hordó	1.67	3.80	0.56	0.32	1.39	9.59	0.46	3.15	93.48	0.9931	29.28	3.33	6.25	11.84
KF 2006	1.29	2.77	0.62	0.37	0.90	8.11	0.09	2.81	93.75	0.9916	25.58	3.19	6.04	11.88
KF 2011	1.96	3.83	3.21	0.63	<0	8.62	0.12	2.20	100.60	0.9926	31.06	3.33	7.53	12.75
Cab.Sauv 2011	1.73	2.46	3.90	1.03	<0	8.93	0.16	1.81	101.40	0.9907	28.55	3.41	7.35	12.85
Cab.Sauv 2009	1.17	1.79	0.53	0.51	2.69	7.93	0.35	2.10	94.70	0.9923	27.37	3.65	5.42	12.00
Cab.Sauv 2007	1.09	3.95	1.71	0.53	0.19	8.09	0.52	2.32	88.48	0.9925	26.24	3.08	7.52	11.21
Pin.Noir 2011	1.98	2.12	3.36	0.49	<0	8.05	0.21	2.05	103.50	0.9907	27.73	3.5	6.26	13.11

4. ábra: A borminták kémiai paraméterei (vizsgálat időpontja: 2012. június)

Összefoglalás

A talaj fizikai-kémiai állapota jelentősen befolyásolja a szőlőnövényt és ezen keresztül a szőlőbogyóban koncentrálódó bor-alapanyag minőségét. A bemutatott eljárások megfelelően alkalmazhatók a szőlő, a bor és a talaj összetételének vizsgálatára. Nagyszámú mintán végzett jövőbeli vizsgálatok összetett statisztikai kiértékelésre adhatnak lehetőséget, mellyel a mért paraméterek közötti összefüggések feltárhatók a Soproni borvidéken. Munkánkat a „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) projekt támogatta.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- HORVÁTH I. (2006): A soproni vörösborok összetétele és érzékszervi bírálata az erjedési idő függvényében. – Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Borászati Tanszék, Diplomadolgozat
- KOZMA P. (2000): A szőlő és termesztése I. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 320 p.
- SZŐKE L. (2006): A kálium szerepe a szőlőtermesztésben. – Agrárágazat (2006/5)

MÉSZKÖVÖN KÉPZŐDÖTT TALAJOK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATAI

NÉMETH ESZTER¹, SAJÓ ISTVÁN², BIDLÓ ANDRÁS¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet és Földtudományi Intézet, Sopron
n.eszty7@gmail.com

² MTA, Anyag-és Környezetkémiai Intézet, Budapest

Bevezetés

Jelen munka olyan kémiai vizsgálatok eredményeit mutatja be, melyek elsősorban mészkövön képződött talajokra jellemzőek. A vizsgált talajszelvények egy része a Bükk-hegység legmagasabb pontjáról, a Bükk-fennsík mészkőplatójáról származnak, illetve a Fertő-melléki dombság területén található Szárhalmi-erdőből. Ezek a talajok döntően mészkövön képződtek, mégis más-más tulajdonságok jellemzik őket.

Kutatásainkkal hozzá kívánunk járulni a mészkövön képződött talajok eddigi ismeretének bővítéséhez, jellemzésének kiegészítéséhez. Az elvégzett vizsgálatok eredményeit szeretnénk a két területre nézve összehasonlítani, illetve értékelni ebben a munkában, valamint bemutatni a mért értékek közötti lehetséges összefüggéseket.

Vizsgálati anyag és módszerek

Az általunk vizsgált talajszelvények egy része Magyarország egyik legváltozatosabb mészkővidékéről, a Bükk-fennsíkről, míg a másik fele a Sopronhoz közeli Szárhalmi-erdőből származik. Mindkét területen 4 talajszelvényt jelöltünk ki (1. ábra, 2. ábra), melyek tanulmányozását a helyszín bejárása során végeztük el, jellemezve a termőhely adottságait is. A talajminták esetén, a terepen vizsgált paraméterek a következők voltak: humuszmenyiség, átmenet, szerkezet, tömödöttség, gyökérzet, vázszázalék, szín, fizikai féleség, kiválás, talajhiba. A laboratóriumban megmértük a talajminták kémhatását, szemcseeloszlását, szénsavas mésztartalmát, humusztartalmát, ammónium-laktát/ecetsav (AL) oldható foszfor- és kálium tartalmát (BELLÉR 1997). A mintákból készültek röntgen-diffrakciós és termoanalitikai vizsgálatok is a talajásványok összetételének meghatározásához.



1. ábra: A soproni mészkövön képződött talajszelvények



2. ábra: A Bükk-fennsík területén nyitott, mészkövön képződött talajszelvények

Vizsgálati eredmények és értékelésük

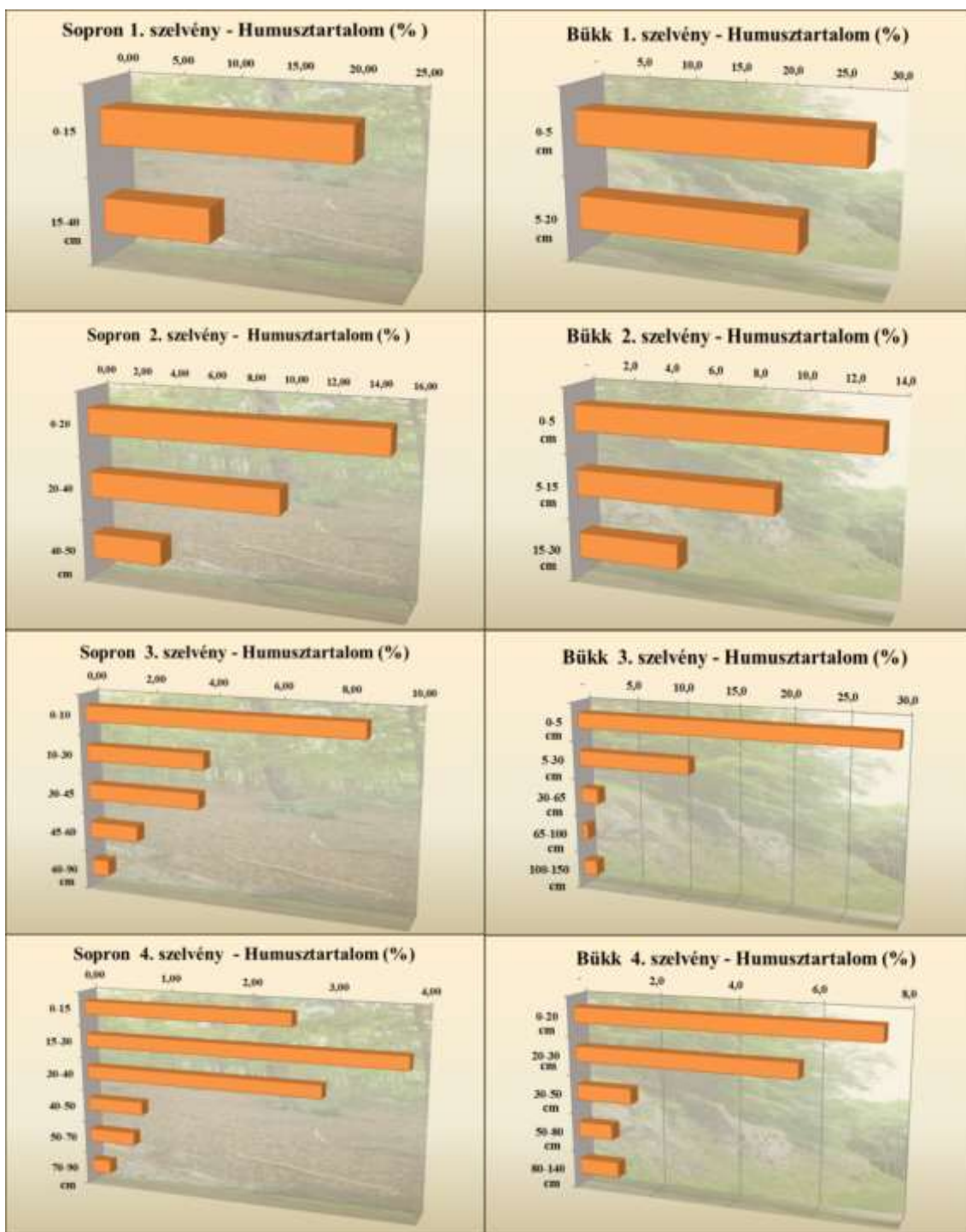
A helyszínen jellemzett paraméterek alapján, a Bükk-fennsík területén található talajszelvények bükkös klímán alakultak ki, míg a Sopronhoz tartozó Szárhalmi-erdőre a gyertyános-tölgyes klíma jellemző (DÖVÉNYI 2010). A laboratóriumi vizsgálatok alapján a kémhatásban is különbözik a két terület, míg a soproni talajszelvények gyengén lúgos pH értékeket mutatnak, addig a bükki talajok a semleges és gyengén savanyú-savanyú kategóriákat preferálják (1. táblázat).

1. táblázat: A bükki és soproni talajszelvények vizes és KCl-os pH értékei talajszintenként

Bükk	cm	pH H ₂ O	pH KCl	Sopron	cm	pH H ₂ O	pH KCl
1	0-5	6,9	6,6	1	0-15	7,5	7,1
	5-20	6,9	6,6		15-40	7,5	7,3
2	0-5	4,9	4	2	0-20	7,6	7,4
	5-15	5,3	4,2		20-40	7,6	7,4
	15-30	5,6	4,3		40-50	8,0	7,6
3	0-5	6,6	6,2	3	0-10	7,5	7,4
	5-30	7,1	6,6		10-30	7,6	7,5
	30-65	7,3	6,7		30-45	7,7	7,6
	65-100	7,3	6,6		45-60	7,9	7,7
	100-150	7,3	6,5		60-90	7,9	7,4
4	0-20	4,7	3,8	4	0-15	7,6	7,4
	20-30	5,2	4,1		15-30	7,8	7,5
	30-50	6,0	4,8		30-40	7,8	7,7
	50-80	6,1	4,6		40-50	8,0	7,5
	80-140	6,2	4,8		50-70	8,0	7,7
					70-90	8,1	7,4

A szervesanyag-tartalom fontos paraméter a mészkövön képződött talajok esetében, hiszen általánosan jellemző rájuk az erőteljes humuszképződés, valamint a talajképző kőzet tulajdonságaitól jelentős mértékben függő szerves-ásványi kolloidok kialakulása. A humusztartalmi vizsgálatok alapján összességében a soproni talajszelvények

humusztartalma gyengébb, mint a bükki talajoké (3. ábra). A felső szintek humuszban gazdagok és közepesen gazdagok, míg az összes bükki szelvény felső talajsztintje humuszban nagyon gazdag.



3. ábra: Humusztartalmi értékek a soproni és bükki talajszelvényekben

A talajszelvények ammónium-laktát/ecetsav (AL) oldható foszfor- és kálium tartalmát mérve azt tapasztaltuk, hogy mind a bükki és mind a soproni talajszelvények foszforban igen szegények, míg káliumtartalmuk különbözik. A bükki talajok káliummal inkább közepesen ellátottak, míg a soproni talajok nagyon kevés káliumtartalommal rendelkeznek.

A bükki talajok nitrogénben közepesen ellátottak és gazdagok, míg a soproni talajok egy része sok nitrogént, másik része kevés nitrogént tartalmaz (2. táblázat).

2. táblázat: Nitrogéntartalom (%), AL-oldható P₂O₅-tartalom (mg/100 g talaj) és AL-oldható K₂O-tartalom (mg/100 g talaj) a bükki és a soproni talajszelvények egyes szintjeiben

Bükk	cm	N%	AL P	AL K	Sopron	cm	N%	AL P	AL K
1	0-5	1,30	7,1	19,6	1	0-15	0,75	10,6	8,9
	5-20	1,06	6,5	16,8		15-40	0,33	10,4	2,6
2	0-5	0,67	9,2	17,2	2	0-20	0,59	12,3	5,3
	5-15	0,46	4,9	7,7		20-40	0,41	10,8	3,2
	15-30	0,25	1,4	5,7		40-50	0,13	8,4	0,7
3	0-5	1,38	1,3	23,2	3	0-10	0,31	9,2	7,2
	5-30	0,50	3,3	6,9		10-30	0,23	6,1	3,8
	30-65	0,10	1,6	2,8		30-45	0,16	7,6	2,6
	65-100	0,04	12,0	2,6		45-60	0,15	8,5	1,0
	100-150	0,08	30,6	2,8		60-90	0,02	10,7	0,7
4	0-20	0,40	16,0	10,7	4	0-15	0,34	6,2	6,4
	20-30	0,29	4,7	7,7		15-30	0,17	5,2	2,9
	30-50	0,09	2,5	8,3		30-40	0,14	5,7	1,8
	50-80	0,06	1,4	8,0		40-50	0,04	8,6	0,5
	80-140	0,07	1,7	11,6		50-70	0,03	3,7	1,0
						70-90	0,01	7,9	0,7

Röntgen-diffrakciós vizsgálatok

Az ásványi összetételt röntgen-diffrakciós eljárással is megvizsgáltuk (3. táblázat). A soproni, mészkövön képződött talajok esetében kevesebb kvarc ásványt tapasztaltunk és sokkal több kalcitot, míg a bükki szelvényekben jelentősen kevesebb a kalcit ásvány relatív mennyisége. Ennek oka valószínűleg az eltérő klíma, mivel a Bükkben a sok csapadék erőteljes kilúgzást okoz. A talajmintákban agyagásványok (illit, kaolinit, montmorillonit), illetve földpátok (albit, mikroklin) is előfordulnak, ezen felül alumínium- és vas-oxid-hidroxidok és kloritok is jellemeznek néhány mintát.

3. táblázat: Relatív %-os ásványi összetétel a bükki és soproni talajszelvények szintjeiben

Bükk	cm	Kvarc	Illit	Montmorillonit	Kaolinit	Albit	Mikroklin	Kalcit	Alumogoethit	Chamosit	Sudoit
1	0-5	45	16	-	12	16	3	3	5	-	-
	5-20	48	18	-	15	6	5	3	5	-	-
2	0-5	40	18	5	5	8	10	-	4	10	-
	5-15	40	18	5	5	8	10	-	4	10	-
	15-30	40	18	5	5	8	10	-	4	10	-
3	0-5	40	22	5	10	8	5	2	8	-	-
	5-30	42	18	5	15	6	3	1	10	-	-
	30-65	42	20	5	20	2	1	-	10	-	-
	65-100	35	24	9	20	1	1	-	10	-	-
	100-150	44	24	5	15	-	-	-	12	-	-
4	0-20	48	18	3	5	12	5	-	4	-	5
	20-30	55	12	3	6	12	5	-	4	-	3
	30-50	36	25	5	8	6	8	-	4	-	8
	50-80	35	25	5	8	8	5	-	4	-	10
	80-140	35	22	3	5	12	8	-	4	-	8

Sopron	cm	Kvarc	Illit	Montmorillonit	Kaolinít	Albit	Mikroklín	Kalcit	Alumogoethit	Chamosit	Sudoit	Aragonit
1	0-15	22	15	-	3	6	5	35	4	8	-	-
	15-40	12	4	-	4	8	6	58	5	3	-	-
2	0-20	55	5	-	-	10	3	25	-	2	-	-
	20-40	35	4	-	-	7	4	48	-	2	-	-
3	40-50	12	12	-	-	3	1	70	-	2	-	-
	0-15	45	12	6	5	16	1	15	-	-	-	-
	15-30	40	9	3	5	12	1	30	-	-	-	-
	30-40	30	20	3	4	12	1	30	-	-	-	-
	40-50	10	25	2	3	5	-	55	-	-	-	-
	50-70	20	14	8	5	12	-	38	-	-	-	3
4	70-90	14	12	8	6	6	3	45	-	-	-	3
	0-10	48	10	-	6	12	6	18	-	-	-	-
	10-30	45	12	4	5	14	5	15	-	-	-	-
	30-45	35	16	5	5	14	3	22	-	-	-	-
	45-60	38	20	5	5	6	2	24	-	-	-	-
	60-90	40	12	2	3	10	3	30	-	-	-	-

4. táblázat: Korrelációs mátrix a vizsgált kémiai paraméterekre (felső: Sopron, alsó: Bükk-Szilvásvár).
Pearson-féle korrelációs együtthatók (r).

Correlations (Sopron adatok)											
Marked correlations are significant at $p < ,05000$											
N=24 (Casewise deletion of missing data)											
Variable	Means	Std.Dev.	pH vizes	pH KCl	A	I	Fh	Dh	H %	AL P	AL K
pH vizes	7,70000	0,37879	1,000000	0,844671	-0,469773	-0,054518	0,430550	-0,057508	-0,396142	0,369820	-0,746423
pH KCl	7,31250	0,39816	0,844671	1,000000	-0,653791	-0,118388	0,613608	-0,056426	-0,222531	0,475639	-0,695477
A	19,58333	12,02142	-0,469773	-0,653791	1,000000	-0,340827	-0,494848	-0,135925	-0,247800	-0,738016	0,251680
I	22,33333	9,68489	-0,054518	-0,118388	-0,340827	1,000000	-0,497814	0,259734	0,404735	0,275846	0,356682
Fh	47,74583	15,41598	0,430550	0,613608	-0,494848	-0,497814	1,000000	-0,578307	-0,317979	0,130941	-0,412000
Dh	10,33750	8,03370	-0,057508	-0,056426	-0,135925	0,259734	-0,578307	1,000000	0,493055	0,520541	-0,016007
H %	4,79992	5,10577	-0,396142	-0,222531	-0,247800	0,404735	-0,317979	0,493055	1,000000	0,399986	0,649402
AL P	7,37686	2,75166	0,369820	0,475639	-0,738016	0,275846	0,130941	0,520541	0,399986	1,000000	-0,246105
AL K	3,70117	2,84065	-0,746423	-0,695477	0,251680	0,356682	-0,412000	-0,016007	0,649402	-0,246105	1,000000

Correlations (Szilvasvár adatok)											
Marked correlations are significant at $p < ,05000$											
N=15 (Casewise deletion of missing data)											
Variable	Means	Std.Dev.	pH vizes	pH KCl	A	I	Fh	Dh	H %	AL P	AL K
pH vizes	6,22667	0,91532	1,000000	0,494807	0,109897	-0,825283	-0,356411	0,692326	0,088510	0,124733	-0,159081
pH KCl	4,96000	1,65218	0,494807	1,000000	0,036013	-0,634533	-0,329200	0,582743	-0,116591	0,125098	-0,263944
A	25,40000	8,69154	0,109897	0,036013	1,000000	-0,224286	-0,527120	0,057990	-0,437683	-0,020642	-0,503002
I	34,46667	14,46605	-0,825283	-0,634533	-0,224286	1,000000	0,614112	-0,908497	0,139941	-0,352154	0,454436
Fh	25,73333	12,89040	-0,356411	-0,329200	-0,527120	0,614112	1,000000	-0,763703	0,781606	-0,226805	0,901119
Dh	14,37000	22,50188	0,692326	0,582743	0,057990	-0,908497	-0,763703	1,000000	-0,367482	0,365239	-0,614414
H %	9,16078	9,87029	0,088510	-0,116591	-0,437683	0,139941	0,781606	-0,367482	1,000000	-0,152323	0,877553
AL P	6,94779	7,85726	0,124733	0,125098	-0,020642	-0,352154	-0,226805	0,365239	-0,152323	1,000000	-0,239366
AL K	10,11665	6,39271	-0,159081	-0,263944	-0,503002	0,454436	0,901119	-0,614414	0,877553	-0,239366	1,000000

Összefoglalás

A közethatású talajoknál általában a kilúgzási folyamatok kismértékűek (STEFANOVITS 1992), mely a soproni talajszelvények esetében elmondható, viszont a bükki szelvények pH értékei nem ezt jelzik (1. táblázat), melynek oka a terület bőséges csapadékmennyisége. Az eredmények közötti összefüggéseket korrelációs mátrixszal is megvizsgáltuk (Pearson-féle r érték) 95%-os szignifikancia szinten (4. táblázat). A soproni és bükki minták paraméterei számos tekintetben eltérnek egymástól. A soproni minták paraméterei között

több szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki (17 db), mint a bükki talajmintáknál (12 db). A kapcsolatok erősségéből illetve előjeléből a végbemenő talajképződési folyamatokra vonatkozóan vonhatunk le következtetéseket, illetve a két terület közti különbségek is feltárhatók. A jövőben további paraméterekkel bővítjük vizsgálatainkat (elemtartalmak, termoanalitikai mérések) és többváltozós statisztikai módszerekkel (PCA) is kiértékeljük eredményeinket.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a „Silva naturalis – A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- BELLÉR P. (1997): Talajvizsgáló módszerek. – Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron, pp. 16-20.
- DÖVÉNYI Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. –MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp.
- STEFANOVITS P. (1992): Talajtan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 200-203.

AZ ERDEI AVAR MAXIMÁLIS VÍZTARTÓ KÉPESSÉGE

ZAGYVAINÉ KISS KATALIN ANITA, KALICZ PÉTER, GRIBOVSZKI ZOLTÁN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
zagyvain@emk.nyme.hu, kaliczp@emk.nyme.hu, zgribo@emk.nyme.hu

Bevezetés

A természetközeli erdőgazdálkodás kapcsán az utóbbi időben mind több tanulmány lát napvilágot a különböző erdőfelújítási módok sikerességét befolyásoló hatásokat elemezve. A klimatikus paraméterek közül a fény és a csapadékmennyiség a legfontosabbak. Az erdő és víz kapcsolatát feltérképező kutatásoknak, magyarországi viszonylatban, csak kisebb része foglalkozik az avar szerepével. Az erdő hatalmas felülettel rendelkezik, melyen a csapadék egy részét visszatartja. A lombon átjutott csapadék az aljnövényzettel és az avarral találkozva újra megfogyatkozik, és csak a megmaradó hányad szívárog be a talajba. Az avar mennyiség a megbontott állományban kisebb mennyiségben van jelen. A különböző fafajok avarja eltérő mértékben, de a saját tömegénél is több vizet képes tározni, melynek kiegyenlítő szerepe lehet a szélsőséges időjárási körülmények esetén. Az aktuális csapadékeseményből visszatartott vízmennyiség függ az avar aktuális nedvességtartalmától, azonban van egy maximális érték, aminél több vizet már nem képes felfogni, bármilyen nagy és tartós csapadékesemény következzen be.

Hazai szinten az avarintercepció témakörében – kapcsolódva a lombkorona-intercepcióhoz – FÜHRER (1992, 1994) és SITKEY (2006) publikált, de az avar nedvességtartalmával más-más szempontból több kutató is foglalkozott (IJÁSZ 1936, CSERESNYÉS és CSONTOS 2007, GÁCSI 2000).

Munkánkban az avar maximális víztartó képessége alapján három állományt hasonlítottunk össze: bükk (*Fagus sylvatica*), lucfenyő (*Picea abies*) és kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*). Az avar víztartalmának vizsgálatához állományonként több mint ötszáz darab minta szolgáltatott adatokat három év alatt (2003-2005.). Ezek víztartalmi és száraztömeg-elemzését mutatjuk be a következőkben.

Vizsgálati terület

A kutatás helyszíne a Soprontól nyugatra fekvő Hidegvíz-völgy. A mintavételek a Nyugat-magyarországi Egyetem által működtetett intercepciós kertek közvetlen közelében történtek, ahol több erdészeti hidrológiai vizsgálat folyik (KUCSARA 2003).

A bükkös állomány a Farkas-árokban, a 171G erdőrészletben 510 m tengerszint feletti magasságban fekszik, 15% lejtésű K-i kitettségű, többletvízhatástól független területen. A természetes társulásnak megfelelő kocsánytalan tölgyvel elegyes állomány talaja savanyú nem podzolos barna erdőtalaj. A 2005. évi adatok alapján az erdőrészlet 100% záródású, 17-18 m átlagmagasságú, egyszintes, mag eredetű, az átlagos mellmagassági átmérő 18 cm. A kocsánytalan tölgy, mint elegy fafaj megtalálható a területen. Az állomány kora a jelen kutatás megkezdésekor 2003-ban 44 év volt (VIG, 2000; ERDÉSZETI ÜZEMTERV 2005). A faállomány aljnövényzete gyér.

A lucos mintavételi hely a bükkös közvetlen közelében, 500 m tengerszint feletti magasságban volt (171H erdőrészlet). Az intercepciós kert az erdőrészlet elegyetlen lucos foltjában került kialakításra. Az erdőrészlet 2005. évi adatai szerint az állomány záródása 83%, famagassága 17 m, a törzsek átmérője 23 cm, egyszintes, mag eredetű. A lejtés-, kitettség-, hidrológiai- és talajviszonyok a bükkössel megegyeznek (ERDÉSZETI ÜZEMTERV

2005). Lágyszárú szintje nincs. A lucos állomány kora 33 év volt jelen kutatás kezdetekor, ez volt a vizsgált három közül a legfiatalabb állomány.

A kocsánytalan tölgy állomány a két fenti területtől távolabb, a 163K erdőrészletben fekszik, 3-6% lejtésű nyugati oldalon. Az erdőrészlet 2005. évi adatai szerint az állomány főfafaja a kocsánytalan tölgy, melyben csoportos elegyet alkot a bükk. Az intercepciós kertben a bükk szálanként fordult csak elő. Átlagos magassága 14 m, záródása 87%-os, átlagos átmérő 14 cm. A 2003-ban 37 éves állomány többletvízhatástól független, podzolos barna erdőtalajú természetszerű erdő (ERDÉSZETI ÜZEMTERV 2005). Aljnövényzete ritka.

Vizsgálati módszer

Az avar víztartalmának meghatározáshoz az avargyűjtés módszerét (HELVEY 1964) alkalmaztuk, vagyis egy bázisvonal mentén, méterenként, összesen 10 darab 38 cm:38 cm-es mintát vettünk mindhárom állományban. A terepen gyűjtött mintákat simítózáras tasakokba gyűjtöttük, hogy a nedvességtartalmukból a gyűjtés és feldolgozás közötti időben ne veszítsenek. A feldolgozás során laborban mértük az avar nedves tömegét, és szárítószekrényben 105 °C-on súlyállandóságig szárítottuk, így tudtuk meghatározni az abszolút száraz tömeget és a kétféle különbségként a víztartalmat.

Az avargyűjtés mintavétel – az időjárási-, és útviszonyok függvényében – legfeljebb heti gyakoriságú volt 2003. szeptember 1. és 2005. november 10.-e között.

Eredmények

Az avar összetételét vizsgálva egy alkalommal meghatározásra került az avaralkotók részaránya a szárazavar-tömeg és a víztartalom függvényében, a 10 minta átlagában. A mérés érintette a szigorúan vett avar (leveleket), a vékony gallyakat, az 1 cm átmérőt meghaladó ágdarabokat, az avarszintben található zöld növényeket, és – ahol volt – a terméseket és termőtestes gombákat. A szétválasztás és elemzése tölgy és bükk fafajok esetén történt meg. Bükk esetén a legnagyobb száraztömeget az avar teszi ki, míg a gallyak, ágak annak felét adják, közel azonos arányban az 1cm-nél vékonyabb és az 1 cm-nél vastagabb részek. Víztartalmuk az avarszint 27%-a. A termések száraztömege 4% és nedvességtartalma 7% a teljes mintához képest. A mintáinkba belekerülő avar tartalmazza az avarleveleken kívül az 1 cm-nél vékonyabb gallyakat, és a bükknél a terméseket. Ez a mintavétel így a csupán avarleveleket tartalmazó mintákhoz képest 30%-os eltérést jelent a száraztömegek tekintetében, és e vizsgálat időpontjában 0,7 mm nedvességtartalom-eltérést. Az egyes avaralkotók száraztömeg-adatai kocsánytalan tölgy esetén kevésbé számottevőek, legnagyobb arányban (79%) találjuk az avarleveleket, majd a vékony gallyakat (12,5%), zöld növényeket (5%), míg 1 cm-nél vastagabb fa e mintavétel során elenyésző mennyiségben (kevesebb, mint 4%) került a mintánkba. A víztartalom megoszlása az egyes avarszint-alkotók között szintén ezt a sorrendet követi a kocsánytalan tölgy esetén (84% avarlevél, 7,5% gallyak, 6,5% zöld növények és 2% körüli az 1 cm-nél vastagabb ág kategória). Az avarlevelekkel együtt szedett vékony gallyak tehát a száraztömeget 12,5%-kal, a víztartalmat 0,1 mm-rel növelik. A további kutatásokban is az avar, (bükk esetén a termések is) és a vékony 1 cm-nél vékonyabb gallyak képezik a mérések alapját, mivel terepi körülmények között ezek szétválasztása lehetséges a többi összetevőtől, valamint előfordulási valószínűségük egyenletes.

Az avar száraz tömege és nedvességtartalma közötti összefüggés feltárásához elemeztük az avarminták száraztömegét. A fafajok között határozott különbség van. Legnagyobb avar-tömege a lucfenyőnek van (1,85 kg/m²) a vizsgált állományokban. A bükk avar-tömege (1,06 kg/m²) átlagosan a fele, mint a lucos állományé. A kocsánytalan tölgy állomány

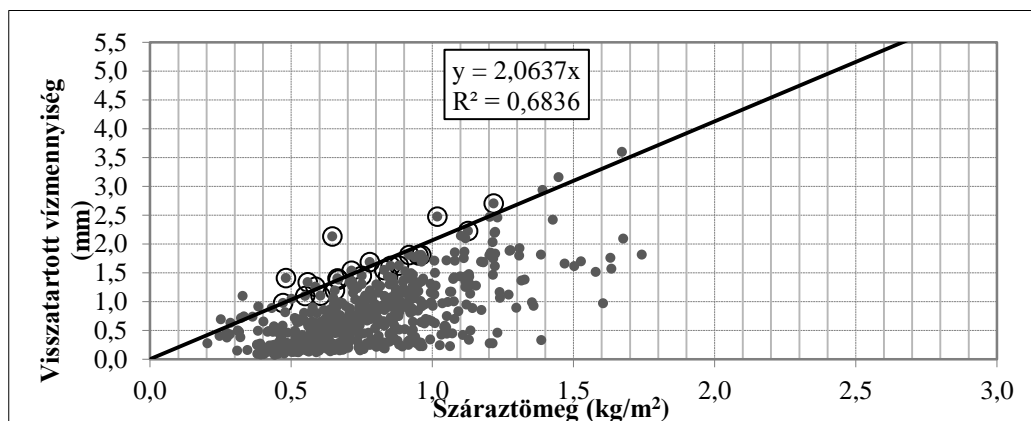
rendelkezik a legkisebb száraz-avartömeeggel ($0,8 \text{ kg/m}^2$), itt körülbelül $0,25 \text{ kg}$ -mal kevesebb avar található m^2 -enként, mint a bükkösben.

Pontdiagramok készültek, melyek a 2003. szeptember és 2005. november között gyűjtött, vízréteg-vastagságra (mm) átszámított víztartalmat a száraz-avartömeg függvényében szemléltetik. Ezek közül a terjedelmi korlát miatt csak a kocsánytalan tölgy állományra elkészített diagramot közöljük (1. ábra). Az állományonként átlagosan 500 adatpárt feltüntető ponthalmazok mutatták, hogy a vizsgálat két éve során jelentős eltérés volt az egyes fafajok között mind a száraztömeg, mind a víztartalom esetén. A különbség leginkább a lucos és a másik két állomány között szembetűnő, vagyis a tülevelű és lombhullató állományok között. Míg a kocsánytalan tölgy és a bükk esetén a maximálisan mért víztartalom nem haladta meg a 4 mm -t, addig a lucfenyő esetén $5\text{--}7 \text{ mm}$ közötti vízvisszatartás is előfordult.

A minták statisztikai kiértékelésekor azt a módszert alkalmaztuk, hogy fafajonként az adatpárokat a száraz-avartömeg függvényében meghatározott kategóriákba osztottuk. Ezek a kategóriák a kisebb avartömegű bükk és kocsánytalan tölgy esetén 100 g -onként, lucnál 250 g -onként kerültek beosztásra. Az egyes csoportokat a visszatartott vízmennyiség szerint rendezve, a legnagyobb vízmennyiséggel bíró adatpárokat (a kategória elemszámának 5%-át) választottuk ki, melyekkel regressziós egyenest rajzoltunk. Abban az esetben, ha a kategóriában található minták darabszámának 5%-a nem érte el az egyet, akkor abból a csoportból nem került egy adatpár sem a regressziós egyenes megrajzolásához felhasznált pontok közé. Ennek főként a nagyobb avartömegek esetén van jelentősége, ahol rendszerint már kevesebb minta fordul elő, és kisebb eséllyel található közöttük magasabb víztartalmú adatpár. Az egyenesek az adott száraz avartömeghez (m) tartozó maximális visszatartott vízmennyiséget (w_{\max}) mutatják. Az egyenesek általános egyenlete:

$$w_{\max} = d \cdot m \quad (1)$$

Megjegyzés: Elméleti feltételezés, hogy a 0 pontban van a tengelymetszet, vagyis a 0 g száraztömeghez 0 mm visszatartott vízmennyiség tartozik.



1. ábra: Kocsánytalan tölgy avarminták víztartalom értékei a száraztömeg függvényében.

1. táblázat: Az egyenesek meredeksége (d) és a determinációs együttható a három vizsgált állomány esetén

	d	R^2
Kocsánytalan tölgy	2,1	0,68
Bükk	2,2	0,51
Lucfenyő	2,1	0,91

Az egyenesek meredeksége (d) hasonló: azonos a luc és a kocsánytalan tölgy esetén (2,1), és kissé eltérő a bükk esetén (2,2) (1. táblázat). A szakirodalomban közölt feltevés, miszerint a túlevelek nagyobb felületük miatt fajlagosan több vizet képesek visszatartani, nem igazolódik az adataink szerint (elképzelhető, hogy az avar a mérések során sosem telítődött teljesen).

A mérési adatokból meghatározott, száraztömeg és víztartalom összefüggés alapján azt a következtetést tehetjük, hogy az egységnyi tömegre eső effektív vízvisszatartási tulajdonságukban az adataink alapján jelentős eltérés nincs, vagyis a maximálisan visszatartott vízmennyiség sokkal inkább függ a száraztömegtől, mint a fafajtól. A száraztömeg természetesen függ a fafajtól, kortól, klímától és más körülményektől, így közvetve ezek is befolyásolják a maximálisan visszatartott vízmennyiséget. Méréseink szerint egy kilogramm avar 2,1–2,2 liter csapadékot képes tárolni. Átlagos avartömegre kiszámítva a tározási kapacitást a vizsgált három állomány esetén az adott időszakban a következő értékeket kapjuk: bükk 2,3 l/m², lucfenyő 4,1 l/m², kocsánytalan tölgy 1,8 l/m². Vizsgálataink alapján az avar tározási kapacitása 210-220%-os. Ezt támasztja alá HELVEY (1964) publikációja is, ahol az avar víztartalmát, az avart elérő csapadékmennyiség függvényében közelíti, és a száraztömeg arányában maximálisan 210-215% közötti értékkel jellemzi azt vegyes lombhullató állomány esetén. BLOW (1955) tölgyerdők avarját vizsgálva jutott arra a megállapításra, hogy az avar által felvett maximális víztartalom a száraztömeg függvényében 225%. LOWDERMILK (1930) telítéssel kíséreltet igyekezett a víztartó kapacitást megállapítani borovi fenyő és borovi fenyő-cédrus vegyes állományban. Mérései szerint 180% az átlagos víztartó kapacitás a légszáraz állapothoz képest. Saját méréseink szerint a légszáraz és az abszolút száraz állapot között 12-14% a különbség, míg BLOW (1955) ezt 35%-ra teszi. Lowdermilk publikációjában közölt értéket (180%) – légszáraz állapotból abszolút száraz állapotra átváltva – 195%-ra egészíthetjük ki saját mérési eredményeink (kb. 15%) szerint korrigálva, míg BLOW (1955) közlése szerinti értéket (35%) hozzáadva 215%-nak adódik az abszolút száraz állapothoz viszonyított víztartó kapacitás. Így ez az érték alátámasztja a vizsgálati eredményeinket, azonban Lowdermilk által mért értékek jelentős szórással bírnak, főként a részben bomlott avar vizsgálatában.

A maximális víztartalomra vonatkozó becslés a numerikus modellek esetén jól alkalmazható, mivel a maximális tározási kapacitás az avartömeg ismeretében fafajtól függetlenül megadható. Mivel az avartömeg évente változik, így a becslés pontosságához az adott év avartömeg adata lehet szükséges.

Nagyobb területek (pl. egy vízgyűjtő) avarjának maximális tározási kapacitásának becslésekor felmerülhet még az erdészeti tevékenységek hatása, a megbontott erdőállományban keletkező folytonossági hiány. Érdemes lehet figyelembe venni, hogy az ilyen lékekben, nyiladékokban eltérő klimatikus és állományi viszonyok hatására hogyan változik az avar mennyisége. Pontszerű mérésünk szerint, a Sopron Dalos-hegy mérési helyen a 80C erdőrészletben a 20 m átmérőjű (G2-es jelű) lék közepén mért száraz avartömeg 0,13 kg/m²-nek adódott, míg ugyanitt az állományban 0,46 kg/m² avarmennyiséget mértünk lombhullás után. Ez a maximális vízvisszatartást tekintve 0,27 l/m²-t jelent a lékben, és 0,96 l/m²-t az állományban, vagyis a lék közepén körülbelül harmada az avar vízvisszatartása, az állomány alattihoz képest.

Összefoglalás

A folyamatos erdőfelújítás sikere a hidrológiai feltételektől nagyban függ. Az újulat számára rendelkezésre álló csapadékhányad a szabadterületi csapadéknak a lombkorona és az avar által visszatartott vízmennyiséggel csökkent része. Jelen kutatás keretében az avar száraztömegét és víztartalmát elemeztük, és vizsgáltuk ezek összefüggését három fafaj, a

kocsánytalan tölgy, a bükk és a lucfenyő esetében. A vizsgálat módszere adott területről összegyűjtött avar által visszatartott vízmennyiségnek és az avar száraztömegének meghatározása volt, amelynek során egy nagy mintaszámú, három évet érintő adatsor jött létre 2003 és 2005 között. Megállapítottuk, hogy az avarszint elemei (elhalt levelek, gallyak, ágak stb.) milyen mértékben részesülnek az avarszint össztömegéből a tölgyes és a bükkös állományban, és víztartalmuk hogyan alakul ezen elemeknek a vizsgálat időpontjában.

Az egységnyi területre vetített legnagyobb avartömeggel a luc rendelkezik a három állomány közül, mely csaknem kétszerese a vizsgált bükk állományénak. A kutatásokba bevont állományok közül legkisebb avartömege a kocsánytalan tölgy állománynak van.

Az avar vízvisszatartó képességével kapcsolatos vizsgálatok eredményeként azt az összefüggést kaptuk, hogy az egységnyi tömegről eső effektív vízvisszatartási tulajdonságban nincs jelentős különbség az általunk vizsgált fafajok között. Megállapítható, hogy a maximális avarvíztartalom egyértelműen függ a száraztömegetől.

A maximális avar-víztartalom száraztömegetől való függésére tett megállapítás a maximális tározási kapacitás becslését teszi lehetővé mind az állomány alatt, mind az erdőfelújítással érintett területeken, így a lékekben, vagy a tarvágással érintett helyeken is.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 támogatta.

Felhasznált irodalom

- BLOW, F. E. (1955): Quantity and Hydrologic Characteristics of Litter under Upland Oak Forest in Eastern Tennessee. *Journal of Forestry* 53. 190-195.
- CSERESNYÉS I. ÉS CSONTOS P. (2007): A feketefenyvesek szárazsági viszonyainak változása. In: Csontos (szerk.): *Feketefenyvesek ökológiai kutatása*. Scientia Kiadó, Budapest, 43-56.
- ERDÉSZETI ÜZEMTERV (2005)
- FÜHRER E. (1992): Intercepció meghatározása bükk, kocsánytalan tölgy és lucfenyő erdőben. *Vízügyi közlemények*, 74(3). 281-294.
- FÜHRER E. (1994): Csapadékmérések bükkös, kocsánytalan tölgyes és lucfenyves ökoszisztémában. *Erdészeti Kutatások* 84. 11-35.
- GÁCSI ZS. (2000): A talajvízszint észlelés, mint hagyományos, és a vízforgalmi modellezés, mint új módszer alföldi erdeink vízháztartásának vizsgálatában. *Doktori (Ph.D.) értekezés*, Kecskemét.
- HELVEY, J. D. (1964): Rainfall interception by hardwood forest litter in the southern Appalachians. *U.S. Forest Service Research Paper*, SE 8. 1-8.
- IJJÁSZ E. (1936): A nyersalomtakaró szerepe az erdők vízháztartásában. *Hidrológiai Közöny*, 16. 72-101.
- KUCSARA M. (2003): A hidegvíz-völgyi erdészeti hidrológiai kutatóhely. *Hidrológiai tájékoztató* 43 Budapest, 21-23.
- LOWDERMILK, W. C. (1930): Influence of forest litter on run-off, percolation, and erosion. *Journal of Forestry* 28. 474-490.
- SITKEY, J. (2006): Water cycle investigations in Hungarian forest ecosystems. *Forestry Studies in China*, 8(4). 82-86.
- VIG P. (2000): Egy bükkös állomány vízháztartását befolyásoló tényezők évközi változásai. In: KIRCSI A. (szerk.) *III. Erdő és klíma konferencia*, Debrecen, 132-141.

DR. KÓHALMY TAMÁS ZOOLOGIAI ÉS VADGAZDÁLKODÁSI SZEKCIÓ

1. **BAGI ZOLTÁN, JUHÁSZ LAJOS, KUSZA SZILVIA:** Az európai balkáni gerle (*streptopelia decaocto friv.*) populációk genetikai szerkezetének vizsgálata - első lépések
2. **FARAGÓ SÁNDOR, GOSZTONYI LÍVIA:** Válságjelenségek vagy vonulási anomáliák? Hová tűnt a vetési lúd?
3. **FARAGÓ SÁNDOR, GOSZTONYI LÍVIA:** A nagy kócsag és a szürke gém áttelelése Magyarországon
4. **FARAGÓ SÁNDOR, GOSZTONYI LÍVIA:** A szárcsa (*Fulica atra* L., 1758) állománydinamikája Magyarországon
5. **FARAGÓ SÁNDOR, LÁSZLÓ RICHÁRD:** A vidra (*Lutra lutra*) elütések magyarországi alakulása, térbeli mintázat
6. **FARKAS ATTILA, FODOR JÓZSEF-TAMÁS, JÁNOSKA FERENC:** Az aranyakál és a róka táplálkozásának összehasonlító vizsgálata Romániában
7. **FODOR JÓZSEF-TAMÁS, JÁNOSKA FERENC, FARKAS ATTILA:** A vaddisznó mozgáskörzetének összehasonlító vizsgálata különböző romániai élőhelyeken (Részeredmények)
8. **HEFFENTRÄGER GÁBOR, SÁNDOR GYULA, TARI TAMÁS, NÁHLIK ANDRÁS:** Dámszarvas mezei- és erdei élőhely-preferenciájának vizsgálata
9. **KUSZA SZILVIA, JÁVOR ANDRÁS:** Are brown hares (*lepus europaeus*) genetically differs in central- and eastern europe?
10. **LÁSZLÓ RICHÁRD, BENDE ATTILA, FARAGÓ SÁNDOR:** Szín és mintázatbeli eltérések a magyarországi erdei szalonka szárminták között
11. **LÁSZLÓ RICHÁRD, RÁKOS LILLA:** A közlekedés okozta veszteségek vizsgálata a zalai gímállományban az első vadgazdálkodási ciklusban (1997-2007)
12. **NÁHLIK ANDRÁS, SÁNDOR GYULA, DREMMEL LÁSZLÓ, TARI TAMÁS:** Az erdőgazdálkodási üzemmód hatása a vad számára hozzáférhető táplálék kínálatra
13. **NÁHLIK ANDRÁS, SÁNDOR GYULA, HEFFENTRÄGER GÁBOR, PÓCZA GERGELY, TARI TAMÁS:** Előzetes eredmények a vaddisznó mozgáskörzetének alakulásáról
14. **NÁHLIK ANDRÁS, SÁNDOR GYULA, TARI TAMÁS:** A vadkár alakulása Magyarország erdei és mezőgazdasági területein

- 15. NÉMETH TAMÁS MÁRTON, KOVÁCS GYULA, WINKLER DÁNIEL:** A fűrj (*Coturnix coturnix Bonnaterra, 1791*) befogás és jelölés módszertani kérdései – előzetes tapasztalatok a LAJTA Project területén
- 16. ÓNODI GÁBOR, CSÖRGŐ TIBOR:** A nagy fakopáncs (*Dendrocopos major Linnaeus, 1758*) élőhely preferenciája fűz-nyár ártéri erdőben, tájidegen fafajok jelenlétében
- 17. SÁNDOR GYULA, HEFFENTRÄGER GÁBOR, TARI TAMÁS, NÁHLIK ANDRÁS:** Dámszarvas otthonterület alakulása és ennek gyakorlati kérdései
- 18. TARI TAMÁS, SÁNDOR GYULA, NÁHLIK ANDRÁS:** Gímszarvas táplálékfelvételének jellemzői
- 19. VARJU JÓZSEF, JÁNOSKA FERENC:** A szigetközi hód-populáció monitoringának újabb eredményei

AZ EURÓPAI BALKÁNI GERLE (*STREPTOPELIA DECAOCTO*) POPULÁCIÓK GENETIKAI SZERKEZET VIZSGÁLATA – ELSŐ LÉPÉSEK

BAGI ZOLTÁN, JUHÁSZ LAJOS, KUSZA SZILVIA

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Debrecen
bagiz@agr.unideb.hu

Bevezetés

A balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) egyre gyorsabb ütemben terjeszkedik világszerte (ROCHA-CAMARERO és HIDALGO DE TRUCIOS 2002). Terjeszkedésének kezdete a XVI. századra tehető (OWEN 2005), mely konfliktusokkal járt a meghódított területek életközösségeivel, azonban ezek ellenére is képes volt hatalmas területeken elterjedni és sokszor nagyon eltérő ökológiai környezetekhez is sikerrel alkalmazkodni. Erre jó példa ROBERTSON (1990) vizsgálata, melynek során megállapította, hogy a vidéki Nagy-Britanniában a tenyésztésidőszak körülbelül egy hónappal később kezdődik és ér véget, mint a hasonló földrajzi szélességen Kelet-Európában. A faj Indiából származik, mely évszázadok alatt jutott el a Közel-Keleten keresztül Európába. Jelenleg Kelet-Ázsia és Észak-Afrika irányában folytatja természetes terjeszkedését. Emberi közvetítéssel került Közép- és Észak-Amerika, valamint Ausztrália területére, ahol szintén sikerrel kolonizál (CALOGERO *et al.* 2003). Az elmúlt közel száz évben Kis-Ázsiából kiindulva rendkívüli gyorsasággal hódította meg európai élőhelyeit. Ennek kiváltó oka máig nem tisztázott. A különböző tanulmányok több tényezőt valószínűsítenek a gyors szétterjedés magyarázatára. Ezek a következők: genetikai változékonyság, egyedsűrűségtől független kivándorlás a populációból, magas alkalmazkodóképesség az ember által módosított élőhelyeken (FUJISAKI *et al.* 2010), széles spektrumú táplálékpreferencia és magas reprodukciós teljesítmény (CHRISTINA *et al.* 2000). BOZSKO és JUHÁSZ (1984) korábbi magyarországi vizsgálatai szintén alátámasztják ezeket a megállapításokat. MAYR (1951) feltételezte, hogy az invázió kiváltó oka a faj peremhelyzeti populációiban bekövetkezett genetikai változás lehetett. HENGEVELD (1993) genetikai tanulmány elkészítését javasolta a balkáni gerle esetében, melyet azzal indokolt, hogy érdekes lenne látni a genetikai különbözőségeket a faj Eurázsiaiban található központi és peremhelyzeti populációi között, melyek együttesen egy kiterjedt és ökológiailag igen változatos területet fednek le. Valamint, hogy ha létezik ez a különbözőség, a folyamatban lévő észak-amerikai szétterjedés során kialakul-e hasonló jelenség.

A galambalakúak genetikai vizsgálata viszonylag régre nyúlik vissza. IRWIN (1939) vizsgálata elsősorban a fajok elkülönítésére és a hibridizáció vizsgálatára irányult. A genetikai markerek közül a mitokondriális DNS (mtDNS) egyes régióinak vizsgálata gyakran alkalmazott módszer napjainkban a különböző fajok molekuláris sokféleségének tanulmányozása során (GALTIER *et al.* 2009). VILI és munkatársai (2009) az mtDNS vizsgálat mellett mikroszatellit markereket is használt a parlagi sas populációk genetikai szerkezet vizsgálatához. Galambalakúak esetében is találunk több példát a fenti módszerek alkalmazására. Házigalamboknál sikerrel alkalmazták a genetikai diverzitás (RAMADAN *et al.* 2011) és a leszármazási kapcsolatok megállapítására ezeket a módszereket. SHIN-ICHI (2006) vizsgálatának középpontjában kimondottan a tollból nyert DNS felhasználhatósága és módszertana áll a galambalakúak körében. Megállapítja, hogy az általa használt új univerzális primerek széleskörűen alkalmazhatóak galambfajok esetében is.

Az európai expanziót követően stagnálás, enyhe visszaesés mutatkozik az állomány méretekben. Ugyanakkor nem ismert, hogy az európai populációk milyen mértékben egyeznek genetikailag a faj géncentrumában ma élő populációkkal, továbbá Európán belül léteznek-e olyan populációk, melyek genetikailag izolálódtak az expanzió után. Esetleg beszélhetünk-e ökotípusokról, vagy alfajokról a kontinensen belül, és ha igen, akkor ezek populációi mutatnak-e szignifikáns genetikai különbséget, vagy egy szuperpopulációnak kell tekintenünk ezeket az állományokat. Vizsgálatunk lehetőséget biztosít annak megállapítására is, hogy a szétterjedés után elindultak-e adaptív evolúciós változások a megváltozott környezet hatására, illetve a faj jelenlegi, megfigyelésen alapuló terjedési térképét genetikai vizsgálatokkal is alátámaszthatjuk, illetve cáfolhatjuk.

Célkitűzések

1. Az európai balkáni gerle populációk genetikai variációjának felmérése, a köztük levő genetikai távolság meghatározása,
2. Az európai és a faj géncentrumában (India, Kis- Ázsia) élő populációk közötti genetikai hasonlóság mértékének megállapítása, illetve az expanzió során bekövetkezett genetikai szerkezet változás nyomonkövetése,
3. A faj jelenlegi, megfigyelésen alapuló terjedési térképének genetikai vizsgálatokkal való alátámasztása vagy cáfolata.
4. A diverzitásvizsgálat eredményeinek összevetése a vizsgálati területről származó populációdinamikai adatokkal.

Vizsgálati módszerek

Vizsgálatunk alanya a balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*). A mintagyűjtést Indiából, Kis-Ázsiából és Európa különböző országaiból tervezzük. A mtDNS vizsgálatot minimum 200 egyed bevonásával tervezzük, ami kb 150-200 mintavételi helyet jelent (1-1,5 egyed/hely). Terveink szerint, a mtDNS markerrel kapott eredményeket, mikroszatellit vizsgálattal is megerősítjük. A mikroszatellit és azok száma (9-15) irodalmi forrásokból lesz meghatározva. Ehhez a vizsgálathoz kevesebb mintavételi hely (kb. 5-6) de nagyobb egyedszám (kb 40-50 egyed/ hely) szükséges. Mivel a vizsgálat nagy földrajzi területen történik, így a toll mintagyűjtés külföldi kutatók, ismerősök bevonásával történik. A tollak postai úton, engedélyek nélkül küldhetőek. Megérkezésük után fagyasztóban tároljuk őket (VILI *et al.* 2009). A teljes DNS kivonásához a tollak felső köldöknek (superior umbilicus) nevezett részt távolítjuk el szikepengével, ahol a nagyobb tollak esetében szabad szemmel is látható vérrög található. Az itt kialakuló zárványban lévő magvas vörösvérsejtek elegendő mennyiségű és minőségű DNS-t tartalmaznak a vizsgálatokhoz (HORVÁTH *et al.* 2005).

A genomális DNS izolálásához GeneJET Genomic DNA Purification Kit-et használunk (PARVEEN *et al.* 2012). A mtDNS legvariábilisabb és diverzitás vizsgálatok során leggyakrabban használt régiója a D-loop és a COI. Ezekben a régiókban tervezünk új primerpárokat illetve szakirodalmi forrásokban már használtakat is tesztelünk. Az adott fajra legjobb eredményt adó primerrel végezzük el a szekvenálásokat. A mtDNS vizsgálatok elvégzését követően kerül sor a mikroszatellit markerekkel folytatott vizsgálatok elvégzésére is.

Várható eredmények

A kutatás eredményeként elsőként kapunk genetikai vizsgálatokkal alátámasztott képet a vizsgálatba vont populációk közötti genetikai variancia és az ebből adódó genetikai távolságok mértékéről. A faj megfigyeléseken alapuló terjedési térképét megerősíthetjük.

Vizsgálatunk alap kutatásnak tekinthető, viszont jól illeszkedik a galambfélék genetikáját feltáró nemzetközi kutatások sorába, mely az utóbbi években egyre nagyobb lendületet kap. A kapott eredmények segítik majd a faj populációdinamikájának megértését és kiegészítik az ökológiai vizsgálatok eredményeit. Közvetve segíthetnek rávilágítani az egy fajon belüli, gyors expanzió után bekövetkező genetikai változások természetére. Ebből következően pedig alapot jelentenek más, invazív fajokkal történő összehasonlításra..

Összefoglalás

Vizsgálatunkban a balkáni gerle (*Streptopelia decaocto*) európai expanziója után kialakult populációinak genetikai távolságbecslését végezzük el. Eredményeinket összevetjük a faj európai elterjedését leíró és a kapcsolódó populációdinamikai vizsgálatok eredményeivel. Elsődleges célunk az európai populációk genetikai variációjának felmérése és az expanzió során bekövetkezett genetikai szerkezet változás nyomkövetése. Munkánk során mtDNS és mikroszatellit markereket használunk. A kutatás jelenleg a kezdeti lépéseknél tart, melynek során elkezdjük a mintagyűjtést és az alkalmazni kívánt módszerek tesztelését végeztük el.

Felhasznált irodalom

- BOZSKO SZ., JUHÁSZ L. (1984): A balkáni gerle (*Streptopelia decaocto* Friv.) populációs vizsgálata Magyarország öt megyeszékhelyén. *Aquila*, XCI. évf. Tom. 91: 115-149.
- CHRISTINA M. ROMAGOSA AND RONALD F. LABISKY SOURCE (2000): *Journal of Field Ornithology*, 71(1):159-166.
- CALOGERO T., GIOVANNI C. , BARBARA G., ELENA B. , ERNESTO TISATO C., ILARIA C. (2003): Characterization of Newcastle disease virus isolates obtained from Eurasian collared doves (*Streptopelia decaocto*) in Italy, *Avian Pathology*, 32:1, 63-68.
- FUJISAKI, I. PEARLSTINE, E. V. MAZZOTTI, F. J. (2010): The rapid spread of invasive Eurasian Collared Doves *Streptopelia decaocto* in the continental USA follows human-altered habitats. *Ibis*, 152, 622-632.
- GALTIER, N. NABHOLZ, B. GLÉMIN S. HURST, G. D. D. (2009): Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity: a reappraisal. *Molecular Ecology* 18, 4541–4550.
- HENGEVELD, R. (1993): What to Do about the North American Invasion by the Collared Dove?. *Journal of Field Ornithology*, Vol. 64, No. 4 (Autumn, 1993), 477-489.
- HORVÁTH, M. B., MARTÍNEZ-CRUZ, B. ET AL. (2005): An overlooked DNA source for non-invasive genetic analysis in birds. *J. Avian Biol.*, 36. 84–88.
- IRWIN, M. R. (1939): A Genetic Analysis of species Differences in Columbidae. *Genetics*, 1939 September; 24(5): 709–721.
- OWEN J. (2005): *The Ecology of a Garden: The First Fifteen Years*, Cambridge University Press, 12.
- MAYR, E. (1951): Speciation in birds, in *Proc. X Internat. Ornithol. Congr.*, Uppsala, Sweden. 91–131.
- PARVEEN, I., SINGH, H. K., RAGHUVANSHI, S., PRADHAN, U. C. AND BABBAR, S. B. (2012): DNA barcoding of endangered Indian *Paphiopedilum* species. *Molecular Ecology Resources*, 12: 82–90.
- RAMADAN, S. ABE, H. HAYANO, A. YAMAURA, J. ONODA, T. MIYAKE, T. INOUE-MURAYAMA, M. (2011): Analysis of Genetic Diversity of Egyptian Pigeon Breeds. *Japan Poultry Science Association*, 48. 79-84.
- ROBERTSON, H. A. (1990): Breeding of Collared Doves *Streptopelia decaocto* in rural Oxfordshire, England, *Bird Study*, 37:2, 73-83.
- ROCHA-CAMARERO, G., HIDALGO DE TRUCIOS, S. J. (2002): The spread of the Collared Dove *Streptopelia decaocto* in Europe: colonization patterns in the west of the Iberian Peninsula. *Bird Study*, 49. 11-16.

- SHIN-ICHI, S. (2006): Application of molted feathers as noninvasive samples to studies on the genetic structure of pigeons (Aves: Columbidae). *Journal of Forest Research*, Vol.11, Issue 2, 125-129.
- VILI, N. HORVÁTH, B. M. KOVÁCS, SZ. CHAVKO, J. HORNUNG, E. KALMÁR, L. (2009): Alternative sampling methods in avian genetic studies: sexing, microsatellites based individual identification and mtDNA analyses of eastern imperial eagles (*Aquila heliaca*), *Magyar Állatorvosok Lapja*, 131. 426-435.

VÁLSÁGJELENSÉGEK, VAGY VONULÁSI ANOMÁLIÁK? HOVÁ TŰNT A VETÉSI LÚD?

FARAGÓ SÁNDOR, GOSZTONYI LÍVIA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
farago@emk.nyme.hu, lgoszt@emk.nyme.hu

Bevezetés

A vetési lúd (*Anser fabalis*) fészkelő területe Izlandtól, a Spitzbergáktól, Közép- és Észak-Skandinávián át Kelet-Szibériáig húzódik. A tundrai és tajgai fészkelő területekről Európába – az öt ismert alfaja közül – elsősorban az *Anser fabalis fabalis* és az *A. f. rossicus* alfaj állományai jutnak el telelni. Magyarországon az *A. f. rossicus* alfaj a domináns (FARAGÓ 2002).

Telelőterületein előszeretettel keresi fel a mezőgazdasági kultúrákat. A Fertő-tónál végzett vizsgálatok szerint a vetési lúd éjszakázó- és táplálkozó területei között olykor 50-100 km-es távolság is lehet, ami tulajdonképpen megegyezik a Kisalföld területhatáraival (FARAGÓ 1994). A kirepülés távolsága függ a táplálkozó helyek táplálékkínálatától. A kihúzó libák táplálkozó-helyként elsősorban a gabonavetéseket, a kukorica tarlót, a repcét, a szántásokat, a cukorrépa- és napraforgó-tarlókat részesítik előnyben (FARAGÓ 2002).

A tundrai vetési lúd (*A. f. rossicus*) alfaj Közép- és Ny-Európában telelő állományát a számlálások kiterjedtebbé válásával együttesen mintegy 600 000, újabban 550 000 példánynak becsüljük, amelyekből a nyugat-európai telelő állomány inkább növekvő, a Pannon-régióbeli pedig csökkenő (WETLANDS INTERNATIONAL 2006; FOX *et al.* 2010). A magyar állománycsökkenés felismerésének ténye vezetett bennünket arra, hogy megvizsgáljuk az állományváltozás mértékét és keressük annak feltételezett okait.

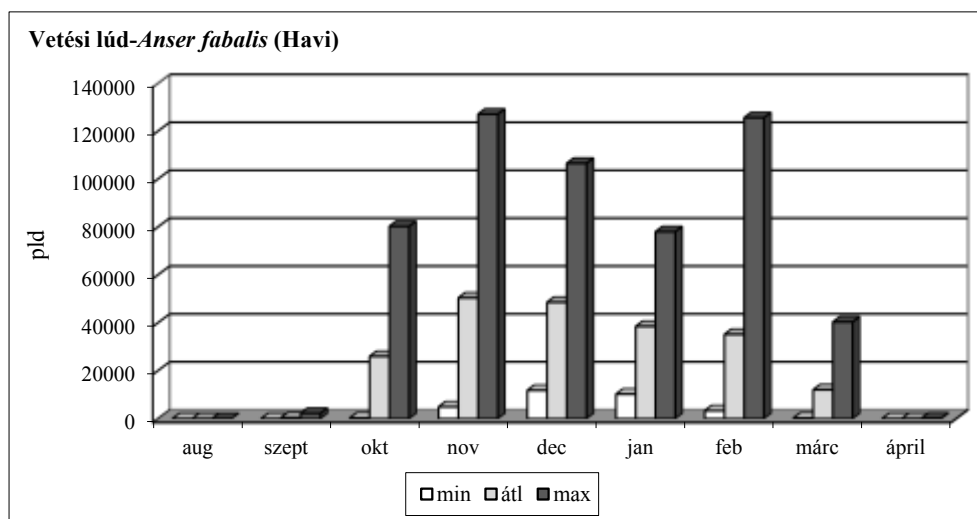
Anyag és módszer

A Magyar Vízivad Információs Rendszer megfigyelő rendszere a tartamosan működő Magyar Vízivad Monitoring, azt megelőzően pedig a *Magyar Vadlúd Monitoring*, amely megfigyeléseit az 1984/1985-es kezdő idényben októbertől márciusig, azaz 6 hónapban végezte, minden hónapban a nemzetközi szinkronnaphoz igazodva, tehát az adott hónap 15-éhez legközelebb eső szombaton. Az 1997/1998-as idénytől már augusztus és április közötti 9 hónap volt a megfigyelés időszaka, amely így a vedlés, nyárvégi-koraőszi gyülekezés időszakát ugyanúgy lefedi (lásd nyári lúd), mint az áprilisi későbbi vonulásokat. A megfigyelések 23 körzetben történnek, amelyek esetenként 2-6 alkörzetre is bonthatók, így összesen a teljes vízivad monitoring 48 megfigyelési egységben folyik. A teljes megnevezés azért szükséges, mert a vadlúd monitorozásba a Balaton délkeleti területe, a Duna Gemenci szakasza, továbbá a Tisza-tó is bekapcsolódnak. Így a vadlúd megfigyeléssel érintett területegységek száma 51 (FARAGÓ 1998). Jelen munkában 28 szezon eredményei alapján igyekszünk feleletet találni az állományváltozás okaira.

Eredmények

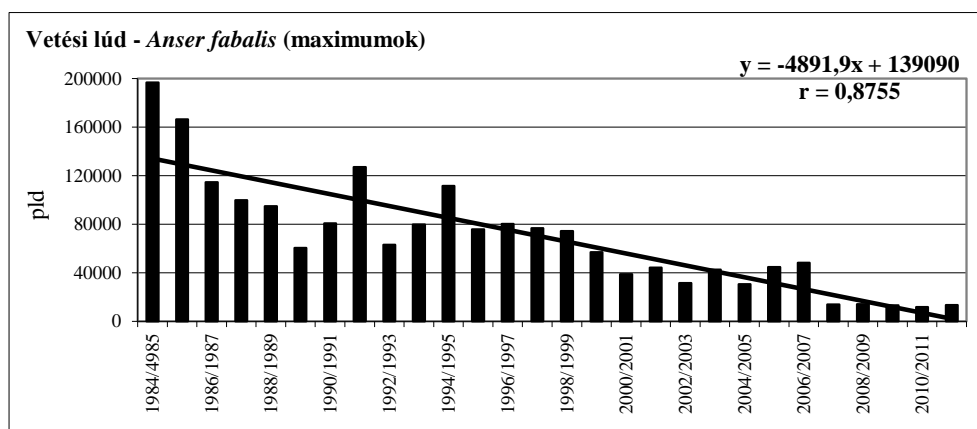
A vetési lúd éves állománydinamikájára, fenológiájára novemberi, őszi maximum a jellemző. Kifejezett téli minimum (január) és tavaszi maximum (február) csak egyes években mutatható ki. Mivel Magyarország a faj egyik telelési célterülete (FARAGÓ 1995) ezért a novemberi (decemberi) tetőzés után mennyisége az elvonulásig folyamatosan

csökken. A távozás márciusban felgyorsul, áprilisra elenyésző létszám mutatható ki (1. ábra).



1. ábra: A vetési lúd fenológiája Magyarországon

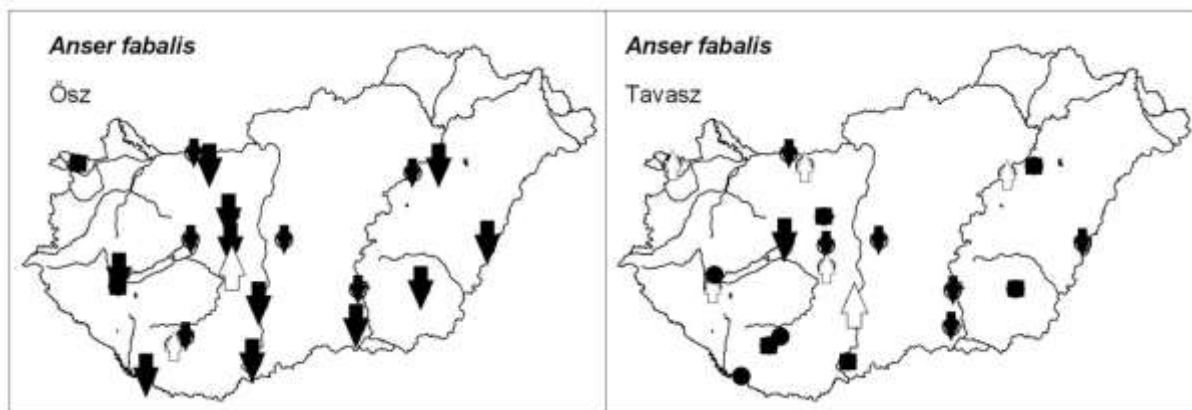
Országos állománydinamikája a vizsgálat közel három évtized alatt erőteljes csökkenést mutatott. Aspektusonként tekintve az őszi időszakban észleljük azt a trendet, amire az összesített dinamika is visszavezethető, azaz az őszi beáramlás mértékének drasztikus visszaesését. A téli és a tavaszi mennyiségek trendje még enyhe emelkedést is mutatott a vizsgált csaknem 20 év folyamán (FARAGÓ 2008). A szezonmaximumok esetében – mivel azok csaknem mindig novemberre estek – az őszi időszakra jellemző csökkenő trendet mutattunk ki. A szezononként megfigyelt megjelenő maximális példányszámok alapján számított trend válságos jelenséget mutat. Addig, amíg az 1980-as évek második felében a Magyarországon vonuláson, illetve telelés során megjelent vetési lúd, tetőző példányszáma megközelítette a 200 000 példányt, addig ez a létszám három évtizeddel később alig haladja meg a 10 000 példányt (2. ábra).



2. ábra: A vetési lúd szezon maximumainak dinamikája és trendje

Azt már a korábbi vizsgálatok is kimutatták (STERBETZ 1972; FARAGÓ 1995), hogy a vetési lúd a „Dunántúl libája”. Őszi tetőzése során legnagyobb egyedszámban a Kis-Balatonon, a Velencei-tónál és Dinnyési Fertőnél, a Soponyai-halastavaknál, a Tatai Öregtónál, a Fertő tónál, a Balatonnál, és a Duna alsó szakaszán (Gemenc és Béda-Karapancsa) jelennek meg. A telelő állományok esetében, ugyanezek a területek lehet a

legnagyobb egyedszámban megfigyelni. Alkalmanként azonban – a nagy lilikek egyedszám növekedésével együtt – a Hortobágyon is tetemes mennyiség jelenhetett meg. A tavaszi időszakban a Velencei-tónál és Dinnyési Fertőnél, a Soponyai-halastavaknál, a Tatai Öreg-tónál, a Fertő tónál és a Kis-Balatonnál tartanak ki a legnagyobb mennyiségben, s a Hortobágy is fontos állomáshelye. Kimutatható egy Fertő tó–Kis-Balaton–Balaton Ny-i medencéje–Dráva-mente, illetőleg a Tatai Öreg-tó–Velencei-tó–Dinnyési Fertő–Soponyai-halastavak–Balaton K-i medencéje–Duna alsó szakasza területláncolatok közötti szoros kapcsolat és területváltás, a teelés során. E területek szinte mindegyikén mind az őszi, mind a tavaszi időszakban jelentős csökkenését mutattuk ki (3. ábra).



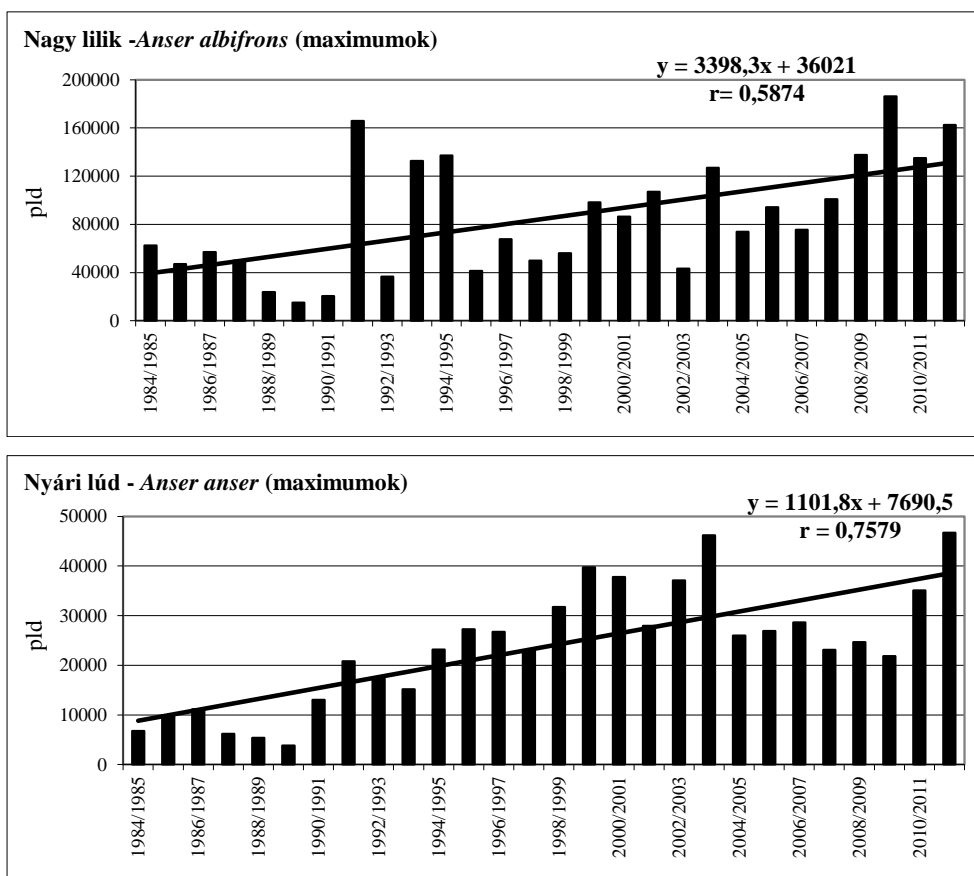
3. ábra: A vetési lúd állományváltozásának lokális trendjei a Monitoring területeken

Megvitatás

Az a jelenség, amely egy arktikus fészkelő területtel bíró vadlúdfaj telelő állományának mondhatni drámai csökkenését mutatja, nem példa nélküli Magyarországon, hiszen a nagy lilik (*Anser albifrons*) hasonló állománycsökkenésének már tanúi voltunk az 1990-es évek második felében, amikor a korábban tetőző 120 000 – 160 000 példányt meghaladó maximális példányszám 50 000 példányra csökkent. Ennek a csökkenésnek megvolt a kézzel fogható oka, az alföldi éjszakázó területeken folytatott mértéktelen vadászat, illetve a csaknem 10 évig tartó szélsőségesen száraz periódus. Ebben az időszakban a Kárpát-medencében telelő nagy lilikek áttették telelő területeket a Pontuszi-régióba. Amikor a vadászati tilalom hatására megszűnt a zavarás az éjszakázó területeiken kialakított kéméleti területeken, illetve beköszöntött egy csapadékos periódus, akkor visszatértek a nagy lilikek a Kárpát-medencébe, és létszámuk újra megközelítette a 160 000 példányt (FARAGÓ 2010). Ez a vadászati nyomás nem érintette a nyári ludat (*Anser anser*), mert akkor az még védett volt, és állománylétszáma alig haladta meg a 15 000 példányt. Nem érintette a vetési ludat sem, mert az elsősorban a dunántúli területeken telelt.

A vetési lúd magyarországi telelő állományának jelenlegi kritikusan alacsony egyedszáma nem hasonlítható a nagy lilik 20 évvel korábbi kedvezőtlen létszámalakulásához, mivel azt napjainkban nem befolyásolja az éjszakázó területeken történő vadászat, a vízivad kéméleti területek védőhatása okán. A potenciális hatások közül az élőhelyek kedvezőtlen változása lenne az első, amire gondolhatnánk, erre utaló jeleket nem találhatunk sem a természetes növény szerkezetben, sem a természetes vizes élőhelyek tekintetében. Ellenkezőleg, az elmúlt időszak kedvező környezeti változásai – pl. több nagy kiterjedési vizes élőhely-rekonstrukció megvalósulása, új Ramsari területek létrehozása, a vízivad kéméleti területek bővülése – mind a vetési lúd igényeihez igen közelálló igényű nagy lilik (max.: 186 086 pd.), mind a nyári lúd (max.: 46 708 pd.) állománynövekedését eredményezték (4. ábra). E

növekedés tehát nem következhetett volna be, hogyha a velük azonos igényű vetési lúd állományt e tényezők egyidejűleg csökkentették volna.



4. ábra: A nagy lilik (felül) és a nyári lúd (alul) szezon maximumainak dinamikája és trendje

Felvetődhet lehetőségként éppen az említett két faj esetleges kompetíciós nyomása, de erre a szakirodalom nem utal sehol sem, de a valószínűsége is kizárt, mert a kizárólag növényi táplálékforrás szükséges mennyisége a gyakorlatban korlátlan.

Ezek után nagy bizonyossággal nem a Kárpát-medencében kell keresni a megoldás kulcsát. Két lehetséges okra szűkül a gyanú, (1) vagy a fészkelő helyeken történt olyan környezet átalakulás/rombolás, amely a populáció összeomlásával járt, (2) vagy a vetési lúd Pannon populációja telelőterületet váltott, s a nyugat-európai területeken tölti a telet.

Az első kérdésre – tényleges és nagy létszámú jelölés híján nem ismerünk bizonyítékot, de nem is zárhatjuk ki ezt a változatot.

A telelőterület váltásának lehetőségét – éppen a nagy lilik példája okán – kétségtelenül fenntarthatjuk, s erre a vonulásával kapcsolatos ismereteink alapján is adhatunk esélyt.

A vetési ludak vonulása ugyanis Európában egyrészt az Ibériai-félsziget és az Atlanti-óceán partvidéke, másrészt a Pannon-régió felé irányul. E két területre két vonulási útvonalon érkeznek a vetési ludak: (1) fehér-tengeri/balti-tengeri útvonalon, valamint (2) a kontinentális útvonalon. A tengerpartot követő (1) populáció – amely a Kola- és Kanin-félszigeten, a Malozemelszkaja és Balsozemelszkaja tundrán fészkel – a lengyel, német, holland és belga telelőhelyekre vonul, egy részük azután télközi köztes vonulással eléri a Pannon-régiót. A másik (2) vonulási úton közlekedők – amelyek a Novaja Zemlján, a Jamal- és Gidán-félszigeten, továbbá a Tajmir-félsziget nyugati részén költenek – az Ob folyását, majd az Ural vonulatát követve nyugatra fordulnak, s Fehéroroszország térségében kettéválnak. Nagyobbik részük célterülete ugyancsak a Lengyel-német síkság,

míg kisebb részük közvetlenül a Pannon-régióba vonul. E két terület között télen ugyancsak határozott kapcsolat van (van den BERG 1999, FARAGÓ & PELLINGER 2009). E kettéválás arányváltozása felelős lehet a Pannon-régióba való beáramló mennyiség csökkenéséért, és a korábbiakhoz képest több vetési lúd megjelenéséért a Német-lengyel-síkságon. S valóban, a nyugat-európai teelő populáció kismérvű létszámnövekedése kimutatható volt az elmúlt időszakban, de a valósághoz hozzátartozik az is, hogy a faj 500 000–600 000 példányos fészkelő állományának sikeresebb szaporodási periódusai is okozhatnak olyan mérvű állománynövekedést, amelynek mértéke megegyezik a Pannon-régióból hiányzó mintegy 50 000–100 000 madár mennyiségével.

Fenti kérdésekből fakadó bizonytalanságokat csak a Pannon-régióban GPS telemetriával nyomon követett nagyobb számú vetési lúd vonulási útvonalainak, illetve fészkelő területeinek jobb megismerésével lehet tisztázni. Ez lenne a jövő kutatásának feladata.

Felhasznált irodalom

- van den BERG, L. (1999): Tundra Bean Goose *Anser fabalis rossicus*. In: MADSEN, J., CRACKNELL, G. & FOX, A.D. (szerk.): *Goose populations of the Western Palearctic. A review of status and distribution. Wetlands International Publ. No. 48.*, Wetlands International Wageningen, The Netherlands. National Environmental Research Institute, Rönne, Denmark: 38-66 pp.
- FARAGÓ, S. (1994): Habitat use, daily activity and feeding of the geese of Lake Fertő. *Aquila* 101: 65-88.
- FARAGÓ, S. (1995): *Geese in Hungary 1986-1991. Numbers, migration and hunting bags*. IWRB Slimbridge, UK (*IWRB Special Publications* 36)
- FARAGÓ, S. (1998): A Magyar Vízivad Információs Rendszer. *Magyar Vízivad Közlemények* 4: 3-16.
- FARAGÓ, S. (2002): *Vadászati állattan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FARAGÓ, S. (2010): Numbers and distribution of geese in Hungary 1984-2009. *Ornis Svecica* 20 (3-4): 144-154.
- FARAGÓ S. & PELLINGER A. (2009): Vetési lúd. In: CSÖRGŐ T., KARCZA ZS., HALMOS G., MAGYAR G., GYURÁ CZ J., SZÉP T., BANKOVICS A., SCHMIDT A. & SCHMIDT E. (szerk.): *Magyar madárvonulási atlasz*. Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 112–114.
- FOX, A. D., EBBINGE, B. S., MITCHELL, C., HEINICKE, T., AARVAK, T., COLHOUN, T., CLAUSEN, P., DERELIEV, S., FARAGÓ, S., KOFFIJBERG, K., KRUCKENBERG, H., LOONEN, M. J. J. E., MADSEN, J., MOOIJ, J., MUSIL, P. NILSON, L., PIHL, S. & van der JEUGD, H. (2010): Current estimates of goose population size in western Europe, a gap analysis and an assesment of trends. *Ornis Svecica* 20 (3-4): 115-127.
- STERBETZ, I. (1972): *Vízivad*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 204 p.
- WETLANS INTERNATIONAL (2006): *Waterbird population estimates*. Fourth edition. Wetlands International, Wageningen. 239 p.

A NAGY KÓCSAG (*EGRETTA ALBA*) ÉS A SZÜRKE GÉM (*ARDEA CINEREA*) ÁTTELELÉSE MAGYARORSZÁGON

FARAGÓ SÁNDOR, GOSZTONYI LÍVIA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
farago@emk.nyme.hu, lgoszt@emk.nyme.hu

Bevezetés

A szürke gém (*Ardea cinerea*) európai és észak-afrikai fészkelő állományát 452 000-542 000 példányra becsülik, állományváltozásának trendjét pedig növekvőnek határozzák meg. Ezen belül a közép- és kelet-európai, Fekete-tengeri és Mediterrán populációrész 189 000-256 000 példány (WETLANDS INTERNATIONAL 2006). A szürke gém Magyarország leggyakoribb fészkelő gémfaja. Költőállománya mintegy 2500 - 3500 pár (MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG 2008). A szürke gém közép-európai, így magyar állománya is részben vonuló, részben áttelelő. A vonulás során a magyar populáció madarai egészen Nyugat-Afrikáig eljutnak. Az áttelelő madarainkhoz ugyanakkor érkeznek északról, amelyek részben továbbvonulnak, részben nálunk töltik a telet (PIGNICZKI & VADÁSZ 2009).

A nagy kócsag (*Egretta alba*) európai fészkelő állományát 38 8000-54 300 példányra becsülik, s részleges vonulónak tekintik, melynek telelési célterülete Dél- és Nyugat-Európa, illetve Észak-Afrika (WETLANDS INTERNATIONAL 2006). A nagy kócsag Magyarország második leggyakoribb fészkelő gémfaja. Költőállománya mintegy 1800 - 3000 pár (MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG 2008). A magyar fészkelő állomány részben az Appennini-félszigetre, részben a Balkánra vonul, de az utóbbi évtizedekben egész Közép-Európára jellemző emelkedő arányú áttelelésük (PIGNICZKI & HADARICS 2009). Vizsgálatunkban a hazai áttelelés alakulására és az azt befolyásoló tényezőkre kerestük a választ.

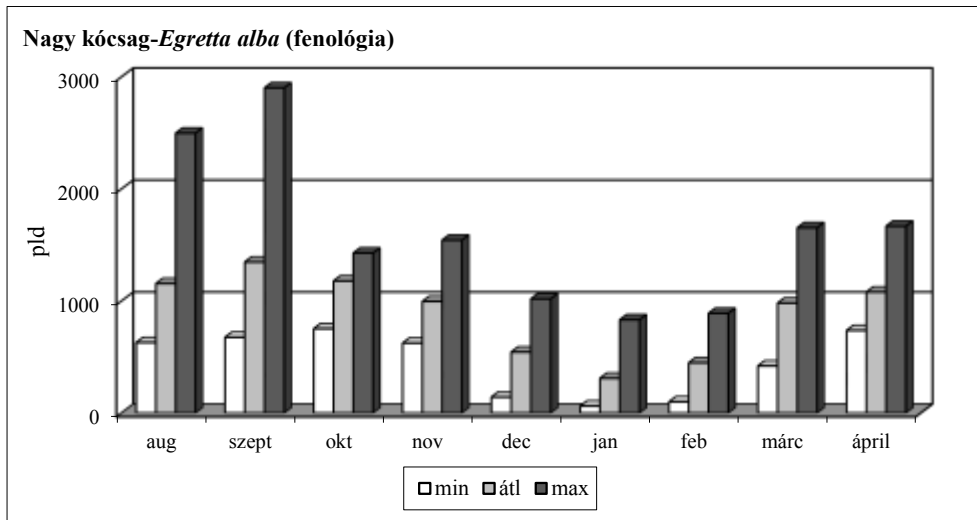
Anyag és módszer

A vízivadfajok vonuló és telelő természetes állomány nagyságát és aktuális diszperzióját, továbbá a vízivad közösségek ugyancsak aktuális összetételét meghatározó megfigyelő rendszere az 1996 óta folyamatosan működő MAGYAR VÍZIVAD MONITORING. A megfigyelések 23 körzetben történnek, amelyek esetenként 2-6 alkörzetre is bonthatók, így összesen a teljes vízivad monitoring 48 megfigyelési egységben folyik, a nemzetközi standardoknak megfelelően (FARAGÓ 1998, 2008). Jelen munka e monitoring adatbázisában nyilvántartott nagy kócsagra és szürke gémmre vonatkozó adatállomány feldolgozása alapján készült az 1996/1997 és 2011/2012-es szezonok által határolt 16 idény figyelembevételével. A nagy kócsag monitorozása az 1999/2000-es idényben kezdődött, így a 2011/2012-es szezonig csak 13 idény adatai állnak rendelkezésünkre. A telelő létszámadatok ismeretében összefüggést kerestünk a két faj áttelelő maximális létszáma illetve a téli hónapok középhőmérséklete illetve csapadékosszege között.

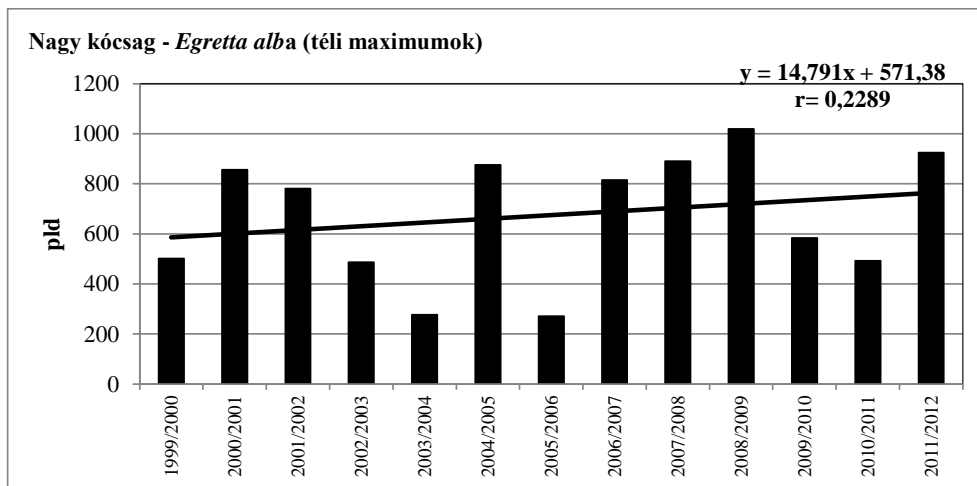
Eredmények

A Magyar Vízivad Monitoring standardizált megfigyelési területein a nagy kócsag fenológiája (1. ábra) a szeptemberi maximum után, januárig tartó erőteljes csökkenés mutat, melyet követően a tavaszi átvonuló, illetve fészkelésre visszaérkező állomány miatt ismét növekedést mutat. Előfordulási mennyisége a vizsgálat 13 évében a téli hónapok

(december, január, február) abszolút maximuma 1019 példány volt, a téli hónapok átlaga pedig maximum 633 példánynak adódott. A telető maximális mennyiség határozott emelkedését (2. ábra) tapasztaltuk (271 – 1019 pd.).



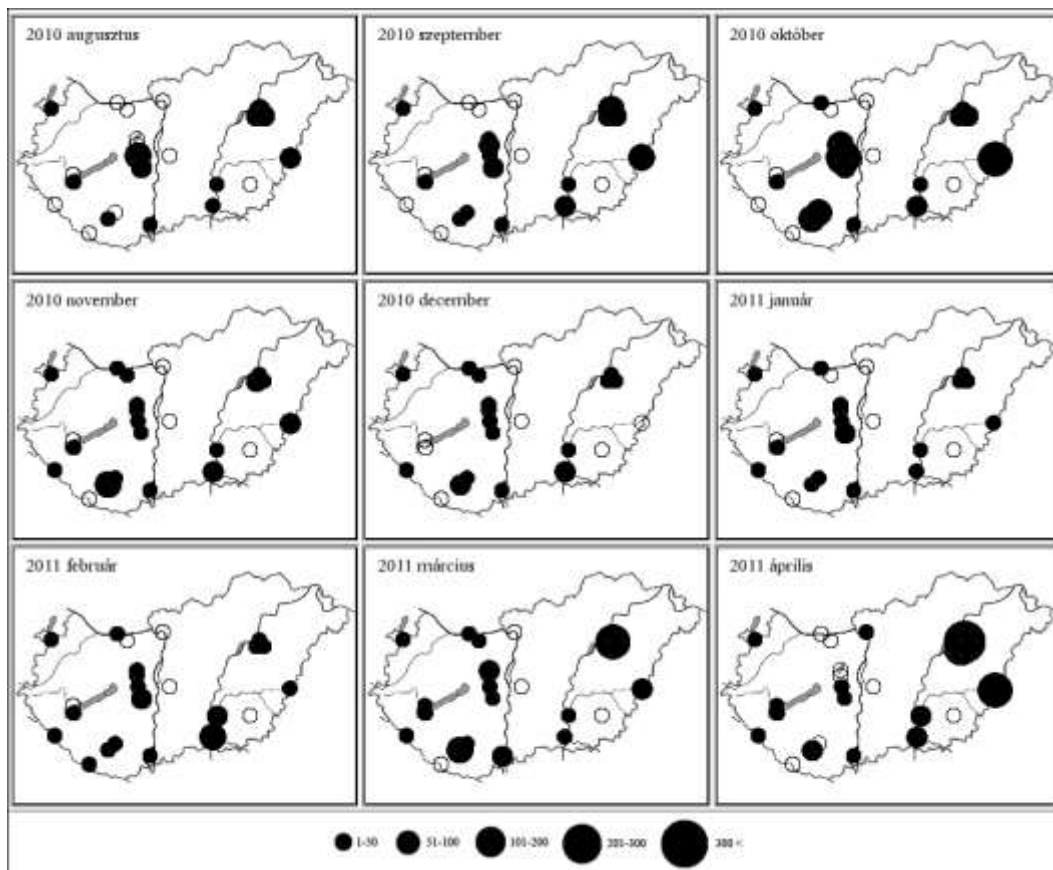
1. ábra: A nagy kócsag fenológiája Magyarországon



2. ábra: A nagy kócsag téli maximumainak dinamikája és trendje

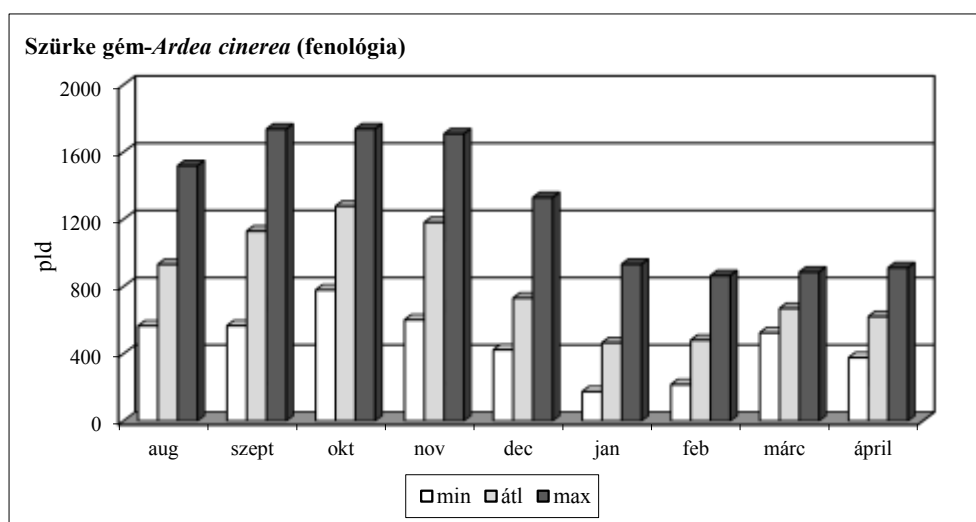
A nagy kócsag térbeli eloszlásának mintázata jelentős alföldi túlsúlyt mutatott. A Hortobágyon, a Biharugrai- és Begécsi-halastavakon volt legnagyobb észlelt mennyisége. Emellett a Dunántúlon, a Dinnyési Fertőn, a Soponyai-halastavakon, a Sumonyi-halastavakon, illetőleg a Kis-Balatonon észleltük számottevő mennyiségben (3. ábra).

A szürke gém fenológiája (4. ábra) az októberi maximum után, januárig ugyancsak csökkenés mutat, amelyet viszont nem követ egy jelentős tavaszi átvonuló létszám. Mennyisége a Magyar Vízió Monitoring standardizált megfigyelési területein a vizsgálat 16 idényének téli hónapjaiban (december, január, február) abszolút maximumát tekintve 1330 példány volt, a téli hónapok átlaga pedig maximum 848 példánynak adódott. A telető maximális mennyiség trendjében stagnálást, dinamikájában erős hullámozást mutatott (462 – 1330 pd) (5. ábra).

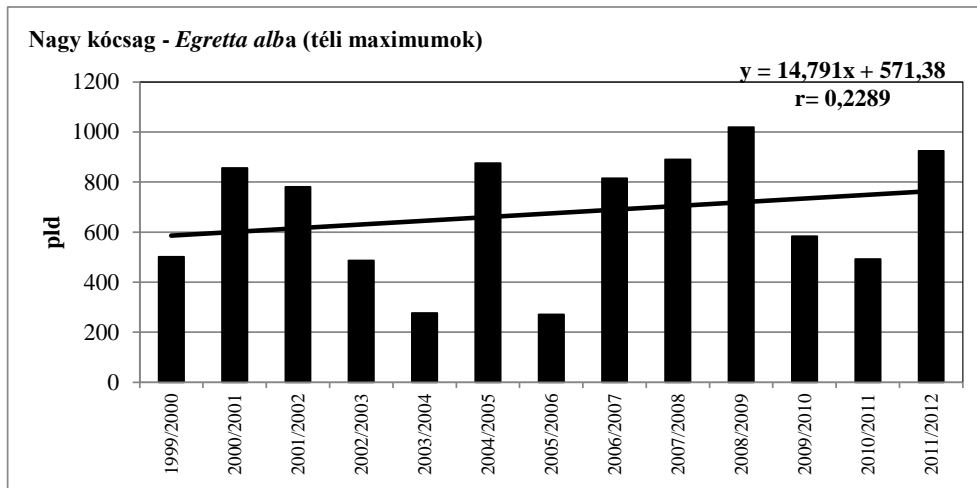


3. ábra: A nagy kócsag előfordulásának tér-idő mintázata a 2010/2011-es idényben Magyarországon

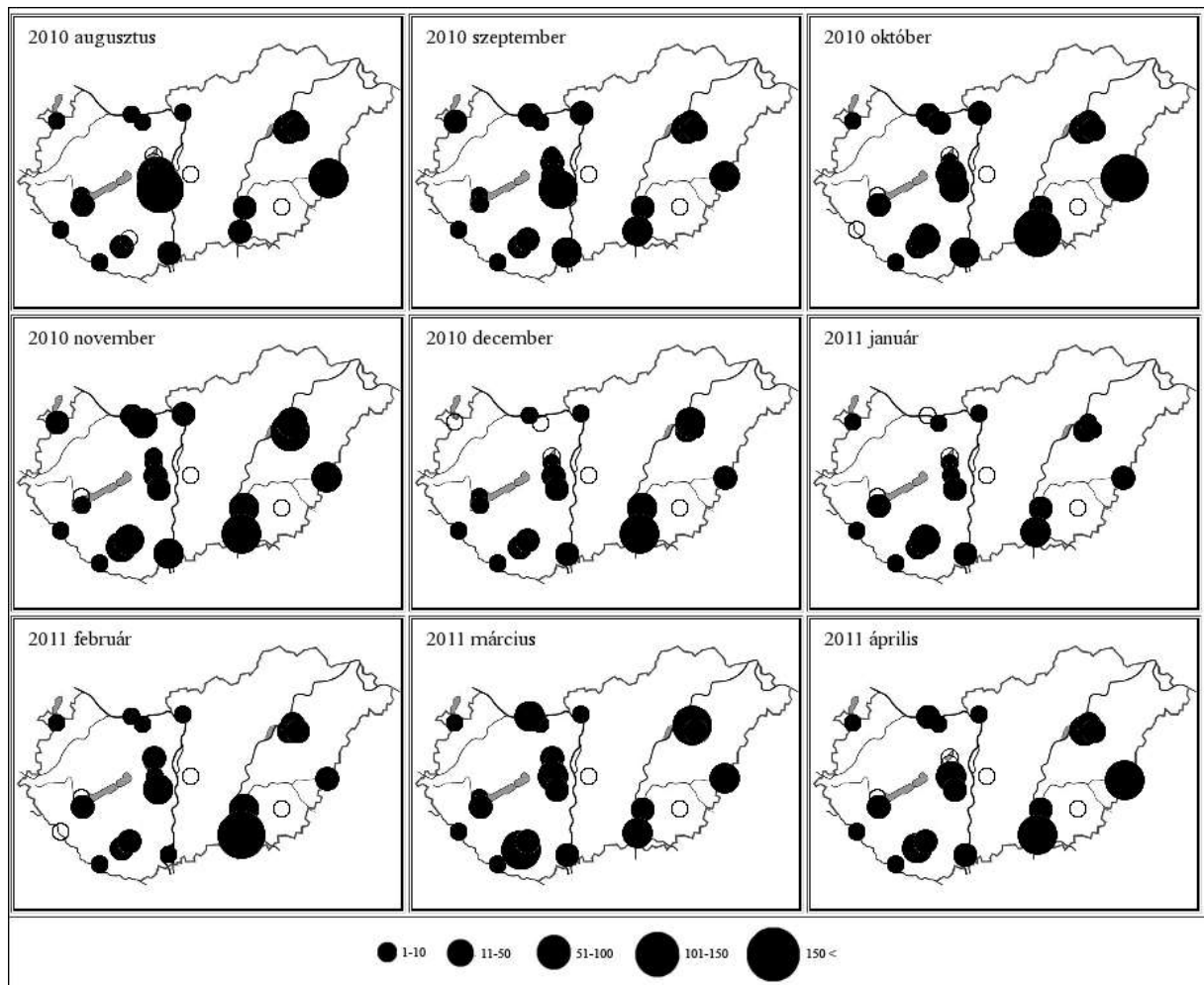
A szürke gém térbeli eloszlásának mintázatára is az alföldi túlsúly volt jellemző. Itt a Biharugrai- és Begécsi-halastavakon, a Szegedi fehér-tavon és Fertőn, valamint a Hortobágyon volt nagyobb észlelt mennyisége. A Dunántúlon számottevő (100<) egyedszámban a Rétszilasi-halastavakon, a Dinnyési Fertőn, és a Soponyai-halastavakon észleltük számottevő mennyiségben. Egyes években a Duna Gönyű és Szob közötti szakaszán is elérheti létszáma a 100 példányt (6. ábra).



4. ábra: A szürke gém fenológiája Magyarországon



5. ábra: A szürke gém téli maximumainak dinamikája és trendje



6. ábra: A szürke gém előfordulásának tér-idő mintázata a 2010/2011-es idényben Magyarországon

Megvitatás

Fent idézett tanulmányok a szürke gém parciális vonulásáról, illetve a nagy kócsag utóbbi évtizedekben tapasztalható növekvő számú átteleléséről értekeznek, utóbbi esetben megjegyezve – de nem igazolva – azt a szubjektív tény, hogy e jelenségben az enyhe telek játszanak elsősorban szerepet. Az kétségtelen tény, hogy az elmúlt másfél évtizedben,

tendenciájában nőtt az áttelelő nagykócsagok maximális mennyiség országunkban. Vizsgálataink megerősítették az addigi szubjektív érzést, tehát a nagy kócsag telelő állományai szoros pozitív korrelációt mutatnak a téli hónapok átlagos középhőmérsékletével ($r=0,6677$; $F=8,85$; $p<0,05$) és ugyanezen időszak átlagos csapadékösszegével ($r=0,7561$; $F=14,681$; $p<0,01$). Tehát minél melegebbek a téli hónapok, illetve minél több csapadék hullik le ezen idő alatt (elsősorban eső formájában), annál több kócsag választja az elvonulás helyett az áttelelést.

A szürke gém átvonuló, illetve nálunk fészkelő állományai hagyományosan csak részben vonulnak el a Kárpát-medencéből. E faj esetében is feltételezhattük az elvonulás mértékének okaként a téli időjárás aktuális szezononkénti megnyilvánulásait. Az elemzések kimutatták, hogy a szürke gém telelő állományainak példányszámai szoros, pozitív korrelációt mutatnak a téli hónapok átlagos középhőmérsékletével ($r=0,7640$; $r=0,7640$; $F=19,63$; $p<0,01$), ám ugyanezen időszak átlagos csapadékösszege tekintetében bár ugyancsak pozitív, de jóval lazább, és nem szignifikáns összefüggést kaptunk ($r=0,2308$; $F=0,788$; NS).

Az áttelelés esélyét egyetlen tényező tudja biztosítani, a pozitív energiamérleget fenntartó táplálékforrás-készlet. Mindkét faj esetében a domináns halfogyasztás (MOLNÁR 2000a, 2000b) csak enyhe téli körülmények között lehetséges, hiszen annak feltételei a jégmentes víztestek. Enyhe és hómentes, vagy vékony hótakarójú időszakban – ahogy átlagos körülmények között ősszel mindkét faj, de különösen a szürke gém teszi – táplálkozásában alapoz a gyepes, lucernások, parlagok kínálta kisemlős (főként *Microtus arvalis*) kínálatra. Könnyű belátni, hogy a klímaváltozás felmelegedést prognosztizáló scenáriói – fenti bizonyítékok alapján – a jövőben megerősíthetik e fajokban is az áttelelési stratégia fenntarthatóságát.

Felhasznált irodalom

- FARAGÓ, S. (1998): A Magyar Vízivad Információs Rendszer. *Magyar Vízivad Közlemények* 4: 3-16.
- FARAGÓ, S. (2008): A vonuló vízivadfajok állományainak tér-idő mintázata Magyarországon. Az 1996-2004 közötti időszak elemzése. *Magyar Vízivad Közlemények* 16: 49-200.
- MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG (2008): *Magyarország madarainak névjegyzéke. Nomenclator Avium Hungariae*. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest. 278 p.
- MOLNÁR L. (2000a): Nagy kócsag. In: HARASZTHY L. (szerk.): *Magyarország madarai*. Második, javított kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 25-26. pp.
- MOLNÁR L. (2000b): Szürke gém. In: HARASZTHY L. (szerk.): *Magyarország madarai*. Második, javított kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 26-27. pp.
- PIGNICZKI CS. & HADARICS T. (2009): Nagy kócsag. In: CSÖRGŐ T., KARCZA ZS., HALMOS G., MAGYAR G., GYURÁ CZ J., SZÉP T., BANKOVICS A., SCHMIDT A. & SCHMIDT E. (szerk.): *Magyar madár vonulási atlasz*. Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 174–175.
- PIGNICZKI CS. & VADÁ SZ CS. (2009): Szürke gém. In: CSÖRGŐ T., KARCZA ZS., HALMOS G., MAGYAR G., GYURÁ CZ J., SZÉP T., BANKOVICS A., SCHMIDT A. & SCHMIDT E. (szerk.): *Magyar madár vonulási atlasz*. Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 176–178.
- WETLANS INTERNATIONAL (2006): *Waterbird population estimates*. Fourth edition. Wetlands International, Wageningen.

A SZÁRCSA (*FULICA ATRA* L., 1758) ÁLLOMÁNYDINAMIKÁJA MAGYARORSZÁGON

FARAGÓ SÁNDOR, GOSZTONYI LÍVIA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
farago@emk.nyme.hu, lgoszt@emk.nyme.hu

Bevezetés

Palearktikus areájú, különösen elterjedt faj. Habár nem tekintjük tengeri fajnak, telelése során előfordul a tengerpartokon, folyó torkolatokban is. Európában költőállománya 1 300 000-2 300 000 pár, ebből hazai fészkelő állományát 80 000-120 000 párra becsüljük (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004), így a tőkés réce mellett Magyarországon is a leggyakoribb fészkelő vízivad faj. Az észak- és északnyugat-európai költő populáció egyedszáma mintegy 1 750 000 madár. A kelet-európai, nyugat-ázsiai és észak-afrikai fészkelő populáció nagyságát 2 500 000 példánynak határozták meg (WETLANDS INTERNATIONAL 2006). Magyarország minden kisebb-nagyobb vizes élőhelyén előfordul, kivéve a nagyon mély, vagy nagyon kis vízállásokat. Előnyben részesíti a gazdag parti vegetációval határos víztesteket. Élőhelyei Magyarországon is széles spektrumot mutatnak. Mennyiségét tekintve Magyarország második leggyakoribb fészkelő vízivad faja. Költőállománya mintegy 80 000 – 120 000 pár (MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG 2008). Elsősorban őszi és tavaszi vonuláson jelenik meg nagyobb mennyiségben (FARAGÓ 2000, 2009). Vonulása során több ezres csapatai is gyülekezhetnek. Kedvező esetben, be nem fagyó, táplálékot is adó vizeknél áttelelhet.

Anyag és módszer

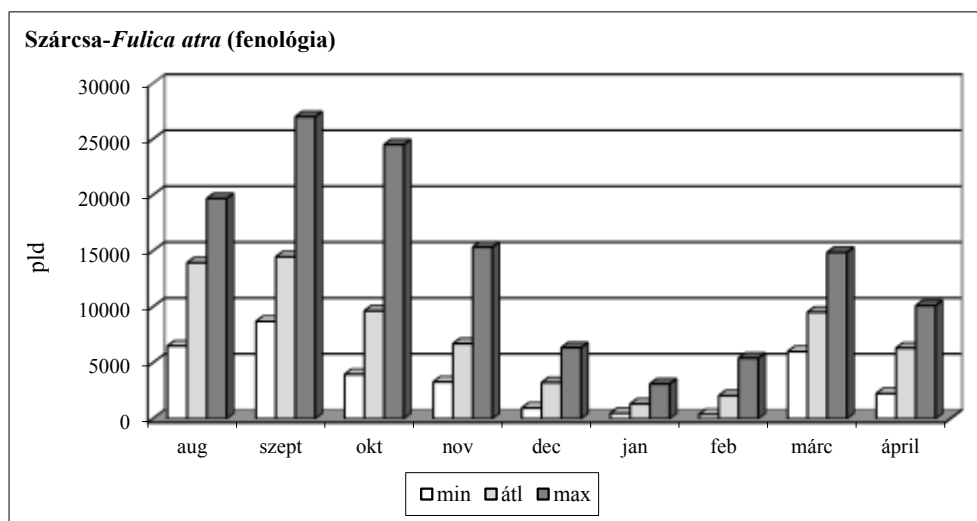
A vízivadfajok vonuló és telelő természetes állomány nagyságát és aktuális diszperzióját, továbbá a vízivad közösségek ugyancsak aktuális összetételét meghatározó megfigyelő rendszere az 1996 óta folyamatosan működő MAGYAR VÍZIVAD MONITORING. A megfigyelések 23 körzetben történnek, amelyek esetenként 2-6 alkörzetre is bonthatók, így összesen a teljes vízivad monitoring 48 megfigyelési egységben folyik, a nemzetközi standardoknak megfelelően (FARAGÓ 1998). Jelen munka e monitoring adatbázisában nyilvántartott szárcsára vonatkozó adatállomány feldolgozása alapján készült az 1996/1997 és 2011/2012-es szezonok által határolt 16 idény figyelembevételével.

Eredmények

Nálunk állományai már augusztustól kezdenek feldúsulni. Éves dinamikájára egy határozottabb szeptemberi, valamint egy szerényebb márciusi maximum a jellemző. Őszi tetőzése után folyamatosan csökken egyedszáma a januári téli minimumig. Ezt követően fokozatosan nő létszáma a tavaszi maximumig (1. ábra). Április közepén kezdődik a fészkepítés, májusban és júniusban, olykor júliusban költ. A költési időszak hossza a második (harmadik), illetve a sarjúfészkelések idejétől függ (FARAGÓ 2002).

A Magyar Vízivad Monitoring standardizált megfigyelési területein előfordulási mennyisége a Monitoring működésének 16 évében maximum 10 998 – 27 013 példány volt. Az őszi vonulás során megfigyelt maximális mennyiségek (3292 – 27 013 pd.) stagnálást mutattak, a tavaszi vonuló maximális mennyiségek (6009 – 14 879 pd.) jelentős mérvű csökkenést mutattak. Ez a csökkenés már csak azért is várható volt, mert a

minimumban lévő januári áttelelő mennyiség (494 – 3114 pd.) ugyancsak csökkenést mutattak (2. ábra).



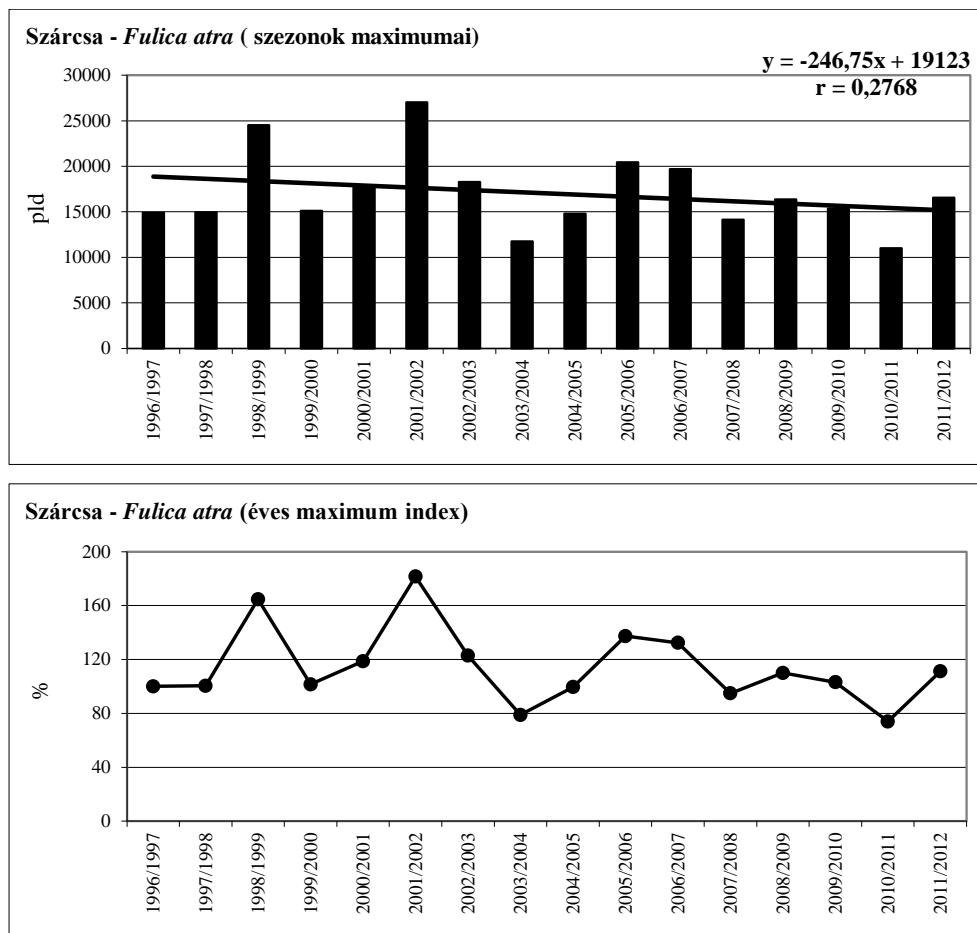
1. ábra: A szárca fenológiája Magyarországon

Ismerve az elmúlt másfél évtized általában melegebb teleit, a fenti értékek a faj Kárpát-medencei vonuló, telelő és fészkelő állományainak csökkenésére utalnak. A csökkenésre magyarázatul szolgál egyrészt az a kétségtelen tény, hogy az enyhe téli félévi időjárás nem feltétlenül kényszeríti a szárcsát a nagyobb tavakra és folyókra, hiszen a be nem fagyó kisebb víztesteken is, jól diszpergált formában, megtalálja nyugalma és táplálkozási feltételeit, másrészt a Kárpát-medencét érintő vonulási útvonaltól északra megrekedhetnek egyes állományrészek.

A Szegedi Fehér-tavon és Fertőn, a Hortobágyon valamint a Biharugrai- és Begécsi-halastavakon rendszeresen egyenként 1000 példányt meghaladó mennyiségei jelenhetnek meg. Emellett a Kis-Balatonon, a Soponyai-halastavakon, a Sumonyi-halastavakon és a Pellérdi-halastavakon észlelhető alkalmanként ugyancsak 1000 példánynál nagyobb példányszámban észlelhetők.

Regionális trendjeiben is adódnak eltérések. Az Észak-Dunántúlon kora ősszel, tavasszal enyhén növekvő, ősszel és télen stabil. A Dél-Dunántúlon kora ősszel enyhén emelkedő, más aspektusokban enyhén csökkenő. Közép-Magyarországon mindenkor stabil, a Tiszántúlon kora ősszel, tavasszal határozottan növekvő, ősszel és télen enyhén csökkenő (FARAGÓ 2008).

A szárca az országon belül egyenletes elterjedést mutat, bár télen nagyobb mennyiségben jelenhet meg a Dunántúl egyes vizeinél. Magyarországon mindig a Balaton térsége volt az egyik legfontosabb előfordulási helye (BANKOVICS 1986, KEVE 1972). Kora őszi egyedszáma a Biharugrai- és Begécsi-halastavakon, a Hortobágyon, a Kis-Balatonon, a Tömörkényi Csaj-tavon, a Rétszilasi-, továbbá a Soponyai-halastavakon számottevő. Ősszel főként a Kis-Balatonnál, a Biharugrai- és Begécsi-halastavaknál, a Hortobágyon, valamint a Balatonon fordult elő. Teleléskor a Kis-Balatonon, a Balatonon, a Hortobágyon, a Gyékényesi-kavicsbányánál, a Biharugrai- és Begécsi-halastavaknál, valamint Sumonyi-halastavaknál figyelhetők meg a legnagyobb mennyiségek. A tavaszi időszakban a Kis-Balatonon a leggyakoribb, egyébként főként az Alföldön – Szegedi Fehér-tó és Fertő, Hortobágy, Biharugrai- és Begécsi-halastavak – észlelhetők nagyobb egyedszámban. Kiemelendő ekkor jelenléte a Balatonon és a Rétszilasi-halastavaknál is (3. ábra) (FARAGÓ 2008).



2. ábra: A szezon maximumok trendje és a maximum-index változása

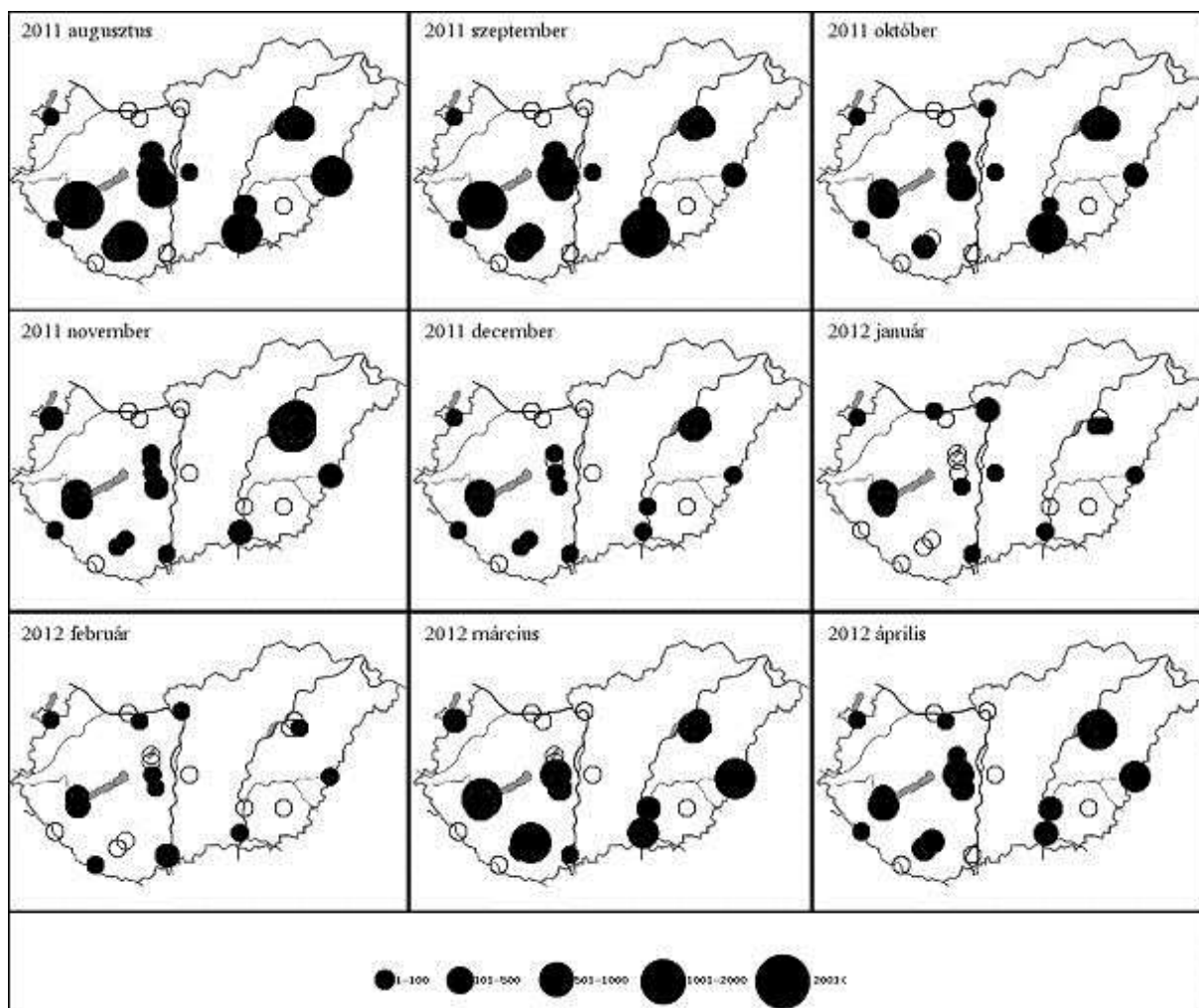
Megvitatás

A szárcsa migrációja Európában kettősséget mutat. Bár a melegebb, vagy mérsékeltébb klímájú régiókban is vonulhatnak egyes példányok, vagy csapatok, igazán vonuló madárnak Európa kontinentális klímával érintett északi és különösen keleti részén kell tekinteni. Kelet-Európa, a Balti-államok, Ukrajna és Oroszország nyugati területeinek költő populációi széles sávban Közép-Európába, vagy azon át délre, a Földközi-tengerhez tartanak. Egy másik részük a Keleti-tenger és az Atlanti-óceán partjai mellett, egészen Spanyolországig és Észak-Afrikáig jut el. Egy további vonulási irány a Fekete-tenger nyugati partvidéke, illetve főként Törökország.

A szárcsa a melegebb, vagy mérsékeltébb klímájú régiókban is vonulhat, igazán vonuló madárnak azonban Európa kontinentális klímával érintett északi és különösen keleti részén kell tekinteni. Kelet-Európa, a Balti-államok, Ukrajna és Oroszország nyugati területei költő populációjának (mintegy 2,5 millió példány) egy része a Keleti-tenger és az Atlanti-óceán partjai mellett, egészen Spanyolországig és Észak-Afrikáig jut el. Másik része széles sávban Közép-Európába, vagy azon át délre, a Földközi-tengerhez tart. Egy további vonulási célterület a Fekete-tenger nyugati partvidéke, illetve főként Törökország (CRAMP & SIMMONS 1980, GLUTZ *et al.* 1994, WETLANDS INTERNATIONAL 2006). Magyarország központi elhelyezkedése folytán két utóbbi vonulási iránnyal van kapcsolatban. (FARAGÓ 2009).

A szárcsa állománydinamikája és a táplálékforrás közötti szoros kapcsolatra hazai viszonylatban először KEVE (1982) mutatott rá. A szárcsák számának első, hirtelen

megnövekedése a Balatonon 1923-ban történt, amikor a békaszőlő (*Potamogeton*) megjelent.



3. ábra: A szárcsa előfordulásának tér-idő mintázata a 2011/2012-es idényben Magyarországon

Későbbiekben a vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) is elszaporodott, ami ugyancsak fontos, kiegészítő táplálékává vált. E két táplálékfaj kínálata elsősorban a fészkelő állományt, de a vándorkagyló a vonuló állomány nagyságát is meghatározhatja. Egyes becslések szerint a szárcsa fiókák a vándorkagyló ivadékaiknak 30%-át is elfogyaszthatják, ezáltal szabályozzák annak terjedését. E jelenség – talán még kiterjedtebb formában – napjainkban is fennáll, ezáltal biztos táplálékforrást biztosít az átvonuló és telelő szárcsáknak. Ezen okból a táplálékforrás limitáló hatása kikerül az állomány nagyságokat befolyásoló potenciális tényezők közül. A vonulás és telelés során megfigyelt állománycsökkenésért elsősorban a klímaváltozást, azon belül pedig a téli hőmérsékletemelkedést tehetjük felelősé, hisz nem jelennek meg északról azok a populációrészek, amelyek korábban a Pannon régióba, vagy azon át a Mediterráneumba tartottak. A várható felmelegedés pedig – fészkelő helyeik egy részének kiszáradás okán – a magyar fészkelő populáció várható csökkenését fogja eredményezni (FARAGÓ 2005).

Felhasznált irodalom

- BANKOVICS, A. (1986): A Balaton átvonuló és telelő vízimadarainak vizsgálata. *Aquila* 92: 55-64.
 BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004): *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International. (*BirdLife Conservation Series* No.12).

- CRAMP, S. & SIMMONS, K. E. L. (eds.)(1980): *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The birds of the Western Palearctic*. Volume II. *Hawks to Bustards*. Oxford University Press, Oxford.
- FARAGÓ, S. (1998): A Magyar Vízivad Információs Rendszer. *Magyar Vízivad Közlemények* 4: 3-16.
- FARAGÓ, S. (2000): A vadászható vízivad fajok magyarországi vonulása, jelölt madarak megkerülése alapján. *Magyar Vízivad Közlemények* 6: 337-375.
- FARAGÓ, S. (2002): *Vadászati állattan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FARAGÓ, S. (2005): A klímaváltozás valószínűsíthető hatásai a hazai vadgazdálkodásra. „AGRO-21” *Füzetek, Klímaváltozás – Hatások – Válaszok*. 43: 87-104 (147-148).
- FARAGÓ, S. (2008): A vonuló vízivadfajok állományainak tér-idő mintázata Magyarországon. Az 1996-2004 közötti időszak elemzése. *Magyar Vízivad Közlemények* 16: 49-200.
- FARAGÓ S. (2009): Szárca. In: CSÖRGŐ T., KARCZA ZS., HALMOS G., MAGYAR G., GYURÁ CZ J., SZÉP T., BANKOVICS A., SCHMIDT A. & SCHMIDT E. (szerk.): *Magyar madárvonulási atlasz*. Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 263–264.
- GLUTZ von Blotzheim, U. N., BAUER, K. M. & BEZZEL, E. (1994): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 5. Galliformes und Gruiformes. 2., durchgesehene Auflage. AULA-Verlag, Wiesbaden.
- KEVE, A. (1972): A Balaton guvat-féléi. *Állattani Közlemények* 59: 67-85.
- MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG (2008): *Magyarország madarainak névjegyzéke. Nomenclator Avium Hungariae*. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Budapest. 278 p.
- WETLANDS INTERNATIONAL (2006): *Waterbird population estimates*. Fourth edition. Wetlands International, Wageningen.

A VIDRA (*LUTRA LUTRA* L.) ELÜTÉSEK MAGYARORSZÁGI ALAKULÁSA, TÉRBELI MINTÁZATA

FARAGÓ SÁNDOR, LÁSZLÓ RICHÁRD

Nyugat- magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
farago@emk.nyme.hu, laszlor@emk.nyme.hu

Bevezetés

1997-ben indult el a vadelhullás monitoring program, amelynek keretében a vadelütések regisztrálása történik az országban. A vadászatra jogosultak a vadgazdálkodási jelentésekkel együtt küldik be a monitoring jelentőlapjait a vadászati hatóságnak, akik megyénként továbbítják a Nyugat-magyarországi Egyetem Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetébe feldolgozásra. Ez a felmérés egészült ki 2003-ban a fokozottan védett vidra elütésekre vonatkozó adatok gyűjtésével. Az országos program segítségével kaphattunk képet arról, hogy a közlekedés mekkora kárt okoz az európai szinten is jelentős vidraállományunkban. Ennek az elhullási oknak a monitorozása azért is nagy jelentőségű, mert a felnőtt állatok esetében a magyarországi vizsgálatok szerint, ez az egyik legjelentősebb emberi tevékenységre visszavezethető mortalitási tényező (LANSZKI *et al.* 2007).

Vizsgálati anyag és módszer

A munkánk során a szakirodalomban fellelt legfrissebb hazai vidraállomány felmérések időszakára vonatkozó adatait használtuk fel a Magyar Vadelhullás Monitoring adatbázisának (FARAGÓ & LÁSZLÓ 2006, 2007, 2008, 2010). Az adatok segítségével képet kaphattunk a felnőtt állatok egyik legjelentősebb emberi tevékenységhez kötődő halálozási okának nagyságáról (LANSZKI *et al.* 2007), az állományhoz viszonyított mértékéről, valamint indirekt módon a faj elterjedéséről is.

Vizsgálati eredmények

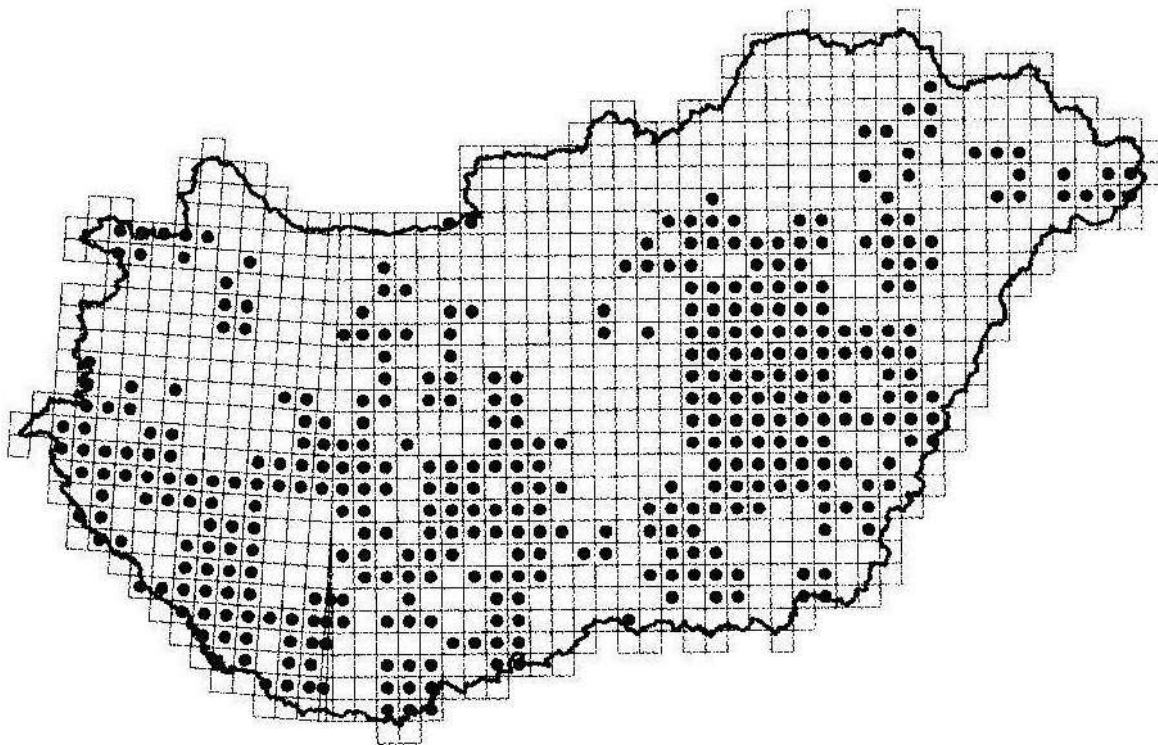
A Szent István Egyetem Vadvilág Megőrzési Intézete által végzett kérdőíves felmérés eredményei alapján (HELTAY 2010) a vidra hiányzik az Északi-középhegység és a Bakony jelentős részéről, valamint kevés helyen fordul elő a Duna-Tisza közén (1. ábra).

Más felmérések alapján (BIHARI *et al.* 2007) nem hiányzik ezekről a területekről, csak az egyedszáma alacsony (2. ábra).

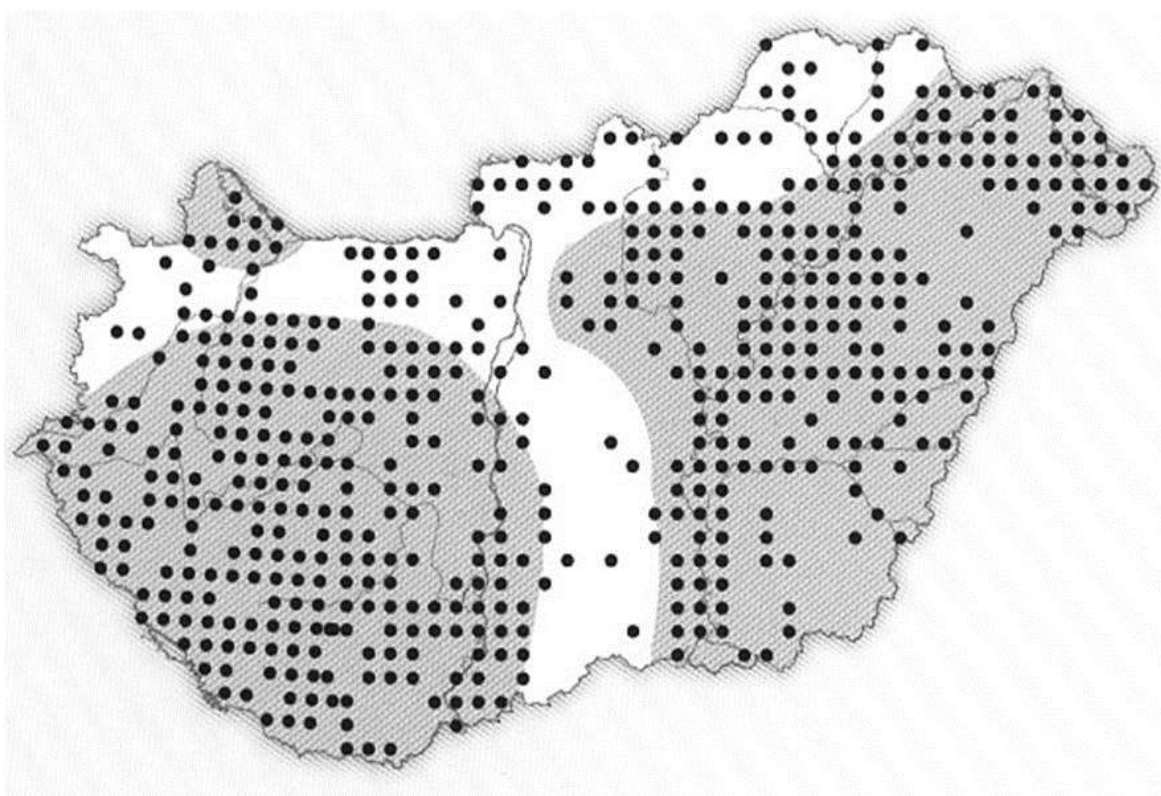
A 2003 utáni felmérések szerint a vidraállomány országos átlagos sűrűsége 0,7-0,8 egyed/1000 ha, míg ha csak az előfordulási területen nézzük e sűrűségi adatokat, akkor 1,5 1,6 egyed/1000ha (HELTAY 2010).

A mi vizsgálataink szerint a vidra az ország egész területén jelen van, de egyes megyékben nagyon alacsony egyedszámmal, pl. Nógrád megyéből nem minden évben érkeztek vidra elhullási adatok. Közlekedés okozta mortalitás általában évente 250-300 példány körül mozgott, az utóbbi években a magasabb értékek a jellemzőbbek, így feltételezhetjük, hogy a vidraállomány stabil, esetleg növekszik. Az elütési adatok alapján megállapítható, hogy az ország északi felén vélhetőleg alacsonyabb az állománysűrűség (3. ábra), még az észak-dunántúli megyékben is, annak ellenére, hogy itt viszonylag magas a vizes élőhelyek aránya. Két magas elhullási értékkel, így erősebb állománnyal rendelkező régiót különíthetünk el az adatok alapján, egy közép-dél-dunántúlit és egy jellemzően tiszántúlit (3. ábra). Az adatok országon belüli eloszlása viszonylag állandó, amely arra utal, hogy az

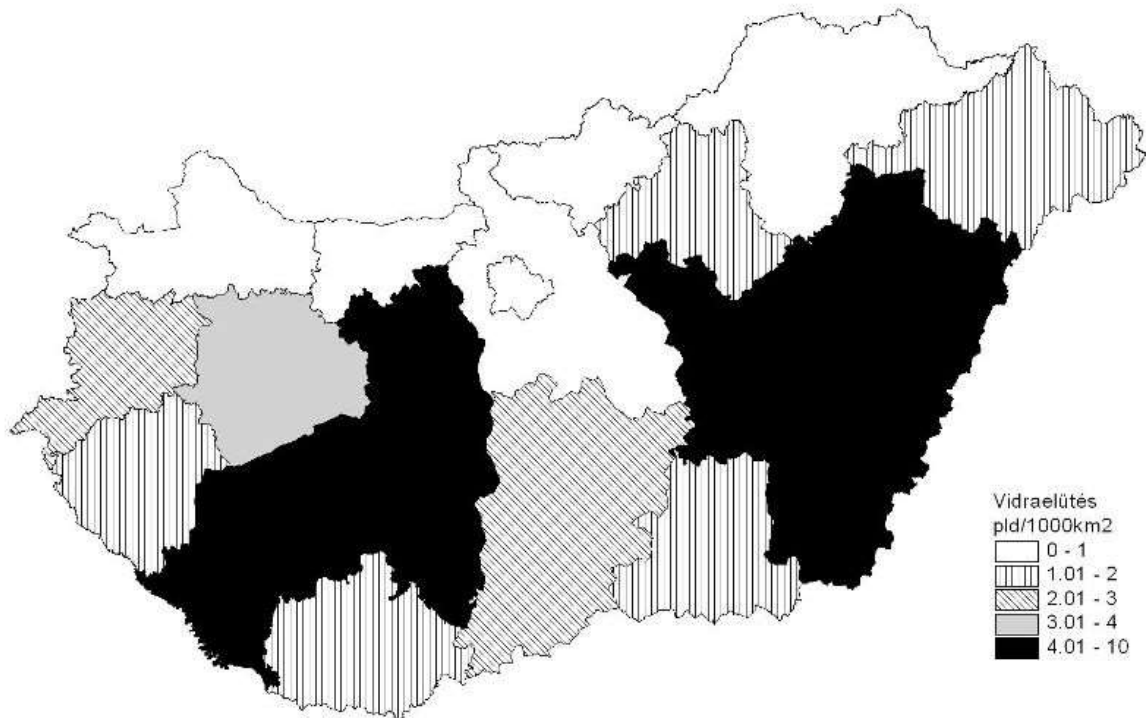
utóbbi régiókban jelentkező nagyobb mennyiségű elhullás mögött egy magasabb állománysűrűség húzódik meg.



1. ábra: A vidra elterjedési térképe (HELTAI 2010)



2. ábra: A vidra elterjedési térképe (BIHARI *et al.* 2007)



3. ábra: Az évenkénti vidraelütések megyei gyakoriság térképe

Vizsgálati eredmények értékelése

A Magyar Vadelhullás Monitoring által gyűjtött adatok alapján megállapítható, hogy a vidra Magyarország minden megyéjében előfordul. Az elhullások alapján a közép-dél dunántúli és a tiszántúli területeken fordul elő a legnagyobb, míg az északi területeken a legalacsonyabb sűrűségben. A HELTAY (2010) által publikált sűrűség adatokat figyelembe véve a magyarországi vidraállomány megközelítőleg 4%-a pusztul el az utakon gépjármű okozta közlekedési balesetekben.

Felhasznált irodalom

- BIHARI Z., CSORBA G. & HELTAI M. (szerk.) (2007): Magyarország emlőseinek atlasza. Kossuth Kiadó, Budapest.
- FARAGÓ, S. & LÁSZLÓ, R. (2006): Magyar Vadelhullás Monitoring 2003/2004. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet, Sopron.
- FARAGÓ, S. & LÁSZLÓ, R. (2007): Magyar Vadelhullás Monitoring 2004/2005. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet, Sopron.
- FARAGÓ, S. & LÁSZLÓ, R. (2008): Magyar Vadelhullás Monitoring 2005/2006. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet, Sopron.
- FARAGÓ, S. & LÁSZLÓ, R. (2010): Magyar Vadelhullás Monitoring 2006/2007. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet, Sopron (kézirat).
- HELTAI M. (szerk.) (2010): Emlős ragadozók Magyarországon. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- LANSZKI J., SUGÁR L. & OROSZ E. (2007): Hazai vidrák morfológiai jellemzői és elhullási okai post mortem vizsgálat alapján. Állattani Közlemények 92 (1): 67-76

AZ ARANYSAKÁL ÉS A RÓKA TÁPLÁLKOZÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA ROMÁNIÁBAN

FARKAS ATTILA¹, FODOR JÓZSEF-TAMÁS², JÁNOSKA FERENC³

¹ Romanian Trapping Association, Székelykeresztúr, Románia
farkas_attila@mailbox.hu

² J&K Wildlife Management K.f.t., Székelykeresztúr, Románia
fodjocvad@yahoo.com

³ Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
janoska@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az aranysakál romániai állományának alakulása az utóbbi években exponenciálisan növekvő tendenciát mutat. Korábban a Dunát tekintették az elterjedési terület északi határának (COTTA & BODEA 1969), és Románia területén csak véletlenszerű előfordulásokat jegyeztek, de stabil szaporodó állományokról nem voltak adatok. A későbbi publikációk (ALMASAN 1995, MURARIU & MUNTEANU 2005) azonban a faj intenzív terjeszkedéséről számoltak be. Ezt jól mutatja, hogy 2006-2013 időszakában az éves jóváhagyott kilövési keret 1100 példányról 4000-re növekedett és az elterjedési terület is megduplázódott, hiszen míg 2006-ban 13 megyében hagytak jóvá kilövési keretet, úgy 2013-ban már 25 megye területén van érvényben kvóta.

A róka állományának alakulása országos szinten nem mutat a sakáléhoz hasonló tendenciát, de a növekedés itt is tetten érhető, hisz a 2013/2014-es vadászati idényben kb. 40.000 rókát lehet elejteni a 2006/2007-es idény 26.500 példányával szemben.

(Megj: Romániában nincs a hazai gyakorlatnak megfelelő állománybecslés, az állomány nagyságára a kilövési keret nagyságából lehet következtetni.)

Jelen kutatás elsődleges célja rávilágítani a sakál táplálkozás-biológiai jellemzőire, ugyanis ilyen jellegű munka Romániában még nem született. Ugyanakkor évről évre újabb területeken jelenik meg a sakál és az újonnan birtokba vett élőhelyek életközösségeire elsősorban táplálkozása által fejt ki hatást. Bizonyos területeken a sakál predációjának lehetnek természetvédelmi, vadgazdálkodási és állattartói vonatkozásai is.

Másik fontos cél a róka táplálkozási jellemzőinek feltárása, hisz ez a téma is kevésbé kutatott Romániában, sőt olyan kutatás egyáltalán nem létezik, mely a róka táplálkozás-biológiáját az aranysakál elterjedésének magterületén vizsgálná.

Vizsgálati anyag és módszer

A kutatások helyszíne Románia déli részén, az Olt folyó dunai torkolatának vidéke. Tipikus síkvidéki, ártéri terület nádasokkal, nagy kiterjedésű mezőgazdasági kultúrákkal és a mezőgazdasági területeken szigetszerűen elterülő viszonylag nagy kiterjedésű erdőkkel. Ezekon a területeken az aranysakál a csúcsragadozó, a mindenevő és növényevő vadászható fauna képviselői a vaddisznó, őz, mezei nyúl és a fácán. A vaddisznó állomány viszonylag stabil, az őz és az apróvad fajok állomány nagysága a hasznosítható populációsűrűség alatt van.

Mivel a vadászatra jogosult az apróvad hasznosítását is lehetővé szeretné tenni, ehhez a Romániai Kíméletes Csapdázó Szövetség szaktanácsadással és kábeles visszatartó csapdákkal végrehajtott ragadozógyérítéssel járul hozzá. A csapdás és löfegyveres ragadozó gyérítést a szakszemélyzet végzi, gyakorlatilag az egész év során, s az összes elejtett róka és sakál testét egészben lefagyasztják. Minden egyes példány külön van

csomagolva és fel van tüntetve a csomagolásra az elejtés dátuma. Az elejtések számának alakulása függvényében begyűjtjük minden egyes példány gyomrát és elvégezzük a táplálékkomponensek beazonosítását.

Ezidáig 2013. február és augusztus közötti időszakból összesen 19 sakál és 90 róka mintánk áll rendelkezésre. Habár a mintagyűjtés szünet nélkül folytatódik, az eddig begyűjtött gyomortartalmak már bizonyos szintű rálátást engednek a sakál és a róka tavaszi – nyári táplálkozás-biológiai jellemzőire konkurenciális környezetben.

A táplálék komponensek meghatározása az emlősöknél koponyacsontok és fogazat, (ÚJHELYI 1989) valamint szőr-morfológia (TEERINK 1991) alapján történt. A madarak esetében a fácánt azonosítottuk be egyértelműen, csőr- és láb illetve karom maradványok alapján. Azon táplálékmaradványok, melyek madártól származtak de kétséget kizáróan nem állapítható meg, hogy fácán, az „egyéb madár” csoportba kerültek besorolásra. Az adatok értékelésénél a következő táplálékcsoportokat alkalmaztuk: 1 – rovarévők, 2 – pocokfélék, 3 – egérfélék, 4 – egyéb rágcsálók, 5 – mezei nyúl, 6 – szarvasfélék (őz), 7 – vaddisznó, 8 – ragadozó emlősök, 9 – háziállatok, 10 – madarak (amely csoport fácán és egyéb madarak kategóriákra van bontva), 11 – hullók, kételtűek, 12 – halak, 13 – gerinctelenek, 14 – magvak, gyümölcsök, 15 – egyéb növények, 16 – antropogén anyagok.

A százalékos táplálék-összetételt és a táplálkozási niche-átfedést a gyomortartalmakban előforduló táplálék taxonok relatív előfordulási gyakorisága alapján számítottuk. A százalékos relatív előfordulási gyakoriság számítmódja a következő:

$$\text{Relatív előfordulási gyakoriság (\%)} = 100 \times \frac{\text{adott táplálék csoport példányainak száma}}{\text{az összes táplálék csoport példányainak száma}}$$

A táplálkozási niche-átfedés számításához Renkonen indexet alkalmaztunk: $P_{jk} = [\sum n(\text{minimum } p_{ij}, p_{ik})] \times 100$, ahol P_{jk} = százalékos táplálkozási niche-átfedést jelenti a róka (j) és az aranysakál (k) között, p_{ij} és p_{ik} = az i-edik táplálék csoport részesedése adott ragadozó táplálékában (minimum: a kisebb értéket kell figyelembe venni), n = a táplálék csoportok száma (KREBS 1989). Az adatfeldolgozást Microsoft Excel programmal végeztük.

Eredmények és megvitatásuk

Gyomorminták havi eloszlása

A 2013. február és augusztus időszakban gyűjtött 19 sakál és 90 róka gyomorminta havonkénti eloszlása biztató, hisz mindkét fajtól áll rendelkezésre minta minden hónapból (1. táblázat). Ugyanakkor a sakál minták száma az áprilisi hónap kivételével nem haladja meg a havi 2 darabot ezért a táplálékalkotók havi eloszlásban történő elemzése nem lehet releváns.

1. táblázat: A gyomorminták havonkénti eloszlása

Sorszám	Hónap	Róka (n)	Sakál (n)	Összesen (n)
1	Február	9	2	11
2	Március	13	2	15
3	Április	20	9	29
4	Május	10	2	12
5	Junius	25	2	27
6	Július	8	1	9
7	Augusztus	5	1	6
Összes		90	19	109

Táplálék összetétel, táplálkozási niche-átfedés

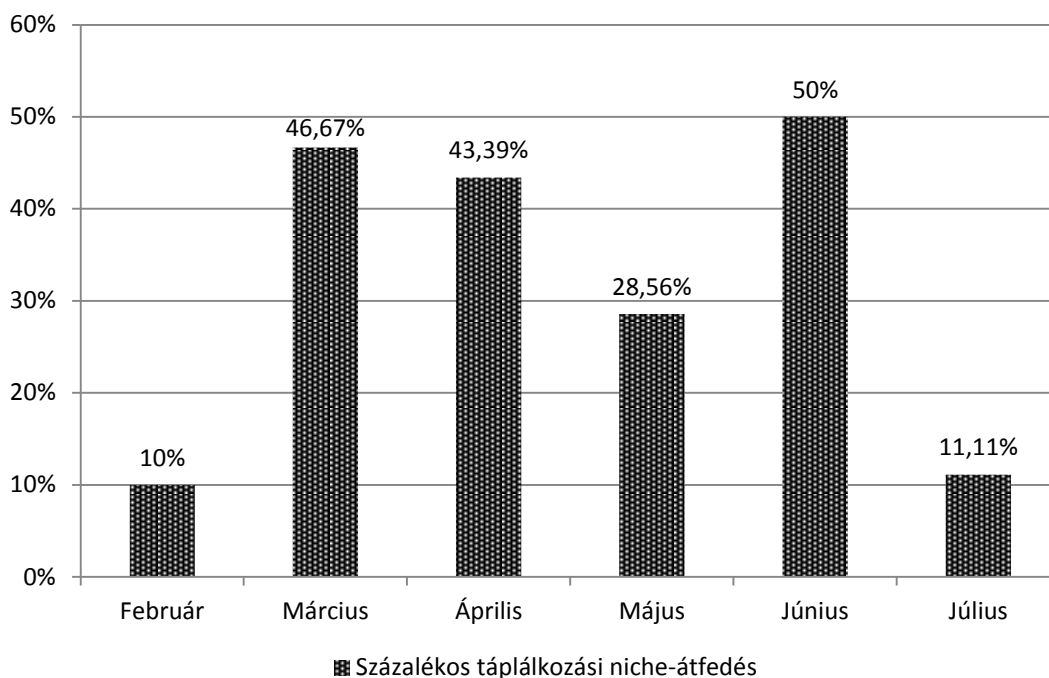
A teljes vizsgálati időszak esetében nem erősíthető meg a domináns kistrágcső fogyasztás sem a róka sem pedig az aranyakál esetében. Ugyanakkor, mindkét ragadozó táplálékában sikerült kimutatni a területen előforduló összes vadászható fajt. Az őz és mezei nyúl egy-egy mintában volt jelen, a vaddisznó, róka esetében 6-, míg a sakálnál 5 esetben fordult elő és a fácán is szerepelt mindkét vizsgált ragadozó étlapján (2. táblázat).

2. táblázat: Táplálékkomponensek előfordulási- és relatív előfordulási gyakorisága vörösróka és aranyakál gyomortartalmában. (FO = előfordulási gyakoriság, RFO = relatív előfordulási gyakoriság)

Táplálékkomponens	Róka (n=90)		Aranyakál (n=19)	
	FO	RFO	FO	RFO
1. Rovarevők	1	0,65%	0	0,00%
2. Pocokfélék	25	16,23%	2	7,41%
3. Egérfélék	7	4,55%	0	0,00%
4. Egyéb rágcsálók	3	1,95%	0	0,00%
5. Mezei nyúl	1	0,65%	1	3,70%
6. Szarvasfélék (Őz)	1	0,65%	1	3,70%
7. Vaddisznó	6	3,90%	5	18,52%
8. Ragadozó emlősök	1	0,65%	0	0,00%
9. Háziállatok	1	0,65%	0	0,00%
10. Madarak	44	28,57%	3	11,11%
Fácán	15	9,74%	2	7,41%
Egyéb madár	29	18,83%	1	3,70%
11. Hüllők, kétélűek	6	3,90%	0	0,00%
12. Halak	0	0,00%	1	3,70%
13. Gerinctelenek	22	14,29%	4	14,81%
14. Magvak, gyümölcsök	13	8,44%	2	7,41%
15. Egyéb növények	18	11,69%	7	25,93%
16. Antropogén eredetű anyagok	5	3,25%	1	3,70%
Összesen	154	100,00%	27	100,00%

A kistrágcső és vadászható vadfajok mellett még számottevő mértékben fordultak elő mindkét vizsgált ragadozó táplálékában különböző növényi eredetű anyagok, gerinctelenek (főként rovarok) és antropogén eredetű anyagok is.

A róka és sakál közötti táplálkozási niche-átfedés csak a 2013 február – július időszakban számítható, hisz a sakáltól származó egyetlen augusztusi gyomormintánk üres volt. A teljes vizsgálati időszakban az átfedés mértéke 10% és 50% között változott (1. ábra). A februári 10% átfedés teljes mértékben vaddisznó fogyasztásból adódott, a júliusi 11,11%-os átfedést viszont kizárólag magvak és gyümölcsök fogyasztása okozta. A vadászható fajok közül a vaddisznó és a fácán fogyasztásában tapasztaltunk átfedést a róka és sakál étrendjében, április és május hónapokban.



1. ábra: Százalékos niche-átfedés havi alakulása aranyakál és róka esetében

Az aranyakál közép-európai terjeszkedése sok táplálkozás-biológiai vizsgálatot indukált az új elterjedési területen, többek között hazánkban is. A róka és az aranyakál közötti táplálkozási niche-átfedés vizsgálatakor LANSZKI & HELTAI (2002) a vizsgált taxonok esetében 60-77% közötti értékeket állapított meg. A két faj táplálék-összetételében a kisemlősök túlsúlyát állapították meg, a vadászható emlősök részarányát elenyészőnek találták. Az aranyakál opportunista táplálkozását igazolja az, hogy az elterjedési terület európai magterületén, Görögországban a háziállatok túlsúlyát állapították meg GIANNATOS ÉS MUNKATÁRSAI (2010). Adataik szerint, mivel a kisemlősök hozzáférhetősége csekély, a sakál más táplálkozási forrásokat talál és használ fel. Hasonló eredményre jutottak, immár gyomortartalom-elemzések után, horvátországi vizsgálataik során BOSKOVIC ÉS MUNKATÁRSAI (2013) is. Elemzésük szerint az aranyakál táplálék-összetétele erősen évszakfüggő, és nagy mértékben tartalmaz olyan hulladékot, mely pl. háziállatok vágásakor keletkezik (faggyú, belsőség, stb.) A fő vadászszézonban megugrik elemzésük szerint a nagytestű vadfajok hasonló jellegű hulladéka is a sakál táplálékában.

Mint látható, az elterjedési terület különböző részein nagyon változatos a sakál tápláléka. Mindez arra ösztönzi a szerzőket, hogy vizsgálataikat tovább folytassák, és nagyszámú minta begyűjtésével további, pontosabb eredményekre tegyenek szert, mely árnyalhatja a terjeszkedő faj táplálék-összetételéről és a koegzisztens vörös rókával való niche-átfedéséről vallott ismereteinket.

Összefoglalás

Saját adatelemzéseink azt mutatják, hogy a vörös róka és az aranyakál táplálkozásában havonta eltérő átfedéseket találunk. Mindkét faj opportunistá ragadozó, a rendelkezésre álló táplálékok közül nagy mennyiségben fogyaszt kisemlősöket, de számos taxon megtalálható mindkét faj gyomortartalmában. Az aranyakál elterjedési területének különböző részein a kutatók nagyon változatos táplálék-összetételt találtak, mely arra utal, hogy nem lehet általános érvényű megállapításokat tenni a faj táplálkozásáról.

A vizsgálati időszakban feldolgozott minták megalapozzák a kutatás folytatásának szükségességét, nagyobb mintaszám begyűjtésével. Az év minden hónapjából szükséges

mintát beszerezni különös hangsúlyt fektetve a nagyvad ellések utáni és utódnevelési időszakára, hisz főként ebben az időszakban gyakorolhat a sakál és róka predációs nyomást az említett zsákmányfajok populációira. Az ökológiai összefüggések feltárása érdekében a gyomortartalom vizsgálatok eredményeit kombinálni szükséges a vadászható fajok állomány felmérésével.

Adott egy európai méretekben invazív módon terjeszkedő „őshonos” faj az aranyakál, amelyet meg szeretnénk ismerni és egy általánosan elterjedt dúvadnak besorolt ragadozó a vörösróka, amelyek hatást gyakorolnak az élőhelyük faunájára és egymásra. Jelen kutatás folytatásának célja feltárni a hatásokat és felmérni ezek jelentőségét.

Felhasznált irodalom

- ALMASAN, H. (1995): Sacalul în fauna României (The jackal in the Romanian fauna). *Vânătorul și pescarul român* 1: 18–19.
- BOŠKOVIC, I., ŠPERANDA, M., FLORIJANCIC, T., ŠPREM, N., OZIMEC, S., DEGMECIC, D. & JELKIC, D. (2013): Dietary habits of the golden jackal (*Canis aureus* L.) in the eastern Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus* Vol. 78 (2013). no. 3. 245-248.
- COTTA, V., & BODEA, M. (1969): *Vînatul României*. București: Editura Agrosilvică.
- GIANNATOS, G., KARYPIDOU, A., LEGAKIS, A. & POLYMENI, R. (2010): Golden jackal (*Canis aureus* L.) diet in Southern Greece. *Mammal. Biol.* 75 (2010). 227-232.
- KREBS, C. J. (1989): *Ecological Methodology*. New York: Harper Collins Publishers.
- LANSZKI, J. & HELTAI, M. (2002): feeding habits of golden jackal and red fox in south-western Hungary during winter and spring. *Mamm. Biol.* 67 (2002). 129-136.
- MURARIU, D. & MUNTEANU, D. (2005): *Fauna României*. Vol. XVI. Fascicula 5. Mammalia, Carnivora. Editura. Academiei Române, Bucharest, Romania.
- TEERINK, B. J. (1991): *Hair of West-European mammals*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ÚJHELYI, P. (1989): *A magyarországi vadonélő emlősállatok határozója*. (Küllemi és csonttani bélyegek alapján). Budapest: Magyar Madártani Egyesület.

A VADDISZNÓ MOZGÁSKÖRZETÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ ROMÁNIAI ÉLŐHELYEKEN (RÉSZEREDMÉNYEK)

FODOR JÓZSEF-TAMÁS¹, JÁNOSKA FERENC², FARKAS ATTILA³

^{1,2} Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, H-
fodjocvad@yahoo.com, janoska@emk.nyme.hu

^{1,3} Romanian Trapping Association, 535400, Cristuru Secuiesc, Harghitei 47, Jud. Harghita, Romania
fodjocvad@yahoo.com, farkas_attila@mailbox.hu

Bevezetés

A romániai vaddisznó populációt célzó kutatások mindig is a háttérbe szorultak az idők során. A rendszerváltás után, az Európai Unióba való belépés után a figyelem középpontjába a nagyragadozók kerültek, amelyek kutatása majdhogynem egyedüli lett. Az Unió pénzforszási lehívása csak a barnamedve (*Ursus arctos arctos*, L.), farkas (*Canis lupus lupus*, L.) és hiúz (*Lynx lynx*, L.) vonzatában jelentett előrelépést. A vaddisznó (*Sus scrofa*, L.) és más vadászható vadfajok populációi a célzott vadbiológiai kutatásokból kimaradtak. Az Európa számos országában majdhogynem dúvadként nyilvántartott vadfaj, a mezőgazdasági kultúrákban okozott vélt, vagy igenis valós károkozásai miatt viseli magán a mező- és erdőgazdák bélyegét.

Anyag és módszer

A vaddisznó mozgáskörzetének és habitat-használatának vizsgálatára a Vectronic Aerospace GmbH által gyártott GPS Plus 10.0.5.12279 verziószámú nyakörveket használtuk. A nyakörvek GSM és VHF kommunikációra egyaránt képesek, óránként rögzítenek GPS-koordinátát, tengerszint feletti magasságot, hőmérsékletet, DOP értéket, dátumot és órát. Ugyanakkor aktivitás/mortalitás érzékelő és önkioldó modullal is fel vannak szerelve.

Az adatok feldolgozása során az sms-üzenetben fogadott koordinátákat Quantum GIS szoftverrel alakítottuk romániai Stereo70 vetületi rendszerbe, majd az ArcView 3.2 programmal, valamint a Microsoft Excel programjával végeztünk további elemzéseket.

A kutatáshoz két teljesen eltérő élőhelytípust választottunk élőhely-minőség, klíma és ragadozó vonatkozásában. A magasabban fekvő vadászterület tipikusan magas dombvidéki vadászterület, átlag 700 m tengerszint feletti magasságban, területe 20.403 ha. Elegyes erdők jellemzik (bükk-gyertyán, kocsánytalan tölgy), amelyek egészen a lucfenyves övezetig terjednek. Az erdőszűrség 40%, a szántóföldek aránya 39%, a maradék pedig községi vagy falusi legelők. Rendkívül gazdag ragadozóállomány jellemzi. Mindhárom Romániában honos csúcsragadozó (medve, farkas és hiúz) megtalálható.

A megjelölt egyedek: 1 kan, 4-5 éves korú, jó kondíciójú egyed és 1 ugyancsak 4-5 éves koca, szintén jó kondícióban.

A kiengedési helyek földrajzi adatai a kan esetében: 46°00'43.92"N és 25°48'48.80"E, a koca esetében 45°57'48.19"N és 25°47'32.71"E. A másodikként választott élőhely az előbbi szöges ellentéte. Románia deli részén helyezkedik el, az Olt folyó ártéri övezetében. Klímája jóval melegebb az előzőnél. Erdők aránya 43%, szántók aránya 51%, legelők aránya 2% körüli. Legnagyobb vadfaj a vaddisznó. Az előző vadászterülettel ellentétben hiányzik mindhárom csúcsragadozó. Jelen van viszont az aranyakál (*Canis aureus*, L.), igen nagy számban. Itt ugyancsak 2 egyedet fogtunk be. Kiengedésüknek földrajzi adatai: déli kan és koca: 43°57'59.88"N és 24°37'59.00"E. Az egyedek befogása egy karám típusú befogóban történt, amely a terület tulajdonságait figyelembe véve készült.

Az egyedek altatása:

FOURNIER *et al.* (1995) kizárólag Zoletil^R alkalmazásával 3'41" átlag indukciós időt ért el, 37'37" átlag immobilizációs idővel. Az átlag dózisok 6.8 és 9.2 mg/ttkg voltak. Az ébredés viszonylag gyors és zaklatott lefolyású volt.

A mi esetünkben egy keveset módosítottunk az anyag kombináción és a következő dózisokkal dolgoztunk: Stresnil^R (40 mg Azaperon/ml). Alkalmazott dózis: 20mg/50 ttkg, Domosedan^R (10 mg/ml Medetomidin). Alkalmazott dózis: 10 mg/50 ttkg. Zoletil^R (Tiletamin+Zolazepam 125mg+125mg/5 ml). Alkalmazott dózis: 120mg/50 ttkg.

A fent említett altatószerek beinjektálása átlag 10 m távolságról történt Vario 3V Blowpipe Rifle (TELINJECT) altatófegyverrel, 3ml-es távfecskendőket alkalmazva. Az egyedek átlagosan 4'45" alatt elaludtak. A teljes ébredés átlag 185' múlva következett be. Különleges mellékhatásról nem tudunk beszámolni.

Eredmények

A vizsgálati időszakban 3 nyakörvtől származó összesen 3251 pozíció adatait elemeztük. Eredményeink jelentős mértékben eltérnek a hivatkozott nemzetközi szakirodalomban leírtaktól úgy a napi megtett távolságok tekintetében, mint a minimum konvex poligon módszerrel számított mozgáskörzet tekintetében.

Napi mozgás (m)

11699 azonosítójú kan 108 nap alatt átlag 5447,02 m távolságot tett meg naponta (Min = 1006,09 m, Max = 25705,00 m, SD = 3847,86 m, SE = ±388,69 m).

11702 számú koca 12 teljes nap alatti átlagos helyváltoztatása 7185,44 m/nap volt (Min = 2094,06 m, Max = 16174,32 m, SD = 5036,97 m, SE = ±1454,05 m).

11701 azonosítójú kan 7956,48 m (Min = 2494,50 m, Max = 15987 m, SD = 4062,40 m, SE = ±957,57 m) távolságot mozgott naponta egy 18 napos vizsgálati időszak alatt.

1. táblázat: Napi megtett távolságok (m) minimum, maximum, átlag, eltérés négyzet összeg és átlag szórása

Collar ID	N (day)	Mean	Min	Max	SD	SE
11699	108	5447,02	1006,09	25705,00	3770,63	362,83
11701	18	7956,48	2494,50	15987,82	4062,40	957,57
11702	12	7185,44	2094,06	16174,32	5036,97	1454,05

Mozgáskörzet MCP 100% (ha/nap)

A minimum konvex poligon módszerrel kiszámított mozgáskörzet kiterjedése az egész vizsgálati időszakban 7655,85 és 11693,07 ha között változott. Az átlagos napi mozgáskörzet a 11699 azonosítójú kannál 177,89 ha/nap volt (Min = 1,08 ha, Max = 3752,56 ha, SD = 482,69 ha, SE = ±46,44 ha). A 11701-es kan átlagosan naponta 357,80 ha területet használt (Min = 36,56 ha, Max = 1169,57 ha, SD = 372,95 ha, SE = ±87,90 ha). A 11702 azonosítójú koca átlagos napi mozgáskörzete 194,13 ha/nap (Min = 0,17 ha, Max = 844,45 ha, SD = 254,59 ha, SE = ±73,49 ha) volt.

2. táblázat: 100% MCP (ha) minimum, maximum, átlag, eltérés négyzet összeg és átlag szórása

Collar ID	N (day)	Mean	Min	Max	SD	SE	Total
11699	108	177,89	1,08	3752,56	482,69	46,44	8656,59
11701	18	357,80	36,56	1169,57	372,95	87,90	11693,07
11702	12	194,13	0,17	844,45	254,59	73,49	7655,85

Mozgáskörzet KHR90%, ha/nap

A 90%-os Kernel módszerrel kiszámított mozgáskörzet kiterjedése az egész vizsgálati

időszakban 4454,17 és 5849,51 ha között változott. Az átlagos napi mozgáskörzet a 11699 azonosítójú kannál 186,54 ha/nap volt (Min = 1,03 ha, Max = 5804,71 ha, SD = 769,76 ha, SE = $\pm 74,07$ ha). A 11701-es kan átlagosan naponta 101,28 ha területet használt (Min = 11,45 ha, Max = 288,74 ha, SD = 102,21 ha, SE = $\pm 24,09$ ha). A 11702 azonosítójú koca átlagos napi mozgáskörzete 343,11 ha/nap (Min = 2,31 ha, Max = 1606,35 ha, SD = 511,17 ha, SE = $\pm 147,56$ ha) volt.

3. táblázat: 90% Kernel Home Range (ha) minimum, maximum átlag, eltérés négyzet összeg és átlag szórása

Collar ID	N (day)	Mean	Min	Max	SD	SE	Total
11699	108	186,54	1,03	5804,71	769,76	74,07	4454,17
11701	18	101,28	11,45	288,74	102,21	24,09	5582,35
11702	12	343,11	2,31	1606,35	511,17	147,56	5849,51

4. táblázat: Óránkénti eltávolodás (m) minimum, maximum, átlag, eltérés négyzet összeg és átlag szórása

Collar ID	N (fixes)	Mean	Min	Max	SD	SE
11699	2567	229,17	0,25	6919,77	416,19	8,21
11701	422	339,38	0,12	3353,53	611,65	29,77
11702	258	287,55	0,48	3695,93	520,23	32,33

Aktivitás (m/h)

Következtetések

Habár még csak részeredmények állnak rendelkezésünkre, leghosszabb időszakra vonatkoztatva 108 nap adataival, megállapítható, hogy az éves mozgáskörzet messze meghaladja a nemzetközi szakirodalomban közölt adatokat. Ugyanakkor az átlagos napi megtett távolságok illeszkednek a nemzetközi szakirodalomban közöltekhöz azzal a megjegyzéssel, hogy a mi vizsgálati időszakunk rendkívüli mértékű zavarástól mentes, hiszen a vadászati idény már befejeződött, a legeltetések és erdei melléktermék-gyűjtések még nem éreztetik hatásukat.

A napi mozgáskörzet tekintetében nagyon eltérő eredmények születtek az újjélandi (MCILROY 1989) átlagos 6,0 ha-tól (SD= $\pm 1,1$) az olaszországi (RUSSO *et al.* 1997) minimum konvex poligon módszerrel számított átlagos 33,2 ha-ig (SD= $\pm 2,8$), valamint a 95%-os Kernel módszerrel számított átlagos 24,9 ha-ig (SD= $\pm 1,1$). Ezen eredményekhez képest Franciaországban a vaddisznó napi aktivitási területét 60-75 ha-ban határozták meg (JANEAU & SPITZ 1984).

Az éves mozgáskörzet elemzése során is nagyon nagy eltérések tapasztalhatóak egyes szerzők eredményei között. Olyan vizsgálati eredmény is született (MCILROY, 1989) mely szerint a vaddisznó több mint féléves (186 napos) mozgáskörzete 209 ha, ugyanakkor más szerzők szerint (FISCHER *et al.* 2004) az éves mozgáskörzet 190 ha (Min. = 50 ha, Max. = 420 ha), és bizonyos kutatási eredmények szerint (SAUNDERS & KAY 1996) a kanok éves mozgáskörzete 3500 ha (SD= ± 2200 ha) a kocáké 1100 ha (SD= ± 520 ha). Meg kell jegyezni azonban, hogy ez utóbbi vizsgálat Ausztráliában 1100 – 1600 m tengerszint feletti magasságon történt. Ezen szélső eredmények határain belül több kutatási eredmény áll rendelkezésre. Például Massei és munkatársai szerint az éves átlagos mozgáskörzet két egymást követő év adatai alapján kanoknál 689,1 illetve 1642,3 ha, kocáknál 455,5 illetve 577,0 ha (MASSEI *et al.* 1997). Hasonló eredményekre jutottak Északkelet-Németországban (KEULING *et al.* 2008). Vizsgálataik szerint a fiatal kocasüldők évi mozgáskörzete 600,5 ha (SD= $\pm 301,2$ ha), a vezérkocák által vezetett kondáké pedig 400,0 ha (SD= $\pm 230,8$ ha). Olyan vizsgálatok esetében, ahol a hajtóvadászatok által okozott zavarás mozgáskörzetre kifejtett hatását vizsgálták, a hajtások eredményeként megnövekedett mozgáskörzet is

átlagosan 719,67 ha (SD=±92,92 ha) volt kocáknál és 976,47 ha (SD=±175,85ha) volt kanoknál (SAÏD *et al.* 2012). A szakirodalmi feldolgozásban eddig szereplő minimális 200 ha és maximális 3500 ha kiterjedéshez képest a leginkább eltérő mozgáskörzetet JANEAU ÉS SPITZ (1984) publikálták. Közlésük szerint az éves átlagos mozgáskörzet kocáknál 4000-6000 ha, kanoknál 12000-15000 ha.

A napi helyváltoztatás átlagos távolsága DOUAUD (1983) vizsgálatai szerint kanoknál 3 és 14 km, kocáknál 2-9 km volt. Lengyelországi vizsgálatok esetében a napi átlagos megtett távolságok két különböző területen 6800 m (SD=±2560 m, Min = 2500 m, Max = 16400 m) illetve 12900 m (SD=±6510 m, Min = 3100 m, Max = 26700 m) voltak (PODGÓRSKI *et al.* 2013).

A magas dombvidéki vadászterületen a várttal ellentétben jóval kisebb úgy a napi átlag elmozdulás, mint a mozgáskörzet. Itt az előző fejezetekben leírt 11699-es nyakörv számú kan és a 11702-es koca lett megjelölve. Tekintve, hogy a területen nagyon sok a nagyragadozó (medve, farkas, hiúz), ezáltal a zavarás szintje is jóval nagyobb, aminek okán azt vártuk, hogy a vaddisznó mozgáskörzete is nagyobb lesz. Ezzel szemben viszonylag kis mozgáskörzetet tapasztaltunk mindkét egyed esetében.

Az eddigi adatokból nem tűnik ki számottevő különbség a két kan mozgáskörzetében sem napi, sem havi felbontásban annak ellenére sem, hogy merőben különböző élőhelyeken élnek. További vizsgálatok tárgya lesz a távolságok napszakonkénti megoszlása a napi aktivitási minták megállapítása céljából, valamint a táplálkozási és pihenő-búvóhelyek meghatározása. Az élőhelyhasználat vizsgálata céljából el fogjuk készíteni a GPS-pozíciók hozzárendelését élőhely-térképhez. Ugyanakkor indokolt a vadászati vadgazdálkodási berendezések (szórók, vadföldek), valamint a zavarás (erdőhasználat, legeltetés, vadászat) hatásának vizsgálata a mozgáskörzet alakulására.

Egész éves időszakra kiterjedő adatsor esetén a mozgáskörzet évszakonkénti és nemek szerinti változásának vizsgálatát célszerű elvégezni.

Összefoglalás

A 2012-ben elkezdett kutatás a vaddisznó mozgáskörzetét hivatott vizsgálni, amely 2 merőben eltérő képességű élőhelyen zajlik. A projekt során 4 vaddisznóra került GPS Plus típusú nyakörv. Az egyik terület a Bodoki-hegység (Kovászna megye) lábánál elhelyezkedő, jellegzetesen magas dombvidéki vadászterület, a másik, Románia déli részén, a Duna és az Olt folyók találkozásánál elterülő, tipikusan síkvidéki, ártéri vadászterület. A magasabban fekvő vadászterületen jelen van a medve, farkas és hiúz is igen nagy számban. Az éves átlaghőmérséklet jóval alacsonyabb és a havas napok száma is jelentősen magasabb, mint az ártéri vadászterületen, ahol a fent említett csúcsragadozók teljességgel hiányoznak. Jelen van viszont az aranysakál (*Canis aureus*, L.) nagy egyedszámban, ami a malacok túlélésében lehet releváns. Az altatás egy karám típusú befogóban történt, kábító fegyverrel. Az egyedek átlagosan 4,45 perc alatt elaludtak. A teljes ébredés átlag 185 perc múlva következett be. Semmilyen különleges mellékhatásról nem tudunk beszámolni. Az adatok feldolgozása ArcWiew programmal történik. Az otthonterületet a KHR (Kernel Home Range) valamint MCP (Minimum Convex Poligon) módszerével számítjuk ki.

A kutatás során rávilágítunk néhány fontos aspektusra, ami a vaddisznó mozgáskörzetét, otthonterületét érinti a jellegzetes élőhelyeken, csúcsragadozók jelenlétében vagy éppen hiányában.

Felhasznált irodalom

DOUAUD, J. F. (1983): Utilisation de l'espace et du temps et ses facteurs de modulation chez le sanglier, *Sus scrofa* L., en milieu forestier ouvert (Massif des Dhults, Haute-Marne). These de

- Doctorat de 38me cycle, Univ. Strasbourg, 162.
- FISCHER, C., GOURDIN, H., & OBERMANN, M. (2004): Spatial behaviour of the wild boar in Geneva, Switzerland: Testing the methods and first results. *Galemys*, 16, 149-155.
- FOURNIER P., FOURNIER-CHAMBRILLON CH., MAILLARD D., KLEIN F. (1995): Zoletil® immobilization of Wild boar (*Sus scrofa* L.) *IBEX J. M. E.* 3:134-136.
- JANEAU, G., & SPITZ, F. (1984). L'espace chez le sanglier (*Sus scrofa* L.). *Gibier Faune Sauvage*, 1, 73-89.
- KEULING, O., STIER, N., & ROTH, M. (2008): Annual and seasonal space use of different age classes of female wild boar *Sus scrofa* L. *European Journal of Wildlife Research* , 54:403–412.
- MASSEI, G., GENOV, P. V., STAINES, B. W., & GORMAN, M. L. (1997): Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal area. *Journal of zoological society of London*, 242, 411-423.
- MCILROY, J. C. (1989): Aspects of ecology of feral pigs (*Sus Scrofa*) in the Murchison Area, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, Vol. 12 , 11-22.
- PODGÓRSKI, T., BAS', G., JEDRZEJEWSKA, B., SÖNNICHSEN, L., SNIEZKO, S., JEDRZEJEWSKI, W., & OKARMA, H. (2013): Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy*, 94 (1), 109–119.
- RUSO, L., MASSEI, G., & GENOV, P. V. (1997): Daily home range and activity of wild boar in a Mediterranean area free from hunting. *Ethology Ecology & Evolution*, 9:3, 287-294.
- SAÏD, S., TOLON, V., BRANDT, S., & BAUBET, E. (2012): Sex effect on habitat selection in response to hunting disturbance: the study of wild boar. *Eur J Wildl Res*, 58, 107–115 DOI 10.1007/s10344-011-0548-4.
- SAUNDERS, G., & KAY, B. (1996): Movements and Home Ranges of Feral Pigs (*Sus scrofa*) in Kosciusko National Park, New South Wales. *Wildlife Research*, 23, 711-719.
- SPITZ, F. & JANEAU, G. (1995): Daily selection of habitat in wild boar (*Sus scrofa*). *J. Zool., Lond.* 237, 423-434.

DÁMSZARVAS (*DAMA DAMA*) MEZEI- ÉS ERDEI ÉLŐHELY- PREFERENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA

HEFFENTRÄGER GÁBOR, SÁNDOR GYULA, TARI TAMÁS, NÁHLIK ANDRÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
heffi.g@gmail.com

Bevezetés

Az Erdőmérnöki Kar Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetének évek óta folynak a GPS-es nyakörvekkel történő adatgyűjtései Somogy megyében. Mára 5 dámszarvas tehén és 4 dámbika közel egészéves adatsora áll rendelkezésre az elemzésekhez. Az adathalmaz sokrétű vizsgálatra nyújt lehetőséget, jelen esetben az egyes élőhelytípusok mozgáskörzeten belüli megoszlását és az élőhelyek kedveltségét vizsgáltuk meg.

Vizsgálati anyag és módszer

Az állatok befogása - néhány bikától eltekintve - jellemzően télen történt, altatópuskával vagy elektromos oldású befogóhálóval. A testméretek és az általános egészségi állapot felvétele után Televilt vagy Vectronic márkájú GPS nyakörvvel jelöltük meg az állatokat, amelye már sms-ben küldték minden nap az adatokat, így az állatokat folyamatosan kontrollálhattuk. A nyakörveket óránkénti bemérésre programoztuk, amely így meglehetősen pontosan jelezte az állatok által használt élőhelyeket. A 9 megjelölt egyed 3701 vizsgálati napon összesen 88713 lokalizációs pontot szolgáltatott, amelyeknek mindössze 1,4% veszett el, vagy volt értékelhetetlen. Mindezek alapján elkülöníthetővé vált, hogy az egyedek az év jellegzetes szakaszaiban, milyen mezőgazdasági kultúrákat látogattak, milyen főfafajú, és milyen korosztályú erdőkben tartózkodtak és kirajzolódott az ivari különbségek is. A mezőgazdasági területeket a terepi bejárások során felvételeztük, az erdők vizsgálatához az MGSZH térképeit és adatbázisát alkalmaztuk. Az adatok feldolgozása ArcView és DigiTerra szoftverek segítségével történt. A Minimum Convex Polygon módszerrel (HAYNE 1949; WHITE & GARROTT 1990) meghatározott otthonterületen belül, az egyes élőhelytípusok összterülete jelentette a kínálatot, amelyből az egyedek választhattak. A bekerített területek (pl. erdőfelújítás) csak akkor kerültek bele a kínálatba, ha regisztráltunk onnan lokalizációs pontokat. A kínálat Jacobs index (JACOBS, 1974) segítségével állapítottuk meg a preferenciát.

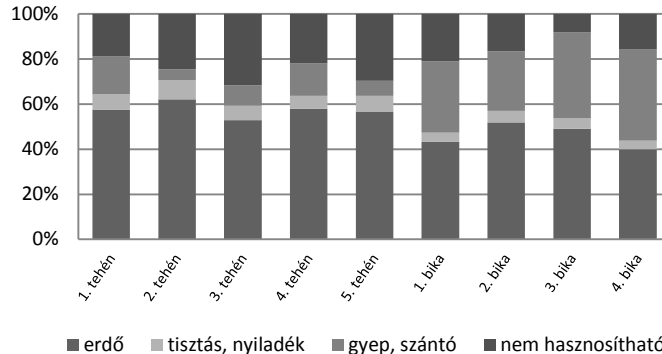
Jacobs index (JACOBS 1974):

$$D = (r_i - p_i) / (r_i + p_i - 2 * r_i * p_i), \text{ ahol}$$

r_i :használat, vagyis a lokalizációs pontok százalékos megoszlása, az adott élőhelytípuson belül
 p_i :kínálat, vagyis az adott élőhelytípus aránya a teljes otthonterületből

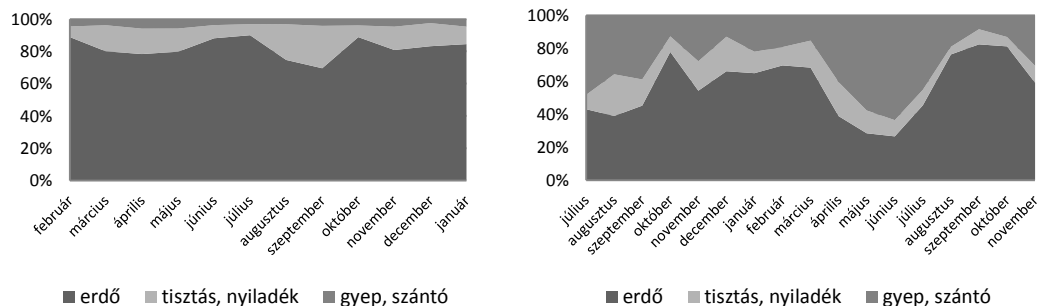
Vizsgálati eredmények

Az élőhelyek összetételében (1. ábra) az erdők dominálnak. A bikák esetében 50% körüli az erdőterületek aránya, a teheneknél ez valamivel magasabb, a mezőgazdasági területek rovására. A tisztások és nyiladékok aránya a bikáknál magasabb. A nem hasznosítható élőhelyek főleg települések belterületeit jelentik.



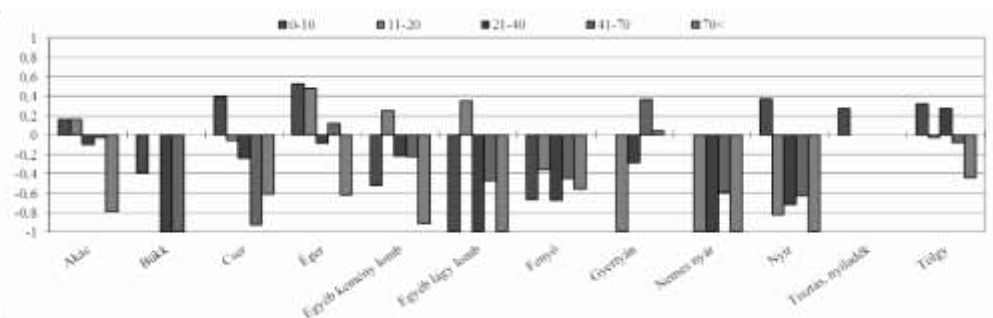
1. ábra: Az élőhelytípusok megoszlása az állatok otthonterületén belül

Jellemző, hogy október, vagyis a barcogás magasabb erdei élőhelyhasználatot mutat mindkét ivarnál, a bikáknál ez igen kifejezetten jelentkezik (2. ábra). A mezőgazdasági területek bikák esetében általában májusban a kedveltebbek, használatuk még a téli hónapokban emelkedik meg kissé. A tehenek mezőgazdasági élőhelyhasználatára meglehetősen kismértékű, aránya átlagosan nem haladja meg a 10%-ot.



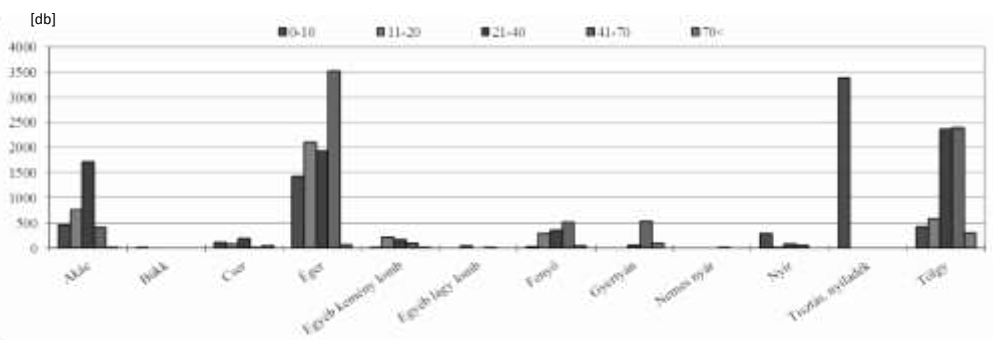
2. ábra: Egy tehen és egy bika élőhelyhasználatának időbeli alakulása

A különböző korú erdőállományokra elkészített Jacobs index mutatja meg, hogy az állatok milyen élőhelyeket kedveltek a legjobban. Tehenek esetében az index főleg 0-20 éves korosztályok kedveltségét mutatja (3. ábra), amelyek az év minden szakaszában táplálékot és takarást biztosítanak, a feltételezhetően borjat vezető teheneknek (NÁHLIK & SÁNDOR 2000). A főfafajt tekintve meglehetősen vegyes a kép, kedveltséget mutat az éger dominanciája mellett a tölgy, a gyertyán, a nyír, a cser és az akác. A nemes nyárasok szinte minden korosztálya és a bükkösök 40-70 évig elkerültnek tekinthetők.



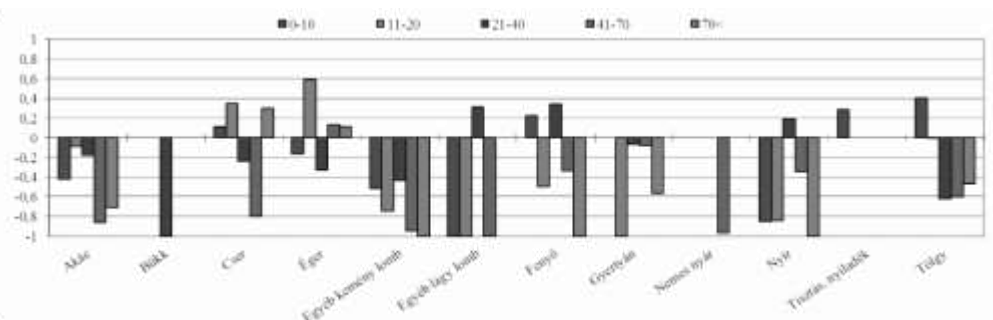
3. ábra: A tehenek erdei élőhely-preferenciája

A lokalizációs pontok legnagyobb része az egyébként is nagy térfoglalású éger és tölgy főfafajú állományokban fordult elő, szinte minden korosztályban, amelyek mellett az „akác” és a „Tisztás, nyiladék” kategóriák érdemelnek említést (4. ábra).



4. ábra: A tehenek lokalizációs pontjainak előfordulása a különböző főfafajú erdőkben

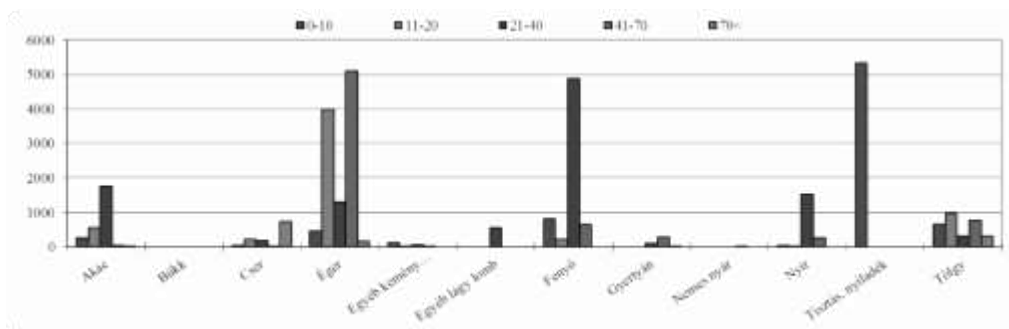
Ugyanezen elemzés bikákra elkészítve azt mutatja, hogy a preferált állományok jobban megoszlanak a korosztályok között, de az idősebb állományok csak a cser és az éger esetében kedveltek (5. ábra). A tehenekkel ellentétben az akác nem bizonyul kedveltnek, de a fenyőnek 2 korosztálya is preferenciát mutat.



5. ábra: A bikák erdei élőhely-preferenciája

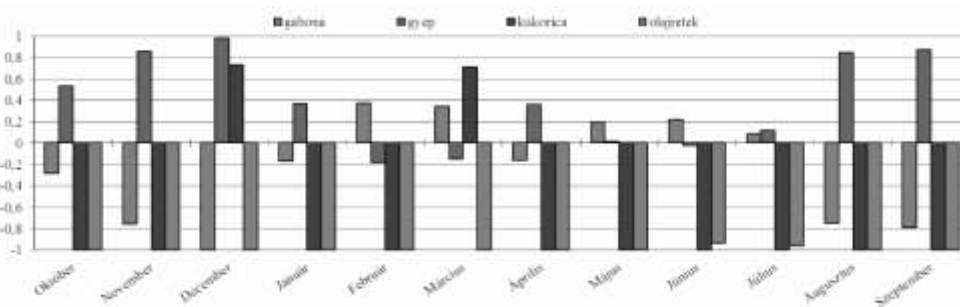
A lokalizációs pontok megoszlása alapján 3 élőhelytípus emelkedik ki a többi közül, ezek az éger és a fenyő főfafajú állományok, valamint a „Tisztás, nyiladék” (6. ábra). A maradék lokalizációs pontok a tölgy, az akác és a nyír állományok között oszlanak meg.

(db)

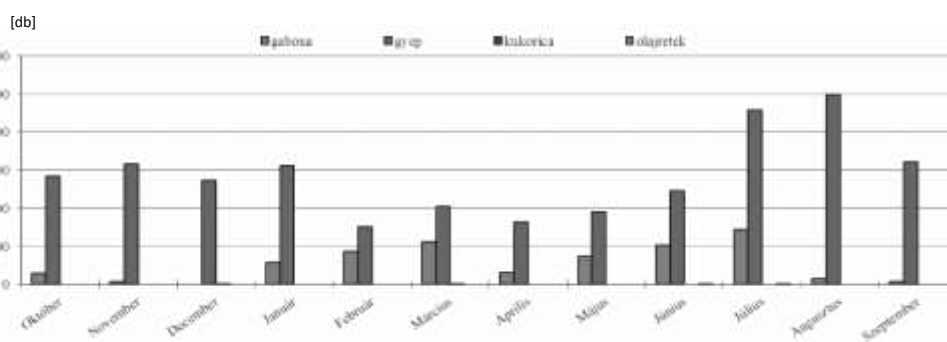


6. ábra: A bikák lokalizációs pontjainak előfordulása a különböző főfajú erdőkben

Mezőgazdasági területekre havi bontásban készítettük el a preferencia indexeket, hiszen ezek az élőhely legváltozékonyabb részei. Teheneknél azt tapasztaltuk, hogy azok a gabonával vetett területek, amelyek nem vadföldek, februártól-júliusig bizonyultak kedveltnek (7. ábra), ilyenkor a gyepek látogatottsága visszaesik, egyébként az év többi hónapjában a gyepek preferenciában és használatban is abszolút dominálnak (8. ábra). A kukorica decemberben és májusban mutat kedveltséget, a kínálatban alig szerepel, mert szinte minden táblát villanypásztorral vagy kerítéssel védnek.

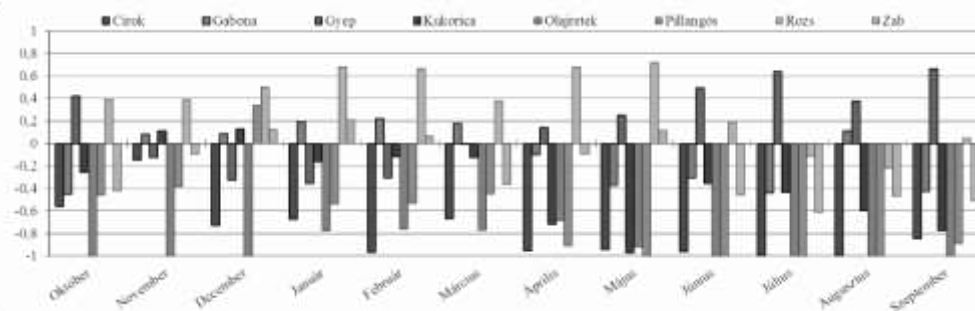


7. ábra: A tehének mezőgazdasági élőhely-preferenciája



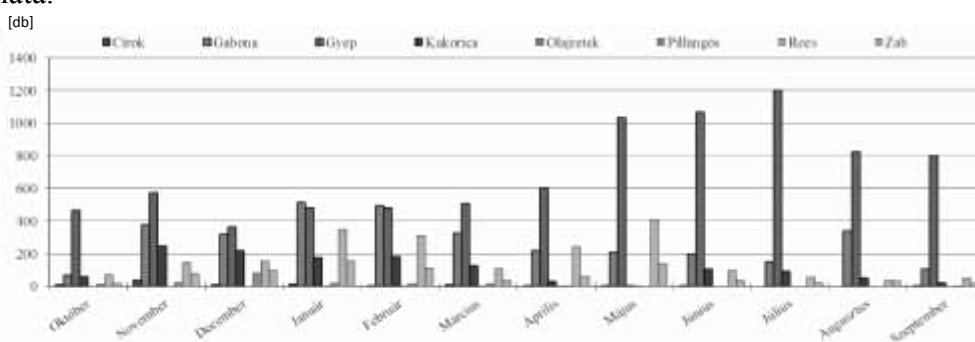
8. ábra: A tehének lokalizációs pontjainak előfordulása mezőgazdasági területen

A bikák élőhelye mezőgazdasági szempontból lényegesen összetettebb, jóval több mezőgazdasági kultúra található itt meg. A rozs és a zab jellemzően vadföldnövények, ezért azokat a „gabona” kategóriától külön kezeltük. A rozs októbertől júniusig kedveltnek bizonyul (9. ábra), télire is fennmaradó táplálékként jól tölti be szerepét a vadföldeken. A tehenekhez hasonlóan a bikák is preferálták a gyepterületeket, és esetenként a gabona, a kukorica és a pillangósok mutatnak némi kedveltséget. Az olajretek és a pillangósok elkerülése nem tekinthető relevánsnak, mert kerítettségükről és annak időbeliségéről nincs megbízható információ.



9. ábra: A bikák mezőgazdasági élőhely-preferenciája

A lokalizációs pontok többsége a gyepterületeken helyezkedik el, áprilistól-októberig ez a leglátogatottabb mezőgazdasági élőhelykategória (10. ábra), a téli hónapokban pedig a gyepek mellett megjelenik a gabona és a rozs, valamint kismértékben a kukorica használata.



10. ábra: A bikák lokalizációs pontjainak előfordulása mezőgazdasági területen

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A kutatási terület fő erdőállományait a vizsgálatba bevont egyedek nagymértékben használták, ami azt jelent, hogy az élőhely, egészét tekintve jól megfelel a dámszarvas számára. Jellemző a fiatal korosztályok valamint az éger főfafajú állományok kedveltsége. A bikák által kedvelt fenyőállományok cserjeszintjét - főleg a lombos fajokat - a lehetőségekhez képest célszerű kímélni az ápolások és a gyérítések során. Az erdőszítések ápolásának olyan módjával, amikor a töltelékfákat és cserjéket nem távolítjuk el a területről teljes egészében, a rágáskár is jelentősen csökkenthető (NÁHLIK 1996), a vadeltartóképeség növelése/megtartása mellett. A tisztások és nyiladékok cserjés vegetációjának kedveltsége MORSE (2009) minden vizsgált egyednél megjelenik. Az erdőterületek használata az egész évet tekintve a barcogási időszakban a legmagasabb. A mezőgazdasági területek közül mindkét ivarnál preferenciában és használatban is a gyepterületek bizonyultak a legjelentősebb élőhelyi kategóriának, amelyek évszaktól függetlenül jó táplálékot szolgáltatnak a kevésbé koncentráltan szelektáló táplálkozású dámszarvasnak (HOFMANN 1985), amelynek a táplálékában a fűféléknek jut a legnagyobb szerep (BORKOWSKI & OBIDZIŃSKI 2003; HANLEY 1982, JACKSON 1977; CALDWELL *et al.* 1983). A gazdálkodók számára fontos információ lehet a rozs kifejezett kedveltsége a bikák esetében, így a gyepek és a rozs kombinálásával jó dámélőhelyet lehet kialakítani, nyáron a bika helyben tartható (PERELBERG *et al.* 2003; DAVINI *et al.* 2004) és csökkenthető a többi mezőgazdasági területen okozott vadkár. A fajszegénységet okozó, és táplálékként is elkerült invazív növényfajokkal borított gyepterületeket - pl. *Solidago gigantea*, *Phytolacca euramericana* stb. - évi 1-2 kaszálással hasznos táplálékbázissá tehetjük, főleg a mezőgazdasági területeket kevésbé látogató egyedek számára.

Felhasznált irodalom

- BORKOWSKI J., OBIDZIŃSKI A. (2003): The composition of the autumn and winter diets in two Polish populations of fallow deer. *Acta Theriologica* 48: 539–546.
- CALDWELL J. F., CHAPMAN D. I. AND CHAPMAN N. (1983): Observations on the autumn and winter diet of Fallow deer (*Dama dama*). *Journal of Zoology*, 201:559–563. doi:10.1111/j.1469-7998.1983.tb05077.x
- DAVINI S., CIUTI S., LUCCARINI S., APOLLONIO M. (2004): Home range patterns of male fallow deer *Dama dama* in a sub-Mediterranean habitat. *Acta Theriol (Warsz)* 49:393–404
- HANLEY T. A. (1982): The nutritional basis for food selection by ungulates. *J. Range Manage*, 35: 146-151.
- HAYNE D. W. (1949): Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30:1-18.
- HOFMANN R. R. (1985): Digestive physiology of the deer. *The Royal Soc. N. Z. Bull.*, 22: 393-407.
- JACKSON J. (1977): The annual diet of the Fallow deer (*Dama dama*) in the New Forest, Hampshire, as determined by rumen content analysis. *Journal of Zoology*, 181: 465–473. doi:10.1111/j.1469-7998.1977.tb03257.x
- JACOBS J. (1974): Quantitative measurement of food selection. *Oecologia*, 14: 413-417.
- LECHOWICZ, M. J. (1982): The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia* 52: 22-30.
- MORSE B. W. B., NIBBELINK N. P., OSBORN D. A. AND MILLER K. V. (2009): Home range and habitat selection of an insular fallow deer (*Dama dama* L.) population on little St. Simons Island, Georgia, USA. *European Journal of Wildlife Research* 55:325–332.
- NÁHLIK, A. (1996): A vadkár mérséklésének lehetősége az erdősítés ápolások helyes ütemezésével és kivitelezésével. *Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények*. 40-41: 93-113.
- NÁHLIK, A., SÁNDOR, GY. (2000): Egy szabad területi dámszarvas populáció szaporodási teljesítménye. *Vadbiológia*, 7. 38-46.
- PALOHEIMO J. E. (1979): Indices of food preference by a predator. *J Fish Res Board Can* 36:470-473.
- PERELBERG A., SALTZ D., BAR-DAVID S., DOLEV A., YOM-TOV Y. (2003): Seasonal and circadian changes in the homeranges of reintroduced Persian fallow deer. *Journal of Wildlife Management* 67:485–492.
- VANDERPLOEG H. A., SCAVIA D. (1979B): Calculation and use of selectivity coefficients of feeding: zooplankton grazing. *Ecol Modelling* 7:135-149.
- WHITE G. C., GARROTT. R. A. (1990): *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press, Inc., San Diego.

ARE BROWN HARES (*LEPUS EUROPAEUS*) GENETICALLY DIFFERS IN CENTRAL- AND EASTERN EUROPE?

SZILVIA KUSZA, ANDRÁS JÁVOR

University Debrecen, Animal Genetic Laboratory, Debrecen

Introduction

Almost across all Europe number of the Brown hare (*Lepus europaeus*) have declined during the last years. Therefore it is necessary to perform genetic and population studies goaled its genetic conservation. European hare has important value in economy (hunting) beside biological value as well. Several researcher studied it due to various purposes. There are also several datas about genetic diversity, phylogenetic, evolution about hares in West- Europe, however there is only a few information or molecular study in Central and Eastern Europe. More comprehensive data are essential to know evolutionary history, relationship and genetic diversity among hare populations. Several authors stated that the present levels and patterns of genetic variation of the breeds are strongly affected by genetic impact of the last glaciation, but many other processes with a potential effect on the genetic variation certainly occurred since then. In case of hares, human activities (hunting/management activities, degradation of natural habitats, agricultural activities), fragmentation and isolation of the distribution areas, competition for food, breeding sites etc. among populations/breeds and the hybridization between species are these factors. Evolution, phylogeny and population genetics of the *Lagomorpha* species (especially hares) are still poorly known and the taxonomic distinction is still unclear for some species (ANGERMANN 1983; FLUX 1983; CHAPMAN and FLUX 1990; HOFFMAN 1993). Fossil datas showed that the lagomorphs appeared in Asia during the later Eocene (approximately 45 My ago) and leporids separated from ochotonids during the Oligocen or Upper Eocene (30-40 My ago) (ERBAJEVA 1981; DAWSON 1981). The family *Leporidae* differentiated in North America and Asia and arrived in Europe during the great migration of the upper Miocene (20 My ago) with posterior radiation (DAWSON 1981; LOPEZ-MARTINEZ 1989, 1998). During the Pleistocene, the several climatic changes induced major shifts in species distributions, forcing them to refugia, expand, displace and/or fragment their ranges (HEWITT 1996). In Europe, these continuous oscillations led to the production of greater subspecific and specific diversity in the southern peninsulas (Iberia, Italy, Balkan) which were the main refugial areas for other species as well (HEWITT 1999; ALVES *et al.* 2008). The Balkan Peninsula represents the main source region for postglacial recolonization of central Europe by various species, due to the lack of profound geographical barriers in eastwest direction. A northward expansion out of the Balkans was also strongly suggested for Brown hares (KASAPIDIS *et al.* 2005; STAMATIS *et al.* 2009), but a lack of data from several parts of the Balkans did not allow detailed inferences. Preliminary data on hares from the Balkans (mostly from Greece and Bulgaria) and comparison with data of hares from other parts of Europe strongly suggest that the postglacial recolonization of central and northwestern-central parts of Europe by the Brown hare has started exclusively from the Balkans. So far, no molecular evidence for other possible source populations (e.g. southwestern Ukraine) for the postglacial recolonization of central Europe is available. mtDNA data of Brown hares identified parts of the southeastern Balkans (Bulgaria and northeastern Greece) as the region with the highest nucleotide diversity, mainly due to the introgression of Anatolian lineages, but also to some extent due to the occurrence of lineages that otherwise have been found only in the northern Balkans and north of it

(KASAPIDIS *et al.* 2005; STAMATIS *et al.* 2009). However, due to limited data, no geographic delineation could be given, and the question of whether more than one more or less independent source populations in the Balkans could have existed during the late Pleistocene was not addressed.

In the area of Carpathian basin, Brown hare is living in the biggest number and substance density in Hungary. It has high density (15-30 individuals/ 100 hectares) especially in Szolnok, Csongrád and Békés counties but the southern regions of Heves and Hajdú-Bihar county possess outstanding substances. In 1960s the wildlife managers estimated 1 200 000 individuals on national level, this number reduced to 500 000 individuals to 2012. There are differences in morphology among hare populations in different part of Europe. In the case of this body length, back foot length and body weight data of Germany (ZÖRNER 1981) differ from data of West-Slovakia (SLAMECKA *et al.* 1997) and Hungary (FARAGÓ 2007) as well.

In this project authors aim at investigating i.) phylogeography, genetic structure of Brown hare populations in Central and Eastern Europe; ii.) identify the locations of last glacial maximum (LGM) refugia for the populations in Eastern and South-Eastern Europe and the routes of their post-glacial dispersal to current ranges.

Material and methods

The research would involve collecting of hare samples from Central-, Eastern European countries and sequencing of D-loop and cyt-b region of mitochondrial DNA. After sequencing, sequences will be aligned from each individuals using the BioEdit 7.0 software (HALL 1999). Haplotype and nucleotide diversities, number of polymorphic sites will be calculated with DnaSP 5.00 (LIBRADO and ROZAS 2009). Genetic distances between haplotypes and countries can be calculated according to different methods (depending on the results) with MEGA v4 (TAMURA *et al.* 2007). Arlequin 3.1 program (EXCOFFIER 2005) can be used to calculate genetic pairwise distances between countries or populations from different species (Φ_{ST}). This program also able to test the hypothesis of a past population expansion by calculating Fu's and Tajima's statistics (FU 1997; TAJIMA 1989) and testing their significance over different permutations; in addition, deviations from a model of population expansion can be evaluated by computing statistical significance of sums of squared deviation (SSD) and Harpending's raggedness index (r) over 1000 simulated samples of pairwise nucleotide differences. Mantel nonparametric test calculator 2.0 (LIEDLOFF 1999) estimates the correlation between genetic and geographical distances between the populations with different number of random iterations. SAMOVA 1.0 program defines groups (K) of populations that are genetically and geographically homogeneous, by maximizing inter-group differentiation (DUPANLOUP *et al.* 2002). To estimate variations in female effective population size through time from mtDNA sequences, a Bayesian skyline plot model with standard Markov chain Monte Carlo (MCMC) sampling procedure can be used in BEAST 1.6.1. (DRUMMOND and RAMBAUT 2007). Phylogenetic trees may be constructed using different models (which fits the most to our sequences) and viewed in the SplitsTree 4.11.3. (HUSON and BRYANT 2006) or MEGA v4 (TAMURA *et al.* 2007). To visualize evolutionary relationships among haplotypes, median-joining (MJ) networks would also constructed using NETWORK version 4.6.0.0. (BANDELT *et al.* 1999).

Expected results

Results of the project will give information about the genetic structure, variability, relationship and historical background of the Brown hare subspecies in Central and Eastern part of Europe what information could be useful for experts in other research fields as well

(breeders, geneticists, bioinformaticians, physiologists, evolutionists, embryologists, immunologists, physicians, industry experts, etc.). The knowledge of the genetic status of hare species is desired for the new conservation and adequate management plans aimed at preserving rare genetic variants, understanding the studied species current status and the overall genetic diversity of hare in a scenario of climate or other changes in their habitats (human activities, ecological corridors etc.).

Funding

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP-4.2.4.A/ 2-11/1-2012-0001 National Excellence Program.

References

- ALVES P.C., MELO-FERREIRA J., BRANCO M., SUCHENTRUNK F., FERRAND N. ÉS HARRIS D.J. (2008): Evidence for genetic similarity of two allopatric European hares (*Lepus corsicanus* and *L. castroviejoi*) inferred from nuclear DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 1191–1197.
- ANGERMANN R. (1983): The taxonomy of Old World *Lepus*. *Acta Zoologica Fennica*, 174: 17–21.
- BANDELT H.L., FORSTER P. ÉS ROHL A. (1999): Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Molecular Biology and Evolution* 16: 37–48.
- CHAPMAN J.A. ÉS FLUX J.E.C. (1990): Rabbits, Hares and Pikas. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group, Gland.
- DAWSON M. (1981): Evolution of the modern Lagomorphs. In *Proceeding of the world Lagomorph Conference*. K Myers and CD McInnes (Eds.), Univ. Guelph, Ontario, pp 1-16.
- DRUMMOND A.J. ÉS RAMBAUT A. (2007): "BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees." *BMC Evolutionary Biology* 7, 214
- DUPANLOUP I., SCHNEIDER S. ÉS EXCOFFIER L. (2002): A simulated annealing approach to define the genetic structure of populations. *Molecular Ecology* 11(12):2571-81.
- ERBAJEVA M. (1981): Late cenozoic lagomorpha of Transbaikalia. In *Proceedings of the world Lagomorph conference*. K Myers and CD McInnes (Eds). Univ. Guelph, Ontario, pp 53-55.
- EXCOFFIER L., LAVAL G. ÉS SCHNEIDER S. (2005): Arlequin ver 3.0: an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online*, 1, 47–50.
- FLUX J. ÉS FULLAGAR P. (1983): World distribution of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Acta Zool Fennica*. 174:75–77.
- FU Y.X. (1997): Statistical tests of neutrality of mutations against population growth, hitchhiking and background selection. *Genetics* 147: 915–925.
- FARAGÓ S. (2007): Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- HALL T.A. (1999): BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98.
- HEWITT G.M. (1996): Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological Journal of Linnean Society*, 58: 247-279.
- HEWITT G.M. (1999): Post-glacial recolonization of European biota. *Biological Journal of Linnean Society*, 68:1-2.
- HOFFMANN R.S. (1993): Order Lagomorpha. In: *Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*, 2nd edn. (eds Wilson DE, Reeder DM), pp. 807–827. Smithsonian Institution Press, Washington.
- HUSON DH, BRYANT D. (2006): Application of Phylogenetic Networks in Evolutionary Studies, *Mol. Biol. Evol.*, 23(2):254-267
- KASAPIDIS P., SUCHENTRUNK F., MAGOULAS A. ÉS KOTOULAS G. (2005): The shaping of mitochondrial DNA phylogeographic patterns of the brown hare (*Lepus europaeus*) under the combined influence of late Pleistocene climatic fluctuations and anthropogenic translocations. *Mol Phyl Evol* 34:55 – 66

- LIBRADO P. ÉS ROZAS J. (2009): DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics* 25: 1451-1452.
- LIEDLOFF A.C. (1999): Mantel Nonparametric Test Calculator. Version 2.0. School of Natural Resource Sciences, Queensland University of Technology, Australia.
- LOPEZ-MARTINEZ N. (1989): *Revisión sistemática y biostratigráfica de los lagomorphos (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España*. Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, nº3. Diputación General de Aragón.
- LOPEZ-MARTINEZ N. (1998): A look to the lagomorph fossil record. In *Abstracts of the Euro-American Mammal Congress*. (Ed.) S Reig. Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, pp 86.
- SLAMECKA J., HELL P. ÉS JURCIK R. (1997): Brown hare in the Westslowak Lowland. *Acta Sc.Nat.Brno*, 31 (Nova Series) (3-4). 2-114.
- STAMATIS C., SUCHENTRUNK F., MOUTOU K.A., GIACOMETTI M., HAERER G., DJAN M., VAPA L., VUKOVIC M., TVRTKOVIC N., SERT H., ALVES P.C. ÉS MAMURIS Z. (2009): Phylogeography of the brown hare (*Lepus europaeus*) in Europe: a legacy of south-eastern Mediterranean refugia? *J. Biogeogr.* 36, 515–528.
- TAJIMA F. (1989): Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics*, 123, 585–595.
- TAMURA K., DUDLEY J., NEI M. ÉS KUMAR S. (2007): MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24:1596-1599.
- ZÖRNER H. (1981): *Der Feldhase*. Die Neue Brehm Bücherei 169. A Ziemsen Verlag, Wittenberg, Lutherstadt, 172.

SZÍN ÉS MINTÁZATBELI ELTÉRÉSEK A MAGYARORSZÁGI ERDEI SZALONKA SZÁRNYMINTÁK KÖZÖTT

LÁSZLÓ RICHÁRD¹, BENDE ATTILA², FARAGÓ SÁNDOR¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
laszlor@emk.nyme.hu, farago@emk.nyme.hu

² Nyugat-magyarországi Egyetem, vadgazda mérnök, erdőmérnök hallgató, Sopron
attila8901@vipmail.hu

Bevezetés

Az Országos Magyar Vadászati Védegylet koordinálásával, a Szent István Egyetem MKK Vadvilág Megőrzési Intézet vezetésével 2009-ben indult el az Erdei Szalonka Monitoring vonulás megfigyelési program, amelyben a vadászatra jogosultak közel egyharmada vesz részt, több mint 900 megfigyelési ponttal. A Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Karának Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézete 2010-ben kapcsolódott be a kutatási programba egy biometriai vizsgálati modullal, amelynek keretében lehetőségünk nyílt a beküldött szárnyminták vizsgálatára.

Vizsgálati módszerek

A mintavételezést követően a vadászatra jogosultak a könyöknél levágott 130-160 fokban széthúzott, kiszáritott szárnyakat juttatták el a Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetbe. A szárnyminta beküldési kötelezettség célja elsősorban a kor meghatározása volt, amely során lehetőségünk nyílt a szín és mintázatváltozatok elkülönítésére is.

A nagyobb mintavételi lehetőséggel rendelkező francia szakemberek négy színváltozatot különítenek el a klasszikus színezetű szalonkák esetében (BOIDOT 2012a):

- Fekete (sötét) tollazat
- Barna tollazat
- Achát tollazat
- Isabella tollazat

Ezeket a főkategóriákon belül még további színváltozatokat definiálnak (pld: a feketén belül: a szürkét, a vöröset és a rigófeketét) (BOIDOT 2012a), valamint elkülönítik még a pasztell színváltozatokat is (BOIDOT 2010a).

Tekintettel a rendelkezésünkre álló kisebb mintaszámra a vizsgálataink során egy a fentieknél egyszerűbb osztályozást (melanisztikus (sötét), normál, flavisztikus (világos) színezet) alkalmaztunk.

A fenti színváltozatok mellett természetesen részben vagy teljesen pigmenthiányos, fehér tollakkal borított erdei szalonkák is előfordulnak. A CLUB NATIONAL DES BECASSIERS (2013) szerint valódi albínó egyedekkel nem találkozhatunk, mivel ez letális mutáció az erdei szalonka esetében. A francia szakemberek a pigmenthiány mértéke alapján három kategóriába sorolják be az ilyen madarakat (BOIDOT 2012b):

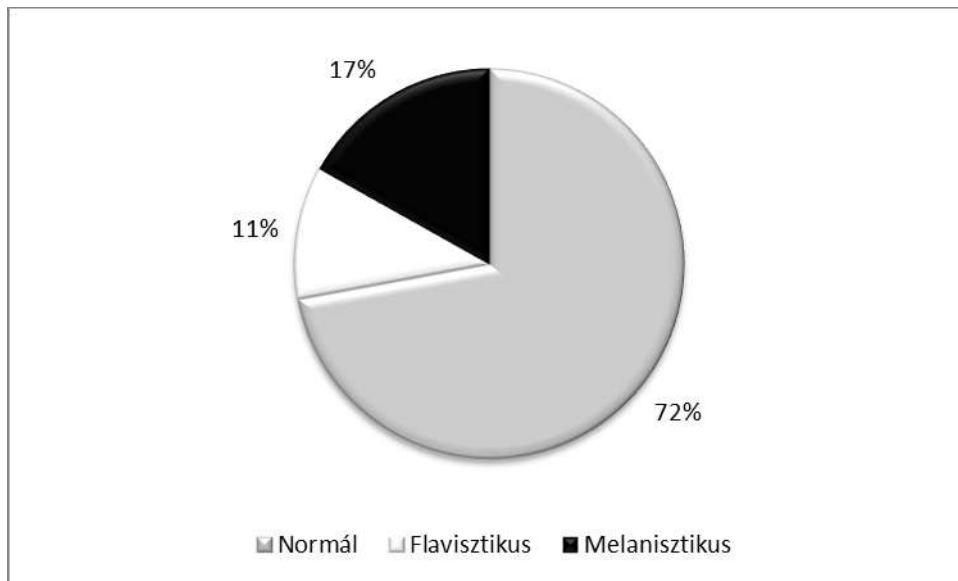
1. kategória: A tollazat -10% fehér,
2. kategória: A tollazat 10-50 %-a fehér,
3. kategória: A tollazat 50-95%-a fehér.

Magyarországon is előfordult már csaknem teljesen fehér erdei szalonka, amely Komárom megyéből származik és a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből került publikálásra egy ismeretlen helyről származó fehéres fakó példány társaságában (MADARÁSZ 1884).

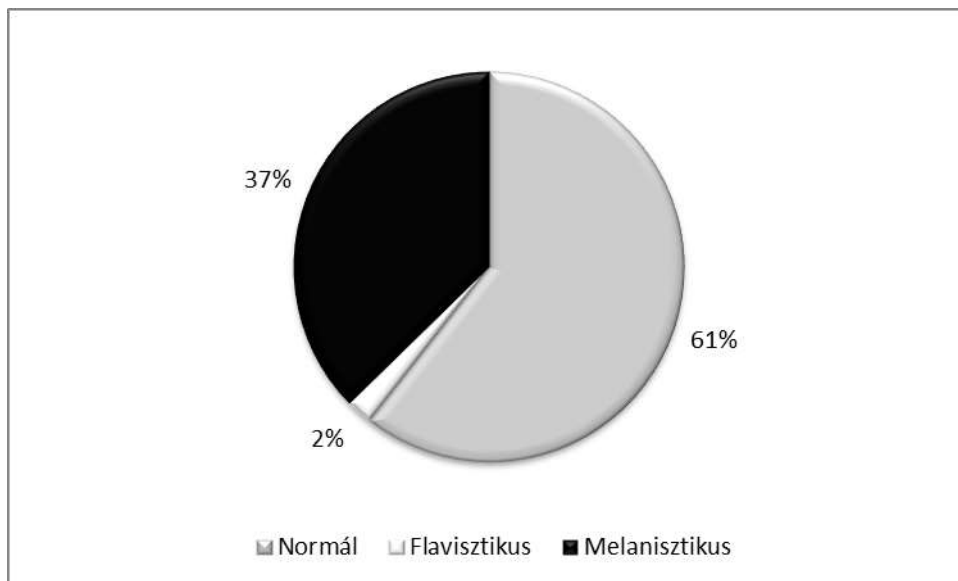
A magyarországi elemszámokat nagyságrenddel meghaladó francia mintákban természetesen nagyobb számban fordulnak elő az ilyen különleges színezetű madarak, amelyekről rendszeresen beszámolnak a Club National Des Becassiers periodikájában a La MORDOREE című lapban. BODOT (2010a, 2012b) a fenti szaklapban megjelent két cikkében öt ilyen részlegesen fehér madár 2010-es franciaországi elejtéséről számol be.

Eredmények

Az elvégzett szín alapján történő besorolás eredményeképpen megállapítottuk, hogy a 2012-ben beküldött szárnyminták közel háromnegyede normál színezetű (1. ábra) volt, míg az elkülönített két színváltozat közül a melanisztikus jellegűek magasabb részarányt képviseltek a mintában, mint a flavisztikus sajátságokat hordozó egyedek.



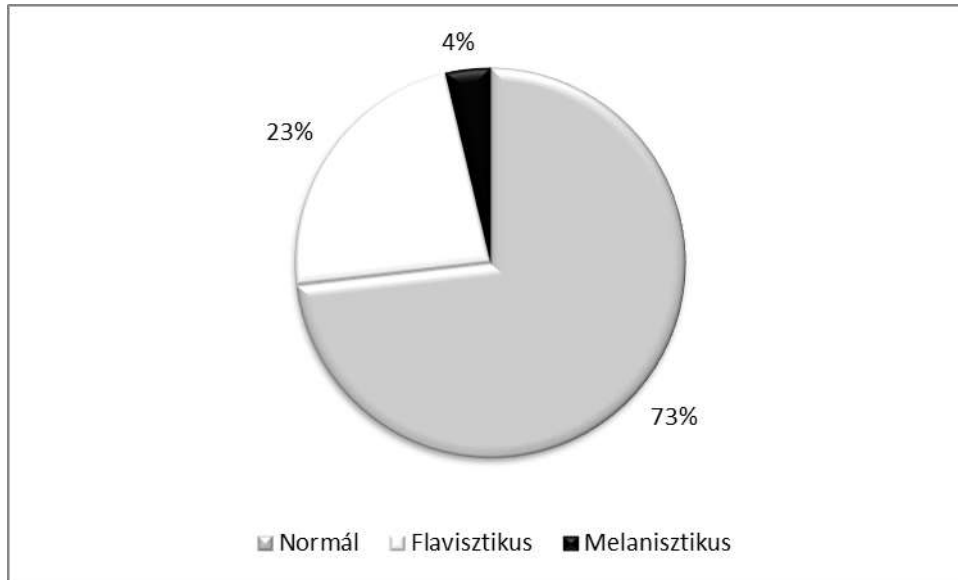
1. ábra: A színváltozatok megoszlása Magyarországon



2. ábra: A színváltozatok megoszlása Győr-Moson-Sopron megyében

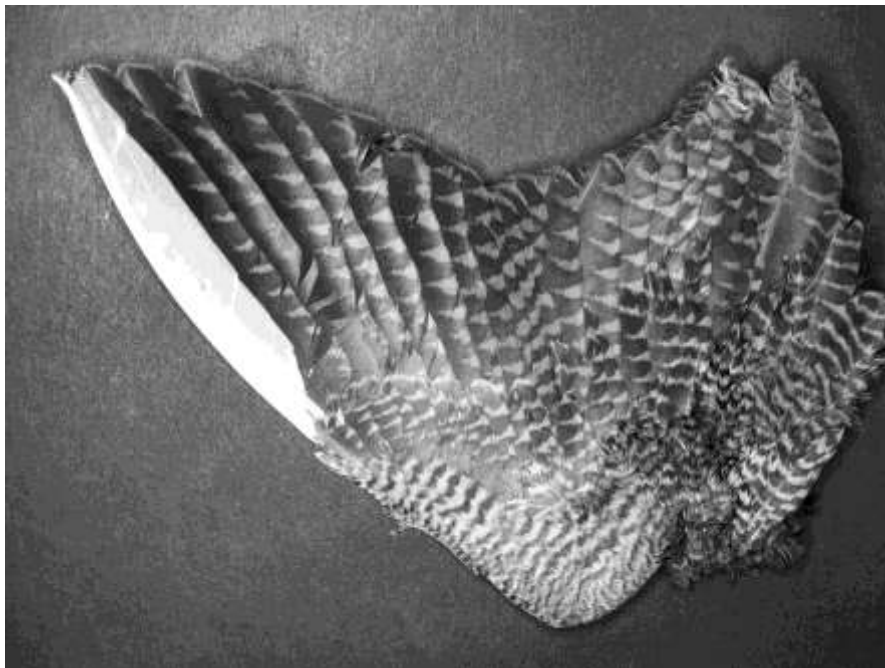
A színezetbeli változatosság aránya az egyes régiókban jelentősen eltért, a melanisztikus eltérés dominált a megyék több mint felében, mint például Győr-Moson-Sopron megyében (2. ábra).

A beküldött szárnyminták alapján a megyék egyharmadában a flavisztikus színeltérés volt a meghatározó, mint például Veszprém megyében (3. ábra). Két esetben megegyezett a vizsgált világos és sötét színeltérést mutató egyedek száma, míg szintén két megyében az alacsony mintaszám nem tette lehetővé az ilyen jellegű besorolást.



3. ábra: A színváltozatok megoszlása Veszprém megyében

Az általunk vizsgált szárnymintákban mindössze egy ilyen pigmenthiányos példány fordult elő, amely az első kategóriába tartozik (4. ábra). A pigmenthiány nem feltétlenül korlátozódik csak a szárnyakra, de ott fordul elő a leggyakrabban.



4. ábra: Fehér első kézevezőjű szalonka szárnyminta

Hazai viszonylatban színbeli eltéréseket mind az azévi, mind az idősebb példányok esetében is megfigyeltünk, így tapasztalataink szerint a színváltozatok előfordulása nem köthető az egyes korcsoportokhoz.

Vizsgálati eredmények értékelése

Az erdei szalonka (*Scolopax rusticola* L.) szárnyminta vizsgálataink során hazai viszonylatban nagy elemszám mellett különítettük el a különböző színváltozatokat és megállapítottuk, hogy Magyarországon a normál színezetű madarak a meghatározóak, amelyet gyakoriságban a melanisztikus színváltozat követ. Az egyes megyékben az országotól igen eltérő színváltozat arányok is megfigyelhetők. A minták között egy pigmenthiányos fehér tollakkal rendelkező példányt találtunk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Nótári Krisztinának a francia nyelvű szakirodalom fordításában nyújtott pótolhatatlan segítségéért. A kutatást az ORSZÁGOS MAGYAR VADÁSZATI VÉDEGYLET támogatta.

Felhasznált irodalom

- BOIDOT J-P. (2010a): Bécasse des bois à plumage inhabituel, La MORDOREE, N255, 221-226.
BOIDOT J-P. (2010b): Différentes observations de bécasses des bois à panachure blanche limitée, La MORDOREE, N255, 219-221.
BOIDOT J-P. (2012a): Bécasse des bois à plumage inhabituel, La MORDOREE, N261, 29-38
BOIDOT J-P. (2012b): Curiosités, La MORDOREE, N264, 65-66.
MADARÁSZ, GY. (1884): Rendellenes színezésű madarak a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményében, Természetrizai Füzetek, vol.8. N03. 187-198.

A KÖZLEKEDÉS OKOZTA VESZTESÉGEK VIZSGÁLATA A ZALAI GÍMÁLLOMÁNYBAN AZ ELSŐ VADGAZDÁLKODÁSI CIKLUSBAN (1997-2007)

LÁSZLÓ RICHÁRD, RÁKOS LILLA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
laszlor@emk.nyme.hu, lillarakos@gmail.com

Bevezetés

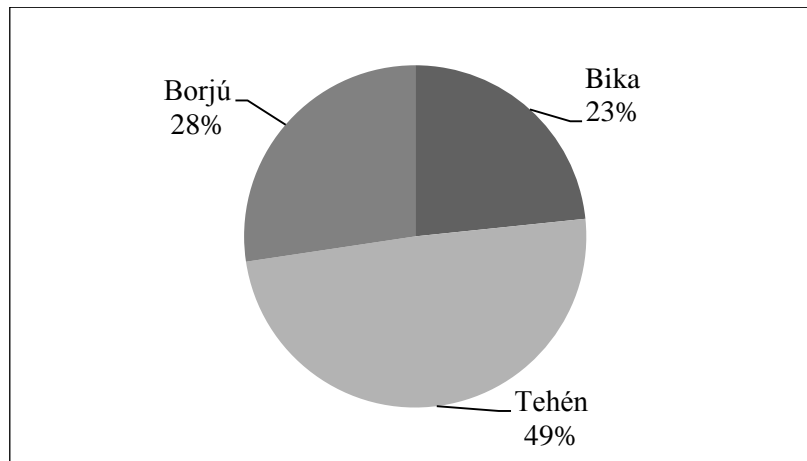
A hazai vadgazdálkodók számára jelentős veszteséget, bevételkiesést okoz a vad különböző okokból történő elhullása. Ennek a veszteségnek a felmérésére indult 1998-ban egy országos vadelhullás monitoring, amely során az egyes elhullási okokat külön-külön mérték fel, többek között a vadelütést is. A növekvő közúti forgalom egyre jobban ráirányította a figyelmet erre a problémaköre, hiszen ebben az esetben jelentős az anyagi kár és akár emberi életet is követelő elhullási okról van szó.

Vizsgálati módszerek

Tanulmányunkban az első vadgazdálkodási ciklus vadelütési adatait vizsgáltuk Zala megyében, ahol 39 vadászatra jogosult gazdálkodik mintegy 309 364 ha-on. A terület jó adottságokkal rendelkezik a gímszarvas számára, mindemellett több nagy forgalmú főút vonal is húzódik a területen, így a vadelütésből származó veszteségek is jelentősnek bizonyultak. A munkánkhoz a Magyar Vadelhullás Monitoring kiadványt és a jelentőlapjait használtuk fel, amelyeket a vadászatra jogosultak a vadgazdálkodási jelentésekkel együtt küldenek be a vadászati hatóságnak, akik megyénként továbbítják a Nyugat-magyarországi Egyetem Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézetébe feldolgozásra (FARAGÓ & LÁSZLÓ, 2002a, 2002b, 2003a, 2003b, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010). A vizsgálat során összehasonlítottuk a vadgazdálkodási adatokat az Országos Vadgazdálkodás Adattárban megtalálható becsült nagyvadállománnyal és a terítékadatokkal (ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007). A Zala Megyei Rendőr-főkapitányság adatainak segítségével megkerestük Zala megye közútjainak a vadelütés szempontjából frekventált útszakaszait.

Vizsgálati eredmények

A vizsgált időszak során 3410 gímszarvas elhullását regisztrálták a zalai vadgazdálkodók területén, melyből 899 pld. esett a forgalom áldozatául, ami az elhullások 25%-át teszi ki. Az ivari és korosztályi adatok alapján, a közlekedési balesetekben elsősorban tehének hullottak el (49%), míg a legkevesebb eset a bikáknál fordult elő (23%) (1. ábra).

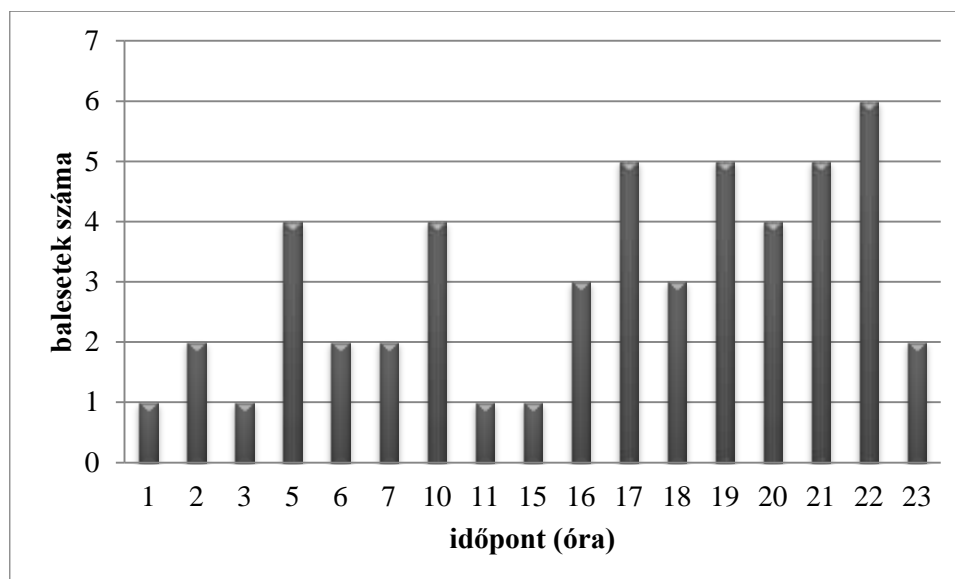


1. ábra: Vadgázolások megoszlása az egyes ivarok és korosztályok esetében 1997-2007 között

A vizsgált időszak adatai alapján megállapítható, hogy a gázolások átlagos mértéke a becsült gímállományhoz képest 1,4% körül alakult, míg a terítékhez viszonyítva átlagosan 3%-ot tett ki. Az 1997/1998-as vadgazdálkodási évben volt a becslésekhez képest a vadgázolások aránya a legalacsonyabb (0,9%), míg a legmagasabb értéket 2004/2005-ben és 2006/2007-ben (1,7%) tapasztaltuk. A terítékhez viszonyított értékek alapján a legalacsonyabb érték a 2003/2004-es vadgazdálkodási évben volt, mely 2,3%-ot tett ki, míg a legmagasabb az 1998/1999-ben és 2006/2007-ben volt (3,5%) (RÁKOS 2013).

A vad jelenléte nem tekinthető rendellenességnek a közutakon (az autópályákat leszámítva), így gyakran alakulnak ki olyan szituációk, amikor a vad- gépjárműütközések elkerülhetetlenek. A Zala megyei Rendőr- főkapitányság kizárólag a személyi sérülésekkel járó vadgázolásokat tartja nyilván. Ezek a balesetek kimenetelüket tekintve akár tragikus következményekkel is járhatnak. A vizsgált első vadgazdálkodási ciklusban 51 ilyen jellegű gázolás történt, melynek 20%-a volt súlyosabb kimenetelű (ZALA MEGYEI RENDŐR- FŐKAPITÁNYSÁG KÖZLEKEDÉSRENDEZÉSETI OSZTÁLY 2013). A főútvonalaknál 170 db, míg mellékutak mellett 220 db vadveszélyre figyelmeztető táblát helyeztek ki a közútkezelő vállalat munkatársai. A gépjárművezetők a legtöbb esetben tudomást sem vesznek ezekről a jelzésekről, változatlan sebességgel haladnak tovább, így már nem mindig marad elég idejük a kellő mértékű lassításra, hogy elkerüljék az ütközést a megjelenő vaddal (RÁKOS, 2013).

A statisztikai adatok szerint a legtöbb gázolás a késő délutáni, esti (17-22 óráig) időszakban következik be (2. ábra) (ZALA MEGYEI RENDŐR- FŐKAPITÁNYSÁG KÖZLEKEDÉSRENDEZÉSETI OSZTÁLY 2013). A téli időszakban ezeken az időpontokban már szürkület illetve sötét van, így megállapítható, hogy a gázolások többsége a vad aktivitási időszakával hozható összefüggésbe. A fentiek alapján feltételezhető, hogy a nagyvad ezekben az időszakokban a természetes mozgása során kerül az úttestre.



2. ábra: A gázolások időpontjainak megoszlása 1997-2007 között (Zala Megyei Rendőr- főkapitányság adatai alapján)

A vizsgálataink szerint elsősorban az egy- és kétszámjegyű főutakon fordulnak elő ilyen jellegű balesetek, amelynek feltehetőleg a nagyobb forgalom és a magasabb sebesség az oka. Zala megyében vadgázolás szempontjából a 74. számú, valamint a 7-es és 76-os főutak a legveszélyesebbek, de több személyi sérüléssel járó baleset történt a vizsgált időszakban a 71 és 75-ös számú főutakon is. A 74-es számú főúton az első vadgazdálkodási ciklusban 9 esetben történt személyi sérüléssel járó vadgázolás, melyek a Bak- Zalaegerszeg és Füzvölgy térségében voltak.

Vizsgálati eredmények értékelése

A zalai gímszarvas elhullások 25%-a a vad- gépjármű ütközésekre vezethető vissza. Ez a vadban okozott kárforma elsősorban a teheneket érintette. A megyei becslési adatokban ez a tarvad javára történő eltolódás nem figyelhető meg, de a terítékben igen. A vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a balesetek jelentős része jól lehatárolható utakhoz, útszakaszokhoz kötődik, így az itt elvégzett forgalombiztonságot növelő beavatkozásoknak jelentős hatása lehetne a vadelütések számára.

Felhasznált irodalom

- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2002a): Magyar Vadelhullás Monitoring 1998/1999. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2002b): Magyar Vadelhullás Monitoring 1999/2000. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2003a): Magyar Vadelhullás Monitoring 2000/2001. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2003b): Magyar Vadelhullás Monitoring 2001/2002. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2005): Magyar Vadelhullás Monitoring 2002/2003, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2006): Magyar Vadelhullás Monitoring 2003/2004, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2007): Magyar Vadelhullás Monitoring 2004/2005, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.

- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2008): Magyar Vadelhullás Monitoring 2005/2006. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- FARAGÓ, S., LÁSZLÓ, R. (2010): Magyar Vadelhullás Monitoring 2006/2007. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Vadgazdálkodási Intézet.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (1998): Vadgazdálkodási Adattár, 1997/1998. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (1999): Vadgazdálkodási Adattár, 1998/1999. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2000): Vadgazdálkodási Adattár, 1999/2000. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2001): Vadgazdálkodási Adattár, 2000/2001. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2002): Vadgazdálkodási Adattár, 2001/2002. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2003): Vadgazdálkodási Adattár, 2002/2003. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2004): Vadgazdálkodási Adattár, 2003/2004. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2005): Vadgazdálkodási Adattár 2004/2005. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2006): Vadgazdálkodási Adattár 2005/2006. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- ORSZÁGOS VADGAZDÁLKODÁSI ADATTÁR (2007): Vadgazdálkodási Adattár 2006/2007. vadászati év, Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő.
- RÁKOS L. (2013): 1997 és 2007 közötti Zala megyei vadelhullások értékelése, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Szakdolgozat, Sopron.
- ZALA MEGYEI RENDŐR- FŐKAPITÁNYSÁG KÖZLEKEDÉSRENDÉSZETI OSZTÁLY (2013): Személyi sérüléssel járó vad okozta balesetek Zala megyében 1997-2007.

AZ ERDŐGAZDÁLKODÁSI ÜZEMMÓD HATÁSA A VAD SZÁMÁRA HOZZÁFÉRHETŐ TÁPLÁLÉK KÍNÁLATRA

NÁHLIK ANDRÁS, SÁNDOR GYULA, DREMMEL LÁSZLÓ, TARI TAMÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
nahlik@emk.nyme.hu

Bevezetés

Korábbi vizsgálatok (MÁTRAI és KABAI 1989; SZEMETHY *et al.* 2001) igazolták, hogy a hazai növényevő nagyvadfajok elsősorban a cserjeszintből táplálkoznak, bár táplálékuk jelentős részét veszik fel a gyepszintből is (NÁHLIK 1989; SZEMETHY *et al.* 2000; MÁTRAI *et al.* 2002). A vágásos erdők cserjeszintje azonban általában véve szegényes, vagy egyáltalán nincs, kiápolják (BARTHA 1996). Az ápolások, főként a fiatal kori ápolások következtében szinte 100%-os arányt képviselnek a főfajok csemetéi, tehát a vad számára nincs választási lehetőség, ebből a kínálatból táplálkozik, így ebben okozza a rágáskárt is (NÁHLIK 1996). A nagyobb arányú, az elegyfajok nagyobb százaléku előfordulásával változatos képet mutató, több táplálékot kínáló cserjeszint azonban az ott található cserjék és fák által elvonja a szarvast és az őzet a bükk csemetéktől (NÁHLIK és TARI 2006). Kutatásunkban összehasonlító vizsgálatokat végeztünk, hogy megállapítsuk, a vágásos üzemmódú idős bükkösök (mint a gazdálkodás szempontjából kiemelt jelentőségű faállományok) cserjeszintjéhez képest a szálaló erdőszerkezet kialakítását célzó átalakító üzemmódban kezelt erdők kezdeti, indulás utáni időszakában tapasztalható-e eltérés az ott a vad számára fellelhető biomassza mennyiségében és faji összetételében.

Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz bükk állományokban választottunk ki 1-1 erdőrészletet, melyben az alapállapot, beavatkozás előtti nudum volt (Egererdő ZRt., Szilvásvárad Erdészet), valamint olyat, amelyekben vonalas szálalóvágást (Egererdő ZRt., Szilvásvárad Erdészet), lékes felújítóvágást (Ipolyerdő ZRt., Diósjenői Erdészet), illetve szálaló erdőművelési eljárást (Ipolyerdő ZRt., Diósjenői Erdészet) alkalmaznak. A mintavételezés során az erdőrészletek területének 3-5%-át felvételeztük, mintasávok alkalmazásával. A sávok 100 méter hosszúak és 3 méter szélesek voltak, elhelyezésük során figyelembe vettük az erdőrészletek nagyságát és az erdőállomány szerkezetét. A mintasávokban a fásszárú növényzet minden, a vad számára táplálékul szolgáló hajtását fajonként megszámláltuk. Vad számára hozzáférhetőnek tekintettük a talajszinttől 2,2m magasságig található, az ágak utolsó elágazása felett levő hajtást (KATONA *et al.* 2007).

Előzetes vizsgálataink során NÁHLIK (1989) eredményeire támaszkodva a terepen fafajonként hajtásokat gyűjtöttünk, majd laboratóriumi előkészítés során meghatároztuk azok átlagos hajtástömegét. A terepi felvételezések számadataiból és a laboratóriumi eredményekből meghatároztuk a minta biomasszáját fafajonként és összességében, amit ezután a teljes állományra vonatkoztattunk és kg/ha-ban adtuk meg. A statisztikai értékeléseket a *Past* program segítségével készítettük el, X^2 -próbát és Mann-Whitney U-tesztet alkalmazva.

*Eredmények és értékelésük**Hajtástömeg-meghatározás eredményei*

A terepen begyűjtött hajtásokat laboratóriumban feldolgoztuk, majd meghatároztuk az egy hajtásra vonatkoztatott átlagos hajtás tömeget g-ban, két tizedes jegy (mikrogramm) pontossággal (1. táblázat).

1. táblázat: A vad által rágott átlagos hajtásmérők, és a hozzájuk tartozó átlagos hajtástömegek (NÁHLIK 1989 nyomán)

	Tömeg (g)	Átmérő (mm)
Közönséges bükk	0,33	2,1
Kocsánytalan tölgy	0,36	3,2
Gyertyán	0,46	2,5
Hegyi juhar	0,45	3,4
Mezei juhar	0,64	3
Magas kőris	0,38	2,6
Fekete bodza	0,56	5,8
Hamvas szeder	1,76	1,9

A vizsgálatból kiderült, hogy a hamvas szeder hajtásának száraz tömege a legnagyobb, amit a mezei juhar és a fekete bodza követ. A korábbi táplálkozás-vizsgálatokban is ezen fajok szerepeltek a legpreferáltabb elegyfajok között a táplálék-összetételt tekintetében.

Biomassza meghatározás eredményei

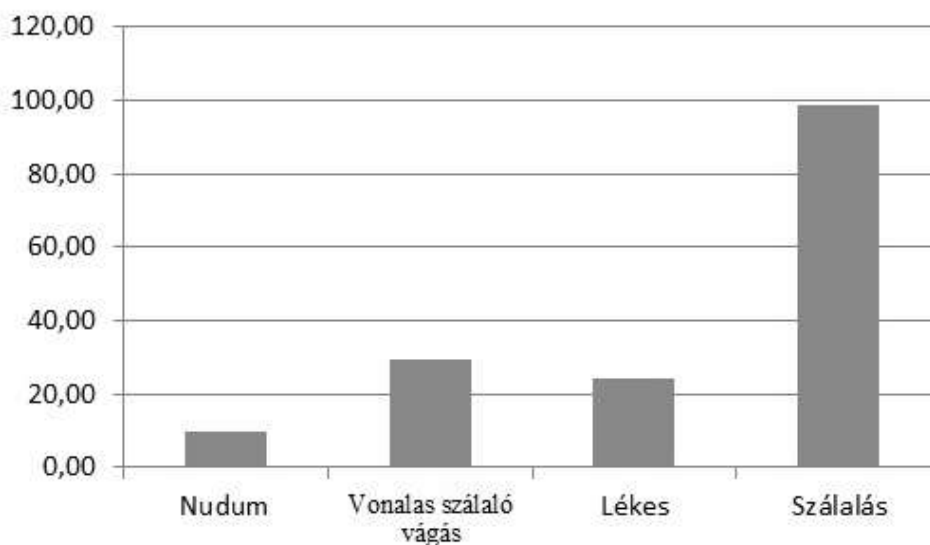
A nudum és a vonalas szálalással kezelt erdőkben a biomassza döntő többségét a bükk adta, a többi faj jelenléte csekély volt (2. táblázat).

2. táblázat: A különböző művelésű bükkösökben található, vad számára hozzáférhető biomassza mennyisége növényfajonként (kg/ha)

	Vonalas		Lékes	Szálalás
	Nudum	szálalóvágás		
Közönséges bükk	9,42	25,74	0,44	20,38
Kocsánytalan tölgy	0,00	0,00	0,00	0,00
Gyertyán	0,00	0,46	0,19	2,38
Hegyi juhar	0,17	2,45	0,49	4,49
Mezei juhar	0,00	0,41	0,00	0,03
Magas kőris	0,00	0,00	0,25	0,48
Fekete bodza	0,00	0,30	0,00	0,05
Hamvas szeder	0,00	0,02	22,87	70,93

A lékes felújítóvágással és a teljes területre kiterjedő szálalással művelt erdőkben viszont a biomassza legnagyobb tömegét a vad szeder nyújtotta, melyet az utóbbiban a bükk magas

aránya követett. Az elegyfajok közül a hegyi juhar tömege volt jelentősebb a szálalóvágással és a szálalással művelt erdőrésztletben. Az összes vad számára elérhető biomassza tekintetében a legalacsonyabb értéket az alapállapotot jellemző nudum bükkös mutatta (1. ábra).



1. ábra: A vad számára elérhető összes biomassza tömege (kg/ha) a különböző művelésű bükkösökben

A vonalas szálalóvágással, valamint a lékes felújítóvágással kezelt erdőkben a biomassza mennyisége az alapállapotot mutató nudumhoz képest több mint kétszeresére emelkedett, a teljes területre kiterjedő szálalás esetében pedig ennek az értéknek a tízszeresét is meghaladta. A biomassza faji összetételét vizsgálva minden egyes típus szignifikáns ($p \leq 0,01$) különbséget mutatott a nudum, illetve a többi erdőrésztlettől.

Következtetések

Kutatásunkban összehasonlító vizsgálatokat végeztünk, hogy megállapítsuk, a vágásos üzemű idős cserjeszintjéhez képest a szálalással kezelt erdők kezdeti, indulás utáni időszakában tapasztalható-e eltérés az ott a vad számára fellelhető biomassza mennyiségében és faji összetételében.

A vizsgálatokhoz bükk állományokban választottunk ki erdőrésztleteket, amelyekben az alapállapotot mutató, beavatkozás előtti nudum volt, valamint amelyekben vonalas szálalóvágást, lékes felújítóvágást, illetve szálalást alkalmaznak. A terepi felvételezések számadataiból és a laboratóriumi eredményekből meghatároztuk a minta biomasszáját fajonként és összességében, amit ezután a teljes állományra vonatkoztattunk és kg/ha-ban adtuk meg.

A nudum erdőkben a biomassza döntő többségét a bükk adta, a többi faj jelenléte csekély volt, a lékes és teljes területre kiterjedő szálalással művelt erdőkben viszont a biomassza legnagyobb tömegét a hamvas szeder nyújtotta. A biomassza faji összetételét vizsgálva minden egyes típus szignifikáns különbséget mutatott a nudum erdőrésztlettől.

A kiindulási nudum állapothoz képest tehát bármely, általunk vizsgált erdőművelési mód a bükkös állományok aljnövényzetének, és ezzel együtt a vad számára hozzáférhető biomassza mennyiségének és összetételének pozitív irányú változását hozza mind az erdőgazdálkodó, mind a vad számára, már a beavatkozások megkezdését követő rövid időszakot követően. A biomassza mennyiségi változása magával vonja a vadeltartó képesség növekedését, ezáltal a vad könnyebben megszerzi a szükséges táplálékot. A biomassza növekedésével együtt a faji összetételben is történnek változások, vagyis nő a

növényzet diverzitása, az elegyfajok és a cserjék megjelenése hozzájárul ahhoz, hogy a vad kisebb mértékben károsítja a főfafaj csemetéit, ezáltal a felújítás sikeressége növekszik. Fontos feladat a vizsgálatok jövőbeni kiterjesztése a vágásos üzemmód minden korosztályára, mert csak a teljes üzemmód átfogó vizsgálatából nyert adatok összegzett eredményei adhatnak tudományosan is elfogadható alapot a többi üzemmóddal történő egzakt összehasonlításhoz. Mindezek mellett a rendelkezésünkre álló eddigi adatok azt mutatják, hogy a vad számára hozzáférhető biomassza mennyisége a kezdeti szakaszban ugrásszerűen nőhet, amit először a választék (fajsúly) lassú növekedése, majd a megjelenő elegyfajok biomasszájának fokozatos emelkedése követ. A hosszabb távú, és biztosabb eredményeket tartalmazó prognózis felállításához, ami segítséget adhat a különböző erdőművelési módszerek és a vad viszonyának tudományos alapú megítéléséhez, szükséges az ilyen jellegű vizsgálatok kibővítése más területekre, illetve ennek a felvételezésnek monitoring jellegű folytatására.

Felhasznált irodalom

- BARTHA D. (1996): A magyarországi erdők értékelése biológiai szempontból. Természet Világa 127 (II. Különszám). 30–33.
- KATONA K., SZEMETHY L., NYESTE M., FODOR Á., SZÉKELY J., BLEIER N., KOVÁCS V., OLAJOS T., TERHES A. ÉS DREMES T. (2007): A hazai erdők cserjeszintjének szerepe a nagyvad-erdő kapcsolatok alakulásában. Természetvédelmi Közlemények 13. 119-126.
- MÁTRAI K. ÉS KABAI P. (1989): Winter plant selection by red and roe deer in a forest habitat in Hungary. Acta Theriologica, 34. 227-234.
- MÁTRAI K., KATONA K., SZEMETHY L. ÉS OROSZ SZ. (2002): A szerves táplálékának mennyiségi és minőségi jellemzői a vegetációs időszak alatt egy alföldi erdőben. Vadbiológia 9. 1-9.
- NÁHLIK A. (1989): A gímszarvas (*Cervus elaphus* L.) Táplálkozásökológiai vizsgálata téli nyomkövetések alapján. Nimród Fórum 4.
- NÁHLIK, A. (1996): A vadkár mérséklésének lehetősége az erdősítés ápolások helyes ütemezésével és kivitelezésével. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények. (40-41). 93-113.
- NÁHLIK A. ÉS TARI T. (2006): A gímszarvas és az őz téli erdősítés-használatára és csemeterágására ható tényezők vizsgálata az erdei kár csökkentése céljából. Gyepgazdálkodási Közlemények 4. 75-79.
- SZEMETHY L., MÁTRAI K., KATONA K. ÉS OROSZ SZ. (2003): Seasonal home range shift of red deer hinds *Cervus elaphus*: are there feeding reasons? Folia Zoologica 52. 249-258.
- SZEMETHY L., MÁTRAI K., OROSZ SZ., PÖLÖSKEI B. ÉS SZAKA GY. (2000): A gímszarvas táplálékválasztása erdei és mezőgazdasági élőhelyen tavasszal. Vadbiológia 7. 10-18.

ELŐZETES EREDMÉNYEK A VADDISZNÓ (*SUS SCROFA*) MOZGÁSKÖRZETÉNEK ALAKULÁSÁRÓL

NÁHLIK ANDRÁS, SÁNDOR GYULA, HEFFENTRÄGER GÁBOR, PÓCZA GERGŐ, TARI TAMÁS

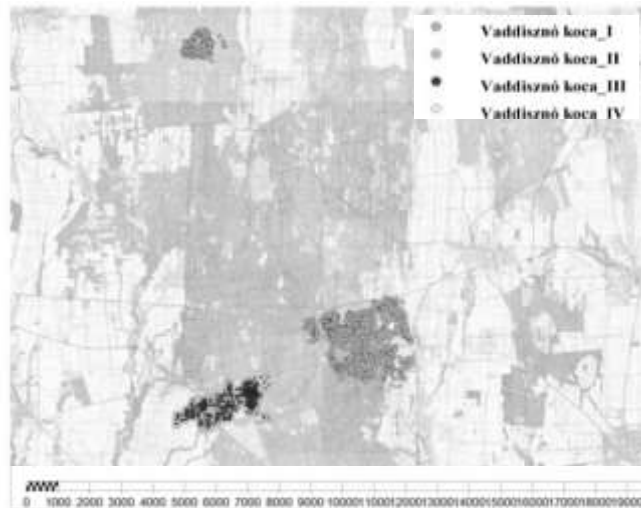
Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
nahlik@emk.nyme.hu

Bevezetés

A vaddisznó hazánk vadgazdálkodásának egyik legjelentősebb vadfaja. A vele történő gazdálkodás nem nélkülözheti, viselkedésének és életmódjának minél mélyebb ismeretét. Ennek megfelelően számos, a vaddisznóval kapcsolatos kutatás folyt és folyik napjainkban is, mozgásával, aktivitásával azonban hazai vizsgálat nem foglalkozott. Kutatásunk célja, hogy új információkat szerezzünk a vaddisznó élőhely-használatáról, aktivitásáról, viselkedési szokásairól, majd azok felhasználásával javaslatokat fogalmazzunk meg a gazdálkodók számára. Hozzá szeretnénk járulni a vaddisznó állomány létszámának folyamatos növekedéséből adódó gazdasági és társadalmi problémák mérsékléséhez. Olyan gazdálkodási, élőhelyfejlesztési javaslatokat szeretnénk megfogalmazni, amelyek hozzájárulnak az erdei és mezőgazdasági vadkár csökkentéséhez. A lehető legpontosabb ismeretek megszerzéséhez az elérhető legmegbízhatóbb eljárást alkalmaztuk, a GPS-telemetriát.

Anyag és módszer

A vizsgálat során GPS-jeladóval ellátott nyakörvek kerültek felhelyezésre adult vaddisznókra, Somogy-megyében, a Kaszó Zrt. területén. Jelen tanulmány az első sikeres befogások során megjelölt négy koca adatait dolgozza fel (1. ábra).

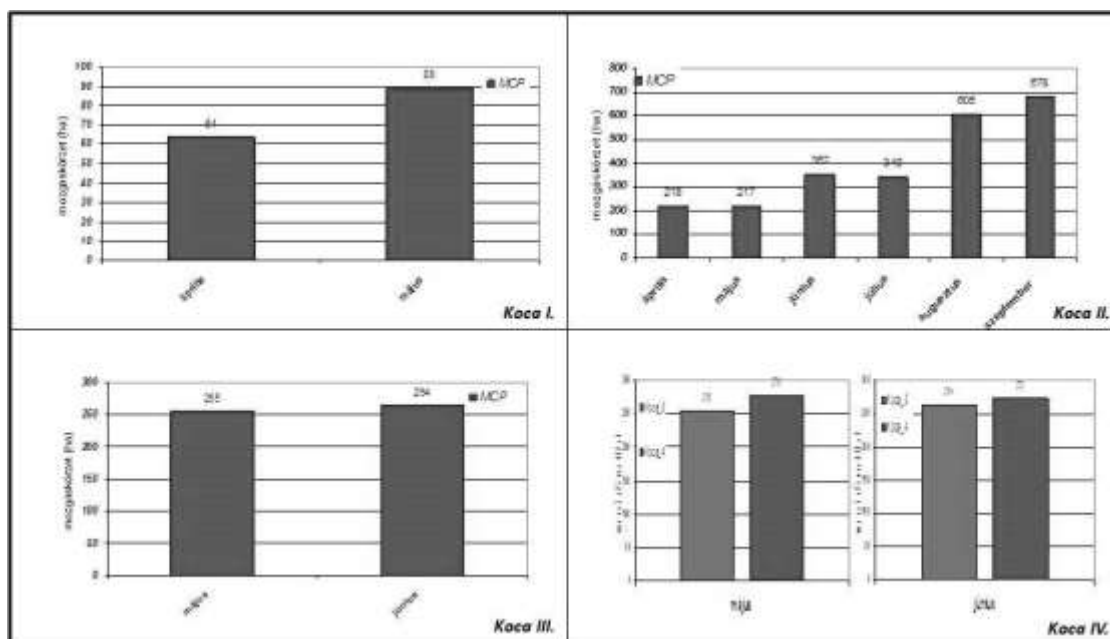


1. ábra: Jelölt egyedek észlelési pontjai

Az óránkénti pozíció meghatározások révén közel 9000 pozíció állt rendelkezésünkre az áprilistól-szeptemberig terjedő időszakban. A mozgáskörzetek meghatározására a MCP (Minimum Convex Poligon) eljárást alkalmaztuk (HAYNE 1949), ezen kívül meghatároztuk a mezei-erdei területhasználatot és az aktivitást.

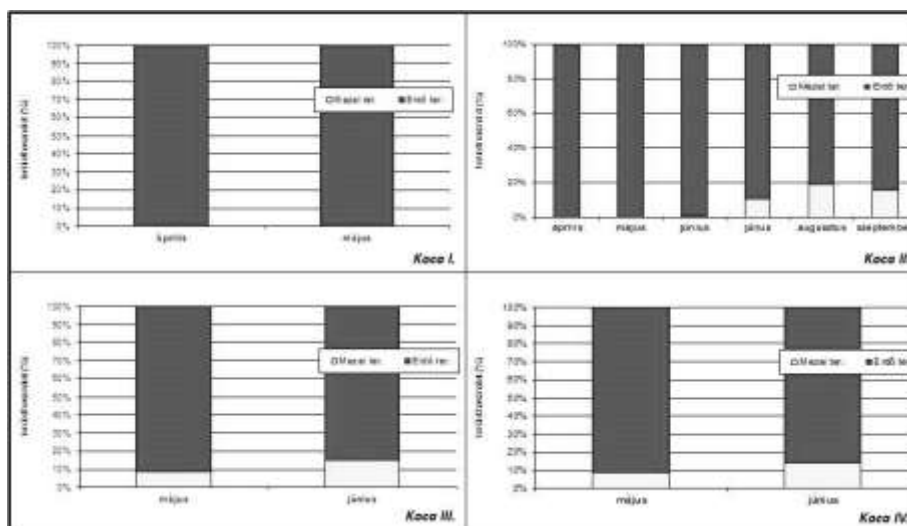
Eredmények és értékelésük

A vizsgálati időszak alatt a legalacsonyabb MCP-vel meghatározott havi mozgáskörzet értéke 64 ha volt, míg a legmagasabb 678 ha. A minimum érték április hónapban, míg a maximum szeptemberben volt megfigyelhető (2. ábra).



2. ábra: Jelölt egyedek mozgáskörzetének alakulása

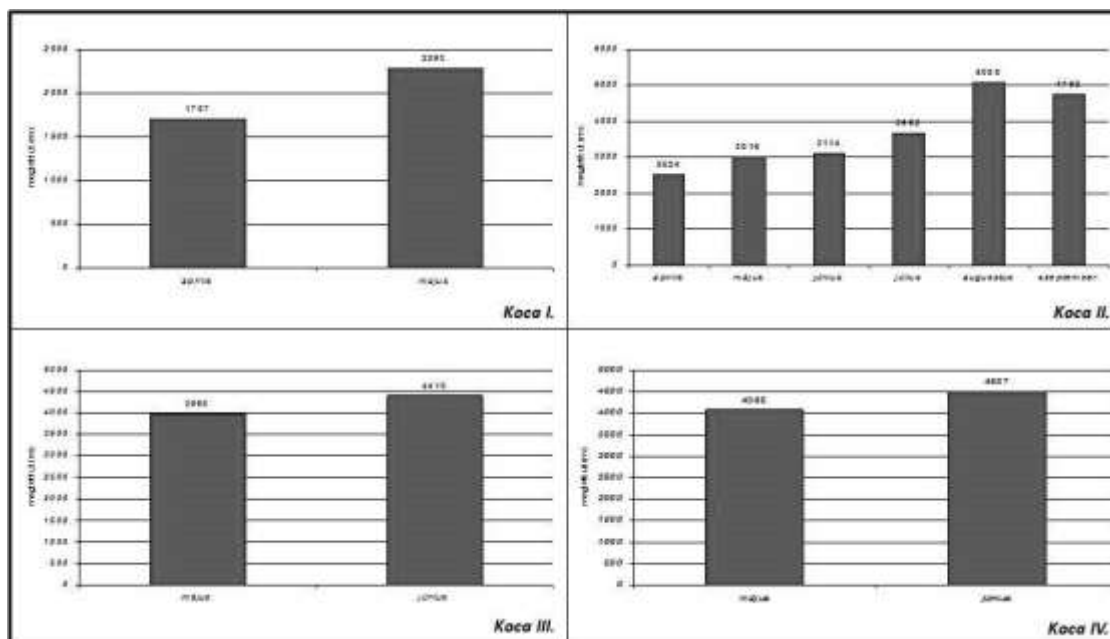
A mozgáskörzet növekedése a befogástól kezdődően minden egyed esetében megfigyelhető volt. Azon egyedeknél ahol két hónap áll rendelkezésre, a mozgáskörzet növekedés feltételezhetően a malacok korosodásának köszönhető. A II. koca esetében az idő előrehaladtával a mezőgazdasági kultúrák is szerepet játszottak a mozgáskörzet kiterjesztésében, amit a mezei területen megfigyelt pontok arányának növekedése is jól mutat (3. ábra).



3. ábra: Erdői és mezei élőhelyek használatának aránya

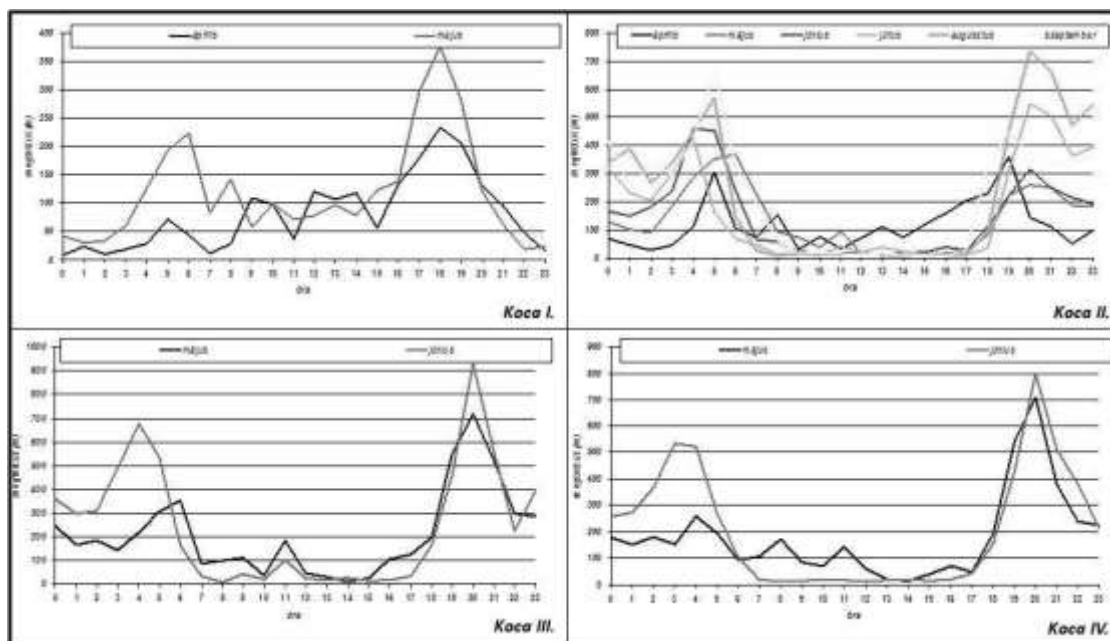
A mezei területhasználat kapcsán meg kell jegyezni, hogy a mezőgazdasági kultúrákat elsősorban éjszaka kereste fel, majd visszaváltott az erdőbe. Ezek a mozgások

megfigyelhetőek az átlagosan megtett napi utak értékeiben, ezek augusztus-szeptember hónapokban meghaladják a 4500m-es értéket (4. ábra).



4. ábra: A megtett napi utak átlagai

A malacok korosodása és a mezei területek használatának növekedése a napi aktivitásban is megfigyelhető, két csúcs jelentkezik – egy szürkületi és egy hajnali – amelyek az idő előrehaladtával egyre magasabb értéket érnek el (5. ábra).



5. ábra: Jelölt egyedek napi aktivitás átlagainak alakulása

A szürkületi érték általában magasabb, ekkor történik a táplálkozó helyek felkeresése, majd folyamatos – a nappali értéket meghaladó – mozgás mellett halad vissza a beállóhelyek felé és egy alacsonyabb hajnali csúccsal éri el azt. Beállóhelyek tekintetében fontos megjegyezni, hogy több kedvelt nappali tartózkodási hely is megfigyelhető a jelölt egyedek esetében, amelyek környékén magas a pontok sűrűsége.

Következtetések

A vaddisznó kocák viselkedését számos tényező együttesen befolyásolja. A vizsgált egyedek esetében a legjelentősebb hatása az utódnevelésnek volt, ezt követte a mezőgazdasági kultúrák távolsága és fejlettségi állapota. A malacot vezető kocák mozgáskörzetének alakulását az utódok fejlettségi állapota határozza meg, mivel 8 hónapnál fiatalabb egyedek egy-két kiugró esettől eltekintve nem távolodnak el 5 km-rel távolabb a születési helyüktől (JELENKO *et al.* 2012), az ellést követően a kocák mozgáskörzete leszűkül, majd a malacok korosodásával, önállóságuk fokozódásával az érték folyamatosan növekedni kezd e (COUSSE *et al.* 1994; JANEAU *et al.* 1995). A vizsgálat során meghatározott nyári otthonterület értékek hasonlóságot mutatnak más vizsgálatok eredményeivel (160-800 ha) (MASSEI *et al.* 1997; KEULING *et al.* 2008a). Az utódnevelés első szakaszára jellemző az óvatos viselkedés, ami a napi aktivitásban is megmutatkozik, ekkor csak a szürkületi órákban figyelhető meg magasabb mozgás értékek, a hajnali órák esetében nem. Ez az idő előrehaladtával megváltozik, és kialakul a már korábban említett kétsúcú görbe. A mozgáskörzetben beálló változásokat mindenképpen szükséges figyelembe venni a takarmányozás során, mégpedig oly módon, hogy az etetőhelyeket az ellésekhez közeli időszakban sűrűbben célszerű elhelyezni, majd a malacok korosodásával egyes etetőhelyek megszüntethetők, így optimalizálhatóak a takarmányozás kiadásai anélkül, hogy a vad igényei kielégíthetetlenek maradnának.

Az etetők térbeli elhelyezésekor figyelembe kell venni továbbá a mezőgazdasági területek távolságát és a növénykultúrák állapotát, mivel ezek befolyásolják a vaddisznó mozgását (KEULING *et al.* 2008b). Ezért a megfelelően elhelyezett és üzemeltetett etetőkkel, szórókkal mérsékelhető a vadkár (HOPP 2007). Esetünkben a mezei területhasználat során megfigyelhető volt, hogy azok az egyedek, amelyek mozgáskörzete közelebb esett a mezőgazdasági területhez előbb keresték fel azokat, mint a távolabb élők. Ez alátámasztja azt a feltételezést, miszerint nem csak a növénykultúra állapota, hanem a malacok korosodása is befolyásolhatja a mezei területhasználatot. A nyári hónapok magas mozgásaktivitása és a kiterjedt mozgáskörzet azzal magyarázható, hogy a mezei élőhelyeket elsősorban éjszaka táplálkozás céljából keresi fel a vaddisznó, a nappalokat azonban már az erdőben tölti (MERIGGI és SACCHI 1992). A legmagasabb átlagos napi aktivitás érték a II. koca esetében volt megfigyelhető, augusztus hónapban 5 km megtett úttal, amihez 700 méter óránkénti szürkületkor megtett út társul. Ezeket figyelembe véve elmondható, hogy a mezőgazdasági területeket akár 1 km megtétele árán is felkeresheti a vaddisznó, ezért célszerű az elterelő etetések a mező-erdő határtól számított ekkora területen végezni. A vadkár csökkentése céljából a legcélravezetőbb megoldásnak a tőrőföldek létesítését javasoljuk. A nyiladékokon vagy gyepterületeken megfelelően kialakított tőrőföldek azon kívül, hogy táplálékot szolgáltatnak a disznóknak, hosszabb ideig le is kötik, mint a szórók vagy etetők. Így csökkenthető a mezőgazdasági területre történő kiváltás esélye, valamint a tőrőföldek közelében növelhető a vadászati hasznosítás sikeressége. A tőrőföldek, etetők és szórók helyét szükséges hónapról hónapra felülvizsgálni. A mezőgazdasági kultúrákban beállt változások (érés, aratás, stb.) befolyásolják a vad viselkedését, ami területhasználat eltolódásában is megnyilvánulhat, az ilyen jellegű változásokhoz a vadgazdának tudni kell a legrövidebb időn belül alkalmazkodni, annak érdekében, hogy a vadkár ne növekedjen meg.

A vizsgálat során két jelölt egyed esetén sikerült megfigyelni azt a jelenséget, hogy egy kondában mozogtak, amelyet a mozgáskörzetek kiterjedésének egyezése is alátámaszt. Mélyebben megvizsgálva a jelenséget, a pontok térbeli elhelyezkedését figyelembe véve elmondható, hogy voltak olyan időszakok, amikor a két koca nem mozgott együtt, majd újra összeverődtek, vagyis e konda összetétele dinamikusan változott. Érdemes ezért az állománybecslések során figyelembe venni annak lehetőségét, hogy az egymást követő

napokban megfigyelt kondák valóban különbözőek-e, vagy csak ideiglenes felbomlott kondákról van szó.

Felhasznált irodalom

- COUSSE, S., SPITZ, F., HEWISON, M., AND JANEAU, G. (1994): Use of space by juveniles in relation to their postnatal range, mother, and siblings: an example in the wild boar, *Sus scrofa* L. *Can. J. Zool.* 72:1691–1694.
- HAYNE, D. W. (1949): Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30:1-18.
- HOPP, T. (2007): A Zalaerdő Zrt. vadkácsökkentésének eredményei és tapasztalatai, A vadgazdálkodásunk időszerű kérdései 7.: A vadkár p. 52-60. Országos Magyar Vadászkamara
- JALENKO, I., STERGAR, M., JERINA, K., CAJNER, M. AND POKORNY, B. (2010): Wild boar dispersal in Slovenia, Abstract Book of 9th Wild Boar Symposium, p.6.
- JANEAU G, CARGNELUTTI B, COUSSE S, HEWISON M, SPITZ F (1995): Daily movement pattern variations in wild boar (*Sus scrofa* L.). *IBEX J Mt Ecol* 3:98–101.
- KEULING, O., STIER, N. AND ROTH, M. (2008)a: Annual and seasonal space use of different age classes of female wild boar *Sus scrofa* L., *Eur J. Wildl. Res.* 54:403-412.
- KEULING, O., STIER, N., AND ROTH, M. (2008)b: How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? *Eur J Wildl Res* 54(4): 729-737.
- MASSEI, G., GENOV, P. V., STAINES, B. W. AND GORMAN, M. L. (1997): Factors influencing home range and activity of wild boar (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal area, *Journal of Zoology*, 242 (3): 411–423.
- MERIGGI, A. AND SACCHI, O. (1992): Factors affecting damage by wild boars to cereal fields in Northern Italy. "Ongulés/Ungulates 91". Proceedings of the International Symposium, Toulouse, pp 439–441.

A VADKÁR ALAKULÁSA MAGYARORSZÁG ERDEI ÉS MEZŐGAZDASÁGI TERÜLETEIN (GAME DAMAGES IN FOREST AND AGRICULTURAL LANDS IN HUNGARY)

NÁHLIK ANDRÁS, SÁNDOR GYULA, TARI TAMÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
nahlik@emk.nyme.hu

Bevezetés

Ahhoz, hogy a nagyvad által okozott károsítás időnként és helyenként tolerálható, máskor és máshol, gyakrabban gazdasági szempontból elviselhetetlen, hosszú távon megoldatlan problémáját elemezzük, vissza kell tekintenünk legalább az elmúlt 30 év gazdálkodási folyamataira, feldolgozva és értelmezve a rendelkezésre álló statisztikai adatokat és a jogszabályi környezetet. Az alábbiakban ezért először kísérletet teszünk a nagyvadállomány szabályozás jogi környezetének és gyakorlati megvalósításának elemzésre, a nagyvadállomány dinamikáját befolyásoló tényezők feltárására, a vadkár alakulására és a vadkárra ható jogszabályi és gazdálkodási kérdések taglalására, valamint a nagyvadgazdálkodás ökonómiai kérdéseinek megvilágítására.

Anyag és módszer

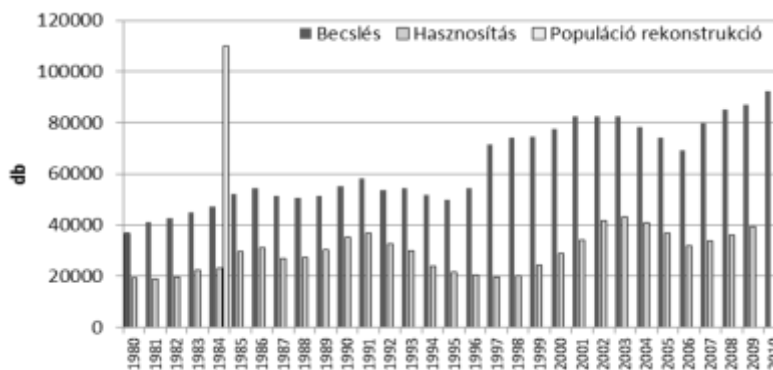
Vizsgálatunkhoz az Országos Vadgazdálkodási Adattár és a NÉBIH Erdészeti Igazgatóságának adatbázisát használtuk fel. Idősoros elemzésünkhöz az erdei vadkár esetében hektárban kifejezett értékeket vettünk figyelembe. Mivel a mezőgazdasági vadkár esetében naturáliákban (hektárban vagy termésmennyiségben) megadott adatnyilvántartás nem létezik, ezért itt a forintban megadott vadkár adatokat, a 2011-es gabonaárakat alapul véve, a gabonaárak változásaival számoltuk vissza, illetve korrigáltuk. Ehhez súlyozva 60%-ban vettük figyelembe a kukorica és 40%-ban a búza mindenkori árát. Az adatokat 2009-ig a KSH-tól vettük át, 2010 és 2011-ben pedig a Budapesti Értéktőzsde által közölt havi átlagok adataiból számoltunk. A vadkár alakulására, táplálkozásuk jellegzetességénél és számarányuknál fogva, a vaddisznó és a gímszarvas gyakorolja a legnagyobb hatást. Ezért e két faj populációmérete és a mezőgazdasági vadkár között kétváltozós regresszióval kerestünk kapcsolatot.

Eredmények és értékelésük

A nagyvadállomány alakulása és az arra ható tényezők

A becslési és hasznosítási adatokat elemezve általánosan kijelenthető, hogy a hazai nagyvadállomány az elmúlt 30 évben fluktuálva ugyan, de növekvő tendenciát mutat.

A *gímszarvas* állomány nagysága tulajdonképpen a múlt század közepe óta folyamatosan nőtt (1. ábra).



1. ábra: Gímszarvas becslés és lelvés adatok 1980-2010

Néhány korabeli és későbbi populáció rekonstrukció alapján – még, ha azok eredményei nem minden tekintetben pontosak is – tudjuk, hogy a 80-as évek közepén a tényleges egyedszám valószínűleg akár kétszerese is lehetett a statisztikában megjelenőnél (RÁCZ 1987; CSÁNYI 2000).

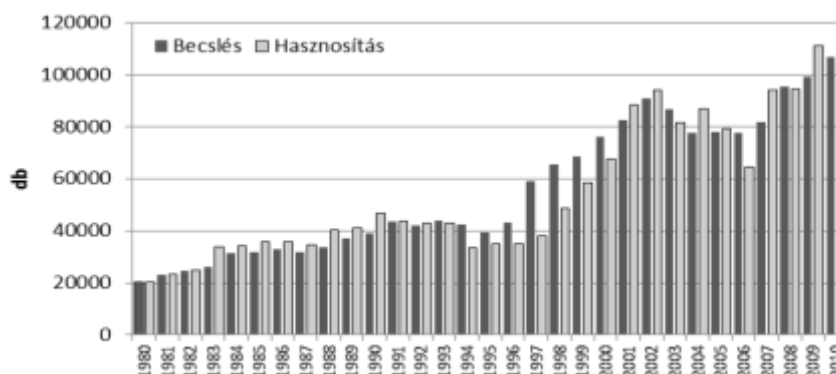
Az üzemtervek alapján történő vadgazdálkodás bevezetése (30/1980 MÉM rendelet) az állománybecslések pontosságát nem növelte, hiszen megfelelő módszerek a nagyvad fedett, erdőterületen történő becslésére a mai napig nem állnak rendelkezésünkre. További probléma, hogy a vadeltartó képesség meghatározásának megfelelő elvi alapjai hiányoznak, így a fenntartható állomány nagyság tekintetében jobbra csak feltételezésekre hagyatkoztak – hagyatkozunk (FARAGÓ és NÁHLIK 1997). Éppen ezért, 1981-ben a fenntartható állomány nagyságot, vagyis a vadeltartó képességet irreálisan alacsonyan határozták meg, ami az előírásoknak megfelelő gazdálkodás, vagyis a szabálykövető magatartás lazulását eredményezte.

A gímszarvas állomány dinamikus növekedését egy állománycsökkentési kampány akasztotta meg 1985-86-ban, majd egy még erőteljesebb csökkentés 1990-91-ben vissza is fordította. Az állománycsökkentést azonban - a rendszerváltoztatás utáni időkből erős gazdasági szorítás miatt - szakszerűtlenül, az idős korosztály vagyis az erős bikák túlhasznosításával végezték el a legtöbb helyen, amit az aranyérmesek számának országos megugrása jól mutat. Ennek következtében az átlagkor csökkenésének tendenciáját már addig is mutató állomány (RÁCZ 1979) végképp elfiatalodott (FARAGÓ és NÁHLIK 1997). A vadgazdálkodók reakciója erre a gímszarvas oktanul minden mértéket meghaladó kímélete volt, ami az állomány újbóli, erőteljes növekedéséhez vezetett anélkül, hogy az átlagkor számottevően nőtt volna.

Az 1996-ban bevezetett háromszintű tervezési rendszer sem hozott áttörést a tervszerű gazdálkodás megbízhatóságának tekintetében, mert a kiinduló adatok továbbra is pontatlanok voltak. Az állomány mértéktelen növekedésének eredménye a hatóság közbelépése volt: hasznosítási kvótarendszer 2002-ben történő bevezetésével az állomány növekedését pár évre vissza lehetett fordítani, az elmúlt években azonban ismét állománygyarapodásnak vagyunk a tanúi. Kisebb területre elvégzett populáció rekonstrukciók eredményei azt mutatják, hogy a jelenlegi tényleges állomány mintegy másfélszerese lehet a statisztikákban megjelenőnek (KÁSA 2010).

A *vaddisznó* állományok folyamatos növekedést mutattak az elmúlt 30 évben, ami a 90-es évek második felétől robbanásszerűvé vált. A jelenség egész Európában ismert (APOLLONIO és mtsai 2010). A gyors növekedés valószínűleg összefüggésben van a

klímaváltozással, vagyis a meleg, hómentes télutóval, tavaszelővel, ami az újszülöttek túlélését elősegíti (GEISSER és REYER 2005). A hazai hatósági szabályozás az állománynövekedési folyamatot nem tudta megállítani (2. ábra).



2. ábra: Vaddisznó beclsés és lelvés adatok 1980-2010

Ugyan a 80-as évek második felének, 90-es évek elejének országos nagyvadállomány-csökkentő programja a vaddisznót sem kímélte, a lelvések száma fokozatosan mintegy 25%-al emelkedett, aminek következtében az állomány további növekedése megállt. Ám 1993 után a lelvések 22%-al ismét csökkentek. Ennek két magyarázata van. Egyrészt a helyenként megjelenő sertéspestis miatt többnyire a szaporulat körében jelentős elhullások voltak, aminek következtében a vadászatra jogosultak kímélni kezdték az állományt. Másrészt, elsőként az 1993-as rendelet vezetett be a kocákra kíméleti időt, ami a lelvéseket szintén visszavetette. Az említettek és a kocák oktalan kímélete következtében az állományok robbanásszerű növekedésnek indultak, amit a hasznosítás mértéke csak késéssel követett, így megállítani sem tudott, legfeljebb mérsékelni.

Változás e tekintetben a 2000-2001-es évek környékén volt, amikor a hatóságok egyre több helyen adtak felmentést a tavaszi kocalelvés alól. Ekkortól számíthatjuk az állomány nagyságának országos szintű, később azonban ideiglenesnek bizonyult csökkenését. Az utóbbi néhány évben a növekedés új erőre kapott köszönhetően a lelvések visszafogásának. A teríték dinamikáját nagyjából követi a vaddisznós kertek terítékének nagysága, a kettő aránya 10-12% körül mozgott az elmúlt 10 évben. Országos szinten a szabadterületi állomány dinamikáját a zárttéri tartás jelentősen nem befolyásolta a vadaskerti célú szabadterületi befogások viszonylag csekély aránya miatt.

A vadkár alakulása

Ha a *mezőgazdasági vadkár* változásáról akarunk megbízható adatokat a statisztikákból kinyerni, akkor nem érdemes a forintosított összegeket inflációval korrigáltan figyelembe venni, mert az adatok – főként hosszú távon – rendkívül torzítanak a gabonaárak változásai miatt. Ezért a vadkár adatokat nem inflációval, hanem a gabonaárak évenkénti változásával korrigálva adtuk meg.

Az eredmény meglehetősen jól korrelál a vaddisznó és gímszarvas állományváltozásaival (kétváltozós regresszió: $r=0.66$, $p=0.000$). Jól látszik az 1990-91 környéki erősebb állományapasztások mezőgazdasági vadkárcsökkentő hatása, akárcsak a 2002-ben véghezvitt, kvótarendszeren alapuló megnövelt lelvéseké. Jól látszik, hogy az utóbbi évek

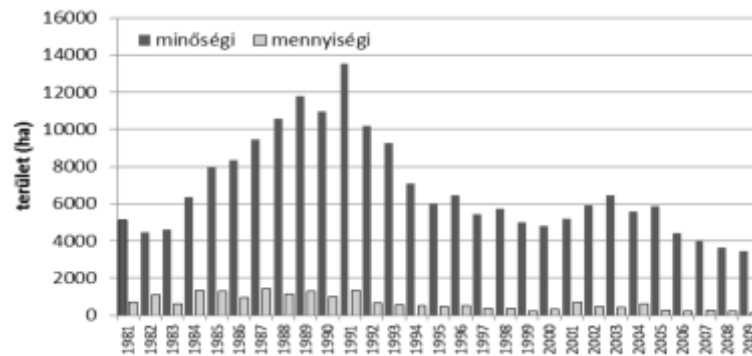
alulhasznosítása ismét növekvő vadkár adatokat eredményez, még, ha ez utóbbi adatokat vélhetően már erősen befolyásolja, illetve csökkenti a termények villanypáztorttal történő védelmének egyre gyakoribbá válása (3. ábra).

Összességében a kifizetett mezőgazdasági vadkár így is igen magas a vadgazdálkodás bevételeihez viszonyítva, 2010-ben 2,14 milliárd forintot ért el, miközben az adatok nem tartalmazzák a vadkárelhárítás költségeit.



3. ábra: Mezőgazdasági vadkár (2011 gabona árakon), valamint a gímszarvas és vaddisznó lelovések alakulása 1981-2011

Az erdei vadkár területben kifejezett értékei 1991 után teljes mértékben elszakadtak a nagyvadállományok változási tendenciáitól köszönhetően az ekkortájt elszaporodó bekerített erdősítéseknek. A kifizetett erdei vadkár ugyan töredéke a mezőgazdasági vadkárnak, csak mintegy 120 millió forintot tesz ki, azonban, ha ehhez hozzávesszük az 1,2 milliárd forint kerítésépítési költséget, akkor nagyságrendileg közelítünk a mezőgazdasági vadkár értékekhez (4. ábra).



4. ábra: Erdei vadkár alakulása 1981-2009

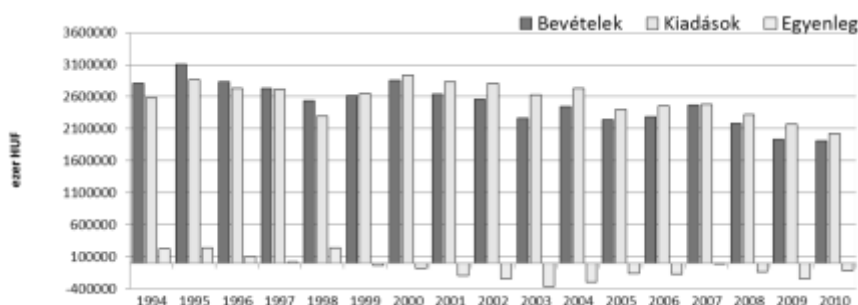
Itt azonban a gondokat tetézi a nagyvad túlszaporodásának erdőfelügyeleti, természetvédelmi megítélése, miszerint az akadályozza a fokozatos felújítások és a folyamatos erdőborítással történő gazdálkodás megvalósítását, illetve a kényszerűen alkalmazandó erdősítésvédő kerítések tájromboló hatásúak. Tény, hogy napjainkban évente 800-1000 km vadkárelhárító kerítés épül Magyarországon. Az éves véghasználatok területének negyede kerül bekerítésre és 30%-án van jegyzőkönyvben rögzített vadkár. Tény az is, hogy az erdészeti hatóságnál rendelkezésre álló „E-lapokból” kimutatható jelentős mennyiségű felújító vágás nem hajtható végre az újulat tartós hiánya miatt.

A vadkárprobléma okozója egyértelműen a túlszaporodott nagyvadállomány. A túlszaporodás okai a szabályozás elégtelen voltában keresendők. A vadászati hatóság és

társhatóságok csekély létszáma és korlátozott eszközszerkezete nem teszi lehetővé a szakszerű tervezés előírását és ellenőrzését. A tervezés során túlzottan ragaszkodnak az alapadatokból levezethető hasznosítási mennyiségek előírásához, míg a vadkár problémáját, a természetvédelmi és erdőgazdálkodási előírásokat, törekvéseket csak nagy késéssel, a probléma kiéleződésekor veszik figyelembe. Mindez általában késői és kampányszerű, ráadásul fűnyíró elv alapján történő beavatkozáshoz vezet, amint azt az elmúlt 30 évben három alkalommal is megtapasztaltuk. Nem kell ahhoz nagy jóstehetség, hogy megállapítsuk: hamarosan jön a negyedik kampányszerű apasztás, hiszen a nagyvad létszámok ismét elszaladtak.

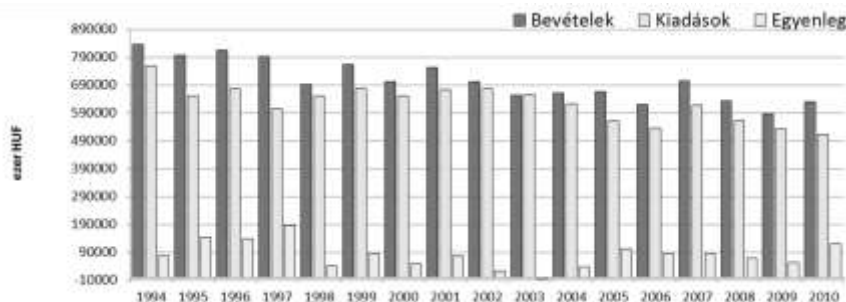
A nagyvadgazdálkodás ökonómiai vonatkozásai

Ha két nagyvadas megye gazdasági adatait vizsgáljuk meg a bevételeket és a kiadásokat a 2010-es értékre korrigálva az inflációval azt látjuk, hogy a legnagyobb nagyvadsűrűséggel rendelkező Somogy megye vadgazdálkodásból származó bevételei a csökkenő bérvadászati érdeklődés és a nyomott vadhús árak miatt csökkenő tendenciát mutatnak (5. ábra).



5. ábra: Bevételek – kiadások alakulása Somogy-megyében (2010 évi értéken) 1994-2010

Ugyanakkor a kiadások csökkenése a magas vadkár és vadkárrelhárítási költségek miatt jóval lassúbb volt, ami az utóbbi 12 évben negatív egyenleget eredményezett. A magas kiadásokat még a vadgazdálkodási költségek (pl. kiegészítő mesterséges takarmányozás, vadföldművelés, élőhelyfejlesztés) csökkentése árán sem lehetett a bevételek csökkenésének arányában mérsékelni. Pedig mindennek a vadgazdálkodás szakszerűsége látta kárát. A vadgazdálkodásból származó bevételek 2010-ben 1,9 milliárd, a bevételek és kiadások egyenlege -0,11 milliárd forintot tett ki. A kifizetett mezőgazdasági kár 0,297 milliárd Ft (2008-ban 0,444 milliárd Ft), míg a kifizetett erdei vadkár 0,02 milliárd Ft volt. A bevételek csökkenésének Heves megyében hasonló okai voltak (6. ábra).



6. ábra: Bevételek – kiadások alakulása Somogy-megyében (2010 évi értéken) 1994-2010

A vadgazdálkodásból származó bevételek 2010-ben közel 0,6 milliárd, a bevételek és kiadások egyenlege 0,12 milliárd forintot tett ki. A jobb gazdasági eredményt a jóval szerényebb kiadások tették lehetővé. A kifizetett mezőgazdasági kár 0,01 milliárd, az erdei vadkár 0,004 milliárd Ft volt.

Annak ellenére, hogy a gazdálkodást a fentiekén kívül más tényezők, adottságok is befolyásolják, világosan látszik, hogy lényegesen kisebb állománysűrűség és vadkárköltések mellett elvileg eredményesebb gazdálkodás folytatható.

Felhasznált irodalom

- APOLLONIO, M., ANDERSEN, R. ÉS PUTMAN, R. (2010): European Ungulates and their Management in the 21st Century. Cambridge University Press
- CSÁNYI, S. ÉS TÓTH, P. (2000): Populáció-rekonstrukció alkalmazása a hazai gímszarvas állomány létszámának meghatározására. Vadbiológia, 7: 27-37.
- FARAGÓ S. ÉS NÁHLIK A.. (1997): A vadállomány szabályozása - a fenntartható vadgazdálkodás populációökológiai alapjai. Budapest, Mezőgazda Kiadó, pp. 315.
- GEISSER, H. AND REYER, H-U. (2005): The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). Journal of Zoology. 267(1): 89–96.
- KÁSA, R. (2010): Gímszarvas állományrekonstrukció a Kemenesi fennsíkon. MSc diplomamunka. Sopron, Vadgazda Mérnöki Szak
- RÁCZ, A. (1979): Szarvasállományunk szabályozásáról. Nimród Fórum. Május: 1-10.
- RÁCZ, A. (1987): Szarvasállományunk alakulásáról. Nimród 9: 2-3.

A FÜRJ (*COTURNIX COTURNIX* LINNAEUS, 1758) BEFOGÁS ÉS JELÖLÉS MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI – ELŐZETES TAPASZTALATOK A LAJTA PROJECT TERÜLETÉN

NÉMETH TAMÁS MÁRTON, KOVÁCS GYULA, WINKLER DÁNIEL

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
tomanemeth@gmail.com

Bevezetés

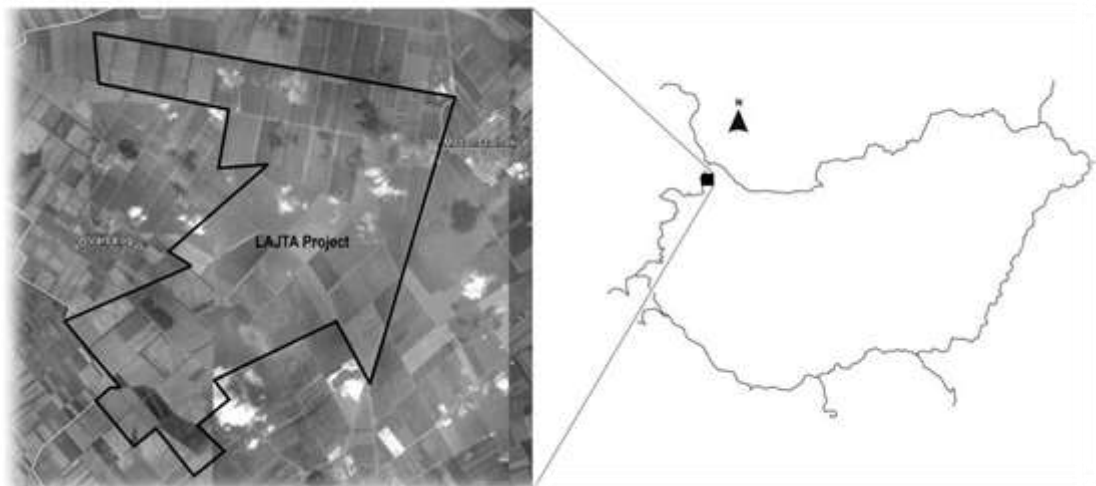
A fűrj (*Coturnix coturnix* Linnaeus, 1758) széles elterjedési területtel rendelkező madárfajunk, amely az 1900-as elejéig Európa szerte közönséges faj volt. KEVE *et al.* (1953) szerint az állomány csökkenése az 1920-as években kezdődött el, míg GLUTZ VON BLOTZHEIM (1994) ezt az 1890-es évhez köti. Az 1940-es években néhány európai országban (pl.: Németország, Skandináv országok), illetve MOREAU (1956) a Brit-szigeteken figyelt meg növekedést, majd 1970–1990 között újabb csökkenést észleltek Észak- és Közép-Európa legtöbb országában (PUIGSERVER *et al.* 2012), de a populáció változásának mértéke sajnos nem ismert, mivel nem álltak rendelkezésre megfelelő egyedszám becslések összeurópai viszonylatban (PERENNOU 2009). RODRÍGUEZ-TEIJEIRO *et al.* (2010) szerint az 1990-es években csak Délkelet-Európában folytatódott a csökkenés, míg Észak- és Közép-Európában gyenge növekedésnek indult az állomány. SANDERSON *et al.* (2006) vizsgálatukban az 1970–1990 közötti időszak csökkenését statisztikailag szignifikánsnak értékelték. A felmérésbeli különbségek és az ellentmondó adatközlések miatt az elmúlt évtized trendjét nehéz megállapítani (PUIGSERVER *et al.* 2012), így a populáció nagysága 2,8–5,5 millió éneklő hím egyed, ami 1,4–2,75 millió párnak tekinthető (PERENNOU 2009).

Magyarországon a fűrj szintén közönséges faj volt, amelynek állománya az 1900-as évek elejétől csökkenni kezdett (KEVE *et al.* 1953). 1884–1913 között, a legmagasabb terítéknagyság nem érte el a 218 000-es példányt (FARAGÓ 2009), azonban az 1954-es madárvédelmi rendeletben már nem szerepelt a vadászható fajok között, 1971-ben a védett fajok listájára került (BANKOVICS *et al.* 1989). Hazánkban a faj országosan elterjedt, helyenként gyakori fészkelő, de néhol kifejezetten ritka, vagy teljesen hiányozhat is (FARAGÓ, 2002). Populációja az 1980-as évek súlyos mélypontja óta feltehetően gyarapszik, az 1999–2002 közti időszak alapján 74 000–90 000 párra becsülték állományát (MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG 2008).

A faj hazai és nemzetközi védelmének elősegítése céljából az állományváltozás okai, illetve a vonulási útvonalak pontosabb megismerése fontos kérdés. Így Európa számos országában (pl.: Csehország, Olaszország, Spanyolország) több éve intenzíven folyik az egyedek jelölése. Magyarország eddig még nem csatlakozott ehhez, de idén próba jelleggel, több helyszínen is megkezdődtek a vizsgálatok.

Anyag és módszer

Vizsgálatunkat a LAJTA Project (3065 ha) területén végeztük, amely hazánk északnyugati felében Várbalog, Jánossomorja és Mosonszolnok települések között helyezkedik el (1. ábra). Az 1992-ben indult hosszú távú, több szempontú monitoring a vadfajok és az agrárkörnyezet kapcsolatát vizsgálja. A terület földhasználatára az intenzív nagyüzemi növénytermesztés (átlag 50-60 ha-os táblanagyság) és a szántók túlsúlya jellemző. A projekt indulása óta az egyik fő kérdés az élőhelyfejlesztések hatása a mezőgazdasági környezetben (FARAGÓ 2012).



1. ábra: A vizsgálati terület elhelyezkedése

Vizsgálataink során a fűj egyedek befogására hazai standardizált módszer még nem állt rendelkezésre, ezért a külföldi módszereket vettük alapul. Nyugat-Európában a horizontális hálózás és a függőnyháló használata egyaránt elfogadott, azonban az utóbbi általánosabb és eredményesebb. A függőnyháló zsebeinek száma opcionális (általában 4), szemmagysága 28–30 mm, de az olasz és spanyol kutatók tapasztalatai szerint ezeknél a fiatal egyedeket „elveszíthetjük”. Az egyedek befogására legeredményesebb a hajnali és kora esti időszak, két órával napfelkelte és két órával sötétedés előtt. Olaszországi tapasztalatok szerint a hajnali fogás esetén a pacsirták éneklése előtti időszak az optimális. A befogáshoz 1,6 m magas, 12 m hosszú, 2 zsebes és 22 mm-es szemmagyságú függőnyhálót használtunk. A jelöléseket hagyományos alumínium gyűrűkkel végeztük.

Előzetes tapasztalatok

A fűj egyedek befogása sikeres volt a választott szemmagyságú hálóval. Az élőhelyek közül a parlag és lucerna területek bizonyultak a legjobb fogási helyeknek. A kisszámú gyűrűs jelölés ellenére visszafogás is történt (az első jelölt egyed 10 nappal később kb. 500 m-re a fogási helytől).

Felhasznált irodalom

- BANKOVICS A., GYÖRY J. & STERBETZ I. (1989): Fűj. In: Vörös Könyv. A Magyarországon kipusztult és veszélyeztetett növény- és állatfajok. (Ed.: RAKONCZAY Z.) 112–114. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- FARAGÓ S. (2002): Fűj. Vadászati állattan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- FARAGÓ S. (2009): A történelmi Magyarország vadászati statisztikái 1879–1913. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron.
- FARAGÓ S. (2012): A határstruktúra alakulása. In: A LAJTA Project. (Ed.: FARAGÓ S.) 93–117. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. Sopron.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., BAUER, K. M., & BEZZEL, E. (1994): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 5. II. durchges. AULA-Verlag GmbH. Wiesbaden.
- KEVE A., ZSÁK Z. & KASZAB Z. (1953): A fűj gazdasági jelentősége. Természettudományi Évkönyv 4: 197–209.
- MME NOMENCLATOR BIZOTTSÁG (2008): Magyarország madarainak névjegyzéke. Nomenclator avium Hungariae. Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület. Budapest.
- MOREAU, R. E. (1956): Quail in the British Isles, 1950-1953. British Birds 49(5): 161–166.
- PERENNOU, C. (2009): European Union Management Plan 2009–2011, Common Quail, *Coturnix coturnix*. European Commission, Brussels.

- PUIGSERVER, M., SARDÀ-PALOMERA, F. & RODRÍGUEZ-TEJEIRO, J. D. (2012): Determining population trends and conservation status of the Common Quail (*Coturnix coturnix*) in Western Europe. *Animal Biodiversity and Conservation* 35(2): 343–352.
- RODRÍGUEZ-TEJEIRO, J. D., SARDÀ-PALOMERA, F., ALVES, I., BAY, Y., BEÇA, A., BLANCHY, B., BORGOGNE, B., BOURGEON, B., COLAÇO, P., GLEIZE, J., GUERREIRO, A., MAGHNOUJ, M., RIEUTORT, C., ROUX, D. & PUIGSERVER, M. (2010): Monitoring and management of Common Quail *Coturnix coturnix* populations in their atlantic distribution area. *Ardeola* 57: 135–144.
- SANDERSON, F. J., DONALD, P. F., PAIN, D. J., BURFIELD, I. J. & VAN BOMMEL, F. P. J. (2006): Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation* 131: 93–105.

A NAGY FAKOPÁNC (DENDROCOPOS MAJOR, LINNAEUS, 1758) ÉLŐHELY PREFERENCIÁJA FÜZ-NYÁR ÁRTÉRIERDŐBEN, TÁJIDEGEN FAFJOK JELENLÉTÉBEN

ÓNODI GÁBOR¹, CSÖRGŐ TIBOR²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
onodi.gabor@emk.nyme.hu

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Biológia Intézet, Anatómiai, Sejt- és Fejlődésvilágbiológiai Tanszék
csorgo@elte.hu

Bevezetés

A harkályfélék az egész világon elterjedtek, családjuk 216 fajt számlál. Élőhelyeik fás társulások. Főként ízeltlábúakkal táplálkoznak. A legtöbb faj odúkészítő, csak olyan élőhelyen tudnak költeni, ahol elég öregek, elég vastagok a fák költőodúk készítéséhez. Elhagyott odvaik elősegítik számos gerinctelen és gerinces állatfaj megtelepedését. A gerincesek közül a legjelentősebbek az odúköltő madarak, mint pl. a seregély (*Sturnus vulgaris*), a csuszka (*Sitta europaea*), számos cinege (*Parus spp.*) és légykapó faj (*Muscicapidae*), az emlősök közül a denevérek (Chiroptera), pelék, mókusok és erdei egerek (Rodentia) (DEL HOYO 2002, BAI *et al.* 2005). Mint fő odúkészítő fajok, sok harkályféle az ökoszisztéma számára kulcsfajnak tekinthető. Az odúlakó állatok, és egyben a fás élőhelyek védelme szempontjából elengedhetetlenül fontos a harkály fajok védelme, a védelem szempontjából pedig szükséges a fajok élőhely preferenciáinak ismerete. Ebbe számos tényező beletartozik, úgymint pl. a hektáronkénti holtfa mennyisége, a különböző táplálékállatok eloszlása, a fafaj, illetve mikrohabitat preferencia (CARLSON *et al.* 1998, MARTIN & EADIE 1999, MARTIN *et al.* 2004, KOSIŃSKI & KSIT 2006, KOSIŃSKI *et al.* 2006, SMITH 2006, KOSIŃSKI & KEMPA 2007, SHURULINKOV *et al.* 2012).

Az Európában leggyakoribb harkály faj a nagy fakopánc, amely széles táplálékspektrumú, generalista faj. Megtalálja életfeltételeit városi parkokban, nyílt és zárt erdőkben is (GORMAN 2004, TÖRÖK IN CSÖRGŐ *et al.* 2009). Mivel ez a legelterjedtebb harkályfaj, számos élőhelyen ez a fő odúkészítő.

A munka során e faj fafaj és mikrohabitat preferenciáit vizsgáltuk egy fűz-nyár ártéri erdőben. Ahogy számos élőhelyen, úgy a puhafás ártéri erdőben is jelentek meg idegenhonos, sok esetben invazív fafajok. Ezek az élőhelyeken a legjelentősebb invazív fafaj az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) és a zöld juhar (*Acer negundo*). Ezek a másodlagos lombkoronaszintet alkotó fák árnyékolásukkal és allalopatikumaiikkal gátolják az autochton fafajok fejlődését. Ennél fogva nagyon kisszámú újulata van az őshonos fafajoknak. A zöld juhar és az amerikai kőris agresszív terjedése általános problémát jelent az ország ártéri élőhelyein (GENCSI & VANCURA 1997, MIHÁLY & BOTTA-DUKÁT 2004), így nagy jelentőséggel bír annak vizsgálata, hogy a harkályfélék mennyire használják ezeket a fajokat, hiszen az élőhelyek változása számos faj denzitását befolyásolhatja (DEL HOYO 2002, MIHÁLY & BOTTA-DUKÁT 2004).

Vizsgálataink során a következő kérdésekre kerestük a választ: mely fafajokat preferálják a nagy fakopáncok, illetve milyen téreloszlásban, a fák mely régióiban mozognak?

Anyag és módszer

A vizsgált terület a Közép-Tisza Tájvédelmi Körzetben található, Tiszavárkony határában, egy kb. 35 hektáros, 2,5 km hosszú, sávszerű, kb. 60-70 éves, kezeletlen fűz-nyár, ártéri erdő. Az őshonos fűz- (*Salix spp.*) és nyárfajokon (*Populus spp.*) kívül jelen vannak a

területen különböző tájidegen fajok, mint a fekete eper (*Morus nigra*) és a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*). Legnagyobb egyedszámban két észak-amerikai eredetű, invazív faj van jelen a területen, az amerikai kőris és a zöld juhar.

A területen a leggyakoribb harkály faj a nagy fakopáncs (11 költő pár), számukban ettől jelentősen elmarad a ki fakopáncs (*Dendrocopos minor*) (2 pár), a zöld küllő (*Picus viridis*) (1 pár), illetve a fekete harkály (*Dryocopus martius*) (1 pár).

A vizsgálati területen az adatokat egy éven át, heti rendszerességgel, egy kb. 2,5 km-es transzekt mentén vettük fel. A terepen látott madarokról - hasonló vizsgálatokban alkalmazott adatlapokat módosítva (HOGSTAD 1971, PETTERSSON 1983, TÖRÖK & CSORBA 1986, TÖRÖK 1990, OSIEJUK 1998) - feljegyeztük a használt fa fajtát, magasságát, milyen magasan, az ág hosszához képest törzstől milyen messze, és milyen vastagságú ágon tartózkodik a madár. A vizsgálat ideje alatt 540 megfigyelési adatot gyűjtöttünk össze a fákon táplálkozó, pihenő madarokról.

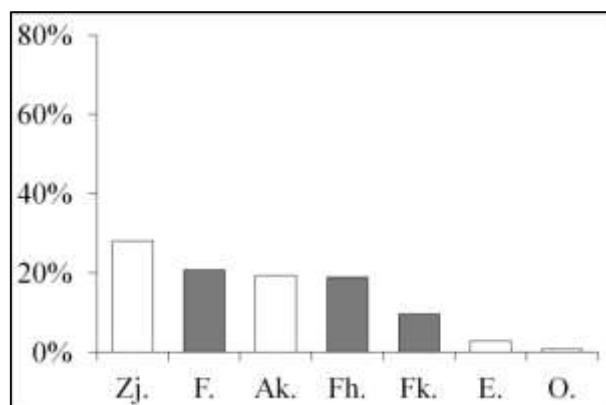
Az adatok elemzése során a következő kategóriákat különítettük el: fűzfa fajok (F.), fekete nyár és hibridjei (Fk.), fehér nyár és hibridjei (Fh.), amerikai kőris (Ak.), zöld juhar (Zj.), fekete eper (E.), nyugati ostorfa (O.). A két nyárfaj kategóriát az eltérő kéregszerkezet miatt különítettük el. A fehér nyár gyakran hibridizál a rezgő nyárral (*Populus tremula*), a fekete nyár pedig a nemesnyárral. A fehér nyár és hibridjeinek kérge a fa legnagyobb felületén sima, így nem tudnak benne olyan táplálék állatok megtelepedni, amelyek a fekete nyár és hibridjeinek barázdált kérgében igen. A különböző fajok eltérő számban fordulnak elő a területen, ezért a megfigyelések eloszlása nem feleltethető meg a harkályok preferenciájának, így a megfigyelési adatokat a fajok előfordulási gyakoriságával korrigáltuk. Ehhez a területen 1 hektáros egységekben felmértük az egyes fajok 3 cm-nél vastagabb (az ilyen vastagságú fában már megtelepedhetnek a harkályok táplálékállatai) egyedeinek gyakoriságát.

A fa magasságát, amelyet Christen-féle magasságmérővel mértünk meg, 5 m-es intervallumok szerint jegyeztük le. A cserjeszintben a madarak érdemben nem mozogtak, ezért a statisztikai elemzés során két csoportra osztottuk a táplálkozó és/vagy pihenő madarak adatait: közepes fák: 5-14,9 m, magas fák: 15 m. A fa magasságát öt egyenlő részre osztottuk, és lejegyeztük, hogy a madár melyikben tartózkodott. A legalsó régió az egyes, a legfelső az ötös számot kapta.

A törzstől becsült relatív távolságnál a használt ágot öt egyenlő hosszúságú részre osztottuk, és leírtuk, hogy az egyed melyiken tartózkodik. Az ág vastagságát a nagy fakopáncs ismert testméretéhez (testhossza 23-26 cm, CRAMP 1985) viszonyítva, 10 cm-es intervallumokba osztottuk. A kapott eloszlásokra elkészítettük a százalékos megoszlásokat.

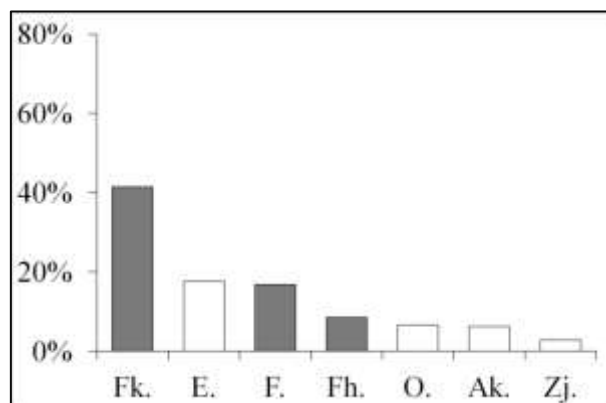
Eredmények

A fűz-nyár erdőben 3 cm-nél vastagabb fák közül a leggyakoribb a zöld juhar (28 %), második leggyakoribbak a fűzek (21 %), tőlük kis mértékben elmarad az amerikai kőris (19 %) és a fehér nyár és hibridjei kategória (19 %). Az őshonos fajok közül a legritkébbak fekete nyár és hibridjei (10 %). A legritkébb faj a fekete eper (3 %) és a nyugati ostorfa (1 %) (1. ábra).



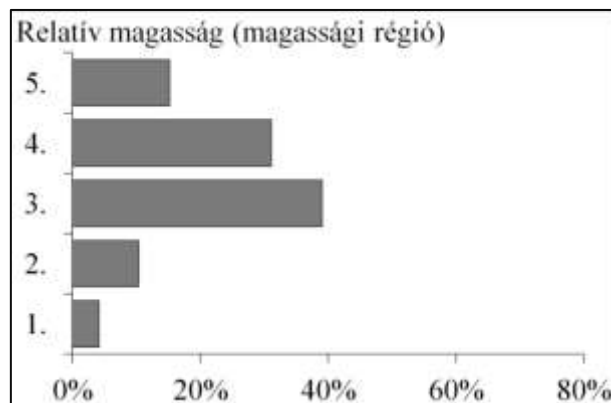
1. ábra: Az egyes fafajok gyakorisági eloszlása.
Teli oszlop: őshonos fafajok, üres oszlop: idegenhonos fafajok.

A madarak a legjobban a fekete nyár és hibridjeit preferálták (41 %). A második legjobban preferált fafaj a fekete eper (18 %), kisebb mértékben a fűzfa (17 %), majd a fehér nyár és hibridjei (8 %), az ostorfa (7 %), az amerikai kőris (6 %), legkevésbé kedvelt pedig a zöld juhar (3 %) (2. ábra).



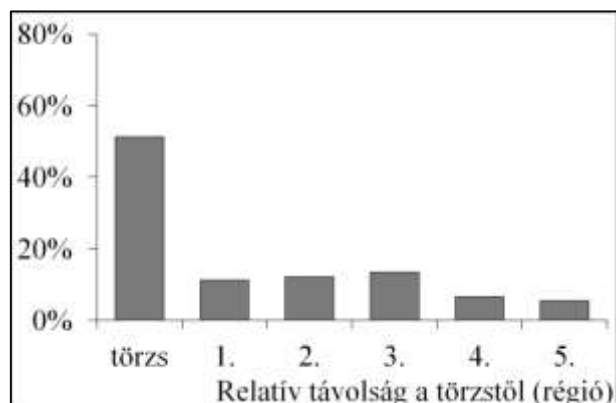
2. ábra: A madarak fa faj arányra korrigált preferenciájának eloszlása.
Teli oszlop: őshonos fafajok, üres oszlop: idegenhonos fafajok.

A madarak a cserjeszintben, érdemben nem mozogtak, a közepes fák esetében főként a felső három régióban, a magas fáknál a 3. és 4. régióban voltak jelen, ahol is a legpreferáltabb a 3. egység volt (3. ábra).



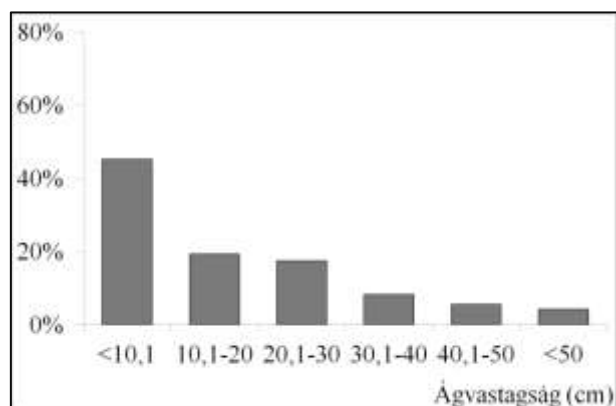
3. ábra: A magas fákon megfigyelt madarak relatív keresési magasság szerinti megoszlása.

A vizsgált egyedek legnagyobb százalékban a törzsön keresték táplálékaikat, az ág 5 szakaszát közel egyenlő mértékben használták, bár, az ágvégek preferáltsága volt a legkisebb (4. ábra).



4. ábra: A madarak törzstől becsült relatív távolság szerinti megoszlása.

A legtöbb megfigyelt nagy fakopáncs főként a 10 cm-nél kisebb vastagságú ágakat használta, a növekvő ágvastagsággal az aktivitás csökkent (5. ábra).



5. ábra: A madarak ágvastagság szerinti megoszlása.

Értékelés

A vizsgált egyedek a különböző fatípusokat, azok gyakoriságához képest eltérő eloszlással preferálták. Néhány fafaj alul-, mások felülreprezentáltak. A fekete nyár és hibridjei, illetve a fekete eper jelentősen felülreprezentáltak, míg a zöld juhar, az amerikai kőris, valamint a fehér nyár és hibridjei jelentősen alulreprezentáltak. Jelentős különbség mutatkozott a két nyárfa kategória preferáltsága között, legkedveltebbek a fekete nyár és hibridjei voltak. A kéregszerkezet valószínűleg szerepet játszik a fafajválasztásban. A sima kérgű fehér nyár és hibridjeit még a fűzeknél is kevésbé részesítették előnyben. A területen a fekete nyárfák a legidősebbek, legterebélyesebbek, sok korhadt ággal, bennük valószínűleg több táplálékállat élhet, mint a többi itt élő fafajban. A fekete eperfák számára ez az árvíz által néhány évente elöntött terület szuboptimális, a szárazabb talajokon jobban fejlődnek, valószínűleg ezért korhadnak az eperfák ilyen nagy mértékben a vizsgált területen. Bennük számos ízeltlábú található meg életfeltételeit, ez magyarázhatja az eperfák - ritkaságuk ellenére megfigyelt - nagy preferáltságát.

Az amerikai kőris és a zöld juhar olyan másodlagos anyagcsere termékeket termel, amelyek meggátolják a xilofágok megtelepedését és táplálkozását. Mindkét fajnak hazánkban nagyon kevés fogyasztója van. A nagy fakopáncsok az amerikai kőrisek

esetében csak a kéregben találtak táplálékot. A zöld juharnak hazánkban nem ismert xilofág fogyasztója, a madarak csupán „gyűrűzték” a juhar fákat, amely a kérgen vízszintes sorokban történő kis véséseket jelent. Az ezeken kicsorgó a floém nedvet fogyasztják a madarak (GENCSI & VANCURA 1997, DEL HOYO 2002, MIHÁLY & BOTTA-DUKÁT 2004).

A nagy fakopáncsok főként az őshonos fákon, a felsőbb régióban, a 10 cm-nél vékonyabb fatörzsön tartózkodtak, mivel a vizsgált faj generalista, más mikrohabitatokban is meg tudja találni az életfeltételeit pl. az élőhely architekturáltsága, a táplálék eloszlása és a versenytársak térbeli mozgásmintázatai szerint. Egy lápszegély facsoportjaiban végzett hasonló vizsgálatunkban, ahol a területen a vizsgált fajon kívül a kis fakopáncs, a zöld küllő, és a fekete harkály költ, és a vizsgált invazív fafajok még csak a cserjeszintben vannak jelen, nagyon hasonló preferencia értékeket kaptunk, és a madarak azonos mikrohabitatokban mozogtak (ÓNODI & CSÖRGŐ 2012). Hazánkban, egy középkorú tölgyesben a nagy fakopáncsok legnagyobb része közép fakopáncsok jelenlétében a felső két negyedben mozgott (TÖRÖK & CSORBA 1986). Egy másik magyarországi tölgyesben, ahol a versenytársak közép fakopáncsok mellett kis fakopáncsok voltak, párzási-fiókanevelési időszakban a nagy fakopáncsok jó része a fák alsó két ötödét használta, míg a másik két faj főleg a fák felső három régiójában mozgott (TÖRÖK 1990). Egyik élőhelyen a közép fakopáncsokat, másikon a kis fakopáncsokat nagyobb testmérete és agresszivitása miatt lejjebb tudta szorítani a fákon, ám szaporodási időszakban azon az élőhelyen az említett két faj a lombkoronában tanúsított nagyobb mozgékonyasága révén akkora kompetíciós nyomást gyakorolhatott rá, hogy idejének jórészét a fák alsó részén, a törzsön, illetve a vastagabb ágakon, táplálékkereséssel töltötte. A másik két faj egyedei a fa felsőbb részein oszlottak el. A közép fakopáncs a vastagabb ágakon és a törzsön, a kis fakopáncs a vékonyabb ágakon táplálkozott (TÖRÖK 1990). Egy finnországi fenyőerdőben a nagy fakopáncs a hamvas küllővel, a kis fakopáncsokkal és a fekete harkállyal együtt fordult elő. Itt a nagy fakopáncsok októbertől márciusig e fajok jelenlétében legnagyobb százalékban a legfelső régióban voltak jelen. A hamvas küllők és a fekete harkályok - mivel főleg a talajon vagy ahhoz közel táplálkoztak - nem voltak versenytársai a nagy fakopáncsoknak (ALATALO 1978).

A harkály fajok kulcsszerepet töltenek be az erdei ökoszisztémákban. Elhagyott odvaik elősegítik számos élőlény, pl. a másodlagos odúköltők megtelepedését. Mivel a vizsgált területen legnagyobb denzitással a nagy fakopáncs van jelen, az említett fajok a korhadással keletkezett odvakon kívül jobbra csak az általuk készített odvakban tudnak költetni, ezért a nagy fakopáncs jelenléte alapvető fontosságú ezeken az élőhelyeken. Ha az őshonos fák előregedve elpusztulnak, és továbbra sem lesz megfelelő számú újulatuk, egy még szuboptimálisabb élőhely fog kialakulni, ahol valószínűleg szinte kizárólag amerikai kőris és zöld juhar fogja alkotni a faállományt. Egy ilyen élőhelyen lényegesen kisebb lesz a különböző harkályfajok, de még a generalista nagy fakopáncs denzitása is. Lényegesen kevesebb odút fognak készíteni, és ez számos, odvakhoz kötődő állatfajt negatívan érinthet.

Összefoglalás

Kutatásunkat egy, a Közép-Tiszai Tájvédelmi Körzetben, Szolnokhoz közel található 60-70 éves, kb. 35 hektáros, kezeletlen fűz-nyár ártéri erdőben végeztük 2012-ben. A területen számos tájidegen fafaj él, közülük az invazív amerikai kőris és a zöld juhar. Terjedésük jelentős környezeti probléma az ország árterein, mivel allelopaticumaikkal és árnyékolásukkal gátolják az őshonos fafajok fiatal egyedeinek fejlődését. Mára az őshonos fák nagyra kevés újulatuk van a vizsgált területen.

A területen a harkályfélék közül költ a zöld küllő, a fekete harkály, a nagy fakopáncs és a kis fakopáncs. Ezek közül a leggyakoribbat, a generalista nagy fakopáncsot vizsgáltuk.

A következő kérdésekre kerestük a választ: mely fafajokat preferálják madarak és milyen téreloszlásban mozognak a fákon? A fafaj preferenciák meghatározásához a kapott eloszlási adatokat korrigáltuk az egyes fafajok relatív gyakoriságával. A madarak téreloszlásához egy kb. 2,5 km-es transzekt mentén, egy éven át heti rendszerességgel végeztünk megfigyeléseket (n = 540).

A nagy fakopáncsok az őshonos fafajokat preferálták, valószínűleg azért, mert az invazív fajoknak nagyon kevés xilofág fogyasztójuk van. A megfigyelt egyedek főként a fák felső harmadát használták, főként a törzsön mozogtak.

Az őshonos fafajok egyedszámának csökkenése a nagy fakopáncsok számára szuboptimálisabb élőhely kialakulásához fog vezetni, ezért denzitásuk csökkenni fog. Mivel ezeken az élőhelyeken a nagy fakopáncs a fő odúkészítő faj, így ezek a változások számos odúlakó állatfajt is negatívan fognak érinteni.

Felhasznált irodalom

- ALATALO, R. H. (1978): Resource partitioning in Finnish woodpeckers. *Ornis Fennica* 55: 49-59.
- BAI, M-L., WICHMANN, F. & MÜHLENBERG, M. (2005): Nest-site characteristics of hole-nesting birds in a primeval boreal forest of Mongolia. *Acta Ornithologica* 40: 1-14.
- CARLSON, A., SANDSTRÖM, U. & OLSSON, K. (1998): Availability and use of natural tree holes by cavity nesting birds in a Swedish deciduous forest. *Ardea* 86: 109-119.
- CRAMP, S. (1985): The birds of the Western Palearctic Volume 4. Oxford University Press, Oxford. 960 pp.
- DEL HOYO, J., ELLIOTT, A. & SARGATAL, J. (EDS.) (2002): Handbook of the birds of the world. Vol. 7. Jacamars to Woodpeckers. Lynx Edicions, Barcelona. 613 pp.
- GENCSI, L. & VANCURA R. (1997): Dendrológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 728 pp.
- GORMAN, G. (2004): Woodpeckers of Europe. A study of the European *Picidae*. Bruce Coleman, Chalfont St Peter. 192 pp.
- KOSIŃSKI, Z. & KEMPA, M. (2007): Density, distribution and nest sites of woodpeckers *Picidae* in a managed forest of Western Poland. *Polish Journal of Ecology* 55(3): 519-533.
- KOSIŃSKI, Z., KSIT, P. & WINIECKI, A. (2006): Nest sites of Great-spotted Woodpeckers *Dendrocopos major* and Middle-spotted Woodpeckers *Dendrocopos medius* in near-natural and managed riverine forests. *Acta Ornithologica* 41: 21-32.
- KOSIŃSKI, Z. & KSIT, P. (2006): Comparative reproductive biology of Middle-spotted Woodpeckers *Dendrocopos medius* and Great-spotted Woodpeckers *D. major* in a riverine forest. *Bird Study* 53: 237-246.
- MARTIN, K., AITKEN, K. E. H. & WIEBE, K. L. (2004): Nest sites and nest webs for cavity-nesting communities in interior British Columbia, Canada: nest characteristics and niche partitioning. *The Condor* 106: 5-19.
- MARTIN, K. & EADIE, J. M. (1999) Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds - *Forest Ecology and Management* 115: 243-257.
- MIHÁLY, B. & BOTTA-DUKÁT, Z. (szerk.) (2004): Biológiai inváziók Magyarországon - Özönnövények. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest. 425 pp.
- ÓNODI, G. & CSÖRGŐ, T. (2012): A nagy fakopáncs (*Dendrocopos major* Linnaeus, 1758) élőhely preferenciája nagy mozaikosságú élőhelyen. *Természetvédelmi Közlemények* 18: 402-414.
- OSIEJUK, T. S. (1998): Study on the intersexual differentiation of foraging niche in relation to abundance of winter food in Great-spotted Woodpecker *Dendrocopos major* - *Acta Ornithologica* 33: 135-141.
- PETTERSSON, B. (1983): Foraging behaviour of the Middle-spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* in Sweden. *Holarctic Ecology* 6: 263-269.
- SHURULINKOV, P., STOYANOV, G., KOMITOV, E., DASKALOVA, G. & RALEV, A. (2012): Contribution to the knowledge on distribution, number and habitat preferences of rare and endangered birds in Western Rhodopes Mts, Southern Bulgaria Strigiformes and Piciformes. *Acta Zoologica Bulgarica* 64(1): 43-56.

- SMITH, K. W. (2006): The implications of nest site competition from Starlings *Sturnus vulgaris* and the effect of spring temperatures on the timing and breeding performance of Great-spotted Woodpeckers *Dendrocopos major* in southern England. *Annales Zoologici Fennici* 43: 177-185.
- TÖRÖK, J. & CSORBA, G. (1986): Táplálék szegregáció négy fatörzsön táplálkozó madárfajnál. *Állattani Közlemények* 73: 101-113.
- TÖRÖK, J. (1990): Resource partitioning among three woodpecker species *Dendrocopos spp.* during the breeding season. *Holarctic Ecology* 13: 257-264.
- TÖRÖK, J. (2009): Nagy fakopáncs. In: CSÖRGŐ, T., KARCZA, ZS., HALMOS, G., MAGYAR, G., GYURÁCS, J., SZÉP, T., BANKOVICS, A., SCHMIDT, A. & SCHMIDT, E. (szerk.) 2009. Magyar madárvonulási atlasz - Kossuth Kiadó, Budapest. 391-392.

DÁMSZARVAS (*DAMA DAMA*) OTTHONTERÜLETÉNEK ÉS AKTIVITÁSÁNAK ALAKULÁSA ÉS ENNEK GYAKORLATI KÉRDÉSEI

SÁNDOR GYULA, HEFFENTRÄGER GÁBOR, TARI TAMÁS, NÁHLIK ANDRÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
sandorgy@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az egyes vadfajok otthonterületének vizsgálata, a GPS telemetria megjelenésének köszönhetően kapott új lendületet. Az egyre sűrűbb mintavételezés lehetővé tette nemcsak a mozgáskörzetek meghatározását (GIRARD *et al.* 2002), hanem a területhasználat (NÁHLIK *et al.* 2009), a vándorlási és táplálkozási útvonalak vizsgálatát (RYAN *et al.* 2004) és a részletes napi aktivitás elemzését is (SÁNDOR *et al.* 2008).

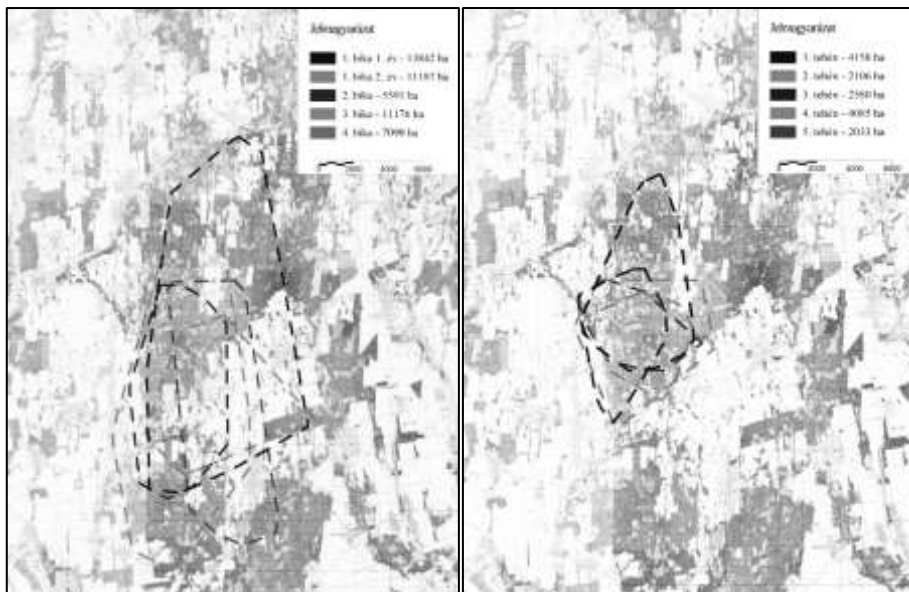
A dámszarvas GPS telemetria alkalmazásával történő vizsgálatát a 2005-ben kezdtük el a SEFAG Zrt, Lábodi Vadászterületének területén. Eddig 13 dámszarvas esetében sikerült egy évnél hosszabb adathalmazt nyerni. Óránkénti mérésekkel, napi 24 bemért helykoordinátával, egy állat esetében évi 8760 bemért tartózkodási ponttal dolgoztunk.

Vizsgálati anyag és módszer

Ebben a tanulmányban a GPS-vevővel megjelölt 8 tehén és 5 bika adatait dolgoztuk föl, vizsgáltuk az otthonterület nagyságát, annak változásait, a változások okát és jellegzetességeit. Az adatok feldolgozását ArcView és DigiTerra szoftverek segítségével végeztük. Az otthonterület nagyságához minimum konvex poligon módszert alkalmaztunk (HAYNE 1949; WHITE & GARROTT 1990).

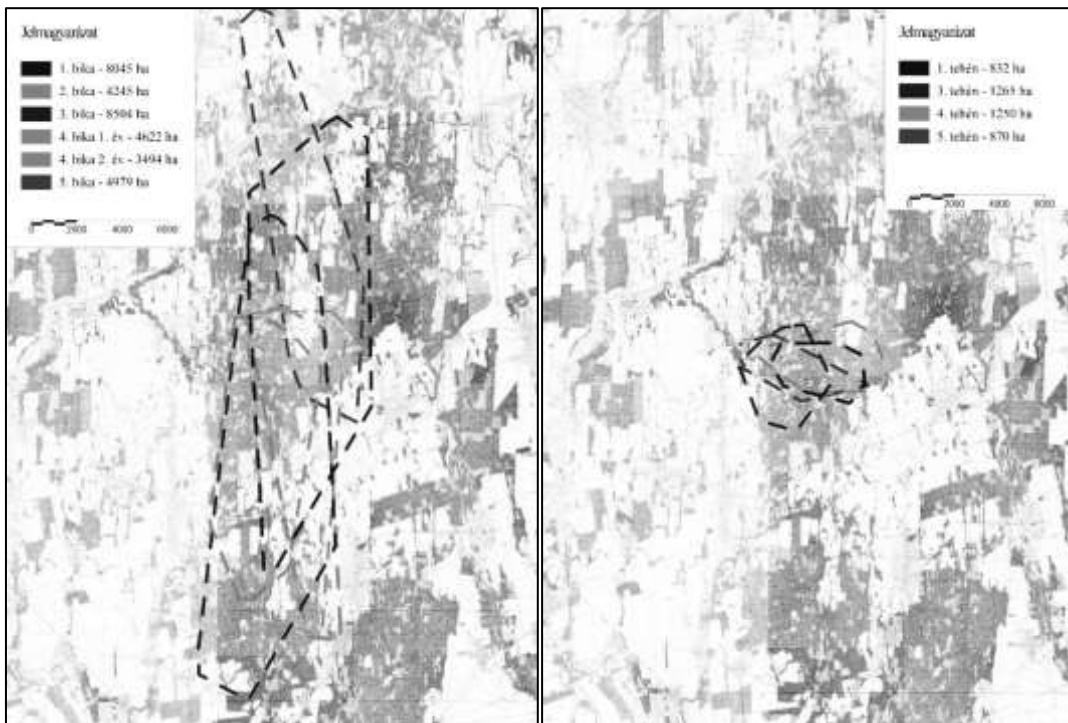
Eredmények és értékelésük

Az otthonterület éves átlagos nagysága bikák esetében 9290 ha-nak adódott, míg teheneknél 2992 ha-t kaptunk (1. ábra).



1. ábra: A megjelölt bikák és tehenek éves átlagos otthonterületének alakulása

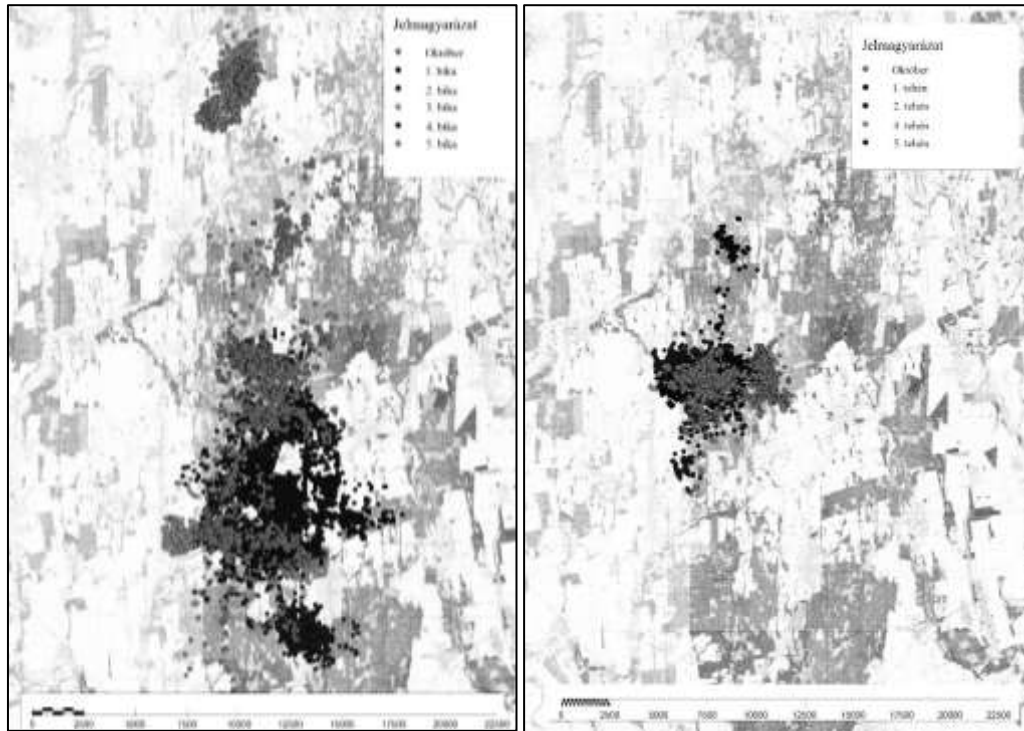
Az egyes megjelölt egyedek otthonterületének mérete évszakonként is változó volt, a bikák átlagos tavaszi otthonterületét 3532 ha-nak, a tehenekét 1525 ha-nak találtuk. A nyári táplálékbőség – esetünkben főleg a bikáknál szembetűnő – kisebb otthonterületet eredményezett (BORKOWSKI & PUDELKO 2007; PERELBERG *et al.* 2003; NUGENT 1994), zömmel mezőgazdasági területek használatával. A téli hótakaró és táplálékhiány erőteljesebb erdei területhasználatot mutatott és megnövekedett otthonterület nagyságot eredményez, amerikai vizsgálatokkal ellentétben (MORSE *et al.* 2009), ahol az óceáni éghajlaton a meleg és csapadékos hónapok eredményezik a legnagyobb otthonterület. Nyáron a bikák 465 ha-t, míg a tehenek 1211 ha-t használtak átlagosan, míg a téli otthonterület a bikáknál 2211 ha-nak, míg a teheneknél 1223 ha-nak adódott. Ősszel a bikák mozgáskörzetének átlagos nagysága 5679 ha-nak, míg a teheneké 1396 ha-nak adódott, amit elsősorban a barcogási (októberi) elmozdulások okoztak. A megjelölt bikáknál, PERELBERG és munkatársai (2003) és DAVINI és munkatársai (2004) vizsgálataihoz hasonlóan erőteljes területnövekedést regisztráltunk a barcogási időszakban, a bikák 5648 ha-t, míg a tehenek 1055 ha-t használtak átlagosan (2. ábra).



2. ábra: A megjelölt egyedek barcogási időszakban használt területei

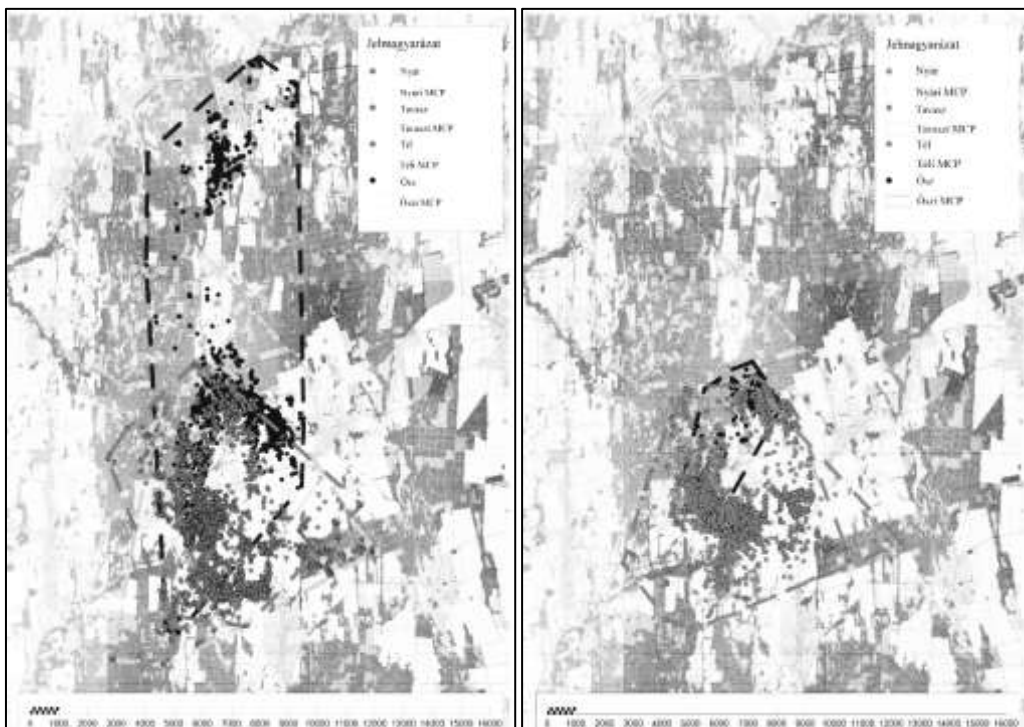
Barcogásban a teheneket kisebb otthonterület használat jellemzi (PERELBERG *et al.* 2003), míg a bikák otthonterülete a nyárinak több mint a tízszerese lesz. A bikák ebben az időszakban több barcogóplaccot is fölkeresnek.

A kutatás során célunk volt néhány a gyakorlati vadgazdálkodás számára fontos kérdés megvizsgálása is. Ilyen volt például a barcogási időszakban (október) való tartózkodás pontos helye. Ennek vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a megjelölt öt bikánál a barcogás időszakában nem csak a használt terület növekedése, hanem az addig használt területekről való elmozdulás is megfigyelhető volt (PERELBERG *et al.* 2003; DAVINI *et al.* 2004). Ezzel ellentétben a megjelölt és a barcogási időszakban is bemért négy tehenre jellemző az otthonterületen belül, gyakran annak közepén lévő területek barcogáskori használata (3. ábra).



3. ábra: A megjelölt bikák és tehenek barcogási időszakban használt területének elhelyezkedése.

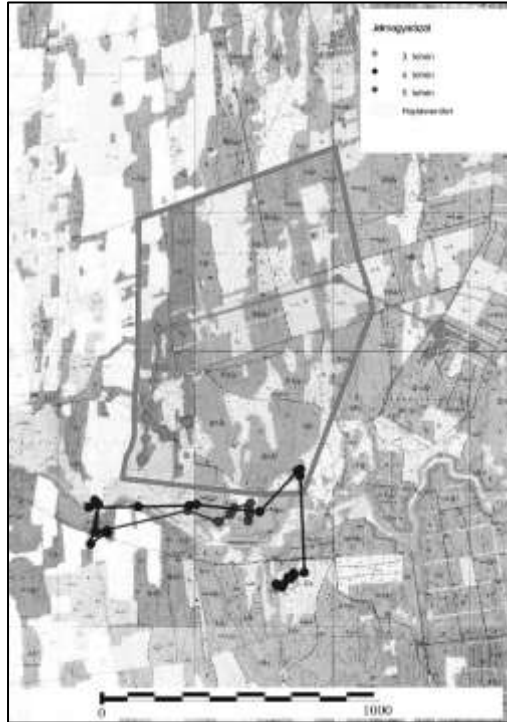
Kérdésként merült föl, hogy előfordul-e területhűség két egymást követő évben ugyanazon állat esetében (DAVINI *et al*, 2004). Ezt két bika esetében (egy fiatal és egy középkorú) volt alkalmunk megvizsgálni és mindkét esetben azt tapasztaltuk, hogy a bikák ugyanazt a területet használták a két egymást követő évben, eltérés csak a középkorú bika barcogáskor használt területénél tapasztaltunk (4. ábra).



4. ábra: A megjelölt középkorú bika egymást követő években való területhasználata

A gyakorlati gazdálkodás szempontjából kiemelt jelentőségű kérdés a dámszarvasok zavarásokra (leginkább a társas vadászatok okozta zavarásokra) adott elmozdulási

reakciója, annak időbeni elhúzóds és térbeli elhelyezkedése. Megállapítottuk, hogy ezekre a zavarásokra adott válaszreakciók nem egységesek. A zavarás mértékét a vadászatokon résztvevő vadászok számával és az elejtett vad mennyiségével határoztuk meg. Nem találtunk egységes reakciót sem a bikáknál, sem a teheneknél, ezek az elmozdulások nagyon változatosak voltak. A példaként bemutatott január 13.-ai hajtóvadászaton (17 résztvevő vadász, terítéken 23 nagyvad), a hajtásban lévő 3-as számú tehén kimozdult onnan, de a közvetlen a hajtás szélén elhelyezkedők (4-es és 5-ös számú) hajtáson kívül esők nem távolodtak el számottevően (5. ábra).



5. ábra: Három megjelölt tehén elmozdulása hajtóvadászaton hatására.

Felhasznált irodalom

- DAVINI S., CIUTI S., LUCCARINI S. & APOLLONIO M. (2004): Home range patterns of male fallow deer *Dama dama* in a sub-Mediterranean habitat. *Acta Theriol (Warsz)* 49:393–404
- BORKOWSKI J. & PUDELKO M. (2007): Forest habitat use and home-range size in radio-collared fallow deer. — *Ann. Zool. Fennici* 44:107-114.
- GIRARD, I., OUELLET J. P., COURTOIS R., DUSSAULT C. & BRETON L. (2002): Effects of sampling effort based on GPS telemetry on home-range size estimation. In *Journal of Wildlife Management* vol. 66/4: 1290-1300.
- HAYNE D. W. (1949): Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30:1-18.
- MORSE B. W. B., NIBBELINK N. P., OSBORN D. A. & MILLER K. V. (2009): Home range and habitat selection of an insular fallow deer (*Dama dama* L.) population on little St. Simons Island, Georgia, USA. *European Journal of Wildlife Research* 55:325–332.
- NÁHLIK A., SÁNDOR GY., TARI T. & KIRÁLY G. (2009): Space Use and Activity Patterns of Red Deer in a Highly Forested and in a Patchy Forest-Agricultural Habitat. *Acta Silv. Lign. Hung.* vol. 5: 109-118.
- NUGENT G. (1994) Home range size and its development for fallow deer in the Blue Mountains, New Zealand. *Acta Theriol (Warsz)* 39:159–175.
- PERELBERG A., SALTZ D., BAR-DAVID S., DOLEV A. & YOM-TOV Y. (2003): Seasonal and circadian changes in the homeranges of reintroduced Persian fallow deer. *Journal of Wildlife Management* 67:485–492.

- RYEN P. G., PETERSEN S. L., PETERS G. & GREMILLET D. (2004): GPS tracking a marine predator: the effects of precision, resolution and sampling rate on foraging tracks of African Penguins. In *Marine Biology* vol. 145/2: 215-223.
- SÁNDOR GY., NÁHLIK A., HEFFENTRÄGER G. & TARI T. (2008): A dámszarvas napi aktivitása. *Nimród* vol. 96/10: 11-12.
- WHITE G. C. & GARROTT. R. A. (1990): *Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data*. Academic Press, Inc., San Diego.

A GÍMSZARVAS TÁPLÁLÉKFELVÉTELÉNEK JELLEMZŐI

TARI TAMÁS, SÁNDOR GYULA ÉS NÁHLIK ANDRÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet
tarit@emk.nyme.hu

Bevezetés

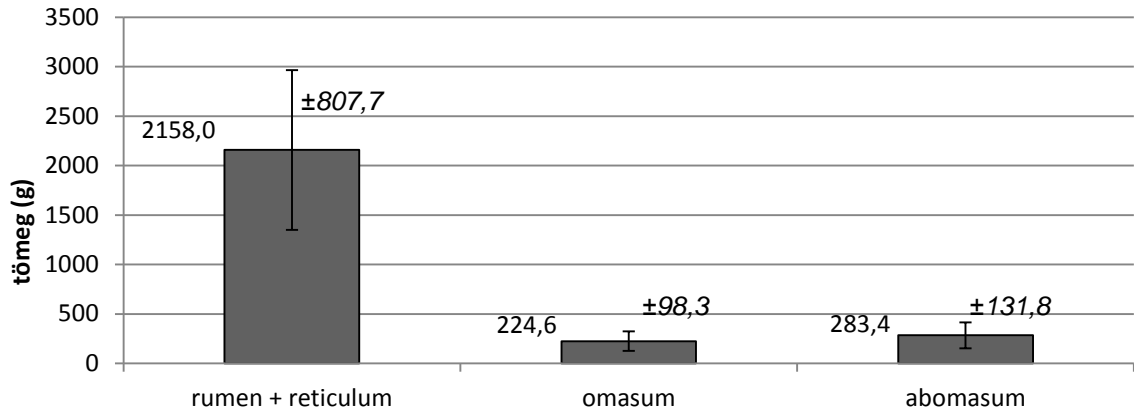
A kiegészítő takarmányozás tervezése során nélkülözhetetlen a vad táplálkozási szokásainak ismerete. Mivel a táplálékfelvételt alapvetően meghatározza az emésztőrendszer, a táplálkozási szokások megismeréséhez alapvető fontosságú ennek vizsgálata. A gímszarvas hazánk legnagyobb testű kérődző vadfaja, táplálkozási sajátosságai többüregű, összetett gyomrának köszönhetőek. Annak felépítése nagyban meghatározza a felvehető táplálék mennyiségét és minőségét is.

Anyag és módszer

A vizsgálat során, vadászatok alkalmával elejtett, eltérő korosztályba tartozó gímszarvasok összetett gyomrait gyűjtöttük be (N=42), majd meghatároztuk a különböző részek (bendő - *rumen*, recés - *reticulum*, szájrétű - *omasum*, oltó - *abomasum*) súlyát tartalommal együtt. Ezt követően eltávolításra került a tartalom, így kiszámítható volt a szövetek súlya valamint a felvett táplálék mennyisége. Meghatároztuk a gyomor egyes részeinek egymáshoz viszonyított arányát, az átlagos szövet- és tartalom tömegét. Az elejtett gímszarvasok korosztályi viszonyainak ismerete lehetővé tette a kor előrehaladtával bekövetkező változások vizsgálatát, a szövettömegek növekedésének nyomon követését. A bendő és a recés gyomor esetében nem csak a szövetek tömegét határoztuk meg, hanem azok területét is, fotó-technika segítségével, annak érdekében, hogy elemezzük táplálékfelvétel fizikális szabályzó rendszerét. A terület meghatározáshoz a kiterített szöveteket méret vonallal ellátott derékszögű koordináta rendszerben helyeztük el. Az így készült felvételeket a kamera magasságának, lencse gyújtótávolságának és torzításának ismeretében Digi Terra térinformatikai program segítségével dolgoztuk fel. Az emésztőrendszer vizsgálatán kívül elemeztük továbbá a felvett táplálék szárazanyag tartalmának alakulását a nedves- és a légszáraz (105°C-on 24 órán keresztül szárított) tömeg ismeretében (N=204). E minták a Soproni-Hegyvidékről, a Zalai-Domságból és Kelet-Belső Somogyból.

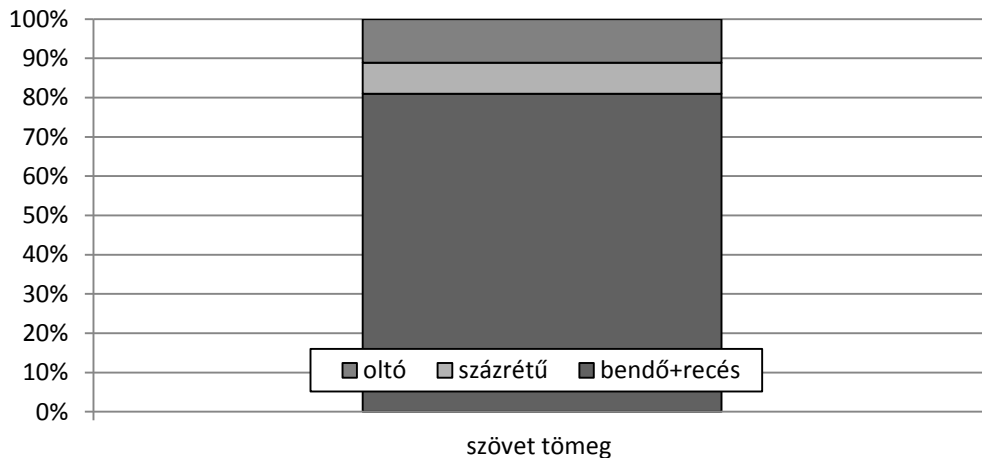
Eredmények

Első lépésként meghatározásra kerültek az összetett gyomor szöveteinek tömege, amely $2666 \pm 990,8$ gramm volt, ezen belül az egyes részeinek tömegeit az 1. ábra szemlélteti.



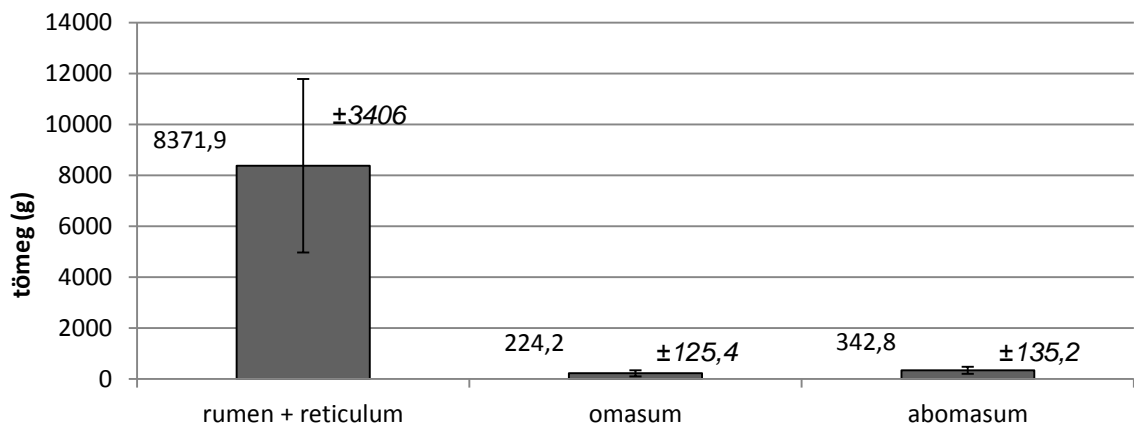
1. ábra: Összetett gyomor egyes részeinek átlagos szövet tömege

A legnagyobb részarányt a bendő és a recés gyomor képviseli 80,9%-os részarányban, ezt követi az oltó 10,5%-kal, majd a legkisebb részarányt a szájrétű képviseli 8,6%-kal (2. ábra).



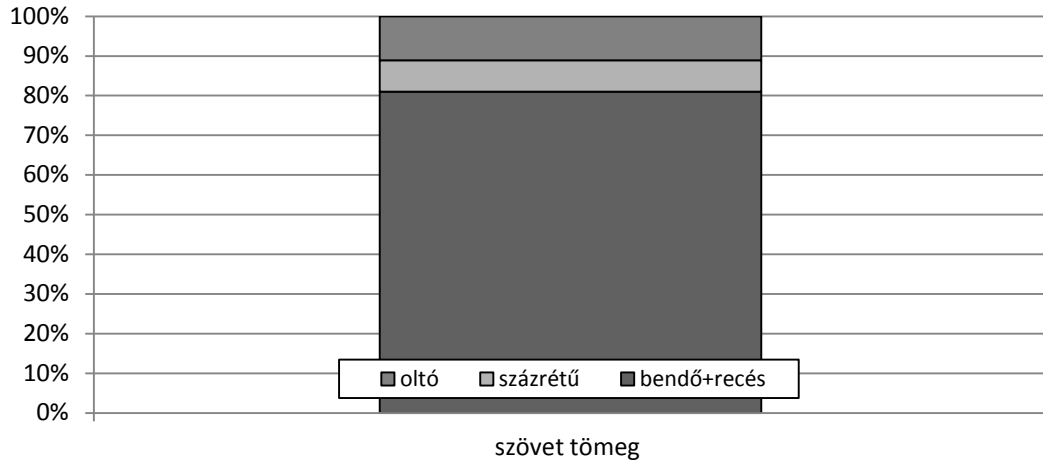
2. ábra: A gyomorszövetek arányának alakulása

A fiatal és felnőtt egyedek összehasonlítása során meghatároztuk a szövet tömegek változásának mértékét.



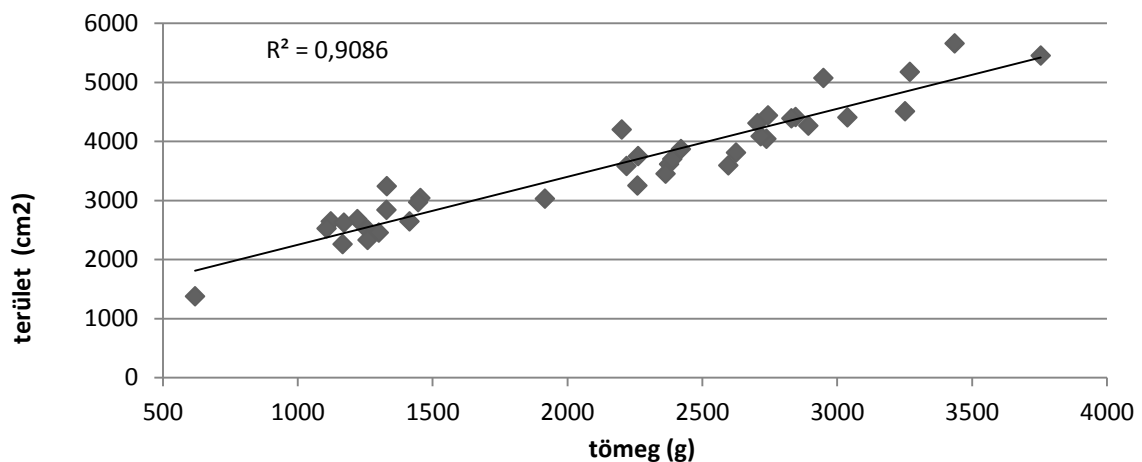
3. ábra: Összetett gyomor egyes részeinek átlagos tartalom tömege

Az egyes gyomor részek szöveteinek átlagos tömeggyarapodása a következőképpen alakult: a bendő és recés gyomor 2,1x, a szásrétű 1,7x, az oltó pedig 2,2x-es növekedést mutatott. Ezt követően meghatároztuk az egyes részekben található felvett táplálék nedves tömegét is. Az összes mintát tekintve a gyomor tartalom átlagos tömege 8939 ± 3531 gramm volt, a gyomorrészenkénti bontást a 3. ábra tartalmazza. Az arányok alakulása hasonló szövettömegeknél tapasztaltakhoz, annyi eltéréssel hogy a bendő és recés részaránya 93,3%, ezt ebben az esetben is a oltógyomor követi 4,2%-kal, a sort a szásrétű zárja 2,6%-os értékkel (4. ábra).



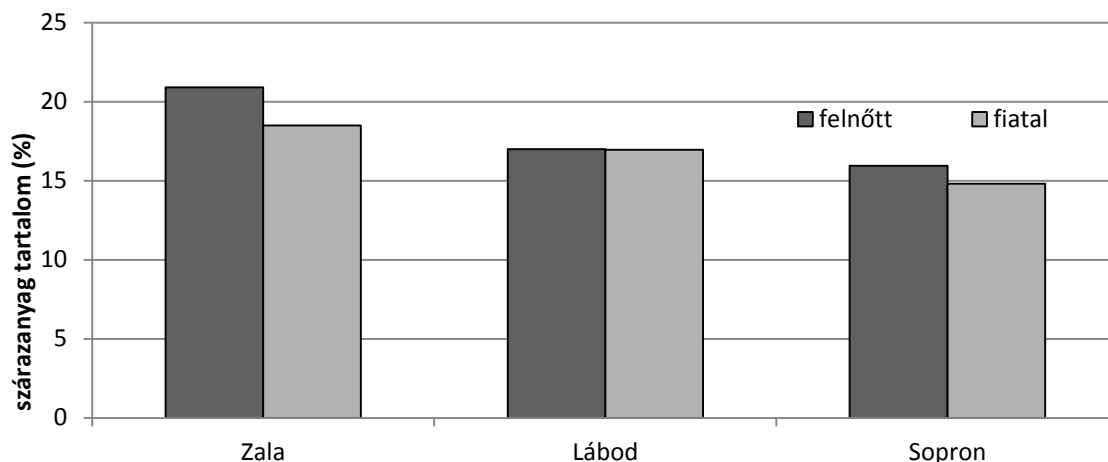
4. ábra: A gyomortartalom arányának alakulása

A korosztályonkénti összehasonlítás során a fiatal egyedek bendő és recés tartalom tömege átlagosan 6028 ± 2254 gramm volt, a felnőtteké 9591 ± 3290 gramm. A két csoport között a tartalmak gyarapodása a következőképpen alakult, a bendő és recés esetében 1,6x-os, a szásrétű esetébe 2x-es, míg a oltó gyomor esetében mindössze 1,4x-es növekedés volt megfigyelhető. A befogadóképesség szempontjából legjelentősebb része az összetett gyomornak a bendő és a recés gyomor. Éppen ezért e kettő esetében mértük fel a területüket fototechnika alkalmazásával. Az eredmények alapján elmondható hogy a bendő átlagos területe 3132 ± 847 cm², míg a recés 452 ± 146 cm². Az együttesen mért érték 3584 ± 975 cm². Összehasonlítva a bendő és recés szövetek tömegét a hozzá tartozó terület adatokkal, szoros összefüggést volt kimutatható ($R^2: 0,9086$), a szövettömeg növekedésével emelkedett azok területe (5. ábra).



5. ábra: Rumen + reticulum területének alakulása a szövettömeg függvényében

A gyomor karakterisztikájának vizsgálata mellett meghatároztuk 204 bendőtartalom abszolút szárazanyag tartalmát, a három terület átlagos értéke $18,4 \pm 3,8\%$ volt, fiatal egyedek esetében $17 \pm 3\%$, a felnőtteknél pedig $18,6 \pm 3,9\%$. Az egyes területek között eltérések voltak megfigyelhetőek, ezt a 6. ábra. mutatja.



6. ábra: A táplálék szárazanyagtartalmának alakulása a három mintaterületen korosztályonkénti bontásban

Eredmények értékelése és következtetések

A gímszarvas (*Cervus elaphus*, L., 1758) hazánk legnagyobb testű kérődző vadfaja, táplálkozási stratégiáját tekintve átmenetet képez a koncentrátum válogatók és a fűevők között, ez utóbbinál azonban valamivel kisebb rosttartalmú táplálékot igényel (NÁHLIK *et al.* 2007). Táplálkozási módját az emésztőrendszerének szerkezete, felépítése határozza meg (HOFMANN 1973). Az emésztőcsatornán végighaladó táplálék a szájüregből, felületes rágást követően kerül a többüregű gyomorba, majd onnan a vékony- és utóbelelekbe. Az összetett gyomor 3 üregű előgyomorból (bendő, recés és szásrétű) és a valódi- vagy oltógyomorból áll (HÚSVÉTH *et al.* 1994). Az összetett gyomor legnagyobb része a bendő, ahol a felvett táplálék táplálóanyagainak jelentős része a bendőmikrobák működésének eredményeként lebomlik, átalakul. Ezt a folyamatot bendőerjedésnek, vagy bendőfermentációnak nevezzük (SCHMIDT 1995). A táplálékfelvétel szabályozása összetett folyamat, egyrészt történhet kémiai úton: ekkor a takarmány kémiai összetétele és az állat testméreteiből, mozgásából, vehem építésből adódó energiaszükséglete szabályozza. Lehet továbbá fizikai szabályozás a takarmány passzázs révén, és termikus szabályozás. A fizikai szabályozás egyik fontos faktora a gyomor kapacitása. A gyomorrészek szöveteinek esetében meghatározott arányok, hasonlóságot mutatnak NAGY (1975) vizsgálatának eredményeivel. A legmagasabb részarányt a bendő képviseli, ezt követi az oltó majd a szásrétű. Az egyes részek tartalomarányai a szövettömeghez hasonlóan alakultak, csakúgy, mint egy Csehországi vizsgálatban (KAMLER *et al.* 2003). Az egyes részek arányának alakulását korosztályonkénti bontásban vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a fiatal egyedek esetében az oltógyomorban található tartalom aránya magasabb volt, mint a felnőtteké. Gazdasági állatok esetében megfigyelhető az a folyamat, amely során a borjak korosodásával az oltógyomor veszít az emésztésben betöltött szerepéből (JEROCH 1976). Feltételezhető, hogy ez a jelenség a gímszarvas esetében is fennáll, de a gazdasági állatokhoz mért kevésbé intenzív takarmányozás miatt ez a folyamat lassabban megy végbe. A fizikai szabályozásban fontos szerepet játszhat a bendő tágulékenység, a vizsgálati eredmények alapján nem volt bizonyítható a hatása, mivel szoros összefüggést találtunk a bendő és recés szövet tömegének és annak területének alakulása között, vagyis

ugyanazon szövet tömeghez nem tartozott két egymástól élesen eltérő terület érték. A kémiai szabályozás körébe tartozik a takarmány (abszolút) szárazanyag tartalma. Ez fontos paraméter mind a tápláléérték, mind pedig az állat takarmányfelvétele szempontjából, ettől függ, hogy mennyit képes az állat az adott táplálékból elfogyasztani (SCHMIDT 1993). Ugyanakkora mennyiségű, de alacsony szárazanyag tartalmú táplálék nem okoz jóllakottságot, ugyanakkor túl magas szárazanyag tartalom esetén a takarmányfelvétel abbamarad. A vizsgálati eredmények alapján a gímszarvas által elfogyasztott táplálék szárazanyag tartalma három területen átlagosan 18,4%-v volt. Egyrészt a takarmányozás összeállítása során ennek az értéknek az elérésére kell törekedni a szálás- lédús-szemes arány összeállítás során. Másrészt a szárazanyag emészthetősége 67-70 % közé kell hogy essen, mivel ez a legkedvezőbb a bendőben zajló fermentációs folyamatok szempontjából.

Felhasznált irodalom

- HOFMANN, R.R. (1973): The ruminant stomach. East African Literature Bureau, Nairobi.
- HÚSVÉTH, F. (1994): A háziállatok élettana és anatómiája. Mezőgazdasági Kiadó.
- JEROCH, H. (1976) (szerk): Vademekum der fütterung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, German Democratic Republic.
- KAMLER, J., DVORAK, J. AND KAMLEROVA, K. (2003): Differences in relative volume and weight of stomach among four free living ruminants, Acta Vet. Brno 37:33-39.
- NÁHLIK A., TARI, T. ÉS SÁNDOR, GY. (2007): Az erdei vadkár keletkezésének okai és következményei, A vadgazdálkodásunk időszerű kérdései 7.: A vadkár p. 12-39, Országos Magyar Vadászkamara.
- SCHMIDT, J. (1995): Gazdasági állataink takarmányozása, Mezőgazdasági Kiadó.
- SCHMIDT, J. (1993): Takarmányozástan, Mezőgazdasági Kiadó.
- NAGY, J. (1975): Egyes vadon élő bendős állatok összetett gyomrainak jellemzői és ezek kihatása a gyakorlati vadgazdálkodásra, MÉM Füzetek 17.

A SZIGETKÖZI HÓD-POPULÁCIÓ MONITORINGJÁNAK ÚJABB EREDMÉNYEI

VARJU JÓZSEF, JÁNOSKA FERENC

Nyugat-magyarországi Egyetem, Vadgazdálkodási és Gerinces Állattani Intézet, Sopron
varjujozsi@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az eurázsiai hód (*Castor fiber* LINNAEUS, 1758) az 1980-as években jelent meg újra a Szigetköz térségében. Tíz éve történt az első komplex állományfelmérés. Már akkor olyan magas állománysűrűséget találtunk, amely indokolta egy monitoring-rendszer felállítását. 2011-től bevezettünk egy új GPS alapú technológiát, mellyel nagyobb pontosságot értünk el. Az így született adatok alkalmassá váltak arra, hogy további statisztikai elemzésekkel újabb információkat nyerhessünk a fajról. Rámutatott a régebben használt módszer hibáira és új kutatási ötleteket adott, mellyel az eddiginél is pontosabban becsülhetjük meg a területek száma alapján a térség hódközösségének állomány nagyságát.

Vizsgálati módszerek

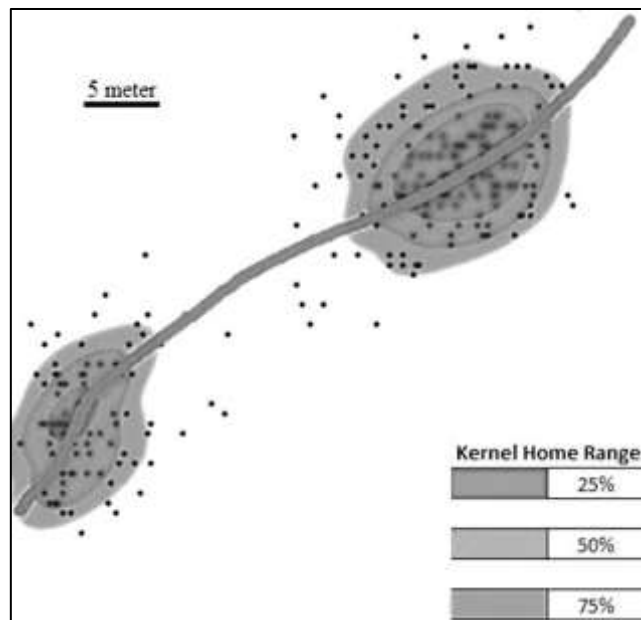
Az abszolút sűrűségérték meghatározásához a terület-térképező módszert (FARAGÓ & NÁHLIK 1999) használtuk az állományfelméréshez. Minden évben két alkalommal végigjártuk a szóban forgó teljes folyószakaszt és digitális térképre rögzítettük a friss hódragások helyét egy telemetriás berendezés segítségével. Méréseinket egy GPS egységgel ellátott kézi számítógéppel végeztük, melynek mérési pontossága kb. 2-5 méter. A nagyobb pontosság érdekében a készüléket elláttuk egy külső antennával, mely jelentősen javította GPS jel erősségét. Méréseink zöme a vízről történt, így a takarás nem rontott a pontosságon. A parton, ahol lehetőségünk volt rá, a külső antenna hosszú (kb. 2 méter) vezetékét próbáltuk a víz fölé, vagy más kevésbé záródott helyre vezetni. A készüléken - a kifejezetten a terepi mérésekhez kifejlesztett - ArcPad típusú szoftvert használtunk. A felvett pontokat - a szintén ESRI fejlesztésű - ArcView professzionális térképszerkesztő szoftver segítségével elemeztük ki. A két szoftver kompatibilis egymással, így az adatok egyszerűen áttölthetők illetve, a kézi számítógép operációs rendszere is kompatibilis asztali gépünkkel, így a készülékek közötti kommunikáció is zavartalanul működött.

A hód területi faj, a terület nagysága változik az évszak váltakozásával (NOLET & ROSELL 1998). Télen kisebbet, nyáron pedig nagyobbat tart fent. A ragások száma a terület központjával szolgáló vár vagy kotorék közelében magasabb, mint a terület határain (SCHOENER 1979), következésképp, a pontok sűrűségének elemzésével információt kaphatunk a terület hatáiról. A terület elemzésére a Kernel módszert (Kernel Home Range) alkalmaztuk, mely egy ismeretlen eloszlású ún. nem paraméteres statisztikai próba, mely a pontok sűrűségét veszi figyelembe, azok alapján határoz meg egy mutatót, ami megadja annak a valószínűségét, hogy az állat használta-e az adott területet. (NÁHLIK 2009) Erre a módszerre azoknál a területnél volt szükség, ahol nem lehetett egyértelműen elkülöníteni a területeket egymástól, míg a szigetszerűen előforduló területnél jóval egyszerűbb dolgunk volt. A megkapott területek száma alapján következtettünk a szigetszerű hódpopuláció nagyságára úgy, hogy felsoroztuk a területek számát az átlagos családlétszámmal. Az átlagos családlétszámot jelenleg a szakirodalom 3,5 pld/terület értékben határozza meg (NOLET & ROSELL 1994) azonban, ezen érték zömében lengyel és amerikai kutatásokon alapul, ahol a hódot éri predációs és/vagy vadászati nyomás. A Szigetközben ez a hatás

nem érvényesül, tehát okunk van feltételezni, hogy az átlagos családlétszám eltérő lehet kutatási területünkön. Mindezek miatt egy kiegészítő kutatást is folytatunk a családlétszám ellenőrzésére. A hód napi aktivitásának - a kérődző fajokhoz hasonlóan - két csúcsa van, az esti és a hajnali órákban (NITSCHKE 2013). Nappal zömében a várában vagy kotorékában tartózkodik. Az esti órákban felkeressük lakhelyét és mikor előmerészkednek, megriasztjuk őket. Ekkor farkukkal a vízre csapva elmenekülnek. A csapások számából következtethetünk a család egyedszámára (ROSELL 2005). Egyszerű, de rendkívül hatékony módja ez az átlagos családlétszám meghatározásának.

Eredmények

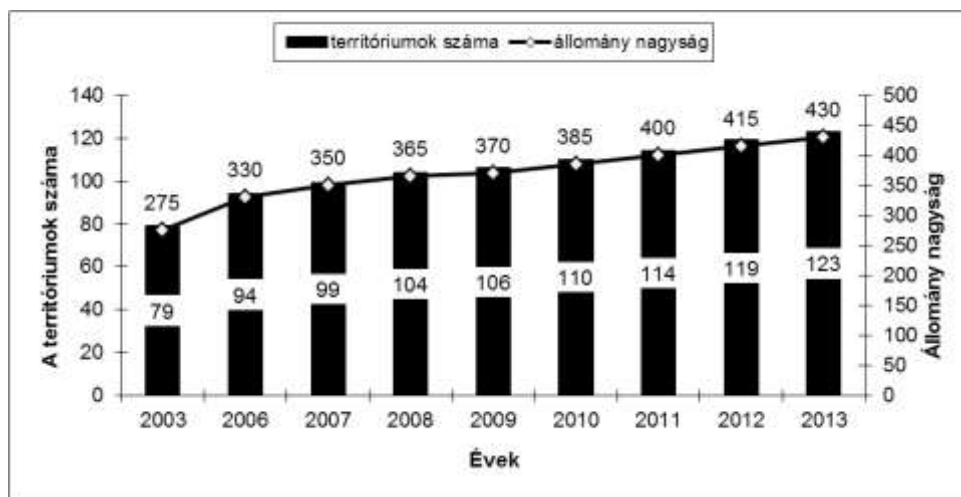
A hód családok territóriumának helye és mérete folyamatosan változik. Egyes territóriumok összenőnek, míg mások vándorolnak a partszakasz mentén. Ez függ az évszaktól, hisz télen komolyabb energiavesztés nélkül csak kisebb területet képes bejárni (főleg a vízben) és függ a rendelkezésre álló táplálék mennyiségétől. Méréseink szerint a hódok átlagos territórium nagysága 0,3-1,3 fkm között változik a Szigetköz térségében. Ennek megállapításához 75%-os Kernel-módszert használtunk.



1. ábra: Kernel otthonterület

A kívül eső pontokat nem tekintettük a territórium részének. A becslések során az adott évben, de különböző évszakokban mért territóriumok száma a fent említett okok miatt eltért egymástól, ezért ezek átlagával számoltunk. 2013-ban a szigetközi ágrendszerben 58-69 territóriumot becsültünk, míg a Mosoni-Dunán 56-63 db-ot. Az utóbbinál jóval egyszerűbb dolgunk volt, mint az ágrendszer esteében. A hód területhasználata elsősorban a vízpart közelére korlátozódik (BOZSÉR 2001). Ezért a Mosoni-Dunán, ami egy lineáris terepalakulat, könnyen meg tudtuk számolni az egymás után következő territóriumokat. Az ágas-bogas ágrendszerben azonban mindenfelé találhatunk vízfelületeket, mely nyilván jóval hosszabb és egybefonódó partrendszerrel jár. Itt sokkal nehezebb elkülöníteni a territóriumokat egymástól és kisebbek, mint a Mosoni-Dunán. Ennek oka, hogy a család számára szükséges táplálékmenyiség a mozaikos szerkezet miatt, kisebb területen is elérhető. Az egyedszám becsléshez egyelőre a szakirodalom által elfogadott 3,5 pld/territórium értéket használtuk, mert vizsgálatunk az átlagos családlétszám meghatározására, jelenleg még nem rendelkezik megfelelő mennyiségű mérési adattal. Az

elmúlt évtizedben folyamatosan növekedett az Eurázsiai hód szigetközi állománya. A 2013-as évben becsléseink szerint mintegy 430 pld található a térségben. Vélhetőleg ez egy alábecsült érték, hisz a ragadozók hiánya miatt, nagyobb átlagos családlétszámot feltételezhetünk. A monitoring kezdete óta becsült átlagos territórium szám és átlagos példányszám adatokat az alábbi 2. ábra mutatja:



2. ábra: A hód állományalakulása a Szigetközben

Összefoglalás

A másodéves kort betöltő hód általában elhagyja a családot (REICHHOLF 1996) és új territóriumot foglal. A terjedését befolyásoló legfontosabb tényezők jelenleg a Szigetközben a rendelkezésre álló táplálékmenyiség és élettér, illetve a különböző antropogén zavaró hatások. Ökoszisztéma mérnök fajként jelentősen hat környezetére, így állományának növekedése hatással van a területen gazdálkodó ember mindennapjaira. A tartós együttélés érdekében a jövőben ki kell dolgozni egy olyan állományhasznosítási modellt, mely a tartamos vadgazdálkodás jegyében kezeli a hódot, hisz a terület része az EU Duna Régió Stratégiájának, mely a Duna vízgyűjtő területéhez tartozó régiók és országok makroregionális fejlesztési stratégiája és akcióterve. A DRS egyik alappillére, hogy a megújuló természeti erőforrásokat a fenntartható fejlődés jegyében kezeli.

Felhasznált irodalom

- BOZSÉR O. (2001): Hódok az Óvilágban, WWF füzetek 19. p. 4-6.
- FARAGÓ, S. ÉS NÁHLIK, A. (1999): A vadállomány szabályozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- NÁHLIK, A., SÁNDOR, GY., TARI, T. & KIRÁLY, G. (2009): Space Use and Activity Patterns of Red Deer in a Highly Forested and in a Patchy Forest-Agricultural Habitat, Acta Silv. Lign. Hung., Vol. 5 (2009) 109-118.
- NITSCHKE, K. A. (2013): Biber in städtischen Siedlungsräumen, Beiträge zur jagd- und Wildforschung, Bd. 38 (2013) 235-243.
- NOLET, B. A. & ROSELL, F. (1994): Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement, Canadian journal of Zoology 72: 1227-1237.
- NOLET, B. A. & ROSELL, F. (1998): Comeback of the beaver (*Castor fiber*): an overview of old and new conservation problems, Biological Conservation 83(2): 165-171.
- REICHHOLF, J. (1983): Säugetiere. Mosaik Verlag GmbH, München.
- ROSELL F., BOZSÉR O., COLLEN P. & PARKER H. (2005) The ecological impact of a riparian species: the beaver's (*Castor spp.*) ability to modify ecosystems. Mammal Review 35. (3-4): 248-276.
- SCHOENER, TH. W. (1979): Generality of the size-distance relation in models optimal feeding, The American Naturalist 114: 902-914.

ZOOLÓGIA, ERDŐVÉDELMI SZEKCIÓ

- 1. ANDRÉSI DÁNIEL, BALI LÁSZLÓ, LAKATOS FERENC:** Talajcsapda vizsgálatok mesterségesen kialakított lékekben
- 2. HORVÁTH BÁLINT, LAKATOS FERENC, SZENTIRMAI ISTVÁN:** Hagyományos művelésű őrségi kaszálógyümölcsösök szerepe a nappali lepkék megőrzésében
- 3. HILLEBRAND RUDOLF, TUBA KATALIN:** A gyapjaslepke (*Lymantria dispar L.*) fejlődésmenete
- 4. MOLNÁR MIKLÓS:** Erdőfelújításokban megjelenő gyomnövények jelentősége Magyarországon
- 5. PINTÉRNÉ NAGY EDIT, HORVÁTH BÁLINT:** Különböző megvilágítottságú mintaterületeken fénycsapdával befogott lepkék összehasonlító értékelése
- 6. VÁRADI MELINDA, TAKÁCS VIOLETTA, TUBA KATALIN:** Különböző származású tölgy csemeték akna- és gubacsképző rovar együttese

TALAJCSAPDA VIZSGÁLATOK MESTERSÉGESEN KIALAKÍTOTT LÉKEKBEN

ANDRÉSI DÁNIEL, BALI LÁSZLÓ, LAKATOS FERENC

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
andresi.daniel@gmail.com

Bevezetés

A talajcsapdázás a földfelszínen élő ízeltlábúak széles körben alkalmazott monitorozási módszere (BARBER 1931). A talajcsapdázás lényege, hogy egy gyűjtőedényt talajfelszínig le kell ásni, úgy, hogy annak pereme egy síkban legyen a talajfelszínnel, majd az edényt különféle élő- és konzerváló anyaggal kell megtölteni. A pohárba eső ízeltlábúak a továbbiak során jól feldolgozhatóak. Magyarországon az ilyen csapdákat már az 1960-as évek eleje óta alkalmazzák (KÁDÁR és SAMU 2006). A csapdázás során az edénybe kerülő rovarok faj és egyedszámát több tényező is befolyásolja: az állatok aktivitása, a fajok mozgása, valamint azok fejlettsége, továbbá a növényzet strukturáltsága (HONÛK 1988). Az utóbbi években előtérbe kerültek a természetközeli erdőgazdálkodási módszerek (pl. lékes felújítás), melyek során fontos kritérium az erdők természetes felújítása (SOLYMOS 2000). A természetközeli erdőgazdálkodási módszereket egyre elterjedtebben alkalmazzák, elsősorban a 2009. évi XXXVII. törvény előírásai miatt. E területek florisztikai és faunisztikai kutatásait több pályázat (pl. TÁMOP 4.2.2A-11/1/KONV-2012-0004 "Silva naturalis") is feladatául tűzte ki. A talajfelszínen mozgó pókokat lékekben eddig kevésbé vizsgálták.

Fő célkitűzésünk az volt, hogy megállapítsuk, milyen hatással vannak a mesterségesen kialakított lékek, illetve azok különböző részei (zárt faállomány, lékszegély, lék) a földfelszínen élő ízeltlábúakra.

Vizsgálati anyag és módszerek

A felvételezéseket a Nyugat-Dunántúl erdészeti tájon belül a Sopron-Vasi síkság középtájba tartozó Gyöngyös-sík kistájon található Vép település környékén, a Vép 32/D erdőrészletben végeztük el (HALÁSZ 2006). A területen az Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet mellett az Erdészeti Tudományos Intézet is végez kutatásokat.

Vizsgálataink során a talajfelszínig leásott 0,5 literes műanyag poharat használtunk. Konzerváló anyagként 2 dl 10 %-os ecetsav oldatot alkalmaztunk, mely a legtöbb csapdaanyaggal szemben nem mérgező, így természetvédelmi szempontból is jobban elfogadott (WOODCOCK 2005, KÁDÁR és SAMU 2006).

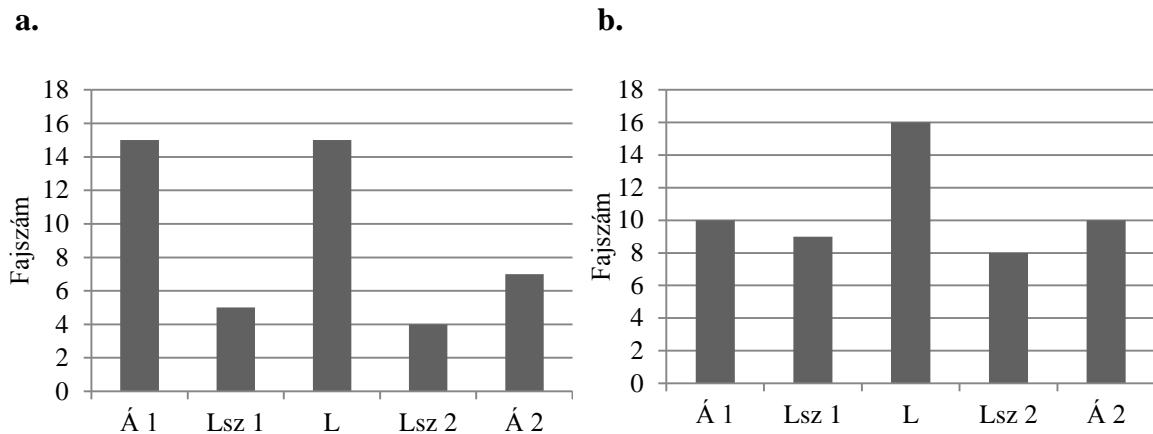
A poharakat transztek mentén helyeztük el egy észak-déli, és egy kelet-nyugati tájolású mesterségesen kialakított lékben. A mintaterületeken tájolásonként 15-15 db csapda volt, ezekből a lékekben 5-5 db, a lékszegélyeken 2-2 db, míg az állomány alatt 8-8 db csapda található. A poharak 5 m-re voltak egymástól. Jelen cikk az első ürítés (2013. 04. 26.) adatsorának adatait tartalmazza.

A két transzket állomány, lékszegély és lék egységekre bontottuk. A csapdákat elhelyezésüknek megfelelően, északról délre, illetve keletről nyugatra haladva: „állomány 1” (Á 1), „lékszegély 1” (Lsz 1), „lék” (L), „lékszegély 2” (Lsz 2) és „állomány 2” (Á 2) egységekre osztottuk fel.

Vizsgálati eredmények

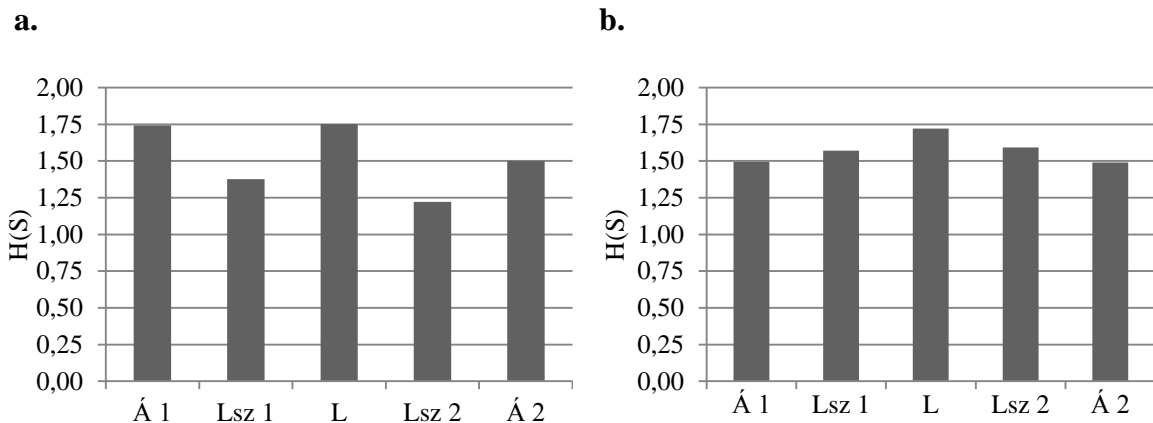
A csapdázások során 29 pókfaj 519 egyedét határoztuk meg. Az észak-déli tájolású transzekt mentén 24 faj 243 egyedét írtuk le, míg a kelet-nyugati tájolású transzekt mentén 19 faj 276 egyede került meghatározásra.

A két tájolást külön-külön vizsgálva feltűnik, hogy a fajszám az észak-déli, valamint a kelet-nyugati transzekt esetében is a lékben volt a legmagasabb, a lékszegélyeken a legalacsonyabb. Az észak-déli transzektben azonban az „állomány 1” fajszáma megegyezik a „lék” fajszámával (1. ábra).



1. ábra: Fajszám (a: észak-déli tájolás, b: kelet-nyugati tájolás)

A két transzekt Shannon-Weaver diverzitásánál feltűnik, hogy a kapott értékek az észak-déli tájolású lék esetén a lék és az „állomány 1” egységeknél volt a legmagasabb, míg a kelet-nyugati tájolás esetén a lékben volt a legmagasabb (2. ábra).



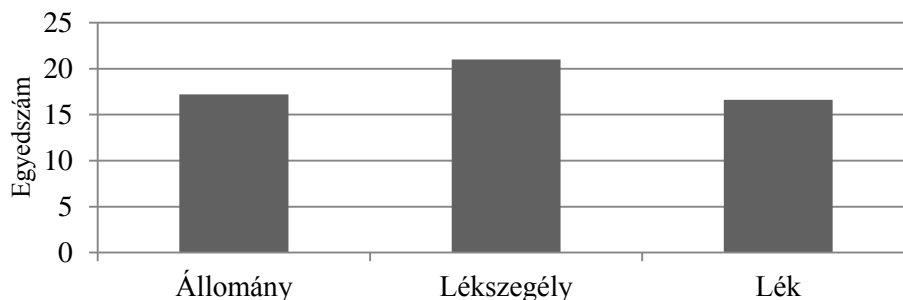
2. ábra: Shannon-Weaver diverzitás (a: észak-déli tájolás, b: kelet-nyugati tájolás)

A csapdászati vizsgálati egységeire vonatkoztatott átlagos fajszámát vizsgálva megállapítható, hogy a lékekben fordult elő a legtöbb faj, a legkevesebb pedig a lékszegélyeken. Ezzel szemben a vizsgálati egységekre vonatkoztatott átlagos egyedszám a lékszegélyen volt a legnagyobb, míg a lékben a legkisebb.

Következtetések

Az észak-déli tájolású csapdászor fajgazdagabb, mint a kelet-nyugati tájolású. A kelet-nyugati tájolású transzekt esetén viszont magasabb volt az egyedszám. A fajsám és a Shannon-Weaver diverzitás értéke is a lékekben volt a legmagasabb. A fajsámot tekintve megállapítható, hogy a lékben fordult elő a legtöbb faj, míg a lékszegélyen a legkevesebb (1. táblázat). Az egyedszámot vizsgálva megállapítható, hogy a lékben fordult elő a legkevesebb egyed, míg a lékszegélyen a legtöbb (3. ábra).

A leggyakoribb pókfaj a *Trochosa terricola* volt, melyből mindkét tájolású csapdászorban több mint 100-100 egyedet fogtunk. A kutatás kiértékelése a további csapdászorok anyagának vizsgálatát igényli.



3. ábra: A vizsgálati egységekre vonatkoztatott átlagos egyedszám

1. táblázat: A vizsgálati egységekre vonatkoztatott átlagos fajsám

Faj	Állomány	Lékszegély	Lék
<i>Trochosa terricola</i>	6,94	6,75	7,20
<i>Pardosa alacris</i>	5,07	5,25	1,80
<i>Zelotes apricorum</i>	1,38	2,75	2,50
<i>Steatoda phalerata</i>	1,00	1,25	0,40
<i>Atypus sp.</i>	0,31	0,25	0,20
<i>Xysticus cristatus</i>	0,40	1,00	0,50
<i>Urocoras longispinus</i>	0,25	0,25	0,10
<i>Zora nemoralis</i>	0,19	1,00	-
<i>Zodarion germanicum</i>	0,69	1,00	1,60
<i>Coelotes terrestris</i>	0,06	-	-
<i>Cryphoeca silvicola</i>	0,13	0,25	0,30
<i>Heliophanus dubius</i>	0,06	-	-
<i>Piasura mirabilis</i>	0,31	-	0,50
<i>Neriere pleata</i>	0,06	-	-
<i>Maro minutus</i>	0,13	-	-
<i>Malthonica sylvestris</i>	0,06	1,00	0,30
<i>Zora silvestris</i>	-	-	0,30
<i>Zora spinimana</i>	-	-	0,10
<i>Aulonia albimana</i>	-	-	0,10
<i>Agroeca bruenna</i>	-	-	0,20
<i>Ero fructata</i>	-	-	0,10
<i>Zora pardalis</i>	-	-	0,10
<i>Abrocoptes saltuum</i>	0,06	-	-
<i>Pholcoma gibbum</i>	0,06	-	-
<i>Scotophaeus scutulatus</i>	0,06	-	-
<i>Harpactea rubicunda</i>	-	0,25	-
<i>Pachygnatha listeri</i>	-	-	0,10
<i>Ozyptila atomaria</i>	-	-	0,10
<i>Euryopsis flavomaculata</i>	-	-	0,10

Köszönetnyilvánítás

A publikáció megjelenését a TÁMOP 4.2.2A-11/1/KONV-2012-0004 "Silva naturalis" projekt támogatta.

Felhasznált irodalom

- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46: 259-266.
- HALÁSZ G. (szerk.) (2006): Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest. 154 p.
- HONÊK, A. (1988): The effect of crop density and microclimate on pitfall trap catches of *Carabidae*, *Staphylinidae* and *Lycosidae* in cereal fields. *Pedobiologia* 32: 233-242.
- KÁDÁR F. ÉS SAMU F. (2006): A duplaedényes talajcsapdák használata Magyarországon. *Növényvédelem* 42 (6): 305-312.
- SOLYMOS R. (2000): Erdőfelújítás és -nevelés a természetközeli erdőgazdálkodásban. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. 285 p.
- WOODCOCK, B. A. (2005): Pitfall trapping in ecological studies. In: LEATHER S. (ed.): *Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Blackwell. Oxford. 37-57.

HAGYOMÁNYOS MŰVELÉSŰ ŐRSÉGI KASZÁLÓGYÜMÖLCSÖSÖK SZEREPE A NAPPALI LEPKÉK MEGŐRZÉSÉBEN

HORVÁTH BÁLINT¹, LAKATOS FERENC¹, SZENTIRMAI ISTVÁN²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
hbalint@emk.nyme.hu

² Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, 9941 Őriszentpéter, Siskaszer 26/A

Bevezetés

Az Őrség és Vend-vidék számos természeti és kultúrtörténeti értéknek adott otthont a múltban, legtöbbjük viszont ma már csak nyomokban fedezhető fel. A kisparaszti szálaló erdők és a nagy kiterjedésű gyepterületek mellett a hagyományos Őrségi képhez hozzátartoztak az extenzíven művelt kaszáló gyümölcsösök is, melyek elhelyezkedése a szerves településszerkezetnek köszönhetően mozaikos volt. Rendeltetésük szerint több funkciót töltöttek be: egyrészt gyümölcstermesztés, másrészt az elszórtan álló fák alatt lekaszált széna hasznosítása szempontjából. Ezen területek száma napjainkig erőteljesen lecsökkent (a hagyományos gazdálkodási formák elhagyása, az intenzív mezőgazdasági művelés terjedése, vagy a gyümölcsösök felhagyása következtében), de nem tűntek el teljesen.

Az őshonos gyümölcsfajták megléte már önmagában nagy jelentőséggel bír, a rendszeres kaszálással fenntartott gyepek lehetőséget adott olyan természeti értékek megtelepedésének, melyek ma már törvényi oltalom alatt állnak. Az ilyen módon kezelt aljnövényzet fajösszetétele némileg eltér a nyílt gyepektől (GYÖNGYÖSSY 2008), mégis számos növény és állatfajnak biztosítanak életteret. Ezek közül több csoport is kiemelkedő fontosságú mind a kaszáló gyümölcsösök, mind az Őrségi flóra és fauna szempontjából.

Jelen munkában az Őrségi kaszáló gyümölcsösök nappali lepkefaunájának felmérését célzó kutatás két éves eredményeit mutatjuk be. A felmérés célja, hogy az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság naprakész adatokkal rendelkezessen e területek elhelyezkedéséről és élővilágáról.

Vizsgálati terület

A kutatást az Őrségi Nemzeti Park területén végeztük, 2012-2013-ban, összesen 11 település közigazgatási határain belül: Bajánsenye, Kercaszomor, Kétvölgy, Őrimagyarósd, Őriszentpéter, Pankasz, Szalafő, Velemér, Apátistvánfalva, Nagyrákos, Felsőszölnök. A területre hazai viszonylatban hűvös és csapadékos klíma jellemző. Lepkefaunája igen változatos, köszönhetően a Pannonicum és a Noricum közötti átmeneti jellegű faunaterületnek (Praenoricum), összesen 104 nappali lepkefaj ismert a térségből (SÁFIÁN *et al.* 2012). Az Őrség és a Vend-vidék nagy részét erdő borítja (63%) (Gyöngyössy 2008). A gyepterületek kiterjedése jelentősen kisebb (10%), ugyanakkor rendkívül változatos. A nedves kaszálórétek mellett a félszáraz domboldali gyepterületek is megtalálhatóak (SÁFIÁN *et al.* 2012). Az Őrségi és vend-vidéki élőhelyek kialakulásában és fennmaradásában fontos szerepet játszott az évszázadokon át tartó hagyományos kisparaszti gazdálkodás. Az extenzív gazdálkodás unikális élőhelyek kialakulását eredményezte, ilyenek többek között a hagyományos kaszálógyümölcsösök is.

A kutatás során feltérképeztük a még meglévő kaszálógyümölcsösöket, amennyiben megfeleltek az alábbi kritériumoknak:

- a) Kiterjedése legalább 300 m².
- b) Hagyományos fajtájú gyümölcsfákból áll.

c) Extenzíven kezelt (intenzív, fűnyírozott, szántott közül gyümölcsösök nem tartoznak ide).

d) Aljnövényzetét rendszeres vagy rendszertelen kaszálással hasznosítják.

Vizsgálati módszer

A mintavételezések időzítése lefedte az Őrség és Vend vidéken ismert nappali lepkefajok rajzási idejét. A lepkék szezonálisága miatt minden mintaterületet háromszor vizsgáltunk:

1. május-június
2. július
3. augusztus

A kutatás elsődleges célja a nappali lepke fajok jelenlét-hiányának megállapítása. A mintavételezést nappali egyeléssel végeztük (RONKAY 1997). Minden kaszáló gyümölcsösben területarányosan azonos időt fordítottunk a mintagyűjtésre.

A *Leptidea sinapis* és *L. reali* fajok elkülönítése nem lehetséges makromorfológiai bélyegek alapján, az egyedek nagyszámú begyűjtése a genitália vizsgálatokhoz pedig nem kívánatos a védett területeken, így a kiértékelésben egységesen *Leptidea* spp. néven szerepeltek.

Eredmények

A vizsgálat során sok gyümölcsöst találtunk, de nagy részük nem tett eleget a felsorolt feltételek valamelyikének. A leggyakrabban az intenzív – általában fűnyírozott – gyepkezelés volt kizáró ok. A kezelés jellege sok esetben csak a többszöri visszatérés során, illetve egyes esetekben a gazdák megkérdezése után derült ki egyértelműen. A rendszeresen fűnyírozott területeken, az alacsony tarlómagasság, illetve virágzó növények hiánya miatt a nappali lepkék faj- és egyedszáma rendkívül alacsony volt. A vizsgált településeken összesen 82 hagyományosan művelt kaszálógyümölcsöst detektáltunk (1. táblázat).

1. táblázat: Kaszáló gyümölcsösök száma és összesített kiterjedése a vizsgált településeken.

	Bajánsenye	Kercaszomor	Kétyölgy	Órimagyarósd	Őriszentpéter	Pankasz	Szalfő	Velemér	Apátságfalva	Nagyrákos	Felsőszölnök	Összesen
Kaszáló gyümölcsösök száma	6	5	8	3	7	3	8	8	10	10	15	83
Kaszáló gyümölcsösök összes kiterjedése (ha)	0,91	0,46	1,14	0,92	1,64	0,4	1,92	1,19	4,66	1,02	3,49	17,75

Munkánk során 53 nappali lepkefaj 1123 megfigyelési adatát rögzítettük. Ezek közül 14 faj védett, és 3 faj szerepel a Natura 2000 Élőhely Direktíva II. és IV. függelékében (VM 2012, COUNCIL OF EUROPE 1992). A vizsgált gyümölcsösök közül 61-ben találtunk védett lepkefajt.

A felmérések során a nappali lepkék fajszáma Felsőszölnök, Őriszentpéter, Nagyrákos és Velemér településeken volt a legmagasabb, míg Pankasz és Órimagyarósd településeken a legalacsonyabb (2. táblázat).

2. táblázat: A kaszálógyümölcsösökben megfigyelt nappali lepkefajok száma vizsgált településeken.

	Bajánsenye	Kercaszomor	Kétyölgy	Órimagyarósd	Óriszentpéter	Pankasz	Szalafő	Velemér	Apátistvánfalva	Nagyrákos	Felsőszőlők
Nappali lepkefajok száma	22	21	23	16	26	12	22	31	28	31	34

A megfigyelt lepkefajok fejlődésbiológiáját tekintve két csoportba sorolhatóak: gyümölcsfákon fejlődő, illetve gypsintben fejlődő fajok. A felmérések során a gyümölcsfákhoz kötődő fajok közül csupán a védett kardoslepkét (*Iphiclides podalirius*) figyeltük meg, amely *Prunus* fajokon fejlődik. Ugyan a gyümölcsfákhoz kötötten csak 1 lepkefajt detektáltunk, jelentőségük mégsem elhanyagolható a nappali lepkék szempontjából. Számos további védett fajnak jelentenek potenciális fejlődési helyet, pl.: *Satyrum pruni*, *S. acaciae*, *S. spini*.

A megfigyelt lepkék jelentős része gypsinthez kötődő faj. Közülük kiemelt jelentőségűek a védett és Natura 2000 lepkefajok: *Maculinea teleius*, *M. nausithous*, *Lycaena dispar*, *L. hippothoe*, *Plebejus idas*, *Heteropterus morpheus*, *Papilio machaon*, *Brenthis daphne*, *Erebia medusa*, *Argynnis paphia*, *Vanessa atalanta*.

Két további védett lepkefaj sem a gypsinthez, sem pedig a gyümölcsfákhoz nem volt köthető: *Gonepteryx rhamni*, *Neptis sappho*.

Megvitatás

A vizsgált kaszálógyümölcsösök lepkeközössége alapján elsősorban a gypsint kezelésére kell kiemelt figyelmet fordítani. Célszerű a természetkímélő, extenzív gypekezelési módok alkalmazása. Napjainkban ezeket a területeket elsősorban kaszálással hasznosítják, bár az extenzív legeltetés kedvezőbb a rovarközösségek szempontjából (PÖYRY *et al.* 2004, KÖRÖSI *et al.* 2012). A vizsgált területeken azonban a kaszálás időzítése gyakran kedvezőtlen a nappali lepkéknek, különösen az Élőhelyvédelmi Irányelv által is védett *Maculinea* fajoknak. A kezelést ugyanis gyakran július-augusztusban végzik, így eltávolítják a nektárforrást és a lárvális tápnövényt is a területről (JOHST *et al.* 2006). Számos tanulmány foglalkozott már a gypekezelések módjával és annak rovarközösségekre gyakorolt hatásával. Többen (JOHST *et al.* 2006, GRILL *et al.* 2008, KÖRÖSI *et al.* 2013) a késő tavaszi és/vagy kora őszi kaszálást találták megfelelőnek nappali lepkefajok szempontjából.

Az intenzív agrárkultúrák okozta biodiverzitás-csökkenés megfékezését segíti többek között az agrár-környezetgazdálkodási program (AKG), melynek 3 célprogramja vonatkozik gyümölcsösökre. Ezek közül az „Ökológiai gyümölcs- és szőlőtermesztés célprogram” és a „Hagyományos gyümölcsstermesztés célprogram” tartalmaz extenzív gypekezelési előírásokat (FVM 2009). Előnyük, hogy kötelezik a gazdálkodót a gyümölcsös aljnövényzetének legeltetésére, vagy kaszálására, illetve a levágott növedék eltávolítására. Ugyanakkor az első kaszálást június 15. után engedélyezi, ami kedvezőtlen a nappali lepkék szempontjából. A kedvezőtlen időpontban végzett kaszálást bűvósávok meghagyásával kompenzálhatják a gazdák. Az AKG „Gyepgazdálkodási zonális célprogramjai” előírják, hogy az adott terület 10-15%-án kaszálatlan foltokat kell hagyni, ez a megkötés azonban hiányzik az extenzív gyümölcsösökre vonatkozó rendelkezésekből (FVM 2009).

Eredményeink szerint az Őrség- és Vend-vidék területén lévő kaszálógyümölcsösöknek elsősorban az aljnövényzete játszik fontos szerepet a nappali lepkék szempontjából. Ezért ajánljuk az AKG extenzív gyümölcsösökre vonatkozó célprogramjait felülvizsgálni és a kaszálásra vonatkozó rendelkezéseket recens kutatási eredmények alapján (e.g. CIZEK *et al.* 2012, HUMBERT *et al.* 2012, KÖRÖSI *et al.* 2013) kibővíteni.

Felhasznált irodalom

- CIZEK, O., ZAMECNIK, J., TROPEK, R., KOCAREK, P., KONVICKA, M. (2012): Diversification of mowing regime increases arthropods diversity in species-poor cultural hay meadows. *Journal of Insect Conservation* 16, 215–226.
- COUNCIL OF EUROPE (1992): Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora.
- FVM (2009): 61/2009. (V. 14.) FVM rendelet az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból nyújtott agrár-környezetgazdálkodási támogatások igénybevételének részletes feltételeiről.
- JOHST, K., DRECHSLER, M., THOMAS, J. & SETTELE, J. (2006): Influence of mowing on the persistence of two endangered Large Blue Butterfly *Maculinea* species. *Journal of Applied Ecology* 43: 333–342.
- GRILL, A., CLEARY, D.F.R., STETTNER, C., BRÄU, M. & SETTELE, J. (2008): A mowing experiment to evaluate the influence of management on the activity of host ants of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation* 12: 617–627.
- GYÖNGYÖSSY P. (2008): „Gyántásország”. Történeti adatok az őrségi erdők erdészeti és természetvédelmi értékeléséhez. Kerekerdő Alapítvány, Szombathely, 110 pp.
- HUMBERT, J.-Y., GHAZOU, J., RICHNER, N. & WALTER, T. (2009): Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130, 1–8.
- KÖRÖSI, Á., BATÁRY, P., OROSZ, A., RÉDEI, D. & BÁLDI, A. (2012): Effects of grazing, vegetation structure and landscape complexity on grassland leafhoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha) and true bugs (Hemiptera: Heteroptera) in Hungary. *Insect Conservation and Diversity* 5: 57–66.
- KÖRÖSI, Á., SZENTIRMAI, I., ÖRVÖSSY, N., KÖVÉR, SZ., BATÁRY, P. & PEREGOVITS, L. (2013): Effects of timing and frequency of mowing on the scarce large blue butterfly in a Central European country – a fine-scale experiment. *Biological Conservation*, submitted MS.
- PÖYRY, J., LINDGREN, S., SALMINEN, J. & KUUSSAARI, M. (2004): Restoration of butterfly and moth communities in semi-natural grasslands by cattle grazing. *Ecological Applications* 14 (6): 1656–1670.
- RONKAY L. (1997): Lepkék – Nemzeti Biodiverzitás Monitorozó Rendszer VII. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 71 pp.
- SÁFIÁN, SZ., VEROVNIK, R., BATHÓ, I.-NÉ, CSONTOS, G., HORVÁTH, B., KOGOVŠEK, N., REBEUŠEK, F., SCHERER, Z., STRAUZ, M., SZENTIRMAI, I., ZAKŠEK, B. (2012): Nappali lepke atlasz / Atlas dnevnih metuljev / Butterfly atlas Őrség-Goricko (Ábrahám, L. Ed.). Óriszentpéter, 248 pp.
- VM (2012): A vidékfejlesztési miniszter 100/2012 (IX. 28.) VM rendelete a védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről szóló 13/2001. (V. 9.) KöM rendelet és a növényvédelmi tevékenységről szóló 43/2010. (IV. 23.) FVM rendelet módosításáról.

A GYAPJASLEPKE (*LYMANTRIA DISPAR* L.) FEJLŐDÉSMENETE

HILLEBRAND RUDOLF, TUBA KATALIN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
hrudolf@emk.nyse.hu

Bevezetés

A gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) eurázsiai elterjedésű faj, melyet Észak Amerikába is behurcoltak. *Phaelaena dispar* néven 1758-ban írta le LINNÉ. A ma érvényes tudományos neve *Lymantria dispar* (LINNAEUS 1758; CSÓKA ÉS MTSAI 2005). A külföldi szakirodalom három alfaját említi: *Lymantria dispar dispar* LINNAEUS 1758, *Lymantria dispar asiatica* VNUKOVSKIJ 1926, *Lymantria dispar japonica* MOTSCHULSKY 1860. Az alfajok között a legfontosabb különbség a nőstény lepke röpképességében van. Az Ázsiában honos *L. dispar asiatica* és *L. dispar japonica* nőstény nemzői tudnak repülni. Az Európában előforduló *L. dispar dispar* esetében viszont csak a hímek képesek erre (POGUE AND SCHAEFER 2007).

A gyapjaslepke hazánk egyik legnagyobb erdészeti jelentőséggel bíró lombrágó lepkefaja (VARGA 1975; CSÓKA ÉS MTSAI 2005). Kártételei mind Magyarországon, mind a világon jelentősek, hiszen tömegszaporodásaikor egész erdőket rág tarra. Hazánkban legutóbbi tömegszaporodásakor (2003-2006) minden eddiginél nagyobb károkat okozott. A tömegszaporodás csúcsán 2005-ben 212 ezer hektáron károsított (CSÓKA ÉS HIRKA 2009). A gyapjaslepke polifág faj, tápnövényeinek a száma világszerte a több százat is eléri. Ám mégis vannak fajok, amelyeken nem él meg, illetve az általa fogyasztott növények különbözőképpen hatnak a tömegszaporodásaira (VARGA 1975).

Mindezekből adódóan, nem lehet eléggé alaposan kutatni, a különböző tápnövényeken való fejlődését, hiszen ez befolyással bír a különböző erdőállományainkban fellépő károsításaira is.

Vizsgálati anyag és módszer

A munka egy nemzetközi kísérlet része volt, ami három helyszínen (Horvátország, Magyarország, Ausztria) folyt. Célunk eltérő tápnövényről származó gyapjaslepkék fejlődésének vizsgálata volt számukra idegen fafajon, illetve mesterséges tápanyagon. A kísérlet során három különböző populációból származó gyapjaslepke hernyók táplálkozási szokásait és fejlődési menetét tanulmányoztuk. A vizsgált populációk eredeti élőhelye és tápnövénye a következők:

- Az 1. számú populáció
 - o származása: Punta kriza, Cres, Horvátország
 - o tápnövénye: magyal tölgy (*Quercus ilex* L.)
- A 2. számú populáció
 - o származása: Hany, Magyarország
 - o tápnövénye: Pannónia nyár (*Populus x euramericana* Pannónia)
- A 3. számú populáció
 - o származása: Klingenberg, Ausztria
 - o tápnövénye: kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* Liebl.)

A nevelési kísérletet a Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézetének I.-es számú rovarkeltető helyiségében végeztük, 20 (±1) °C hőmérsékleten és 16 órás nappalhoszon (8 óra megvilágítás nélkül). A

nevelőszekrényben az állandó hőmérsékletet egy klímaberendezés, a megvilágítást pedig programozható világítótest biztosította. Két kísérletet végeztünk el.

I. Kísérlet

2011. május–augusztus.

II. Kísérlet

2012. május–augusztus.

A kísérlet menete:

- A petecsomókból kikelt hernyók közül 160 egyedet választottunk ki és neveltünk L₄-es lárvastádiumig.
- A negyedik lárvastádiumtól kezdve 50 egyedet neveltünk tovább a bebábozódásig. Méréseinket ezen időszak alatt végeztük.
- A bábból kikelt lepkéket kereszteztük populációkon belül és azok között is.
- Minta származása: I. kísérlet populáción belüli keresztezései.
- Populációnként 50 petét választottunk ki.
- A petéket külön dobozba helyeztük egyesével.
- A hernyók fejlődését L₁-től kezdve figyeltük a bebábozódásig.
- A bábból kikelt lepkéket kereszteztük populációkon belül és azok között is.

Táplálék:

- Tápnövény: Pannónia nyár
- Mesterséges tápanyag

Mért adatok:

- A hernyókelés, a vedlések, a bebábozódás és az abból való kelés dátuma.
- A hernyók testtömege naponként.
- A nyár levelek nedves tömege és a maradék levél nedves és száraz tömege.
- A hernyók ürülékének tömege lárvastádiumonként.
- A hernyókelés, a vedlések, a bebábozódás és az abból való kelés dátuma.
- A hernyók testtömege naponként.

Vizsgálati eredmények

Az első kísérlet során Pannónia nyár tápnövényen mindhárom populációból nagy számban sikerült hernyókat fölnevelni és a bábból kikelve a jelenetős részük sikeresen párosodott. Az 1. táblázat a hernyók egyedszámának alakulását mutatjuk be a különböző lárvastádiumokban.

1. táblázat: A hernyók egyedszámának alakulása a különböző lárvastádiumokban

Lárvastádium:		L ₅			L ₆			L ₇		
Populáció	Nemek	A minta egyedszáma	B	M	A minta egyedszáma	B	M	A minta egyedszáma	B	M
horvát	♂	25	7	-	18	18	-	-	-	-
	♀	25	-		25	19		6	6	
magyar	♂	18	4	1	14	14	3	-	-	-
	♀	28	-		28	23		5	5	
osztrák	♂	14	2	3	12	12	2	-	-	-
	♀	31	-		29	26		3	3	

A „B”-vel jelölt oszlopokban az adott stádiumban bebábozódott egyedek számát tüntettük fel. Az „M”-mel jelölt oszlopok az elpusztult egyedek számát jelzik. A nevelés sikeres volt, ahogy a táblázatból is látszik a mortalitás alacsony volt, és a bábok többsége kikelt. A ki nem kelt bábok többnyire véletlenül megsérült példányok voltak.

2. táblázat: A fejlődés időtartalma különböző lárvastádiumokban

Populáció	Nemek	L ₅ -ben töltött napok átlaga	L ₆ -ban töltött napok átlaga	L ₇ -ben töltött napok átlaga	L ₅ -től L ₇ -ig tartó fejlődés átlagos időtartalma (nap)	L ₅ -től L ₇ -ig tartó fejlődés időtartalmának szélsőértékei (nap)	
						Max	Min
horvát	♂	10	15		21	42	13
	♀	9	16	16	29	41	22
magyar	♂	9	15		21	30	9
	♀	9	15	17	27	40	15
osztrák	♂	10	19		27	46	17
	♀	8	17	17	27	38	19

A fejlődés időtartamára vonatkozó adatokból megállapítható (2. táblázat), hogy a nőstény egyedek fejlődési ideje hosszabb, mint a hímeké. A nőstényeknek az irodalmi adatok és a saját megfigyeléseink szerint is eggyel több lárvastádiumuk van, mint a hímeknek.

A 3. táblázatban a hernyók testtömegének növekedésmenete látható a vizsgált lárvastádiumokban. A nemek közti méretbeli különbség már az ötödik stádiumban jól érzékelhető. Az is látszik, hogy az egyedek a legnagyobb tömegnövekedésüket az utolsó lárvastádiumukban érték el.

3. táblázat: A hernyótömeg növekedés értékei a vizsgált stádiumokban

Populáció	Nemek	Hernyótömeg növekedés átlaga (L ₅) (g)	Hernyótömeg növekedés átlaga (L ₆) (g)	Hernyótömeg növekedés átlaga (L ₇) (g)	Hernyótömeg növekedés átlaga (L ₅ -L ₇)(g)	Hernyótömeg növekedés szélsőértékei (L ₅ -L ₇) (g)	
						Max	Min
horvát	♂	0,2072	0,3586	-	0,4654	0,8531	0,2846
	♀	0,2525	0,9281	1,3388	1,4855	2,4294	0,7693
magyar	♂	0,1532	0,4038	-	0,4673	1,3211	0,2127
	♀	0,2818	1,0698	1,2054	1,5669	3,1228	0,8032
osztrák	♂	0,1857	0,3435	-	0,4801	0,8278	0,2972
	♀	0,2552	1,0974	1,5194	1,4997	2,5502	0,8824

A gyapjaslepke hernyók táplálékfogyasztását, illetve táplálékhasznosítását a mért adatokból kiszámolt átlagok, szórás, illetve szélsőértékek mellett különböző táplálkozási indexekkel is számszerűsítettük. A számolt indexek a következők:

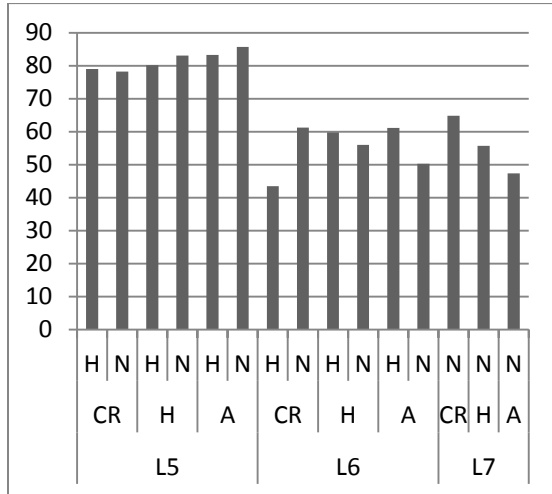
$$AD \% = \frac{\text{levéltömeg fogyasztás (sz) (g)} - \text{ürülék tömeg (sz) (g)} \times 100}{\text{levéltömeg fogyasztás (sz) (g)}}$$

$$ECI \% = \frac{\text{levéltömeg fogyasztás (sz) (g)} \times 100}{\text{ürülék tömeg (g)}}$$

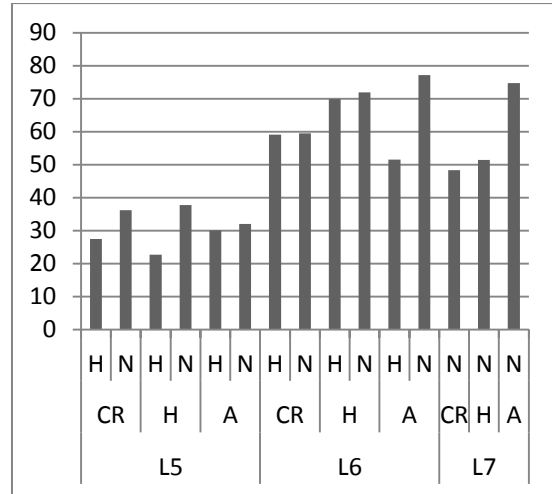
$$ECD \% = \frac{\text{Hernyótömeg növekedés (n) (g)} \times 100}{\text{levéltömeg fogyasztás (sz) (g)} - \text{ürülék tömeg (sz) (g)}}$$

Ahol: AD%: a táplálékhasznosulási százalék,
 ECD%: a táplálékhasznosulás hatékonysága,
 ECI%: a táplálékfogyasztás hatékonysága,
 (sz)=száraz tömeg; (n)=élő tömeg

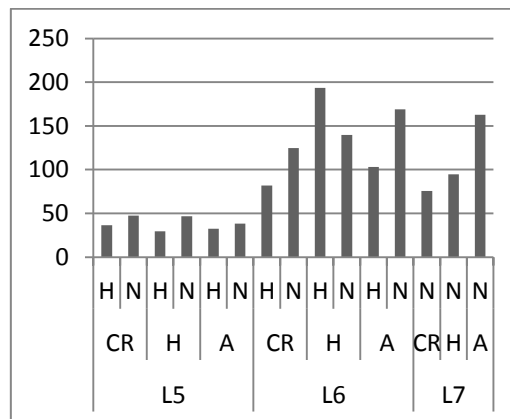
A 1., 2. és a 3. ábra ezeknek az indexeknek átlagos értékeit szemlélteti a lárvastádiumoknak és a nemeknek megfelelően. A fejlődés előrehaladtával az AD% esetében csökkenés mutatható ki, az ECI% és ECD% értékeinél viszont növekedés látható.



1. ábra: A táplálék hasznosulásának %-a (AD)



2. ábra: A táplálékfogyasztás hatékonysága (%) (ECI)



3. ábra: A táplálék hasznosulásának hatékonysága (%) (ECD)

A populációk közti különbségét Kruskal-Wallis próbával vizsgáltam. Szignifikáns különbséget kaptam:

- A horvát-magyar és horvát-osztrák populációk hímjeinek táplálék hasznosulási százaléka között az ötödik lárvastádiumban.
- A horvát és az osztrák populációk hímjeinek táplálkozási indexei (AD%; ECI%; ECL%) között a hatodik lárvastádiumban.
- A horvát és az osztrák populációk nőstényeinek teljes fejlődési ideje között.
- A horvát és az osztrák populációk hímjeinek levéltömeg fogyasztása a teljes vizsgált periódus alatt.

Összehasonlítva a két kísérlet különböző táplálékon nevelt populációinak fejlődési idejét (4. táblázat), a különbség lényeges a mesterséges, illetve a természetes táplálékon nevelt hernyók között. A különbség oszlopban egy t-teszt eredményeit látjuk. Látszik, hogy a

természetes és mesterséges táplálékon nevelt egyedek lárvafejlődési és teljes fejlődési ideje között szignifikáns különbség van.

4. táblázat: A származások fejlődési idejének összehasonlítása nemek és táplálék szerint

Táplálék		Természetes táplálék		Mesterséges táplálék		Különbség	
		Hím (átl. nap)	Nőstény (átl. nap)	Hím (átl. nap)	Nőstény (átl. nap)	Hím	Nőstény
Teljes lárvafejlődés ideje (nap)	Horvát	58,19	62,11	45,86	54,38	0,6374	0,1710
	Magyar	55,96	61,84	45,07	49,13	0,0570	0,2706
	Osztrák	56,45	61,41	42,92	46,11	0,5562	0,8002
Bábfejlődés ideje (nap)	Horvát	19,43	16,35	18,48	15,82	0,0001	0,2768
	Magyar	19,07	16,67	20,11	15,84	0,1773	0,0001
	Osztrák	21,46	17,16	20,18	16,23	0,5784	0,6829
Lárva és bábfejlődés ideje (nap)	Horvát	76,67	76,88	65,27	71,25	0,4133	0,0004
	Magyar	76,07	77,68	64,07	65,25	0,3920	0,3507
	Osztrák	76,64	77,64	62,08	62,74	0,1974	0,8605

Következtetések

Vizsgálataink szerint a más tápnövényről származó gyapjaslepke populációk is veszélyesek lehetnek az erdőállományainkra. A nőstény gyapjaslepke hernyóinak fejlődése a legtöbb általam vizsgált paraméter esetében eltér a hímekétől. A gyapjaslepke hernyó fejlődése során az utolsó lárvastádium a leghosszabb, itt éri el a legnagyobb növekedést és fogyasztást. A bebábozódás közel azonos fejlődési mutatók teljesítése után következik be. A bebábozódás előtti napokban a hernyók felhagynak a táplálkozással, tömegük visszaesik, mivel energiáikat a közelgő bebábozódásra fordítják. Az osztrák és a magyar populáció fejlődésbiológiája közelebb áll egymáshoz, mint a horvát populációhoz. Számottevő különbség azonban nincs közöttük. A mesterséges, illetve természetes táplálékon nevelt egyedek bábfejlődési ideje között nincs szignifikáns különbség. Ám a lárvafejlődés során tapasztalt jelentős eltérés miatt a mesterséges eleségen nevelt egyedek teljes fejlődési ideje határozottan gyorsabb.

Összefoglalás

A gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) hazánk egyik legjelentősebb lombfogyasztó lepkefaja. Polifág faj, tápnövényeinek a száma világszerte a több százat is eléri. Vizsgálataink során, melyek egy nemzetközi kísérlet részét képezték, eltérő tápnövényről származó gyapjaslepke hernyók táplálkozási szokásait és fejlődési menetét tanulmányoztuk. A nevelési kísérletben tápnövényként a „Pannónia” nemes nyár hibridet, továbbá mesterséges táplálékot alkalmaztunk. Eredményeink szerint a nemzedékek között tápnövényváltás az utódnemzedék számára megfelelő tápnövényen nem okoz gondot. A mesterséges táplálékon való fejlődésük gyorsabb, mint természetes táplálékon. A gyapjaslepke hernyó fejlődése során az utolsó lárvastádium a leghosszabb, itt éri el a legnagyobb növekedést és fogyasztást. A hímek és nőstények tekintetében a bábozódás közel azonos fejlődési mutatók teljesítése után következik be.

Felhasznált irodalom

- CSÓKA GY. ÉS HIRKA A. (2009): Gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) legutóbbi tömegszaporodása Magyarországon. Növényvédelem, 45 (4): 196–201.
- CSÓKA, GY.; HIRKA, A.; KOLTAY, A. ÉS SZABÓKY, CS. (2005): A gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) életmódja és kártétele. Erdészeti Lapok, 140 (1): 16-18.
- POGUE M. G. AND SCHAEFER P. W. (2007): A review of selected species of *Lymantria* Hübner (1819). FHTET. Washington, D.C.

VARGA, F. (1975): A gyapjaspille (*Lymatria dispar* L.) táplálkozás-biológiája és kártétele Magyarországon. EFE Erdőmérnöki Kar, egyetemi doktori értekezés.

ERDŐFELÚJÍTÁSOKBAN MEGJELENŐ GYOMNÖVÉNYEK JELENTŐSÉGE MAGYARORSZÁGON

MOLNÁR MIKLÓS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
mmiki@emk.nyme.hu

Bevezetés

A siskanád (*Calamagrostis epigeios* ROTH 1788) a bolygatott, nyílt területek vegetációjának egyik jellegzetes képviselője. A hőmérséklet, a nedvességviszonyok, a talaj szerkezete és tápanyagtartalma szempontjából igen tág tűrőképességű. Elterjedését leginkább a fényviszonyok és a talaj mozgatása befolyásolja. Félárnyékos helyeken megjelenhet, de tömegessé csak a nyitott, napfényes területeken válik. A gyeptársulásokban dominánssá válhat, kiszorítva maga mellől a többi növényt, köztük ritka, értékes gypfajainkat is. A mezőgazdasági kultúrákat a rendszeres talajművelés miatt nem veszélyezteti. Tömegessé csak a művelés felhagyása után válik – függetlenül a korábbi gazdálkodási módtól (SZIRMAI 2008). Az erdőgazdálkodásban ezzel szemben komoly gazdasági jelentőséggel bír. A vágásos jellegű gazdálkodás során keletkező nyitott területek fényben gazdagok, talajműveléssel általában nem érintettek, ezért ideális körülményeket biztosítanak tömeges elszaporodásához (AGÓCS 1996).

A növény magyarországi elterjedésével, és az általa okozott probléma gazdasági súlyával kapcsolatban nagyon kevés információval rendelkezünk. Az országos gyomfelvételezések szántóföldi területeken történtek. Ezek alapján a siskanád jelentősége elhanyagolható (NOVÁK *et al.* 2011). Az erdőfelújításokban megjelenő és az erdőgazdálkodás szempontjából gyomnak tekinthető növényekkel kapcsolatban nem rendelkezünk összefoglaló adatokkal.

Doktori kutatásom részeként az erdőfelújítások gyomproblémájának jobb megértése érdekében egy kérdőív segítségével próbáltam összefogni az erdőgazdálkodók szakmai tapasztalatait. A 12 pontból álló kérdőív alapvetően a siskanád által okozott problémát és a vele szemben alkalmazott védekezési eljárások megismerését célozta. A beérkezett válaszok országos szinten mintegy 7 500 ha siskanáddal fertőzött erdőfelújításról nyújtanak információt. A siskanád mellett más, erdőfelújításainkban tömegessé váló gyomnövény, ill. gyomcsoport jelentőségéről is gyűjtöttem adatokat. Előadásomban ezeket az előfordulási adatokat ismertettem.

Anyag és módszer

A kérdőívvel a 22 állami erdőgazdaság összes üzemi egységét (erdészet, pagonyerdészet) megkerestem. Az egyes üzemi egységek erdőművelési vezetőinek válaszaikra voltam kíváncsi. A kérdőívet a részvénytársaságok weboldalán fellelhető elérhetőségek segítségével, valamint személyes kapcsolatokon keresztül juttattam el a kollégákhoz. A kérdőívek kiküldése 2011 novemberében történt. A válaszokat a Google Dokumentumok keretein belül létrehozott on-line űrlap és MS Excel programok segítségével dolgoztam fel. Az eredmények térképi ábrázolása DigiTerra Map szoftver segítségével történt.

A kérdőív vonatkozó kérdése a következő volt: Hogyan értékelné az alábbi gyomnövények jelentőségét az Ön által kezelt erdőfelújításokban az első kivitelről az átadásig:

- siskanád és egyéb egyszikűek,
- magról kelő kétszikűek,
- indás növények,
- szeder,
- sarjhajtások,
- akác, mint gyomnövény,
- bálványfa,
- parlagfű.

Az értékelés egy ötfokozatú skála segítségével történt, ahol 1: nem fordul elő, 5, általános probléma, minden évben (évente akár többször is) védekezünk ellene.

Eredmények

A 119 kiküldött kérdőívből 81 válasz érkezett vissza, azaz a megkérdezettek 68%-a töltötte ki a kérdőívet. A válaszok eltérő mértékben reprezentálják az ország tájegységeit. Az alábbi térképeken a fehéren maradt területekről nem érkeztek válaszok. Ha egy tájegységből több válasz is érkezett, akkor azok matematikai átlagával számoltam.

Siskanád és egyéb egyszikűek,

A gyomnövény erdőgazdasági jelentősége az 1-5-ig terjedő skálán országos átlagban 3,27 értékkel bír. Nagy eltérések mutatkoznak az egyes erdőgazdasági tájak értékelésében (1. ábra). A válaszadók 5-ös értéket adtak a Rábaköz, Pápa-Devecseri-síkság, Vértes, Tolnai hegyhát és Szekszárdi-dombvidék tájegységekben. 4-es értékkel jellemezhető a Kőszegi hegység, Kőszeg-hegyalja, Ikva-Répcse-sík, Gyöngyös-sík, Pinka-fennsík, Kemenesalja, Devecseri-Bakonyalja, Sári-Bakonyalja, a Kerka-Mura-völgy, Marcali-hát, Külső-Somogy, Dél-Baranyai-dombság, a Mezőföldi-löszhát, a Duna-szigetek, az Alföldön a Körös-Maros köze és a Nyírség. Ezekben a tájegységekben évről-évre rendszeresen védekeznek a siskanád ellen.

Magról kelő kétszikűek,

A gyomcsoport az egyszikűeknél magasabb országos átlaggal jellemezhető: 3,32. 5-ös értékkel, azaz az erdőfelújítások legnagyobb problémájának értékelték a Pannonhalmi dombság, Pápa-Devecseri síkság, Vértes, Közép-Dráva völgye, Közép- és Alsó-Duna-ártér, Bácskai löszhát, Nyírség, Rudabánya-Szalonnai-hegység erdőfelújításait kezelő erdőmérnökök (2. ábra).

Indás növények,

Az erdőfelújításokban betöltött szerepe viszonylag alacsony: 2,51. A Dunai-szigeteken, a Mezőföldi-löszháton, a Keleti-Bakonyban és a Villányi-hegységben fordulnak elő olyan erdőfelújítások, ahol tömegessége évről-évre célzott védekezést igényel (3. ábra).

Szeder,

Országos átlagban 3,65. A Kőszegi-hegység, Kőszeg-hegyalja, Pinka-fennsík, Gyöngyös-sík, Keleti-Bakony, Vértes, Börzsöny, Középső-Cserhát-vidék, Karancs-Medves-vidék, Rudabánya-Szalonnai-hegység, Szerencsi-dombság, Borsodi-dombság erdőfelújításaiban jelenti a legnagyobb problémát (4. ábra).

Sarjhajtások,

A sarjhajtások országos jelentősége 3,41. A legnagyobb problémának a következő erdőgazdasági tájakban értékelték: Kerka-Mura-völgy, Külső-Somogy, Tolnai-hegyhát, Szekszárdi-dombvidék, Dél-Baranyai-dombság, Villányi-hegység, Berettyó-Kőrös-vidék, Kőrös-Maros-köze és Karancs-Medves-vidék (5. ábra).

Akác, mint gyomnövény,

Országos átlag 3,42. A legnagyobb problémának a következő erdőgazdasági tájakban értékelték: Rábaköz, Felső-Kemeneshát, Alsó-Kemeneshát, Marcali-hát, Külső-Somogy, Dél-Baranyai-dombság, Villányi-hegység Tápió-Zagyva-vidék, Karancs-Medves-vidék (6. ábra).

Bálványfa,

Országos átlaga: 3,01. A legnagyobb problémának a következő erdőgazdasági tájakban értékelték: Szigetköz, Mosoni-síkság, Felső-Kemeneshát, Alsó-Kemeneshát Pápai-Bakonyalja, Külső-Somogy, Tolnai-hegyhát és Szekszárdi-dombvidék, Tápió-Zagyva-vidék, Nagykunság (7. ábra).

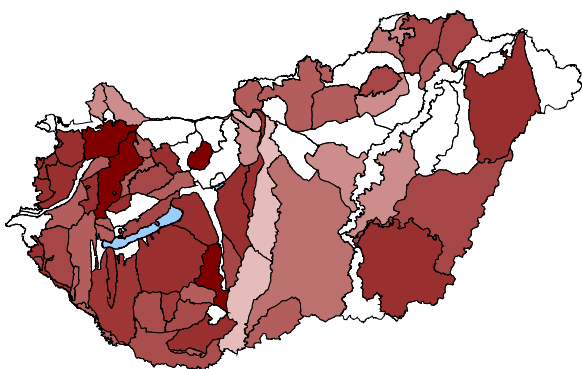
Parlagfű,

Országos átlag 2,97. A legnagyobb problémának a következő erdőgazdasági tájakban értékelték: Pápai-Bakonyalja, Külső-Somogy, Villányi-hegység, Bácskai löszhát, Nyírség, Karancs-Medves-vidék, (8. ábra).

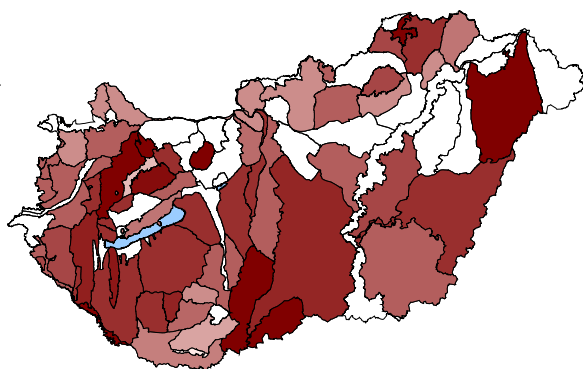
A munkám során használt térképészeti szoftver licencét a DigiTerra Kft. bocsátotta rendelkezésemre.

Felhasznált irodalom

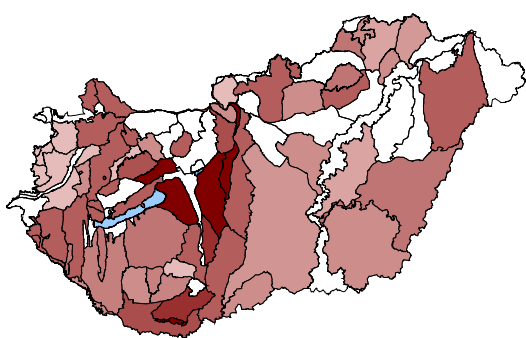
- NOVÁK R., DANCZA I., SZENTÉY L. ÉS KARAMÁN J. (2011): Az ötödik országos gyomfelvételezés Magyarország szántóföldjein. – Vidékfejlesztési Minisztérium, Élelmiszerlánc-felügyeleti Főosztály, Növény- és Talajvédelmi Osztály, Budapest.
- SZIRMAI O. (2008): Botanikai és tájtörténeti vizsgálatok a Tardonai-dombság területén. – Doktori (PhD.) értekezés tézisei, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- AGÓCS J. (1995): *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. – Erdészeti Lapok 130 (11): 334-335.



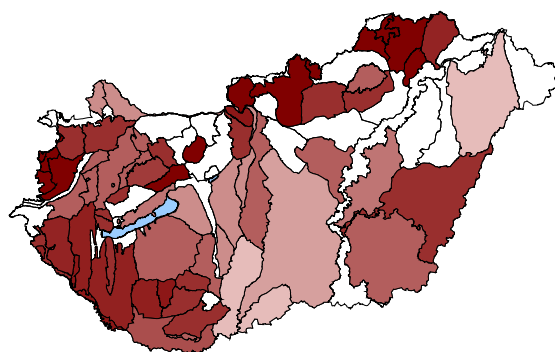
1. ábra: Siskánád és egyéb egyszikűek



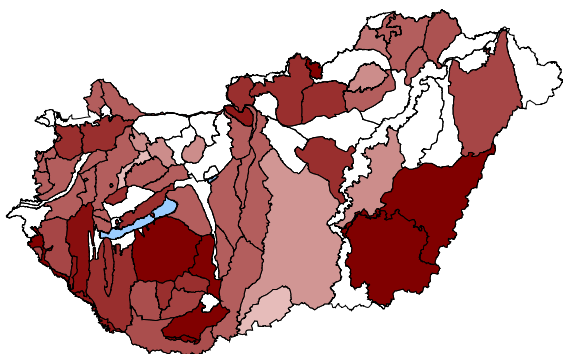
2. ábra: Magról kelő kétszikűek



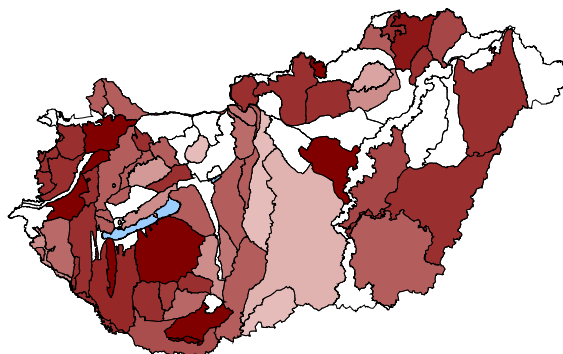
3. ábra: Indás növények



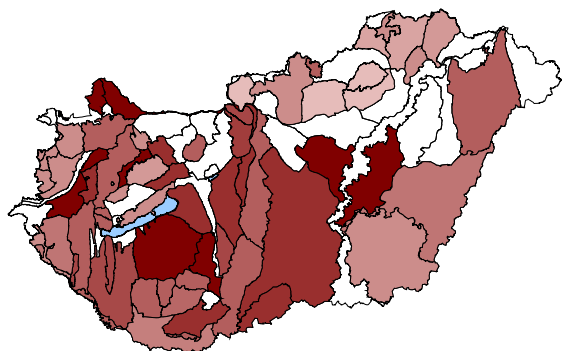
4. ábra: Szeder



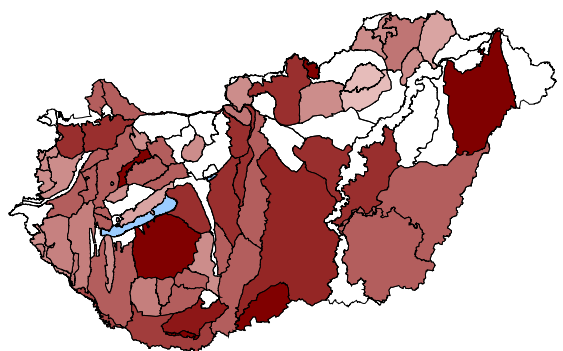
5. ábra: Sarjhajtások



6. ábra: Akác, mint gyomnövény



7. ábra: Bálványfa



8. ábra: Parlagfű

A térképeken alkalmazott színskála:



KÜLÖNBÖZŐ MEGVILÁGÍTOTSÁGÚ MINTATERÜLETEKEN FÉNYCSAPDÁVAL BEFOGOTT LEPKÉK ÖSSZEHASONLÍTÓ ÉRTÉKELÉSE

PINTÉRNÉ NAGY EDIT, HORVÁTH BÁLINT

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelés és Erdővédelmi Intézet, Sopron
epinter@emk.nyme.hu

Bevezetés

Egyes megfigyelések szerint a lepkék és más éjjel repülő rovarok száma az éjszaka világító mesterséges fényforrások megnövekedett arányának hatására csökkent. A városok közelében a lepkepopulációk egyedszáma sokkal kisebb, mint 30-40 évvel ezelőtt (NOWINSZKY 2007). Számos kutatás számol be különböző fényforrásokkal végzett fénycsapdázás eredményeiről. NOWINSZKY és EKK (1996) azt vizsgálta, hogy vannak-e kizárólag normál vagy UV csapdára gyűjthető *Macrolepidoptera* fajok, továbbá fajonként és családonként szignifikánsan eltér-e a két csapdatípus fogása. MÉSZÁROS (1966) normál és UV fényforrással begyűjtött *Microlepidoptera* fajok fogási eredményeit hasonlította össze. BÜRGÉS és mtsai (1976) a szelídgesztenye terméskártevőinek rajzása során az eltérő fényforrással üzemelő fénycsapdák gyűjtési eredményeket hasonlították össze. Célunk a különböző mértékben megvilágított mintaterületeken fénycsapdával gyűjtött lepkék egyedszámának meghatározása, továbbá összefüggés keresése statisztikai módszerrel a különböző fényforrás típusok és az eltérő megvilágítottságú mintaterületek között.

Vizsgálati módszer

A vizsgálat során három, eltérő mértékben fényszennyezett mintaterületet választottunk ki Sopronban és környékén.

1. természetközeli állapotú (legkevésbé fényszennyezett) mintaterület: Soproni – hegyvidék, Hidegvíz-völgy (HV).
2. átmeneti terület (itt már megjelennek a mesterséges fények) mintaterület: Sopron kertvárosi része (KV).
3. városi (erősen fényszennyezett) mintaterület: Sopron központi része, Kurucz-domb, meteorológiai állomás (KD).

A vizsgálathoz Jermy-típusú fénycsapdákat használtunk, melyeket három különböző spektrális összetételű fényforrással üzemeltettünk. Ezek a következők: kompakt fénycső, nátriumgőzös izzó (Na) és a kevert fényű (HMLI) izzó. A mintagyűjtés 2012 és 2013 évben történt, három hónapon keresztül - júniustól szeptember 1-ig - a holdfázisokhoz igazított napokon (1. táblázat). Egy mintavétel 3 egymást követő napon történt és a különböző fényforrásokat forgószínpad szerűen váltottuk a mintaterületek között. A begyűjtött lepkék egyedeit megszámláltuk és dokumentáltuk időpont, helyszín és fényforrás szerint.

1. táblázat: A fénycsapdázás időpontjai

	június	július	augusztus	szeptember
2012.	10,11,12,	2,3,4,10,12	7,8,9,16	1
	18,19,20	17,18,19	17,18,23	
	26,27,28	26,27,28	24,25,30,31	
2013.	7,8,9,15,	1,7,8,9,15	5,6,7,13,14	
	16,17,22	16,17,28,29	15,21,22,23	
	23,24,29	30		
	30			

Az eredmények kiértékelése során az egyes mintaterületeket és a tesztelt fényforrásokat hasonlítottuk össze F-próbával, a megfigyelt nagylepkék egyedszáma alapján. Az összehasonlítást a gyűjtött minták szórásértékein végeztük, $p < 0,05$ szignifikancia szint mellett.

Eredmények

A vizsgálat során összesen 10144 éjszakai nagylepke egyedet detektáltunk. A különböző spektrális összetételű fényforrások közül a kevert fénytípus (HMLI) vonzotta a legnagyobb egyedszámú lepkét (4428 egyed), ezt követte a nátriumgőzös (Na) izzó (3432 egyed) és a kompakt fénycső (2284 egyed). A mintaterületek közül elvárásainknak megfelelően a természetközeli állapotú területen figyeltük meg a legmagasabb egyedszámot (6720 egyed). A statisztikai kiértékelések alapján 9 esetben tapasztaltunk szignifikáns különbséget a mintaterületek és a fényforrás típusok között. A természetközeli és a városi mintaterületen nem volt számottevő különbség a tesztelt fényforrások összehasonlítása során. Az átmeneti jellegű mintaterületen a Na és HMLI, illetve a HMLI és kompakt fényforrások (2. táblázat) által gyűjtött minta különbözött szignifikánsan.

2. táblázat: A különböző fényforrás típusok összehasonlításának eredményei az egyes mintaterületeken ($p < 0,05$ szignifikancia szint mellett)

Mintaterület	Fényforrás		p érték
természetközeli	Na	HMLI	0,915
természetközeli	Na	kompakt	0,403
természetközeli	HMLI	kompakt	0,311
átmeneti	Na	HMLI	0,008
átmeneti	Na	kompakt	0,345
átmeneti	HMLI	kompakt	0,003
városi	Na	HMLI	0,156
városi	Na	kompakt	0,349
városi	HMLI	kompakt	0,079

Azonos típusú fényforrások mellett a természetközeli állapotú mintaterület minden esetben szignifikánsan különbözött a további vizsgálati területektől. A városi és átmeneti jellegű mintaterületek között nem találtunk szignifikáns különbséget (3. táblázat).

3. táblázat: Az egyes mintaterületek összehasonlításának eredményei azonos típusú fényforrás használatával (p<0,05 szignifikancia szint mellett).

Fényforrás	Mintaterület		p érték
Na	természetközeli	városi	0,045
Na	természetközeli	átmeneti	0,036
Na	átmeneti	városi	0,357
HMLI	természetközeli	városi	0,036
HMLI	természetközeli	átmeneti	0,049
HMLI	átmeneti	városi	0,615
kompakt	természetközeli	városi	<0,001
kompakt	természetközeli	átmeneti	<0,001
kompakt	átmeneti	városi	0,805

Vizsgálataink alátámasztották elvárásainkat, miszerint a természetközeli, kevésbé fényszennyezett területen magasabb volt a megfigyelt éjszakai nagylepkék egyedszáma. Ez minden bizonnyal nem csak a mesterséges éjszakai háttérfénnyel függ össze, hanem a tápnövényként szolgáló növényfajok magasabb számával és denzitásával. A fényszennyezés pontosabb hatásának megállapításához további vizsgálatok szükségesek.

Összefoglalás

Munkánk során különböző hullámhosszú fényforrásokat hasonlítottunk össze természetközeli állapotú, átmeneti jellegű és városi mintaterületeken. A vizsgálathoz Jermy-típusú fénycsapdát használtunk. A gyűjtött mintákat az éjszakai nagylepkék egyedszáma alapján értékeltük ki. Megfigyeléseink szerint a természetközeli állapotú mintaterületen magasabb volt az éjszakai lepkék egyedszáma, mint a további mintavételi helyeken. Emellett összehasonlítottuk az egyes mintaterületeket is azonos típusú fényforrás mellett, mely alapján a természetközeli terület minden esetben különbözött a többi mintaterülettől. Eredményeinket számos tényező befolyásolhatta, melyek vizsgálatától jelen munkában eltekinttünk.

Felhasznált irodalom

- BÜRGÉS GY., GÁL J. ÉS EKE K. (1976): A szelídgesztenye és tölgytermés kártevőinek előrejelzése. - *Az Erdő* 25(2): 73–76.
- MÉSZÁROS Z. (1966): Normál és ultraviola fénycsapdák Microlepidoptera anyagának összehasonlítása. - *Folia Entomologica Hungarica* 19(3): 109–133.
- NOWINSZKY L. ÉS EKK I. (1996): Normál és UV fénycsapdák Macrolepidoptera anyagának összehasonlítása. - *Növényvédelem* 32(11): 557–567.
- NOWINSZKY L. (2007): A Jermy-típusú fénycsapda gyűjtési távolsága fényszennyezett környezetben. - *Növényvédelem* 43(1): 31-36.

KÜLÖNBÖZŐ SZÁRMAZÁSÚ TÖLGY CSEMETÉK AKNA- ÉS GUBACSKÉPZŐ ROVAREGYÜTTÉSE

VÁRADI MELINDA, TAKÁCS VIOLETTA, TUBA KATALIN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
vmelinda@emk.nyme.hu

Bevezetés

A honos tölgyfajok a magyar erdőgazdálkodás szempontjából kiemelkedő szereppel bírnak, nemcsak a közvetlen gazdasági értékeiket, hanem az ökológiai súlyukat tekintve is. Hazánk éghajlati, földrajzi adottságai tették lehetővé, hogy meglehetősen nagy területarányal (8,7%) büszkélkedhetnek Magyarországon. Jó minőségű, értékes faanyaguk miatt gazdasági szerepük is kiemelt (KOLOSZÁR 2010). Domináns fajok, melyek jellegzetes tulajdonságaikkal és komplex közösségi szintű interakcióikkal képesek stabilizálni a rajtuk kialakuló, illetve a hozzájuk kapcsolódó közösségeket.

Természetes erdeink igen gyakori fafajairól van szó, ökológiai szempontból kulcsfajoknak, az erdei életközösségek egy igen fontos építőköveinek tekinthetők. A magyar faunában előforduló ízeltlábúak közül mintegy 300 faj köthető valamilyen *Quercus* fajhoz. CSÓKA (1998) szerint a *Q. robur* tartja el az egyik leggazdagabb fajegyüttest. Egy-egy ilyen domináns, alapító fafaj és a kapcsolódó közösségek megismerése, megértése fontos szerepet tölt be a genetikai diverzitás megőrzésében, a természetvédelmi, erdősítési és rehabilitációs ökológiai szempontok kialakításában.

Azt, hogy az egyes tápnövényen hányféle aknázó fordul elő, több tényező együttes hatása dönti el. A legfontosabb tényező az adott faj elterjedési területének nagysága, de nem hagyható figyelmen kívül a taxonómiai elszigeteltség sem. Ebből következik, hogy azon növényfajok aknázó faunája a gazdagabb, amelyek nagyobb elterjedési területtel és sok közeli rokonnal rendelkeznek (CSÓKA 2003). Az aknakészítő rovar és az aknázott növény között változatos kölcsönhatások figyelhetők meg.

Világszerte a Cinipida gubacsdarazsak csoportján (*Hymenoptera, Cynipidae*) belül 41 nemzetség, mintegy 900-1000 faja köthető valamilyen *Quercus* nemzetségbe tartozó fafajhoz (STONE és mtsai 2002). Több tanulmány bizonyította, hogy egy nagyobb elterjedésű területhez köthető tölgyfaj nagyobb fajgazdagságú Cinipida gubacsközösséget képes eltartani (CORNELL és WASHBURN 1979). Ezzel együtt viszont ezeknek a gubacsdarazsaknak a többsége nagyfokú érzékenységgel reagál a gazdanövények hibridizációjára, azonban ennek pontos mechanizmusát, kiváltó okát, illetve összefüggéseit még nem tárták fel (BOECKLEN és SPELLENBERG 1990).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a bejegyertyánosi csemetekertben kialakított kísérleti területen végeztük. Itt 2008-ban, Magyarországon, Franciaországban és Skóciában gyűjtött makkból nevelt kocsányos tölgy (*Quercus robur*) csemetéket ültettünk el, meghatározott mintázat szerint. Az elrendezés kétismétléses volt, 1-1 blokk 15-15 parcellából állt és 1-1 parcella 12 egyedet tartalmazott. Így összességében 144 magyar, 144 francia és 72 skót csemete kiültetésére került sor.

Az egyes parcellák kialakítása különböző típusokban valósult meg, vagyis aszerint hogy hány anyafától származó egyed alkotta őket, megkülönböztethetünk egy-, kettő-, illetve négycsaládos parcellákat. Kísérletünk során a 2012-es vegetációs időszakban vizsgáltuk az akkor 5. éves tölgycsemeték akna- és gubacsképző rovaregyüttesét, valamint egyes fenotípusos tulajdonságait (magasság, levélszám).

*Eredmények*Aknázók

A felvételezések során a skót, magyar és a francia származásokon összesen 12 levélaknázó fajt sikerült elkülöníteni (1. táblázat). A vizsgált fajok összesen 6 családból kerültek ki, melyek a *Gracillariidae*, *Tischeriidae*, *Nepticuliidae*, *Bucculatricidae*, *Tenthredinidae* és a *Curculionidae*. Az érközi aknát (*Caloptilia alchimiella*, *Ectoedemia subbimaculella*, *Ectoedemia heringi*) együtt kezeltük a terepi elkülönítési nehézségek miatt.

Legjelentősebb aknázónak mindhárom származáson a *Tischeria ekebladella* mutatkozott, mindemellett a legtöbb aknát a magyar származáson képezte. A *Phyllonorycter messaniella* szintén mindhárom származásnál jelentős volt, de a magyar származáson lényegesen kisebb arányban fordult elő, mint a másik kettőn. A felvételezés során megjelent 12 levélaknázó faj közül a *Rhynchaenus quercus* csak a skót egyedeken nem képzett aknát, a magyar és francia származásokon kisebb arányban volt megfigyelhető.

1. táblázat: Akna- és gubacsképző fajok megoszlása a különböző származásokon

Aknázók				Gubacsok			
	Magyar	Francia	Skót		Magyar	Francia	Skót
	%				%		
<i>Phyllonorycter heegeriella</i>	0,0	0,2	0,1	<i>Andricus anthracina</i>	10,1	0,3	0,3
<i>Acrocerops brongniardella</i>	0,4	1,0	0,4	<i>Andricus aries</i>	0,5	1,1	0,0
<i>Bucculatrix ulmella</i>	1,0	0,7	3,7	<i>Andricus foecundatrix</i>	0,0	0,8	0,6
<i>Phyllonorycter roboris</i>	2,5	1,8	2,7	<i>Andricus gemmeus</i>	0,3	4,6	0,8
<i>Phyllonorycter messaniella</i>	18,8	24,8	26,3	<i>Andricus hungaricus</i>	0,4	0,5	0,0
<i>Profenusa pygmaea</i>	1,6	1,8	0,8	<i>Andricus inflator</i>	0,0	1,0	0,8
<i>Stigmella spp.</i>	7,7	9,1	9,0	<i>Andricus kollari</i>	0,5	10,8	5,9
<i>Tischeria decidua</i>	0,0	0,2	0,2	<i>Andricus lignicolus</i>	0,9	32,0	20,6
<i>Tischeria dodonaea</i>	0,2	0,3	0,9	<i>Andricus lucidus</i>	0,0	0,0	0,3
<i>Tischeria ekebladella</i>	58,7	48,0	44,8	<i>Andricus polycerus</i>	2,7	16,1	18,4
<i>Érközi aknák</i>	2,3	3,6	4,2	<i>Andricus solitarius</i>	0,0	0,8	0,0
<i>Rhynchaenus quercus</i>	0,3	0,2	0,3	<i>Biorhiza pallida</i>	6,9	1,0	20,3
<i>Phyllonorycter harrisella</i>	6,2	7,4	6,1	<i>Cynips divisa</i>	19,8	0,6	1,1
<i>Phyllonorycter quercifoliell</i>	0,4	1,0	0,8	<i>Cynips longiventris</i>	0,0	0,1	0,0
				<i>Neuroterus anthracinus</i>	0,0	2,7	0,0
				<i>Neuroterus numismalis</i>	0,0	8,2	1,7
				<i>Neuroterus quercusbacca</i>	57,8	19,4	29,1

Gubacsok

A vizsgálati időszak során összesen 17 gubacsokozót azonosítottunk be a területen, melyek kivétel nélkül a gubacsdarazsak (*Hymenoptera*, *Cynipidae*) családjába tartoztak. A vizsgált fajok összesen négy nemzetségből kerültek ki. Mivel az *Andricus* és *Biorhiza* gubacsdarazsak rügygubacsokat hoztak létre, a *Cynips* és *Neuroterus* fajok gubacsai pedig kivétel nélkül a leveleken és hajtásokon jelentek meg, az egyes nemzetségek megoszlása erősen determinálta a rügy és hajtásgubacsok arányát a származásokon. E tekintetben a hazai és a két idegen tölgy populáció adatai jelentős eltávolodást mutattak, hiszen magyar genotípusokon majdnem 90%-ban levélgubacsok képződtek, míg a skót és francia származásokon, a rügyeken képződő gubacstípusok voltak kétharmados többségben.

A fajok 94%-ban francia tölgy csemétét választottak gazdanövényül, ami azt jelentette, hogy a 17 fajból mindössze az *Andricus lucidus* süngubacsát nem találtuk meg a francia parcellákon. Ehhez képest a magyar populációkon csupán a fajok 58%-a telepedett meg, ami egyben azt is jelentette, hogy a rajtuk talált gubacstípusok mindegyike alkotója volt a

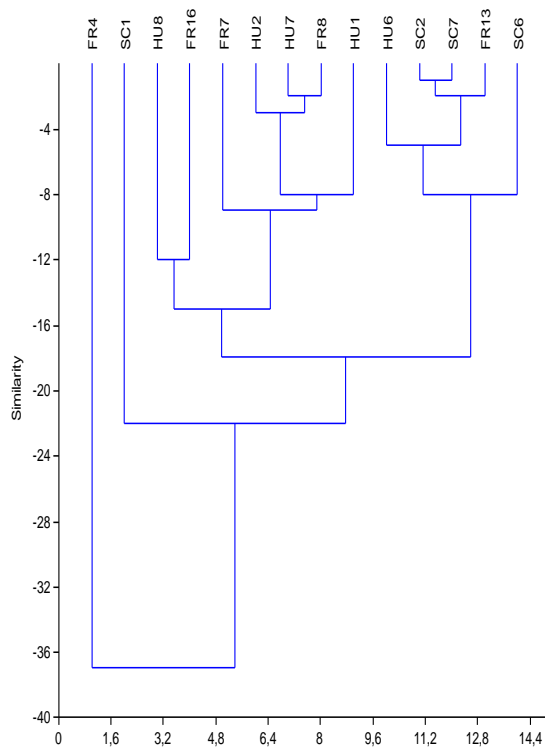
francia és/vagy skót származások gubacsközösségeinek is. A skót genotípusokat – a fajok számát tekintve – a két szélsőérték közötti átlagos arányszám jellemezte.

Cluster-analízis

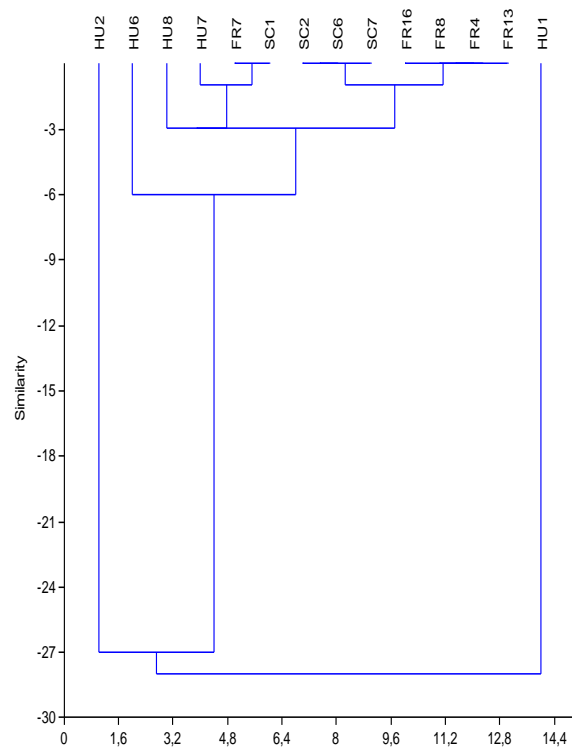
A cluster-analízis eredményei a három származás határozott különválását mutatja a rajtuk kialakuló gubacsegyüttesek tekintetében (2. ábra). A parcellák 1, 2 és 4 családos voltak, valamint a családok egyezését tekintve a parcellákon kialakult gubacsdarázs közösségek a parcellákat alkotó egyedek rokonsági kapcsolatait is nagymertekben visszatükrözik.

Ezzel ellentétben az aknázók nem mutattak hasonló mintázatot az azonos származásokkal (1. ábra), vagyis a feltételezhetően hasonlóbb genetikai hátterű csemetéken. Az aknák alapján a csemeték inkább a kontinensről, illetve a szigetről való származáson alapuló elválást mutatnak.

Ezek alapján úgy tűnik, hogy a kocsányos tölgyön élő gubacsképzők szorosabban kötődnek a tápnövényükhöz, mint ugyan ezen faj aknázói.



1. ábra: Az Euklideszi szimilaritáson alapuló cluster-analízis dendrogramja az aknázókra vonatkozóan



2. ábra: Az Euklideszi szimilaritáson alapuló cluster-analízis dendrogramja a gubacsképzőkre vonatkozóan

Összefoglalás

Mind az aknázók, mind a gubacsképzők gazdag közösségeket alakítottak ki a mintafákon. A rovarfajokra vonatkozóan három csoport alakítható ki: egy általános, magas egyedszámban előforduló; egy korlátozottabb körben, alacsonyabb egyedszámokkal jellemezhető; valamint egy határozottan származáshoz köthető.

Az elvégzett cluster-analízisek eredményei a három származás határozott különválását mutatja a megvizsgált fenotípusos tulajdonságok és a rajtuk kialakuló rovarégyüttesek alapján. Eredményeink rámutattak arra, hogy az ilyen fiatal kocsányos tölgyek

származásának és egyes fenotípusos tulajdonságainak hatása a rajtuk kialakuló akna- és gubacs képző közösségekre meghatározó jelentőségű.

Felhasznált irodalom

- BOECKLEN, W. J. AND SPELLENBERG, R. (1990): Structure of herbivore communities in 2 oak (*Quercus* spp.) hybrid zones. *Oecologia* 85:92–100.
- CORNELL, H. V. AND WASHBURN, J. O. (1979): Evolution of the richness area correlation for cynipid gallwasps on oak trees. A comparison of two geographic areas. *Evolution* 33:257.
- CSÓKA GY. (1998): A Magyarországon honos tölgyek herbivor rovaregyüttese. *Erdészeti Kutatások* 88: 311-318.
- CSÓKA, GY. (2003): Levélaknák és levélaknázók. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest.
- KOLOSZÁR J. (2010): Erdőismerettan. Egyetemi Jegyzet. Lóvér Print Nyomda, Sopron.
- STONE, G.N.; SCHÖNROGGE, K.; ATKINSON, R.J.; BELLIDO, D. AND PUJADE-VILLAR, J. (2002): The Population Biology of Oak Gall Wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology* 47, 633-668.

MŰSZAKI-GEOINFORMATIKAI SZEKCIÓ

- 1. BROLLY GÁBOR, KIRÁLY GÉZA:** Borítottfelszín-modellek (DSM) előállítására légi lézeres letapogatási adatok másodfokú felületelemekkel történő approximációjával
- 2. BROLLY GÁBOR, KIRÁLY GÉZA, EREDICS ATTILA:** Erdei talajfelszín megvilágításának térképezése lézeres letapogatás alapján
- 3. CSÁKI PÉTER, KALICZ PÉTER, BROLLY GÁBOR BÉLA, CZIMBER KORNÉL, GRIBOVSKI ZOLTÁN:** Aktuális párolgás térképek felhasználása térben osztott éghajlat lefolyás modellek készítésére Zala megye példáján
- 4. FACSKÓ FERENC:** Az erdőgazdaságok informatikai ellátottságának szintje és a fejlesztések mérlege
- 5. HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ:** Többműveletes fakitermelő gépek – harveszterek – csoportosítása
- 6. KIRÁLY GÉZA, BROLLY GÁBOR:** Faállomány-jellemzők légi lézeres letapogatás alapján történő meghatározása a szigetköz példáján keresztül
- 7. KISFALUDI BALÁZS, MARKÓ GERGELY, PRIMUSZ PÉTER, PÉTERFALVI JÓZSEF:** Erdészeti utak forgalmának meghatározása forgalomszámláló rendszer segítségével
- 8. KRAUSZ EDINA, SALÁTA DÉNES, PETŐ ÁKOS, BIDLÓ ANDRÁS:** Perkáta - Forrás-dűlő központi bronzkori földvár és környékének tájtörténeti vizsgálata
- 9. MAJOR TAMÁS:** Talajművelő szerszám numerikus analízise
- 10. MOLNÁR DÉNES, BAZSÓ TAMÁS, FRANK NORBERT, FÁBIÁN FERENC:** Vegyeskorú erdőben végzett teljes faállomány-felvétel Field-Map rendszer alkalmazásával
- 11. NASZÁDOS ANNA, BELÉNYESI MÁRTA, S.-FALUSI ESZTER, TAKÁCS GÁBOR:** Élőhely-térképezés távérzékeléses módszerekkel a Nyirkai-Hany területén
- 12. PALOCZ-ANDRESEN MIHÁLY, VARGA TÜNDE:** Interaktív nemzetközi oktatási-tudományos könyv megalkotása a környezet- és a klímavédelem terén
- 13. PÉTERFALVI JÓZSEF, MARKÓ GERGELY, PRIMUSZ PÉTER, KISFALUDI BALÁZS:** Erdészeti Útügyi Információs Rendszer

BORÍTOTTFELSZÍN-MODELLEK (DSM) ELŐÁLLÍTÁSA LÉGI LÉZERES LETAPOGATÁSI ADATOK MÁSODFOKÚ FELÜLETELEMekkel TÖRTÉNŐ APPROXIMÁCIÓJÁVAL

BROLLY GÁBOR, KIRÁLY GÉZA

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vizgazdálkodási Intézet, Sopron
gbrolly@emk.nyme.hu

Bevezetés

A borítottfelszín-modellek (Digital Surface Models: DSM) olyan felületmodellek, amelyek a földfelszínen található tereptárgyak vagy vegetáció magasságát egy geodéziai alapfelülethez viszonyítva írják le. Szabad földfelszínen a borítottfelszín-modellek és a domborzatmodellek által tárolt magasságok azonosak. A borítottfelszín-modellek előállítása légi- és űrfelvételek, lézeres felmérések, valamint radarképek alapján történhet. A légi lézeres letapogatás a lombkoronák felszínéről nagy pontosságú, nagy mintavételi sűrűségű térbeli koordinátákat szolgáltat, ami az erdészeti gyakorlat igényeinek is megfelelő; részletes és pontos felületmodellek előállítását teszi lehetővé (HYYPÄ *et al.* 2004).

Az erdőterületekről készített borítottfelszín-modellek és a belőlük levezetett magassági modellek az állományrészek térképi lehatárolásához, valamint a faállományok magasságának becsléséhez nyújtanak segítséget (BROLLY *et al.* 2009). Igen részletes borítottfelszín-modellek alapján a faegyedek koronaméretei és magassága is meghatározható (POPESCU *et al.* 2003). A felső lombkoronaszint magasságát leíró felületmodell a lombkoronák legmagasabb pontjainak közbesítésével jön létre. A legmagasabb pontok kiválasztására és a közbesítés módszerére nézve számos megoldás létezik. KIRÁLY *et al.* (2012) összehasonlító vizsgálata rámutatott, hogy a pontok másodfokú felületelemekkel történő approximációjával („Moving paraboloid” módszer) előállított borítottfelszín-modellek mind a faegyedek elkülönítésére, mind magasságuk becslésére jól felhasználhatók.

Hamarosan felmerült az igény, hogy a vizsgálati célra megírt algoritmus üzemi méretű területen is alkalmazható legyen, ami a korábban készített eljárásunkon további fejlesztéseket tett szükségessé. Ezek köre kiterjedt a nagyobb adatállományok kezelését célzó memóriagazdálkodás javítására, a feldolgozási időt csökkentő térbeli lekérdezések optimalizálására, az adathiányos területek kezelésére, valamint a felosztott munkaterületek támogatására. A tanulmány ismerteti az alkalmazás továbbfejlesztett változatának lehetőségeit, valamint egy újabb példát mutat az előállított felületmodellek erdészeti célú felhasználására.

A kifejlesztett alkalmazás bemutatása

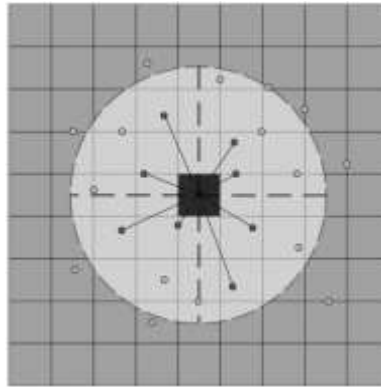
Az eljárás elsősorban faállományok borítottfelszín-modelljének előállítására készült. A fejlesztők célja, hogy az alkalmazással készített modellek a gyakorlat számára is alkalmasak legyenek a következő feladatok támogatására:

1. Általános adatsűrűségű felmérésnél (≤ 10 pont/m²)
 - 1.1 Faállományhatárok térképezése
 - 1.2 Állományrészek elkülönítése
2. Nagy adatsűrűségű felmérésnél (> 10 pont/m²)
 - 2.1. Idős állományokban a felső szintben található koronák egyedi lehatárolása
 - 2.2. A lehatárolt egyedek magasságának becslése.

Az eljárás grid alapú feldolgozással tetszőleges térbeli felbontású raszteres felületmodellt állít elő. A cellaközéppontok magassági értékei a környezetükben található mérési koordinátákra

illesztett felületelemek segítségével kerülnek kiszámításra. Az eljárás a lokális felületi elemek illesztése előtt kiszűri azokat a mérési pontokat, amelyek nagy valószínűséggel a lombkoronaszint felszínéről verődtek vissza.

A forrásadat szöveges formátumú, osztályozatlan térbeli koordinátahalmaz, azaz mind a vegetációról, mind a terepről mért pontokat tartalmazza. Többszörös visszaverődések rögzítése esetén az első visszaverődés adatainak leválogatása csökkenti a felületmodell magassági torzítását. A függvény illesztéséhez felhasznált pontokat a számítandó cellához viszonyított irányuk alapján a koordinátatengelyekkel párhuzamos síknegyedekbe soroljuk. A síknegyedekre vonatkozó minimális pontszám paraméterként megadható, biztosítva, hogy felületelem szabálytalan térbeli ponteloszlás esetén is minden irányban illeszkedjen az adatpontokra. Ez segít elkerülni az extrapolációt, ami gyakran lehet kiugró hibák forrása (1. ábra).



1. ábra: Az adatpontok kiválasztási szabálya a felületelem illesztéséhez

A pontok magassága alapján végzett szűrés biztosítja, hogy a felület szorosan illeszkedjen a lombkorona legmagasabb pontjaira, vagyis ne húzzák le a törzsről és az alsó ágakról visszaverődött pontok. A szűrés adaptív küszöböléssel történik, amelynek első lépésében kiszámoljuk a cellaközéppont környezetében található pontok magasságának m átlagát és sd szórását. A felület illesztésében csak azok a pontok vesznek részt, amelyek h magasságára teljesül, hogy $h \geq m - sd$.

A felületelemeket legfeljebb másodfokú polinom írja le, ami a $C(x_c, y_c)$ koordinátájú cellaközéppont h_c magasságát az alábbi formulával számítja:

$$h_c = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{n-i} a_{ij} \cdot x_c^i \cdot y_c^j$$

ahol $n \in \{1, 2\}$ a polinom fokszámát jelöli, míg $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} \\ a_{10} & a_{11} & 0 \\ a_{20} & 0 & 0 \end{pmatrix}$ az együtthatók mátrixa.

Elsőfokú felület esetén minimálisan három, másodfokú esetén hat adatpont szükséges az együtthatók kiszámításához. Ekkor a felület valamennyi pontot tartalmazza. Ha az adatpontok száma több (főlös adatok), az egyenletrendszer túlhatározott lesz, és a feladat kiegyenlítéssel oldható meg. A kiegyenlítést a legkisebb négyzetek módszere alapján végezzük el, amelynek célfüggvénye:

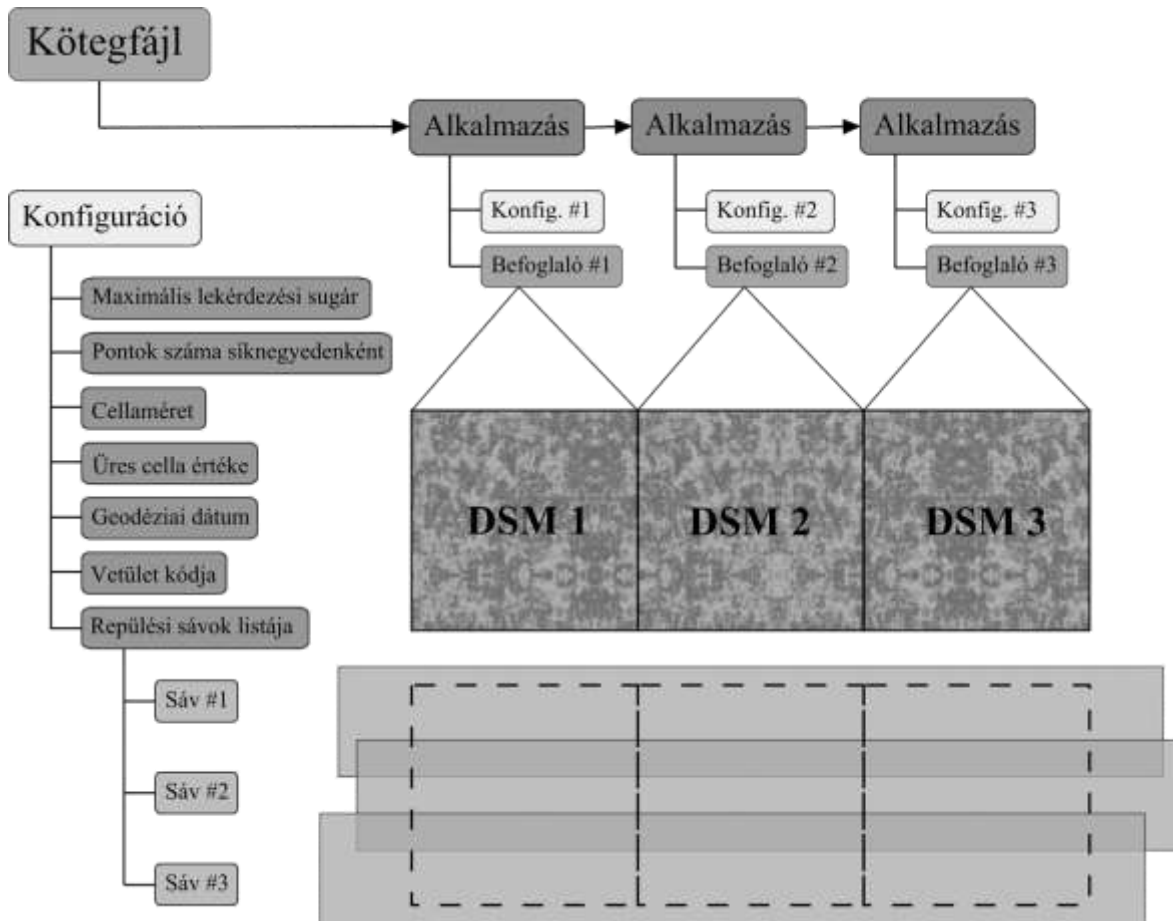
$$\sum_{k=1}^N (h_c - h_k)^2 = MIN$$

ahol N a felület illesztésébe bevont adatpontok száma, h_k a k -ik adatpont magassága, h_c a cellaközéppont számítandó magassága. A kiegyenlítéssel meghatározott felület illeszkedni fog

az adatpontokra, de nem feltétlenül tartalmazza őket. A fölős adatokkal történő kiegyenlítés simább lefutású modellt eredményez, és csökkenti az esetleges durva hibával terhelt mérések hatását.

A másodfokú felületek előnye – a gyakorlatban elterjedtebb síkkal történő approximációval szemben – hogy azonos számú adatpont esetén rendszerint jobban követik a pontok magassági változását. Erdei környezetben ennek előnye abban mutatkozik meg, hogy a felület a fák csúcсарól visszaverődött pontokat jobban megközelíti, ami pontosabb magasságbecslést tesz lehetővé. A fakoronák felszínét a görbült felületek szintén jobban követik, ami a koronák elkülöníthetőségének kedvez.

A légi lézeres letapogatások során előállt nagy adatmennyiség a munkaterület kisebb szelvényekre osztásával (tiling) kezelhető. A szelvények adataiból előállított modellek magassági lépcső, valamint hézag- és átfedés-mentesen kapcsolódnak egymáshoz. Ezzel az eljárással tetszőleges méretű felmérési terület borítottfelszín-mozaikja elkészíthető. Az eljárás ANSI C programnyelven írt konzolos alkalmazás formájában áll rendelkezésre. A modellek létrehozása nagy területű felmérések esetén köteget feldolgozással valósítható meg. Minden számítási egység külön paramétereztető, ami változó felszínborítású munkaterületen lehetővé teszi a modell számítási beállításainak optimalizálását (2. ábra).



2. ábra: Nagy kiterjedésű modellek előállításának koncepciója

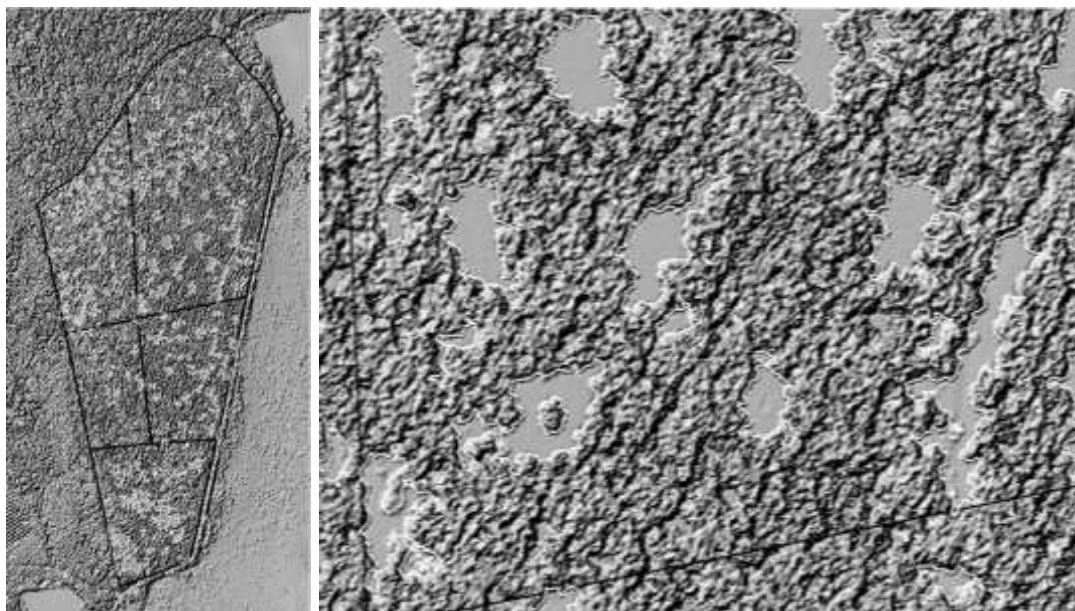
Alkalmazási példa – záródáshiányos területek térképezése

A Sopron 80 erdőtag beleesik a Tanulmányi Állami Erdőgazdaság Zrt (TÁEG) által Dalos-hegyi átalakító tömbbe, azon belül ezt a tagot teljes egészében szálalóvágásra tervezték. A tag egyes részleteiben 2007-től kezdték meg a lécek kialakítását.

A területet a ChangeHabitats2 (<http://www.changehabitats.eu/>) projekt keretében mérte fel a Riegl GmbH, 2011.07.12-én lombos, majd 2012.03.26-án lombtalan állapotban (<http://als.nyme.hu/>). Jelen példa során a lombtalan adatokat használtuk fel.

A digitális domborzatmodell előállítására a teljes jelalakos (Full Waveform) adatok előszűrése után a SCOP++ program hierarchikus robosztus interpolációját használtuk (KIRÁLY *et al.* 2012).

A borítottfelszín-modellt a jelen tanulmányban részletezett „Moving paraboloid” módszerrel állítottuk elő. A záródáshiányos területek térképezéséhez a borítottfelszín-modell és a domborzatmodell különbségeként előállított magassági modellt használtuk fel. Azokon a területeken, ahol a faállomány magassági modellje nem érte el a két métert, záródás-hiányt (léket) azonosítottunk. A magassági modellt, és annak kinagyított részletét a 3. ábra mutatja.



3. ábra: A lécek elhelyezkedése a Sopron 80 erdőtagban, valamint a térkép egy részlete

A Sopron 80 tag erdőrészeinek (A, B, C, D és E erdőrészlet) összes területe 41,6 ha, amelyből 6,7 ha a záródáshiányos terület. Az ezek alapján meghatározott záródás 83,9%, szemben az üzemtervi 75,4%-kal.

A záródáshiányos területek közül 245 darab 50 m²-nél nagyobb területű lék található a tagban, a fenti ábrán látható megoszlásban (3. ábra). Ezeknek a léceknek az átlagos mérete ~180 m², szórása 287 m², tehát a lécek területe igen tág határok között mozog. A lécek alakjának az elemzése még számos további lehetőséget is tartalmaz. Például az előző statisztikában a legnagyobb lékméret több mint 3000 m²-es volt, ugyanakkor geoinformatikai elemzések sorozatával, azaz befelé, majd kifelé pufferralással és alakelemzéssel, a szabálytalan alakú lékben több kisebb, önállóan kezelhető rész határolható le. Természetesen a geoinformatikai elemzések paraméterezésével tovább finomíthatóak az eredmények, bár az egyes szakterületek még elvi szinten sincsenek teljes egyetértésben a lék definíciójával.

Összefoglalás

A tanulmányban bemutatott eljárást légi lézeres letapogatás adatainak feldolgozására terveztük azzal a céllal, hogy lehetővé tegye nagyméretű, elsősorban erdővel fedett területek borítottfelszín-modelljének előállítását. Az eljárás a lombkorona pontjainak leválogatását a szomszédos koordináták magasságkülönbsége alapján végzi, majd a kiválasztott pontokra legfeljebb másodfokú, approximáló felületet illeszt. A lombkorona modellje a felmérés pontsűrűségétől függően alkalmas a faállományok vagy egyesfák koronájának lehatárolására, illetve folyamatos borítású erdőkben hatékonyan segíti a záródás pontos meghatározását és a lécek térképezését.

Felhasznált irodalom

- BROLLY G., KIRÁLY G., MÁRKUS I. (2009): Magassági modellek előállítása távérzékelési eljárásokkal. *Geomatikai közlemények*, 12, 291-301.
- HYYPÄ J., HYYPÄ H., LITKEY P., YU X. (2004): Algorithms and methods of airborne laser-scanning for forest measurements. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 36 (8/W2): 82-89
- KIRÁLY G., BROLLY G., BURAI P. (2012): Tree Height and Species Estimation Methods for Airborne Laser Scanning in a Forest Reserve. *Proceedings of Conference SilviLaser 2012*. Vancouver, Canada 16-19. 09. 2012. 260-270
- POPESCU S., WYNNE R., NELSON R. (2003): Measuring individual tree crown diameter with lidar and assessing its influence on estimating forest volume and biomass. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29(5): 564-577.

ERDEI TALAJFELSZÍN MEGVILÁGÍTÁSÁNAK TÉRKÉPEZÉSE LÉZERES LETAPOGATÁS ALAPJÁN

BROLLY GÁBOR¹, KIRÁLY GÉZA¹, EREDICS ATTILA²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
gbrolly@emk.nyme.hu

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron

Bevezetés

Az erdei talajfelszín fényviszonyai döntő jelentőségűek az újulati szintben található csemeték növekedése szempontjából. A talajfelszíni fényviszonyok térbeli eloszlását számos tényező befolyásolja, így a Nap helyzete, a légkör, a domborzat, valamint a faállomány záródása és fenológiai állapota. Természetes erdőfelújításokban, szálalásban a záródás különböző módon történő csökkentésével – például lékek nyitásával – biztosítható többletfény az újulat számára. A léken belül uralkodó fényviszonyok nemcsak az újulat növekedése, de a konkurens vegetáció terjedése szempontjából is fontos környezeti tényező.

A lékekbe jutó fény mennyiségi mintázatát távérzékelési eljárások adatai alapján többen megpróbálták leírni. CANHAM (1988) a lékek peremét halszemoptikával készített felvételeken azonosította, majd a lék jellemző pontjaiban a direkt és szórt sugárzás arányából származtatott indexszel jellemezte a fényviszonyokat. A lézeres letapogatás különösen ígéretes a fényviszonyok leírása céljára, mivel lehetővé teszi a faállomány-szerkezet térbeli rekonstrukcióját. GATZIOLIS (2012) légi lézeres letapogatás adatai alapján készített modellt a lombkoronaszintről, és a sugárkövetés módszerét alkalmazva nemcsak pontszerű méréseket, hanem az egész munkaterületre kiterjedő térképet készített a közvetlen megvilágítás időtartamának térbeli eloszlásáról. A légi lézeres letapogatás adatsűrűsége azonban általában már nem elégséges a fényviszonyok részletesebb, lékeken belüli térbeli jellemzésére. A földi lézeres letapogatás egyesíti a nagy adatsűrűség és a térbeli adatgyűjtés előnyeit, így ígéretes eszköze egy olyan vizsgálatnak, ami a léken belüli környezeti paramétereket nagy térbeli felbontásban, a felújulás korai szakaszában vizsgálja.

A kutatás célja egy olyan szimuláció létrehozása, ami adott földrajzi helyen a domborzat, és a lombkoronaszint térbeli szerkezete alapján a lékek talajfelszínét érő közvetlen napsugárzás időtartamának részletes térképét szolgáltatja. A faállomány szerkezetét, valamint a domborzatot több álláspontból készített földi lézeres letapogatás adatai alapján modellezzük. Mivel a szimuláció a légköri állapotot figyelmen kívül hagyja, a napfénytartam a csillagászatilag lehetséges (potenciális) besugárzási időt jelenti.

Anyag és módszer

A napfénytartam térképet a Sopron melletti Dalos-hegy keleti oldalában található, 2013 januárjában megnagyobbított három lék környezetére készítettük el. A Sopron 80C erdőrészletben, 92 éves, egy lombkoronaszintes, 22 méter magas, kocsánytalan tölgy főfafajú állományban egy 10, 20 és 30 méter átmérőjű lék található, amelyek azonosítása rendre L1, L2 és L3 nevekké történik.

Ezekben a lékekben végeztünk geodéziai előkészítő méréseket 2013. április 10-én egy Leica Smart Station 1200-as GNSS-szel kombinált mérőállomással. A lékek középpontjait GNSS-szel határoztuk meg, közöttük pedig beillesztett sokszögvonalat vezettünk.

A földi lézeres letapogatás a Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karával (NYME-GEO) együttműködve történt egy nappal később, április 11-én. A felmérés során Leica ScanStation C10 lézerszkennert használtunk, ami zöld színű lézerrel végez időmérés

alapú távolságmérést (1. ábra). A felmérés időpontjában az újulat, és egyéb aljnövényzet borítása az adatfeldolgozás szempontjából jelentéktelen volt. Az öt darab felmérési álláspontból előállított ponthalmazok egyesítését és Egységes Országos Vetületi rendszerbe történő transzformációját az előkészítő méréseink adatait felhasználva az NYME-GEO végezte.

A szimuláció a következő elemekből épül fel:

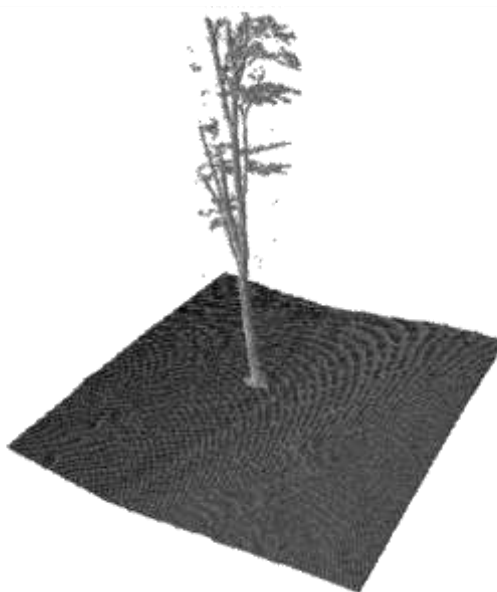
1. Domborzatmodell
2. Lombkorona térbeli modellje
3. A Nap látszólagos mozgásának modellje

A domborzatmodell előállítására a Freiburgi Egyetemen kifejlesztett TreesVis szoftverrel történt, ami az ún. aktív kontúrok módszerét használja a tereppontok szűrésére és a földfelszín magasságát leíró domborzatmodell előállítására (WEINACKER *et al.* 2004). A több felvételi álláspontból származó adatok egyesítése változó pontsűrűséget okoz, amit a feldolgozó szoftver nehezen kezel. A modell létrehozása végül egy előkészítő lépés beiktatásával valósulhatott meg, amelynek során az egyesített ponthalmazt közel azonos adatsűrűségű szelvényekre osztottuk fel. A domborzatmodellt 10 cm-es felbontású raszterben tároltuk. Azok a pontmérések, amelyek a domborzatmodell szintje fölött találhatók, a vegetáció szerkezetét írják le.

A lék körüli fák árnyalásának geometriáját a lombkorona-szerkezet modellje alapján származtatjuk. A fák meglehetősen összetett alakjának térbeli leírására háromdimenziós, szabályos adatszerkezetet használtunk. Voxel adatszerkezetben a modelltér elemi egységei kocka alakú cellák (ezek a tulajdonképpeni voxelek), amelyek középpontjai egy szabályos térrácsot – voxel teret – alkotnak (KAUFMAN *et al.* 1993). Munkánkban a voxel tér felbontását 10 cm-nek választottuk. A vegetáció szerkezetének leírásához a vegetációpontok halmazát átszámítottuk a voxel térbe, és megjelöltük azokat a cellákat, amelyek legalább egy pontmérést tartalmaztak. A domborzatmodell az egyes raszter cellákhoz tartozó magasságok skálázásával képezhető le a voxel térbe. Az egyesítés eredményeként a domborzat és a vegetáció modelljét közös adatrendszerben, tematikailag osztályozott formában tároljuk (2. ábra).



1. ábra: A lézershízkennner



2. ábra: A domborzat és egy fa voxel modellje

Ahhoz, hogy egy adott időpontban a direkt napsugárzásnak kitett helyeket meghatározzuk, ismernünk kell a Nap pillanatnyi irányát. A mintaterület földrajzi helyén észlelhető azimutot és magassági szöveget a Nap égbolton történő látszólagos mozgását követve, MEEUS (1991) alapján határoztuk meg.

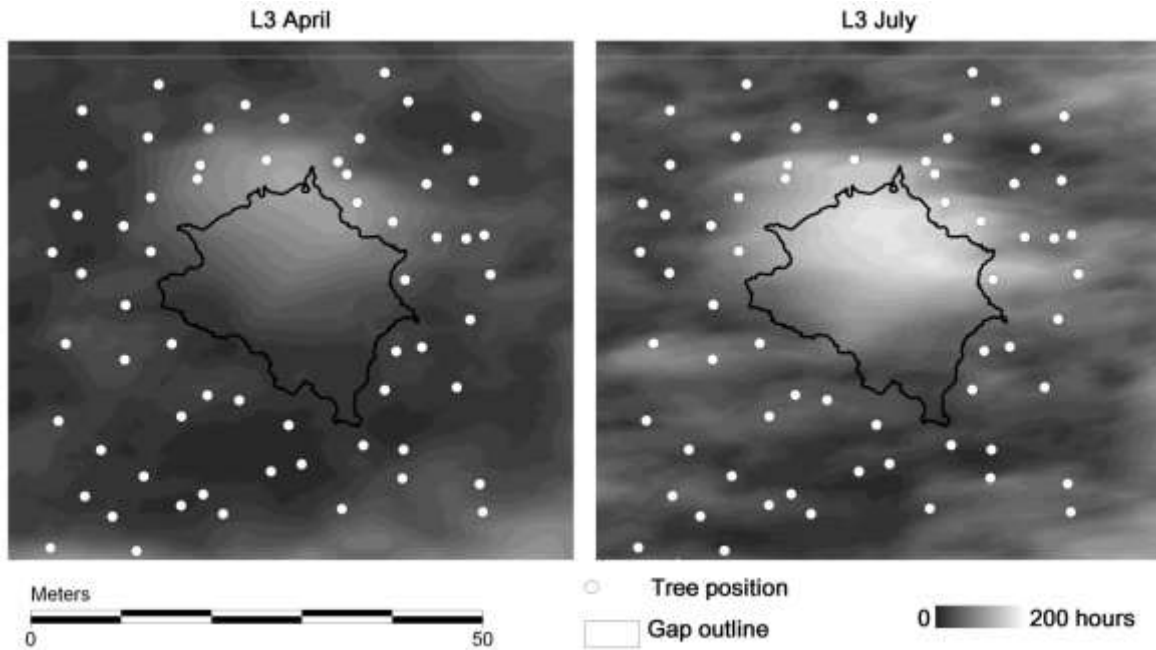
A szimuláció elve, hogy adott időpontban azokat a voxeleket éri közvetlen napsugárzás, amelyeket a Nap irányából érkező fénysugarak először érnek el. A fénysugarak pályáját egyenesekkel írtuk le. A voxeleket átlátszatlanoknak tekintettük, vagyis a fénysugár terjedését az első útjába eső voxelig követtük. A szimuláció során a Nap irányát 5 perces időközönként határoztuk meg. A feldolgozást csak 45 fokot meghaladó napállásokra végeztük el, mivel ez alatt a talajra jutó direkt megvilágítás mellett a szórt fény hatása is számottevő. A közvetlen besugárzási időt ábrázoló térképeket a földfelszint reprezentáló voxelek megvilágítottsági állapotainak összegzésével állítottuk elő. A szimuláció megvalósítása saját fejlesztésű alkalmazással történt.

Eredmények és értékelésük

A szimulációval április és július hónapokra készítettük el a potenciális megvilágítási idő térképét a munkaterületen található három lékre és környezetére. Az áprilisi megvilágítás a növények csírázása szempontjából fontos, míg a júliusi a növények számára elérhető talajnedvesség csökkenése miatt. Mivel a különböző magasságú állományokban a megvilágítási mintázatok a famagassággal arányosan hasonlóak, az értékelés során a famagassággal fejezzük ki a távolságokat.

A potenciális direkt megvilágítottság időtartamát nézve, a leghosszabb megvilágítottságban részesülő „kitett” területek és az állomány által „árnyalt” területek között minden esetben egy átmeneti, nagyságrendileg fél fahossznyi széles „félárnyékos” zóna található (3. ábra). A zóna méretének ismerete a lékméret megválasztása miatt fontos: Az egy fahossznyi átmérőnél kisebb lékekben a talaj szintjét érő direkt megvilágítási idő mindig rövidebb, mint egy nyílt területen.

A napfénynek leghosszabb ideig kitett terület a lék középpontjához képest északi irányba eltolódva található. A lék déli széle fél fahossznyi távolságban annyi fényt kap, mint az állomány alatti árnyalt területek, vagyis itt nem jelentkezik többletfény. A lék északi széle azonban mindig hosszabb ideig kitett, itt a többletfény területe a lombkoronák alá is behúzódik. Az állomány alatt a talajra jutó többletfény hatástávolságát a lék szegélyének áttörtsége és a szélső fák koronamagassága erősen befolyásolja. A vizsgált lékek esetében a hatástávolság fél fahosszznál valamivel rövidebb volt. A többletfény határait a kitettség és lejtés tovább módosíthatja. A lék merőleges vetülete tehát Magyarország területén nem azonos a lék hatására jelentkező többletfény határával, amit szem előtt kell tartani olyan mintavételi helyek kijelölése során, amelyek a léken belüli és azon kívüli jellemzők összehasonlítására irányulnak. A többletfény területére szezonális mozgás jellemző, ami a téli és nyári napforduló között déli irányú, azt követően északi.



3. ábra: Az L3 jelű, 30 méter átmérőjű lék közvetlen megvilágítási időtartamát ábrázoló térképek április (bal) és július (jobb) hónapokra. A térképen feltüntettük a lék ortogonális vetületét és a környező faegyedeket

A bemutatott szimuláció a csillagászatilag lehetséges (potenciális), direkt napsugárzási idő térképezésére képes, ahol a domborzatot és a faállomány geometriai szerkezetét részletes és pontos felmérés alapján veszi figyelembe az árnyékhatások számítása céljából. A tényleges napsütéses órák száma a felhőzet miatt ennél kevesebb. A szimulációnak ez az egyszerűsítésből adódó, szabályos torzítása figyelmen kívül hagyható azokban az esetekben, amikor a megvilágítás relatív változása fontos (pl. különböző fényigényű növényfajok terjedése).

A napfény a légkörben megtett útja során, valamint a lombkoronaszintet elérve szóródik, így az állomány alatti fényviszonyok kialakításában a közvetlen megvilágítás mellett fontos szerepe van a szórt fénynek is. A szórt fény hatását szimulációnk még nem tartalmazza. A modelltér jelenlegi, 10 cm-es felbontása a lombkorona vékonyabb ágainak csak meglehetősen durva modellezésére képes, emiatt a lombkorona árnyékhatása a valóságban feltehetően némileg eltérő. A tanulmányban bemutatott lézeres felmérés vegetációs időn kívül, lombtalan állapotban készült, így az áprilisi állapot esetén a 10 cm-es voxel méret a valóságnál nagyobb árnyékhatást okoz. A júliusi szimulációnál a voxelek méretéből adódó többlet viszont némileg kompenzálta, hogy a lombos állapotú korona modelljét is lombtalan állapotban végzett felmérés adatai alapján vettük figyelembe. Ezek a pontatlanságok egy nyári felmérés adatai alapján, és a voxeltér felbontásának javításával csökkenthetők. Utóbbi probléma kapcsán felmerült a jelenlegi adatszerkezetről való áttérés lehetősége egy térbeli vektoros típusú modellre. A szimuláció fejlesztése mellett, a kutatás folytatására számos további irány kínálkozik. Jelenleg a napfénytartam térképezése a napfényre vonatkozó bármilyen mérés nélkül, pusztán geometriai módszerekkel valósul meg. Az egyik legfontosabb kérdés, hogy a fénytöbblet számítás útján jósolt térbeli mintázata milyen kapcsolatban áll a sugárzásmérők helyszínen mért eredményeivel.

Összefoglalás

A tanulmány egy saját fejlesztésű szimulációt mutat be, amellyel az erdei talajfelszínre jutó közvetlen napsugárzás csillagászatilag lehetséges időtartamának térbeli változását írjuk le. A

szimuláció legfőbb erőssége, hogy a fényviszonyok finomléptékű változásáért felelős lombkorona-szerkezetet a helyszínen készített, nagy adatsűrűségű földi lézeres letapogatás adatai alapján a háromdimenziós térben modellezi. A térbeli adatgyűjtésnek és modellezésnek köszönhetően az eljárás a megvilágításnak nem csak pontszerű becslését, hanem egy adott területre kiterjedő térképezését is teszi lehetővé. A szimulációt három különböző méretű lék fényviszonyainak vizsgálatára használtuk fel. A szimuláció szerint a léken belüli fénytöbblet minden esetben egy – a famagasságtól függő – átmeneti zónát követően jelentkezik. Az egyes fényzónák méretének, elhelyezkedésének ismerete fontos szempont lehet az újulat és a konkurens vegetáció léken belül elterjedése szempontjából, ezen keresztül pedig a gyakorlat számára is útmutatást ad az optimális lékméret és lék alak megválasztásához. Bemutattuk továbbá, hogy a lékek ortogonális vetületben értelmezett területe nem azonos a többletfény területével, amit figyelembe kell venni a lékek hatásának vizsgálatához szükséges mintavételi helyek megválasztásakor.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Karának (NYME-GEO), hogy eszközükkel, szakértelmükkel lehetővé tették a földi lézeres letapogatást, valamint köszönet a *Silva naturalis* projekt (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004) támogatásának.

Felhasznált irodalom

- GATZIOLIS, D. (2012): Dynamic, LiDAR-based assessment of lighting conditions in Pacific Northwest forests. Proceedings of Silvilaser 2012 conference. 16-19. September 2012., Vancouver, Canada. 314-322
- CANHAM, C. (1988): An index for understory light levels in and around canopy gaps. Ecology, 69 (5): 1634–1638
- KAUFMAN, A., COHEN, D. & YAGEL, R. (1993): Volume graphics. IEEE Computer 26 (7): 51-64
- MEEUS, J. (1991): Astronomical Algorithms. Willmann-Bell, Inc. Richmond, Virginia. p. 429
- WEINACKER, H., KOCH, B. & WEINACKER, R. (2004): TreesVis – A Software System for Simultaneous 3D-Real-Time Visualization of DTM, DSM, Laser Raw Data, Multispectral Data, Simple Tree and Building Models. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. 36 (8/W2): 90-96

AKTUÁLIS PÁROLGÁS TÉRKÉPEK FELHASZNÁLÁSA TÉRBEN OSZTOTT ÉGHAJLAT LEFOLYÁS MODELLEK KÉSZÍTÉSÉRE ZALA MEGYE PÉLDÁJÁN

CSÁKI PÉTER, KALICZ PÉTER, BROLLY GÁBOR BÉLA, CZIMBER KORNÉL, GRIBOVSZKI ZOLTÁN

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
csakipeti.nyne@gmail.com

Bevezetés

A lehulló csapadék nagy része az evapotranszpiráció révén visszakerül a légkörbe, és csak egy kisebb rész jut a felszín alatti és felszíni vízkészletekbe (HEWLETT 1982). Magyarországon az evapotranszpiráció és az elfolyás aránya 90 és 10% körül alakul. Ezért a hidrológiai körfolyamat jobb megismeréséhez elengedhetetlen a párolgás mennyiségének minél pontosabb meghatározása. Emellett az éghajlatváltozás kutatása területén is fontos szerepet tölt be: segítségével megbízhatóbb klimatikus előrejelzéseket lehet készíteni. A párolgás pontosabb ismerete gyakorlati hasznosítási lehetőségekkel is jár, például segítséget nyújthat az öntözési igény megállapításához mezőgazdasági területeken (KOVÁCS 2011).

A párolgás meghatározásának egyik legkorszerűbb módszere a CREMAP kalibráció-mentes területi párolgásmodell (SZILÁGYI és KOVÁCS 2010, 2011, SZILÁGYI *et al.* 2011), mely a Terra és az Aqua műholdak MODIS felszíni hőmérséklet-adatait használja fel. A modellel KOVÁCS (2011) készített Magyarországra 1 km térbeli felbontású, havi aktuális evapotranszpiráció (ET) térképeket a 2000 és 2008 közötti időszakra, melyeket felhasználtunk a kutatás során. Az aktuális ET térképek Zala megyére eső részét, és az ezek alapján származtatott térben osztott lefolyást értékeltük a talajvízmélység és a felszínborítás függvényében. A vizsgálatokat mind a kilencéves átlagra, mind az egyes hidrológiai évekre elvégeztük.

A Budyko-modellt (BUDYKO 1974) gyakran használják a területi párolgás becslésére. Nováky szerint az éghajlati hatásvizsgálatokra a Budyko-modell osztott paraméterű változata alkalmazható (KEVE és NOVÁKY 2010, NOVÁKY 1985, 1988, 2002). Az aktuális ET adatok segítségével egy Budyko-féle megközelítésen alapuló éghajlat lefolyás modell térben osztott kalibrációs paraméterének, valamint egy az aktuális és a kádpárolgás arányát mutató paraméter értékeit számítottuk, a vizsgálati időszakra vonatkozó éves átlaghőmérséklet és éves csapadékösszeg térképek felhasználásával. A két paraméter térképének, valamint klímamodellek csapadékösszeg- és középhőmérséklet-előrejelzéseinek felhasználásával történt az éves átlagos párolgás valamint az éves lefolyás becslése három jövőbeli időszakra (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100), térben osztott módon.

Vizsgálati anyag és módszer

A KOVÁCS (2011) által készített havi aktuális párolgás térképekből előállítottuk az egyes hidrológiai évekre vonatkozó párolgásösszeg térképeket (1999. november 1-től 2008. október 31-ig). Mivel a CREMAP modellel a téli hónapokra nem történt párolgásbecslés, minden évben 20 mm-t hozzáadtunk az összegekhez (nagyjából ennyi a decembertől februárig tartó időszak párolgása). A teljes hidrológiai évhez szükséges 1999. november a többi év novemberének átlagaként lett számítva. Az éves párolgásösszeg-térképek felhasználásával készítettük a többéves átlagos aktuális párolgás térképet. A lefolyás térképeket a hidrológiai egyenlet alapján úgy kaptuk, hogy kivontuk a csapadék térképekből az aktuális párolgás térképeket. Ezt elkészítettük mind a kilencéves átlagra, mind az egyes hidrológiai évekre. A többéves térképek (párolgás és lefolyás) Zala megyére eső része ki lett elemelve a felszínborítással (mesterséges felszínek, mezőgazdasági területek, erdők és természetközeli területek, vizenyős területek, vizek) és a talajvízmélységgel összefüggésben. Az egyes

hidrológiai évek párolgás-, valamint csapadék- és hőmérséklet-adatainak összehasonlításával vizsgáltuk a kilenc éves időszakot.

A Budyko-féle α paraméter meghatározásához a 1999-2008 időszakra számítottuk a potenciális párolgást (ET_0) és a kádpárolgást (ET_{pan}) az aktuális párolgás (ET_A) térképek felbontásának megfelelő pixelekre. Az α paraméter számítása az 1-es egyenlet alapján történt.

$$\alpha = -\frac{ET_0}{ET_{pan}} \quad (1)$$

A fenti α paraméter nem számítható azokra a pixelekre, ahol az ET_A értéke nagyobb, mint a csapadék (ezek főként a talajvíz-feláramlási területek és nagyobb víztestek). Az ilyen „vizenyős” területeken az ET_A értéke általában jó összefüggésbe hozható az adott területre jellemző ET_{pan} értékekkel. Így az ET_A és a ET_{pan} hányadosaként egy másik kalibrációs paramétert, β -t számítottuk a következő képlet szerint (MCMAHON *et al.* 2012):

$$\beta = \frac{ET_A}{ET_{pan}} \quad (2)$$

Zala megye párolgásának és lefolyásának jövőbeli becsléséhez az előállított Budyko- α és a β paraméterek térképei mellé hőmérséklet- és csapadékatatokra volt szükség. Ezek 12 regionális klímamodell adatainak átlagolásával, három időszakra (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) lettek előállítva (CSÓKA 2013).

A térképek, valamint belőlük a statisztikai adatok kinyerése a DigiTerra Map programmal készültek.

Vizsgálati eredmények

A vizsgált kilencéves időszakban az átlagos párolgás 577 mm/év volt a megyében, ez 88%-a a többéves átlagos csapadéknak (656 mm/év). A legmagasabb többéves átlagos aktuális párolgásértékek a vizek (658 mm/év) és vizenyős területek (622 mm/év) esetében jelentkeztek. Az erdők és természetközeli területeket magasabb párolgás jellemezte, mint a mezőgazdasági területeket. A legalacsonyabb többéves átlagos érték a mesterséges felszínhez tartozott (562 mm/év). A párolgás enyhén csökkent a talajvízmélység növekedésével. A vizsgált kilenc éves időszakban a legmagasabb éves átlagos párolgás a 2006-2007-es hidrológiai évben jelentkezett (602 mm), a bő csapadéknak és a magas éves középhőmérsékletnek köszönhetően. A 2001-2002-es évben volt a legalacsonyabb az éves átlagos párolgás (547mm), ekkor a kevesebb csapadékhöz a vizsgált kilenc éves időszakot véve átlagosnak számító középhőmérséklet társult. A különböző felszínborítási kategóriákat vizsgálva megállapítható, hogy a nedvesebb években a jobb vízellátottság miatt kevésbé differenciálódnak a termőhelyek, kisebb a párolgás-különbség az egyes kategóriák között, mint a száraz évek esetében.

A többéves átlagos lefolyás a legmagasabb a mesterséges felszíneken volt (89 mm/év), és egyre kisebb a további felszínborítási kategóriák esetében. Rendkívül alacsony lefolyás volt jellemző a vizenyős területekre, továbbá negatív a vizekre (-20 mm/év), ahol a párolgás általában nagyobb volt, mint a csapadék. A legmagasabb éves átlagos lefolyás a csapadékos 2003-2004-es hidrológiai évben jelentkezett (161 mm/év), ekkor a párolgást limitáló tényező az átlagon aluli középhőmérséklet volt. A legalacsonyabb éves átlagos lefolyásértékek a száraz évekre (1999-2000, 2002-2003) voltak jellemzők, ekkor az éves átlagos párolgás értéke magasabb volt, mint az éves csapadékösszeg.

A Budyko- α és a β paraméterek térképeinek, valamint a regionális klímamodellekből előállított csapadékösszeg- és középhőmérséklet-előrejelzések felhasználásával történt az éves

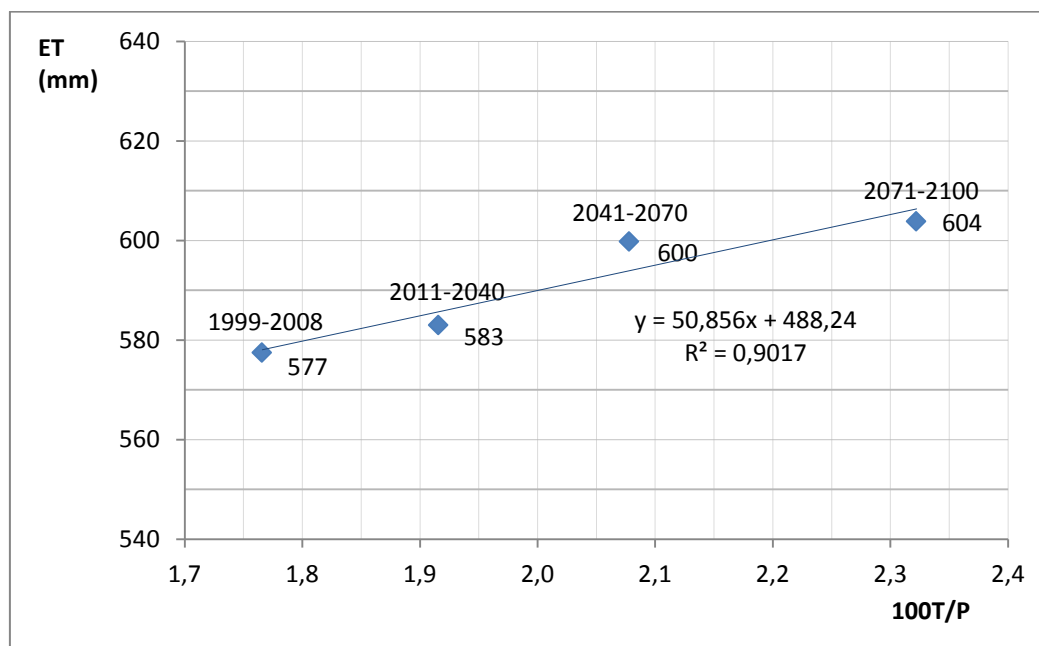
átlagos párolgás és lefolyás jövőbeli becslése három időszakra (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100).

A vizsgált 1999-2008-as, valamint az előre jelzett három időszak (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) becsült aktuális párolgás-, éves lefolyás-, csapadékösszeg-, középhőmérséklet- és éghajlati mutató-értékeit (100T/P, NOVÁKY 1985) az 1. táblázat tartalmazza. A párolgás alakulása az éghajlati mutató függvényében a 1. ábrán látható.

1. táblázat: A vizsgált 1999-2008-as, valamint az előre jelzett három időszakhoz tartozó éves aktuális párolgás, lefolyás, csapadék, középhőmérséklet, valamint az időszakot jellemző éghajlati mutató.

Időszak	Párolgás éves átlag (mm)		Éves átlagos lefolyás (mm)		Csapadék éves összeg P (mm)	Éves középhőmérséklet T (°C)	Éghajlati mutató 100T/P
	ET	P%*	R	P%*			
1999-2008	577	88	78	12	656	11.6	1.8
2011-2040	583	91	60	9	643	12.3	1.9
2041-2070	600	92	49	8	649	13.5	2.1
2071-2100	604	96	27	4	630	14.6	2.3

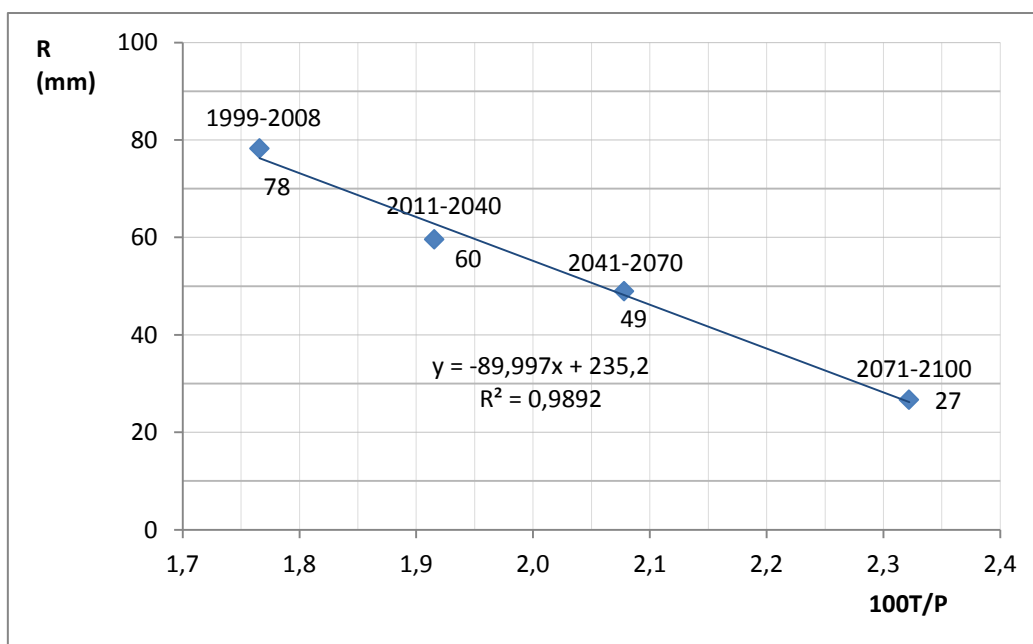
*Az éves csapadékösszeg %-ában.



1. ábra: A párolgás alakulása az éghajlati mutató függvényében.

Az előrejelzés alapján az éves középhőmérséklet jelentősen megnő a 21. század végére, 11,6 °C-ról 14,6 °C-ra. A csapadék tekintetében kismértékű, kb. 26 mm-es csökkenésről beszélhetünk. Ezek eredményeképp az éves átlagos aktuális párolgás 27 mm-rel megnő (a csapadék %-ában kifejezve 88%-ról 96%-ra). Az éghajlati mutató kb. 1,8-ról 2,3-ra nő meg, tehát a trend szerint a mutató 1 egységnyi változásához kb. 50 mm párolgás-növekedés tartozik. A felszínborítás szerinti vizsgálat alapján mindegyik kategória párolgása növekvő tendenciát mutat, de a vizek és a vizenyős területek párolgása a többi kategóriától nagyobb arányban növekszik.

Az éves lefolyás alakulása az éghajlati mutató függvényében a 2. ábrán látható.



2. ábra: Az éves lefolyás alakulása az éghajlati mutató függvényében.

Az éves átlagos lefolyás esetében a 21. század végére több mint 50 mm-es csökkenés detektálható, a lefolyás a csapadék %-ában durván a harmadára csökken (kb. 12%-ról 4%-ra). Ez alapján megállapítható, hogy az éghajlati mutató 1 egységnyi változásával kb. 100 mm lefolyás-csökkenés jár együtt. A lefolyás a felszínborítási kategóriák szerint is fokozatosan csökkenő tendenciát mutat, a vizek és a vizenyős területeknél a többletpárolgásnak köszönhetően a század végére jelentős negatív vízmérleg várható.

Összefoglalás

A kutatás során az egyik legkorszerűbb párolgásbecslő módszerrel (CREMAP) előállított térképeket felhasználva és továbbszerkesztve vizsgáltuk Zala megye párolgását és lefolyását a felszínborítás függvényében, mind többéves, mind éves szinten. Bevezetésre került két paraméter: a Budyko-típusú α , valamint az aktuális párolgás és a kádpárolgás arányát mutató β paraméter. A két paraméter térképének, valamint klímamodellek csapadékösszeg- és középhőmérséklet-előrejelzéseinek felhasználásával történt az éves átlagos párolgás valamint az éves lefolyás jövőbeli becslése három időszakra (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100).

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013 projekt és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta.

Felhasznált irodalom

- BUDYKO, M. I. (1974): *Climate and Life*, Academic, Orlando, Fla.
- CSÓKA, G. (2013): *A klímaváltozás vízgazdálkodási hatásainak vizsgálata éghajlat-lefolyási modellekkel*. Diplomamunka, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- HEWLETT, J., D. (1982): *Principles of forest hydrology*, The University of Georgia Press, Athens.
- KEVE, G., NOVÁKY, B. (2010): *Klímaváltozás hatásának vizsgálata a Bácsbokodi-Kígyós csatorna vízgyűjtőjén Budyko modell alkalmazásával*. A Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. Országos Vándorgyűlése, Sopron, 2010. július 7-9.

- KOVÁCS, Á. (2011): Tó- és területi párolgás becslésének pontosítása és magyarországi alkalmazásai. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- MCMAHON, T. A., PEEL, M. C., LOWE, L., SRIKANTHAN, R., MCVICAR, T. R. (2012): Estimating actual, potential, reference crop and pan evaporation using standard meteorological data: a pragmatic synthesis, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 9, 11829-11910, doi:10.5194/hessd-9-11829-2012.
- NOVÁKY, B. (1985): A lefolyás éghajlati adottságai a Zagyva-Tarna vízrendszerben. *Vízügyi Közlemények*, 1. 78-93.
- NOVÁKY, B. (1988): A műszaki-hidrológiai jellemzők térképi bemutatásának módszertani kérdései. *Hidrológiai Közöny*, 4. 193-206.
- NOVÁKY, B. (2002): Mapping of mean annual actual evaporation on the example of Zagyva catchment area. *Időjárás (Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service)*, 3–4, 227–238.
- SZILÁGYI, J., KOVÁCS, Á. (2010): Complementary-relationship-based evapotranspiration mapping (CREMAP) technique for Hungary, *Periodica Polytechnica - Civil Engineering*, 54(2), 95-100.
- SZILÁGYI, J., KOVÁCS, Á. (2011): A calibration-free evapotranspiration mapping technique for spatially-distributed regional-scale hydrologic modeling, *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 59(2), 118-130.
- SZILÁGYI, J., KOVÁCS, Á., JÓZSA, J. (2011): A calibration-free evapotranspiration mapping (CREMAP) technique. In L. Labedzki (ed) *Evapotranspiration*. InTech, Rijeka, Croatia.

AZ ERDŐGAZDASÁGOK INFORMATIKAI ELLÁTOTTSÁGÁNAK SZINTJE ÉS A FEJLESZTÉSEK MÉRLEGE

FACSKÓ FERENC

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Sopron
ffacsko@nyme.hu

Bevezetés

Az információ csak néhány évtizede jelent meg és vált a vállalati stratégia kiemelt tényezőjévé, megjelenve ezzel a személyi, szervezeti és technikai infrastruktúrafejlesztésekben. Jelen dolgozatomban a terjedelmi korlátok miatt csak az egyik tényezővel, a számítógépet használó személyek hozzáállásával foglalkozom.

Az ágazatban eddig ilyen jellegű vizsgálatok nem készültek. Előzetes eredményeimet egy külföldi és egy belföldi konferencián mutattam be (FACSKÓ 2013a,b). A KSH-nak a témában kiadott statisztikái¹ az erdőgazdálkodási ágazatot külön nem mutatják ki, a „mezőgazdaság, vadgazdálkodás, erdőgazdálkodás” kategóriába sorolják be, így az itt közölt adatok a vizsgálatom szempontjából nem értékelhetők.

A szakirodalomban fellelhető, a számítógépet használókkal foglalkozó kijelentések az oktatással foglalkoznak. Ezek közül a legelső a Kiskunsági Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság, az OEE Kecskeméti Helyi Csoportja és az OEE Műszaki Fejlesztési Bizottsága Számítástechnikai Albizottsága közös rendezésében 1972 novemberében Kecskeméten megtartott ankét javaslata: „Az elektronikus számítástechnika ágazati alkalmazási lehetőségeinek és alkalmazáshoz szükséges alapismeretek oktatását a középfokú szakoktatásban meg kell kezdeni, a felsőfokú képzésben és továbbképzésben pedig tovább kell fejleszteni.” Az ankét öt javaslata közül csak a fent idézett (sorrendben az első) került megvalósításra: az 1975-ben bevezetett új tanterv az erdőmérnök hallgatók számára kötelezően előírta a számítástechnikai ismeretek oktatását (ALBERT *et al.* 2008).

Anyag és módszer

A publikációm – a tudományterület jellegéből adódóan – esettanulmány jellegű. Az adatgyűjtés az anonim kérdőívekkel és személyes beszélgetésekkel történt. A felmérést 2013-ban végeztem. A kiküldött kérdőívekből 172 db érkezett vissza, ez az alapja jelen elemzésemnek. Ezt egészítettem ki személyes beszélgetésekkel melyek informális keretek között folytak. Sok információhoz jutottam hozzá az Alföldi Erdőkért Egyesület Informatikai Szakbizottságának és az Országos Erdészeti Egyesület Informatikai Szakosztályának tagjaként.

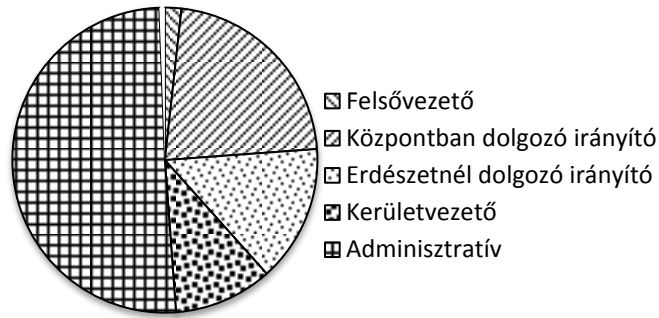
A kérdőívek tervezésekor öt felhasználói kategóriát különítettem el:

- Felsővezetők (vezérigazgató és helyettesei)
- Központban dolgozó szakmai irányító
- Üzemegységben dolgozó szakmai irányító (erdészetvezető, erdészeti igazgató, műszaki vezető, erdőgondnok stb.)
- Kerületvezető, beosztott erdész
- Adminisztratív dolgozó

A visszaérkezett kérdőívek fenti csoportosítás szerinti megoszlását az 1. ábra mutatja be. A kördiagramban található hiány azt a válaszolót jelzi, aki nem jelölte be a kategóriáját. Kevés visszajelzést kaptam a felsővezetői rétegből, emiatt az elemzésben a felsővezetők

¹ „Az infokommunikációs eszközök elterjedtségének regionális különbségei” füzetek több évfjára

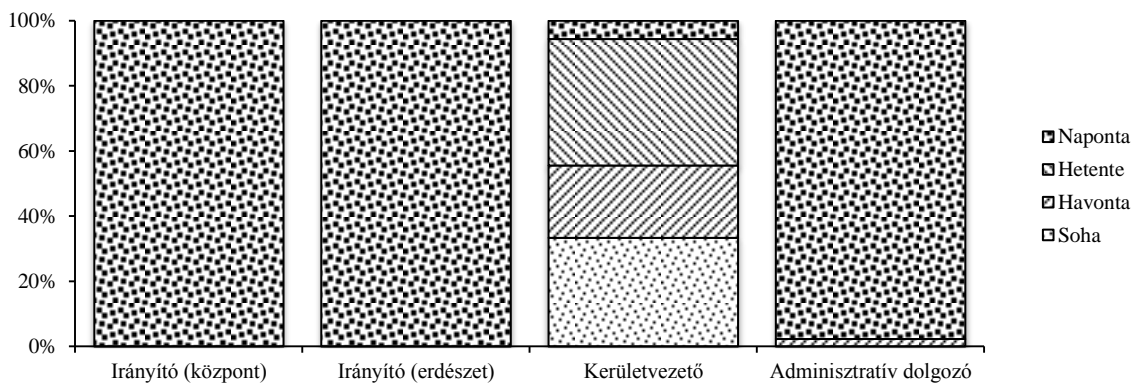
csoportját összevontam a központban dolgozó irányító személyzet kategóriájával, és az adatokat ezek alapján elemeztem.



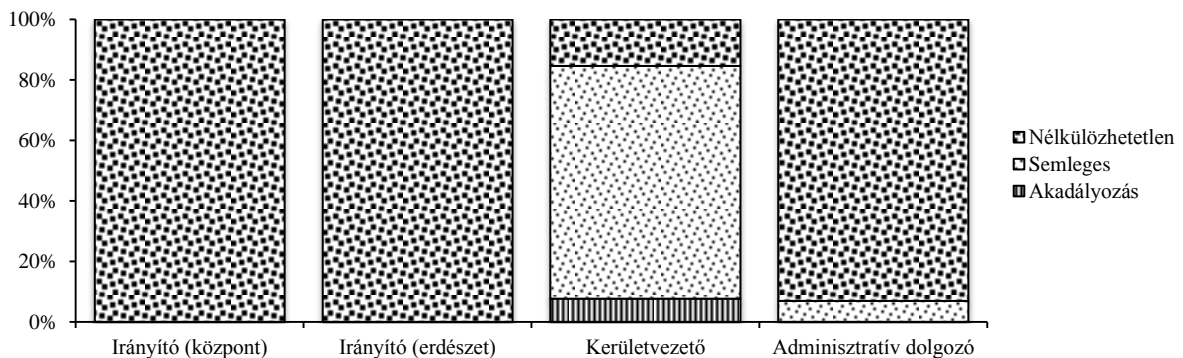
1. ábra: A válaszolók kategóriák szerinti megoszlása

A vizsgálat eredményei és azok diszkussziója

Első kérdéseim a géphasználat gyakoriságát (2. ábra) és a számítógépes alkalmazások fontosságát (3. ábra) vizsgálták. A kérőívben a gyakoriság kategóriájában öt lehetőség szerepelt (folyamatos; naponta; hetente; havonta; soha), de a válaszokból kiderült, hogy az első két kategória nem igazán megkülönböztethető, a mai munkakörök és számítógépes alkalmazások mellett a klasszikus, folyamatos számítógép melletti munkavégzés, az adatrögzítés már nem létezik; ezért az első két kategóriát összevontam és Naponta névvel azonosítottam.



2. ábra: A számítógép-használat gyakorisága

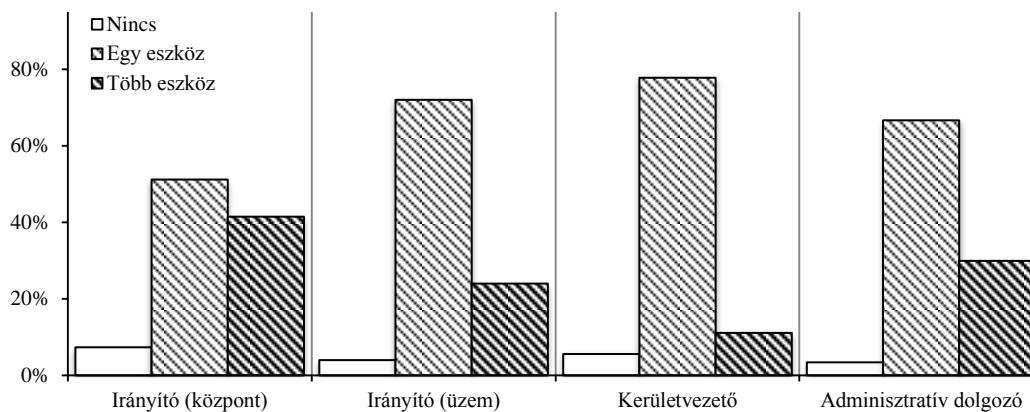


3. ábra: A számítógépes alkalmazások fontossága a munkában

A géphasználat gyakorisága és az alkalmazások fontosságának megítélése között nagyfokú azonosság mutatható ki. A négyből három kategóriában használják a gépeket naponta, és ugyanezen három kategória az, amelyik pozitívan viszonyul a számítógépek használatához. A kerületvezetői az a kategória, amelyben legkevésbé fordul elő a napi géphasználat, sőt egyharmaduk úgy nyilatkozott, hogy egyáltalán nem kell számítógépet használniuk munkájuk

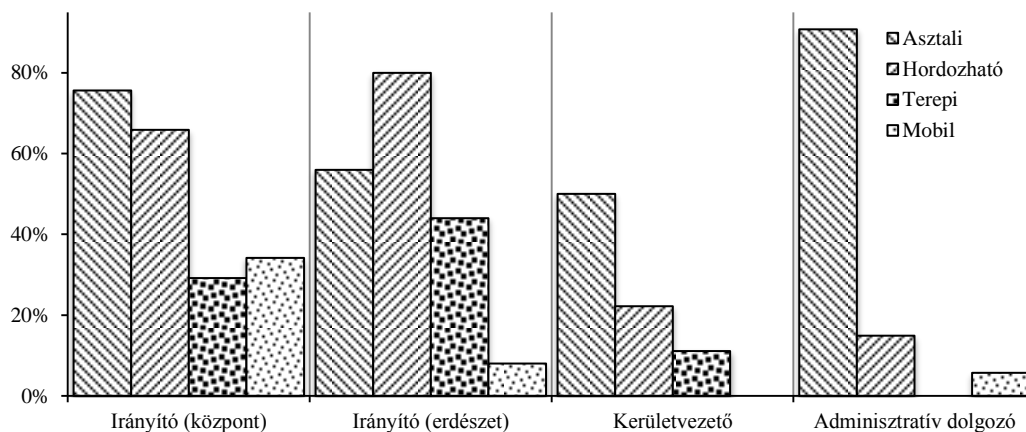
során. Öt és fél százalék arról nyilatkozott, hogy a számítógép kifejezetten akadályozza őket a munkájuk elvégzésében. Ehhez az arányhoz viszonyítva kétszer annyian jelezték azt, hogy nem tudják nélkülözni a számítógépet, a maradék pedig azt válaszolta, hogy munkája géppel és anélkül is ugyanúgy elvégezhető.

A kerületvezetői csoport inkább semleges/negatív hozzáállása mögött vizsgálatok nélkül azt gyanítható, hogy hiányzik a számítógépes gyakorlatuk. Felmérésem viszont azt mutatta, hogy a nagy többség rendelkezik otthon is (legalább egy) számítógéppel (4. ábra).



4. ábra: Saját, otthoni számítógépek és internet-hozzáférés

Problémának érzem viszont, hogy a speciális terepi eszközök hiányoznak, illetve a terepi eszközök nem a – nagyjából – terepen dolgozó szakemberek kezelésében vannak (5. ábra). A terepi eszközök típusai után érdeklődve kiderült, hogy szinte kivétel nélkül valamilyen Digiterra Explorerrel futtató eszköz.

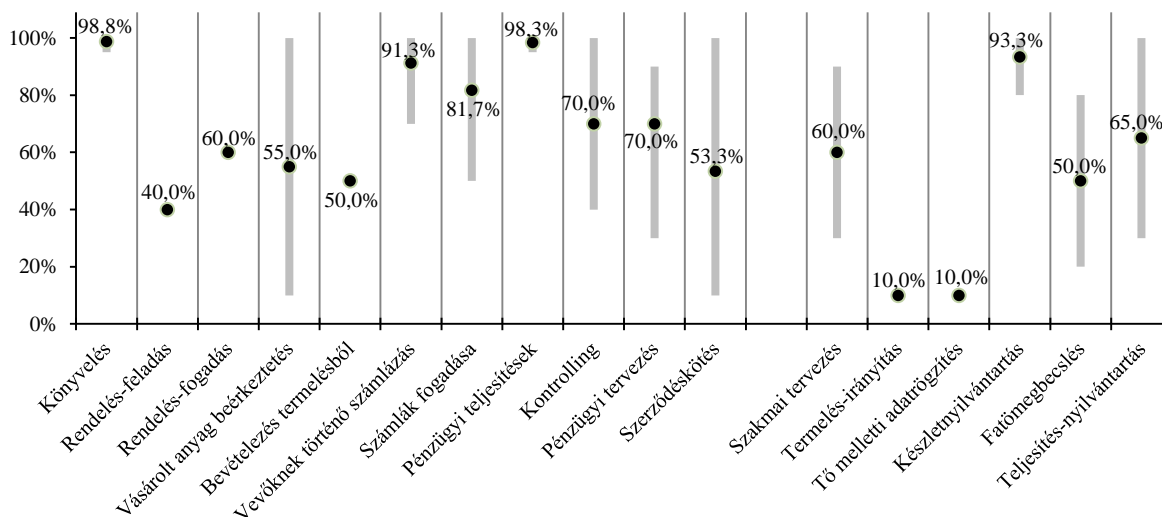


5. ábra: Munkahelyen használt számítógépek kategóriái²

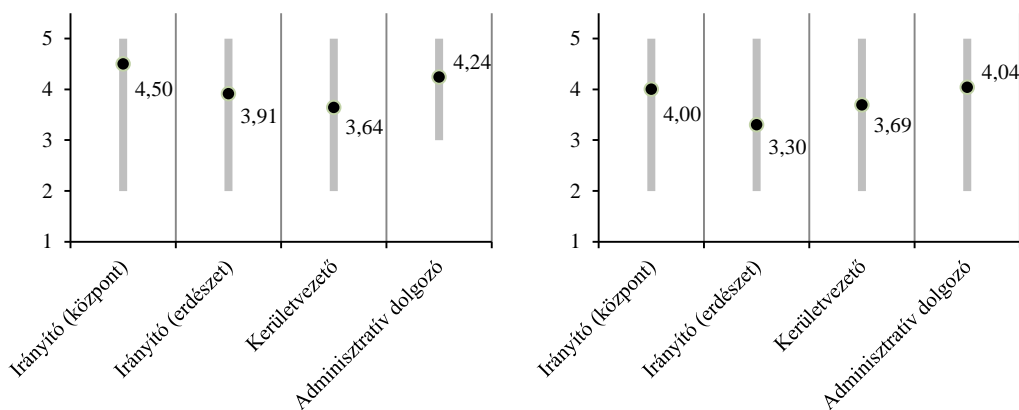
Problémaként azonosítottam, hogy hiányoznak azok az alkalmazások, amelyek a terepi munkák szervezését, irányítását, nyilvántartását szolgálják. A 6. ábrán látható, hogy a termelésirányítási és a tő melletti adatregisztrációt lehetővé tevő alkalmazások aránya minimális, csak a munkák tizedének támogatására készültek szoftverek.

² Kategóriák értelmezése

1. Desktop: asztali (helyhez kötött) személyi számítógép
2. Hordozható: hordozható személyi számítógép (laptop, notebook, netbook stb.)
3. Terepi: mechanikai hatásoknak ellenálló, időjárásálló, strapabíró, akkumulátorral is hosszú üzemidejű kisméretű számítógép
4. Mobil: tablet, okostelefon nem hagyományos (telefonálás, sms) felhasználásra



6. ábra: Különböző munkafolyamatok gépesítettsége
(Az adatpontok az átlagot a vonalak a válaszok tartományát mutatják)



a) Hardvereszközök

b) Szoftverek

7. ábra: Használt számítógépes környezet megítélése

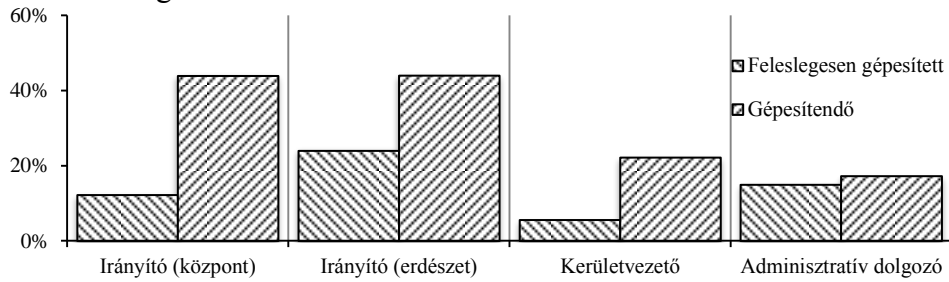
A meglévő eszközökkel való elégedettséget elemezve azt tapasztaltam, hogy a legkevesebbet a terepen dolgozók értékelése pozitívabb. Ez érthető is, hiszen az általuk használt alkalmazások (ügyvitel, elemző rutinok stb.) tipizáltak, az általuk művelt területek a legrégebb óta gépesítettek, a programok kiforrottak, nem igényelnek különleges hardvert.

A válaszadók teljes halmazát vizsgálva a rendelkezésre álló hardvereszközök minőségének átlaga 4,10, a használt alkalmazásoké pedig 3,76. Az ötfokozatú érdemjegyek analógiáját használva úgy is kifejezhetem, hogy a hardver egy négyes fölé, a szoftverek pedig erősen négyes alá osztályzatot kaptak. A felhasználói csoportokat elemezve ennél bonyolultabb képet kaptam (7. ábra).

A cégközpontban és az üzemegységben dolgozó irányítók között megfigyelhető némi eltérés. A központban dolgozók valamivel jobbnak ítélik mindkét területet. Ezt azzal tudom magyarázni, hogy nekik kevésbé szükséges, hogy speciális terepi eszközöket, programokat használjanak.

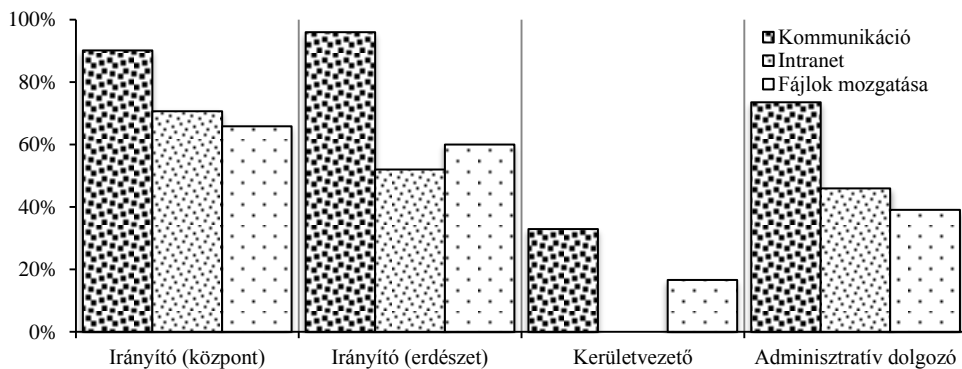
Megvizsgáltam, hogy a jelenleg rendelkezésre álló alkalmazások szükségesek-e illetve, hogy vannak-e olyan folyamatok, amelyeket érdemes volna automatizálni (8. ábra). Az adatokból kiderült, hogy a szakmai munkákat irányító személyzetnél – bár vannak feleslegesnek ítélt programok – nagy igény van megfelelő szakmai szoftverek kifejlesztésére. Különösen

érdekes, hogy a kerületvezető erdészeknél a legnagyobb, kis híján négyszeres az arány a felesleges és a szükséges szoftverek között.



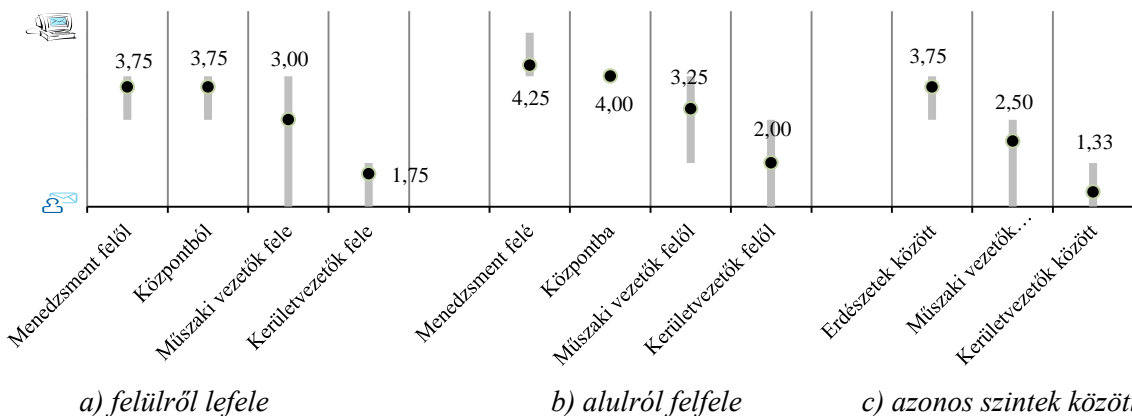
8. ábra: Felesleges és hiányzó szoftverek

Megvizsgáltam azt is, hogy a szigorú értelemben vett szakmai feladatokon kívül mire használják még az informatikai eszközöket (9. ábra). A vizsgált kategóriák közül minden csoportnál kiemelkedik a kommunikáció, vagyis az adatok, információk elektronikus úton való továbbítása. Kisebb jelentőséggel bírnak a belső információs források elérése (intranet) és az állományok szerverről/szerverre történő mozgatása.



9. ábra: „Egyéb” használat

A kommunikáció irányát vizsgálva három kategóriát állítottam fel: a hierarchiában felülről lefele irányulót, alulról felfele irányulót és a hierarchiában azonos szintek között (10. ábra). Az elektronikus forma intenzitását egy ötfokú skálán kellett értékelniük a válaszadóknak, ahol az 1-es szint a hagyományos (szóbeli és papír alapú) kommunikációt jelentette, míg az 5-ös szint a kizárólagos elektronikus formát jelenti.



10. ábra: Elektronikus kommunikáció aránya

Az adatok kiértékelése után láthatóvá vált, hogy a legerősebben elektronizált az alulról felfele irányuló kommunikáció, a leggyengébb pedig az azonos szintek közötti. Ez az aránytalanság nyilvánvaló, hiszen felülről lefele rövid utasítások, kérések áramlanak, viszont a másik irányban általában terjedelmesebb feljegyzések, jelentések. Mivel ezek a dokumentumok elektronikus formában készülnek, továbbításuk is elektronikus úton célszerű.

A kérdőíven nyitott kérdés formájában arra is választ vártam az adatközlőktől, hogy milyen szolgáltatás megjelenése jelentett minőségi ugrást a munkájukban, mely funkció az, amely leginkább megkönnyíti a munkájukat. Legtöbben az irodai programcsomagok szövegszerkesztési és táblázatkezelési lehetőségeit emelték ki. A munkát nagyban megkönnyítőnek írták le a dokumentumok, adatok elektronikus tárolásából következő gyors elérési lehetőséget. Minőségi ugrásnak tartják a térinformatika megjelenését. A kommunikációs lehetőségek közül a mobil kommunikáció lehetőségét ítélték fontosnak a válaszolók.

A számítógéppel végzett munkával kapcsolatos interjúimból két idézet emelek ki, amelyek jól illusztrálják az ilyen tevékenység mindennapivá válását, és a számítógépekkel elkészített „termék” előállításának gyorsabbá válását és minőségének javulását:

„Elolvastam a kb. 10 éve, kézzel írt, grafikonokkal, táblázatokkal (optimumszámításon alapuló) sűrűn teleírt oldalakkal bíró diplomamunkám. Elszörnyedtem, hogy hogyan lehetett megírni ezt számítógép nélkül!”

„... egy olyan munkafolyamatot, melyet korábban papíron levezetve, hosszas számológéphasználat mellett tudtam csak elvégezni, beleépítették a programba, amivel dolgozunk, így pillanatok alatt megoldható a feladat.”

Mivel az erdőgazdálkodás nem információ-intenzív ágazat, vagyis nem igényel folyamatosan és minden területen percre friss adatokat, ezért az ágazaton belüli gazdálkodási viszonyokat az informatizálás nem változtatta meg, de a szervezetben dolgozók munkájában nélkülözhetetlen. Kijelenthetem, hogy – a külső környezet megváltozása (a szolgáltatandó adatok mennyisége, komplexitása, az adatszolgáltatásra rendelkezésre álló idő rövideje) – az erdőgazdálkodó szervezetek jogszabályok szerinti működése a lezajlott számítógépesítés nélkül ma már megvalósíthatatlan lenne.

Összefoglalás

A hazai erdőgazdasági ágazat több mint negyed százados informatikai fejlesztéseinek átfogó mérlegét eddig senki sem készítette el. Dolgozatomban – annak terjedelmi okánál fogva – nem vállalkozhattam a teljes mérleg elkészítésére, annak csak egy szegmensét, a felhasználók hozzáállását elemeztem. A friss felmérésem kimutatta, hogy a számítógépek bevezetése idején tapasztalható ellenállás mára megszűnt. Természetessé vált, hogy a munkakörök betöltésének feltétele a megfelelő szintű számítógépes ismeret, sőt a frissen munkába állt mérnökök el is várják, hogy megfelelő informatikai erőforrásokat munkakörükhöz.

Felhasznált irodalom:

ALBERT L. et al. (szerk.) (2008): Az erdészeti felsőoktatás 200 éve: Emlékkönyv. Selmezbánya 1808 – Sopron 2008 Sopron: III. kötet. Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron. pp. 478-479. ISBN 978-963-9883-04-8

FACSKÓ F. (2013a): Forest Information Technology: Assessing the Effects of Computerization on Forest Management. In: МЕХРЕНЦЕВ, А. В. et. al. (eds.): Проблемы совершенствования лесных отношений и развитие лесопромышленного производства на современном этапе. Уральский Государственный Лесотехнический Университет, Екатеринбург (Oroszország), pp. 42-49. ISBN 978-5-94984-448-9

FACSKÓ F. (2013b): Erdőgazdálkodásunk informatikai fejlesztéseinek mérlege. Tavaszi Szél 2013. I. kötet. Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, pp. 310-315. ISBN 978-963-89560-2-6

TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK – HARVESZTEREK – CSOPORTOSÍTÁSA

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
ahorvath@emk.nyme.hu

Bevezetés

Az 1960-as években jelentek meg, majd a 1970-es években elterjedtek és szereztek létjogosultságot Nyugat-Európában a többműveletes fakitermelő gépek. Ezek olyan speciális erdészeti gépek, melyek egyszerre két vagy több művelet elvégzésére alkalmasak, általában az átlagosnál nagyobb teljesítményre képesek. Jelenleg a legkorszerűbb technológiát képviselik. Eleinte a többműveletes fakitermelő gépeket öt csoportra osztották fel: döntőgépek, gallyazógépek, darabológépek, gallyazó-daraboló gépek, teljes fakitermelő gépek. A gépek fejlesztésénél a fő cél az volt, hogy az alapgépre minél több adaptert szereljenek fel. Így az egymást követő műveleteket idővesztés nélkül lehetett végrehajtani. Az új gépek kialakulásával a csoportosítás is megváltozott. Alapvetően két nagy csoportjuk ismert:

- Harveszterek: a fa tőtől való elválasztását és a hozzá kapcsolódóan még egyéb műveleteket (rakásolás, gallyazás, darabolás, előközelítés, közelítés) is elvégző gép.
- Processzorok: A fa tőtől való elválasztását nem, de a többi műveletet (gallyazás, kérgezés, darabolás, előközelítés, közelítés) kapcsoltan végző gépek.

A magas műszaki változatosság és fejlettség következtében a harveszterek számos szempont szerint csoportosíthatóak napjainban.

Eredmények

A gépgyártó cég által kínált harveszterek – műszaki megoldásaik tekintetében – következőképpen csoportosíthatóak:



1. ábra: Harveszterek alapgépei

Alapgép alapján

Napjaink – daruval és hidraulikus rendszerrel rendelkező – erőgépei egy harveszterfej felszerelésével alkalmassá tehetőek faanyag kitermelésére. A következő erőgéptípusok alkalmasak többműveletes fakitermelő gépnek (1. ábra):

1. Speciális erdészeti erőgép (pl.: Silvatec 896 TH-H)
2. Földmunkagép (pl.: CAT 501 + Prentice harveszterfej)
3. Rakodógép (pl.: Sennebogen 718M + Kelsa 25RH harveszterfej)
4. Univerzális traktor (pl.: Valmet Valtra 6750 + Naarva Stroke 2000-25 harveszterfej)
5. Teherautóra épített kötélpálya processzorfejjel (pl.: Koller 507 + Woody 50 harveszterfej) (hegyi harveszter)

Adapterek száma alapján

Az első daruharveszterek forvarder alvázra épített processzor (gallyazó-választékoló-daraboló) adapterből és a darura épített döntőfejből álltak össze. Ezek voltak az úgynevezett kétadapteres harveszterek. Napjainkra ez a műszaki megoldás ilyenfajta formája háttérbe szorult – az egyadapteres harveszterek javára – azonban univerzális traktorokra szerelhető adapterek, ill. kiségek formájában mai napig léteznek (2. ábra):

1. Egyadapteres (erőgép és harveszterfej) (pl.: Ponsse HS16 Ergo)
2. Kétadapteres (erőgép, döntőfej és processzor) (pl.: Rottne 6WD + ÖSA 707)



2. ábra: Adapterek száma

Gépkezelő helyzete alapján

A távvezérlésnek köszönhetően már léteznek kívülről irányított többcélú fakitermelő gépek, de továbbra is a saját kabinból történő irányítás a legelterjedtebb (3. ábra):

1. Irányított gép (harveszter) kabinjából irányít a gépkezelő. (pl.: Prentice 2510)
2. Kihordó kabinjából távirányítással működteti a harvesztert. (pl.: Gremo Besten RH 96)
3. Harveszter közelében állva távirányítással működteti a gépet. (pl.: RCM harveszter)



3. ábra: Gépkezelő helyzete szerint

Járószerkezet típusa és száma alapján

A többműveletes fakitermelő gépek körében az egyik legnagyobb változatosság a járószerkezetek körében tapasztalható. A járószerkezetek típusának, anyagának és számának variálásával igyekeznek a gép gyártók minél kíméletesebb megoldást kialakítani (4. ábra):

a. Lánctalp

Meredek terepviszonyok között is alacsony talajnyomás és jó terepjáró képesség jellemzi a lánctalppal felszerelt fakitermelő gépeket. Anyaguk alapján két csoportba sorolhatóak:

1. Fém

- 1.1. 2 db lánctalppal rendelkezik (pl.: Impex Königstiger T30)
- 1.2. 4 db lánctalp a gumikerekek helyén (pl.: Valmet 911.1 X3M + Wetla)

2. Műanyag

- 2.1. 2 db műanyag járófelületű lánctalppal szerelt (pl.: Neuson Ecotec 9002HV)

b. Gumikerék

A gumikerekek alkalmazása a legelterjedtebb az erdészeti gépek körében is. A kerekek számának és szélességének növelésével, valamint az abroncsnyomás csökkentésével a talaj és az újulat szempontjából is kíméletesen tudnak mozogni a terepen ezek a gépek.

1. 4 db (pl.: CAT 570)
2. 6 db (pl.: Timberjack 1270B)
3. 8 db (pl.: Ponsse Ergo 8W)
4. 4 db tömör gumikerék és 6 db ballonos gumikerék (pl.: The Beauty)



4. ábra: Járószerkezet típusa és száma alapján

c. Speciális

Prototípusok, kísérleti jellegű gépek, legújabb műszaki megoldások körében találkozhatunk az eddigiektől eltérő, különleges kialakítású jároszerkezeteket.

1. *Gumihevederes*

A lánctalp és a gumikerék előnyös tulajdonságait együttesen megvalósító jároszerkezet.

1.1. 4 db gumikerék és 2 db gumihevederes jároszerkezet (pl.: EcoLog 590C + Tidue Track)

1.2. 4 db gumiheveder (pl.: EcoLog 570D + Tidue Track)

2. *Gumitalp*

A John Deere walking tractor, azaz a lépegető harvester 6 db hidraulikus működtetésű lábán található ez a kör alakú, gumi felület jároszerkezet, amely felláncozott a jobb kapaszkodó képesség érdekében.

3. *Hatszögletű fém talp*

A legújabb fejlesztésű Portál-harvester jároszerkezete 2 x 3 db hidraulikus lábból áll, amelyek 3-3 db hatszögletű fém talppal érintkeznek a talajjal.



5. ábra: Jároszerkezet mozgathatósága tekintetében

Jároszerkezet mozgathatósága alapján

Az évtizedek során számos erdészeti gépet gyártó cég más-más műszaki megoldást fejlesztett ki a terep egyenetlenségek leküzdésére. Mozgathatóság szempontjából el lehet különíteni állítható és nem állítható jároszerkezetű harvestereket (5. ábra):

1. Nem állítható (pl.: Valmet 911.3)
2. Vízszintesen állítható: A nyomtáv hidraulikusan, fokozatmentesen állítható. (pl.: Impex Königstiger T25)
3. Függőlegesen állítható: A lengőkarok segítségével a jároszerkezetek külön-külön is fel-le mozgathatóak. (Lengőkaros) (pl.: EcoLog 550C)
4. Függőlegesen és hosszirányba állítható: Tolókarok segítségével állítható a tengelytávolság és fel-le mozgathatóak rajta lévő kerekek. (Tolókaros) (pl.: Highlander)

5. Függőlegesen és vízszintesen állítható: A kereket tartó karok fel-le és jobbra-balra mozgathatóak. (Karos - kerekes) (pl.: Menzi Muck A91 Woody50 harveszterfejjel)
6. Lépegető: 6 db hidraulikus működtetésű lábbal rendelkezik (pl.: John Deere walking tractor)
7. Portál: Egy összecusukható portálsín tart kapcsolatot a két, egyenként 3 db hidraulikusan mozgatható lábbal felszerelt tartóegység között. A sín a tartóegységek fölött 360°-ban elforgathatóak. (pl.: Portál-harveszter)

Kezelőfülke szintezése alapján

Ergonómiai szempontból előnyös, hogyha a gép kezelőfülkéje terepviszonyoktól függetlenül közel vízszintes helyzetű marad (6. ábra):

1. Nincs szintezés (pl.: Gremo HPVR)
2. Géptörzs szintezése a járószerkezettel (pl.: Menzi Muck A91)
3. Kezelőfülke és a daru közös tartóegységének szintezése csuklós szerkezettel és hidraulikus munkahengerekkel (pl.: Logman 821H)
4. Kabin szintezése hidraulikus munkahengerek segítségével (pl.: Valmet 941.1)
5. Függesztett kabin (pl.: Tigercat Hemek H16)



6. ábra: Kezelőfülke szintezése

Daru és a kabin egymáshoz viszonyított helyzete alapján

A biztonságos és termelékeny fakitermelést befolyásolja a kezelőfülkéből való kiláthatóság. A harveszterfejet tartó darukar méreténél fogva képes a legnagyobb holttér előidézésére. A következő műszaki megoldások alakultak ki e probléma feloldására (7. ábra):

1. Kabin előtt található (pl.: Vimek 404 T3)
2. Kabin előtt, de a kabinnal együtt szintezett és a daru fordulását szinkronban követi a kabin is. (pl.: Logman 801H)
3. Kabin mellett, kabinnal együtt szintezett a daru (pl.: Valmet 911.3)

4. Kabin mellett, géptörzssel együtt színtezett a daru (pl.: John Deere 909JH)
5. Kabin mögött található a daru (pl.: Highlander)
6. Kabin körül: A darut tartó és mozgó szerkezet közrefogja a kabint. (pl.: Ponsse Scorpion)



7. ábra: Daru és a kabin egymáshoz viszonyított helyzete

Kombinálhatóság alapján

A többcélú gépek új generációja az úgynevezett kombinált (combi, dual) gépek, melyek a fakitermelés mellett a faanyagmozgatás műveleteit is képes végrehajtani. De különleges esetekben a harveszterek alkalmassá tehetőek a fakitermelés során keletkező vékony faanyag (vágástéri melléktermék) azonnali aprítására, ill. kötegelésére is, továbbá harveszterfej helyére hasító adapter is felszerelhető rövid idő alatt (8. ábra):

1. Harvarder
 - 1.1 A rakoncák felrakásával ill. harveszterfej rönk-fogó kanálra történő átszerelésével forwarderré alakítható. (pl.: Ponsse Buffalo Dual)
 - 1.2 A hátsó munkavégző egység cseréjével alakítható kihordóvá. (pl.: Forsteline MPM C90)
 - 1.3 A rakoncás pótkocsi felkapcsolásával és a harveszterfej rönkfogó kanálra való cseréjével forwarderré alakítható. (pl.: Timbear Lightlogg C)
 - 1.4 Forgózsámolyos rakfelülettel szerelt.(pl.: Valmet 801 Combi)
2. Vonszoló – harveszter: Szorítózsámollyal rendelkezik. (pl.: Highlander)
3. Kötélpálya – harveszter: A harvesztert összeépítették egy kisteljesítményű kötélpályával. (pl.: Haas TST 400-Timberjack)
4. Aprító – harveszter (pl.: Valmet 801C BioEnergy)
5. Kötegelő – harveszter (pl.: Pinox 828/330/510 Combi)
6. Hasító – harveszter (pl.: Lasco Masi-Timberjack)



8. ábra: Kombinálhatóság

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben széles skálája alakult ki a többcélú gépeket gyártó cégeknek, melynek következtében igen változatos képet mutatnak a piacra kerülő gépek, mind megjelenésükben, mind műszaki megoldásaik tekintetében. Teszik ezt egy ergonomikusabb, balesetektől mentesebb és termelékenyebb fakitermelés érdekében.

Felhasznált irodalom

Horváth B. (2003): Erdészeti gépek. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 296. p.

<http://www.farmi.us/newpage18.htm>

<http://vimek.se/>

<http://lemn.fordaq.com>

www.artekno.fi

www.cat.com

www.deere.com

www.eco-log.se

www.fordaqmachinery.com

www.forestline.se

www.forsttechnik.at

www.gremo.com

www.impex-forstmaschinen.de

www.kollergmbh.com

www.komatsuforest.com
www.kwf-thementage.de
www.logman.fi
www.menzimuck.com
www.neuson-ecotec.com
www.pinox.com
www.ponsse.com
www.prenticeforestry.com
www.sennebogen.com
www.silvatec.com
www.tigercat.com
www.timbear.se

FAÁLLOMÁNY-JELLEMZŐK LÉGI LÉZERES LETAPOGATÁS ALAPJÁN TÖRTÉNŐ MEGHATÁROZÁSA A SZIGETKÖZ PÉLDÁJÁN KERESZTÜL

KIRÁLY GÉZA, BROLLY GÁBOR

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
kiraly.geza@emk.nyme.hu

Bevezetés

A légi lézeres letapogatás (angolul Airborne Laser Scanning – ALS vagy LiDAR) egy olyan aktív távérzékelési eljárás, amely során optikai tartományban kibocsájtott lézer-impulzusok sorozatával történik távmérés valamilyen légi hordozóeszkörről. A távolság mérése leggyakrabban az időmérésen alapul (Time of Light – TOF), amelyet jellemzően 0,1 ns élességgel mérnek (ez ~ 3 cm-es távolságnak felel meg). Ahhoz, hogy ezekből a távmérésekből megfelelően pontos koordinátákat tudjunk előállítani, alapvető fontosságú a szenzor helyzetének és irányának a meghatározása. Az előzőt a kinematikus GPS, majd GNSS eszközök, az utóbbit az inerciális navigációs eszközök (Inertial Navigation System – INS vagy Inertial Measurements Units – IMU) teszik lehetővé. Éppen ezeknek az eszközöknek a fejlődése tette lehetővé, hogy a lézeres letapogatás geometriailag elegendően pontos adatokat tud szolgáltatni. A technológia gyorsan terjed, és egyre újabb alkalmazásai jelennek meg; a topográfiai térképezésben és az erdészetben Skandináviában például már több mint egy évtizede üzemszerűen is használják. Közép-Kelet Európában is vannak nagyon ígéretes próbálkozások, azonban a komplexebb mérsékeltövi elegyes erdők és a mérsékelt gazdasági lehetőségek miatt az üzemszerű bevezetése még várat magára.

Az INMEIN project (HUSK/1101/1.2.1/0141) egy Magyarország-Szlovákia Határon Átnyúló Együttműködési Program 2007-2013 keretében megvalósuló projekt, amelynek a címe: „Innovatív módszerek a Dunamenti ártéri redők leltározására és monitorozására korszerű 3D-s távérzékelési technológiák segítségével.” A projekt az NLC (korábban FRI Zólyom) és az ERTI között már hosszú ideje működő szakmai kapcsolat részeként és továbbfejlesztéseként jött létre. A projekt alap gondolata egy olyan innovatív monitorozó rendszer kidolgozása, amely a bőszi erőmű üzemeltetése miatt érintett ártéri erdők egységes szemléletű monitorozását szolgálja, eleget téve a két országra vonatkozó nemzetközi előírásoknak (1995-ös egyezmény). A projekt egyik célja biztosítani a kutatási és tudományos infrastruktúrák koordinált, határon átnyúló használatát: korszerű LiDAR technológia és légifelvételzési alkalmazások használata a Duna árterületének felmérésében. Lézerszkennelt adatok feldolgozásának módszertani kutatásai és az eredmények, kifejlesztett algoritmusok, eljárások közös használata. Jelen tanulmányunk ehhez a módszertani kutatáshoz kapcsolódik elsősorban.

A repülés tervezése, engedélyeztetése és megvalósulása

A légifelmérés tervezése során a lézeres letapogatás esetében elsődlegesen a pontsűrűség szerepe a meghatározó, ami esetünkben 5 pont/m² volt. Mivel a letapogatással egy időben képek is készültek, így a másik alapvető paraméter a fényképek terepi felbontása, amely 10 cm-re lett tervezve. A felméréendő terület nagysága ~128 km² volt. A felmérés engedélyeztetése elég bajos volt, ugyanis 2013.01.01.-től lépett érvénybe az új végrehajtási rendelet (399/2012. (XII. 20.)), ami a határon átnyúló, amúgy sem túl egyszerű engedélyeztetést tovább lassította. A felmérés végül 2013.09.08-án valósult meg, a repülőgép nyomvonalát tartalmazza az alábbi 1. ábra.



1. ábra: A repülőgép nyomvonala a mintaterületen

A repülés során végül $\sim 180 \text{ km}^2$ felmérése történt meg $7,8 \text{ pont/m}^2$ pontsűrűséggel, amelyek mellé mintegy 1900 db $\sim 10 \text{ cm}$ -es terepi felbontású színhelyes-színes, 16-bites légifénykép is készült (als.nyme.hu). Mivel ezek az INMEIN projekt keretében készített adatok csak 2013. december elejétől álltak a rendelkezésünkre, így a jelen vizsgálatban egy másik HU-SK projekt, a DUREFLOOD adatait használtuk fel. Ennek a projektnek a keretében a szigetközi mintaterület Győrzámoly község határába eső része esett bele, így a további feldolgozás során ezt a részt vizsgáltuk.

Az adatok előfeldolgozása

Az adatok előfeldolgozása során nagy szerepe van az egyes repülési sávok közötti, ún. relatív tájékozásnak. A relatív tájékozást a Bécsi Műegyetem (TU Wien) által fejlesztett OPALS (Orientation and Processing of Airborne Laser Scanning data) környezetben valósítottuk meg. Az eljárásnak az a lényege, hogy a direkt tájékozási adatok (GNSS és IMU) nélkül alkalmas a sávok átfedő területeinek pontossági vizsgálatára (RESSL *et. al.* 2008). Az ellenőrzés során kiderült, hogy 15 cm -t meghaladó eltérések is mutatkoztak a sávok között, így szükségessé vált az adatok újbóli előfeldolgozása, pontosítása. Ezután már megfelelő pontosságú adatokat kaptunk, amelyek alkalmasak voltak a további adatfeldolgozásra.

Az adatok feldolgozása és a faállomány-paraméterek előállítása

Az előfeldolgozás után az adatok feldolgozásának első lépése a felületmodellek előállítása volt. A digitális domborzatmodell (DDM) az adaptív TIN módszerrel állítottuk elő (AXELSSON 2000), amelyet pl. a TerraSolid szoftverben lehet megvalósítani. A borított felszínmodell (BFM) a parabola-illesztés módszerével állítottuk elő, amely algoritmus lényege a jelen kiadvány egy másik tanulmányában található (BROLLY-KIRÁLY 2014). A faállomány magassági modellje (angolul nDSM) a két modell különbségeként állt elő (BFM-DDM).

Ezt a modellt használhatjuk fel a továbbiakban az egyes faállomány-paraméterek becsléséhez. Ezen becslések lehetnek faállomány-, valamint egyesfa-alapúak. A faállomány-alapú

módszerek esetében az egyik legfontosabb paraméter, amelyet a lézeres letapogatás alapján meghatározhatunk, a faállomány magassága. Ezt meghatározhatjuk közvetlenül a famagasság modelljéből, vagy pedig az adott faállomány területéről visszaverődött pontok terep feletti, relatív magasságából is.

A famagasság modellje arra is alkalmas, hogy meghatározzuk a segítségével a záródás-hiányos, lékes területeket, valamint, hogy elkülönítsük a famagasság szempontjából jelentősen eltérő állományrészeket. Az előbbire mutatunk be példát jelen kiadvány másik tanulmányában (BROLLY és KIRÁLY 2014), az utóbbira mutatunk példát ebben a tanulmányban.

A faállomány szerkezetének alaptétele a következő (VEPERDI 2005):

$$V = F \cdot G \cdot H$$

ahol $V(m^3)$ a faállomány térfogata, F a faállomány alakszáma, $G(m^2)$ a faállomány mellmagassági körlapösszege, $H(m)$ a faállomány átlagos magassága. Ezt a képletet az erdészeti távérzékelésben gyakran a következővel helyettesíthetjük:

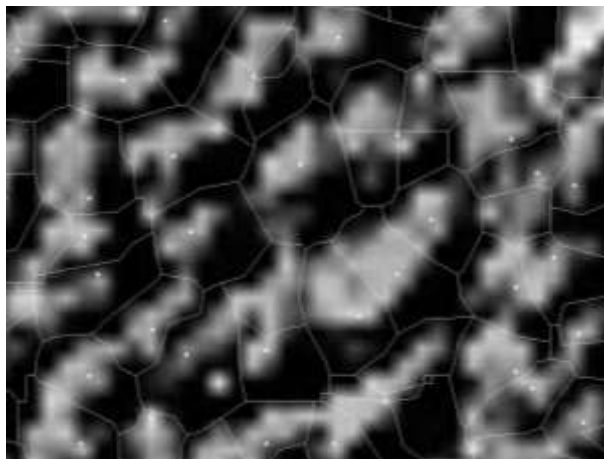
$$V = F_K \cdot G_K \cdot H$$

ahol az F_K az ún. koronavetületi alakszám, G_K pedig a faállomány koronavetületeinek az összege. Ugyanakkor a $G_K \cdot H$ értéket, azaz a faállomány által elfoglalt térfogatot, geoinformatikai módszerekkel a famagasság modelljéből könnyen kiszámíthatjuk, bármely területre, a modell felbontásának megfelelő oldalhosszúságú, négyzet alapú hasábok térfogat-összegeként. Ezáltal a fenti képlet a következőre módosul:

$$V = F_K \cdot V_K$$

ahol V_K a faállomány által elfoglalt térfogat. Tehát amennyiben sikerül valamilyen módon az alakszámra jó becslést adnunk, akkor a faállományunk fatérfogata meghatározható.

Az egyesfa-alapú módszerek közül jelen tanulmányban a törzsszám meghatározását ismertetjük. A famagasság modelljének az inverzéből modellezzük a vízgyűjtőket, amelyek az egyes fák fakoronáját fogják jelenti, valamint ezen kisvízgyűjtők kifolyási pontjai lesznek az egyes fák csúcsai (KIRÁLY *et al.* 2012). Ezen csúcspontokat egy adott területre összesítve kapjuk meg a törzsszámot (lásd 2. ábra).



2. ábra: Az inverz vízgyűjtő-terület alapú egyesfa modellezés

Eredmények és következtetések

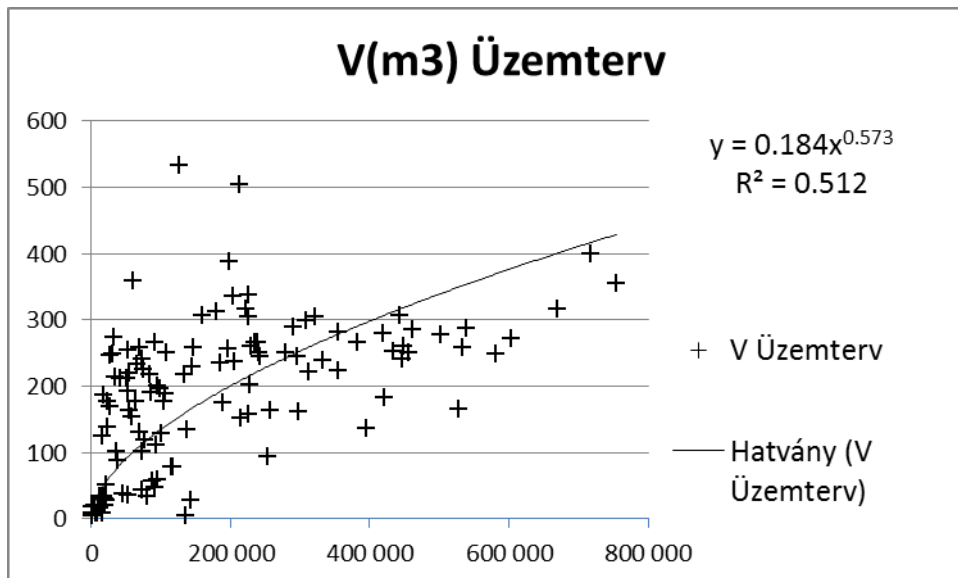
A faállomány-részek elkülönítésének eredményét a Győrzámoly 9D erdőrészlet esetében mutatjuk be. A részlet bizonyos területén még az idős állomány, más területén már a fiatal, felújított állomány található, és az északi részén víz alatt álló területek is vannak, faállomány nélkül (lásd 3. ábra).



Név	Ter (m2)
Idős állomány	40 709
Felújítás	28 665
Vízzel borított	4 103
Összesen	73 477

3. ábra: A Győrzámoly 9D erdőrészlet faállomány-részei és azok területe

A mintaterületre eső összes erdőrészlet üzemterv szerinti fatérfogatának és a faállományok által elfoglalt térfogatának összehasonlításával a következőket kaptuk. A lineáris korreláció nagyon gyenge, $R^2=29,3\%$ -os összefüggést mutat, ugyanakkor meghatározható belőle az alakszám (F_K), amely Győrzámoly ártéri erdőrészleteinek esetében $0,034\%$ -ra adódott. A hatványfüggvény-illesztéssel jelentősen jobb, de még így is elég gyenge, $R^2=51,2\%$ -os korrelációt kapunk (lásd 4. ábra).



4. ábra: A faállományok fatérfogata (V) a faállományok által elfoglalt térfogat (V_K) függvényében

Az egyesfa-alapú módszerek közül a törzsszámot ismertetjük szintén a Győrzámoly 9D erdőrészletre. Az idős állományrész esetében 383 db/ha törzsszámot határoztunk meg az üzemtervi 227 db/ha-ral szemben, a felújítási területen 582 db/ha törzsszámot határoztunk meg az üzemtervi 100 db/ha-ral szemben.

Összefoglalás

A faállomány-részek elkülönítésének az erdőterképezés és térképfelújítás során nagy a jelentősége, ezt a munkát jelentősen megkönnyítheti a faállomány magassági modellje alapján történő automatikus elkülönítés. Ez olyan állományok esetén is jól használható, ahol a képi információk alapján az elkülönítés nehéz, vagy egyáltalán nem lehetséges, de magasságilag jelentős különbségek vannak az egyes állományrészek között. Az egyesfa-alapú törzsszám (és koronavetület) meghatározás nagyon biztató eredményeket adott, ugyanakkor a felújítási terület esetében az üzemtervben megjelenő 100 db/ha érték nagy valószínűség szerint inkább „adminisztratív” érték, mint tényleges.

A fatérfogot becsléséhez bemutatott eljárás eddigi eredményei azt mutatják, hogy a referencia-adatok pontossága kiemelkedő jelentőségű. Éppen ezért vizsgálatainkat akkor tudjuk folytatni, amennyiben a terepi referencia-mérések teljesen elkészülnek. Nyilvánvalóan a koronavetületi alakszám ilyen nagy területre vonatkozó meghatározásának nem sok értelme van, differenciálni kell a különböző fajok, termőhelyi viszonyok között. Bízunk benne, hogy a lézeres letapogatás adataiból is sikerül majd valamilyen paramétert levezetni, amely nagymértékben segíti az alakszám meghatározását.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki az ÉDUVÍZIG-nek, hogy lehetővé tették számunkra a DUREFLOOD adatok elérését, valamint a Károly Róbert Főiskolának, hogy az adatok (újbóli) előfeldolgozásával kapcsolatban nagyon nyitottak és segítőkészek voltak. A kutatás elsősorban az INMEIN projekt (HUSK/1101/1.2.1/0141) támogatásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- AXELSSON P. (2000): DEM Generation from Laser Scanner Data Using Adaptive TIN Models. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. 33, Part B4., pp 110-117.
- BROLLY G., KIRÁLY G. (2014): Borítottfelszín-modellek (DSM) előállítása légi lézeres letapogatási adatok másodfokú felületelemekkel történő approximációjával. In: NYME EMK Kari Konferencia Kiadványa 2014. pp. 338–342.
- G. KIRÁLY, G. BROLLY, P. BURAI (2012): Tree Height and Species Estimation Methods for Airborne Laser Scanning in a Forest Reserve. In: Full Proceedings of SilviLaser 2012; 12th International Conference on LiDAR Applications for Assessing Forest Ecosystems, Vancouver, BC, Canada, 2012.09.16-19. pp 260-270.
- RESSL, C., KAGER, H. AND MANDLBURGER, G., (2008): Quality checking of ALS projects using statistics of strip differences. In: IAPRS, XXXVII, pp. 253-260.
- VEPERDI G. (2005): Dendrometria. Oktatási segédanyag. Sopron. p. 105.

ERDÉSZETI UTAK FORGALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA FORGALOMSZÁMLÁLÓ RENDSZER SEGÍTSÉGÉVEL

KISFALUDI BALÁZS¹, MARKÓ GERGELY², PRIMUSZ PÉTER¹, PÉTERFALVI JÓZSEF¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
kisfaludi@gmail.com

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Út- és Vasútépítési Tanszék, Budapest

Bevezetés

Magyarország erdészeti útjainak nagy része 1950-1990 között épült, elsősorban faanyag szállítás céljára. Azóta az erdők közjóléti szerepe fokozatosan növekszik. Ehhez kapcsolódóan pedig az erdészeti utakon a nem erdészeti forgalom nagysága is megnövekedett. Ez sok esetben a forgalom szabályozását, vagy korlátozását teheti szükségessé. Ahhoz, hogy az út kezelője a megfelelő intézkedéseket megtehesse az út biztonságos használata érdekében, ismernie kell a várható forgalom nagyságát és összetételét.

Kutatásunkban egy olyan módszer kidolgozását tűztük ki célul, melynek segítségével egy adott út adott szelvényén áthaladó forgalom nagysága időben minél folytonosabban meghatározható, valamint az úthasználók meghatározott csoportokba sorolhatók, és a haladási irányuk is megadható.

A természeti területek látogatottságának vizsgálata először a védett, valamint a városi erdők kapcsán került előtérbe, hiszen itt jelentkezett a legnagyobb forgalom. A látogatók számát közvetett és közvetlen módszerekkel lehet meghatározni. A közvetlen módszerek valamilyen terepi számlálást jelentenek, melyet az adott területre bevezető utakon célszerű elvégezni, hiszen a látogatók nagy része ezeken keresztül fog érkezni. Több módszert is kidolgoztak a látogatók számának terepi meghatározására, ezeket CESSFORD és MUHAR (2003) alapján az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A terepi forgalomszámlálás lehetséges módjai (CESSFORD és MUHAR 2003)

Számláló személyek	A kívánt helyszínen forgalomszámlálást végző személyek
Kamerás rögzítés	A felvételek a helyszínen készülnek, a kiértékelés utólag
Távérzékelés	Légi felvételek kiértékelése
Mechanikus	Fizikai elmozdulást számláló eszközök (pl. forgókapu)
Nyomásérzékelők	Közvetlen nyomásra (pl. rálépés) számláló eszközök
Szeizmikus érzékelők	Az út burkolatába épített érzékelők, melyek az út felületén keletkezett vibrációt fogják fel
Aktív optikai érzékelők	A látogatók által megszakított fénysugár váltja ki az észlelést
Passzív optikai érzékelők	Az érzékelő által látott infravörös képben bekövetkező változás váltja ki az észlelést
Mágneses érzékelők	Az elhaladó fémes tárgy változást okoz a mágneses mezőben
Radar	A visszavert rádióhullámok változását érzékeli

Az egyes megoldások bővebb leírása megtalálható MUHAR és mtsai 2002-es áttekintő cikkében. Az 1. táblázatban felsorolt lehetőségek közül a kamerás rögzítés kérdőívvel kombinált változatát sikerrel alkalmazta JANOWSKY és BECKER (2003) erdészeti utak forgalmának meghatározására a stuttgarti erdőben. Méréseik alapján öt úthasználó csoportot

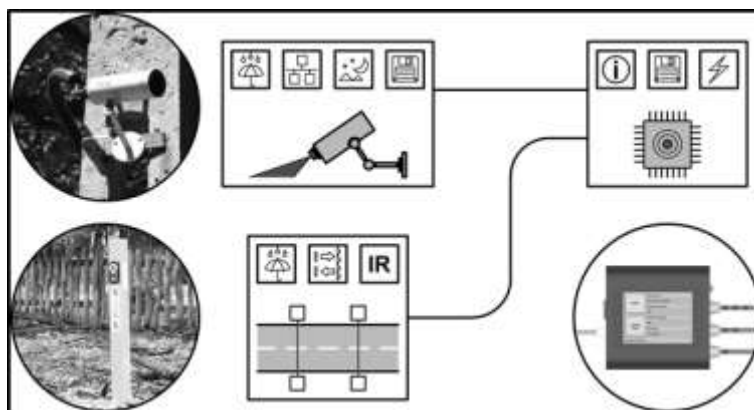
különítettek el, meghatározták az egyes csoportok úttal szemben támasztott követelményeit, valamint az egyes csoportok időbeni úthasználati mintázatát.

Anyag és módszer

A forgalomszámlálást úgy kívántuk elvégezni, hogy a lehető legpontosabban meghatározható legyen a kiválasztott szelvényen áthaladó járművek száma. Az úthasználók nyolc csoportjának elkülönítését tartottuk szükségesnek: tehergépkocsi, munkagép, személygépkocsi, motorkerékpár, kerékpár, ló, lovas kocsi, gyalogos. Fontos szempont volt továbbá, hogy időben minél folytonosabb adatsor álljon rendelkezésre, valamint, hogy az eszköz telepítése a lehető legegyszerűbben történjen.

Az úthasználók pontos csoportokba sorolása több szenzor együttes alkalmazásával és helyszíni kalibrálásával, vagy vizuális alapon történhet. Mivel a vizuális osztályozás pontosabb, és technikailag egyszerűbben megvalósítható, ezért erre a módszer-csoportra esett a választásunk. Az időbeni folyamatosságot automata rendszer alkalmazásával láttuk biztosíthatónak. Ez azt jelentette, hogy egy mozgó, vagy álló kép készítésére és tárolására alkalmas kamerát kellett használnunk. A kamerát az út tengelyéhez minél közelebb, kb. 4 méter magasan célszerű elhelyezni (ARNBERGER és mtsai 2005), így a legpontosabb a felvételek kiértékelése, valamint a kamera biztonsága is megfelelő. Mivel a kamera a vizsgált szelvénytől távolabb helyezkedik el, egy áthaladást jelző szenzor alkalmazása is szükséges. Egy passzív infravörös szenzorból, és digitális fényképezőgépből álló rendszert mutat be CAMPBELL (2006). Tapasztalatai alapján a digitális fényképek alkalmasak az általunk kitűzött célok megvalósítására, valamint leírja a külön telepített fényképezőgép és szenzor alkalmazásának feltételeit.

A szakirodalom alapján egy olyan rendszert terveztünk, amely aktív infravörös érzékelők jele alapján készít állóképet egy magasan elhelyezett kameráról. A rendszer két pár retro-reflexiós aktív infravörös érzékelőből (a haladási irány meghatározása miatt kettő), egy biztonsági kamerából, és a kettőt összehangoló, valamint az adatkivételt és ellenőrzést lehetővé tevő központi egységből áll (1. ábra). Az érzékelőket és a fényvisszaverő prizmákat fém oszlopokban helyeztük el az út két oldalán. A két „kapu” távolsága 2 méter. A biztonsági kamera egy villanyoszlopon kapott helyet nagyjából 4 méter magasan, a „kapuktól” kb. 10 méter távolságra. A felbontást 1 Mp-re választottuk, mert így még elvégezhető az úthasználók csoportokba sorolása, ám az esetleges személyiségi jogi problémák elkerülhetők. A központi egység grafikus felületet biztosít a rendszer ellenőrzéséhez, valamint az adatkivételhez. A fényképek mellett az optikai érzékelők észlelési időpontjai is tárolásra kerültek. Az adatkivétel manuálisan történik, memóriakártya segítségével.



1. ábra: A forgalomszámláló rendszer felépítése

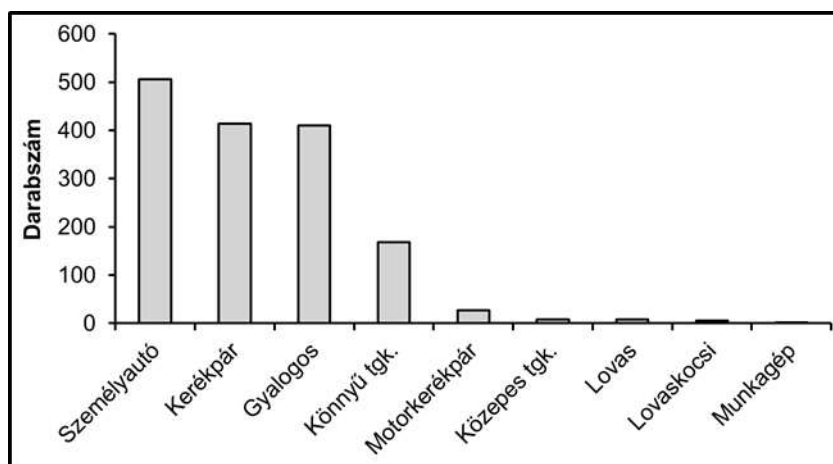
A fotók feldolgozását kiértékelő személyek végezték el az általunk fejlesztett célszoftverrel. A kiértékeléskor a fotón megjelölésre kerültek az úthasználók, és a jelöléshez rendeltük hozzá a jellemző adatokat. Ezzel a módszerrel megteremtettük az automatikus kiértékelés alapját.

Vizsgálati terület

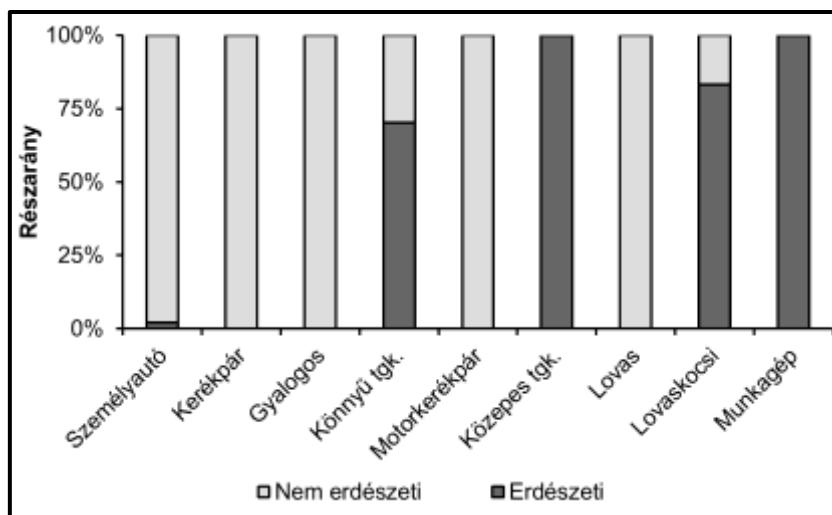
Vizsgálatunk helyszínéül a Pilisi Parkerdő Zrt. területén található Apátkúti út 14+25,00 hm szelvényét jelöltük ki. Ezen az úton a Parkerdő munkatársai szerint jelentős a turistaforgalom, ugyanakkor ez az erdőgazdaság egyik fontos szállítási útvonala is. A pontos hely kiválasztásánál a legfontosabb szempont a meglévő elektromos hálózat, és a felügyelet biztosíthatósága volt. Emellett figyeltünk arra is, hogy az út elején található, nagyon sok látogatót vonzó helyek után végezzük a forgalomszámlálást, ezzel biztosítva, hogy az adatfeldolgozás munkaiigénye a kísérleti jellegnek megfelelő mértékű maradjon.

Eredmények

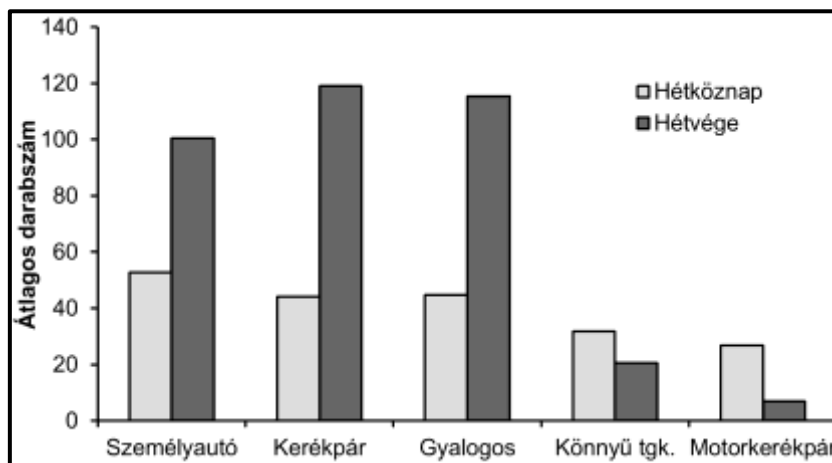
A rendszer 2013 májusa óta többé-kevésbé folyamatosan üzemel. Az üzemszünetek az optikai érzékelők meghibásodására, illetve a központi egység vezérlő programjának hibájára vezethetők vissza. A reflexiós optikai érzékelők érzékelési távolságát jelentősen befolyásolta a szenzorok párasodása, illetve a tápfeszültség csökkenése. Hamis észlelésekhez vezettek a záporok, zivatarok, mivel a nagyméretű esőcseppek működésbe hozták a kamerát. A várakozásokkal ellentétben az eszköz nem esett áldozatul vandalizmusnak. Általánosságban elmondható, hogy napi 100 - 400 közötti fotó készült. Az adatfeldolgozás munkaiigényes volta miatt két júniusi hét fotóinak kiértékelése történt meg. A forgalom-összetételt a 2. ábra mutatja, míg az erdészeti és nem erdészeti forgalom aránya a 3. ábrán látható. A rendelkezésre álló adatok alapján akár az egyes napokhoz tartozó forgalom-mintázatok is levezethetők, itt a hétköznapi és hétvégi összehasonlítást mutatjuk be (4. ábra).



2. ábra: A forgalom összetétele



3. ábra: Az erdészeti és nem erdészeti forgalom aránya úthasználó csoportonként



4. ábra: A hétköznapok és hétvégék forgalmának összehasonlítása

Értékelés, megvitatás, következtetések

Az úthasználó-csoportonként mért forgalomnagyság (2. ábra) alakulása eltért az előzetesen várttól, ugyanis nagyobb számú személygépkocsi áthaladást regisztrált a rendszer, mint gyalogost, vagy kerékpárost. A 3. ábráról leolvasható, hogy a személygépkocsi forgalomnak csak kis részét teszi ki az erdészeti célú úthasználat. Erre a jelenségre magyarázatként szolgálhat, hogy az Apátkúti út mérési szelvény fölötti szakaszán található a Kaán-forrás, ahonnan a Parkerdő engedélyével személyautóval lehet vizet hordani, és ez generálhatja a magas személygépkocsi áthaladást. Az úthasználó csoportokban az erdészeti – nem erdészeti forgalom aránya a személygépkocsikat kivéve a várakozásnak megfelelő. A 2. ábrán nem szerepel a nehéz tehergépkocsi kategória, és a munkagépek is igen alacsony számmal képviseltetik magukat. Ez jól magyarázható azzal, hogy az adatsor nyáron került felvételre, ezért fahasználati munkákat nem végzett az erdőgazdaság. A 3. ábrán a hétköznapok és hétvégék összehasonlítása látható. A közjóléti forgalomhoz kapcsolódó csoportokban az úthasználók száma a várakozásoknak megfelelően nőtt, gyalogosok és kerékpárosok esetében több mint kétszeresre.

Összességében elmondható, hogy a megvalósított forgalomszámláló rendszer megfelelő adatokat szolgáltatott a vizsgált út forgalomelemzéséhez. A terepi rendszer kétheti ellenőrzéssel nagyobb adatvesztés nélkül képes üzemelni. A manuális képkieértékelés lassú, de pontos eredményt adó folyamat, amit a későbbiekben automatizálni lehet.

Felhasznált irodalom

- ARNBERGER, A. HAIDER, W. & BRANDENBURG, C. (2005): Evaluating Visitor-Monitoring Techniques: A Comparison of Counting and Video Observation Data. *Environmental management*. 36(2). 317-327.
- CAMPBELL, M. J. (2006): monitoring Trail Use with Digital Still Cameras: Strengths, Limitations and Proposed Resolutions. *Proceedings of the Third International Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. 317-321.
- CESSFORD, G. & MUHAR, A. (2003): Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *Journal for Nature Conservation*. 11. 240-250.
- JANOWSKY, DAGMAR V. & BECKER, G. (2003): Characteristics and needs of different user groups in the urban forest of Stuttgart. *Journal for Nature Conservation*. 11. 251-259.
- MUHAR, A. ARNBERGER, A. & BRANDENBURG, C. (2002): Methods for Visitor Monitoring in Recreational and Protected Areas: An Overview. *Proceedings of the Conference on Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. 1-6.

PERKÁTA-FORRÁS-DŰLŐ KÖZÉPSŐ BRONZKORI FÖLDVÁR ÉS KÖRNYÉKÉNEK TÁJTÖRTÉNETI VIZSGÁLATA

KRAUSZ EDINA¹, SALÁTA DÉNES², PETŐ ÁKOS³, BIDLÓ ANDRÁS¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Környezet- és Földtudományi Intézet, Sopron
wintry.wilderness25@gmail.com

² Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet

³ Magyar Nemzeti Múzeum, Nemzeti Örökségvédelmi Központ, Budapest

Bevezetés

A Dunába nyugatról ömlő Cikola-víz vízgyűjtőjének területén található Perkáta–Forrás-dűlő középső bronzkori földvár (1. ábra). A vizsgálatunk központi elemét adó földváron, illetve annak környezetében a Magyar Nemzeti Múzeum, Nemzeti Örökségvédelmi Központ és a Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet részvételével elindult egy átfogó környezettörténeti és településtörténeti vizsgálatsorozat, amelynek egyik célja, hogy a középső bronzkortól napjainkig eltelt időszakban a földvár és közvetlen környezetének tájhasználati intenzitását vizsgálja (REMÉNYI *et al.* in press). A jelen dolgozat célja, hogy a 18. századtól napjainkig terjedő időszakra, a rendelkezésre álló történeti térképek és légifotók felhasználásával feltárja, térinformatikai környezetben feldolgozza a tájhasználat változását.



1. ábra: Perkáta – Forrás-dűlő bronzkori földvár elhelyezkedése

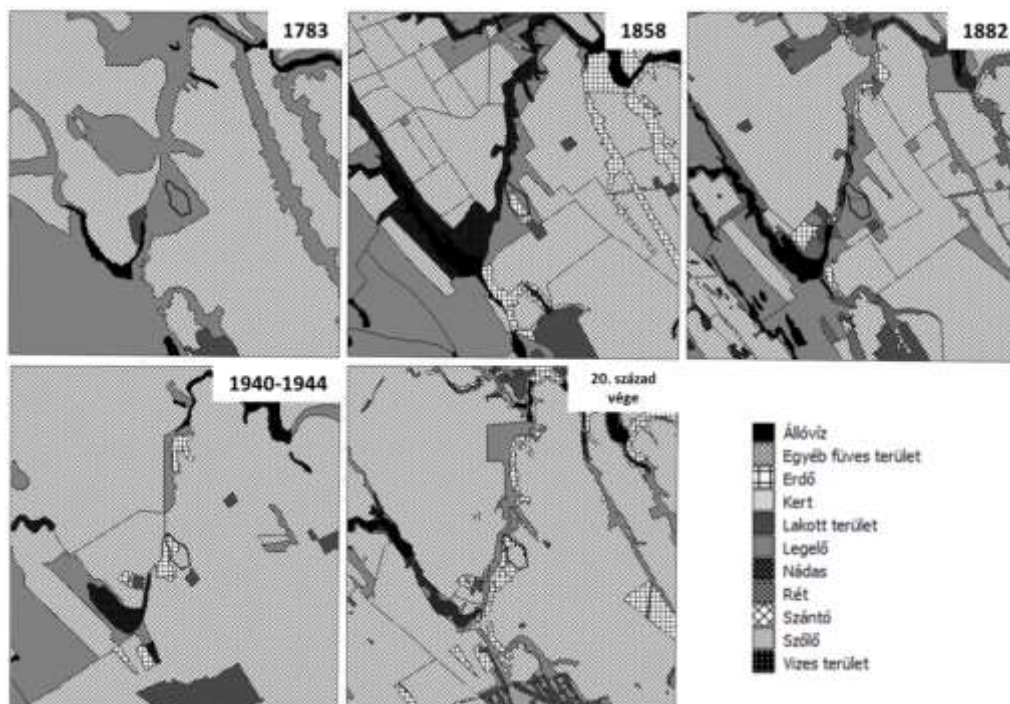
Vizsgálati módszerek

A mintaterület általános tájhasználat-történetének leírása írott dokumentumok – úgy mint történeti leírások (SZAKÁLY 1997), monográfiák (FARKAS 1991), kéziratok (ÁDÁM é.n.) – alapján és vizuális források – úgy mint légifelvételek (L34-26-D-a (1953 – 193/70, 1955 – 312/35, 309/178, 1978 – 8265/9070, 1986 – 6421/3749, 1987 – 7-318/9343), valamint L34-26-D-c (1953 – 193/57, 1955 – 313/17, 313/18, 1978 – 9271, 9273, 1986 – 3747, 1987 – 7-818/9342; forrás: HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára), történeti térképek (Első katonai felmérés, 1783, XII/23. és XIII/24. szelvények, MA: 1:28800, in ARCANUM, 2004; Második katonai felmérés, 1858, XXXI/54. szelvény, MA: 1:28800, in TÍMÁR *et al.* 2006; Harmadik katonai felmérés, 1882, 5161/2-4. és 5162/1-3. szelvények, MA: 1:25000, in BISZAK *et al.* 2007); Topográfiai térképek a II. VH időszakából, 1940-1944, 5161/K és 5162/NY szelvények, MA: 1:50000, in TÍMÁR *et al.* 2008 – forrás: HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtára) és az 1:10000 méretarányú EOY topográfiai térkép (szelvénytípusok:

45-111, 45-112, 55-331, 55-332, 55-333, 55-334, forrás: FÖMI) – felhasználásával történt, amelyeket archív adatokkal bővítettünk. A térképek és légifotók térinformatikai feldolgozása, georeferálása és digitalizálása Quantum GIS (QGIS) Desktop 1.8.0 'Lisboa' programmal valósult meg, amelyet a térképi adatok, a tájtörténeti információk és a légifotók információinak összevetése követett.

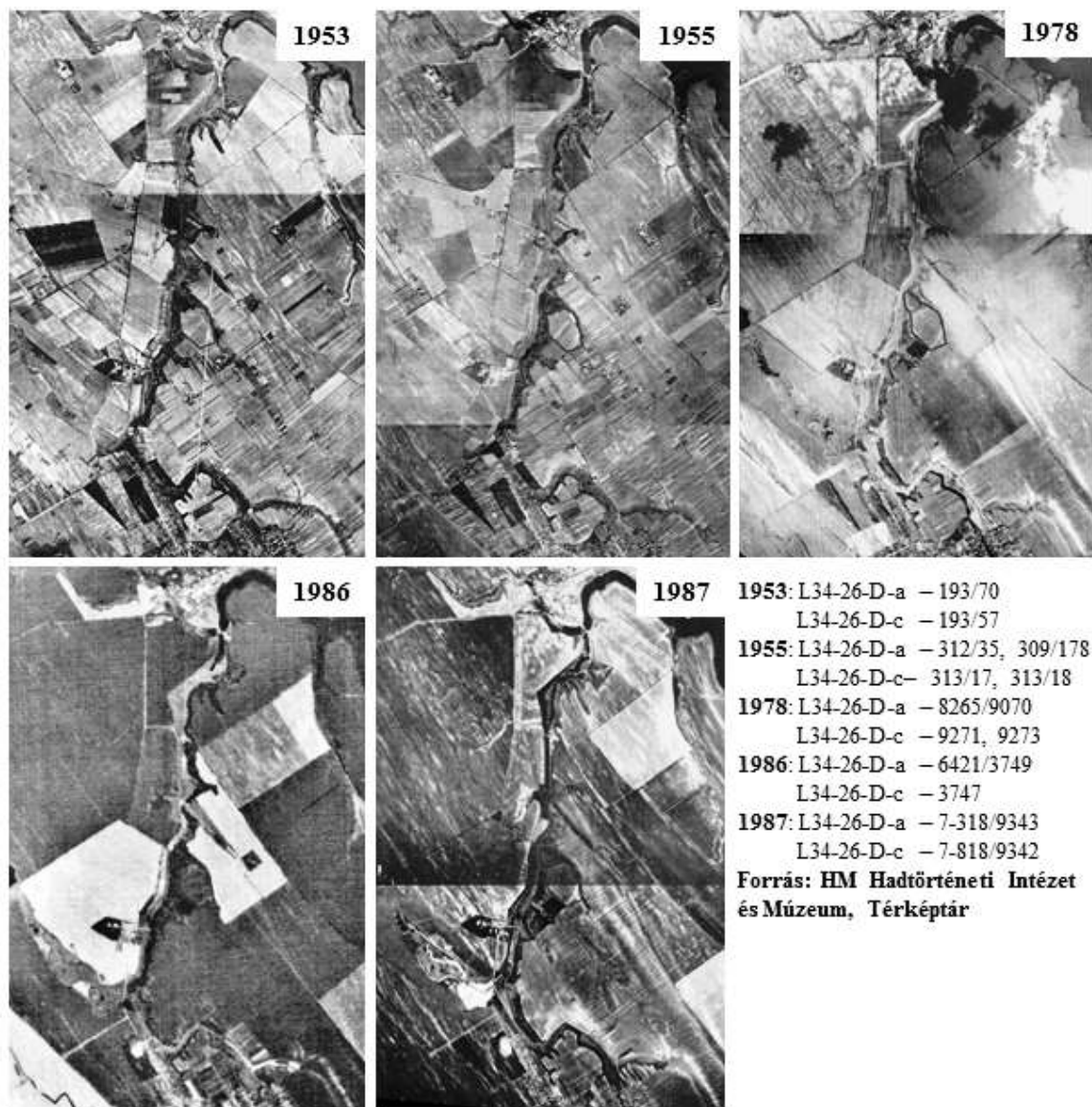
Eredmények

A mintaterület általános tájhasználat-története, valamint tágabb környezethasználat-történeti gerince alapján a Forrás-dűlő földvár és egyben a mintaterület a török időkben került először említésre. A Cikola-víz közelsége miatt feltételezhető, hogy állattartásra alkalmas gyepek lehettek itt. Ezeket a források alapján először szarvasmarhák legelőiként hasznosították, majd a súlypont fokozatosan átkerült a juhtenyésztés irányába (FARKAS 1991). Az I. Katonai felméréstől (1783) kezdve a 19. század végéig legelők, vizes területek és rétek váltogatták egymást a Cikola-víz völgyében, illetve kiemelendő, hogy a II. Katonai felmérés tanulsága szerint a 19. század közepén a földvár nagyobb kiterjedésű délkeleti területén fás vegetáció volt (2. ábra). A II. Világháború idejére a legelők és erdők aránya jelentősen csökkent, a vizsgált mintaterület nagy része szántó művelés alá került (2. ábra). Eközben a Cikola-víz völgyében más tájhasználati kategóriába eső foltok jelentek meg, amelyek elhelyezkedésük által a vizsgálat során előtérbe kerültek. A megfigyelt foltok a 20. század második felére erdős és vizes területekként jelentek meg, a mintaterület és a földvárak közvetlen környezete intenzíven használt tájjá változott (3. ábra). Ennek alapján feltételezhetően csak az utolsó században érthette őket komolyabb, tájhasználatból származó hatás. Fontos kiemelni, hogy ezek a foltok egybeesnek a lelőhelyek elhelyezkedésével, továbbá ezek a legállandóbb területhasználatú részei a vizsgált mintaterületnek.



2. ábra: A vizsgált terület és közvetlen környezetének tájhasználat változása 1783-tól napjainkig [1783: XII/23 és XIII/24 szelvények, MA: 1:28 800 in Arcanum (2004); 1858: XXXI/54. szelvény, MA: 1:28800 in Tímár *et al.* (2006); 1882: 5161/2-4. és 5162/1-3. szelvények, MA: 1:25000 in Biszak *et al.* (2007); 1940-1944: 5161/K és 5162/NY szelvények, MA: 1:50000 in Tímár *et al.* (2008); 20. sz. vége: EOVS topográfiai térképek, szelvényszámok: 45-111, 45-112, 55-331, 55-332, 55-333, 55-334, MA: 1: 10000]

Forrás: HM HADTÖRTÉNETI INTÉZET ÉS MÚZEUM TÉRKÉPTÁRA, FÖMI



3. ábra: A vizsgált terület és közvetlen környezete a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtárában található archív légifotókon

Következtetések, javaslatok

Ha egy területen korábbi időszakból származó, antropogén eredetű képződmény helyezkedik el, akkor kérdéses, hogy milyen állapotban található meg az az adott helyszínen. Amennyiben nagyobb bolygatásoktól védett helyen fekvő objektumról van szó, valamint a területhasználati mód sem változott jelentős mértékben, akkor valószínűleg megőrződhetett, illetve nem károsodhatott számottevően a környezeti hatások, illetve az emberi tevékenység következtében. Azonban ha intenzív művelésbe vonták a területet, akkor a folyamatos felszínbolygatás következtében a talaj erodálódni, pusztulni kezdhet, amely egy adott kultúrtörténeti örökség *in situ* fennmaradását és állapotát nagyban befolyásolja. A régi korok földművelői kézi, valamint állati erővel forgatták a talajt, ma pedig munkagépek igénybevételével teszik ugyanezt. Az évről évre megvalósuló, sok esetben akár 50-60 cm-es mélységet is elérő művelés hatására az esetlegesen a felszín alatt található régészeti és kultúrtörténeti értékek és jelenségek pusztulásnak indulhatnak.

A tájtörténeti vizsgálatok segítségével sikerült nyomon követni a mintaterület változásait az elmúlt közel 300 évben. Ezzel kiegészíthetők a kéziratok térképek nyújtotta információk. Mindezen forrásokat összevetve a 18. századtól a katonai felmérések területhasználati szempontú feldolgozásával értékes információkhoz jutottunk a perkáti Forrás-dűlő földvár és a mintaterület múltbeli hasznosításáról. A topográfiai térképek és a légifelvételek feldolgozása során kiszélesedő időskálán megfigyelhetővé váltak a mintaterületen belül legkevesebbet változó foltok, amely kiegészítő információ lehet a talaj(bolygatás) állapotára vonatkozóan is. A mintaterület nagy részét (és egyben a Forrás-dűlő földvár területét) fokozatosan szántó hasznosítási ágba vonták, ami a régészeti leletek felszínre kerülésének esélyét és egyben eredeti helyzetükből való elmozdulással járó információvesztést növelő tényező is. Ezt bizonyítja, hogy számos terepbejárás alkalmával csontokat, edénytöredékeket találtunk a szántóként hasznosított területen. A jellegzetes felszínformák azonban megakadályozták, hogy a „kisvár” területét művelésbe vonják, aminek nyomán az utóbbi század során fás vegetáció települt ide. Ehhez hasonló esetben a tájtörténeti vizsgálatok segítségével kiegészítő ismereteket kaphatunk arra vonatkozóan, hogy a környezetrégészeti projekteknek milyen létjogosultsága lehet, továbbá segíthet abban, hogy a vizsgálandó lelőhelyek bolygatottsági állapotáról előzetes információkat szerezzünk.

A vizsgálat során adottá vált egy ideálisnak mondható időlépték, amely tájtörténeti vizsgálatokkal alapot adhat egy tájhasználat intenzitás-vizsgálati módszer megalkotására, amely széles időskálát felölelve, más lelőhelyekre is alkalmazható lenne.

Ha a vizsgálatban bemutatott módon digitalizált és tájtörténetileg feldolgozott térképek és az előzetes terepbejárások tapasztalatai összevetésre kerülnének, úgymint a terület bolygatottságának mértéke, a felszínen talált leletek aránya, elhelyezkedése, szóródásuk mértéke a talajbolygatottság miatt, akkor lehetőség adódna egy valószínűségi skála felállítására. Mivel a talaj bolygatottsága összefüggésben van a régészeti lelőhelyek állapotával, ennek segítségével más területek előzetes tájtörténeti elemzésekor és feldolgozásakor következtetni lehetne a vélhetően kevésbé bolygatott állapotú régészeti lelőhelyekre, így a módszer ökonómiai jellegű kérdésekben döntéstámogató szereppel is bírhat.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Reményi Lászlót (MNM NÖK) és a HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtárát.

Felhasznált irodalom

- ÁDÁM, L. (é.n.): Fejér megye településeinek természetföldrajzi leírása. Kézirat. Fejér Megyei Levéltár, Kézirattár.
- FARKAS, G. (szerk.) (1991): Fejér megyei történeti évkönyv, a Fejér megyei levéltár történeti évkönyve 22. Községtörténeti tanulmányok, Székesfehérvár p. 225-267.
- MAROSI, S., SOMOGYI, S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere
- REMÉNYI, L., PETŐ, Á., KENÉZ, Á., BAKLANOV, Sz. in press. Archaeological and pedological investigations at the fortified Bronze Age settlement of Perkáta–Forrás-dűlő. In: Proceedings of the AARG Annual Meeting.
- SZAKÁLY, F. (1997): Magyar intézmények a török hódoltságban. Társadalom- és Művelődéstörténeti Tanulmányok, Budapest.

Térképek forrásai:

ARCANUM (2004): Első Katonai Felmérés: Magyar Királyság - Georeferált változat. DVD-ROM, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Arcanum Adatbázis Kft., Budapest, ISBN: 963 9374 95 4

- BISZAK S., TÍMÁR G., MOLNÁR G., JANKÓ A. (2007): Harmadik Katonai Felmérés, a Magyar Szent Korona Országai, 1:25.000. DVD-ROM, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Arcanum Adatbázis Kft., Budapest, ISBN: 978-963-7374-54-8.
- TÍMÁR G., MOLNÁR G., SZÉKELY B., BISZAK S., JANKÓ A. (2008): Magyarország topográfiai térképei a második világháború időszakából. DVD-ROM, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Arcanum Adatbázis Kft., Budapest, ISBN: 978-963-7374-71-5
- TÍMÁR G., MOLNÁR G., SZÉKELY B., BISZAK S., VARGA J., JANKÓ A. (2006): Második Katonai Felmérés: Magyar Királyság és a Temesi Bánság - Georeferált változat. DVD-ROM, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, Arcanum Adatbázis Kft., Budapest, ISBN: 963 7374 21 3, ISSN: 963 7374 35 3
- Topográfiai térkép, Földmérési és Távérzékelési Intézet, méretarány: 1:10 000.

TALAJMŰVELŐ SZERSZÁM NUMERIKUS ANALÍZISE

MAJOR TAMÁS

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
major@emk.nyme.hu

Bevezetés

A modellezés során egy speciális forgó késrendszerű pásztakészítő gépet vizsgáltam, VEM-SPH kapcsolt szimulációt segítségével.

A korábban gyártott talajművelő szerszámok gyakorlati tapasztalatok alapján készültek, ezek vizsgálata, elméletének leírása nagyrészt hiányzik (HORVÁTH 1998).

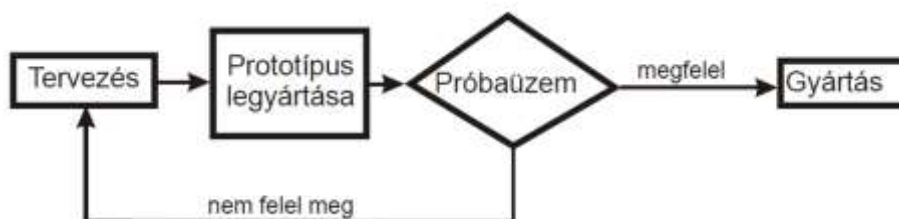
A mezőgazdaságban a gépvizsgálat ma már fontos része új mezőgazdasági gépek tervezési és fejlesztési munkálatainak. A vizsgálati eredmények megmutatják a gép használhatóságát, a munka minőségét az adott körülmények között, az esetleges működési hibákat és szerkesztési hiányosságokat. A kísérleti eredmények támpontul szolgálnak hasonló típusú új gépek szerkesztéséhez, és a meglévők továbbfejlesztéséhez is.

Cél, hogy a gépek a legnagyobb teljesítménnyel, optimális minőségi mutatókkal és ugyanakkor a legkisebb energiafelhasználással legyenek üzemeltethetők.

Az elméleti alapok ismerete lehetővé teszi, hogy a gépek művelő eszközeinek, szerszámainak méreteit, elrendezését, esetleg fordulatszámát, vonó- és hajtóerő-szükségletét, teljesítményigényét és egyéb műszaki jellemzőit úgy határozzuk meg, illetve alakítsuk ki, hogy ezen kívánalmaknak megfeleljenek.

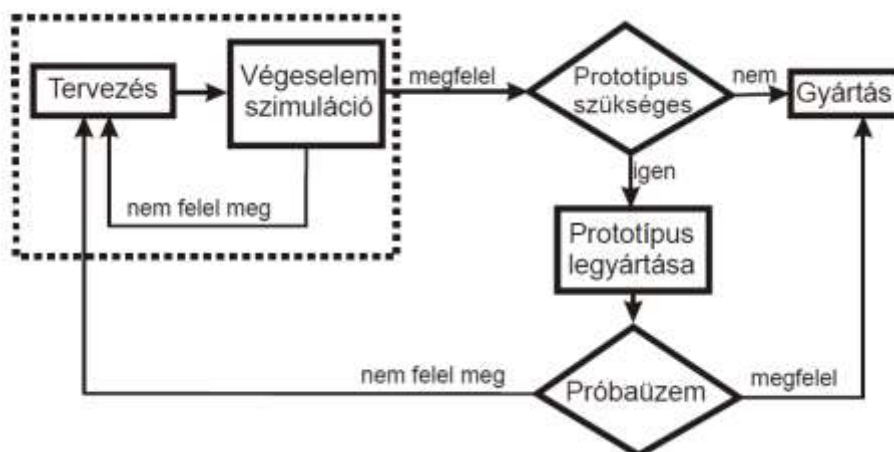
Egy új szerszámnak a megjelenését többéves, szántóföldön és laboratóriumban végrehajtott kísérletek előzik meg. A szerszám és a talaj kapcsolatának modellezésével lehetővé válik, a fejlesztés idejének és költségének jelentős csökkentése.

A végeselem-módszer (VEM) elterjedése a gyakorlatban megváltoztatta a klasszikus tervezési folyamatot (1. ábra). A VEM alkalmazása beépült a termék előállításának folyamatába (2. ábra).



1. ábra: A klasszikus termék-előállítási modell egyszerűsített folyamatábrája

A gyártási költség, ezen belül a tervezési költség, jelentős részét a kísérleti darabok legyártása és azok próbauzeme teszi ki. Ezen költségek csak nagy darabszám és/vagy magas termékár esetén térülnek meg. Ezt a költséget jelentős mértékben csökkenti a végeselemes szimuláció (KOVÁCS 2011).



2. ábra: A végeelemes szimulációval támogatott termék-előállítás folyamatábrája

A szükséges prototípusok száma csökkenthető, jól modellezhető problémák esetén akár el is hagyható a prototípus legyártása. Utóbbi esetben már a sorozatgyártásra lehet azonnal berendezkedni, és elegendő a nullszérián próbaüzemet végezni.

A végeelem-módszer napjainkra a műszaki számítások területén az egyik legelterjedtebb numerikus eljárás olyan feladatok megoldásához, amelyet korábban csak analitikusan vagy nagyon rossz közelítéssel lehetett megoldani. (ÉGERT - PERE, 2011). Számos olyan tényező figyelembevehetővé teszi lehetővé, amelyeket analitikus módszerekkel egyáltalán nem, vagy csak nagy matematikai nehézségek árán lehetne számításba venni. A számítástechnikában beálló gyors fejlődés, a számítógépek kapacitásának, sebességének nagymértékű növekedése, a fizikai jelenségek korábbi években még nem látott bonyolultságú modellezésére, gyors számításokra, az eredmények sokoldalú analizálására adnak módot.

Vizsgálati módszerek

A végeelemes analízisnek három fő lépése van. Ezek a preprocessálás, az analízis és a posztprocesszálas. A preprocessálás, vagyis az előfeldolgozás első mozzanata az analizálni kívánt modell CAD alapú szoftver segítségével történő elkészítése. A modell elkészítése után elemezni kell, hogy a modell geometriáján milyen egyszerűsítéseket lehet és célszerű elvégezni a végeelemes analízishez.

Ezt kétféle ellentétes kívánalom befolyásolja:

- a modell minél jobban helyettesítse a valóságot, ill.
- a mechanikai jellemzők jó közelítéssel meghatározhatók legyenek és a feladat bonyolultsága indokolatlanul ne növelje meg a szimuláció idejét.

Ezután következik a végeelemes háló generálása. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált tartományt véges számú, a modellt egyszeresen lefedő résztartományokra, azaz véges méretű elemekre bontjuk. Lehetőség van a rács sűrűségének egyedi megválasztására, tehát a keresett mennyiség szempontjából a kevésbé fontos területeken ritkább, a fontosabb területeken pedig sűrűbb háló használatára is. A végeelemes háló mérete és minősége (az elemek szabályos geometriai alaktól való eltérése) nagyban befolyásolja az eredmények pontosságát, emellett a közelítésre használt függvények fokszáma is hatással van az eredmény pontosságának alakulására. Lehetőség van a rács sűrűségén, a polinom fokszámán, vagy egyszerre mind a kettőn változtatni a jobb megoldás érdekében. Kétdimenziós modellek esetében a rács alakja leggyakrabban háromszög vagy négyszög alakú, három dimenziósnál pedig a tetraéder vagy prizma alakú rács alkalmazása terjedt el.

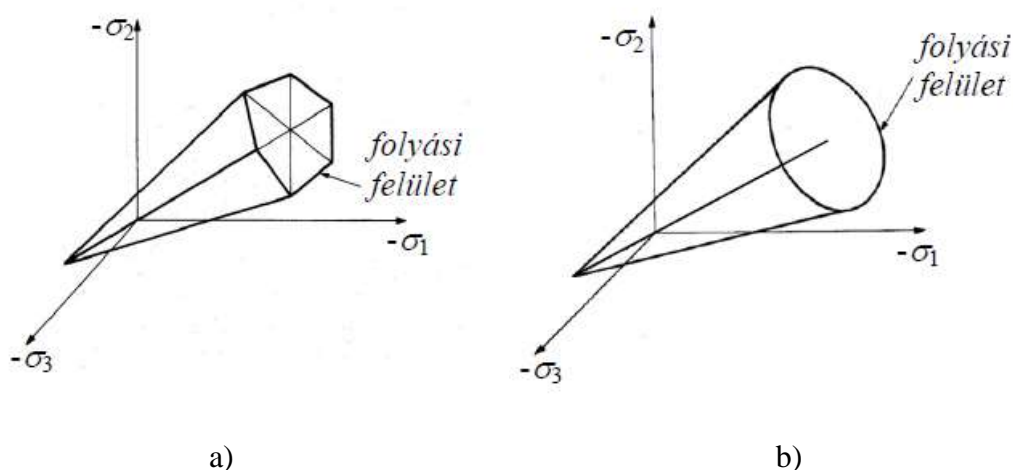
A preprocessálás során kell megadni az anyagjellemzőket, a kezdeti feltételeket és a kényszereket is.

Az analízis (a lineáris algebrai egyenletrendszer megoldása) után következik a kiértékelés (posztprocesszáls). Az eredményeket interaktív módon táblázatosan és grafikusán lehet megjeleníteni. A grafikus megjelenítés lehet szintvonalas, színsávós, vektoriális és függvény jellegű. Az eredmények adatain igény szerint matematikai műveleteket lehet végezni. Az eredmények helyes értelmezése megkívánja, hogy értékeljük a feltételezéseinket, az egyszerűsítéseket és a munka során bevitt hibákat: a matematikai modell létrehozásában, a végelem modell létrehozásában valamint a végelem modell megoldásában előforduló hibákat.

Eredmények

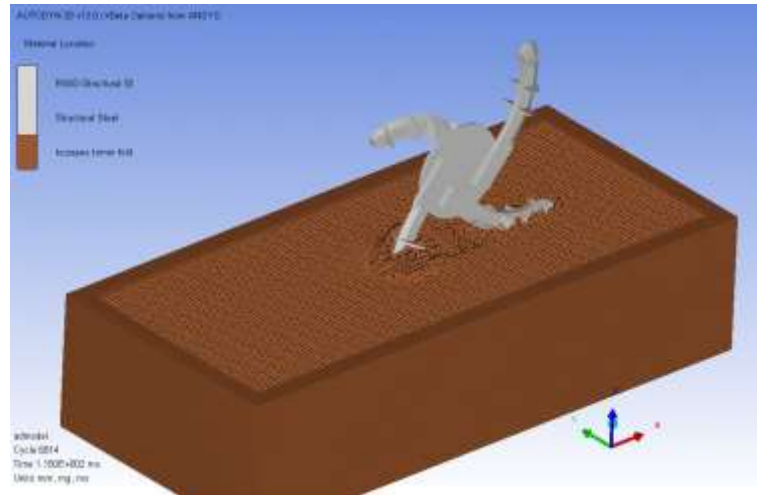
A numerikus analízis során egy speciális forgó késrendszerű pásztakészítő gépet vizsgáltam. A pásztakészítő gép talajművelő szerszáma lényegében egy négyágú forgó kapa, amelynek kése ívelt, s erre három szárny van felhegesztve, a végek felé keskenyedő szárny szélességgel. A forgó szerszám geometriai modelljét Solid Edge programmal készítettem el, a numerikus analízist pedig az Ansys 13 végelem programmal végeztem.

A talaj szilárdságtani tulajdonságainak leírása a Drucker-Prager anyagmodell segítségével történt. A Drucker-Prager anyagmodell a Mohr-Coulomb anyagmodell egy módosítása. A D-P modell alakja a főfeszültségi térben egy kúp (3. ábra), ennél az alakzatnál numerikus számítási problémák nem lépnek fel a képlékenységi felületen.



3. ábra: Folyási feltétel 3 dimenziós feszültségi állapot esetén
a) Mohr–Coulomb modell; b) Drucker-Prager modell

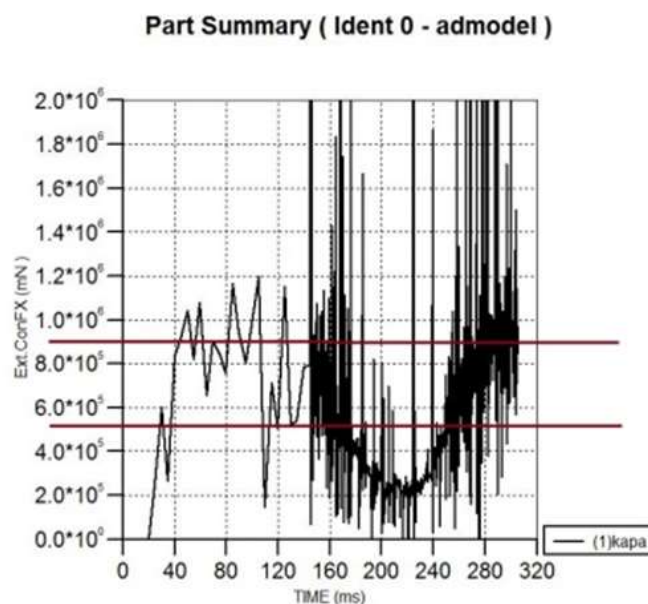
A forgó szerszám működése (haladó és forgó mozgás együtt) tranziens jelenség, amely közben nagy erőhatások, illetve elmozdulások léphetnek fel. Ezt a hagyományos VEM módszerek nem tudják kezelni, ezért VEM-SPH kapcsolt szimulációt alkalmaztam a talajszerszám kapcsolat modellezésére (4. ábra).



4. ábra: A forgó késrendszerű pásztakészítő gép modellje

A szerszámot hagyományos véges elemekből építettem fel, a talajt pedig SPH elemekből. Az SPH (Smooth Particle Hydrodynamics) elemek a VEM módszerrel ellentétben nem csomópontokhoz vannak kötve, hanem egymáshoz képest bármekkora mértékben elmozdulhatnak. A módszer alapja, hogy a testeket önálló, tömeggel rendelkező részecskékként képzeljük el. Minden részecskének megadunk egy sugarat, aminek kétszeresén belül lévő további részecskéket szomszédokként fogja érzékelni az algoritmus. Egy részecske fizikai tulajdonságai a szomszédok tulajdonságaiból kerülnek kiszámításra egy speciális, általunk választott súlyfüggvény alapján. Az SPH szimulációk nagy előnye, hogy a testek jelentős deformációkon eshetnek át, széttöredezhetnek, egymással elkeveredhetnek, anélkül, hogy ez a futást érdemben veszélyeztetné.

A szimuláció során 1,5 km/h haladási sebesség és 58 1/p fordulatszám mellett a vonóerőre a 4. ábra szerinti eredményeket kaptam. A zaj ellenére is megfigyelhető egy sinusos görbe. Ennek oka az, hogy folyamatosan változik az, hogy a szerszám mekkora része merül a földbe. A vonóerő legnagyobb értékének megközelítőleg 900 N, átlagos értéknek pedig 500 N adódik, mely értékek reálisnak mondhatók.



5. ábra: A szerszám vontatásához szükséges erő az idő függvényében

Felhasznált irodalom

- ÉGERT J., PERE B. (2011): Végeelem analízis. MSC jegyzet és példatár. UNIVERSITAS-GYŐR Nonprofit Kft, Győr.
- HORVÁTH B. (1998): Erdészeti gépgyártás Magyarországon. Profi Erdőgazda. 1: 18-19
- KOVÁCS Á. (szerk.) (2011): Végeelem módszer. Egyetemi tananyag. Typotex Kiadó, Budapest.

VEGYESKORÚ ERDŐBEN VÉGZETT TELJES FAÁLLOMÁNY-FELVÉTEL FIELD-MAP RENDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

MOLNÁR DÉNES¹, BAZSÓ TAMÁS², CZIMBER KORNÉL², FRANK NORBERT¹, HORVÁTH TAMÁS³
& FÁBIÁN FERENC⁴

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Sopron
hellovarius@gmail.com

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
tbazso@emk.nyme.hu, czimber@emk.nyme.hu

³ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet, Sopron
frank@emk.nyme.hu, optix@emk.nyme.hu

⁴ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron
fabrigo@freemail.hu

A vágásos erdők szálaló erdőkké való átalakításának hosszú folyamatáról még nem rendelkezünk elegendő hazai tapasztalattal, szükségserűvé vált eddig megszerzett információk rendszerezése, helyi példákkal való kibővítése. A Sopron 182/B erdőrészlet területén Roth Gyula professzor 1936-ben kezdte meg a vegyes korú és szerkezetű állomány kialakítását. Az átalakítás folyamatának tanulmányozása rendszeres dendrometriai felvételezést kíván, ezért döntöttünk úgy, hogy az eddigieknél nagyobb információtartalmú adatbázist állítunk össze az erdőrészlet állományáról, mely magában foglalja a teljes területen végzett törzstérképezést.

Vizsgálati módszerek

Mivel a kutatások során elengedhetetlen a fák egyedszintű azonosítása, ezért törekednünk kellett a deciméteres pontosság elérésére. Az állomány szerkezete nem teszi lehetővé, hogy ezt a pontosságot GNSS technológiával el lehessen érni, ezért a hagyományos mérési eljárások maradtak mérési módszernek. Referenciavonalon végzett próbamérés után, a gyorsaság szempontját is figyelembe véve esett a választás a Field-Map rendszerre. A Field-Map egy szoftver-hadver együttes mely segítségével széleskörű térinformatikai adatgyűjtési és adatfeldolgozási feladatokat láthatunk el, magunk szabhatjuk meg az adatbázis struktúráját, amely aztán a terepi mérés során az adatgyűjtés alapját alkotja. A terepi munkákat 2013 szeptemberében kezdtük meg a Sopron 182/B erdőrészletben. A 15 cm-es mellmagassági átmérőt elérő fákhöz az erdőrészlet egészén koordinátát, fafajt, mellmagassági átmérőt, magasságot, koronavetületet, élő koronahosszt, valamint, egészségi állapotot és törzsmínőséget jellemző értéket (a TAEG Zrt. munkatársainak útmutatásai szerint) rendelünk. Állományleltározásnál – különösképp a teljes felvételezésnél – ha a fák pozícióját is tároljuk, elengedhetetlen a megfelelő pontosság elérése, ezért mérési referenciapontjainkat állandósítjuk, SOKKIA PowerSet 3000 műszer segítségével geodéziai pontossággal meghatározzuk, majd a részletméréseinket korrigáljuk.

Eredmények

A terepi munkát megelőzően próbamérést végeztünk a Field-Map rendszerrel, amelynek során – rövid szakaszon – a műszeren lévő szoftver által kínált kalibráló metódust kellő pontosságúnak találtuk. Egyéni adatbázis-struktúrát hoztunk létre a Fiel-Map Project Manager szoftver segítségével, amelynek segítségével személyre szabott számítógépes felületen végezzük a terepi adatbevitelt. Eddig összesen 2045 faegyed került felvételre az előre definiált szempontok szerint. A terepi mérésekhez 102 referenciapontot tűztünk ki, a fő-

referenciapontokat betonvassal és íráskaróval, a mellék-referenciapontokat facövekkel állandósítottuk. Az erdőrészlet peremén kitűzött fő-referenciapontok geodéziai pontossággal bemérésre kerültek. Három fő-referenciapontban (0; 14; 84) GPS mérést végeztünk a geodéziai számításokhoz, majd elvégeztük a Field-Map és SOKKIA PowerSet 3000 műszerekkel kapott ponthálózatok összehasonlítását. A rossz beláthatóság miatt ultrahangos famagasságmérő (Haglőf Vertex IV) használatát vezettük be, a pontosabb mérés érdekében.

További céljaink

- A megkezdett törzsenkénti felvétel elvégzése, mintavételes térképezés az alacsonyabb átmérő-kategóriákban
- Részletes faállomány-szerkezeti vizsgálatok elvégzése statisztikai és térinformatikai szoftverek segítségével
- Az általunk használt Field-Map rendszer erdészeti alkalmazhatóságának és műszaki korlátainak számszerű kiértékelése
- Egy kellő pontosságot nyújtó mérési- és számítási módszer, valamint egy gyakorlatias faállomány-térképezési módszer kidolgozása

Összefoglalás

Mivel az adatgyűjtés még folyamatban van, az egész részletre vonatkozó következtetéseket nem vonhatunk le az erdőállomány szerkezetével kapcsolatban, azonban elmondhatjuk, hogy az eddig elkészült törzstérkép-részlet jól mutatja az állomány inhomogenitását valamennyi vizsgált tényező tekintetében. A Field-Map rendszer differenciálódott, egyes korú erdőben referenciapont-hálózat kitűzésére, famagasság mérésére csak jelentős pontatlanságok mellett használható. Mintakörös felvételhez elegendőnek találjuk a műszer pontosságát, azonban teljes térképezésnél szükségesnek tartjuk egy geodéziai alappont-hálózat kialakítását, a fák helyzetének korrigálását. Ezen felül kiegészítő famagasságmérő eszköz használatát javasoljuk, a sokszögponthoz kötött – gyakran a nehéz beláthatóság miatt pontatlan – magasságmérések elkerülése érdekében.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Barton Iván erdőmérnök hallgatót a kutatásban nyújtott segítségért. A kutatás a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004, 'Silva naturalis - A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata' projekt keretében valósult meg.

ÉLŐHELY-TÉRKÉPEZÉS TÁVÉRZÉKELÉSES MÓDSZEREKKEL A NYIRKAI-HANY TERÜLETÉN

NASZÁDOS ANNA¹, BELÉNYESI MÁRTA², S.-FALUSI ESZTER¹, TAKÁCS GÁBOR³

¹ Szent István Egyetem MKK NÖFI
naszados.anna@gmail.com

² Földmérési és Távérzékelési Intézet,

³ Fertő–Hanság Nemzeti Park Igazgatóság,

Bevezetés

A vegetáció- és élőhely-térképezés nagy múltra visszatekintő tudománya és az új diszciplínaként számon tartott távérzékelés az elmúlt évtizedekben fonódott össze. Az új technika számtalan lehetőséget rejt magában, az egyik legjelentősebb, az kutatásunk szempontjából is kulcsfontosságú előnyét BARI ISTVÁN (1997) szavait kölcsönözve foglaljuk össze: a távérzékelés módszerével „[...] a vegetáció állapotának olyan adekvát dokumentálása lehetséges, amely információtartalmát tekintve megfelel a hagyományos vegetációtérképeknek [...], ugyanakkor minimális terepi kontroll mellett végrehajtható”.

A hiperspektrális felvételen alapuló élőhelytérkép elkészítésével az objektumalapú elemzés előnyeinek bemutatását, egy – a módszertanhoz hasonló – iránymutatás kidolgozását, illetve magának az élőhelytérképnek az elkészítését tűztük ki célul.

Kutatásunk helyszínéül a Fertő–Hanság Nemzeti Park (FHNP) törzsterületeként, valamint a Natura 2000 hálózat különleges madárvédelmi és különleges természetmegőrzési területeként nyilvántartott Nyirkai-Hany szolgált.

A 2001-ben élőhely-rekonstrukció keretei között elárasztott vizes élőhely három medence területét foglalja magában. Mi vizsgálatunkat a harmadik, 251 ha alapterületű, Aranyos nevet viselő medencében végeztük.

Anyag és módszer

Hiperspektrális felvétel

A felvételt az EnviroSense Hungary Kft. egy Piper Aztec típusú repülőgépre szerelt AISA Eagle II szenzorral készítette (BURAI 2013). Az ilyen érzékelőkkel készült felvételek számos alkalmazási területen nyújtottak már megfelelő alapot területi elemzésekhez hazánkban (BURAI & TAMÁS 2005, DELI 2010, KOZMA-BOGNÁR 2010). Hasonló, vizes élőhelyen történt vegetáció-térképezés tapasztalatait Burai és társai foglalták össze 2010-ben.

A követelményeknek megfelelően a kép az alábbi paraméterekkel készült el (1. táblázat).

1. táblázat: A Nyirkai-Hanyról készült hiperspektrális felvétel (műszaki) paraméterei
[Forrás: http1, BURAI (2013) és a saját felvétel alapján]

A felvétel készítésének időpontja	2012. szeptember 9.
A felvételt készítő szenzor neve	AISA EagleII
Spektrális tartomány (nm)	400–1000
Spektrális felbontás (sávok száma)	64
Spektrális sáv szélesség (nm)	9,2
Spektrális mélység (bit)	12
Térbeli felbontás (m/pixel)	0,5
Repülési sávok közötti átfedés (%)	30

A nyers felvételen a Kft. a Leica MissionPro, az ArcGIS, valamint a CaligeoPro program segítségével radiometriai, geometriai, illetve atmoszferikus korrekciót végzett.

A képet a hazánkban elfogadott, Egységes Országos Vetület (EOV) elnevezésű vetületi rendszerben bocsátották az FHNP Igazgatóság rendelkezésére. A mintaterületet négy pászta (repülési sáv) fedte le, amelyeket a felvétel készítői – a könnyebb kezelhetőség érdekében – keresztben két-két részre vágtak.

Terepi mintavételezés

A Nyirkai-Hany elárasztott területei nehezen bejárhatók, így az előzetes felmérésre, a mintavételezésre – a munkafolyamat által megkívánt sorrenden túl a technikai nehézségek miatt – több ütemben került sor.

Az első terepbejárás és a vegetációfoltok előzetes szemléje 2012 novemberében történt, amely során az öt méternél nagyobb sugarú foltokat vizsgáltuk. Erre a szelektálásra a készülő térkép „elaprózódásának” elkerülése végett volt szükség. A *fitocönózisok* kategorizálása nem az Á-NÉR szerint történt, a csoportok elkülönítése a 2003-ban készült komplex elemzéshez (TAKÁCS 2003) hasonlítható leginkább.

A mintavétel során a cél a foltokat „meghatározó” domináns fajok, valamint a területen ritka, illetve védett taxonok felmérése volt. A foltok a bennük legnagyobb arányban előforduló faj(ok) tudományos nevének rövidítése alapján kapták jelölésüket (pl. CaSg – *Carex acutiformis*, Solidago gigantea; Gm – *Glyceria maxima*; Pha – *Phragmites australis*). Az elnevezés a kategóriákba sorolást is jelentette egyben. A cönológiai felvételezésen túl – ahol szükséges volt – a társulások állapotát is rögzítettük a hiperspektrális felvételen való könnyebb azonosítás céljából.

A felmérés második fázisa 2013 augusztusában zajlott. Ekkor – az imént megadott paramétereken túl – fő szempont volt, hogy az „Aranyos” medencéjét lefedő négy pászta minden társulásából (illetve az általunk meghatározott kategóriákból) minimum 2–2 folt helyét rögzítsük. Ez az elhatározásunk részben valósult meg. A vegetációfoltok középpontjának koordinátáit Trimble Nomad 800 G típusú kézi GPS-szel rögzítettük.

A vegetációs időszak vége miatt 2013-ban a harmadik terepi felmérésre – amelynek célja az ellenőrzés és az utókorrekció lett volna – végül nem került sor.

Előfeldolgozás

A kép előfeldolgozását több lépésben végeztük el (2. táblázat). A műveletsort ENVI 4.2 képelemző szoftvert segítségével hajtottuk végre.

2. táblázat: A kép előfeldolgozásának lépései

Módszer	Módszer alkalmazásának célja
1. spektrális reflektanciagörbék azonosítása	tájékozódás a felvételen
2. tulajdonságtér (<i>feature space</i>) vizsgálata	
3. NDVI értékek számítása	a víz elkülönítése (pásztánként)
4. maszkolás	az elemezni kívánt képrészek (vízfelszín) kitakarása (pásztánként)
5. mozaikolás	pászták összeillesztése
6. digitalizálás	a felhőárnyékok lehatárolása az elemzési eredmények javítása érdekében
7. főkomponens-analízis	dimenziócsökkentés
8. újramintavételezés	adatkezelés gyorsítása

Főfeldolgozás

A kis pixelméret és a terepi mintavételi pontok csekély száma miatt a lehetséges módszerek közül – a pixelalapú helyett – az objektum-, avagy más néven szegmentumalapú osztályozás (*Object Based Image Analysis*, rövid. OBIA) mellett döntöttünk. Ez a technika viszonylag újszerű módja a nagy és igen nagy térbeli felbontású távérzékelte felvételek elemzésének. A – gyakorlatilag az emberi látás háttérében álló gondolkodásmód modellezésén alapuló – módszerrel homogén részekre bontottuk a képet.

A műveletsor két fő egységből – a szegmentumok létrehozásából, illetve a szegmentumok tulajdonságain alapuló osztályozásból – állt össze. A szegmentumok spektrálisan hasonló, szomszédos képpontok egybefüggő halmazából „épülnek föl” (GERA 2011).

A főfeldolgozás háttéréül Definiens Professional 5 szoftvert szolgált. A térkép *elkészítéséhez használt funkciókat a 3. táblázatban összegeztük.*

3. táblázat: A térkép elkészítéséhez használt szoftverfunkciók és azok definíciói

Funkció	A funkció definíciója
SZEGMENTÁLÁS	
<i>chessboard segmentation</i>	vektoros adat „beágyazása” szegmentumként
<i>multiresolution segmentation</i>	objektumok létrehozása hasonló értékek és a szegmentum alakja alapján
OSZTÁLYOZÁS	
<i>assign class</i>	szegmentumok osztályozása egy határérték alapján
<i>classification</i>	szegmentumok osztályozása több feltétel alapján, egy folyamatban végrehajtva
<i>classify image objects</i>	szegmentumok osztályba sorolása manuális úton

Az elemzés befejezésével az osztályokat exportáltuk (*Export results*), majd az így keletkezett vektorfájlból ArcGIS 9.3 program segítségével készítettük el az élőhelytérképet. A területi kimutatás technikai háttéréül is e szoftver szolgált.

Eredmények és értékelésük

Előfeldolgozás

Az NDVI értékek nem csupán a nyílt vizes területek elhelyezkedésére mutattak rá, hanem a nyers felvételek radiometriai korrekciós hibáit is kidomborították. Az „a” pászta indexeiről nyilvánvalóvá vált, hogy összehasonlíthatatlanok a másik három pászta vegetációs indexeivel, majd később a mozaikolás során a „d” pásztával is hasonló problémák merültek fel, ezért e két repülési sávot a továbbiakban kizártuk a kutatásból.

Az előfeldolgozott kép a főkomponens-analízis lefuttatását, illetve az újramintavételezést követően jött létre. A 11 PCA sávot tartalmazó, „b” és „c” pászta növényzettel borított területeit mutató, 2 m/pixel felbontású felvétel (94,4 MB) jelentette a „bemeneti képet” a szegmentáláshoz és osztályozáshoz használt szoftver számára.

Terepi mintavételezés

A terepi mintavételezés alkalmával 39 vegetációs folt középpontjának koordinátáit határoztuk meg, amelyből 15 kategória 31 pontja esett az előfeldolgozás során leszűkített vizsgálati területre.

Főfeldolgozás

A terepi mintavételi pontok elhelyezkedésének és élőhelyenkénti megoszlásának elemzését, valamint az előfeldolgozott felvételek Definiens Professional 5 szoftverrel történő vizsgálatát követően 12 osztályt határoztunk meg a csoportosítás alapján.

A kategóriák létrehozását követően a főfeldolgozás első lépése a szegmentálás volt. Hosszas vizsgálódást követően a szegmentumméret alakításáért felelős *scale parameter* értékét 100-nak határoztuk meg. Ezt a szegmentumok osztályokba sorolását követte. Az egyes csoportok esetében használt jellemzőket és a megállapított szélsőértékeket a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat: Az osztályok és az azok kialakításához használt funkciók paraméterei a kategorizálás sorrendjében, valamint az egyes osztályok területe

Osztály neve	Osztályozáshoz használt jellemzők és azok szélsőértékei	Terület (m ²)
1. árnyék	tematikus réteg (shp-fájl) alapján	31 556,85
2. parkoló	<i>Classify image object</i>	16 195,14
3. aranyvessző	<i>Mean [Layer4] ≤ -1100</i>	26 270,27
4. sásos-aranyvesszős	$-600 ≤ Mean [Layer4] ≤ -975$	75 270,72
5. hínaras1	$4300 ≤ Mean [Layer2] ≤ 8000$ <i>Distance to [árnyék] < 3</i>	129 121,13
6. fa	$350 ≤ Mean [680 nm] ≤ 820$ <i>Classify image object</i>	154 078,30
7. gyékényes	$4000 ≤ Mean [800 nm] ≤ 5700$	87 260,88
8. hínaras2	$350 ≤ Mean [680 nm] ≤ 820$	98 166,86
9. sásos	<i>Mean [Layer2] ≤ -1000</i>	997 721,16
10. nádas	$2000 ≤ Mean [Brightness] ≤ 4000$	1 079,44
11. gyékényes-sásos	$-1000 ≤ Mean [Layer2] ≤ 1500$	162 016,76
12. nyílt víz	shp-fájl alapján (NDVI értékek függvényében)	26 007,85

Az ismertett módszerekkel az élőhelytérkép (1. ábra) végül ~1800000 m²-re készült el. Ez az „Aranyos” területének 72%-a. A felszínborítási kategóriák közül legnagyobb arányban a nyílt víz fordul elő, míg növényzeti szempontból a sásos, a hínaras1 és a gyékényes-sásos osztály jelenléte uralkodó (3. táblázat).

Következtetések

Az idáig befejezett munkafolyamatok elvégzése közben bennünk megfogalmazódott következtetéseket pontokba szedve ismertetjük. Reményeink szerint ezen megállapításaink a projekt befejezésénél, a későbbi térképezési feladatok megtervezésénél, illetve sikeres megvalósításánál segítséget jelenthetnek.

- Amennyiben a nyers felvételen felismert hibák (a nyers felvétel készítőivel történő) utókorrigálására a későbbiekben van elegendő idő, akkor a módszerben leírtak szerint a teljes felvétel előfeldolgozható, s az élőhelytérkép elkészülhet az egész medence területére.

- Az előfeldolgozás és a felvételek kiértékelése a vizsgálati terület részletes megismerését követően kezdhető csak el, és a terepi mintavételezésekkel összhangban kell elvégezni.

- Az eredményes mintavételezéshez a többlépcsős terepi felmérés megtervezésére és a vizsgálat céljának megfelelő kategóriarendszer kialakítására van szükség.

- A felvételek egzakt kiértékeléséhez a mintavételi pontok (vizsgálati területen belüli) egyenletes eloszlása elengedhetetlen. Úgy véljük, erre a problémára a rétegzett véletlenszerű mintavételi technika alkalmazása megoldást jelenthet.

– Az általunk használt képelemzési módszerek közül kiemelnénk az objektumalapú elemzést. Az elkészült élőhelytérkép alátámasztja, hogy a mesterséges felszínnek vizsgálatán túl természetes felszínborítási kategóriák értékelésére is alkalmas a szegmentumok vizsgálatán alapuló technika.

Mivel a projekt két célja – vagyis a módszertan kidolgozása és az élőhelytérkép-készítés – az általunk leírt tények és tapasztalatok széles körben való hasznosítását sejteti, javaslatainkat e gondolattól vezérelve igyekeztük megfogalmazni. E vizsgálat kapcsán úgy véljük, további cél az élőhelytérkép pontosítása, illetve utókorrigálása lehet. Továbbá, amennyiben a nemzeti park hosszú távú monitorozást tervez, elengedhetetlennek tartjuk egy egységes terminológia és az elemzés szabályainak pontos meghatározását a múltbeli és e jelenlegi kutatások alapján. Valamint a távérzékeléses módszerekkel történő élőhely-térképezés széles körben való elterjedéséhez feltétlenül szükségesnek véljük a szabad felhasználású programok népszerűsítését, illetve azokra vonatkozó módszertanok kidolgozását.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Fertő–Hanság Nemzeti Park Igazgatóságnak, hogy rendelkezésünkre bocsátotta a hiperspektrális felvételt, s ezzel lehetővé tette a kutatás sikeres megvalósítását.

Felhasznált irodalom

- BAGI I. (1997): A vegetációtérképezés elméleti kérdései. Kandidátusi értekezés, JATE, Szeged, 101. p.
- BURAI P. & TAMÁS J. (2005): Talajdegradációs folyamatok vizsgálata nagy felbontású távérzékelte adatforrások alapján. Agrártudományi Közlemények, 16: 145–148.
- BURAI P., LÖVEI G. ZS., LÉNÁRT CS., NAGY I. & ENYEDI P. (2010): Mapping aquatic vegetation of the rakamaz-tiszanagyfalui Nagy-Morotva using hyperspectral imagery. AGD Landscape & Environment, 4(1): 1–10.
- BURAI P. (2013): Szóbeli közlés. Gyöngyös, KRF, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, főiskolai docens. http://www.fvmmi.hu/file/document/muszer/814_aisa.pdf (2013. szeptember)
- DELI ZS. (2010): A légi hiperspektrális távérzékelés. Szakdolgozat, ELTE, Budapest, 39 p.
- GERA D. (2011): Szegmentáló algoritmusok légi- és űrfelvételek osztályozásában. Diplomamunka, ELTE, Budapest, 86 p.
- KOZMA-BOGNÁR V. (2010): Hiperspektrális felvételek új képfeldolgozási módszereinek alkalmazási lehetőségei. In: Herdon M., Kapronczai I. (szerk.): Agrárinformatikai Tanulmányok I. Magyar Agrárinformatikai Szövetség. 195 p. 41–70. p.
- TAKÁCS G. (szerk.) (2003): A dél-hansági élőhelyrekonstrukciók komplex ökológiai monitoringja (2003). Szakmai előrehaladási jelentés. Fertő–Hanság Nemzeti Park Igazgatóság, Sarród. 139 p.

INTERAKTÍV NEMZETKÖZI OKTATÁSI-TUDOMÁNYOS KÖNYV MEGALKOTÁSA A KÖRNYEZET- ÉS KLÍMAVÉDELEM TERÉN

PALOCZ-ANDRESEN MIHÁLY¹, VARGA TÜNDE²

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti-Műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
mpalocz@emk.nyme.hu

² Nyugat-magyarországi Egyetem, Kitaibel Pál Doktori Iskola, Sopron
tuetyi@gmail.com

Bevezetés

Az elmúlt évek technológiai újdonságai forradalmasították, sőt gyökeresen és folyamatosan átformálták a vizuális kommunikációt. Ebben a digitális új világban a hatékony kommunikáció érdekében integrálni kell ezt a technológiai lehetőséget, mivel a vizuális üzenet és információ megjelenítés kulcsfontosságú tényező. Ezért a fenti címben említett mű illusztrációját és művészi megalkotását egy doktori munkában kezdtük el megvalósítani.

A környezet- és a klímavédelem terén szükséges egy angol nyelvű, a világ sok egyetemén és tudományos intézetében használható összefoglaló mű. Az alkalmazás szakterülete a közlekedés, mivel ez az a gazdasági szektor, amely nemzetközi szinten is a legnagyobb mértékben fejlődik. Az ágazat üzemanyag felhasználása egyre nagyobb mértéket ölt, ezáltal káros anyagokat és égési végtermékeket, köztük klímagázokat emittál az atmoszférába. A közlekedésen belül kiemelt fontosságú az üzemanyagok kérdésének elemzése, amely reális képet fest a fosszilis és a megújuló energiahordozók jelenéről és várható jövőjéről. Fontos fejezetet jelent az ellenőrzés és a karbantartás kérdésköre, valamint a recycling technika állása. Ezt követik olyan, rendkívül dinamikus fejlődő területek, mint a kommunikáció és a navigáció, mind a három közlekedési rendszer esetében (hajó-, repülő- és gépjárműközlekedés). A befejező fejezet a jövő várható fejlődési irányait tárgyalja, mind a hagyományos, mind a megújuló technika vonatkozásában. A téma tárgyalása kiterjed az öt kontinensre, amely Európából kiindulva az USA, Kína és Japán, valamint Észak-Afrika helyzetét is figyelembe veszi. A tervek szerint a gyűjteményes mű terjedelme 1500-2000 oldal lesz. A végső cél mintegy 70-80 társszerző és 5 társszerkesztő együttes munkavégzése lenne. A kiadást a német Springer kiadó intézi.

Vizsgálati módszerek

Közös kutatási munkánk (a könyv architektúrájának felépítése) 2013 szeptemberében kezdődött meg a kutatási munka alapjainak megteremtésével. A célként megfogalmazott digitális (tan)könyvnek különösen szemléletesen kell feldolgoznia a tudományos információt. Ehhez szükséges a digitális kiadványszerkesztés tervezési alapelveinek, technológiáinak, fejlesztési lehetőségeinek alapos ismerete és alkalmazása a kiadvány megalkotása közben. Mindemellett biztos műszaki- és művészeti tudást igényel a rajzok és ábrák előállítására.

A könyvben szereplő műszaki rajzoknak, adatvizualizációknak, infografikáknak és illusztrált animációknak magyarázó mivoltukból és az interakcióra való képességükből adódóan túl kell lépniük a klasszikus értelmezési síkokon. A műszaki és művészeti ábrázolások találkozása az interaktív közegben új jelentéssel ruházódnak fel, így azok szemléletessé és könnyen érthetővé válnak. A műszaki-tudományos és művészeti megfogalmazás peremterületeit vizsgáljuk a képfeldolgozási módszereinkkel.

Pár hónap telt el a tényleges munka megkezdése óta, ami nagysága és újszerűsége miatt már több technikai és szakmai kihívással állított szembe minket. Előreláthatólag 2-3 év múlva elérkezünk a könyv tényleges tartalmának digitális tankönyvként való teszteléséig hallgatók

és kutatók körében egyaránt. Ennek eredményei nem csupán részünkre bírnak nagy jelentőséggel. Világszerte sok kutatás foglalkozik a digitális tananyagok és segédeszközök létjogosultságának kérdésével (AALTONEN *et al.* 2011). A digitális forradalom által életre hívott eszközök (tabletek, okostelefonok, számítógépek, digitális táblák, stb.) tanulásban való szerepük fontosságának meghatározása egyelőre kezdeti, mondhatni kísérleti fázisban van. Mire a jelenlegi “digitális bennszülöttként” nevezett felnövekvő generáció tagjai felnőnek, addigra több évtizednyi tapasztalatukból már nagyobb összefüggésekre és következtetésekre lehet majd rávilágítani. Jelen esetben mi az új médiumok adaptálásával, korlátainak feszegetésével tudunk hozzájárulni a téma kutatásához.

Eredmények

A digitális tankönyv képi és tartalmi világát fejezetről-fejezetre, illetve ábráról-ábrára vizsgáljuk, fejlesztjük és alakítjuk át optimálissá, könnyen befogadhatóvá. A sűrű, nehezen feldolgozható adatokkal teli táblázatok vizualizálása a grafika eszközeivel kiváltképp fontos a doktori munkát illetően. Ezáltal lesznek a műszaki-tudományos eredmények adatvizualizációi és infografikái vizuálisan könnyen feldolgozhatóak, tanulhatóak.

Az ősszel megkezdett kutatási munka eredményeként jelenleg 40-50 társszerkesztő csatlakozott Európából, az USA-ból, Észak-Afrikából, Kínából és Japánból a projekthez. Mivel sok társszerző munkájára, illetve nagy oldalszámra számítunk, így a könyv használhatóságának tervezése közben, annak enciklopédikus jellegét nem szabad figyelmen kívül hagynunk.

A mostani könyv munkálatait a Springer által 2013 májusában kiadott “Decreasing Fuel Consumption and Exhaust Gas Emissions in Transportation: Sensing, Control and Reduction of Emissions” című könyv alapjaira helyeztük. Általánosságban elmondható, hogy a rendelkezésre álló képanyag formai és esztétikai egységesítésre, pontosításra, fejlesztésre, illetve az eddig hiányzó megalkotására szorúlnak.

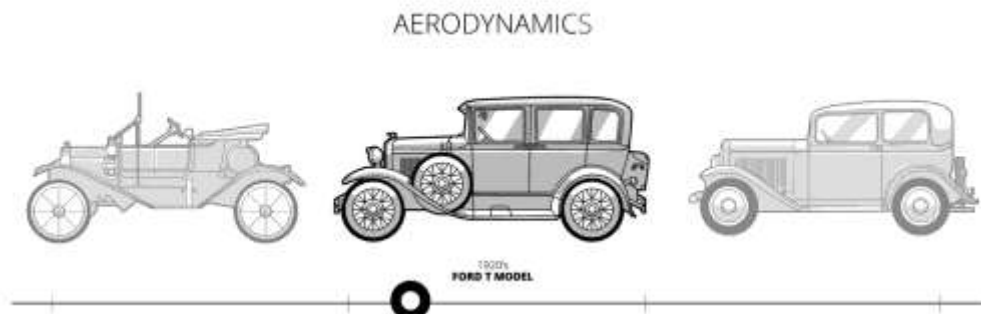
Az alábbiakban pár kiemelt példaábrát mutatunk be, amelyek immár fel vannak készítve az interaktív közegbe érkezésre.



1. ábra: Egy modern repülő anyagszerkezeti részei - Material structures of a modern airplane (PALOCZ-ANDRESEN 2013)

Elsőként egy bemutató-magyarázó ábrát mutatuk, amely a repülőgép anyagszerkezeti részeit mutatja be. A cél egy olyan vizuális világ megteremtése volt, ami az adott funkciónak megfelelően legoptimálisabban képes bemutatni, magyarázni illetve megértetni az adott ábrát (MCCANDLESS 2012). Jól érthető az ábrán a pontokkal jelölt részek interakcióra való képessége. Több rétegű az ábra mibenléte: alapsíkon maga a repülő és anyagmegnevezések helyezkednek el. A következő lépcső az érzékelésben az interaktivitásra képes pontok,

amelyekkel további információt kapunk az adott területről. Ezt követi a harmadik szint, ahol a szöveges gombra kattintva rövidebb-hosszabb leírást találunk az adott anyagról. Jelen esetben a Titániumról. Ezen a szinten bármilyen képi, illetve szövegbeli magyarázatot elhelyezhetünk.



2. ábra: Aerodinamika - Aerodynamics (PALOCZ-ANDRESEN 2013)

Következő kiemelt ábrám a gépjárművek, azon belül is személyautók történeti sorrendje. A fő szempont a rendezésnél az egyes gépjárművel aerodinamikai jellemzőinek alakulása volt. A digitális lehetőségeket kihasználva olyan galériát alakítottunk ki, amelyben az idővonalat mi magunk tudjuk kezünk gesztusaival szabályozni, ezzel előhívva a történeti vonalon soron következő autómódellet. Kezdeként 6 modellt választottunk 80 év hosszúságban. Legjellemzőbb nézetben ebben az esetben az oldalnézetet tartottuk, hiszen csupán a különféle járművek sziluettje is sokat elmond az áramvonalassági értékeinek alakulásáról.



3. ábra: A különböző közlekedési eszközök üzemanyag fogyasztásának összehasonlítása a súly és kilométer függvényében - Comparison of the fuel consumption in energy per tons and kilometers in different transportation means (PALOCZ-ANDRESEN 2013)

A táblázatok és egyéb statisztikai adatok vizualizálással könnyen érthetővé, tanulhatóvá válnak. Ezen belül kiemelt vizsgálati területnek számít a differenciált adatmennyiségek optimalás megjelenítése (MCCANDLESS 2012).

Jelen táblázatban a különféle közlekedési eszközök szöveges megnevezését gombok váltották fel, illetve színkódolással oldottuk meg. Így egyszerűen áttekinthetővé válik ez a táblázat. Működés közben egy plusz sík kerül az ábrába a “tooltip”-ként előhívható részletes leírás által.

Az ábrák funkciói teremtik az adott fejezet navigációjának alapjait, illetve a felhasználói felület kialakítását. Természetesen ez gondos tervezést igényel, a szakavatott és a kezdő felhasználó számára is egyaránt magától értetődőnek és könnyen használhatónak kell lennie. Ellenkező esetben, a használat nehézsége negatív élményt vált ki a felhasználóból és hosszú

távon elriasztja annak használatától (BENJELLOUN *et al.* 2013, CARPENDALE 2013). Mint láthatjuk a tervezői felelősség szinte azonos a tartalmi minőséggel.

Összefoglalás

A könyv digitális tartalmát a fent említett eszközökkel és lehetőségekkel ötvözve egy előremutató képi világot formálhatunk, ami hazai és nemzetközi szinten is innovatívnak számíthatna. Kifejleszhetünk, képünkre formálhatunk egy olyan vizuális kommunikációs nyelvet, amely a tudományágak közti párbeszédre is képes.

A műszaki-tudományos tankönyv vizuális nyelvének vizsgálata egy újfajta módon közelíti meg a tudományos információátadást és az oktatást. Egy ilyen kiadvány további beépített funkciókkal és fejlesztésekkel felhasználóbarát módon képes lesz összekötni az oktatókat és hallgatókat egyaránt.

Felhasznált irodalom

- AALTONEN M., MANNONEN, P., NIEMINEN, S., NIEMINEN M. (2011): Usability and compatibility of e-book readers in an academic environment: A collaborative study. IFLA Journal, vol. 37. 2011. March, p. 116–127.
- BENJELLOUN O., DÖRK M., LAM H. (2013): Accetuating Visualization Parameters to Guide Exploration. CHI 2013 Extended Abstracts, April 27-May 2, 2013. Paris.
- BERGSTRÖM B. (2009): Bevezetés a vizuális kommunikációba. Sclar Kiadó. Budapest.
- CARPENDALE S., COLLINS C., DÖRK M., FENG P. (2013): Critical InfoVis: Exploring the Politics of Visualization. CHI 2013 Extended Abstracts, April 27-May 2, 2013. Paris.
- CARPENDALE S., HESSELMANN T., ISENBERG P., ISENBERG T., LEE B. (2012): Proceedings of the Workshop on Data Exploration for Interactive Surfaces, DEXIS 2011. Inria, Research report Nr. 0421. Orsay Cedex.
- GRESH A., RADVANYI J., REKACEWICZ P., SAMARY C., VIDAL D. (2006): Le Monde diplomatique. Armand Collin. Paris.
- KIS-TÓTH L., FÜLEP Á., MIZERA T., RACSKÓ R. (2010): E-papír a hazai közoktatásban: Kutatási beszámoló. TÁMOP-3.1.1-08/1-2008-002. Eger.
- MCCANDLESS D. (2012): Information is beautiful. Harper Collins Publ. UK. London.
- MCCANDLESS D. (2010): The Visual Miscellaneum. Harper Collins Publ. USA. New York.
- MACZÓ P.(2010): Ön itt áll: Az infodesignról. Sclar Kiadó. Budapest.
- PALOCZ-ANDRESEN M. (2013): Decreasing Fuel Consumption and Exhaust Gas Emissions in Transportation: Sensing, Control and Reduction of Emissions. Springer. Heidelberg, New York, Dordrecht, London.

ERDÉSZETI ÚTÜGYI INFORMÁCIÓS RENDSZER

PÉTERFALVI JÓZSEF¹, MARKÓ GERGELY², PRIMUSZ PÉTER¹, KISFALUDI BALÁZS¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet, Sopron
jpeterfa@emk.nyme.hu

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Út és Vasútépítési Tanszék, Budapest

Bevezetés

Az Erdészeti Útügyi Információs Rendszer (EUIR) egy olyan speciális geoinformációs rendszer, amely az úthálózatot ábrázoló térképi és az ahhoz kapcsolt leíró adatok, valamint azok kezelésére kifejlesztett algoritmusok segítségével döntéstámogató funkciókat nyújt az úthálózat fenntartásához és fejlesztéséhez, hatékonyabbá teszi a szállításszervezési munkákat, továbbá hozzájárul a magasabb szintű vevőkiszolgáláshoz. Az Erdészeti Útügyi Információs Rendszer elemei a következők: a meglévő hálózat felmérése és geoinformatikai rendszerbe illesztése (digitális útleltár), digitális szubjektív állapotfelvétel és értékelés, várható forgalom meghatározása (forgalomelemzés).

A meglévő úthálózat felmérése (digitális útleltár)

Az erdészeti utak alkotta hálózat korszerű geoinformatikai alapú nyilvántartása megköveteli, hogy az analóg térképek és a rajtuk lévő információk a digitális térképen ne csak megőrződjenek, hanem azok a hálózat fejlődését követve a lehető legrövidebb átfutással az aktuális információkat tartalmazzák. Első lépés az utak térképi azonosítására, helyszíni felkeresésére és az úthosszak meghatározása.

Az utak hosszát egy mérőkocsihoz kapcsolt kalibrált mérőkerék segítségével határoztuk meg úgy, hogy az út eleje pontjától indulva mértük és jegyzőkönyvben rögzítettük a jellemző pontok távolságát a kezdőponttól (1. ábra). A jellemző pontoknak az alábbiakat tekintettük: az út kezdő- és végpontja, hidaknál az áthidalt akadály és az út tengelyének metszéspontja, becsatlakozó és mért út tengelyének metszéspontja, kilométerpont. Az utak mérése közben a jellemző pontoknál digitális fényképet készítettünk, kibővítve ezzel a dokumentálható helyszíni információkat. Az utak tengelyeinek digitális térképen történő minél pontosabb ábrázolásához a mérőkocsi útját a ráhelyezett külső GPS antennával rendelkező mobil térképező rendszerrel rögzítjük.

Az úttengelyek rekonstruálásához a Tanszékünkön kidolgozott „maCADam” nevű úttervező programot alkalmaztuk, amelyben megjeleníthetők a különböző digitális térképi adatforrások és a GPS mérés alapján vonalláncként rendelkezésre álló úttengelyek. Az úttervező program grafikus felületének lehetővé teszi az egyenesekből, ívekből és átmeneti ívekből és körívekből álló korrekt úttengely tervezését. Az úttervező programmal megtervezett helyszínrajzi tengelyvonalak ismét exportálhatók, majd megjeleníthetők a geoinformatikai programban (2. ábra).

Topológia kialakítása

A térinformatikai rendszerben megjelenített utak együttesen hálózatot alkotnak. Az útszakaszok hálózati kapcsolatait megfelelő topológia kialakításával lehet bemutatni. A topologikus ábrázolás leglényegesebb jellemzői:

- Az *út* egy leltári egységet képező vonalas létesítményt jelent. Minden úthoz egyedi azonosítót (útkód) rendelünk (pl.: útnév: Steyerházi út, útkód: 306.)

- A folyamatos vonalként ábrázolt úttengelyeket a csomópontoknál „feldaraboljuk”, így *szakaszok* alakulnak ki.
- A szakaszokat egyedi azonosítóval (útkód+szakasz) látjuk el (pl.: 306/1, 306/2 stb.).

Leíró adatok kapcsolódásának biztosítása

A topológia kialakítását követően előállítottuk a csomópontok közötti szakaszok legfontosabb adatait tartalmazó elsődleges adattáblát, amelynek felépítését a 1. táblázat tartalmazza. A tárolt adatok köre a későbbiekben természetesen bővíthető.

1. táblázat: Az útszakaszokhoz rendelt elsődleges adattábla felépítése

Mezőnév	Adattípus	Megjegyzés
Sorszám	Egész	Geokód a térképi és leíró adatok összekapcsolásához.
Útkód	Egész	Út azonosítója.
Szakasz	Egész	Szakasz sorszáma.
Kezdőpont	Egész	Kezdőpontban lévő csomópont azonosítója.
Végpont	Egész	Végpontban lévő csomópont azonosítója.
Térképi hossz	Egész	Szakasz vetületi hossza.
Mért hossz	Egész	Szakasz mérőkerékkel mért valós hossza.
Burkolattípus	Bájt	0-Nincs adat, 1-Aszfalt, 2-Makadám, 3-Nincs burkolat

Az egyes szakaszokat tehát az *Útkód* és a *Szakasz* adatmezők kombinációja egyértelműen azonosítja, ennek segítségével a szakaszokhoz további adattáblák rendelhetők (linkelés), amely által ún. relációs adatbázist alakítunk ki.

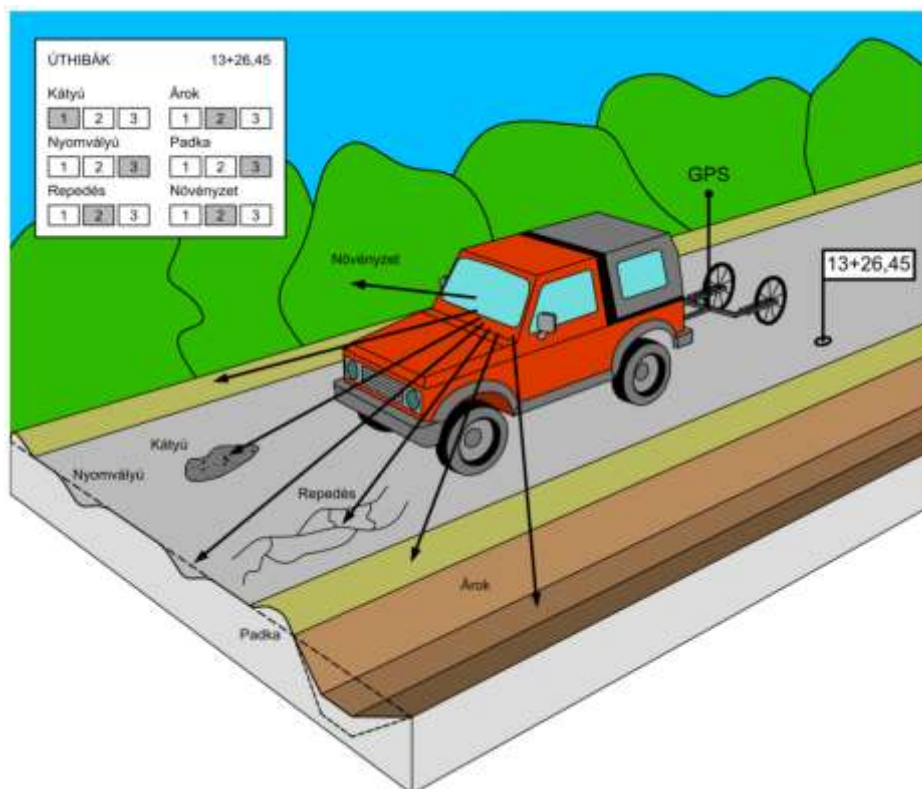
Digitális szubjektív állapotfelvétel és értékelés

Az erdészeti utak szubjektív állapotának digitális felvétele és kiértékelése az alábbi eszközökkel történik: mérőkocsihoz kapcsolt saját fejlesztésű kalibrált mérőkerék, kézi számítógép, a saját fejlesztésű adatgyűjtő programmal, saját fejlesztésű számítógépes kiértékelő program (1. ábra).

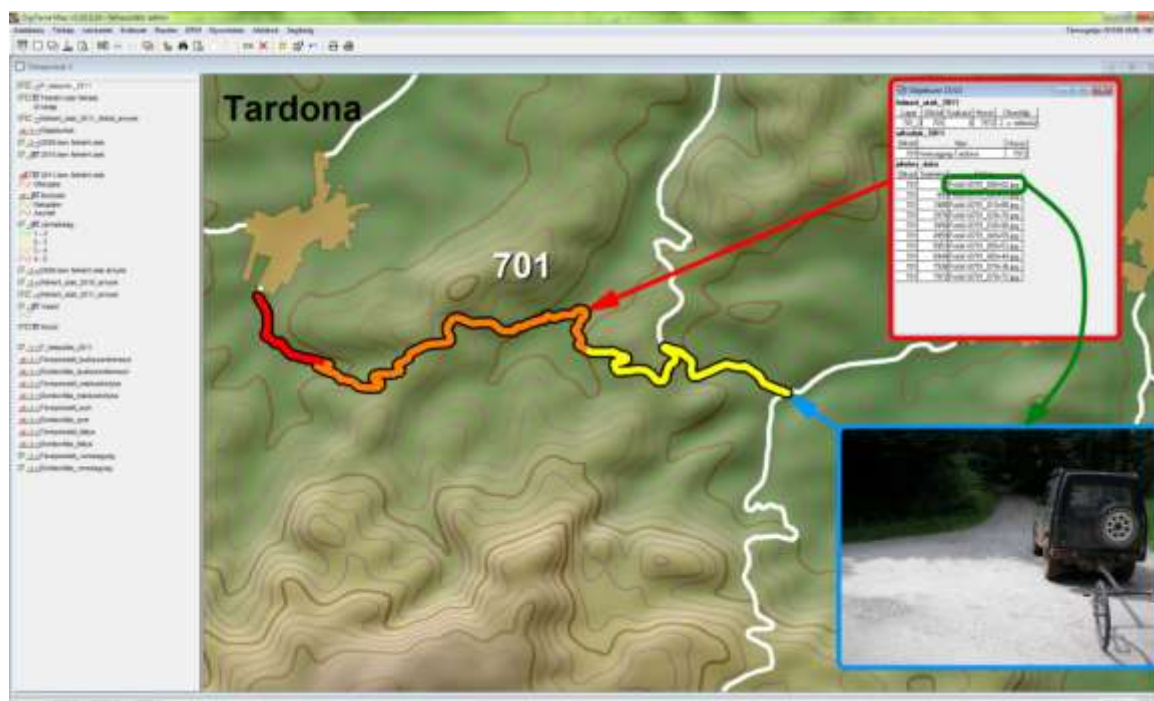
Az értékeléseknél minden állapotjellemző esetében hármas skálát alkalmaztunk. A hiba súlyosságától függően beszélhetünk gyenge/ritka (1), közepes/gyakori (2) és erős/kiterjedt (3) állapotról. A szubjektív állapot felvételénél az alábbi állapotjellemzőket értékeljük aszfalt burkolatú utak esetén: *Kátyú*, *Nyomvályú* és *Repedés*. Makadám burkolatú utak esetében csak a *Kátyú* és *Nyomvályú* hibatípust lehet értelmezni. A burkolat állapotán kívül értékeljük még a *Padka*, *Árok*, *Növényzet* állapotát is. A felvétel a mérőkocsi folyamatos (5-10 km/h) haladása mellett az érintőképernyős kézi számítógépen megjelenő 1-3 skálájú állapotjellemzők megfelelő értékének megjelölésével történik. Az adatgyűjtő program a feltárhálózathoz kapcsolódó egyéb objektumok (sorompók, csőáteresztők, vízterelők, rakodók stb.) szelvényezési értékének rögzítését is lehetővé teszi.

A pályaszerkezet felületi állapotát az állapotjellemzők értékei alapján a *Járhatóság* mérőszámával (1-5) jellemezzük. Az 1-es járhatóság jelenti a legjobb értéket az 5-ös járhatóság a járhatatlan burkolatú utat jelöli. Az elsődleges felvétel adatainak kiértékelését és a járhatóság meghatározását egy saját fejlesztésű számítógépes program segítségével végezzük el. Az állapotjellemzők grafikus képernyőn megjelenő értékei alapján az azonos szubjektív állapotú szakaszok a szakaszhatár dinamikus változtatásával könnyen meghatározhatók. Az azonos szubjektív állapotú szakaszok lehatárolása segítséget nyújt az azonos útfenntartási beavatkozásokat igénylő ún. *szektorok* elkülönítéséhez is. A kidolgozott

módszerrel napi 25 km úthossz állapotfelmérést lehet elvégezni. A felvétel adatainak kiértékelése körülbelül 1 órát igényel, a korábbi 1 nap helyett.



1. ábra: Erdészeti utak szubjektív állapotfelmérére kifejlesztett mérőrendszer



2. ábra: Az információs rendszer megjelenése a DigiTerra Map szoftverben

A várható forgalmi terhelés meghatározása (forgalomelemzés)

Az úthálózat üzemeltetési és fenntartási tevékenységeinél alapvető fontosságú az egyes hálózati elemek forgalmának ismerete. A burkolat igénybevétele szempontjából a nehéz gépjárművek forgalma a mértékadó, ami erdészeti utak esetében jellemzően a faanyagmozgatásból származó tehergépjármű forgalom formájában jelenik meg. A forgalomelemzés egymást követő lépései az alábbiak:

1. Gravitációs körzetek lehatárolása, melynek során erdőrészletenként meghatározzuk, hogy az adott részletben keletkezett faanyagmennyiség melyik útszakaszra gravitál.
2. Letermelendő és elszállítandó faanyagmennyiségek meghatározása, erdőrészlet szinten. Az erdőrészletekben keletkező faanyagmennyiségeket az üzemtervre támaszkodva, egy, a helyi sajátosságokat figyelembe vevő modell segítségével kiszámolható az elkövetkező 5, 10, 15 és 20 évre.
3. Az erdőrészletekben keletkező faanyagmennyiségek útszakaszokra terhelése, amellyel meghatározzuk a szakaszok saját forgalmát.
4. A feltáráshálózat topológiájának segítségével számítjuk az útszakaszok hálózati forgalmát, melyet szintén öt éves időintervallumokra határoztunk meg.
5. A m^3 -ben kifejezett forgalmat a mértékadónak tekintett típusjármű paraméterei alapján át kell számítani 100 kN egységtengely-áthaladásra (F_{100}) azért, hogy a különböző járművek eltérő rongáló hatását figyelembe lehessen venni.

Az információs rendszer megjelenítése

Az erdészeti ügyi információs rendszer kialakítása speciális eszközök (GPS, mérőautó) és szoftverek segítségével történt. Az útállapot terepi rögzítésekor nagymennyiségű adathalmaz keletkezik, amelynek hatékony kezelése és értékelése szükségessé tette, hogy egy az erdőfeltárás speciális igényeit is kielégíteni képes térinformatikai alapszoftver alapjait dolgozzuk ki. A fejlesztéskor szem előtt tartottuk a felhasználó várható igényeit és lehetőségeit.

Könnyen kezelhető ügyi térinformatikai alapszoftver fejlesztése

A fejlesztés fő célja, hogy a terepen begyűjtött és feldolgozott információkat a lehető legkönnyebben tudják felhasználni azok a kollégák is, akik csak általános informatika ismeretekkel rendelkeznek. Ebben nagy segítséget nyújtanak az online térképszolgáltatások. A program segítségével a rögzített adatállományok a felvett utak térképi képéhez rendelhetők, kialakítható a helyes topológia és elkülöníthetők a homogén útszakaszok.

A fejlesztésnek nem célja, hogy a program a térinformatika minden területén megoldást adjon. Erre a feladatra a DigiTerra Map kiváló. A célunk sokkal inkább az, hogy befogadható formában tudjuk átadni azokat a terepi információkat, amelyek a mindennapi útgazdálkodás során fontosak lehetnek. A program az alapvető vektoros elemeken (pont, vonal, vonallánc) túl bevezeti az út elemet (road). Ez a speciális elem számos olyan információt tartalmaz magáról, amit csak nehézkesen lehetne a klasszikus GIS programokban megoldani a vonallánc elemmel. A tengely felépítését egyenesek, körívek, és átmeneti körívek adják, amelyekből automatikusan generálja le a megjelenítéshez szükséges vonalláncokat. Ezen felül tárolja a szakaszok, szektorok valamint állapotadatok leírását is.

A program képes lesz útvonal optimalizációra, így a kezdőpont és a végpont között felkeresni a legrövidebb vagy leggyorsabb útvonalat szállítóeszköztől függően. Az állapotértékeléskor felvett úthibák lehetőséget adnak virtuális úthossz számítására és így az útvonal

felkeresésékor az egyes szakaszok állapota figyelembe vehető. Későbbiekben a nem tervezett vonalvezetéssel rendelkező útelemelek felvétele is szükséges azzal a szemponttal, hogy különféle időjárási viszonyok között mennyire járható tehergépkocsival, terepjáróval vagy éppen személygépkocsival. Ezekkel az elemekkel együtt az algoritmus már a gyakorlatban előforduló kérdésekre is hasznos választ adhat.

Összefoglalás

Az útgazdálkodási rendszerekben a döntéseket megalapozó információkat az állapotfelvételkor és a felvett adatok értékelésekor szerezzük be. Az állapotfelvétel és értékelés első ütemében célunk a hálózat állapotának felmérése és a durva diagnózis felállítása. Ennek érdekében az úthálózat pillanatnyi állapotát jellemző állapotparaméterek és forgalmi adatok beszerzése szükséges.

Az automatizált szubjektív állapotfelvétel gyors, gazdaságos és megbízható adatokat szolgáltat az erdészeti feltáróutak állapotáról. A burkolati hibák és a pályaszerkezet környezetét leíró paraméterek együttesével jellemzett útállapot pedig már kifejezi, hogy hol és miért kell beavatkozni, valamint a szükséges költségek is jól megbecsülhetők. Hálózati szinten viszont szükséges egyetlen számadattal is kifejezni az út állapotát. Ezt a komplex állapotjellemző paramétert a felvett hibatípusok szubjektív súlyozásával lehetséges kialakítani. A komplex állapotjellemző valamint a forgalmi adatok együttese lehetővé teszi, hogy az elvégzendő munkák sürgőssége szerint rendezzük a hálózat elemeit. A pénzügyi lehetőségeknek megfelelően pedig ki lehet választani azokat a hálózati elemeket, amelyeken a finom diagnózis felállításához szükséges részletes állapotfelvételt és teherbírásmérést végrehajtjuk.

Felhasznált irodalom

- KOSZTKA M. (2001): Erdészeti utak fenntartási rendszere. Kézirat, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- GÁSPÁR L. (2003): Útgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- MARKÓ G. (2006): Informatika az erdészeti feltáróhálózatok tervezésében és nyilvántartásában. Doktori értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem.
- KISFALUDI B. ÉS MTSAI (2012): Erdészeti utak szubjektív állapotfelvétele és értékelése. Erdészettudományi Közlemények, 2. évfolyam 1. szám, pp. 89-105.

TARTALOMJEGYZÉK

PLENÁRIS ELŐADÁSOK	3
Változó termőhely – változatlan erdők? (BIDLÓ A., HORVÁTH A., GÁLOS B.)	4
Döntéstámogatást segítő geoinformatikai rendszer fejlesztése a klímaváltozás hatáselemzéséhez (CZIMBER K.).....	10
Energetikai faültetvény-technológiák energiamérlege (CZUPY I., HORVÁTH B., VÁGVÖLGYI A.)... 15	
Erdőnevelési modelltablák alkalmazása: Múlt és jövő (FRANK N., VEPERDI G., SCHIBERNA E., GÁL J.).....	20
Nagyvad kerítés mögött: Jövő vagy zsákutca? (JÁNOSKA F.).....	24
ERDŐGAZDÁLKODÁSI SZEKCIÓ	30
Egyes magánerdő-gazdálkodási formák jogi szabályozása különböző országok jogrendszerében (CSÓKÁS B., JÁGER L.).....	31
Vegetációtüzek környezeti hatásai és megelőzési lehetőségei Heves megyében (DINGA SZ.)	34
A lovas közelítés, mint természetkímélő anyagmozgatási módszer helyezete a hazai állami erdőterületeken (FICSOR Cs.)	40
A szálaló üzemmód megítélése (FOLCZ Á., MOGYORÓ SINÉ KESERŰ L., MOLNÁR D., FRANK N.)	44
Szajkó kollégánk szerepe a fenyvesek átalakításában (FOLCZ Á., MOLNÁR D., FRANK N., HEIM T.)	49
Néhány bükk populáció teljesítményének bemutatása származási kísérletek adatai alapján (HORVÁTH A.).....	54
Az erdőtanúsítás szakmai megítélése (HORVÁTH K.)	59
Vidéki munkahely teremtési lehetőségek feltárása az erdőgazdálkodásban a meglévő szakemberpotenciálra építve (HORVÁTH S., ALI T. G., NAGY J., ANDRÉSI D.)	63
Makkvetéssel és csemeteültetéssel történő erdőfelújítás összehasonlítása a farkaserdei Bejczygyertyános 10C erdőrészletben (KONDORNÉ SZENKOVITS M., MOLNÁR M.)	65
Állományszerkezeti vizsgálatok az Erdőművelés Tanszék szálalóvágásos kísérleti területein (MOLNÁR D., FOLCZ Á., FRANK N.).....	69
A Hidegvíz-völgy turisztikai terhelés vizsgálata (NAGY G. M., LÁSZLÓ R.).....	71
Különböző fafajok és fajták hozamvizsgálata fásszárú energetikai ültetvényen, vörösiszappal szennyezett területen (SCHMIDT P., HEIL B., PÓCZA D., KOVÁCS G.)	74
A szarvasgomba hasznosítás alakulása (SZILÁGYI A., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K.)	79
Nevelővágások hatása a fatermésre erdőfenyvesekben (VEPERDI G.)	81

TERMÉSZETVÉDELMI SZEKCIÓ.....	84
Környezeti információs rendszerek alkalmazása a környezeti hatásvizsgálatok során (ELEKNÉ FODOR V., PÁJER J.)	85
Erdei fák fiziológiai regressziói és a meteorológiai paraméterek közötti korrelációk időfüggése (EREDICS A., NÉMETH ZS. I., RÁKOSA R., BADÁCSY D., RASZTOVITS E., MÓRICZ N., VIG P.)	89
Inhibíciós és aktiválási mechanizmusok érzékelési lehetőségei biokatalitikus kármentesítések alkalmazása során (HERKE Z., CSERNY T., MAGYAR B., NÉMETH ZS. I.).....	95
A főkomponens-analízis és faktoranalízis alkalmazhatósága erdészeti és környezettudományi kutatásokban (HORVÁTH-SZOVÁTI E.).....	100
Polifenolok mennyiségi meghatározása bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levélben HPLC-MS/MS eljárással (HOFMANN T., ALBERT L.)	106
Levelek totálfenol tartalmának és antioxidáns értékének meghatározása különböző fafajok esetében (NEBEHAJ E., STEFANOVITSNÉ BÁNYAI É.).....	111
Az állapotfüggő és a súlyponti korrelációk kapcsolata biológiai rendszerekben (NÉMETH ZS. I.)	116
Földhasználat környezetvédelmi elemzése a klímaváltozás tükrében (PÉCSINGER J., POLGÁR A., PINTÉRNÉ NAGY E., ELEKNÉ FODOR V.)	122
Korrelációk a lombzat UV-VIS fényelnyelési spektrumában (RÁKOSA R., NÉMETH ZS. I.)	126
Metanol tartalmú technológiai hulladékvizek kezelése (TÓTH A. J., MIZSEY P.)	130
Különböző származású bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) egyedek levél extraktanyagainak összehasonlító vizsgálata (VISINÉ RAJCSI E., HOFMANN T., ALBERT L.)	135
BOTANIKAI SZEKCIÓ	138
A kockásliliom (<i>Fritillaria meleagris</i>) élőhely-preferenciája (BARNA Cs.)	139
A Soproni szálalótömb mikológiai értékelése (FOLCZ Á.).....	143
A szeder (<i>Rubus</i> L.) nemzetség megismerésének és rendszerezésének lehetőségei, erdészeti vonatkozásai (KIRÁLY G., B. TRÁVNICEK, V. ZILA)	148
A lébényi Tölgy-erdő vegetációjának értékelése az erdőhasználat tükrében (SELMECI M., S.-FALUSI E., SALÁTA D.)	151
Fekete nyár (<i>Populus nigra</i> L.) genotípusok megőrzése és hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata (SZOKOLAI A., BACH I., FRANK N.)	156
Magyarországon őshonos fafajok várható reakcióinak értékelése a klímaváltozás előrevetített hatásai szerint (ZAGYVAI G., BARTHA D.)	161
TERMŐHELYISMERETTANI SZEKCIÓ.....	166
Termőhelyi vizsgálatok Zánka község határ száraz tölgyeseiben (BIDLÓ A., HORVÁTH A., I. SIMKOVÁ, SZÜCS P.).....	167
Egy bucsutai bükkös talajtani viszonyai (BIDLÓ A., HORVÁTH G., HORVÁTH A., SZÜCS P.)	173

Talajtani vizsgálatok a Dalos-hegyI kocsánytalan tölgyesben (BIDLÓ A., KOVÁCS G., SCHMIDT P., SZŰCS P.).....	179
Növényi vízfelvétel számítása talajnedvesség adatokból klasszikus és napi ingadozáson alapuló módszerekkel (GRIBOVSZKI Z., KALICZ P.)	184
Az „Agrárklíma” döntéstámogató rendszer klímaadatbázisának kiértékelési módszerei (GULYÁS K., GÁLOS B., CZIMBER K.).....	189
Városi talajok széntárolásának összehasonlítása (HORVÁTH A., SZŰCS P., BIDLÓ A.).....	194
Lécek fényviszonyainak vizsgálata hemiszférikus fényképek segítségével (KOLLÁR T.).....	198
Összetett kémiai vizsgálatok a soproni borvidéken (NÉMETH E., HORVÁTH I., BIDLÓ A., HOFMANN T.)	203
Mészkövön képződött talajok összehasonlító vizsgálatai (NÉMETH E., SAJÓ I., BIDLÓ A.)	210
Az erdei avar maximális víztartó képessége (ZAGYVAINÉ KISS K. A., KALICZ P., GRIBOVSZKI Z.).....	216
DR. KŐHALMY TAMÁS ZOOLÓGIAI ÉS VADGAZDÁLKODÁSI SZEKCIÓ.....	221
Az európai balkáni gerle (<i>Streptopelia decaocto</i>) populációk genetikai szerkezet vizsgálata – Első lépések (BAGI Z., JUHÁSZ L., KUSZA SZ.).....	223
Válságjelenségek, vagy vonulási anomáliák? hová tűnt a vetési lúd? (FARAGÓ S., GOSZTONYI L.)	227
A nagy kócsag (<i>Egretta alba</i>) és a szürke gém (<i>Ardea cinerea</i>) áttelelése Magyarországon (FARAGÓ S., GOSZTONYI L.)	232
A szárcsa (<i>Fulica atra</i> L., 1758) állománydinamikája Magyarországon (FARAGÓ S., GOSZTONYI L.)	237
A vidra (<i>Lutra lutra</i> L.) elutésai magyarországi alakulása, térbeli mintázata (FARAGÓ S., LÁSZLÓ R.).....	242
Az aranykakas és a róka táplálkozásának összehasonlító vizsgálata Romániában (FARKAS A., FODOR J-T., JÁNOSKA F.).....	245
A vaddisznó mozgáskörzetének összehasonlító vizsgálata különböző romániai élőhelyeken (Részeredmények) (FODOR J-T., JÁNOSKA F., FARKAS A.).....	250
Dámszarvas (<i>Dama dama</i>) mezei- és erdei élőhely-preferenciájának vizsgálata (HEFFENTRÄGER G., SÁNDOR GY., TARI T., NÁHLIK A.)	255
Are brown hares (<i>Lepus europaeus</i>) genetically differs in central- and eastern europe? (KUSZA SZ., JÁVOR A.).....	261
Szín és mintázatbeli eltérések a magyarországi erdei szalonka szárnyminták között (LÁSZLÓ R., BENDE A., FARAGÓ S.).....	265
A közlekedés okozta veszteségek vizsgálata a zalai gímállományban az első vadgazdálkodási ciklusban (1997-2007) (LÁSZLÓ R., RÁKOS L.).....	269
Az erdőgazdálkodási üzemmód hatása a vad számára hozzáférhető táplálék kínálatra (NÁHLIK A., SÁNDOR GY., DREMME L., TARI T.).....	273

Előzetes eredmények a vaddisznó (<i>Sus Scrofa</i>) mozgáskörzetének alakulásáról (NÁHLIK A., SÁNDOR GY., HEFFENTRÄGER G., PÓCZA G., TARI T.).....	277
A vadkár alakulása Magyarország erdei és mezőgazdasági területein (NÁHLIK A., SÁNDOR GY., TARI T.).....	282
A fűrj (<i>Coturnix coturnix</i> Linnaeus, 1758) befogás és jelölés módszertani kérdései – előzetes tapasztalatok a lajta project területén (NÉMETH T. M., KOVÁCS GY., WINKLER D.).....	288
A nagy fakopáncs (<i>Dendrocopos major</i> , Linnaeus, 1758) élőhely preferenciája fűz-nyár ártérierdőben, tájidegen fafajok jelenlétében (ÓNODI G., CSÖRGŐ T.).....	291
Dámszarvas (<i>Dama dama</i>) otthonterületének és aktivitásának alakulása és ennek gyakorlati kérdései (SÁNDOR GY., HEFFENTRÄGER G., TARI T., NÁHLIK A.).....	298
A gímszarvas táplálékfelvételének jellemzői (TARI T., SÁNDOR GY., NÁHLIK A.).....	303
A szigetközi hód-populáció monitoringjának újabb eredményei (VARJU J., JÁNOSKA F.).....	308
ZOOLÓGIA, ERDŐVÉDELMI SZEKCIÓ	311
Talajscapda vizsgálatok mesterségesen kialakított lékekben (ANDRÉSI D., BALI L., LAKATOS F.).....	312
Hagyományos művelésű őrsegi kaszálógyümölcsösök szerepe a nappali lepkék megőrzésében (HORVÁTH B., LAKATOS F., SZENTIRMAI I.).....	316
A gyapjaslepke (<i>Lymantria dispar</i> L.) fejlődésmenete (HILLEBRAND R., TUBA K.).....	320
Erdőfelújításokban megjelenő gyomnövények jelentősége Magyarországon (MOLNÁR M.).....	326
Különböző megvilágítottságú mintaterületeken fénycsapdával befogott lepkék összehasonlító értékelése (PINTÉRNÉ NAGY E., HORVÁTH B.).....	330
Különböző származású tölgy csemeték akna- és gubacsképző rovaregyüttese (VÁRADI M., TAKÁCS V., TUBA K.).....	333
MŰSZAKI-GEOINFORMATIKAI SZEKCIÓ	337
Borítottfelszín-modellek (DSM) előállítására légi lézeres letapogatási adatok másodfokú felületelemekkel történő approximációjával (BROLLY G., KIRÁLY G.).....	338
Erdei talajfelszín megvilágításának térképezése lézeres letapogatás alapján (BROLLY G., KIRÁLY G., EREDICS A.).....	343
Aktuális párolgás térképek felhasználása térben osztott éghajlat lefolyás modellek készítésére Zala megye példáján (CSÁKI P., KALICZ P., BROLLY G., CZIMBER K., GRIBOVSZKI Z.).....	348
Az erdőgazdaságok informatikai ellátottságának szintje és a fejlesztések mérlege (FACSKÓ F.) ...	353
Többműveletes fakitermelő gépek – harveszterek – csoportosítása (HORVÁTH A. L.).....	359
Faállomány-jellemzők légi lézeres letapogatás alapján történő meghatározása a Szigetköz példáján keresztül (KIRÁLY G., BROLLY G.).....	367
Erdészeti utak forgalmának meghatározása forgalomszámláló rendszer segítségével (KISFALUDI B., MARKÓ G., PRIMUSZ P., PÉTERFALVI J.).....	372

Perkáta-Forrás-dűlő középső bronzkori földvár és környékének tájtörténeti vizsgálata (KRAUSZ E., SALÁTA D., PETŐ Á., BIDLÓ A.).....	377
Talajművelő szerszám numerikus analízise (MAJOR T.).....	382
Vegyeskorú erdőben végzett teljes faállomány-felvétel Field-Map rendszer alkalmazásával (MOLNÁR D., BAZSÓ T., FRANK N., FÁBIÁN F.)	387
Élőhely-térképezés távérzékeléses módszerekkel a Nyirkai-hany területén (NASZÁDOS A., BELÉNYESI M., S.-FALUSI E., TAKÁCS G.).....	389
Interaktív nemzetközi oktatási-tudományos könyv megalkotása a környezet- és klímavédelem terén (PALOCZ-ANDRESEN M., VARGA T.)	394
Erdészeti üzleti információs rendszer (PÉTERFALVI J., MARKÓ G., PRIMUSZ P., KISFALUDI B.)..	398
TARTALOMJEGYZÉK	403