

KÖRNYEZET- VÉDELMI INFORMÁCIÓS ÉS MONITORING RENDSZEREK



Környezetvédelmi információs és monitoring rendszerek

Szerzők: Elekné Fodor Veronika, Varga Gábor

Lektorálta: Hasznos Gábor

Kézirat lezárva: 2015. március

KIADÓ: Nyugat-magyarországi Egyetem
a ZENFE – Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés –
TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 sz. projekt keretében



A kiadásért felel a ZENFE projekt intézményi képviselője: Dr. Horváth Béla

Felelős szerkesztő: Dr. Pájer József

Terjedelem: 12 ív

Sopron, 2014

© Elekné Fodor Veronika, Varga Gábor 2014

ISBN 978-963-334-223-7

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK.....	3
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	5
ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	6
1. BEVEZETŐ.....	9
1.1 A környezeti monitoring kialakulása.....	9
1.2 A környezeti monitoring fogalma, jellemzői, célja és tárgya.....	11
1.3 A környezeti információs rendszerek általános jellemzői.....	14
2. NEMZETKÖZI KÖRNYEZET-MONITOROZÁSI ÉS KÖRNYEZETI INFORMÁCIÓS RENDSZEREK.....	21
3. A HAZAI KÖRNYEZETI MONITOROZÁS ÉS INFORMÁCIÓS RENDSZEREI.....	33
3.1 Hazai szabályozás.....	33
3.2 Szervezet.....	35
3.3 Felügyelőségek környezeti monitoring tevékenysége és információs rendszere.....	38
4. LEVEGŐ MONITOROZÁSA ÉS INFORMÁCIÓS RENDSZERE.....	53
4.1 Légszennyező anyagok és hatásaik.....	53
4.2 Levegő emisszió és imisszió mérési elvek, módszerek.....	57
4.3 Légszennyezés és levegőminőség monitorozása és információs rendszere.....	67
4.4 Pollen monitoring.....	77
4.5 A szag/bűz vizsgálata.....	79
5. TALAJVÉDELMI INFORMÁCIÓS ÉS MONITORING RENDSZER (TIM).....	83
5.1 Előzmények.....	83
5.2 Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer.....	84
6. VIZEK MONITORINGJA ÉS INFORMÁCIÓS RENDSZERE.....	92
6.1 Felszíni vizek monitoringja.....	94
6.2 Felszín alatti vizek monitoringja.....	100
6.3 Védett területek monitoringja.....	101
6.4 Vízgazdálkodási Információs Rendszerek.....	103
7. NEMZETI BIODIVERZITÁS-MONITOROZÓ RENDSZER (NBMR).....	107
7.1 Előzmények.....	107
7.2 Célja, hálózata, szervezete.....	107
7.3 Az Élőhely-osztályozási Rendszer rövid ismertetése.....	109

7.4	Módszerek	111
8.	TERMÉSZETVÉDELMI INFORMÁCIÓS RENDSZER (TIR).....	113
9.	ERDŐMONITORING.....	120
9.1	Releváns nemzetközi egyezmények	120
9.2	Európai szervezetek ICP Forests adatfelvételi rendszere	121
9.3	Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer (EMMRE)	121
10.	ÉRZÉKENY TERMÉSZETI TERÜLETEK (ÉTT) MONITOROZÁSA.....	133
11.	BIOMONITORING, BIOINDIKÁCIÓ.....	138
11.1	Alkalmazási lehetőségek	142
11.2	Vizsgálati módszerek	143
11.3	Példák biomonitoringra	145
11.4	Bioszenzorok	152
12.	EGYÉB MONITORING ÉS INFORMÁCIÓS RENDSZEREK, KÖRNYEZETI ADATBÁZISOK.....	155
	Irodalomjegyzék.....	169
	Melléklet.....	175

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat Települések légszennyezettségét mérő monitoring rendszer a WHO ajánlásában	66
2. táblázat Légszennyezettségi tájékoztatási és riasztási küszöbértékek.....	70
3. táblázat A TIM mérőhálózatban meghatározásra kerülő talajtulajdonságok a mintavétel gyakoriságával.....	88
4. táblázat A víz biológiai megfelelőségét támogató hidromorfológiai jellemzők és a meghatározásukhoz szükséges vizsgálati paraméterek	95
5. táblázat A biológiai elemekre hatással levő fizikai-kémiai elemek vizsgálata felszíni vizek esetében.....	97
6. táblázat A VIZIR adatbázisai.....	104
7. táblázat Mezőgazdasági termelési rendszerek egy főre jutó termésmennyisége	134
8. táblázat A különböző időszakban minősített fajták minőségi jellemzőinek alakulása az 1970-1989-es időszak adatai alapján.....	135
9. táblázat Különböző morfortípusok az ökomorfológiai index megállapításához	148
10. táblázat A környezet monitorozása során alkalmazott bioszenzoros alkalmazások a jelátalakítás módja szerint csoportosítva.....	154

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra A felmérés, megfigyelés és a környezeti monitoring fogalma közti különbségek szemléltetése	12
2. ábra Az információtovábbítás általános modellje (Vassányi 2005 nyomán).....	14
3. ábra Az adat és az információ közti különbség	15
4. ábra A környezeti monitoring tevékenység elvi vázlata	18
5. ábra Az Európai Levegőminőség weboldala	22
6. ábra A Copernicus nyitóoldala	23
7. ábra PM10 szállópor koncentráció a Copernicus légkörmegfigyelési rendszere szerint	24
8. ábra A Copernicus szén-monoxid előrejelzése	25
9. ábra Az Európai Talaj Adatbázis nyitóoldala.....	26
10. ábra Az Európai Víz Információs Rendszer weboldala.....	27
11. ábra Magyarország fürdővizeinek mennyiségi és minőségi értékelése a WISE weboldala szerint	28
12. ábra A Natura 2000 Network Viewer weboldala.....	29
13. ábra Az E-PRTR nemzetközi weboldala.....	31
14. ábra Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer moduljai.....	39
15. ábra Az OKIR nyitóoldala.....	42
16. ábra A "Mi van a környezetemben" modul adatainak megjelenítése.....	43
17. ábra A LAIR adatainak megjelenítése	44
18. ábra Példa a FEVI mérőpontjain mért adatok megjelenítésére	44
19. ábra Példa a HIR adatainak megjelenítésére	46
20. ábra Példa a „Hulladék kezelői engedély” modul adatainak megjelenítésére.....	46
21. ábra Példa a HNYR adatainak megjelenítésére	47
22. ábra A megújult OKIR nyitóoldala	48
23. ábra A "Mi van a környezetemben" modul adatainak megjelenítése a megújult felületen.....	48
24. ábra A megújult LAIR modul adatainak megjelenítése táblázatos formában és térképes felületen	49
25. ábra A FEVISZ szöveges lekérdező felülete.....	49
26. ábra A FEVISZ térképes felülete.....	50
27. ábra A FAVI szöveges lekérdező felülete	50

28. ábra Az EHIR modul szöveges és térképes lekérdező felülete	51
29. ábra A HNYR modul lekérdező felülete	51
30. ábra Az E-PRTR hazai webes felülete	52
31. ábra Prandtl-csőes manométer elvi vázlata	59
32. ábra A Venturi-cső elvi vázlata	60
33. ábra A nem-diszperz infravörös elven működő gázelemzés elvi vázlata (Domokos et al. 2014) .	61
34. ábra A monitoring-hálózat térbeli kiterjedése (Várkonyi 2001 nyomán).....	64
35. ábra Rugalmas négyzetháló alkalmazásával elhelyezett mintavételi pontok légszennyezés monitorozásakor. (Áthelyezett pontok: 1.1, 1.3, 1.4, és 3.2).....	65
36. ábra Pontforrás által kibocsátott légszennyezés vizsgálati állomásainak elhelyezése.....	67
37. ábra Automata mérőállomás mérési eredményeinek megjelenítés az OLM honlapján.....	72
38. ábra Automata mérőállomás mérési eredményeinek megjelenítés grafikonon az OLM honlapján	73
39. ábra Automata és manuális mérőállomással rendelkező települések (OLM)	73
40. ábra A Föld átlaghőmérsékletének eltérése az 1951-80. bázisidőszakhoz viszonyítva földi meteorológiai mérések alapján (web12).....	75
41. ábra A szénanátha betegség és közérzet károsító hatása. (Pawanker 2011 nyomán)	78
42. ábra A nyilvántartott nem tbc-ben szenvedő tüdőbetegek létszámának alakulása 1990-2012 között Magyarországon (KSH)	79
43. ábra Életveszélyes ipari gázok koncentrációjának hatására mutatott elszíneződési profilok 2 perces kitettséget követően (Sung et al. 2009).....	82
44. ábra A Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer mérőpontjai (Marth-Karkalik 2004) ...	86
45. ábra A TIM speciális mérőpontjainak területi megoszlása (Várallyai 2006)	87
46. ábra A TIM paramétercsoportjai és mérési eredményei	90
47. ábra Mintavételi helyszínek kijelölésének elvi vázlat felszíni vizek esetében.....	94
48. ábra A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer szervezete sematikusán.....	109
49. ábra A TIR felépítése	116
50. ábra A régi közönségszolgálati modul felülete	119
51. ábra A megújult közönségszolgálati modul térképes felülete	119
52. ábra Az EVH I. mintavétel elrendezése	124
53. ábra Kraft-féle famagasság szerinti osztályozás	125
54. ábra Az EVH II. hálózat mintaterületeinek elhelyezkedése (Kolozs 2009)	126
55. ábra Erdészeti fénycsapdák 2011-ben (Hírka et al. 2011 nyomán)	127
56. ábra Az FNM és az EVH hálózat viszonya egymáshoz.....	128

57. ábra Az FNM egy traktja, a mintavételi pontok és a mintakörök elrendezése	129
58. ábra A ciklikusan változó szennyeződés és a fáziseltolódásban végzett mintavételezés miatti mérési hiba lehetőségének sematikus bemutatása	143
59. ábra A bioszenzor szerkezetének vázlata (Rogers 2006 nyomán).....	153
60. ábra A MTA TAKI Agrotopográfiai talajinformációs rendszere.....	157
61. ábra A Magyar Állami Földtani Intézet földtani térképe	158
62. ábra A TESZIR weboldala.....	161
63. ábra A TESZIR adattartalma	162
64. ábra Példa a TÉKA adatainak megjelenítésére	164
65. ábra A TeIR regisztrációhoz kötött alkalmazásai.....	165
66. ábra A TeIR nyilvános alkalmazásai.....	165
67. ábra A KSH információs weboldala.....	167
68. ábra A KSH környezeti adatainak interaktív megjelenítése.....	168

1. Bevezető

1.1 A környezeti monitoring kialakulása

A populációk egyedei a fejlődéséhez szükséges erőforrásokat igyekeznek a lehető legkisebb energia-befektetéssel megszerezni, amibe beleértendő az is, hogy lehetőleg legszűkebb környezetük erőforrásait aknázzák ki. Ennek szűkössége esetén vagy időlegesen, vagy tartamosan kirajzanak olyan területekre, ahol bővebb készlet áll rendelkezésre. Alapjában véve így van ez az emberiséggel is. Történelmünk tulajdonképpen „kirajzások” vagyis népvándorlások, erőforrás elfoglalások és eltulajdonítások sorozata. Ez a folyamat ma is tart, néha nyíltan, fegyverek használatával, máskor fedetten gazdasági cselekmények módszerével. Ősi fő mozgatója a népesség növekedése miatti erőforrás szűkösség és az igények növekedése.

Az emberiség létszáma ma meghaladja a 7 milliárd főt. A növekedés exponenciális, vagyis egyre rövidebb időszak alatt következik be azonos növekmény. Egyes prognózisok szerint századunkban elérjük a 9 – 11 milliárd főt, amely szinten várhatóan megáll a növekedés vagy nem lesz számottevő. Az 1980-as éveket jellemző rendkívül magas növekedési ráta mérséklődése már napjainkban is észlelhető. Ugyanakkor a népességnövekedés földrajzilag, országonként rendkívül különböző. Míg Afrikában, Ázsiában és Óceániában továbbra is magas a növekedés, addig az ún. fejlett országokban, különösen Európában éppen ellenkező folyamat, népesség csökkenés vagy stagnálás tapasztalható. Önmagában ez a tény is indukálhatja az újabb „kirajzásokat” (Kaiser 2011).

Korábban a népesség növekedését időről-időre visszavetette a háborúk miatti veszteség és úgy a XVIII-XIX. századig a szükségletek kielégíthetőségét erősen korlátozta az alacsony hatékonyságú technológia. Mostanra azonban – úgy tűnik – a szűk keresztmetszetet már nem a technológia, hanem a működtetéséhez szükséges energia jelenti. Vannak, akik bíznak abban, hogy az emberiség még időben felismeri a környezet visszafordíthatatlan lerombolásának veszélyével járó és magára az emberi fajra leselkedő veszélyeket és megteszi a kivédésére szükséges lépéseket.

A természeti erőforrások terhelésének növekedése – sok más tényező mellett – részint a népesség létszámbeli gyarapodásával, részint a fogyasztás jellegével van összefüggésben. Lokális természetkárosításra már az ókortól kezdődően fel lehet sorolni példákat (öntözéses növénytermesztés – szikesedés; hajóépítés - erdőirtás stb.), azonban globális méreteket csak a XX. században ért el. A természeti erőforrások igénybevétele és a környezetbe történő anyag és energia kibocsátás, a területhasználat változás, a természeti erőforrások használata, a fajok számának csökkenése és az emberi populáció növekedése stb. mára oly mértékben terheli meg az ökoszisztémát, hogy folyamataiban zavarok keletkeznek. Egyre gyakoribb, hogy visszafordíthatatlan változások következnek be (pl. fajok kihalása). Ezek a tények már a XIX. században láthatók voltak, de inkább csak bizonyos exponált körzetekben, például erősen iparosodott vagy városias környezetben.

Egy évszázaddal később már nem csak kiterjedésük nőtt, némely esetben globálissá, hanem hatásuk egyes élőlény csoportokra nézve végzetessé vált. Ebben az időszakban súlyos, a kibocsátás közelében tartózkodó népességre katasztrofális hatású szennyezések, ipari katasztrófák is bekövetkeztek (Németország, Oppau 1921; USA, Buffalo Creek 1974; India, Bhopal 1984), ami a környezetkárosításra irányította a figyelmet és a közvélemény, a tudományos világ valamint a politika egyre inkább igényelte a károsítást előidéző tényezők megfigyelését továbbá a környezetben bekövetkezett változások detektálását és feljegyzését.

Ennek felismerése tette szükségessé, hogy a XIX. században kialakult környezetfigyelési módszereket fejlesszék egyrészt technológiailag, másrészt összekapcsolt, nagy térségeket megfigyelő rendszereket alakítsanak ki.

A környezeti információk iránti igény önmagában nem lett volna elegendő a napjainkban működő környezeti monitoring és információs rendszerek létrehozásához. Szükség volt ezen kívül még az egyes tudományterületek – különösen fizika, kémia, biológia –, továbbá a mérési módszerek, technológiák dinamikus fejlődésére és nem utolsósorban a nagy tömegű információ gyűjtését és feldolgozását lehetővé tevő elméletekre és technikai megoldásokra (informatika, számítástechnika, mikroelektronika, távérzékelés, modellezés).

A jövőt illetően tudnunk kell, hogy a természet- és a környezetvédelem tudásanyaga a hagyományos módszerekkel művelt ismeretekhez képest rendkívül fiatal, de szükségszerűségtől is hajtva dinamikus fejlődése várható. A ma élő idősebb nemzedék még emlékezhet arra a szakmai vitára, amelyben nehezen dőlt el, hogy a környezetvédelem milyen viszonyban van a természetvédelemmel, melyik része a másiknak. Mára ezek a fogalmak többé-kevésbé letisztultak, tudjuk, hogy a környezet károsítása és a természet károsítása többnyire elválaszthatatlan egymástól, bár lehetnek esetek, amikor egy környezeti elem károsodásának helyhez kötöttsége vagy csekély mértéke miatt a természetre látszólag nincs hatása. Ma már jól különbséget tudunk tenni a *környezetnek* az ökológiában használatos tudományos értelmezése és az emberi *környezet* között.

A fogalmak pontosítását és az összefüggések feltárását nem csak a tudományos igényesség követeli meg, hanem az a védekezés hatékonyságát is befolyásolja, ugyanis ha a védekezés kiinduló szakaszában, a folyamatok észlelésében, vagyis a környezet monitorozása során nem ismerjük a kölcsönhatásokat és nem tudunk különbséget tenni a lényeges és a kevésbé fontos hatások között, akkor vagy feleslegesen gyűjtünk információkat vagy alapvető ismeretek hiányában maradunk. Bízunk abban, hogy könyvünk némi segítséget tud nyújtani az ismeretek bővítésében.

1.2 A környezeti monitoring fogalma, jellemzői, célja és tárgya

A környezet fogalmának lehatárolása

A környezet fogalmát többféleképpen közelíthetjük meg. Tág, mindennapi értelemben, ha kiválasztunk egy tárgyat vagy élőlényt, akkor mindaz, ami azt körülveszi környezetnek nevezhető. („Rajtam kívül minden a környezetemhez tartozik.”) Ökológiai környezet alatt viszont csak azokat a külvilágból érkező hatótényezőket értjük, amelyek egy adott élőlénycsoportra, vagyis egy populációra vagy populáció-kollektívumra hatóképesek (Lányi 1988). (Ide kapcsolódik a biológiai indikáció fogalma, amelyre a 11. fejezetben vissza fogunk térni.)

A környezetvédelem tárgykörében környezeten az ember környezetét értjük, amelybe beletartoznak a környezeti elemek, azok rendszerei, folyamatai és szerkezete. A környezeti elemekhez soroljuk az élettelen elemeket (föld, levegő, víz), az élővilágot és az ember alkotta mesterséges elemeket (épített környezet). Ez a környezet-fogalom az ökológiai megközelítéstől abban feltétlenül eltér, hogy míg ott csak a hatást kifejtő tényezőket vesszük figyelembe, addig a környezetvédelem fogalomrendszerében mindenféle hatásra figyelemmel vagyunk abból a megfontolásból, hogy a környezeti elemek között fennálló bonyolult kapcsolatrendszeren át bármely tényező hathat az emberre. Természetesen, a gyakorlatban lehetetlen a hatások teljes spektrumát és kapcsolati mintázatát figyelembe venni. (A környezetvédelem egyelőre kevés figyelmet fordít például a társadalmi környezetre, vagy a környezet lelki – pszichikai – hatásaival, pedig az anyagi környezeten kívül, vagy azzal kombinálódva komoly jelentőséggel bírhatnak az ember mentális állapotára, sőt testi egészségére.) Meg kell még jegyezni, hogy a ható tényezők figyelembevételének értelmezése idővel változott és minden bizonnyal a jövőben is változni fog. Kezdetben csak egy-egy környezeti elemre gyakorolt hatás figyelembevételét tartották fontosnak (vagy technikailag kivitelezhetőnek). Megfigyelhető, hogy egyre komplexebb, több hatás, több környezeti elemre gyakorolt hatásának és a kölcsönhatások figyelése vált szükségessé.

A monitoring fogalmának lehatárolása

A „monitor” (figyel, ellenőriz) nyelvünkben angol jövevényszó. A „megfigyelés” közelebb áll a passzív tevékenységet jelentő „szemléléshez”, míg az ellenőrzés alatt rendszerint inkább aktív tevékenységet értünk. A környezeti monitoring szóösszetételben a magyarban monitoring alatt tartalmilag általában egy ellenőrzés célú megfigyelés értendő.

A szakirodalomban és a lexikonokban számtalan meghatározást találunk a környezeti monitoringra. Ezek alapján a környezeti monitoring olyan tevékenység, amelynek célja, hogy nyomon követhető legyen a (természetes és mesterséges) környezet állapotának változása. Az állapotjelzőket mérhetjük közvetlenül (analitikai módszer), vagy közvetve biológiai objektumok, vagy indikátorok megfigyelésével. Ehhez általában tervezett mérőhálózatra van szükség, ahol a méréseket bizonyos idő- és térbeli rendezettségben végzik.

Az OECD¹ egyik dokumentuma a következő meghatározást adja:

„Környezeti adatok gyűjtése, feldolgozása és jelentése, amely adatokat folyamatos vagy időszakos mintavétellel, megfigyeléssel és elemzéssel nyertek emberi tevékenység hatására létrejött természetes változásokról vagy módosulásokról és az emberre, valamint a környezetre gyakorolt terheléséről.”

Miközben a fenti meghatározást szabatosnak és ebben a tárgykörben felhasználhatónak tartjuk, még szükség van arra, hogy más, némileg hasonló tevékenységektől is elhatároljuk, ilyenek a felmérés és megfigyelés.

- A *felmérés* egy adott területen történő mérések, adatfelvételezések **rövid idejű** programja, melynek célja a **terület leírása** mennyiségi vagy minőségi paraméter területen belüli eloszlásának meghatározásával.
- A *megfigyelés* egy, a területre jellemző paraméter **hosszabb időszakon át** való ismételt mérése, melynek célja **trendek** megállapítása.
- A *monitorozás* olyan megfigyelés, melynek az a célja, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy **előre meghatározott paraméterek megfelelnek-e bizonyos előre meghatározott kritériumoknak**.

A három fogalom közti határok megállapítására az 1. ábra példái adhatnak támpontot.

FELMÉRÉS	MEGFIGYELÉS	MONITORING
Az erdei ciklámen tőszámának felmérése egy adott területen	Az erdei ciklámen tőszámának felmérése és összevetése előző felméréssel	-
Tölgy levélvesztés felmérése	Tölgy levélvesztés felmérése évente és összevetése az előző felméréssel	Tölgy levélvesztés felmérése évente és összevetése az előre meghatározott értékkel
A levegő NO ₂ koncentráció mérése	A levegő NO ₂ koncentráció mérése és összevetése a korábbi értékekkel	A levegő NO ₂ koncentráció mérése és összevetése a szabályozási értékkel

1. ábra A felmérés, megfigyelés és a környezeti monitoring fogalma közti különbségek szemléltetése

¹ Organisation for Economic Co-operation and Development (Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet)

A környezeti monitorozás célja

A fentiekből következik, hogy napjainkban a környezet monitorozásának célja az, hogy az emberi tevékenység által a természetes és a művi környezetre, illetve az emberre gyakorolt hatás

- mértékét,
- kiterjedését,
- irányát,
- sebességét és
- minőségét

meg tudjuk becsülni a környezet károsításának mérséklése és az emberi egészség megőrzése céljából.

Elmondható, hogy a környezet monitorozásának minősége nagymértékben befolyásolja a környezet védelmének eszközeit és hatékonyságát. Ugyanis egy rosszul felmért környezeti állapot, vagy környezetterhelési mintázat hibás környezetpolitikai és -mérnöki döntéseket eredményezhet, ami alapján végzett beavatkozás kirívó esetben nagyobb kárt okozhat, mint a döntés vagy a cselekvés elmaradása.

A környezeti monitorozás eredményeinek felhasználói

A monitorozás által nyert adatokat, információkat a felhasználó személye és a felhasználás célja szerint kell feldolgozni és rendelkezésre bocsátani, ugyanis belátható, hogy ugyanazon környezeti jelenségről más információkat igényel egy kutató, egy politikai döntéshozó vagy a laikus közvélemény. Röviden tekintsük át, hogy mely felhasználó csoportok jöhetnek számításba és azok milyen céllal igényelhetik a környezeti adatokat.

A kormányzat és különböző szintű politikusok döntéshozók számára a döntési kompetenciájukhoz illeszkedő adatokra azért van szükség, hogy megfelelő környezetpolitikai döntéseket legyenek képesek hozni és szabályozókat tudjanak alkotni a kár mérséklése és az egészség védelme érdekében, vagy gyors intézkedéseket foganatosítsanak (pl. a lakosság riasztása).

A lakosság és a társadalmi szervezetek a környezeti hatások érintettjei. Ebből kifolyólag alapvető joguk kapcsolódik a monitorozás eredményeihez, amely jog alapja az Aarhusi Egyezményből² eredeztethető.

Az agrárium, az ipar, a kereskedelem és a szolgáltatások miközben környezethasználatukkal a környezeti hatások érintettjei, aközben a fejlesztési stratégiájukhoz is igényelhetik a környezeti adatokat.

² Hazánkban kihirdetve a 2001. évi LXXXI. törvény által.

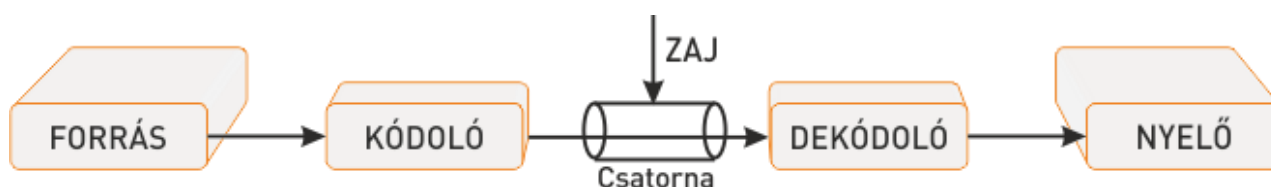
A különböző kutatási és fejlesztési területeken a hatékony környezetvédelmi fejlesztések kidolgozásához elengedetlen feltétel a környezet állapotának változásához szükséges naprakész adatok ismerete.

A különböző szintű nevelési-oktatási intézmények – óvodától a felsőszintű szakképzésig – csak akkor tudják a környezettudatos életmódra nevelni a felnövekvő nemzedékeket és magas szintű szakképzettséget adni, ha a képzési szinteknek megfelelő környezetről alkotott információkat közvetítik számukra.

1.3 A környezeti információs rendszerek általános jellemzői

A lélek a megismerés folyamatában azonosul a megismert dolog szubsztanciájával, vagyis a belső formájával (*in-forma*) – mondja Arisztotelész feltehetően Platón nyomán. Európában közel két évezreden keresztül hatott ez az elmélet, mígnem a test és lélek dualista felfogása is tért nem hódított, azonban az „informa” - „információ” fogalom fennmaradt és mára jelentős társadalomszervező tényezővé vált³. Jelentése értesülés, hír, üzenet, tájékoztatás. Bizonyos információk bizonyos személyek, csoportok számára fontosak lehetnek, értéket képviselnek, amely értékért javakat áldozni hajlandók. Ezen alapul az információkereskedelem (pl. televízió, rádió, újság, könyv stb.), a hírszerzés fedett (konspiratív) és nyílt formában, valamint a környezetből érkező adatok gyűjtése, feldolgozása és közvetítése a felhasználóhoz.

Az információ annak *forrásától a fogadóig egy csatornán* jut el. A csatorna elején és végén szükség lehet egy *kódolóra* és egy *dekódolóra*, mivel az információt hordozó jel, adat az eredeti formájában rendszerint nem továbbítható. A továbbítás során a kódolt jelet olyan hatások érhetik, amely a jel tartalmát megváltoztathatja, ezt *zajnak* nevezzük.

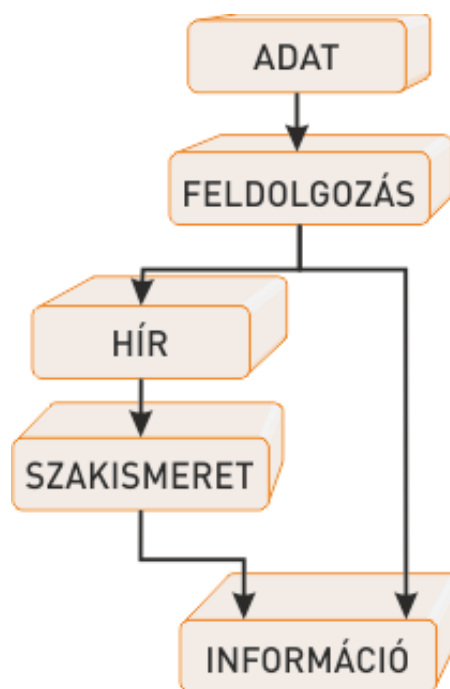


2. ábra Az információtovábbítás általános modellje (Vassányi 2005 nyomán)

Fontos különbséget tenni az *adat*, *információ* és a *hír* között. Nagyon általánosan bármilyen jel lehet adat, de a gyakorlatban csak azokat a jeleket tekintjük adatnak, amelyek valamilyen rendszer szerint összeállítottak. Az adat önmagában még nem információ. Információvá akkor „érik”, amikor az adatokat bizonyos szempont alapján feldolgozzuk (összevonjuk, szétválasztjuk, metaadatokkal látjuk el stb.) (3. ábra). Például a 390 ppm csak egy arányszám, de ha hozzátesszük, hogy a CO₂ levegőben mért arányát, vagyis a koncentrációját adja meg a

³ Ez elmúlt évtizedekben egyes filozófiai irányok Arthur Koestler (magyar származású Köszler Artur) holisztikus szemlélete nyomán megalkották az integrált szemléletet (Ken Wiber), amely ismét egységbe igyekszik fogni az objektív és a szubjektív (benső) világot.

Föld légkörében 2011-ben, az már információ lehet. Kissé elméletibb alapon azt mondhatjuk, hogy az adatból az által lesz információ, hogy általa a fogadó fél entrópiája (bizonytalansága) mérséklődik. *Hír* alatt viszont olyan feldolgozott adatot értünk, amely a fogadó fél entrópiáját nem csökkenti. Hogy egy feldolgozott adat információ-e vagy hír, nagymértékben a fogadó tudásbázisától függ. A fent felhozott példát követve a 390 ppm CO₂ egy környezetmérnöknek információ a légkör egyik üvegházhatású gázának egy meghatározott időpontbeli részarányáról, míg ezen a területen képzetlen személynek csak hír, mert nem tudja megítélni, hogy ez kedvező vagy kedvezőtlen légköri állapotot jellemez-e. Egy másik jól érthető példa lehet az, amikor egy vérvizsgálati jegyzőkönyvet a kezünkbe veszünk. Az ott felsorolt rendezett adat számunkra csak hír, mert hiányos ismereteink (tudásbázisunk) miatt az egészségi állapotunkra vonatkozó tudás-entrópiánk nem csökken, míg ugyanez a háziorvosunk számára a kezelés irányát megszabó információ.



3. ábra Az adat és az információ közti különbség

Általánosságban és a környezetvédelmi értelmezésben is sokféle adat létezhet, ilyenek a *numerikus, szöveges, verbális, képi* (kép, térkép, rajz), *multimédiás* (kép és hang együtt) stb. adatok. Ahhoz, hogy a környezeti elemekről nyert adatokból információt tudjunk alkotni, az adatok egyes tulajdonságait is ismernünk kell. Az adat *értéke* mellett annak *pontosságát* és *minőségét* (pl. a pontosságot a mérőműszer hibahatára adhatja meg, a minőséget egy kalibrációs tanúsítvány, az eszközt működtető laboratórium szakmai felkészültsége, referenciái stb.) Ezen kívül ismernünk kell az adat *térbeli helyzetét* (pl. légszennyezettségi adatoknál a mérési magasságot, földrajzi koordinátákat) és az adat *időtartományát* (a mérés időpontját, esetleg hosszát). Amennyiben az adatokat földrajzi helyhez rendeljük – a környezetvédelem területén ez meglehetősen általános – akkor ezek az adatok kimerítik a

téradat fogalmát. Téradatnak nevezzük mind a földrajzi helyhez köthető adatokat, mind a földrajzi hely meghatározását szolgáló adatokat⁴.

Az adat típusától függően további sajátos ismeretre is szükség lehet: például egy település légszennyezettségi adatainál a gépjárműforgalmi és időjárás adatok, egyéb kibocsátók geodéziai helyzete, a kibocsátás mértéke és időmintázata stb. Amennyiben a rendszer egy környezetért felelős hatósághoz tartozik és ebből kifolyólag ügyfelekkel áll kapcsolatban, akkor az ügyfelek adatait, a hatósági intézkedések dokumentumait is kezelheti. Ha a rendszer tudományos kutatási célt szolgál, akkor igény lehet arra, hogy a mérési adatokat összekapcsolják tudományos ismeretek adathalmazával.

A környezeti információs rendszer számára tehát olyan adatkezelő rendszert kell kiépíteni, amely képes kezelni a környezeti adat minden tulajdonságát és a működtető intézmény sajátos elvárásait. A jelenlegi technológiai fejlettség mellett azt mondhatjuk, hogy ilyen típusú adattartalmat és adatkapcsolatot csak térinformatikai szoftverre támaszkodó információs rendszerrel lehet jól megvalósítani.

Környezeti információ minden olyan adat, információ (a szabályozás nem tesz különbséget a kettő között), amelyet a környezeti információkról szóló 2003/4/EK Európai Parlamenti és Tanácsi irányelv és az annak hazai jogrendbe történő átültetésére kiadott „a nyilvánosság környezeti információkhoz való hozzáféréseinek rendjéről” szóló 311/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet annak tekint (Baranyi 2004). Ez alapján tehát környezeti információ minden olyan írott, látható, hallható, elektronikusan vagy más formában tárolt információ, amely:

- a környezeti elemek állapotára, tehát az élettelen környezeti elemekre, élővilágra, tájképre, genetikailag módosított szervezetre, valamint ezek közötti kölcsönhatásokra,
- az emberi egészségre és biztonságra,
- valamint a környezetet veszélyeztető tényezőkre vonatkozik,
- a környezetvédelmi intézkedések és tevékenységek körébe tartozik,
- az Európai Unió környezetvédelmi joganyagát és a közösségi jogszabályok átültetését mutatja be,
- valamint a közgazdasági elemzések, amelyeket a fentebb említett tevékenységek és intézkedések kialakítása során felhasználtak, figyelembe vettek.

Az adatbázisok kialakításának egyik kezdeti lépése az adatmodell létrehozása. Az adatmodell véges számú egyedtípusnak, illetve azok egyenként is véges számú tulajdonság- és kapcsolattípusának a szervezett együttese (Halassy 2002). Az adatbázis megtervezésekor az adatokat a felhasználó számára áttekinthető és egyszerűen kezelhető adattáblákban kell elhelyezni, amelyek azonos típusú objektumokat tároló adattárolási egységek. Az adattáblában egy objektum véges számú tulajdonságait tároló adattárolási egység az adatrekord, az objektumtípusok egy tulajdonságát tároló adattárolási egység pedig az adatmező (Czimer 1997).

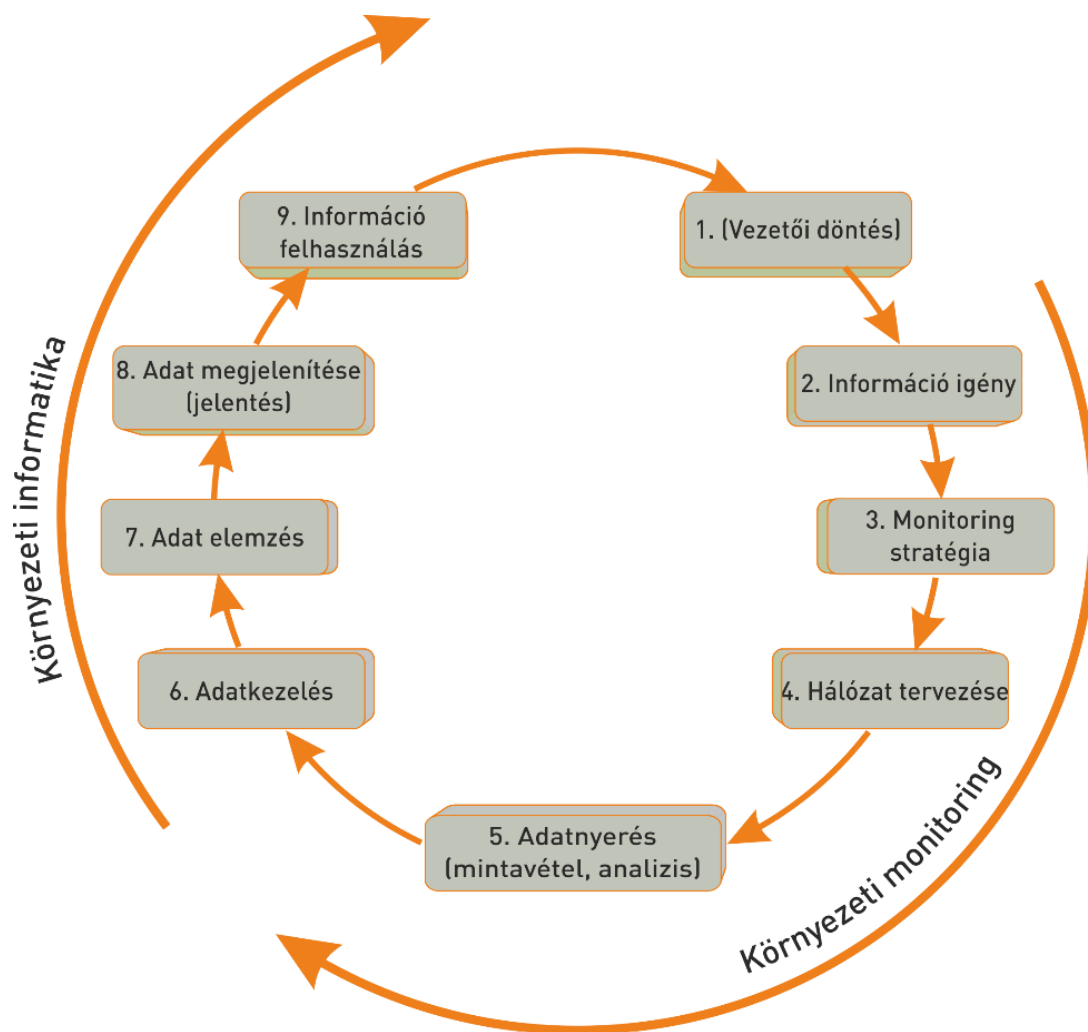
⁴ 2012. évi XLVI. törvény a földmérési és térképészeti tevékenységről

Az adatbázisok olyan új ismeretek megszerzését segíthetik elő, amelyeket hagyományos eszközökkel csak aránytalanul nehezen vagy egyáltalán nem lehetne beszerezni. Az adatbázis fogalma nem szükségképpen kapcsolódik a számítástechnikához, de – a gyakorlatban legalábbis – nem lehetséges hatékony adatbázis-kezelést végezni számítógép nélkül, vagyis egy adatbázis csak a lehetőséget teremti meg ahhoz, hogy ismereteket szerezzünk, illetve azokat célszerűen, hatékonyan kezeljük, feldolgozzuk. Az adatforrások, információs-készletek sokrétűek, azok együttes szemléltetése információs rendszereket követel meg (Bakos 1999, Bulla et al. 2004). Mivel az adatok döntő többsége helyhez kötött, ezért azon belül is térbeli információs rendszerek létrehozása célszerű. Ehhez szükség van adatokra, hardverekre, különféle alkalmazásokra (szoftverek) – amelyek az adatbázist kezelik, karbantartják –, valamint felhasználókra. Ezek együttesét nevezhetjük információs rendszernek.

Az információs rendszer célja és feladata a valóság egyedeinek, entitásainak, azok állapotának, viselkedésének és folyamatainak a jellemzése, elemeinek (információk, adatok) megbízható, pontos tárolása, ellenőrzése, rendszerezése, átalakítása, továbbítása, a szervezet célja szerinti feldolgozása, új információk generálása és igény szerinti megjelenítése (Raffai 2006).

A környezeti információs rendszerek képesek kezelni a környezeti adat minden tulajdonságát, továbbá biztosítják az ismeretszintézis, ismerettárolás, kezelés és környezeti modellezés együttes megvalósítását egy lehetőleg felhasználóbarát informatikai rendszerben. A környezeti információs rendszerek általában valamilyen pontosan meghatározott cél és felhasználói kör érdekében, azok specifikus igényeinek figyelembevételével készülnek. Az általuk szolgáltatott adatok hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a döntések meghozatalában érvényesüljenek a környezeti követelmények (Pájer 1999). A környezeti hatásvizsgálatok során a hatásviselők általános jellemzése mellett (Elekné Fodor 2012), a hatásterjedés becsléséhez, ezáltal a káros hatások csökkentéséhez is segítséget nyújthatnak (Koronikáné Pécsinger 2010). A környezethasználati adatokat tartalmazó információs rendszerek alkalmasak továbbá a vállalati környezeti teljesítmény fejlesztésére is, mint ahogy azt Polgár és Pájer 2014 vizsgálatai is alátámasztják.

A környezeti monitoring tevékenység nem merül ki a mintavételezésben és a minta feldolgozásában, hanem számos elemből álló tevékenységsort foglal magába. Ez a tevékenységsor végeredményben egy olyan ciklus (4. ábra), amely időről-időre megújulni képes. Az 1. és a 2. lépés felcserélhető, mivel létrejöhet egy rendszer úgy is, hogy egy valamilyen szintű vezetés dönt a létrehozataláról, vagy úgy, hogy fellép az információ igénye, ezért a vezetés a rendszer felépítéséről dönt. Ezt követően a tevékenységnek az a célja, hogy megszülessen az információ és azt a kedvezményezettje felhasználhassa (9. lépés). Ez után a vezetés dönthet a tevékenység változatlan formában történő folytatásáról, azt módosíthatja (nem kielégítő, nem kellően részletes információ született, megváltoztak a körülmények) vagy megszünteti (okafogyottá vált). A lépések két csoportba rendezhetők. Az információigény megjelenésétől (2.) az adatnyerésig (5.) terjedő sort a szűkebb értelemben vett környezeti monitoring feladatnak, míg a ciklus többi tagját egységbe foglalóan környezetvédelmi információs rendszerként is szokás kezelni. Valójában az analízis, mint adatnyerési tevékenység (5.) mindkét fogalomkörbe beletartozhat.



4. ábra A környezeti monitoring tevékenység elvi vázlata

A környezet monitorozása alkalmával rendszerint egy hatásterületen, vagy egy közigazgatási terület egészén, egy vagy több környezeti elem összetevőin (pl. Magyarország folyói) végzünk méréseket valamely célszerűen megválasztott térbeli mintázat szerint. A mintázat kiválasztását nagyban befolyásolja a vizsgált környezeti elem jellege (víz, talaj, levegő stb.). A térbeli lefedettség egy viszonyszám, rendszerint %-ban kifejezve, amely megmutatja, hogy egy vizsgált „terület” hányad részét reprezentáljuk monitoring eszközökből nyert adatokkal. Például, ha Magyarország 213 állóvízéből 36 esetében van monitorozás, akkor a monitoring hálózat térbeli lefedettsége 17%-os.

Ezen az alapon megkülönböztethetünk nemzetközi (pl. UNEP, FAO stb.), az Európai Unió tagországait érintő, makroregionális (pl. Duna-vízgyűjtőt érintő), országos (makró környezet) és lokális (helyi, mezo környezet) monitoring rendszereket. Például Magyarország területén a levegőminőség monitorozása országos lefedettségű. Helyi monitoring rendszereket általában erősen szennyezett, vagy szennyezésnek fokozottan kitett körzetekben (pl. ipari centrumok, nagyvárosok) állítanak fel, vagy szennyezéstől kiemelt védelem alatt álló területeken. (Megkülönböztethetünk még mikrokörnyezeti (beltéri) monitoringot is, pl. egy üzem beltéri levegőminőségének figyelését, de hazánkban ez a munka-egészségügy területéhez, nem a környezetvédelemhez tartozik.)

A környezeti monitorozás lefedettségét nem csak tér-, hanem időbeli dimenzióban is értelmezhetjük. Időbeli lefedettség alatt a monitoring esemény (észlelések közt eltelt idő) időbeli szakaszosságát értjük.

Folyamatos monitorozásról akkor beszélünk, ha az észlelések közti időszak nagyon rövid, pl. másodpercnyi vagy ténylegesen folyamatos. Gyorsan változó paraméterek, vagy kumulált (halmozott) adatok gyűjtése esetén választjuk ezt a módszert. Például egyes légszennyezettségi értékek folyamatos megfigyelést kívánnak, mivel ehhez lakossági riasztási rendszert rendel a jogszabály. Az ülepedő por mérése is folyamatos, de az adat „leolvasása” kumulált adatot szolgáltat, mivel az időegység alatt (pl. 1 hónap) ülepedett por mennyiségét alkalmazzák mutatószámoknak.

Periodikus monitorozást végezhetünk rövid és hosszú ciklusokban. Rövid ciklusokról általában akkor beszélünk, ha az észlelések közti időtartam egy évnél rövidebb (pl. levegő monitoring). Hosszú ciklusú monitorozást lassan változó rendszerek állapotváltozásának figyelésére állítunk be (pl. erdő-monitoring, ahol paramétertől függően 1 évtől 10 évig terjedhet a két észlelés közti idő).

A vizsgálati módszerek folyamatos fejlődésben vannak, de általánosságban mégis csoportosíthatók:

Hagyományos monitoring tevékenységről akkor beszélünk, ha egyetlen környezeti szektorbeli jelenséget figyelünk egy állandó helyszínen (pl. levegőminőséget, de a kiülepedést már nem). Az országos rendszerek általában ezt a legolcsóbb és legkevésbé eszközigenyes rendszert alkalmazzák.

Több közegű monitorozást akkor végzünk, ha több közeget (víz, levegő, talaj) figyelünk szimultán egy adott területen. Erre akkor van szükség például, ha egy szennyezőanyag a körforgását, vagy legalábbis vándorlását akarjuk nyomon követni több közegen át (pl. légszennyező anyagok talajba, onnét vizekbe, élő organizmusokba vándorlása stb.).

Több kitétséggű vagy „receptor orientált” monitoring alatt azt értjük, ha egy receptor összes kitétségét figyelik változó körülmények között (pl. emberi egészség zaj és légszennyezés közepette). Rendkívül költséges, bonyolult rendszer, többnyire analitikus és bioindikációs módszereket kombinálva építik fel a rendszert.

A környezet monitorozása során sokféle jellemző adat észlelésére lehet szükség, amelyre napjainkban számos technikai megoldás és módszer áll rendelkezésre. A módszerek többsége alapvetően két csoportba sorolható: fizikai-kémiai analitikus módszer és bioindikáció, biomonitoring. (Utóbbi fogalmak kifejtését lásd a 11. fejezet alatt.)

A mérés, az észlelés helyszíne alapján beszélhetünk távérzékelés pl. műholdas és légi felvételezéses monitoringról valamint földi (földfelszíni) monitoringról. A műholdas ún. „úrmonitorozás” olyan változások kimutatására alkalmas, amelyek térben kiterjedtek: levegő, felszíni vizek mennyiségi változásai és szennyezettsége, a növényzet egészségi állapota, borítása, területhasználati módok alakulása, vagy a talaj degradációja (erózió, defláció, bányaművelés hatásai, szennyezések). Úrmonitoring esetén az elektromágneses hullámok

(közte a fény célszerűen megválasztott spektrumai is) felfogására alkalmas berendezést egy stacionárius pályán keringő műholdon helyezik el, a jelet pedig a földi állomásra sugározzák.

A föld biológiai állapot változásának nagyterületű megfigyelésére alkalmazott módszer a légi monitoring. A jelfogó berendezést valamely repülésre alkalmas légi járműre szerelik fel (repülőgép, helikopter, léghajó stb.). Az érzékelés itt is a felszínről visszavert elektromágneses hullámok detektálásán alapul. A különböző felbontásban készülő űrfotók és légi fotók felhasználása során szűrők alkalmazásával nyerhetők tematikus információk.

A földi monitorozás tényleges adatokat mér oly módon, hogy az érzékelő eszköz a mérési közegben, vagy ahhoz nagyon közel helyezkedik el, ezért adatai megbízhatók és részletesek. A földi monitorozást felhasználhatják az űr vagy a légi monitorozás adatainak a megerősítésére is.

A mintavétel és a minta elemzése (analízis) helyszíne különböző lehet, de egybe is eshet. Ez alapján megkülönböztetünk off-line, on-line és in situ (vagy in-line) monitoringot.

A korábbi rendszerek – az adatátvitel és az automatikus analizátorok kifejlődése előtt – rendszerint off-line módon működtek, ami azt jelenti, hogy a mintavételezés helyszínétől távolabbi helyen (pl. egy laboratóriumban) végzik el a minta elemzését. Értelem szerűen ilyenkor nem csak térben különül el a mintavételezés az analízistől, hanem időben is. Ezt a módszert ma is alkalmazzák sok területen általában olyan észleléseknél, ahol az időnek nincs különös jelentősége (pl. egyes levegőminőség jellemzők mérése, részletesen lásd 4.2 pont alatt).

Az automatizált monitoring rendszerek on-line működnek. Ilyenkor a mintavételezés gyakorlatilag folyamatos (folyamatosan áramlik a mintázandó anyag a mintavevőbe), majd az elemzés a kis távolságra elhelyezett analizátorban történik, az adatok pedig a mintavételtől számított nagyon rövid idő elmúltával rendelkezésre állnak. Ez a módszer olyan esetekben fontos lehet, amikor a környezeti elemekben vagy a kibocsátásban gyorsan változó értékek várhatók, és ennek jelentős a környezeti kockázata. Ilyen rendszert alkalmaznak a lakossági riasztásra is alkalmas levegőminőség monitorozó rendszer esetén (részletesen lásd 4.3 pont alatt).

In situ monitoring esetében az analizátor a mérendő közegben helyezkedik el és a digitális mérési adatok folyamatosan áramlanak. Ebbe a körbe tartozhatnak a mérendő közeg bizonyos fizikai jellemzőinek mérése (pl. hőmérséklet, nyomás), vagy kémiai jellemzői (egy anyag koncentrációja).

2. Nemzetközi környezet-monitorozási és környezeti információs rendszerek

Amint a környezeti monitorozás kialakulásának ismertetésénél már utaltunk rá, az emberi tevékenységnek minden korban hatása volt a környezeti elemekre, azonban míg a korai szakaszban csupán lokális és rendszerint nem visszafordíthatatlan hatások jelentkeztek, addig az ipari forradalom óta a hatások térbeli kiterjedése nagymértékben megnőtt és egy része már vissza nem fordítható. A hatások megismeréséhez, nyomon követéséhez és a szükséges beavatkozásokhoz a teljes hatásterületre kiterjedő adatokra van szükség. Ez azt igényli, hogy az egyes közigazgatási határokon (település, megye, régió, ország) átnyúló megfigyelő hálózat működjön. Ezt a célt szolgálják a nemzetközi környezeti információs rendszerek is, mint országokon átívelő együttműködések.

Az együttműködés szintje többféle lehet.

- információ és tapasztalatcsere (elméleti és tud. szinten),
- technológia csere (módszer, eszközök,
- mérési módszerek közös kalibrálása (az összehasonlíthatóság érdekében,
- közös monitoring program fejlesztése,
- nemzetközi adatbázis és információs hálózat fejlesztése (OECD, UNEP⁵, European Environment Agency⁶)

1971-ben egy nemzetközi tudományos bizottság vetette fel a gondolatot, hogy létre kellene hozni az egész Földre kiterjedő környezetvédelmi monitoringot. A stockholmi konferencián⁷ javasolták az egész Földre kiterjedő környezeti monitoring rendszer létrehozását. A GEMS⁸ közös törekvés arra, hogy környezetünket figyelemmel kísérje, monitorozza, és időről időre értékelje az emberi egészség szempontjából. Az adatokat folyamatosan és célirányosan gyűjtik. A gyűjtött környezeti paraméterek széles körűek, több mint 140 ország vesz részt a munkában. A rendszer több száz országos és nemzetközi szervezetet foglal magába. A GEMS hálózat figyelemmel kíséri a változásokat az alábbi témákban: az atmoszféra összetétele, klíma rendszer, élővizek és vízpartok szennyezése, levegőszennyezés, élelmiszer-szennyezés, erdőpusztulás, ózonréteg vékonyodás, üveghatású gázok, savas eső, jégtáblák kiterjedése, és a biodiverzitással kapcsolatos jelenségek. A GEMS nemcsak gyűjti az adatokat, hanem elemzéseket végez, felhívja a figyelmet egyes jelenségekre, mint pl. ózon réteg vékonyodása, trópusi őserdők fogyatkozása (web1).

⁵ United Nations Environment Programme – ENSZ Környezetvédelmi Programja

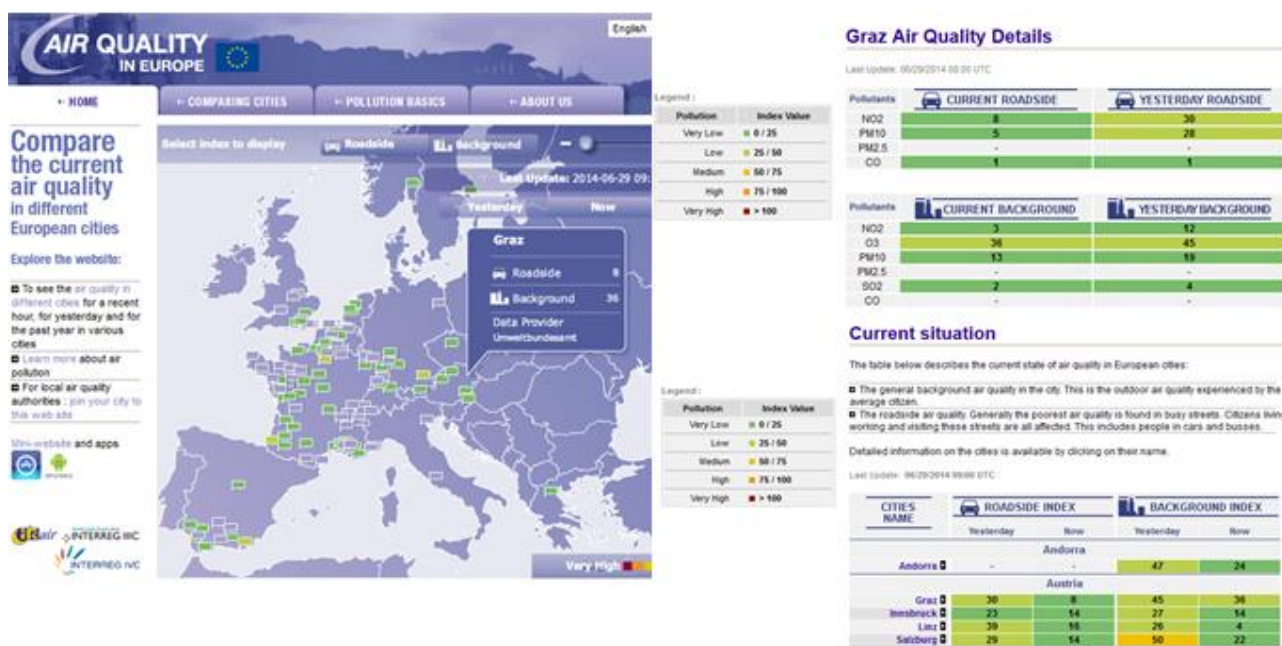
⁶ Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA)

⁷ 1972 United Nations Conference on the Human Environment

⁸ Global Environment Monitoring System

Európai Levegőminőség (Air Quality in Europe)

A projekt a környezeti levegő minőségéről és a Tisztább levegőt Európának elnevezésű programról szóló 2008/50/EK irányelv, valamint az Aarhusi Egyezmény⁹ alapján jött létre az Európai Környezetvédelmi Ügynökség fejlesztéseként. Bár a projekt 2004-ben indult és 2011 decemberében véget ért, az adatszolgáltatás azóta is folyamatos. 2011 végére több mint 90 város és régió töltötte fel közel valós idejű adatait a weboldalra. A fő feladata a nyilvános információk biztosítása (óránkénti, napi és éves NO₂, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}) az európai nagyváros levegőminőségének megismerése és összehasonlíthatósága érdekében. A létrehozott rendszer nem helyettesíteni akarja a helyi weboldalakat, csupán kiegészíteni azokat, hogy a szolgáltatott adatok közérthetőek és összevethetőek legyenek (web2).



5. ábra Az Európai Levegőminőség weboldala

Copernicus

A Copernicus (Európai Föld-megfigyelési Program) – korábbi nevén GMES (Global Monitoring for Environment and Security) – egy 1998 óta működő komplex földmegfigyelési rendszer, amely több forrásból (műholdak, földi in situ érzékelők) szerzi be adatait. A programot az Európai Bizottság koordinálja és irányítja. A rendszer hat tematikus szakterület adataival foglalkozik (földhasználat, tenger, légkör, éghajlatváltozás, biztonság és vészhelyzetek), amelyek jelentős mértékben támogatják a környezetvédelmet, a helyi és regionális tervezést, településfejlesztést, a mezőgazdaságot, erdészetet, halászatot, egészségügyet, közlekedést, az éghajlatváltozást, a fenntartható fejlődést, a polgári védelmet és

⁹ Az aarhusi egyezmény egy 1998 júniusában a dániai Aarhusban elfogadott, környezeti ügyekben az információhoz való hozzáférésről, a nyilvánosságának a döntéshozatalban történő részvételéről és az igazságszolgáltatáshoz való jog biztosításáról szóló megállapodás

az idegenforgalmat. A rendszer leírja a jelenlegi helyzetet, előrejelzést készít néhány napra előre, és elemzi a már beérkezett adatokat. A Copernicus fő felhasználói a politikai döntéshozók és hatóságok, akiknek szükségük van környezeti információkra, hogy fejlesszék a környezetvédelmi jogszabályokat és politikákat, illetve felelős döntéseket hozhassanak. Naprakész adatai azonban bármely felhasználói csoport számára hasznosak lehetnek.

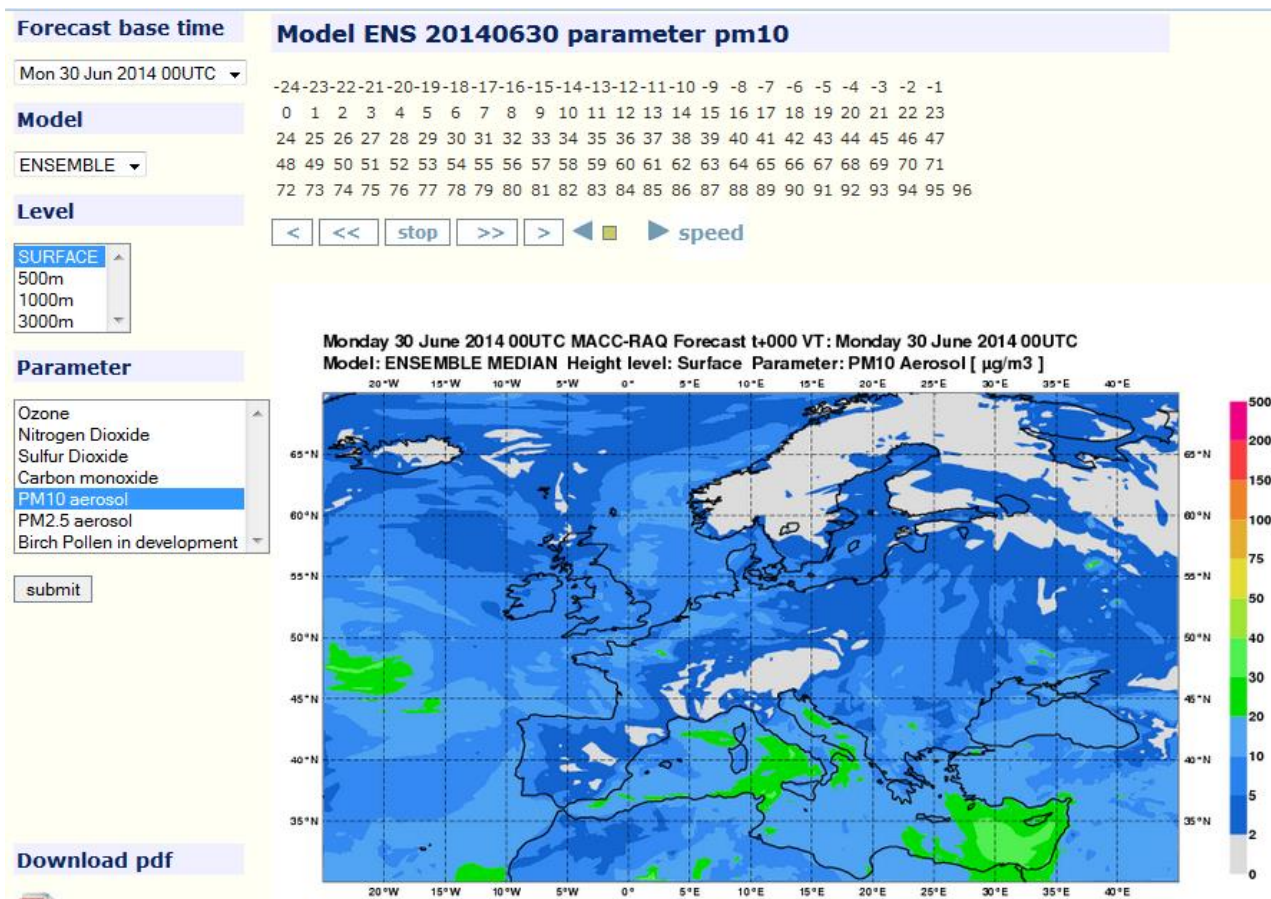


6. ábra A Copernicus nyitóoldala

A Copernicus 2012 óta működő szárazföld-megfigyelési rendszere három fő részből áll. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség által koordinált pán-európai rendszer a fő felszínborítás típusok leírásához szolgáltat adatot. Az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontjának irányítása alá tartozik a globális rendszer, amely a biológiai, fizikai adatok széles skálájával járul hozzá a növényzet leírásához, a víz körforgásának vizsgálatához. A helyi rendszer célja pedig részletes kiegészítő adatok biztosítása a többi rendszer számára.

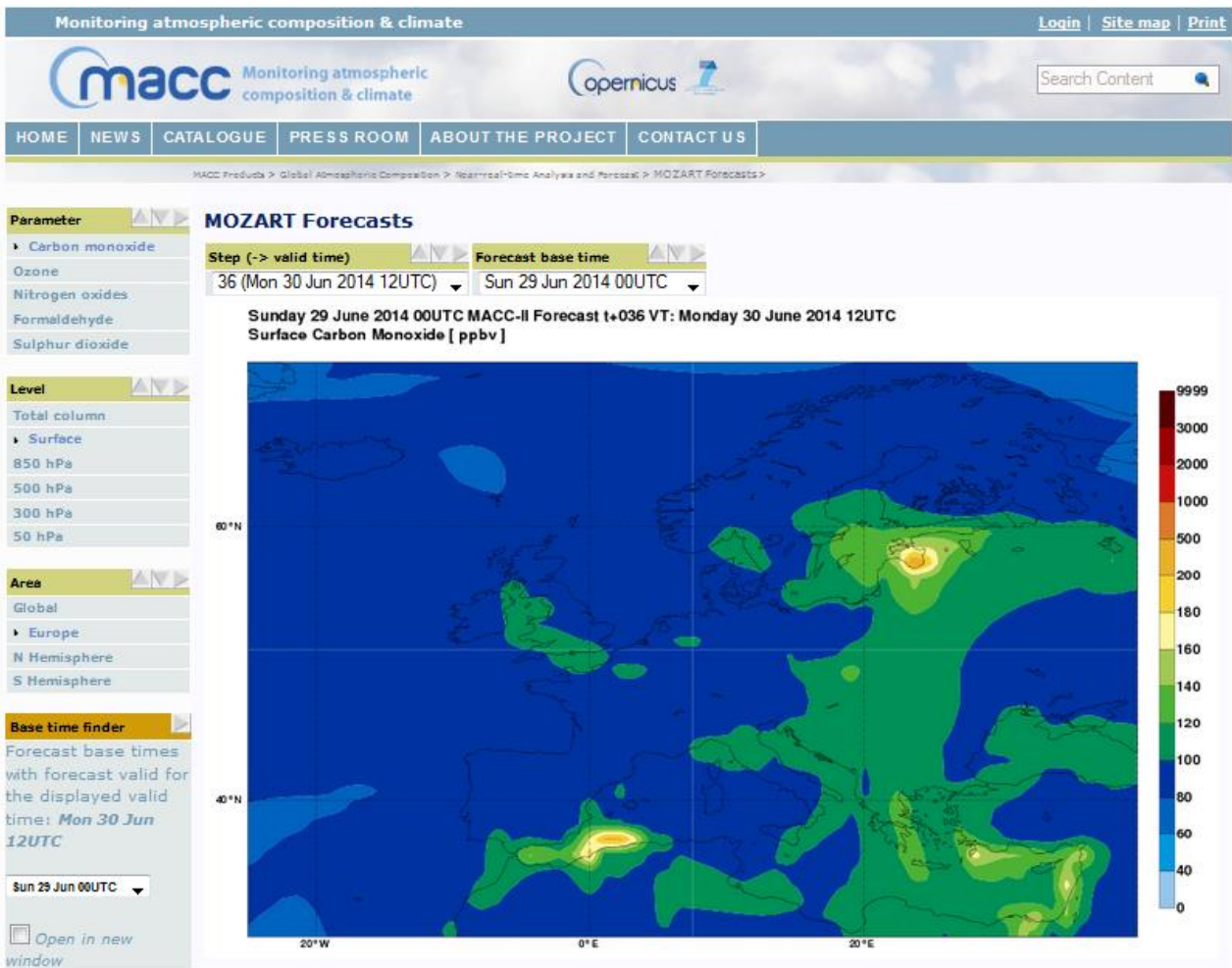
A Copernicus tenger-megfigyelési rendszere szisztematikus méréseket végez az óceánok és tengerek fizikai állapotáról (vízszint), valamint figyelemmel kíséri a tengeri áramlatokat és a jégtáblákat. A rendszer jelenleg próba üzemmódban működik.

A Copernicus légköri monitoringja folyamatos adatokat és információkat szolgáltat a légkör összetételét illetően. A rendszer leírja a jelenlegi helyzetet, előrejelzést készít néhány napra előre, és elemzi a már beérkezett adatokat. A valós idejű elemzések következtében lehetőség van a folyamatos értékelésre is. Napi információkat közöl a légkör összetételéről, beleértve az üvegházhatású gázokat, ózont és aeroszolókat. Ez a rendszer is próba üzemmódban működik.



7. ábra PM₁₀ szállópor koncentráció a Copernicus légkörmegefigyelési rendszere szerint

A Copernicus klímaváltozással kapcsolatos alrendszerének adatai segítséget nyújtanak a különböző éghajlati prognózisok elkészítéséhez, a várható hatások előrejelzése mellett az azokhoz való alkalmazkodáshoz. A rendszer hozzáférést biztosít több éghajlati mutatóhoz (pl. hőmérséklet-növekedés, a tengerszint emelkedése, jégtakaró olvadása, óceánok melegedése) és éghajlati indexhez (pl. nyilvántartások alapján a hőmérséklet, csapadék, aszály esemény). A Copernicus ezen szolgáltatása még a fejlesztési fázisban van.



8. ábra A Copernicus szén-monoxid előrejelzése

A Copernicus biztonsági alkalmazásának célja az európai uniós politikák támogatása. A Copernicus veszélyhelyzetekkel foglalkozó rendszere a természeti katasztrófák, az ember által előidézett vészhelyzetek és válságok szereplőinek szolgáltat gyors és pontos térinformatikai adatokat. A szolgáltatás 2012-ben kezdte meg működését (web3).

Talajdegradációs Adatbázis PHARE MERA' 92 (MARS/Monitoring Agriculture with Remote Sensing/and Environment Related Applications)

Az Európai Unió által elindított talajdegradációs térképezési projekt a potenciális talajerózió és egyéb típusú felszíni degradációs folyamatok regionális léptékű lehatárolását és úrfelvételek alapján az egyes kiválasztott mintaterületek aktuális degradációs viszonyainak osztályozását célozta. Magában foglalta az országok főbb, degradáció szempontjából veszélyeztetett (azaz potenciális degradációs) területeinek azonosítását és lehatárolását (Szabó et al. 1998).

Az Európai Talaj Adatbázis (European Soil Database)

Az Európai Talaj Adatbázis több talajjal kapcsolatos rendszerből épül fel. Az alrendszerek foglalkoznak többek között a talajföldrajzi helyzettel (SGDE¹⁰), a talajok szállító képességével (PTRDB¹¹), a talajszelvények analitikai (SPADBE¹²) és hidraulikus tulajdonságainak bemutatásával (HYPRES¹³), illetve a talajok érzékenységgel (SOVEUR¹⁴). Moduláris felépítéséből adódóan vegyesen tartalmaz térképeket, talajtani adatokat, táblázatokat, valamint szöveges leírásokat. Szintén az adatbázishoz tartozik a Globális Léptékű Talajtani és Domborzati Digitális Adatbázis (SOTER¹⁵) is, ami nem egy teljesen feltöltött és centralizált adatbázis, mindössze az egymástól független adatbázisok egységesítésének lehetőségét biztosítja. Módszertani tesztelése néhány mintaterületen már megtörtént. A rendszer olyan komplex és hierarchikus adatszerkezetet határozott meg, amely eltérő felbontású és területi kiterjedésű adatok kezelését teszi lehetővé. Az országos adatbázis alapegységek segítségével jeleníthető meg. Ezt különböző domborzati elemek határozzák meg, amelyek több mint 500 talajszelvény talajkomponenséből építkeznek. A SOTER lehetőséget biztosít arra, hogy a hasonló tulajdonságú talajkomponenseket közös reprezentatív szelvényvel jellemezhessek (web4).



9. ábra Az Európai Talaj Adatbázis nyitóoldala

¹⁰ Soil Geographical Database of Eurasia

¹¹ Pedo Transfer Rules Database

¹² Soil Profile Analytical Database of Europa

¹³ Database of Hydraulic Properties of European Soils

¹⁴ SOil Vulnerability of EUROpean Soils

¹⁵ Soil and Terrain Digital Database

WISE - Európai Víz Információs Rendszer (The Water Information System for Europe)

A környezeti rendszerekről nemzetközi szinten történő egységesített adatgyűjtésre példa az Európai Unió vízügyi információs rendszere, amelyet az Európai Környezeti Ügynökség és az Európai Bizottság hozott létre. A WISE jól használható a nemzetközi (EU), nemzeti, regionális és lokális feladatok ellátását végző, a vízi környezetvédelemért felelős intézmények, a vizes szakterületen dolgozó szakemberek, a vízzel foglalkozó kutatók, a víz iránt érdeklődő számára.

A WISE web-es oldala 2007 óta működik. A felületen az Európai Unió vízügyi szabályozását jelentő direktívák, adatok és térkép fedvények, modellek, előrejelzések, kapcsolódó kutatási projektek és kutatási tevékenység is elérhető (web5).

WISE
WATER INFORMATION SYSTEM FOR EUROPE

The Water Information System for Europe

– or more commonly known as WISE – is your gateway to information on European water issues. It comprises a wide range of data and information collected by EU institutions to serve several stakeholders

[About WISE](#) [Links](#)

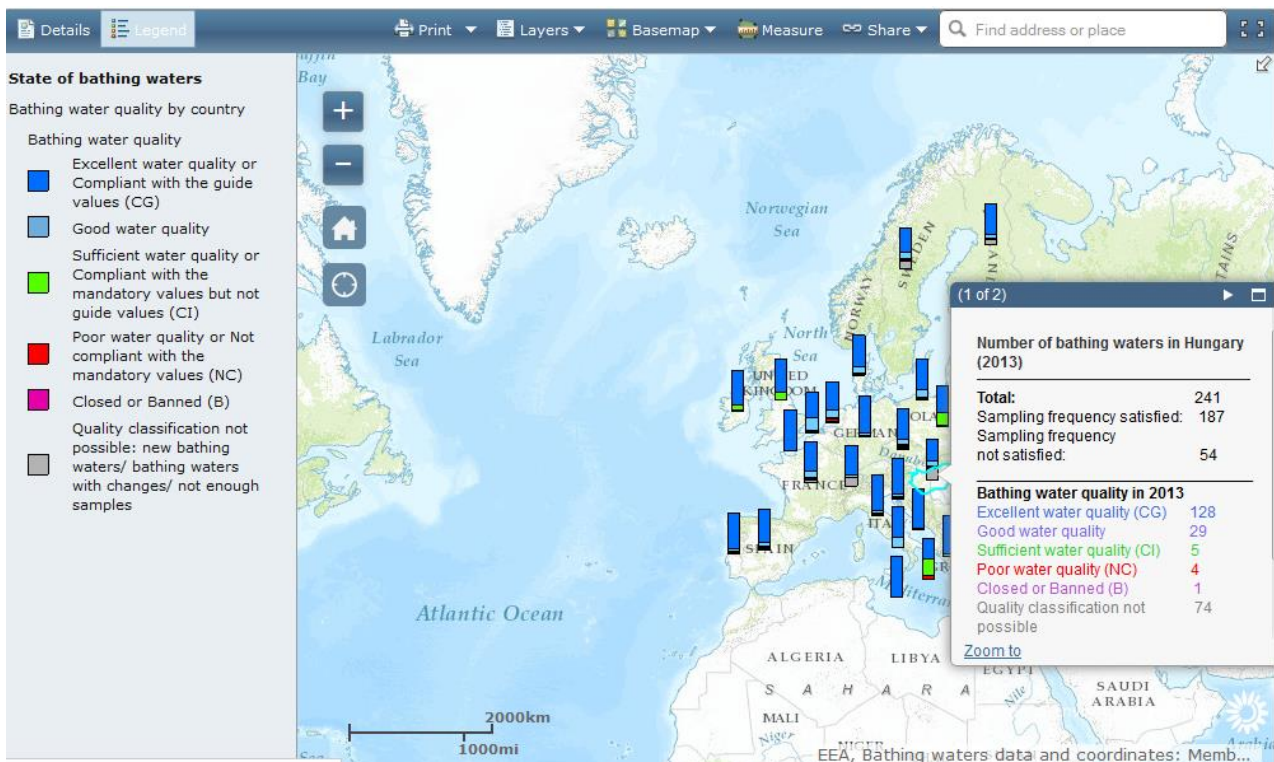
All data products Datasets Maps Interactive maps Indicators Graphs

WISE is a partnership between the DG Environment and Eurostat) and the European Commission. The roles and responsibilities of the partners are:

- **DG Environment**, leads the system, especially on official reporting. For more information: <http://www.eea.europa.eu/the-ec>
- **The European Environment Agency**, provides the system's webpages. For more information: <http://www.eea.europa.eu/the-ec>
- **The Joint Research Centre**, provides the system's data, including nowcasting and forecasting.

State of bathing waters
Urban Waste Water Treatment maps
State of Bathing waters
WISE SoE Ammonium in Rivers
WISE SoE BOD in rivers
WISE SoE Stations density
Ammonium in groundwater by
Macrophytes in lakes

10. ábra Az Európai Víz Információs Rendszer weboldala



11. ábra Magyarország fűrdővizeinek mennyiségi és minőségi értékelése a WISE weboldala szerint

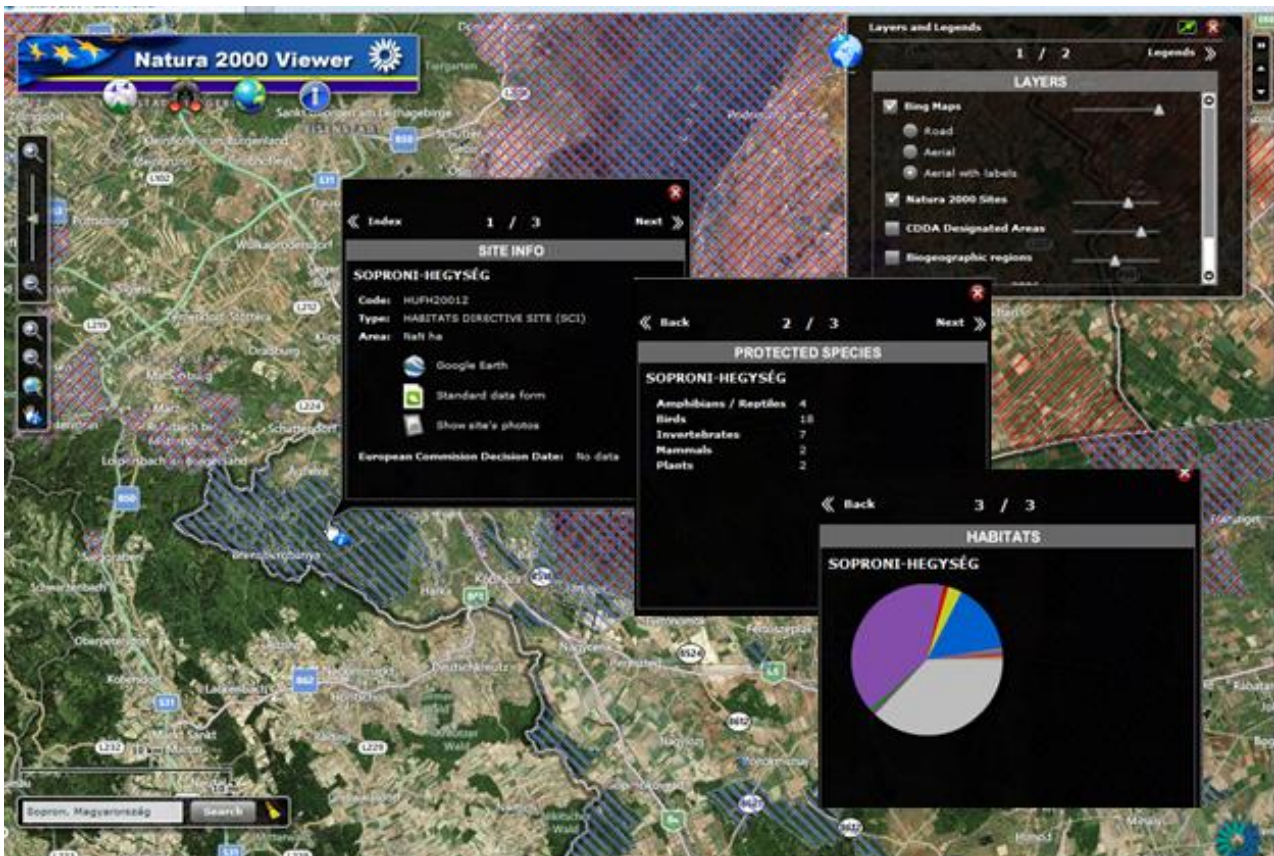
CORINE Land Cover felszínborítási adatbázis

A CORINE¹⁶ az egységesedő Európa területhasználati és felszínborítási információs rendszere. Az Európai Unióhoz való csatlakozás részeként az un. "harmonizáció" során mintául szolgálhat a hazai környezeti informatika számára is. A CORINE rendszer alapelemeit 1985 és 1990 között hozták létre Nyugat-Európában, amely olyan lazán kapcsolódó alrendszerekből épül fel, mint a földrajzi háttér adatok, levegő adatok, földfelszíni adatok, természetvédelmi adatok, víz adatok és társadalmi-gazdasági adatok. A CORINE információs rendszer üzemeltetése és használata a Koppenhágában működő Európai Környezeti Ügynökség (EEA) feladata. A FÖMI felszínborítási adatbázisának előállítása űrfelvételek számítógéppel segített vizuális interpretációjával történt. Az űrfelvételek értelmezéséhez alapvető a kiegészítő adatok (elsősorban topográfiai térképek és légifényképek) használata. Európa felszínborításának jellemzésére standard módszertant dolgoztak ki, amelynek része a 44 osztályt tartalmazó nomenklatúra. A háromszintes szerkezetben definiált 44 osztály az alábbi öt fő csoportba tartozik: mesterséges felszínek, mezőgazdasági területek, erdők és közel-természetes területek, vizenyős területek valamint vizek. A rendszer webes felületen ingyenesen elérhető (web6).

¹⁶ Coordination of Information on the Environment

Natura 2000 Network Viewer

A Natura 2000 hálózat alapja az 1979-es madárvédelmi valamint az 1992-es élőhelyvédelmi irányelv. Ez a két rendelet képezi az Európai Unió természetvédelmi politikájának alapját. A hálózat létrehozásával Európa a Biodiverzitás Egyezményben vállalt nemzetközi kötelezettségeit is teljesíti, amelyek célja a globális biodiverzitás megőrzése. Meghatározó eleme a tagállamok, a „biológiai sokféleség pusztulásának 2010-ig történő megállítására” tett vállalásainak. A Natura 2000 hálózat célja a sérülékeny fajok és élőhelyeik védelme európai előfordulási területükön, ország- vagy közigazgatási határoktól függetlenül. Jelenleg a teljes hálózat Európa szárazföldi területeinek mintegy 17%-át fedi le. Minden egyes Natura 2000 területről készül egy szabványos adatlap (SDF), amely részletesen ismerteti a területet és annak ökológiai jellemzőit. Az Európai Unió Natura 2000 viewer térképes weboldalán többek között ezek az adatlapok is közvetlenül elérhetőek (web7).



12. ábra A Natura 2000 Network Viewer weboldala

Térinformációs infrastruktúra az Európai Unióban (Infrastructure for Spatial Information in Europe, INSPIRE)

2007-ben lépett hatályba az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EK irányelve az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE direktíva) kialakításáról. Célja, hogy 2019-ig egy olyan információs infrastruktúrát hozzon létre, amelyben közösségi szinten a környezetre vonatkozó téradatak egységes vonatkozási rendszerben és szabványos formában szerepelnek és onnét könnyen leihívhatók.

Az EU-ban a tagállamok téradatai általában nincsenek összekapcsolva, néha redundánsak (felesleges, ismétlődő, vagy zavaró adatokat tartalmaznak), eltérő geodéziai vetületi rendszerben készültek és metaadat nélküliek. Ebben az állapotban az adathalmazok nem költséghatékonyak, mert nehezen vagy egyáltalában nem használhatók fel célirányosan.

Az INSPIRE főbb alapelvei: az adatokat egyszer kell gyűjteni, azon a kormányzati szinten (beleértve az EU kormányzatát is) kell tárolni, ahol a tárolás a leghatékonyabb és minden szint számára könnyen, egyszerűen hozzáférhetővé kell tenni. Az irányelv több komponensből épül fel és azokat több lépésben vezetik be. A hazai jogrendbe átvezetése megtörtént¹⁷. A magyar állam területére vonatkozó része a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer, melynek feltöltése folyamatban van.

Közös Környezeti Információs Rendszer (Shared Environmental Information System, SEIS)

Az Európai Unió számára létfontosságú, hogy rendelkezzen egy olyan információs rendszerrel, amely a legújabb információs és kommunikációs technológiát használva, a döntéshozók minden szintjén (helyi, európai), valós idejű környezeti adatokat szolgáltat. A közös környezeti információs rendszer létrehozása az Európai Bizottság és az Európai Környezetvédelmi Ügynökség kezdeményezése annak érdekében, hogy létrejöjjön egy, a tagállamokkal közös integrált környezetvédelmi információs rendszer. Ez a rendszer lesz az alapja olyan technológiáknak, mint például az internet és a műholdas rendszerek, és ezáltal a környezeti információk azonnal rendelkezésre állnak és könnyebben érthetőek lesznek. A SEIS másodlagos célja a papír-alapú jelentéstől való elmozdulás olyan rendszer felé, amelyben az információ kezelése a lehető legközelebb van forráshoz, és a felhasználók számára könnyen hozzáférhető.

A közös környezeti információs rendszer koncepciója szerint, a környezethez kapcsolódó adatok az Európai Unió összes tagállamában elektronikus adatbázisokban kerülnek tárolásra. Ezek az adatbázisok virtuálisan egymáshoz kapcsolódnak és egymással kompatibilisek. A SEIS a javaslat szerint egy decentralizált, de integrált, weben keresztül elérhető környezeti adatok információs rendszere lesz (web8).

¹⁷ 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól; 2012. évi XLVI. törvény a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásáról és működtetéséről; 241/2009. (X. 29.) Kormányrendelet a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásáról és működtetéséről; 1026/2007. (IV. 11.) Kormány határozat a közigazgatási informatikai feladatok kormányzati koordinációjáról

Európai Szennyezőanyag-kibocsátási és - szállítási Nyilvántartás (E-PRTR)

Az E-PRTR nyilvántartást az Európai Parlament és Tanács a 166/2006/EK számú rendelettel hozta létre. Hazánkban a 194/2007. (VII. 25.) Korm. rendelet harmonizálta és írta elő az Európai Szennyezőanyag-kibocsátási és - szállítási Nyilvántartás (E-PRTR) létrehozását. Az adatbázis készítője és fenntartója az Európai Környezetvédelmi Ügynökség. A rendszer a jelentős környezeti kibocsátások összesített európai adatbázisa, amely az érintett tevékenységek, környezethasználatok nemzeti összesítéséből áll. Használata regisztrációt nem igényel, biztosítja a szabad információ áramlását. A nyilvántartás tartalmazza a mintegy 28000 ipari létesítmény levegőbe, vízbe és földtani közegbe kibocsátott anyagainak adatait szerte Európában.

Home
About E-PRTR
Search E-PRTR data
Search EPER Data
Facility Level
EPER Pollutants
EPER Activities
Time Series
Releases Diffuse Sources
Questions to E-PRTR
Download
Links
Library
Feedback

This report will display the reported emissions of a specific facility. You can also search for a facility by using the map.

Country: Hungary Year: 2004
Region: Region River basin district
All river basin districts

Facility Name: _____ Town/village: _____

Activity: Industrial activity Economic sector (NACE)
Sector: All sectors
Section A Agriculture, hunting and forestry (rev. 1.1.)
Section B Fishing (rev. 1.1.)
Activities: All activities

Emissions: _____ Expand to include
Search

Facility: Brau Union Hungaria Sörgyárak Rt.
Brau Union Hungaria Sörgyárak Rt.
Vándor S. u. 1
9400
Sopron
[Link to facility details](#)

Categories of industrial activities for EPER
1 Energy industries
2 Production and processing of metals
3 Mineral industry
4 Chemical industry
5 Waste management
6 Other activities

13. ábra Az E-PRTR nemzetközi weboldala

Az adatok úgy kerülnek a lekérdezhető adatbázisba, hogy a bejelentésre kötelezett vállalatok a hazai hatóságnak bejelentik az adatokat, majd az illető állam átadja a listát az Európai Bizottságnak. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) segítségével felkerülnek a nyilvános honlapra. A rendszer lehetővé teszi az ágazatok, telephely, kibocsátott anyag és a kibocsátás helye (pl. víz, levegő, talaj) szerinti keresést az adatbázisban (web9, web10).

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

Az amerikai NASA¹⁸ 1996-ban kezdte meg az SRTM programot, amelynek célja a Föld felszíne mintegy 80%-ának digitális domborzati térképezése volt. Az űrtechnológia bázisán fejlesztett részletes, globális domborzat modell, az SRTM egyveretű, országokon átívelő adatbázis, amely független az egyes nemzeti geodéziai szolgálatok adataitól, módszereitől, vetületi rendszereitől. A térképezett terület digitális domborzati modellje két felbontásban készült el: a pontosabbnak 1 szögmásodperc, a kevésbé részletesnek 3 szögmásodperc a felbontása. A térségünket leginkább érintő Eurázsia-adatblokkot első verziójában 2003. november 1-jén publikálták webes felületen. Ezzel tágabb térségünket is ábrázoló olyan publikus adatbázis jött létre, amelynek létét és használhatóságát minden földtudománnyal vagy térinformatikával foglalkozó szakembernek célszerű ismerni. Az adatbázis ingyenesen, szabadon hozzáférhető, ezáltal kitűnő és költségkímélő lehetőséget nyújt mind a hazai tájak, mind pedig távoli területek geomorfológiai vizsgálatához (web11).

¹⁸ National Aeronautics and Space Administration

3. A hazai környezeti monitorozás és információs rendszerei

3.1 Hazai szabályozás

Környezetvédelmi törvényünk¹⁹ így fogalmaz:

„A környezet állapotának és használatának figyelemmel kísérésére, igénybevételi és terhelési adatainak mérésére, gyűjtésére, feldolgozására és nyilvántartására a miniszter - a Kormány által meghatározottak szerint - mérő-, észlelő-, ellenőrző (monitoring) hálózatot, Országos Környezetvédelmi Információs Rendszert (a továbbiakban együtt: Információs Rendszer) létesít és működtet.”

A fenti meghatározásban szereplő egyes fogalmakat az egyértelműsítés érdekében tisztázni szükséges.

Környezetterhelés alatt azt az emberi tevékenységet értjük, amelynek során valamely anyagot vagy energiát közvetlenül vagy közvetett módon a környezetbe bocsátunk ki. (A gazdaság oldaláról nézve ez a tevékenység – idegen szóval élve – az output.) Ha a kibocsátás egy adott környezeti elem esetében a megengedett határértéket – a *kibocsátási határértéket* - meghaladja, akkor *környezetszennyezésről* beszélünk (pl. túlzott műtrágyázás vagy mezőgazdasági kemikália-alkalmazás miatti talajvíz-szennyezés). Amennyiben a szennyezés bekövetkezik, akkor annak mértékét a jogszabályban rögzített *szennyezettségi határértékhez* viszonyítjuk, meghaladása esetén *környezetkárosodásról*, esetleg *egészségkárosodásról* beszélünk.

Környezet igénybevételről akkor beszélünk, amikor a környezetben változást idézünk elő, vagy a környezetet vagy annak egyes elemeit természeti erőforrásként használjuk. (Gazdasági szemszögből ez általában inputnak tekinthető.) Amennyiben a változás kedvezőtlen, vagy a környezeti elem funkciója más környezeti elem vagy a társadalom szemszögből tekintve romlik, akkor *környezetkárosodásról* beszélünk (pl. túlzott mértékű vízkivétel miatti vízminőség romlás). Jogilag akkor beszélünk környezetkárosodásról, ha környezetnek vagy elemének az igénybevétele egy jogszabályban vagy hatósági határozatban megadott határértéket – az *igénybevételi határértéket* – meghaladja.

A fenti *környezetterhelés* és *környezet igénybevétel* fogalmakat magában foglalja a *környezethasználat*, ugyanis ez alatt olyan tevékenységet értünk, ami a környezetnek vagy valamely elemének igénybevételével, illetőleg terhelésével jár.

A törvény általánosságban azt is meghatározza, hogy a rendszert milyen területi sűrűséggel kell megszervezni és telepíteni. Nem ad meg konkrét értékeket, hanem a területi sűrűséget a cél eléréséhez rendeli. A cél pedig az, hogy mind mennyiségileg, mind minőségileg megállapítható legyen a környezet *igénybevétele, terhelése és állapotának változása*. Mindezt úgy kell elvégezni, hogy az adatok *nemzetközi összehasonlításra* is alkalmasak legyenek. Ezen felül a rendszernek alkalmasnak kell lenni arra, hogy a környezeti *hatások okait* meg lehessen állapítani, a

¹⁹ 1995. évi LIII. tv. a környezetvédelem általános szabályairól, 49. § (1)

környezetveszélyeztetés a lehető *legkorábban felismerhető* legyen, ez alapján a szabályozási és a hatósági intézkedések lehessen tenni, illetve hogy az adatok alapján *terveket* lehessen összeállítani.

Az Információs Rendszer működtetését, az adatok rendelkezésre bocsátását a törvény általánosságban a területi környezetvédelemért felelős hatóságra, a „zöldhatóságra” (környezetvédelmi és természetvédelmi felügyelőségekre), helyesebben a 10 felügyelőség közül az erre a feladatra kijelölt felügyelőségekre bízva²⁰.

A környezeti adatok keletkezése, kezelése

A környezeti adatok egy része, elsősorban a szennyezettségi adatok mérés vagy becslés alapján jönnek létre a hatóság által működtetett monitoring hálózat segítségével. A kibocsátási adatok többségét a környezethasználó szolgáltatja a hatóságnak. A környezethasználónak a környezetterhelés és környezet-igénybevétel mértékét méréssel, vagy technológiai számítással kell alátámasztani és nyilvántartani. A környezetre gyakorolt hatásokkal kapcsolatos adatszolgáltatás költségeit az adatszolgáltatásra kötelezett viseli.

A környezet állapotára, igénybevételére és használatára vonatkozó, állami költségvetésből fedezett vizsgálati adatok közérdekű adatnak minősülnek, ezért az idevonatkozó jogszabályok szerint kezelendők. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a felügyelőségek által felügyelt szennyezettségi adatok bárki számára térítésmentesen hozzáférhetők. Azonban az adatok bizonyos szempont szerint történő kigyűjtésének díját, az adathordozó árát esetleg meg kell téríteni.

Az adatgyűjtés egyik célja a tájékoztatás. Az ország környezeti állapotáról a környezeti ügyekért felelős miniszter, a települések állapotáról pedig a települési önkormányzat köteles jelentést készíteni évente. A miniszter a Kormányt, az önkormányzat pedig a lakosságot köteles tájékoztatni.

A környezeti értelemben *téradat* alatt elektronikus formában rendelkezésre álló geodéziai, természet-, gazdaság-, település-, illetve népességföldrajzi adatot értünk, amely közvetlenül vagy közvetve magyarországi területén fekvő helyre vagy földrajzi területre vonatkozik²¹. A téradatokhoz kapcsolódnak olyan metaadatok, amelyek lehetővé teszik a téradatok és téradat-szolgáltatások elérését, nyilvántartását és felhasználását.

²⁰ 481/2013 (XII.17.) Korm. rendelet a környezetvédelmi, természetvédelmi, vízvédelmi hatósági és igazgatási feladatokat ellátó szervek kijelöléséről

²¹ 24/2009 (X. 29.) Korm. rendelet a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer létrehozásáról és működtetéséről

3.2 Szervezet

A környezeti monitoring rendszer kialakulása

Az emberi tevékenység miatt bekövetkező környezeti állapot változása globálissá vált, ezért az államoknak megfelelő választ kellett adni ezekre a közösségüket érintő hatásokra. Az érintettség mértékétől és a gazdasági lehetőségektől függően hoztak létre infrastruktúrát az ügy kezelésére, amelybe beletartozik a környezet monitorozására alkalmas rendszer is.

A környezet monitorozása – ha nagyon tág értelmezésben vesszük – együtt alakult ki a környezet védelmével, ugyanis amiről nincs vagy kevés az információnk, azt hatékonyan védeni nem tudjuk.

A környezet védelme a természeti környezet védelmével kezdődött, azon felismerésen alapulva, hogy az elpusztult természeti értékek gazdasági veszteséget okoznak a tulajdonosnak vagy a tágabb közösségnek (pl. erdőirtás, erózió miatti termőföldvesztés, „hasznos” fajok vagy -populációk kipusztulása stb.). Ebből adódott, hogy az első, a természet védelmét is szolgáló szabályozások valójában tulajdonvédelmi rendelkezések voltak (II. Ulászló 1504-ben hozott jobbjogok eltiltása a vadászattól, Werbőci törvénykönyvében az erdőben okozott károk megtérítése). Már az ezernyolcszázad elején felmerült egyes állatfajok (vadászati) kíméletének kérdése, de ezek a kezdeményezések állami szabályozás szintjéig csak a kiegyezés után jutottak el (1872 hasznos madárfajok vadászatának tiltása, 1883 a madárfajokon kívül gerincesek védelme, 1880 egyes halfajok védelme, 1906 madárfajok védelme stb.). A madarak védelme esetében nyilvánvalóvá vált, hogy egyetlen ország intézkedései nem lehetnek hathatósak, ezért nemzetközi egyezményre volt szükség. Az Osztrák-Magyar Monarchia és még 11 ország 1902-ben kötött erre vonatkozó egyezményt. A természet védelmének ügye nemzetközi szintre 1913-ban a Bernben rendezett tanácskozáson jutott, ahol a résztvevő országok egyezményt írtak alá. 1914-ben Magyarországon megyei bizottságokat kívántak létrehozni a természetvédelem területi képviselőit, azonban a folyamatot az I. Világháború, majd a trianoni békediktátum megszakította. Az erdők 84%-a, a már összeírt, védelemre felterjesztett területek 70%-a határon túlra került. Ennek ellenére nem csak a magánszférában, de kormányzati szinten is volt előrehaladás, amelynek csúcspontja az 1935-ben elfogadott az erdőkről és a természetvédelemről szóló IV. törvénycikk.

A törvény rendelkezései európai szinten rendkívül előremutatók voltak. A természet figyelemmel kísérésének gondolata ebben a törvényben konkrétan nem jelent meg, de mivel elrendelte a természeti értékek „törzskönyvezését” (220. §) közvetve utalt az állapotfelvételre, illetve az állapotváltozás figyelésére is azáltal, hogy a védelem tárgyának pusztulása esetén (218. §) az oltalom feloldható volt.

A II. Világháború után Európa országaiban felfokozott termelés indult meg részint a károk felszámolására, részint a jólét növelésére. Míg ez a „nyugati blokkban” sikeres volt, addig a szovjet fennhatóság alatti országokban csekély eredményt hozott. Környezeti szempontból is alapvetően más volt a helyzet a két tábor között. Nyugaton a természetvédelmi szemlélet közigazgatási szinten is fennmaradt, míg keleten mindent a termelési terv teljesítésének

rendeltek alá és jobbra csak magányszemélyek szintjén, vagy tartalom nélküli szabályozás szintjén maradt fenn.

Az 1960-as években nyilvánvalóvá vált, hogy a környezet károsodása olyan mértékű, amely nem csak a természeti értékeket teszi tönkre, de a gazdasági veszteségeket okoz, rontja az emberek egészségét, ugyanakkor a károsító tevékenysége határokon át hatnak. Ezt nyugaton a fogyasztás miatti termelés fokozódása, míg keleten az „intézményes felelőtlenség” okozta. 1972-ben ült össze Stockholmban a ma már mérföldkőnek tekintett ENSZ által szervezett első környezetvédelmi világértekezlet. Mivel a Szovjetunió ezt illegitimnek tekintette, Magyarország – több más keleti blokkhoz tartozó országgal együtt – itt nem vett részt. Ezt a politikai lépést azonban hazánkban a racionalitás némileg enyhítette, ugyanis ennek ellenére a konferencia ajánlásaihoz csatlakoztunk.

A stockholmi konferencia után az ENSZ létrehozta a környezetvédelemért felelős szervezetét, az ENSZ Környezetvédelmi Programját (United Nations Environment Programme = UNEP), amelynek egyik feladata, hogy világméretben gyűjtse és mindenki számára hozzáférhetővé tegye a környezeti adatokat.

A csatlakozott államok kormányai kijelölték a környezetvédelemért felelős hatóságukat, hivatalaikat, a környezet védelme érdekében számos nemzetközi szerződést kötöttek és jogrendjükbe beiktatták a környezet védelmét szolgáló szabályokat.

Magyarországon 1974-ben létrehozták a kormány tanácsadó szervezetét, az Országos Környezetvédelmi Tanácsot. 1976-ban az országgyűlés megalkotta az ország első környezetvédelmi törvényét (II. tv. az emberi környezet védelméről) (Rakonczay 1996). A törvény környezeti adat gyűjtéséről nem rendelkezik.

A környezeti információk terén mérföldkőnek tekinthető az ENSZ által 1992-ben Rio de Janeiróban megrendezett Környezet és Fejlődés Világkonferencia, ugyanis ennek alapelvei közt kiemelt jelentőséggel bírnak a környezeti információk és azok mindenki számára hozzáférhetősége.

Hazánkban 1995-ben szabályozták a környezet védelmét ismét törvényben (LIII. tv.), ami hatálytalanította az 1976-ban alkotottat. Ez magába foglalta az időközben hazánk által aláírt nemzetközi szerződésekben vállalt kötelezettségeket és ajánlásokat. A törvény aktualizálása folyamatos. Megújítását csatlakozásunk az Európai Unióhoz is szükségessé tette, ugyanis a tagországoknak kötelező átvenni egyes szabályokat jogi aktus nélkül is.

A környezet monitorozásának és információszerzésének létező szervezetei általánosságban

A környezet monitorozásának általános szervezeti formája nem adható meg, mivel az államok saját közigazgatási szervezetük rendszerében építik fel a környezet felügyeletét, ráadásul ez a rendszer új kormány alakításakor meg is változhat. Többnyire a környezetért felelős minisztérium a területi szervei útján irányít, koordinál és működteti a rendszert részben vagy egészben. A környezetvédelem egyes részterületei – beleértve a környezeti adatokat kezelő

szervezeteket is – más-más minisztériumnál lehetnek, ilyenkor koordinációra van szükség, amennyiben közös monitoring tevékenységet kívánnak működtetni. Kevesebb koordinációra van szükség akkor, ha az adatok mindenki számára hozzáférhetőek.

Nem közösségi (nem állami) irányítású és tulajdonú egységek is végezhetnek környezeti monitorozást. Ezek részei lehetnek az állami rendszernek (díjazás ellenében adják át az adatokat), vagy az adatokat maguk használják fel (pl. a környezetért felelősséget vállaló civil szervezetek). Az állami rendszerhez csatlakozott ügynökségek néha egy-egy környezeti elem állapotváltozásának monitorozására specializálódnak (víz, levegő stb.). Magyarországon erre jó példa a madár monitoring, amelyet a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület lát el, vagy a háttérsugárzás monitoring, amelyet az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság koordinál, de az adatgyűjtésben még öt szervezet vesz részt. Kiépülhet olyan rendszer is, amikor az állam tevőlegesen nem vesz részt a monitorozásban, hanem azt rendszerbe szervezett magánügynökségekre bízta, maga pedig a felügyeletet látja el.

A környezet monitorozásának rendszere hazánkban

Hazánkban a környezet védelmének feladatait (jogok megállapítása, ellenőrzés, tervezés és irányítás) a törvény az államra és az önkormányzatokra ruházza. E két felelős ezen feladatokat a hatáskörének megfelelő szinten látja el.

Az állami szervek közül az Országgyűlésre, a Kormányra és a környezetvédelemért felelős miniszterre hárulnak a feladatok. A 22 tagból álló Országos Környezetvédelmi Tanács a Kormány tanácsadó testülete. Mint ilyen jogosult – többek között - a környezeti információs rendszerrel kapcsolatban javaslatot előterjeszteni.

Az állam feladatai közé tartozik „a környezet állapotát és az arra gyakorolt hatásokat mérő-, megfigyelő-, ellenőrző-, és értékelő- információs rendszer kiépítése, fenntartása és működtetése”.

A környezetvédelemért felelős miniszter két információs rendszer létrehozásáért és működtetéséért felel: az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR) és a Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer (NKTR).

Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer

Amint azt már jeleztük a rendszer működtetése az erre kijelölt környezetvédelmi és természetvédelmi felügyelőségeknek a feladat. Más elbánásban részesülnek a vízvédelmi adatok, ugyanis azoknak az elhelyezését a rendszerben és közvetlen lekérdezését a vízvédelmi hatóságra bízta a törvény. A rendszer részletes ismertetését lásd a 3.3 pont alatt.

A Nemzeti Környezeti Térinformatikai Rendszer

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk óta nemzeti rendszereink egy része a közösségi rendszer részévé válik, vagy fordítva, a közösségi rendszer országunkra eső része válik nemzeti rendszerré.

Amint azt bemutattuk (a 2. pontban) az Európai Unió INSPIRE direktívája alapján olyan információs infrastruktúrát kell létrehozni 2019-ig, amelyben a környezetre vonatkozó téradatok egységes vonatkozási rendszerben és szabványos formában szerepelnek továbbá onnét könnyen lehívhatók. Ennek a rendszernek része az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer is, amennyiben az interoperabilitásra²² vonatkozó előírásokat teljesítik. A rendszer kiépítése folyamatban van.

Az INSPIRE létrehozatalában mintegy 3000 európai kutatóintézet és földrajzi információkkal dolgozó intézmény működik együtt. A feladat jogi és politikai koordinációját az Európai Bizottság Környezetvédelmi Főigazgatóság (Environment DG), a technikai koordinációt a Közös Kutató Központ (JRC) látja el; a rendszer végrehajtásáért az Európai Unió Statisztikai Hivatala (EUROSTAT) felel, és mint a környezeti adatkezelésben tapasztalattal bíró szervezet vesz részt az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environmental Agency). Magyar részről, mint téradat érdekeltségű közösség a HUNAGI²³, mint jogi státusszal bíró szervezet pedig a FÖMI²⁴, OMSZ²⁵, MFGI²⁶ vesz részt a koordinációban.

Azáltal, hogy az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszert beillesztik a térinformatikai rendszerbe, minőségileg új adathalmazhoz juthatunk, hiszen a téradatokon át összekapcsolódó adathalmazok jobban segíthetik a környezeti adatok közti összefüggések feltárását és a hatások jobb előrejelzését tehetik lehetővé.

A rendszerrel szemben alapkövetelmény, hogy ahhoz bárki csatlakozhasson, ha a jogszabályban rögzített módon készíti el az adathalmazát és bárki hozzáférhessen az adatokhoz. A hozzáférés díjköteles lehet.

3.3 Felügyelőségek környezeti monitoring tevékenysége és információs rendszere

A „zöldhatóság” környezeti monitoring és információs rendszere

A környezetvédelemi hatóság területi szervei, a felügyelőségek a környezet terhelésére és a környezet állapotára vonatkozó adatokat kezelnek egy erre alkalmas térinformatikai rendszerben, az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszerben (OKIR). A rendszer fő feladata, hogy a környezet állapotának és használatának figyelemmel kísérését, igénybevételi és terhelési adatainak gyűjtését, feldolgozását és nyilvántartását támogassa, és a felhasználókat információkkal ellássa.

²² Különböző informatikai rendszerek együttműködésre való képessége.

²³ Magyar Térinformatikai Társaság

²⁴ Földmérési és Távérzékelési Intézet

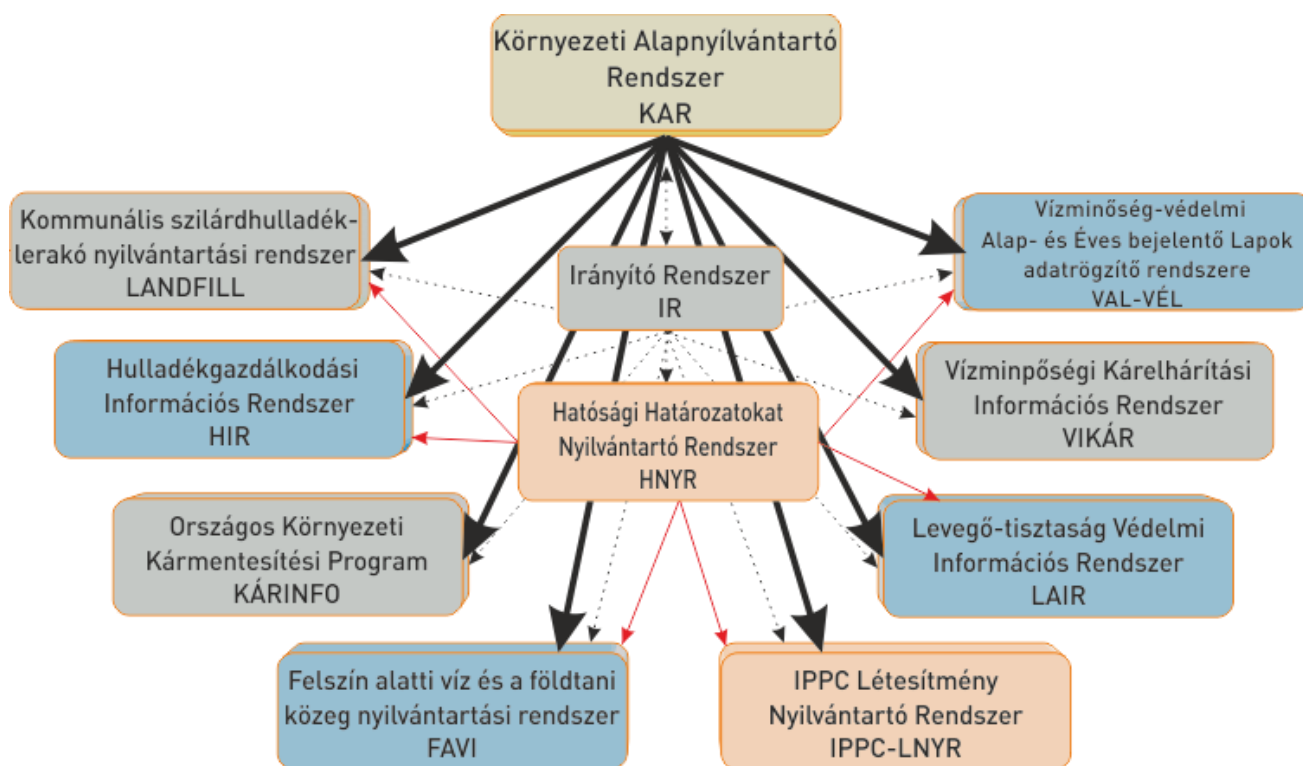
²⁵ Országos Meteorológiai Szolgálat

²⁶ Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

Az adatok két forrásból, egyrészt a felügyelőségek saját méréseiből, másrészt a környezethasználók jogszabályi előírások alapján tett adatszolgáltatásaiból származnak. A felügyelőségek a begyűjtött, vagy beszügyeltetott adatok jelentős részét közvetlenül a központi adatbázisba továbbítják.

Az OKIR szakterületi modulokból áll, azonban ezek a szakrendszerek egymással összefüggnek. A modulok a következők (14. ábra):

- KAR Környezeti Alapnyilvántartó Rendszer
- VAL-VÉL: Vízminőség-védelmi Alap- és Éves bejelentő Lapok adatrögzítő rendszere
- VIKÁR Vízminőség Kárelhárítási Rendszer
- LAIR: Levegőtisztaság-védelmi Alapnyilvántartó Információs Rendszer
- IPPC-LNYR: IPPC Létesítmény Nyilvántartó Rendszer
- FAVI: Felszín Alatti Víz és Földtani közeg Nyilvántartó Rendszer
- KÁRINFO: Kármentesítési Információs Rendszer
- HNYR: Hatósági Határozatok Nyilvántartó Rendszer
- HIR: Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer
- LANDFILL: Hulladéklerakó Információs Rendszer



14. ábra Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer moduljai

A rendszer központja a Környezetvédelmi Alapnyilvántartó Rendszer (KAR), ami az ügyfelek és objektumok törzsadatait (elnevezés, cím, helyrajzi szám és földrajzi koordináták stb.) tartja nyilván. A környezetvédelmi igazgatásba az ügyfél ezen keresztül léptethető be, azonosítására egy jelet kap, ez a Környezetvédelmi Ügyfél Jel (KÜJ szám). Mivel az ügyfél (természetes vagy jogi személy) adatai (neve, címe stb.) nem feltétlenül egyeznek meg a környezetvédelmi igazgatáshoz tartozó objektumok (telephely, szennyezett terület stb.) adataival, ezért ezek külön jelet, Környezetvédelmi Területi Jelet (KTJ szám) kapnak. Az ügyfél által felhasznált, vagy kibocsátott anyagokat is egyértelműsítő jellel látják el (Környezetvédelmi Anyag Jel KAJ). Ez az egyedi jelekkel ellátott, ugyancsak a KAR-ban elhelyezett anyaglista több szakrendszerben használatos anyaglisták egyesítéséből jött létre (BTO belföldi termékosztályozás; CAS Chemical Abstract Service, CAS-szám vegyi anyagok azonosítása; EWC veszélyes hulladékok listája stb.).

A szennyvízkibocsátó ügyfeleket jogszabály arra kötelezi, hogy a kibocsátott szennyvíz és a kapcsolt technológia jellemzőit: Víztisztaság-védelmi Alap- és Éves bejelentő Lapok adatrögzítő rendszerébe (VAL-VÉL) bejelentésük. Az Alapbejelentő Rendszerbe (VAL) csak belépéskor, vagy változáskor, míg a VÉL-be évente kell jelentés formájában adatokat közölni.

A felügyelőségek arra kötelezettek, hogy a vizek minőségét veszélyeztető szennyező-forrásokat felmérjék, folyamatosan figyeljék, és kárelhárítási tervet rendeljenek az egyes veszélyforrásokhoz. A tervet a veszélyforrás birtokosa köteles elkészíteni és az elhárításhoz szükséges anyagokat készenlétben tartani. A Víztisztaság Kárelhárítási Rendszer (VIKÁR) azt a célt szolgálja, hogy a káresemény megelőzéséhez szükséges és a bekövetkezett rendkívüli szennyezésekről, és a múltbeli lezárt esetekről az információkat nyilvántartsa.

Levegőtisztaság-védelmi Alapnyilvántartó Információs Rendszer (LAIR) a légszennyezőanyag terhelést okozó kibocsátások nyilvántartását szolgálja. A légszennyező anyagokat kibocsátókat a jogszabályok arra kötelezik, hogy a tevékenység megkezdése előtt a törzsadataikról alapbejelentést (LAL) tegyenek, majd évente a légszennyezés mértékéről jelentést nyújtsanak be (LM). Ezáltal a rendszer tartalmazza a légszennyező anyagok forrásaira vonatkozó alapadatokat, technikai jellemzőket és a kibocsátott szennyezőanyagok mennyiségét.

Az IPPC Létesítmény Nyilvántartó Rendszer (IPPC-LNYR) az IPPC irányelv²⁷, vagyis az egységes környezethasználati engedély hatálya alá tartozó ügyfelek, telephelyek és létesítményeik nyilvántartása. Az irányelv egyik alapelve az, hogy a környezetszennyezést nem környezeti elemenként (levegő, víz, talaj), hanem együttesen, minden környezeti elemre vonatkozóan kell vizsgálni és kezelni. A másik alapelv a megelőzés, vagyis már a keletkezésnél a lehető legalacsonyabb szintet kell elérni, amelyhez az elérhető legjobb tervezési, engedélyeztetési, megvalósítási módszereket, az elérhető legjobb technikát (best available techniques, BAT) kell alkalmazni.

²⁷ IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), a környezetszennyezés integrált megelőzéséről és csökkentéséről szóló 96/61/EK számú irányelv. Magyar jogrendben a környezet védelméről szóló 1995. évi LIII. tv. és a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról 314/2005. (XII. 25.) Korm.r. 2014. január 7-től az IPPC-irányelv beleolvadt és egyben hatályon kívül került a 2010/75/EU az ipari kibocsátásokról (a környezetszennyezés integrált megelőzése és csökkentéséről (Industrial Emissions Directive – IED) szóló irányelvek által.

A föld, mint környezeti elem (a föld felszíne és a felszín alatti rétegei: talaj, kőzetek, ásványok) meghatározó szerepet játszik az ökoszisztéma fizikai, kémiai és biológiai folyamataiban. A föld felszíne alatti, ún. telített zónában elhelyezkedő, a földtani közegben levő víz a felszín alatti víz, ezek a következők: talajvíz, parti szűrésű víz, rétegvíz (porózus kőzetben), hasadékos tároló kőzet vize (főként karsztvíz). Magyarország területe alatt igen jelentős felszín alatti vízkészletek helyezkednek el, országunk kiemelt fontosságú kincse, ivóvíz készletünk bázisa.

A földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezését leginkább az ipar, a bányászat, a mezőgazdaság, a közlekedés és az illegális hulladéklerakás okozza. A Felszín Alatti Víz és Földtani közeg Nyilvántartó Rendszerben (FAVI) gyűjtik és tartják nyilván az alapadatokon kívül a veszélyeztetéssel, terheléssel, szennyezéssel, károsítással járó tevékenységet folytatókra, továbbá a tevékenységükre, terhelésre, szennyezésre, károsításra vonatkozó adatokat. Itt kapnak helyet a kármentesítésre, a védelmi intézkedésekre vonatkozó adatok is. A rendszer alkalmas az adatok feldolgozására és szolgáltatások nyújtására is.

Szennyező anyagot elhelyezni felszín alatti vizekben tilos, a földtani közegbe vagy a közvetett módon a talajon keresztül a felszín alatti vízbe bevezetni csak előzetes vizsgálatokon alapuló engedély²⁸ birtokában lehet. Az engedély birtokosa évente jelentés formájában közli az illetékes felügyelőséggel a veszélyeztetésre és a terhelésre vonatkozó adatokat²⁹.

Az elmúlt évszázadban a földtani közegben és a felszín alatti vizekben szennyeződések, károsodások következtek be. Az Országos Környezeti Kármentesítési Program (OKKP) keretében felderítik a szennyeződések mértékét, kialakítják a szennyezettség kockázatának csökkentésére, mérséklésére, vagy megszüntetésére vonatkozó módszereket. Az ide vonatkozó adatok és ismeretek tároló, feldolgozó és szolgáltató rendszere a Kármentesítési Információs Rendszer, a KÁRINFÓ.

A „zöldhatóság” által hozott határozatokról nyilvántartást vezetnek, ezt a célt szolgálja a: Hatósági Határozatok Nyilvántartó Rendszer, a HNYR. A határozatok főbb adatain kívül magát a határozatot is elhelyezik a rendszerben elektronikus dokumentum formában (DOC, PDF vagy TIF fájlban). A jogerős és érvényes határozatokhoz egy internetes felületen keresztül bárki hozzáférhet.

Jogszabály³⁰ a hulladéktermelőt, a hulladék birtokosát, a szállítót, a közvetítőt, a hulladékkal kereskedőt és a hulladékkezelőt a hulladékgazdálkodásra vonatkozó adatok tekintetében nyilvántartásra és évente bejelentésre kötelezi. A Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer (HIR) fogadja ezeket az adatokat, alkalmas azok nyilvántartására, feldolgozására és szolgáltatások nyújtására.

²⁸ A felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. r.

²⁹ A felszín alatti víz és a földtani közeg környezetvédelmi nyilvántartási rendszer (FAVI) adatszolgáltatásáról szóló 18/2007. (V. 10.) KvVM r.

³⁰ A hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről szóló 440/2012. (XII. 29.) Korm. r.

A 2001-ben kiadott Országos Hulladékgazdálkodási Terv célként tűzte ki a korszerű hulladékkezelési módszerekre való áttérést, egy az EU által javasolt³¹ regionális hulladéklerakó-hálózat kialakítását országosan a jogszabályi feltételeknek nem megfelelő és/vagy már nem üzemelő lerakók szakszerű lezárását és rekultivációját. A feladathoz szorosan illeszkedett az önkormányzati szilárdhulladék-lerakók felmérése és a jövőben rendelkezésre álló hulladéklerakó kapacitás meghatározása országszerte. A Hulladéklerakó Információs Rendszer, a LANDFILL az ide vonatkozó adatokat és információkat tartalmazza.

Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer webes felülete

Az OKIR adatbázishoz számos adatrögzítő, feldolgozó és lekérdező program csatlakozik. Az internetes lekérdező segítségével jelenleg az alábbi környezetvédelmi területekről/modulokból érhetőek el adatok.

Üdvözöljük a Országos Környezetvédelmi Információs Rendszerben!

A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium irányítása alá tartozó szervezeteknél a környezet terhelésével és a környezet állapotával kapcsolatban számos adat áll rendelkezésre. Ezek egy része a területi környezetvédelmi szervek saját méréseiből, másik része a környezethasználók jogszabályi előírások alapján tett adatszolgáltatásaiból származik.

Az adatok jelentős része ma már közvetlenül központi számítógépes adatbázisba kerül, olyan módon, hogy a méréseket végző, valamint az adatszolgáltatásokat feldolgozó Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségek a minisztériumi szerverhez kapcsolódva közvetlenül a központi adatbázisba viszik fel az adatokat. Ez a rendszer az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer (OKIR). A rendszer elsődleges feladata, hogy a környezet állapotának és használatának figyelemmel kísérést, igénybevételi és terhelési adatainak gyűjtését, feldolgozását és nyilvántartását támogassa, és az érintett felhasználókat (beleértve a nyilvánosságot is) ellássa a szükséges információkkal.

Az OKIR moduláris felépítésű, amely azt jelenti, hogy a különböző környezetvédelmi szakterületek adatait saját szakterületi nyilvántartásokba kerülnek, amely szakrendszerek egymással összefüggő és egymás között átjárható konglomerátumot alkotnak. Az OKIR valójában ezen környezetvédelmi szakrendszerek összessége.

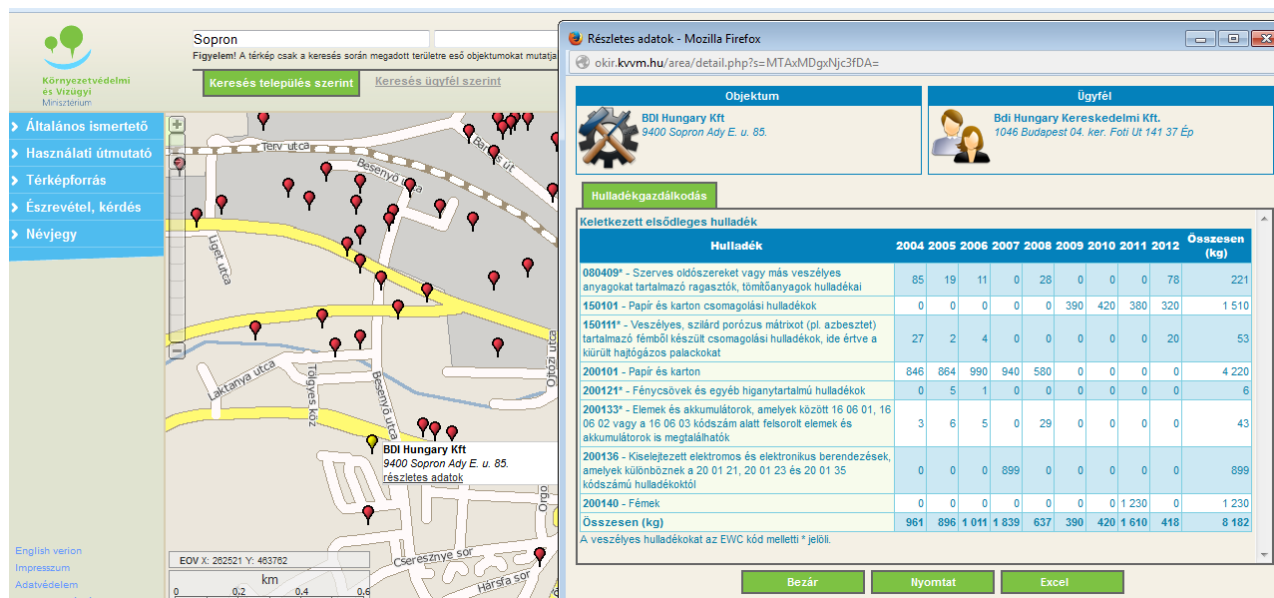
A rendszer központi magját a környezetvédelmi ügyfelek és objektumok alapadatait nyilvántartó Környezetvédelmi Alapnyilvántartó Rendszer (KAR) alkotja. A KAR Környezetvédelmi Ügyfél Jellel (KÚJ számmal) és Környezetvédelmi Terület Jellel (KTJ számmal) azonosítva tartalmazza a környezetvédelmi igazgatással kapcsolatba kerülő ügyfelek és objektumok (pl. telephelyek, szennyezett területek, stb.) törzsadatait - többek között azok elnevezését, címét, helyrajzi számát és földrajzi koordinátáit.

15. ábra Az OKIR nyitóoldala

A *“Mi van a környezetemben”* alkalmazás nagy előrelépést jelentett a környezetvédelmi adatok nyilvánossága tekintetében. Segítségével figyelemmel kísérhetők a Környezetvédelmi Alapnyilvántartó Rendszerben nyilvántartott objektumok és az azokról rendelkezésre álló környezetvédelmi adatok. A modul térképen alapuló lekérdezési megoldással rendelkezik. A fejlesztések eredményeképpen a térkép kezelése kifejezetten gyors. Az alkalmazás használatával az adatbázisból ügyfelekre és földrajzi helyekre vonatkozó környezeti adatok

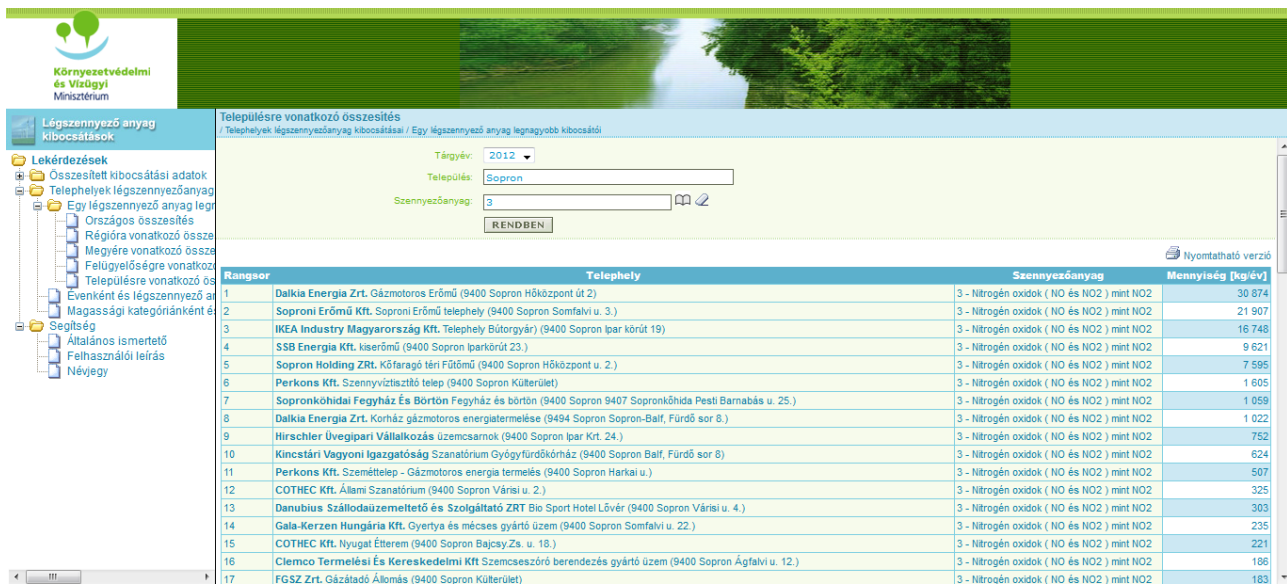
³¹ Európai Tanács 99/31/EC számú rendelete

kérdezhető le. Ügyfelek esetén egy-egy társaság közérdekű adatai tekinthetők meg, mint például a hulladék kibocsátása, levegő-terhelése, illetve a társaságra vonatkozó határozatok listászerű felsorolása (a határozatok adatbiztonsági okok miatt nem elérhető). A keresést település és/vagy utca szerint lefolytatva, az adott hely körüli cégek és telephelyek kibocsátásairól, azaz a környezetbe történő kibocsátások összesített adatairól kaphatunk információt település vagy közterület szintre lebontva.



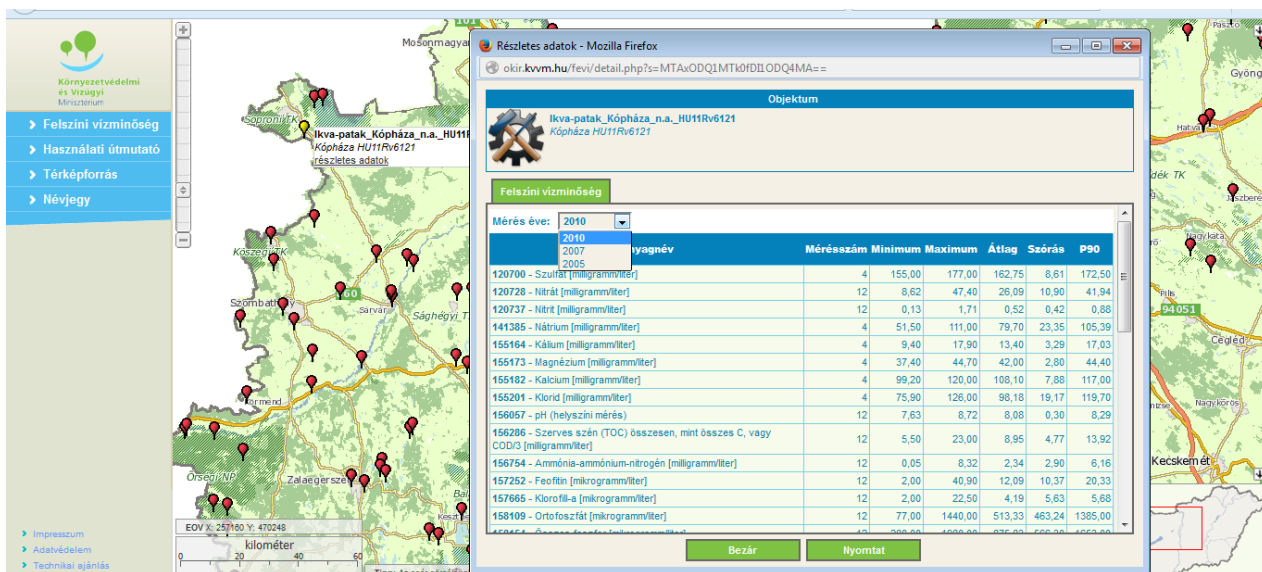
16. ábra A "Mi van a környezetemben" modul adatainak megjelenítése

A légszennyező anyag kibocsátó telephelyek alapadatait, a telephelyek légszennyező kibocsátásait és az összesített éves kibocsátásait (a légszennyező anyagok éves kibocsátásai) a **Levegő-tisztaság védelmi Információs Rendszer (LAIR)** tartja nyilván. Légszennyező anyag kibocsátási adatok 2002-től állnak rendelkezésre. Azoknak az éveknél az adatait lehet lekérdezni, amelyek feldolgozása és ellenőrzése már befejeződött. A modul összesített kibocsátási adatait közigazgatási területekre vonatkozó (országos, regionális, megyei, felügyelőségi és település szint) összesített kibocsátásként, illetve légszennyező anyagoként lehet lekérdezni. A lekérdezés futtatható még idősorra, azaz telephelyenként meghatározható, hogy 2002-2008 között egy-egy légszennyező anyagból mekkora volt a kibocsátás. A kibocsátások tovább bonthatók magassági kategóriánként történő kibocsátásokkal is. Az adatsorok listába gyűjthetők, térképi megjelenítésre ebben a rendszerben nincs lehetőség.



17. ábra A LAIR adatainak megjelenítése

A *Felszíni Vízminőségi Információs Rendszer (FEVI)* vízminőség mérési eredményei a legtöbb mérési ponton 1990-ig visszamenőleg érhetőek el. Az észlelésekre országos törzshálózati, regionális és helyi jelentőségű mérőpontokon kerül sor, különböző rendszerességgel. Az országos törzshálózati szelvényekben jellemzően heti és kétheti gyakorisággal, más szelvényekben ennél ritkábban végeznek méréseket. Külön meg kell említeni az automata mérőállomásokat, amelyek meghatározott vízminőségi jellemzőre nagy gyakorisággal biztosítanak vizsgálati eredményeket. A mérési eredmények validálás után bekerülnek az OKIR adatbázisába. Az alkalmazás térképen alapuló lekérdezési megoldással rendelkezik. Térképről lehet megtekinteni a mérési pontokat, majd ezek alapadatára lépve, az adott mérési pont mért értékei tekinthetők meg. A mérőpontra kattintva diagramokat, mért értékeket és statisztikai értékeket kaphatunk. A mérések gyakorisága eltérő, az adatok megjelenítése éves összesítésben történik.



18. ábra Példa a FEVI mérőpontjain mért adatok megjelenítésére

A hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségekről szóló 164/2003. (X. 18.) Korm. rendelet értelmében 2004. január 1-től, meghatározott küszöbérték felett a hulladékok termelőinek, birtokosainak, kezelőinek, a keletkezett, átvett, átadott és kezelt hulladékok mennyiségéről éves illetve negyedéves rendszerességgel adatokat kell szolgáltatniuk. A *Hulladékgazdálkodási Információs Rendszer (HIR)* célja, hogy ezeket az adatokat összegyűjtse, egységes, ellenőrzött adatbázisba rendezze, és a lekérdezéseket lehetővé tegye. A rendszer becsült illetve számítással keletkezett adatokat is tartalmaz, mivel nem minden hulladéktermelő kötelezett bevallás elkészítésére. A kormányrendelet által előírt adatszolgáltatáson túl a rendszerben rendelkezésre statisztikai számításokkal számított összesített hulladékképződési adatok, települési hulladékkezelési közszolgáltatás adatai, önkormányzati hulladékpolitikai adatok valamint veszélyes hulladékok keletkezett mennyiségei 1996-tól 2003-ig. A HIR weboldalának segítségével az ellenőrzési folyamaton átesett adatokhoz lehet hozzáférni. A hulladékokról bejelentett adatokat lekérdezése a következő lehetőségek szerint történhet:

- területi bontás (országos, régiókénti, megyeszintű, települési szint, illetékes felügyelőség),
- hulladék fajták (éves mennyiségek változása, csoportok, hulladékkódok szerinti bontás),
- 100 legnagyobb hulladéktermelő/ hulladékkezelő cég,
- bejelentést tévők és telephelyek (keletkezett hulladék mennyiségek, idősorok, egy-egy hulladéktípus adatai évek szerinti bontásban),
- ügyfelek (egy-egy gazdasági társaság évekre bontott keletkezési adatai) szerint.

A települési hulladékkezelési szolgáltatás esetén is több lekérdezi lehetőség áll rendelkezésre a lerakók befogadóképességéről, a különböző gyűjtési módok rendelkezésre állásáról ingatlanonként, a különböző kezelési műveleten átesett hulladékokról hulladéktípus szerint. A mennyiségi adatok felügyelőségek, megyék és települések szerinti csoportosításban is lekérhető.

A HIR publikus részén felül létezik egy nem publikus tartalom is. A minisztériumi felhasználók és szakértők további funkciókkal rendelkeznek, mint például az előre definiált lekérdezések mellett saját maguk által összeállított lekérdezéseket készítése. Ezeket felhasználónév és jelszó megadásával történő bejelentkezést követően érhetik el.

Hulladékcsoportok szerinti megoszlás
/Hulladékokról bejelentett adatok 2004-től / Települések szerinti részletezés

Vasgájt adat: Keletkezett elsődleges hulladék
Tárgyév: 2012
Település: Sopron
RENDBEN

Hulladék főcsoport	Nem veszélyes (kg)	Veszélyes (kg)	Összesen (kg)
02 - Mezőgazdasági, kertészeti, vízkultúrás termeléséből, erdőgazdaságból, vadászatból, halászatból, élelmiszer előállításból és feldolgozásból származó hulladékok	3 026 828	0	3 026 828
03 - Feldolgozásból és falemez-, bútort-, cellulóz rost szuszpenzió-, papír- és kartonygyártásból származó hulladékok	409 771	0	409 771
04 - Bőr-, szőme- és textilipari hulladékok	1 360	334	1 694
06 - Szervetlen kémiai folyamatokból származó hulladékok	0	36 319	36 319
07 - Szerves kémiai folyamatokból származó hulladékok	385 140	85	385 225
08 - Bevonatok (festékek, lakkok és zománcoz), ragasztók, tömítőanyagok és nyomdafestékek termeléséből, kísérletéből, forgalmazásából és felhasználásából származó hulladékok	255 705	516 451	772 156
09 - Fémgyökészeti (par) hulladékok	8 292	5 698	13 990
10 - Termikus gyártásfolyamatokból származó hulladékok	2 857 630	0	2 857 630
11 - Fémek és egyéb anyagok kémiai felületkezeléséből és bevonásából származó hulladékok; nemvas fémek hidrometallurgiai hulladécai	0	267 083	267 083
12 - Fémek, műanyagok alakításából, fizikai és mechanikai felületkezeléséből származó hulladékok	862 407	17 279	879 686
13 - Otj hulladékok és folyékony szemanyagok hulladécai (kivéve az élelőanyagokat, valamint a 05, 12 és 19 fejezetekben felsorolt hulladékokat)	0	163 951	163 951
14 - Szerves oldószerek, hűtőanyag- és hajtógáz hulladékok (kivéve 07 és 08)	0	187	187
15 - Hulladékok váltóanyagokból származó hulladékok, közelebbi nem meghatározott abszorbensek, torlókénők, szűrőanyagok és védőruházat	2 256 802	227 677	2 484 479
16 - A jegyzékben közelebbi nem meghatározott hulladékok	750 093	73 213	823 306
17 - Építési és bontási hulladékok (beleértve a szennyezett területekről kitermelt földet is)	13 653 394	17 395	13 670 789
18 - Emberek, illetve állatok egészségügyi ellátásából és/vagy az azzal kapcsolatos kutatásból származó hulladékok (kivéve azokat a konyhai és éttermi hulladékokat, amelyek nem közvetlenül az egészségügyi ellátásból származnak)	0	74 267	74 267
19 - Hulladékkezelő létesítményekből, szennyvíztelek keletkezésük telephelyén kívül kezelő szennyvíztisztítókból, illetve az ivóvíz és iparvíz szolgáltatásból származó hulladékok	409 981	0	409 981
20 - Települési hulladékok (háztartási hulladékok és az ezekhez hasonló, kereskedelmi, ipari és intézményi hulladékok), beleértve az elkülönítetten gyűjtött hulladékokat is	4 200 590	8 562	4 209 152
Véösszes	29 077 993	1 408 501	30 486 494

19. ábra Példa a HIR adatainak megjelenítésére

Az OKIR rendszeréből elérhető a veszélyes és nem veszélyes hulladékok kezelésére feljogosító engedélyek adatai, beleértve a hulladékok begyűjtésére és szállítására vonatkozó engedélyeket. A „Hulladék kezelői engedély” modul, azoknak a hulladéktermelőknek nyújthat hasznos segítséget, akik engedéllyel rendelkező kezelő, szállító vagy begyűjtő szervezetet keresnek, vagy akik a kiválasztott partnerük engedélyének érvényességéről és annak tartalmáról szeretnének meggyőződni. A határozatokat ebben az esetben is ügyfélnév és település szerinti bontásban, listázva lehet megjeleníteni. A határozatok esetében részletes szűrésre is van lehetőség tevékenység típus, hulladék kód, és kezeléskód alapján.

Hulladékokra vonatkozó engedélyek

Általános ismertető
Ügyfél név: STKH Sopron és Térsége Nonprofit Kft.
Cím (székh.): 9400 Sopron Harkai domb hrsz. 0466/31.
VISSZA

Engedélyszám	Engedélyező hatóság	Cím (telephely)	Telephely	Eng. Tév.	Eng. Menny.	Érvényes
003901-001/2014	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Szállítás	50 tonna/év	2015.01.01.
000101-004/2013	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Ártalmatlanítás	4000 tonna/év	visszavonásig
002059-017/2012	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Pozsonyi út	Hulladéklerakó	Hasznosítás	2600 tonna/év	visszavonásig
001897-007/2010	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Eőkezelés	9800 tonna/év	2015.06.24.
				Begyűjtés	9800 tonna/év	
006357-028/2010	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Eőkezelés	106120 tonna/év	2014.12.21.
				Begyűjtés	106120 tonna/év	
				Szállítás	106120 tonna/év	
013450-007/2010	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Begyűjtés	24810 tonna/év	visszavonásig
				Szállítás	24810 tonna/év	
002437-013/2009	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Begyűjtés	326 tonna/év	2014.11.02.
				Szállítás	326 tonna/év	
006357-028/2009	Észak-dunántúli KTF	9400 Sopron Harkai út	Hulladéklerakó telep	Begyűjtés	106120 tonna/év	visszavonásig

Régió: Nyugat-Dunántúli
Megye: Győr-Ménfőcsanak-Sopron
Település: Sopron
KERESÉS TÖRÖL

20. ábra Példa a „Hulladék kezelői engedély” modul adatainak megjelenítésére

A **Hatósági Nyilvántartó Rendszerből (HNYR)** jogerős környezetvédelmi hatósági határozatok főbb adataihoz (pl. a határozat tárgya, kiadmányozási dátuma, jogerőre emelkedési dátuma, érvényessége, stb.) juthatunk hozzá. A rendszer 1996-ig visszamenőleg tartalmaz határozatokat, amelynek feltöltése folyamatos. Az időközben hozott új határozatokat a felügyelőségek a kiadmányozást követően rendszeresen beviszik a rendszerbe. Az internetes lekérdezővel csak a jogerős határozatok érhetők el, amelyek érvényessége nem vagy 90 napnál nem régebben járt le. Az érvényüket veszített határozatok automatikusan kikerülnek a rendszerből.

The screenshot shows the HNYR web application interface. On the left, there is a navigation menu with options like 'Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium', 'Hatósági határozatok', 'Keresés', 'Gyors keresés', 'Általános ismertető', and 'Segítség'. The main content area displays search filters for 'Ügyfél név', 'Cím (székh.)', 'Régió', 'Megye', and 'Település'. Below the filters is a table with the following columns: 'Határozatszám', 'Hatóság neve', 'Tárgy', 'Kiadmányozás', and 'Érvényes'. The table contains 15 rows of data, including decision numbers like '01/012561-007/2013' and '01/007861-005/2012', and their corresponding details.

Határozatszám	Hatóság neve	Tárgy	Kiadmányozás	Érvényes
01/012561-007/2013	Észak-dunántúli KTF	Heineken Hungária Sörgyárak Zrt. Sopron, Vándor Sándor utca 1. Sopron, Heineken Hungária Sörgyárak ...	2013.09.11.	visszavonásig
01/007861-005/2012	Észak-dunántúli KTF	Sopron, HEINEKEN HUNGÁRIA SÖRGYÁRAK ZRT. Soproni Sörgyár egységes környezethasználati engedély módos...	2012.07.23.	visszavonásig
01/001103-002/2011	Észak-dunántúli KTF	Sopron, HEINEKEN HUNGÁRIA Zrt. - hulladékgazdálkodási bírósága	2011.01.13.	visszavonásig
01/001263-002/2010	Észak-dunántúli KTF	Sopron, HEINEKEN HUNGÁRIA SÖRGYÁRAK Zrt. Soproni sörgyár 2008. évi csatornabírsága	2010.01.20.	visszavonásig
01/012367-003/2010	Észak-dunántúli KTF	Sopron, HEINEKEN HUNGÁRIA Zrt. - hulladékgazdálkodási bírósága	2010.10.25.	visszavonásig
01/004518-024/2009	Észak-dunántúli KTF	Sopron, HEINEKEN HUNGÁRIA Sörgyárak Zrt. Soproni Sörgyár egységes környezethasználati engedély felül...	2009.11.24.	2014.12.11.
01/008268-007/2009	Észak-dunántúli KTF	Sopron HEINEKEN HUNGÁRIA SÖRGYÁRAK ZRT. SOPRONI SÖRGYÁR - rendkívüli csatornabírsága	2009.08.03.	visszavonásig
01/009967-009/2009	Észak-dunántúli KTF	Sopron, Heineken Hungária Sörgyárak Zrt. egyedi hulladékgazdálkodási terve	2009.11.30.	2014.12.31.
01/013361-005/2009	Észak-dunántúli KTF	Sopron HEINEKEN ZRT. ? hulladékgazdálkodási bírósága	2009.10.27.	visszavonásig
01/015262-006/2009	Észak-dunántúli KTF	Sopron, Heineken Hungária Sörgyárak Zrt. (BraU Union) Soproni Gyára szennyvízki-bocsátási önellenőrzé...	2010.01.08.	2014.12.31.
01/007914-002/2007	Észak-dunántúli KTF	Sopron, HEINEKEN HUNGÁRIA Sörgyárak Nyrt. szennyezéséscsökkentési ütemtervének jóváhagyása	2007.05.31.	visszavonásig
01/011537-002/2005	Észak-dunántúli KTF	Sopron, BRAU-UNION Rt. sörgyárának vízminőségvédelmi követelményei	2005.02.22.	visszavonásig
01/018914-003/2005	Észak-dunántúli KTF	Sopron, Brau-Union Hungaria Sörgyárak Rt. 2004. évi csatornabírsága	2005.06.22.	visszavonásig

21. ábra Példa a HNYR adatainak megjelenítésére

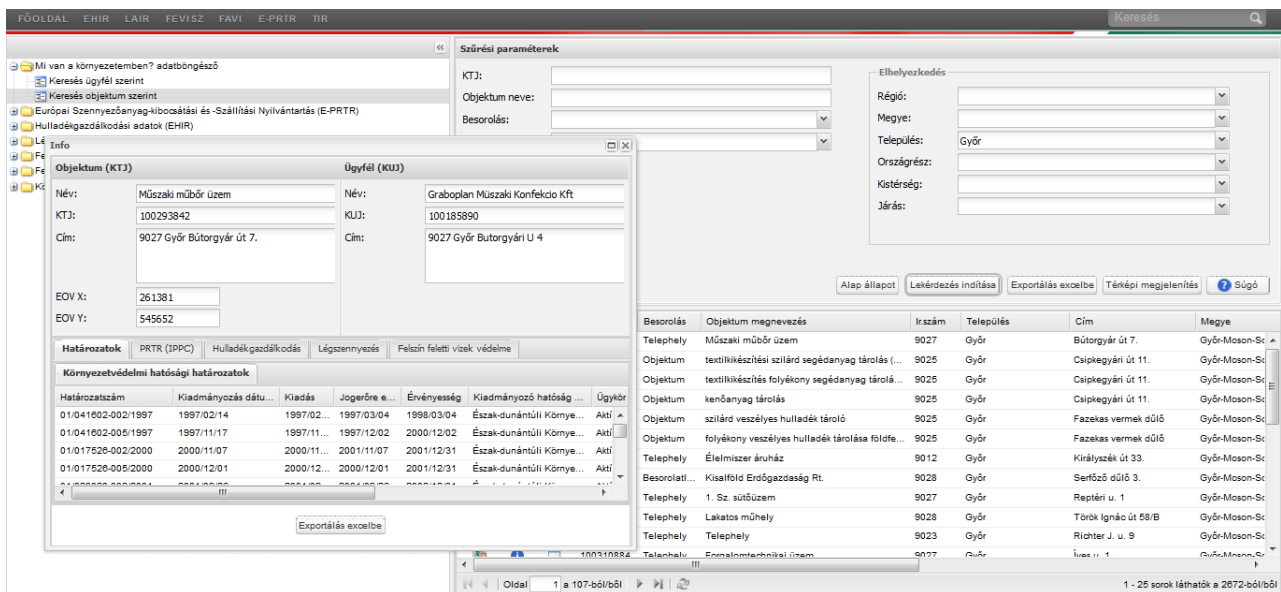
Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer fejlesztése

A Földművelésügyi Minisztérium egy nagy volumenű informatikai fejlesztés keretében újítja meg az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszert. A megújult OKIR 2015. január 1-től kezdi meg működését. Az ügyfelek 2014. november 15-ig szolgáltatathattak adatokat a régi rendszerben, az eddigi hagyományos módon. A 2015-ös évtől már kizárólag elektronikusan (ÁNYK program segítségével), ügyfélkapun keresztül zajlik a környezethasználók adatszolgáltatása. A fejlesztés várhatóan megteremti a gyors, hatékony, olcsó és környezetbarát ügyintézés feltételeit, emellett a hatóság munkáját is megkönnyíti. Az OKIR megújult webes felülete pedig egy felhasználóbarát környezetben segít tájékoztatni a közvéleményt hazánk környezeti állapotáról. A következőkben 2015 januárjától webes felületen elérhető modulokat mutatjuk be.



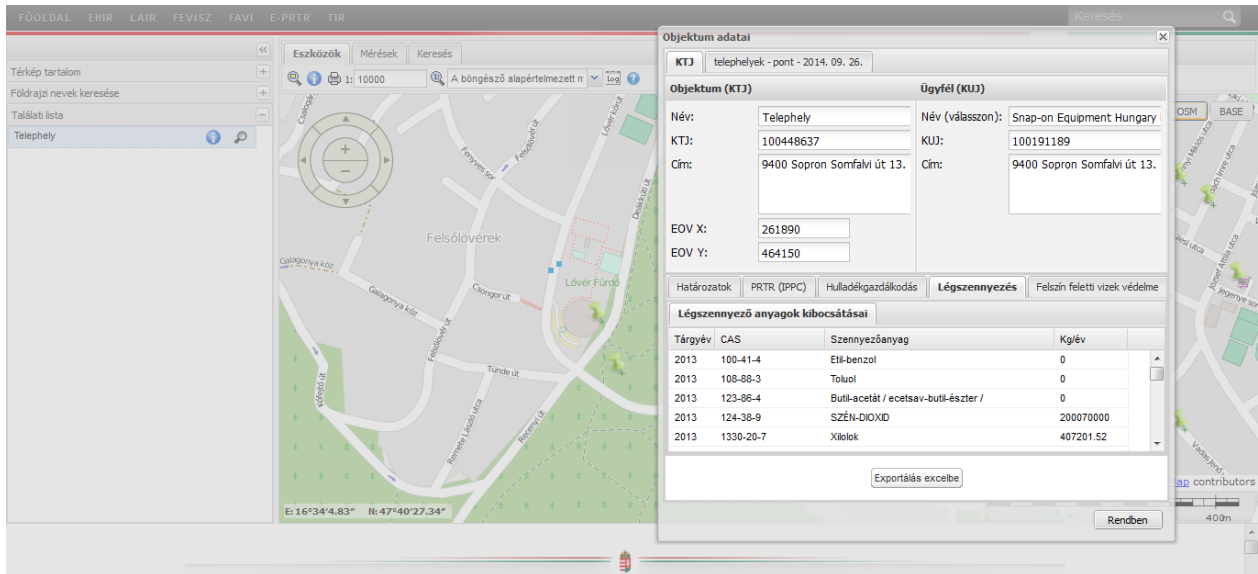
22. ábra A megújult OKIR nyitóoldala

A megújult *“Mi van a környezetemben”* modul felületén, az eddighez hasonlóan a környezetvédelmi igazgatással kapcsolatba kerülő ügyfelek és azok objektumainak nyilvánosságra hozható környezetvédelmi adatai (légszennyezőanyag kibocsátások, a keletkezett, átadott, átvett vagy kezelt hulladékmennyiségek, valamint a kapcsolódó környezetvédelmi hatósági határozatok) tekinthetők meg.



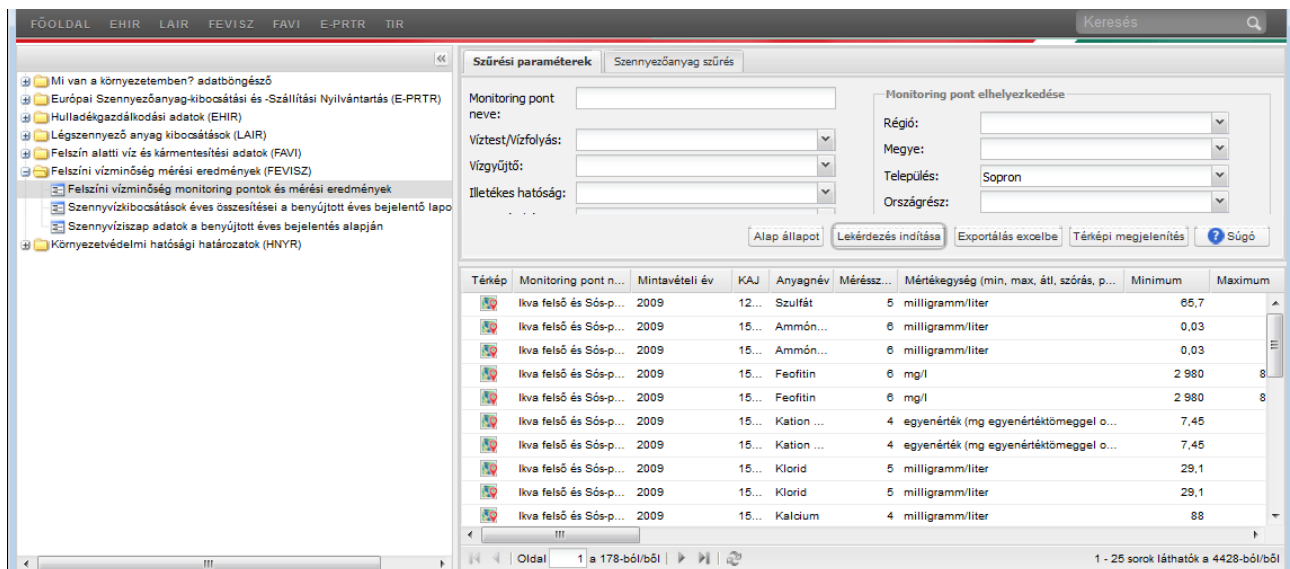
23. ábra A “Mi van a környezetemben” modul adatainak megjelenítése a megújult felületen

A megújult *Levegő-tisztaság védelmi Információs Rendszer (LAIR)* oldalán lekérdezhetők telephely szinten az adatszolgáltatók éves levegőtisztaság-védelmi jelentésében megadott, és hatóság által ellenőrzött kibocsátási adatai. Különböző szempontok szerinti összesített adatokat kaphatunk légszennyező anyagokként területi, illetve technológia (TEÁOR) szintű bontásban.

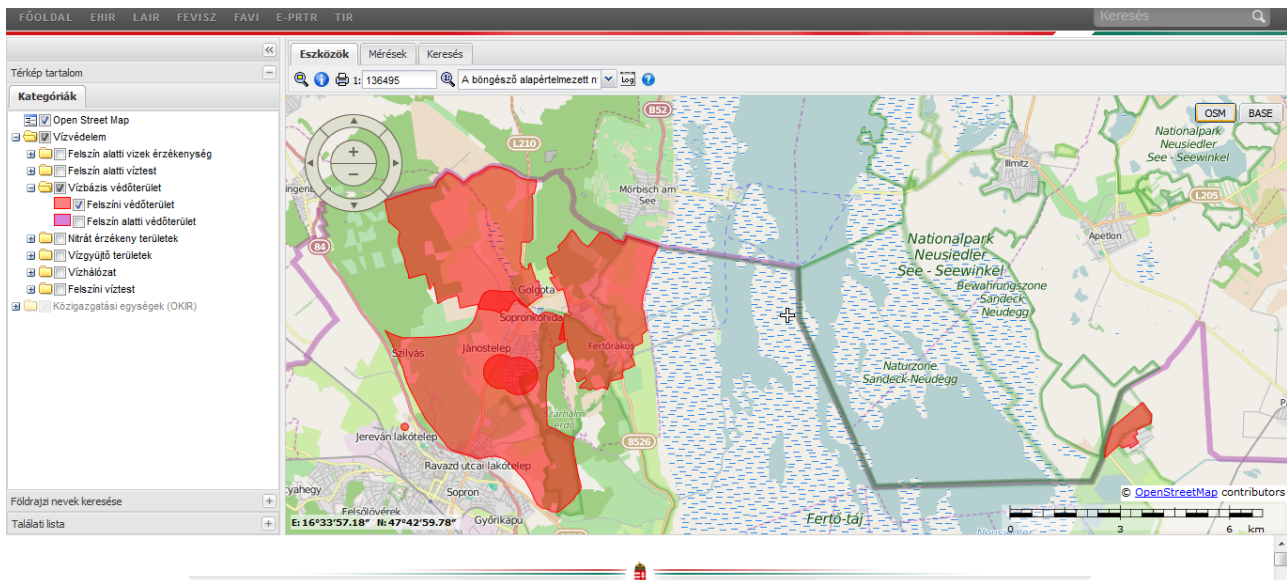


24. ábra A megújult LAIR modul adatainak megjelenítése táblázatos formában és térképes felületen

A Felszíni Vízhatalossági Szakterületi Rendszermodul (FEVISZ) a felszíni vizek immissziós és emissziós adatainak nyilvántartására szolgál, amelyek a jelenlegi szabályozásnak megfelelően, alapvetően a környezethasználók (kibocsátások) adatszolgáltatásaiból származnak 2006-tól. A weboldarról kiindulva, a felszíni vízminőségi lekérdezőbe lehet belépni, ahol a vízminőségi monitoring rendszer észlelőhelyein a kibocsátók adatszolgáltatásaiból származó mért komponensek adatai, statisztikai értékei kérhetők le.

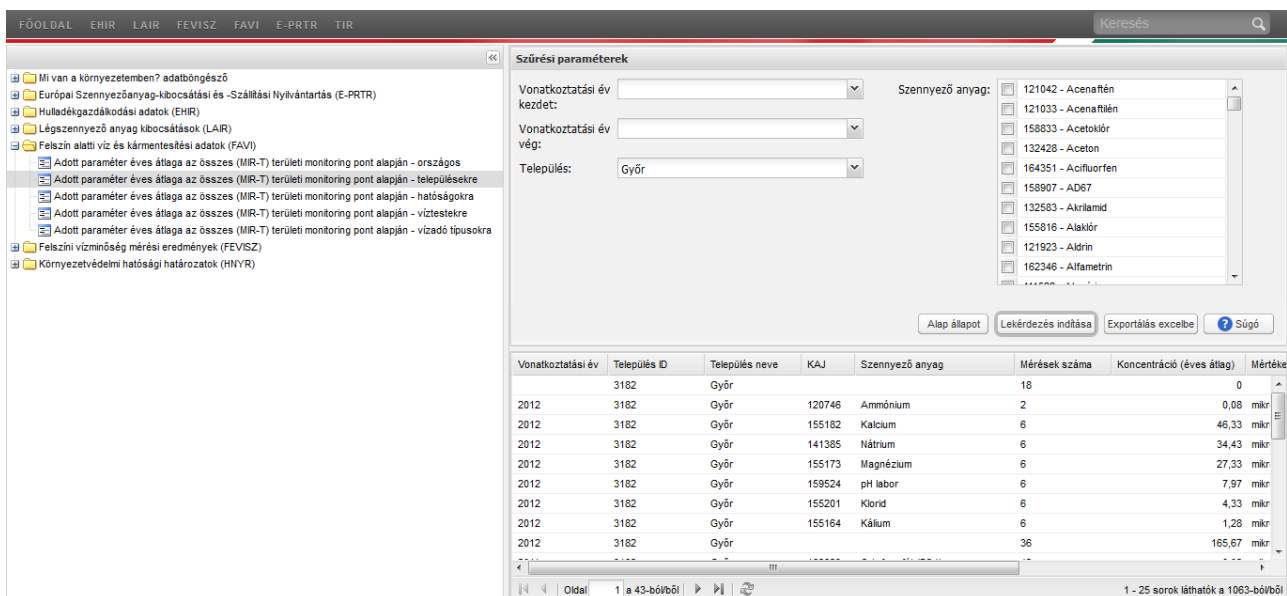


25. ábra A FEVISZ szöveges lekérdező felülete



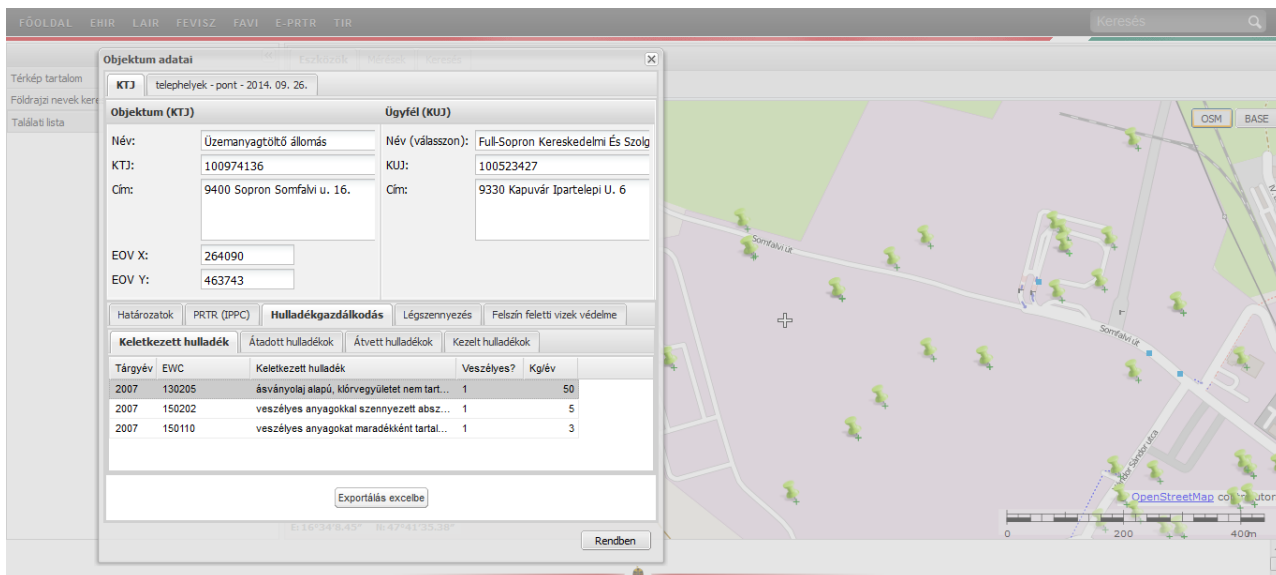
26. ábra A FEVISZ térképes felülete

A *Felszín alatti víz és földtani közeg információs rendszerén (FAVI)* keresztül tájékozódhatunk a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségére veszélyt jelentő tevékenységekről (melyek ezek, végeznek-e ilyen tevékenységeket egy tetszőleges pont környezetében, a tevékenységek végzése során milyen szennyezőanyagok használatára kerül sor). Információt kaphatunk továbbá arra vonatkozóan, hogy hol, milyen szennyezőanyagokra végeznek kármentesítést, és az mely szakaszban tart. A lekérdezések segítségével megtudhatja, hogy hol, mely tevékenységek hatásainak megfigyelésére üzemeltetnek környezethasználati monitoringot, és azt is, hogy hol, milyen szennyezőanyagokat és milyen koncentrációban mérnek az állam által üzemeltetett területi monitoring pontok.



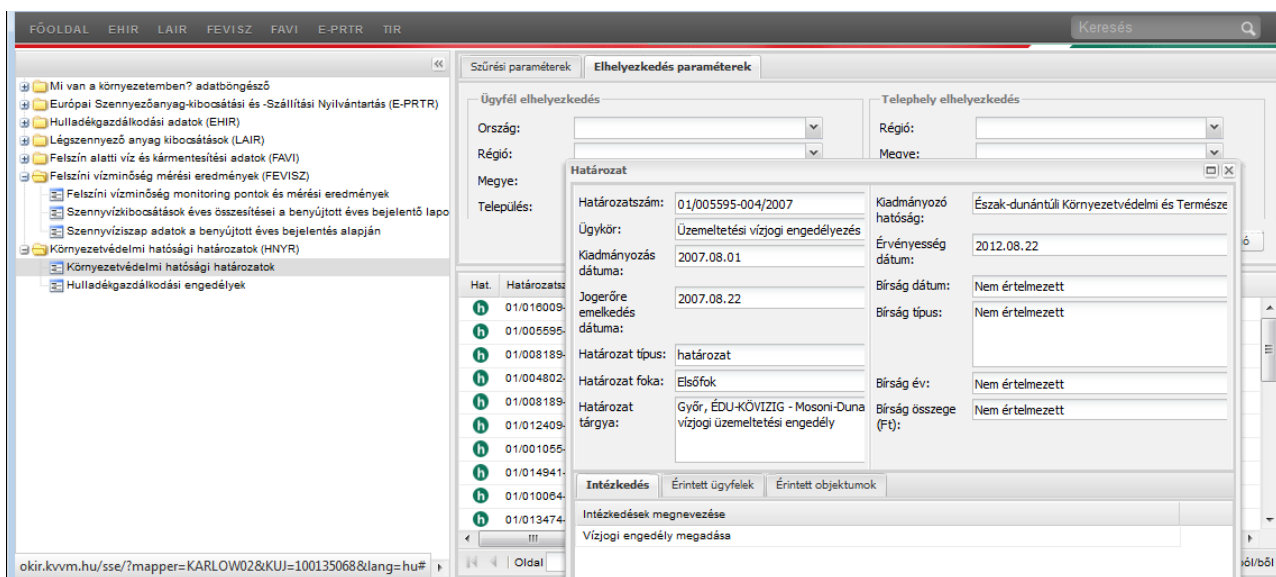
27. ábra A FAVI szöveges lekérdező felülete

Az OKIR *Elektronikus Hulladékgazdálkodási Információs Rendszermodulja (EHIR)* 2004-től szolgáltat adatokat a termelők által bejelentett éves képződött hulladék mennyiségéről, a kezelők által bejelentett, az év során kezelt nem veszélyes hulladékokról valamint a kezelők által bejelentett, negyedévenként kezelt veszélyes hulladékokról. A megújult weboldal segítségével az ellenőrzési folyamaton átesett adatokat lehet lekérdezni.



28. ábra Az EHIR modul szöveges és térképes lekérdező felülete

A *Hatósági Nyilvántartó Rendszermodul (HNYR)* 1996-ig visszamenőleg tartalmaz határozatokat. A megújult rendszer a főbb adatok mellett, elektronikus dokumentum formájában (DOC, PDF vagy TIF fájlban) már magát a határozatot is tartalmazza.



29. ábra A HNYR modul lekérdező felülete

Az *Európai Szennyezőanyag-kibocsátási és - Szállítási Nyilvántartás (E-PRTR)* hazai weboldalán az E- PRTR kötelezettség alá eső üzemek kibocsátási és hulladékszállítási adatait lehet lekérdezni az uniós előírásoknak megfelelő tartalommal. Hazánkban az érintett üzemeknek nem kell külön erre a célra szolgáló adatszolgáltatást tenniük, mert az egyéb előírások alapján teljesítendő levegős, hulladékos, felszíni és felszín alatti vizes adatszolgáltatásokat olyan módon alakították ki, hogy azokból az E-PRTR részére a kibocsátási adatok kigyűjthetők. Az OKIR keretén belül működő webes felületen az E- PRTR kötelezettség alá eső üzemeket lehet táblázatos formában és térképen megjeleníteni, majd egy üzem kiválasztása után a részletes adatokat lekérdezni. Az eredménytáblázat csak a jelentésköteles szennyezőanyagokat és hatótényezőket listázza, és csak azokat a kibocsátásokat mutatja, amelyek a jelentési küszöböt meghaladják.

The screenshot displays the E-PRTR web interface. On the left, a window titled 'Objektum adatai' (Object Data) shows details for a facility (KTJ) and its client (Ügyfél (KÜJ)). The facility name is 'Sörgyár' and the client is 'Heineken Hungária Zrt.'. Below this, there are tabs for different types of activities: 'Határozatok', 'PRTR (IPPC)', 'Hulladékgazdálkodás', 'Légszennyezés', and 'Felszín feletti vizek védelme'. The 'PRTR (IPPC)' tab is active, showing a table of emissions and transfers.

Tárgyév	EU azonosító	Anyavállalat neve	Földrajzi sz...	Földrajzi ho...	Fő gazd. tev....	Fő gazd. tev. TEÁC
2011	100335681	Heineken Hungaria Sörgyárak Zrt.	16.568855	47.697153	1105	Sörgyártás
2011	100335681	Heineken Hungaria Sörgyárak Zrt.	16.568855	47.697153	1105	Sörgyártás
2011	100335681	Heineken Hungaria Sörgyárak Zrt.	16.568855	47.697153	1105	Sörgyártás
2011	100335681	Heineken Hungaria Sörgyárak Zrt.	16.568855	47.697153	1105	Sörgyártás
2010	100335681	Brau AG	16.568844	47.697127	1105	Sörgyártás
2010	100335681	Brau AG	16.568844	47.697127	1105	Sörgyártás
2010	100335681	Brau AG	16.568844	47.697127	1105	Sörgyártás

At the bottom of the table, there is an 'Exportálás excelbe' button. The background of the interface shows a map of the facility location in Sopron, Hungary, with various streets and landmarks visible.

30. ábra Az E-PRTR hazai webes felülete

Az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer része a *Természetvédelmi Információs Rendszer (TIR)* is, amelyet a 8. fejezet részletesen ismertet.

4. Levegő monitorozása és információs rendszere

4.1 Légszennyező anyagok és hatásaik

A WHO³² becslése szerint a légköri szennyeződés okozza az idő előtti iszkémiás szívhalálok és szélütések (stroke) 80%-át, a légzőszervi halálokok 14%-át és a tüdőrák 6%-át. A Szervezet rákkutatató intézete 2013-ban kimutatta, hogy a légköri porszennyezés összefüggésbe hozható a fokozódó rákos megbetegedésekkel, különösen a tüdő és a húgyúti rákbetegségekkel. Kimutatták, hogy 2012-ben 3,7 millió korai halálozás történt a világon a 10 mikronnál kisebb méretű részecskék (PM₁₀) következtében.

Az alábbiakban a leggyakoribb, az emberi egészségre és élővilágra veszélyt jelentő légszennyező anyagokkal foglalkozunk.

Szálló por

A levegőbe került port a részecske méretétől függően két frakcióban kezeljük, megkülönböztetünk ülepedő és szálló port. Az ülepedő por (szedimentum) szemcsemérete 10 mikrométernél (mikronnál) nagyobb, tömege miatt viszonylag gyorsan, gravitációs úton visszajut a felszínre. A 10 mikronnál kisebb szemcseméretű anyagok a levegővel aeroszolt (angol: aero-solution) alkotnak, ezt szálló pornak (TSPM - total suspended particulate matter) nevezzük, mivel rendkívül lassan ülepedik ki száraz vagy nedves ülepedés formában.

A légszennyezés kapcsán általában három értékről beszélünk: TSPM - összes lebegő portartalom, PM₁₀ - 10 mikron átmérőnél kisebb részecskék és PM_{2,5} - 2,5 mikronnál kisebb részecskék. Az egészségre a 10 mikronnál kisebb méretű por jelent nagyobb veszélyt, mert lejut a mélyebb légutakba. A por által kifejtett toxikus hatás az anyag fajtájától függ. A gyakorlatban megkülönböztetjük a toxikus hatású és a közömbös szálló port. Toxikusnak minősülnek a bioaktív mezőgazdasági szerek:

- peszticidek: mint pl. fungicidek (gombaölők), herbicidek (növényirtók), inszekticidek (rovarölők) stb.
- biocidek; az ólom, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező vegyületek³³ (POP-anyagok) rákkeltő vegyületek stb.

³² Egészségügyi Világszervezet

³³ Az 1979-ben aláírt Genfi Egyezmény részeként létrehozott Aarhusi POP Jegyzőkönyvet 1998-ban, a dániai Aarhusban írták alá a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezőanyagok légköri kibocsátásának csökkentéséről. A Jegyzőkönyv végrehajtását könnyítette, hogy a 2001. május 22-én, Stockholmban elfogadásra került a Stockholmi Egyezmény, mely 2004. május 17-én lépett hatályba. Az Egyezmény minden környezeti elembe történő POP kibocsátással foglalkozik. A Stockholmi Egyezményt Magyarország 2008. március 14-én ratifikálta.

A szálló por-részecskék anyaga lehet szerves, szervetlen, szilárd vagy folyékony. A TSPM természetes forrásai: vulkáni tevékenység, talajerózió, tüzek stb. Emberi tevékenység hatására a tüzelőanyagok elégetésekor, poros utakon folyó közlekedés, bányászat, cementgyártás, kohászat, mezőgazdálkodás stb. során keletkezhet.

A kisebb szemcsék természetes forrása a tengeri légtömegekkel szállított sók és az aeroplanktonok (lebegő élő szervezetek - baktériumok, vírusok, algák, spórák, pollen). A 2,5 mikronnál kisebb részecskék a légkör kémiai reakcióiból is származhatnak.

A világon a legtöbb embert érintő szennyezőanyag a szálló por. A porrészecskék ingerlik, sértik a szem kötőhártyáját, a felső légutak nyálkahártyáját. A 10 mikronnál nagyobb porrészecskéket a légutak csillószerű hámja kiszűri, a kisebbek lejutnak a tüdőhólyagokba. A tüdőelváltozást befolyásolja a belélegzett por mennyisége, fizikai tulajdonságai és kémiai összetétele. A részecskék különféle toxikus anyagokat (pl. fémeket, rákkeltő, mutagén anyagokat), baktériumokat, vírusokat, gombákat adszorbeálnak, amelyeknek bejutását a szervezetbe elősegítik.

A légzőszervi betegek (asztma, bronchitis) állapotát súlyosbítja, csökkenti a tüdő ellenálló képességét a fertőzésekkel és toxikus anyagokkal szemben. Leginkább veszélyeztetettek a gyermekek, különösen a csecsemők, légúti és keringési betegségben szenvedők, idősek, aktív és passzív dohányosok. Az egyik legkárosabb porforrás az aktív és passzív dohányzás.

A növények fejlődésükben visszamaradhatnak, mivel a por a fotoszintetizáló felületre rakodva gátolja a fotoszintézist, elzárja a légcsere nyílásokat.

A finom por rontja a látási viszonyokat.

Nitrogén-dioxid (NO₂)

Savas kémhatású, erősen oxidáló gáz.

A nitrogén-oxid (NO) és egyéb nitrogén-oxidok (NO_x) a légkörbe jutva légköri reakciói során alakul ki a nitrogén-dioxid. Természetes úton vulkanikus tevékenység, villámlások és talajbaktériumok révén kerül a légkörbe. Mesterséges forrásai a fosszilis tüzelőanyagok (szén, földgáz, kőolaj) elégetése. A városokban kibocsátott nitrogén-dioxidnak akár a 80%-a gépjárművek kipufogó gázából származik, de a földgáztüzelés is hozzájárul a települési koncentrációhoz. További ipari kibocsátások: kőolajfinomítás, salétromsavgyártás, egyes fémgyártási folyamatok és az élelmiszeripar.

Hideg, szélcsendes időben a koncentráció azáltal is növekedhet, hogy a tútelített levegőben a szennyező anyagok a kondenzációs cseppeken kicsapódnak.

A nitrogén-oxidok állatra és emberre egyaránt mérgezők. A légúti nyálkahártya nedveivel salétromos- ill. salétrom-savvá (HNO₃) alakul és roncsolja a szövetet. Felszívódva a véráramba a hemoglobin molekulát methemoglobinná oxidálja, ezért nem képes oxigént felvenni és szállítani a szervekhez. Tartós hatás esetén csökkenti a tüdő fertőzésekkel szembeni ellenálló képességét, az asztmatikus tüneteket felerősíti, különösen gyermekkorúak esetében vezet

gyakori légúti megbetegedéshez, sőt a tüdőfunkció gyengülését, és a vérkép elváltozását okozhatja.

Nagy gépjárműforgalmú településrészekben a koncentrációja elérheti, vagy meghaladhatja a 120 mg/m^3 értéket, ami a növények fejlődését csökkenti, ezt fokozhatja az ózon (O_3) egyidejű jelenléte. Mivel a kén-dioxiddal együtt részt vesz a savas esők kialakulásában, hozzájárulhat a talajok és vizek savasodásához, és mint oxidáns anyag roncsolhatja a növényi részeket, valamint a szabadban elhelyezett fémből és kőből, különösen mészkőből, márványból készült tárgyak felszínét.

Fotokémiai folyamat révén a NO_2 a légkörben nitrátokat alkot, amelyek ködöt képezhetnek. A NO_2 és más nitrogén-oxidok fő okozói a fotokémiai. (nyári, ún. los angeles-i, oxidáló hatású) füstködnek.

Szén-monoxid (CO)

A CO természetes úton vulkanikus tevékenységből, erdő- és bozóttüzekből, élőlények anyagcseréjéből jut a légkörbe. Fosszilis tüzelőanyagok tökéletlen égése, fűtés, beltéri gáztüzelés, dohányzás, gépjármű közlekedés, kohászat, kőolajipar, vegyipar és szilikátipari technológiák lehetnek a mesterséges források.

Embernél és állatoknál belélegezve a vér hemoglobinjának vas atomjaihoz az oxigénnél jóval erősebben kötődve egy nagyon stabil szén-monoxid hemoglobin komplexet alkot, ami oxigén hiányt okoz.

Szabad levegőn nem tud kialakulni életveszélyes koncentrációja, azonban tartósan magas szintje fejfájást, álmatlanságot, szívtáji fájdalmakat, idegrendszeri tüneteket, érlemeszesedést okozhat és növeli a szívinfarktus kockázatát.

Kén-dioxid (SO₂)

A légkörbe leginkább a szén és az olaj, mint a kéntartalmú tüzelőanyagok elégetése révén kerül, de hozzájárulhat még a kéntartalmú ásványi anyagok kohósítása, az acél- és műtrágyagyártás valamint az alumínium ipar is. Természetes módon geotermikus folyamatok során kikerülhet a levegőbe.

Savas kémhatása miatt belélegezve emberre és állatra egyaránt ártalmas, a nedves légúti nyálkahártyához adszorbeálódva maró, izgató hatású. A véráramba jutva a hemoglobint szulfhemoglobinná alakítja, gátolja az oxigénfelvételt. Tiszta levegőn a vérkép helyreáll.

Folyamatosan magas koncentráció melletti kitettség esetén a kén-dioxid krónikus légzőszervi betegségeket, pl. hörghurutot okozhat. Különösen veszélyeztetettek a gyermekek és idősek és a légúti megbetegedésben (asztma) szenvedők

A természetben leginkább a helyhez kötött élőlénycsoportok vannak kitéve a levegő páratartalmával kénsavat, kénsavat képező kéndioxid hatásának. A savas esők fő alkotórésze, ami károsítja az élő és élettelen környezeti elemeket, bele értve a talajokat is. A zuzmófélék

teljes pusztulással, vagy korlátozott fejlődéssel indikálják a hatást (lásd még a 11.3 bekezdést is). A SO_2 a légkörben szulfáttá alakul. Más légszennyezőkkel együtt (CO, por), magas levegő páratartalom, szélcsend és alacsony hőmérséklet esetén alakulhat ki a redukáló (ún. londoni vagy téli) típusú füstköd.

Ózon (O_3)

Az ózon a légkörben két szinten fordul el. A sztratoszférában a levegő molekulák a napfény bizonyos sugárzás tartományának hatására folyamatos bomlásban és újraegyesülésben vannak. Ez a folyamat hozza létre az ózont is, amely az élővilágra veszélyes ultraibolya (UV) sugárzás ellen nyújt védelmet („ózonpajzs”). Az ózonpajzs légköri folyamatok következtében változó „vastagságú”, amelyben szerepe van egyes légszennyező anyagoknak, ilyenek a halogénezett szénhidrogének, a freonok, klíma berendezések és a hűtőgépek hajtóanyaga, ipari habképzők, dezodorok hajtógáza (ma már nem jelentős), a sugárhajtású repülőek kibocsátása.

A csökkenő ózonmennyiség csökkenő védelmet jelent az UV tartományú sugárzás ellen, ami igen komoly kockázatot jelent az élővilágra. A legnagyobb veszély az örökítő anyag, a DNS-károsodás. A bőrrák és a szürkehályog kialakulásának kockázata növekszik, gyengül az immunrendszer.

A troposzférában, felszín közelben főleg antropogén hatások következtében fotokémiai folyamatok során is keletkezik O_3 . Úgynevezett másodlagos légszennyező, mivel képződéséhez az intenzív napsugárzáson kívül ún. előanyagok (nitrogénoxidok, szénmonoxid és illékony (VOC) vagy más szerves légszennyező anyagok) jelenlétére van szükség. Ezeknek a szennyező anyagoknak a forrásai lehetnek: robbanómotorok kipufogó gáza, égési folyamatok, oldószerek stb. Magashegységi fenyvesek felett általában magasabb koncentrációt mérnek, ami természetes képződésre utal.

Az O_3 rendkívül oxidatív, instabil molekula. Irritálja a nyálkahártyát (torok, szem), fejfájást okoz. Érintett érzékeny csoportok: gyermekek, idősek, légzőszervi betegek. Az O_3 a fotokémiai (oxidáló) füstköd kialakulásában fontos szerepet játszó anyag. A növényekre nézve toxikus, fejlődésüket és reprodukciós képességüket mérsékli. Gyakorlatilag minden szabadban elhelyezett tárgy korrodálását gyorsítja. Baktériumölő hatását a gyógyászatban alkalmazzák, ami azonban a természetben nem kívánatos jelenség.

Illékony szerves vegyületek (VOC - Volatile Organic Compounds)

Az illékony szerves vegyületek halmazába olyan széntartalmú vegyületek tartoznak, amelyek normál nyomáson és szobahőmérsékleten is párolognak³⁴. Ebbe az anyagcsoportba sok, az iparban és a háztartásokban is alkalmazott anyagféleség tartozik. Vannak közöttük olyanok, amelyek elsősorban az ózon földközeli kialakulásáért felelősek, és olyanok, amelyek ezzel együtt, vagy ettől függetlenül is egészségügyi kockázattal bírnak. Utóbbira példa a benzol.

³⁴ „Illékony szerves vegyületek azok a szerves vegyületek, amelyek gőznyomása 293,15 K fokon egyenlő, vagy meghaladja a 0,01 kPa-t, vagy a felhasználás speciális körülményei között ezzel azonos illékonyságúak” (Barótfi 2000).

Benzol

Leginkább a benzinüzemű járművek belsőégésű motorjainak végtermékében találjuk. Gépjármű forgalommal érintett helyszíneken vagy kőolajipari feldolgozás körzetében fordulnak elő magas koncentrációk.

Zsírban oldódó szer, ezért a szervezet lipidekben gazdag szöveteiben (idegrendszer, csontvelő, mellékvese, zsírszövet) halmozódik fel, ami vérképzőszervi elváltozásokhoz, fehérvérűséghez vezethet, rákkeltő hatású.

Nehézfémek

A nehézfém fogalomnak több meghatározása létezik. Általában fémes kémia tulajdonsággal rendelkező kémiai elemeket értünk alatta. A környezetvédelemben nem az atomsúlyuk alapján, hanem mérgező tulajdonságuk miatt soroljuk ezeket az elemeket ebbe a csoportba. Ezek a következők: ólom (Pb), kadmium (Cd), higany (Hg) és arzén (As). Egyes esetekben az egyébként a többiekhez képest lényegesen kisebb atomsúlyú alumíniumot (Al) is a csoporthoz tartozónak lehet tekinteni. Közös jellemzőjük, hogy a bioszférában elemi állapotban nem fordulnak elő. mesterségesen különböző gyártási folyamatok vagy alkatrészek kopása által kerülnek a környezetbe.

4.2 Levegő emisszió és imisszió mérési elvek, módszerek

A levegőkörnyezet minősége alapvetően fontos mind az ember, mind az élővilág számára. Emberi tevékenység hatására és a természetben lejátszódó folyamatok következtében a levegő minőségében nagyon gyors, kedvezőtlen változások következhetnek be, amelyek kialakulását meg kell előzni, bekövetkezésekor pedig kármérséklő intézkedéseket kell foganatosítani. Alapelv, hogy mind a légszennyezést (kibocsátást, emissziót), mind a levegő minőségét (imissziót) megfigyelni szükséges, vagyis levegő monitoring tevékenységet kell folytatni és a kibocsátásokat korlátozni, szabályozni kell. Mivel a levegőminőség alakulására az időjárás (szél iránya, erőssége, csapadék, páratartalom, napsugárzás időtartama, hőmérséklet stb.) befolyással bír, ezért a levegőminőség mérésénél ezeket a meteorológiai adatokat is be kell szerezni vagy helyszíni méréssel, vagy meteorológiai adatok interpolációjával.

A kibocsátás (emisszió) monitorozása

A kibocsátásokat jogilag, határértékek megadásával Európa szerte és hazánkban az 1970-es évek elejétől szabályozzák. (Néhány anyagféleségre Ausztriában már 1923-ban, Angliában 1956-ban volt példa.)

A légszennyező anyag kibocsátója alakilag lehet pontszerű (pontforrás, kürtő, kémény), vonalas (közlekedési útvonal) vagy területi (diffúz) (pl. külszíni bányászat, hulladéklerakó). Más szempontból megkülönböztetjük még a helyhez kötött (ipari létesítmény) és a mozgó szennyező forrásokat (járművek). Magától értetődik, hogy ezen tulajdonságok lényegesen befolyásolják a monitorozás módját, pl. a gépjárművek kibocsátásának menet közbeni

monitorozása rendkívül költséges és nehéz technikai feladat lenne, ezért a járművek időszakos kötelező műszaki vizsgálata alkalmával végzik ezt el, míg egy üzem kibocsátását az üzemi adatok ismeretében becsléssel is meg lehet állapítani. A kibocsátás mértékét jogszabályok határozzák meg, túllépése esetén korlátozásokat vezetnek be, pl. a gépjármű nem helyezhető forgalomba, a gyár üzemkapacitását korlátozhatják, vagy a működését le is állíthatják és bírsággal sújthatják. (Megjegyezzük, hogy ilyen korlátozás sajátos körülmények között akkor is bevezethető, ha az adott kibocsátó a számára engedélyezett kibocsátási mennyiséget nem lépi túl, azonban a térségben a levegő minősége jogszabályban rögzített mértéknél kedvezőtlenebb.)

Hazánkban (is) a légszennyező anyagok kibocsátását jogszabályokban szabályozzák. A helyhez kötött pontforrások kibocsátására technológiától függő- és össztömegű határértéket állapít meg a hatóság, illetve módja van egyedi határértékeket is megadni³⁵. Az ország területét légszennyezetségi zónákra osztották, zónánként meghatározták az egyes légszennyező anyagokra vonatkozó határértékeket. Amennyiben ezen határértékeket meghaladó a levegőterheltségi szint, úgy a hatóság a kibocsátást a határérték túllépést okozó anyagra nézve korlátozhatja a kibocsátónál.

A kibocsátások monitorozása, vagyis a környezetterhelés mértékének megállapítása méréssel és a mérések ellenőrzésével történik.³⁶ A mérés lehet folyamatos és időszakos. Egyes gyártási technológiák és egyes szennyező anyag komponensek esetében folyamatos mérést kell végezni (pl. cementipari technológiák, klinkerégető kemencék, kohászati technológiák, egyes titán-dioxid gyártás stb.), más technológiáknál egy, kettő és öt éves gyakorisággal pedig időszakos mérést rendelhet el a hatóság. Egy éves gyakorisággal kell méréseket végezni kőolajfeldolgozás, kénsavgyártás, foszfátgyártás, akkumulátorgyártás stb.; kétévenként kötelező műtrágyagyártás, növényvédőszer-hatóanyag, lakk- és festékgyártás, gyógyszerkészítmények stb. esetén. Minden egyéb technológia esetén ötévente kell mérést végezni. Ha a folyamatos vagy időszakos mérés alkalmazása nem kötelező vagy technikailag nem végezhető el, akkor a kibocsátás ellenőrzése anyagmérleggel vagy más számítással történik.

A légszennyező anyagok kibocsátásának (emisszió) és a levegőminőség (imisszió) mérése

A kibocsátott gázok mérésének módszere technológiánként, sőt helyszíni adottságonként változó lehet. Az alábbiakban az általános elveket, módszereket ismertetjük.

A tervezési feladat után a koncentrációmérés első lépése a gázmintavétel. Ehhez a technológiai folyamatban olyan helyet kell kiválasztani, ami egyrészt jól reprezentálja a gáz távozó koncentrációját, másrészt a berendezés kezelése könnyen, balesetmentesen végrehajtható. Ügyelni kell arra, hogy a mérés helyén laminált áramlás legyen, előtte legalább 10 d , utána legalább 5 d hosszúságú egyenes csőszakaszt kell kialakítani (d a cső belső átmérője). Az analízáló berendezést a mintavételi helyhez a lehető legközelebb kell elhelyezni. A

³⁵ A levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 4/2011. (I. 14.) VM r.

³⁶ A levegőterheltségi szint és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról szóló 6/2011. (I. 14.) VM r.

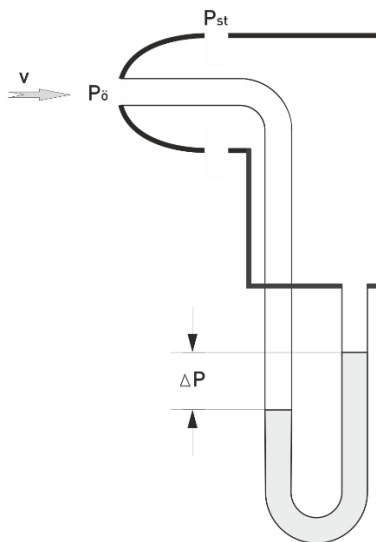
mintavételezés után a gázt minden olyan anyagtól meg kell tisztítani, amely az elemzést zavarja (pl. por, kondenzátum).

Mivel a mérés lényege a kibocsátott anyagmennyiség meghatározása, ezért a koncentráción kívül, de vele egy időben különböző kiegészítő mérésekre is szükség lehet. Ilyen a gáz hőmérsékletének mérése, a gázmennyiség mérése vagy térfogatáram mérés. Térfogatáram mérésekor vagy közvetlenül a tömegáramot mérik, vagy a tömegáram kiszámításához szükséges áramlási sebességet. A gázkivezető keresztmetszetének is ismertnek kell lenni. A térfogatáramot a Prandtl-csőes dinamikus nyomásmérés, vagy a Venturi-cső elvén alapuló technológiával mérik. A két elven alapuló mérés elvi vázlatát a 31. ábra és a 32. ábra mutatja.

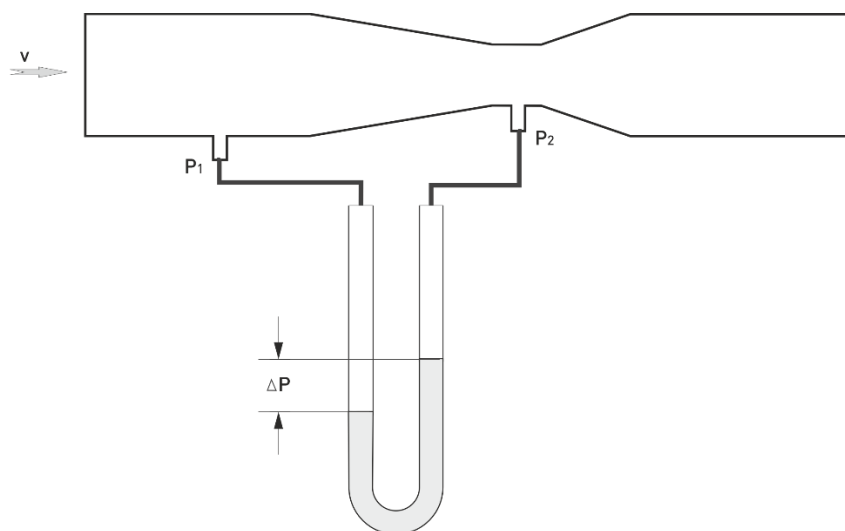
A Prandtl-cső mérőfejének homloklapfelületén lévő nyílás egy manométer egyik, az oldalnyílások pedig a másik szárához csatlakoznak. Ily módon, ha a mérőfejet az áramlás irányával szemben helyezük el, akkor a nyomásmérő a teljes (P_0) és a statikus (P_{st}) nyomás ΔP különbségét méri, amiből az áramlási sebesség a Bernoulli-törvény alapján határozható meg:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}},$$

ahol ρ az áramló gáz sűrűsége.



31. ábra Prandtl-csőes manométer elvi vázlatja



32. ábra A Venturi-cső elvi vázolata

A legtöbb gázkibocsátás szilárd halmazállapotú mikrórezecskék (por) kibocsátásával is jár, amelynek mennyiségi és minőségi meghatározása szintén feladat lehet. Ehhez szakaszos vagy folyamatos mérést alkalmazhatunk. Szakaszos működés esetén bizonyos időszakonként leszívják a gázelegyet és abból a szilárd részecskéket leválasztják vagy valamilyen szűrővel, vagy ciklon segítségével. Ez a módszer közvetlen porkoncentráció mérést eredményez. Folyamatos mintavétel esetén közvetett (izotópos, optikai) módon lehet a koncentrációt mérni.

A gázelemzés módszerét a mérendő gáz anyagfélesége és összetétele, a mérési körülmények és a méréstől elvárt eredmény (pontosság, on-line rendszer stb.) és nem utolsósorban a mérés költsége jelentősen befolyásolhatja, ezért sok mérési módszer áll rendelkezésre, azonban a kezdetekben szinte egyeduralgoló klasszikus analitikai módszerek napjainkra egyre inkább háttérbe szorultak a mikroprocesszor vezérelt, folyamatosan regisztráló, jobbra optikai elven működik célkészülékekkel szemben. A környezetvédelemben a mérési módszereket szabványokban rögzítették és csak akkreditált, tehát a szabványnak megfelelő eszközökkel és felkészültséggel bíró személyzettel lehet publikus, hivatalos adatokat szolgáltatni.

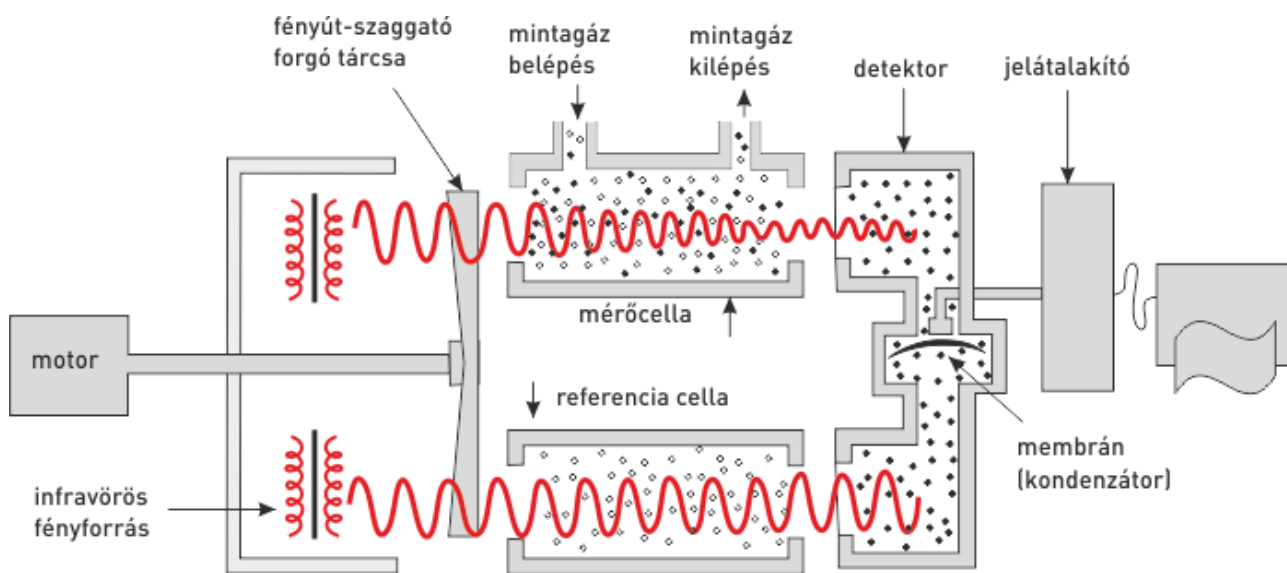
A **gázkromatográfia** sok szerves és szerves légszennyező anyag kimutatására alkalmas. Lényege, hogy egy nagy felületű anyaggal töltött csövön egy semleges vivőgázzal együtt szívják át az elemezni kívánt gázt. Az egyes komponensek sebessége a töltettel kölcsönhatásba lépve (abszorpció vagy adszorpció) a komponens anyagfélesége függvényében lelassul, így az egyes komponensek egymást követve jutnak az érzékelőbe. Az érzékelőt a mérés célja szerint választják meg.

A **hővezetés elvén működő elemzőt** akkor alkalmazhatunk, ha olyan gázelegyet akarunk vizsgálni, ahol az egyes komponensek hővezetési tulajdonsága eléggé különböző. A gázáram útjába hevített vezető huzalt feszítenek ki, ami a huzalt a hővezető-képességétől függően jobban vagy kevésbé jól hűti, amely elektromos ellenállás-változást idéz elő. Az átfolyó áramerősség egyenesen arányos a gáz hővezető-képességével.

A **paramágnesesség**³⁷ elvén alapuló mérést főleg belső égésű motorok távozó gázainak, elsősorban az oxigénnek a kimutatására lehet alkalmazni, ugyanis az oxigén (O₂) mágneses szuszceptibilitása (átmágnesezhetősége) erősen eltér a többi gázétól (kivétel ozon és nitrogén-oxidok). Az erőter a paramágnesezett oxigént áramlásában eltéríti, ami nyomáskülönbséget okoz, ennek mérésével lehet közvetetten kimutatni az oxigén koncentrációt.

Vegyületek elemzésére alkalmasak az **infravörös elven működő analizátorok**, ugyanis egyes gázok a szűk frekvenciasávban sugárzott infravörös fényt abszorbeálják (elnyelik), míg mások – pl. nemes gázok és kétatomos gázok (O₂, N₂, H₂ stb.) – nem. Ha az infravörös fény frekvenciája és az áramló gázréteg vastagsága konstans, akkor az elnyelés gázspecifikus, ezért gázkeverékek egyes komponenseinek kimutatására alkalmas a módszer. A légszennyezők kimutatásánál leginkább az ún. nem diszperzív infravörös gázelemzési módszert (ND-IR) alkalmazzák, ami azt jelenti, hogy az infravörös fény teljes spektrumát felhasználják a mérés során. (Imisszió mérés esetében CO kimutatására alkalmazzák a módszert.)

A mérés elvi sémája a következő (33. ábra): Az infravörös fényforrás sugarát egy forgó blendekerék azonos fázisban szaggatja (modulálja). A modulált fénysugarat átvezetik az (NO₂ gázzal töltött) összehasonlító és a mérendő gázzal töltött analizáló kamrán. Az analizáló kamra gázelegyében a gázra jellemző spektrumú fény elnyelődik, ezáltal a szintén mérendő gázzal töltött detektor kamrába az összehasonlító kamrából érkezőnél alacsonyabb energiaszintű fénysugár lép be, ami a membránkondenzátorral két azonos térfélre szétválasztott detektor kamra analizáló térfelében alacsonyabb hőmérsékletet eredményez, mint az összehasonlító térfelén. A szaggatott fény ingadozó hőhatása a membránkondenzátor meghajlításával abban változó kapacitást eredményez, amit változó feszültséggé alakít egy ellenállás. Az elektromos jelet erősítés és egyenirányítás után vezetik a mérőműszerbe.



33. ábra A nem-diszperz infravörös elven működő gázelemzés elvi vázlata (Domokos et al. 2014)

³⁷ Paramágnesesség – a mágneses erőter hatására a spontán momentummal rendelkező atomok rendeződni kezdenek, amely mozgás a hőmozgás konkurensa.

Az **UV-fotometriát** az ózon koncentráció mérésére alkalmazzák. Az ultraibolya fény többek között az ózon kimutatására alkalmas azon az alapon, hogy egyes gázok kémiai összetételüktől függő frekvencia tartományban abszorbeálják az UV-fényt. Az elnyelés mértéke arányos a koncentrációval. A berendezés két küvetával dolgozik. Az egyikben az ózonmentes levegőt, a másikban az ózon tartalmú levegőmintát helyezik el. Az UV-sugár az ózon tartalmú levegőmintán áthaladva legyengítve, míg az ózonmentes levegőn áthaladva magasabb energiaállapotban érkezik a detektorhoz. A két energiaállapotot elektromos jellé konvertálva azonnal a koncentráció értékéhez juthatunk.

Fourier-transzformációs infravörös spektrometria (FTIR) olyan eljárás, ahol az analizáló eszköz (amely az infravörös sugarat spektrumaira bontja) egy „modulátor”, ami az infravörös fényt oly módon modulálja, hogy a detektorok tudják követni a nagyfrekvenciás jel időbeli gyors változását. A detektor által vett jelet dekódolni kell és egy ismert matematikai módszer, a Fourier-transzformáció segítségével előállítható az optikai spektrum.

A FTIR eljárás alkalmas a levegőben igen kis koncentrációban jelen levő toxikus vagy szennyező anyagok mind laboratóriumi, mind *in situ*, vagyis helyszíni kimutatására. A laboratóriumi vizsgálat lehet statikus, vagy folyamatos attól függően, hogy a vizsgálandó gázt az üveg küvetta egyszeri feltöltésével juttatják be, vagy azon folyamatosan szivattyúzzák át. A küvetta hossza a kívánt pontosságtól függ, vagyis, ha nagyon kis koncentrációban jelen levő anyagot kell kimutatni, akkor növelni szükséges a küvetta hosszát. A multireflexiós küvetta fényúthossza több száz méter is lehet. Helyszíni mérések esetén a módszer alkalmas mintavétel nélküli, közvetlenül a nyílt légtér bemérésére (nyílt fényutas berendezés). Ez megvalósítható mesterséges fény alkalmazásával (aktív módszer), vagy anélkül (passzív módszer). A gyakorlatban elterjedtebb aktív módszer esetén a fénykibocsátó forrás és a detektor egymáshoz viszonyított helyzete két féle lehet. Vagy a mérő rendszer két oldalán (középpont a mérendő légtér), vagy egy oldalon helyezkedik el a két műszerelem. Utóbbi esetben a túloldalról a fényt egy tükör juttatja vissza a detektorba.

Az **atomspektroszkópia** (atomszínképelemzés) a XIX. század óta folyamatosan fejlődő műszeres analitikai eszköz. Működési elvét a XX. század óta látjuk át, amióta ismertté vált, hogy az atomok elektronjai szigorúan meghatározott energiaszintet foglalnak el. Az atomok energia felvétele vagy leadása két megengedett energiaállapot közti energiaátmenettel jár. A jelenséget elektromágneses kisugárzás (energia leadás) vagy elnyelés (energia felvétel) kíséri. A kisugárzás elemspecifikus. Az energiaszint ugrást magas hő közléssel idézik elő. A mai műszerekben a mérendő anyagot plazma állapotba (atomos állapotba) hozzák (elektromos kisüléssel, grafitkemencével stb.). A kisugárzott vagy elnyelt fény UV vagy látható tartományba esik, amit optikai eszközökkel hullámhossz szerint fel lehet bontani és ezt fényelektromos készülékkel lehet érzékelni. A plazmából sugárzott fényérzékelésen az optikai emissziós spektrometria (OES), a fényelnyelésen (abszorpció) pedig az atomabszorpciós spektrometria (AAS) módszerek alapulnak. Az abszorpció során felvett energiát az atomok ún. másodlagos sugárzással (fluoreszcencia) is leadhatják. Ennek mérésén alapul az atomfluoreszcenciás spektrometriai (AFS). Ezek az eszközök mára olyan technikai fejlettséget értek el, hogy gyakorlatilag minden kémiai elem vizsgálható velük. Az induktív csatolású plazma atomemissziós spektrometria (ICP-AES), vagy más néven induktív csatolású plazma optikai

emissziós spektrometria (ICP-OES) nyomelemek meghatározására szolgáló műszeres analitikai módszer. Ez a módszer a legelterjedtebb a környezeti analitikában, hatékonysága miatt felváltotta az AAS módszereket.

A **kemilumineszcencia** elven működő mérés alapja az, hogy egyes gázok más gázzal egyesülve gerjesztett állapotú molekulákat is eredményeznek, amelyek az anyag minőségére jellemző frekvencia sávon a gáz koncentrációjával arányos lumineszkáló fényt bocsátanak ki. Például nitrogén-monoxid kimutatásakor a gerjesztett állapotot ózonnal történő reagáltatással érik el, amikor is NO_2 és O_2 keletkezik. A gerjesztett nitrogén-dioxid molekulák azonnal nem gerjesztett állapotba mennek át, miközben fényt bocsátanak ki. (Imisszió méréskor NO és NO_2 kimutatására alkalmazzák a módszert.)

A szálló por mérésére a **gravimetriás** és a **β -sugár szóródásos** módszert alkalmazzák. Ha szakaszos mérésre van szükség, akkor a gravimetriás (tömegméréses) módszert alkalmazzák. Lényege, hogy a főgázzal együtt leszívott mintából valamely módon leválasztott szilárd részt lemérik. A **β -sugár szóródásos** módszernél a levegőt üvegszál szűrőn szívják át. Az így visszatartott por a β -sugarat jobban abszorbeálja, mint a tiszta szűrő. A sugár dózist Geiger-Müller-cső elven alapuló méréssel állapítják meg és a két értékből állapítható meg a szálló por koncentrációja.

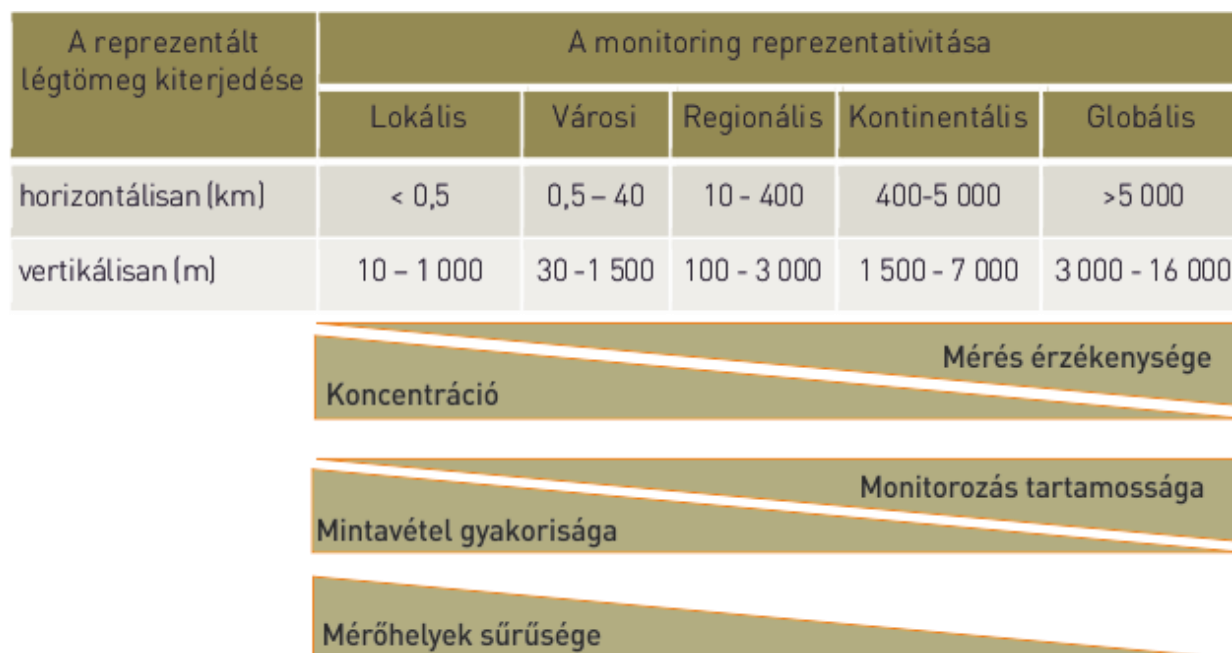
Anyagmérlegen alapuló kibocsátás becslés lényege az az egyszerű ismeret, hogy egy gyártó rendszerbe belépő, majd onnét végtermék, melléktermék és hulladék formájában távozó anyagok tömege egyenlő. A gyártási folyamat során különböző technológiákat alkalmaznak az anyag átalakítására, ezeknek részletes ismerete nélkül az anyagmérleg nem készíthető el. Viszonylag egyszerűen fel lehet építeni egy ilyen becslési módszert olyan anyagoknál és technológiáknál, ahol a gyártás folyamán az anyagok egymással nem lépnek kölcsönhatásba, nem következnek be bonyolult átalakulások (pl. egyes faipari technológiák), viszont egy bonyolult folyamatnál a technológia elméleti ismeretén túl helyszíni adatgyűjtésre is szükség lehet, esetleg méréseket is végre kell hajtani részint a számítások ellenőrzése, részint az átalakulás pontos megismerése érdekében.

Egyéb számítással akkor tudunk kibocsátási adatokat becsülni, ha az anyagátalakulásokról rendelkezésre állnak tapasztalati vagy fajlagos értékek. Ilyen számítási módszerek például égési folyamatoknál (hőtermelés) állnak rendelkezésre.

A levegőminőség, a levegőterheltség (imisszió) monitorozása

A monitoring hálózat tervezésénél sok tényezőt kell figyelembe venni. A mérés magasságát és a mérőhelyek (monitor állomások) egymástól mért távolságát attól függően célszerű megállapítani, hogy az adatokat mekkora területre kívánjuk reprezentatívnak tekinteni. További tervezési szempont, hogy a mért levegőtömeg kiterjedtségével fordított arányban csökken a mérendő anyag koncentrációja, ezért a mérés pontosságát növelni kell. Ugyanakkor a mérés tartamosságát, vagyis a monitorozás időtartamát növelni szükséges annak érdekében, hogy a nagy kiterjedésű, viszonylag lassú folyamatok tendenciáját meg lehessen állapítani.

Mivel a nagy kiterjedésű levegőtömeg homogenitása nagyobb, mint a kisléptékűé, ezért a mérőhelyek sűrűségét és a mérési gyakoriságot csökkenteni lehet a nagyobb kiterjedés felé haladva (34. ábra). Az alábbiakban a nagy kiterjedésű (kontinentális és globális) rendszerek monitorozásával nem foglalkozunk.



34. ábra A monitoring-hálózat térbeli kiterjedése (Várkonyi 2001 nyomán)

A földi levegőminőség monitorozó rendszerek hálózatának kialakításakor korábban elegendő volt, vagy legalábbis elegendőnek tekintettek általános elvek figyelembevételét. Az azóta felgyülemlett adatok, a tapasztalat és a tudományos megállapítások következtében ma már lényegesen kifinomultabb, részletesebb tervezés folyik a mérőhálózat kialakításakor, amit alább (nem teljes részletességgel) az Európai Unióval harmonizáló hazai rendszer vonatkozásában ismertetünk. A korábbiakhoz képest lényeges koncepcionális változás még az is, hogy a hálózatot időszakonként (az EU-ban 3 évente) felül kell vizsgálni és a változó körülményekhez alkalmazkodva rugalmasan módosítani szükséges.

A mintavételi pontok térbeli elrendezésére az elérni kívánt cél, a források száma és elhelyezkedése szerint többféle módszer ismeretes:

- Több szennyező forrás esetén
 - rugalmas négyzethálót (régiók, települések monitorozása) vagy
 - jellemző helyek kiválasztásának módszerét (inhomogén szennyezettség, vagy több kibocsátó) alkalmazzuk.
- Lokális szennyező esetén
 - diffúz, vonalas szennyezésnél és
 - pontforrás általi szennyezésnél alkalmazott mérőhálózat.

Négyzetháló metszéspontjaiban elhelyezett mintavételi helyek módszerét viszonylag nagy területek földi monitorozása során alkalmazzuk. A metszéspontok, vagyis a mintavételi helyek egymástól mért távolsága sok tényezőtől függ, amit fent már részleteztünk. Települések esetén, ahol sokféle szennyező forrás és a szennyezettség jellemezhetőségét befolyásoló zavaró körülmény van, ott ún. rugalmas négyzethálót alkalmazunk (35. ábra). Ez azt jelenti, hogy a háló metszéspontjaihoz legközelebbi olyan helyen helyezük el a mintavételi pontot, ahol nincsenek jellemezhetőséget zavaró, vagy a mintavétel megvalósíthatóságát kizáró, nehezítő körülmények (pl. a mintavételi hely nem eshet egy épület tetejére, egy belső udvarra, felszíni víz területére stb.).



35. ábra Rugalmas négyzetháló alkalmazásával elhelyezett mintavételi pontok légszennyezés monitorozásakor.
(Áthelyezett pontok: 1.1, 1.3, 1.4, és 3.2)

Jellemző helyek kiválasztásának módszerére jó példa a WHO által ajánlott Egységes Imissziómérő Állomásrendszer, ami egy „elemekből” összeállítható és fejleszthető rendszer. A településeket I-től III-ig típusba sorolja. Az I. típusba a kisebb, kevésbé szennyezett települések tartoznak. A település és/vagy a szennyezettség növekedésével át lehet sorolni a II. vagy a III. típusba úgy, hogy közben az alsóbb típus mérőállomásai és adatai megmarad. A mérőhelyekhez városrészeket jelölnek ki (belváros, lakóterület stb.)

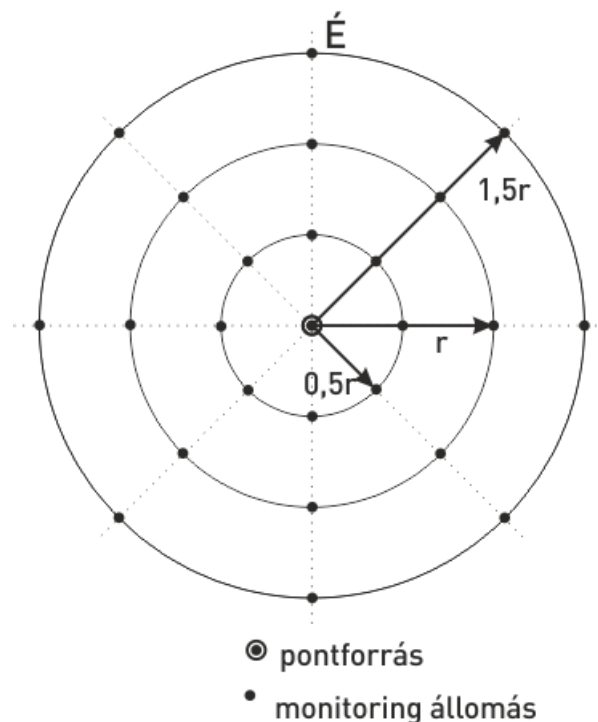
1. táblázat Települések légszennyezettségét mérő monitoring rendszer a WHO ajánlásában

Állomás jele	I. típus	II. típus	III. típus	A városrész jellemzői
1	Belváros			Forgalmas üzleti és lakónegyed a város központi részén.
2	Lakóterület			Városközponttól távolabb, korszerű lakótelep, közvetlenül nem szennyezett.
3	Közlekedési vagy iparterület			Iparral szomszédos, vagy attól veszélyeztetett, szennyezett lakóterület.
4		Lakóterület		2. től távol eső, sűrű beépítésű, 2-nél szennyezettebb lakóterület.
5		Közlekedési gócpont		Gépkocsi-közlekedés, vasúti pályaudvar által veszélyeztetett lakóterület.
6		Pihenőterület		Városi vagy város közeli tiszta levegőjű terület, kertváros, pihenőkörzet.
7			Belváros	Mint az 1. mérőállomás
8			Lakóterület	Mint a 2. mérőállomás
9			Közlekedési gócpont	Mint a 3. mérőállomás
10			Ipari terület	Mint a 4. mérőállomás
11			Kontrol hely	Mint az 5. vagy 3. mérőállomás
12			Jellemző hely	Lazán beépített, családi házas terület

Forrás: Baróti 2000 nyomán

A diffúz kibocsátók nagy felületen, előre nehezen kiszámítható mennyiségben és minőségben bocsátanak ki szennyezőanyagot. Ilyen diffúz kibocsátók lehetnek a közlekedési pályák, amelyek mentén szükségessé válhat monitoring rendszer kiépítése. Az állomásokat (mintavevőket) azon a pályahosszon telepítjük, amelyet megfigyelni szükséges. Mintavételi helynek szennyezés szempontjából jellemző helyeket jelölünk ki (pl. közutak esetében gyorsítási, leállási szakaszokon, emelkedőknél, csomópontokban stb.) Fontos elhelyezési szempont lehet az úttól mért távolság, ugyanis egyes anyagok jelentős távolságra eljuthatnak, míg mások néhány 10 méteren belül maradnak.

Pontforrások esetében az lehet a monitoring célja, hogy megállapítsuk a szennyezés terjedését (irányát és távolságát) és a szennyezőanyag koncentrációját. Ha a terepalakulatok és a kibocsátón kívüli egyéb építmények lehetővé teszik, akkor ehhez egy szabályos elrendezésű mintavételi hálózatot szokás létrehozni (36. ábra). A monitoring eszközöket a pontforrás köré írt koncentrikus körök (legalább 3 kör) mentén a négy égtáj vagy további négy mellékégtáj irányában helyezük el. A körök sugarát a füstfáklya leérkezésének a pontforrástól mért távolsága adja meg. A középső kör sugara ezzel megegyezik (itt várható a legnagyobb koncentráció). A belső kör sugara ennek fele, míg a külső ennek 1,5-szerese.



36. ábra Pontforrás által kibocsátott légszennyezés vizsgálati állomásainak elhelyezése

4.3 Légszennyezés és levegőminőség monitorozása és információs rendszere

A levegő minőségének vizsgálata hazánkban a harmincas években kezdődött a Székesfővárosi Közegészségügyi és Bakteriológiai Intézetben, amely munka az Országos Környezetegészségügyi Intézetben folytatódott. Habár az ötvenes években egyes iparterületek környezetében rendkívül szennyezett volt a levegő, a környezet védelmének fogalma állami szinten nem alakult ki, mérőrendszer gondolata nem került felszínre. Az első szisztematikus városlevegő vizsgálatot kutatási céllal 1954-ben végezték az erősen szennyezett levegőjű bányavárosban, Tatabányán. Ezt követően további városokban készültek ilyen felmérések, amelyhez műszereket is fejlesztettek.

Ebben az időben csak Angliában üzemelt levegőmonitoring rendszer. Magyarországon 1974-re épült ki és kezdte meg működését a Regionális Immisszió-vizsgáló Állomások (RIV) hálózata (26 településen 428 mérőpont), amelyet a Közegészségügyi és Járványügyi Állomásokra

(KÖJÁL – az ÁNTSZ³⁸ előd szervezete) bíztak. A rendszert 2001-óta a környezetügyért felelős minisztérium működteti. A közel 20 éves működés után 1993-tól egy új, automatikus működésű on-line rendszer is kezdett kiépülni.

Mára hazánkban alulról korlátos szabályozási rendszer alakult ki, ami azt jelenti, hogy a mérési pontok minimális számát jogszabály írja elő.

Az Európai Unióval összhangban hazánkban is légszennyezettségi zónákat alkalmaznak a monitorozás intenzitásának a megállapítására. A zóna kialakításánál részint a lakosság számát és a népsűrűséget, részint a szennyező anyagok koncentrációjának a mértékét veszik figyelembe. A légszennyezettségi agglomeráció olyan zóna, ahol magas a lakosok száma (250 000 fő felett) vagy nagy a népsűrűség (500 fő/km²).

A szennyező anyagok koncentrációjára anyagcsoportonként különböző koncentráció értékek határozzák meg a zónába sorolást. Az egyes zónákon belül a légszennyező anyag típusa és azok koncentrációjának mértéke szabja meg a mintavételi pontok minimális számát. A mintavételi helyek minimális számának beállítására a szennyező forrás alakja (pont, diffúz) is befolyással bír. Külön norma vonatkozik az emberi egészséget és a növények védelmét szolgáló mintavételi pontok számának megállapítására.

A légszennyezettség vizsgálata alól egyes területek mentesülnek, pl. lakatlan elzárt területek, a munkaegészségügy alá tartozó területek (pl. üzem), közutak forgalmi, vagy forgalommal közrefogott része.

A mért helyszín légszennyezettségi reprezentativitását a mérési pont elhelyezésével lehet biztosítani, ezért el kell kerülni olyan helyszínt, ahol valamilyen ok (terepalakulat, épület) a levegő keveredését gátolja. Irányelv, hogy közlekedési vonalaknál úgy jelöljék ki a helyszínt, hogy az legalább 100 m hosszúságú útszakasz légszennyezettségét jellemezze, ipari helyszíneknél ez a minimum egy 250 m oldalhosszúságú négyzet. Települések légszennyezettségének jellemzésénél több négyzetkilométerre reprezentáns helyszínt kell úgy kijelölni, hogy azt egyetlen szennyező forrás kibocsátása se dominálja. Az elhelyezésnél az uralkodó széljárásra is tekintettel kell lenni.

Magyarországon legalább egy olyan vizsgálati helyszínt is ki kell jelölni, amellyel az ország alapterheltsége (háttérszint) mutatható ki. Ehhez olyan helyszínt kell kijelölni, aminek légszennyezettségére nincs közvetlen befolyással agglomeráció, ipari, közlekedési pálya kibocsátása stb.

A kiválasztott helyszínen a műszerek érzékelőjét, vagy bemeneti nyílását (továbbiakban érzékelő) annál magasabb helyre kell elhelyezni, minél nagyobb területű reprezentativitást várunk el. Általában légzési zónában (1,5 – 4,0 m max. 8 m) szokás elhelyezni. Az érzékelő körül legalább 270 fokban a levegő áramlását, keveredését nem zavarhatja semmi. Az érzékelő nem lehet a forrás közvetlen közelében. Utak menti méréseknél az érzékelőt az út szélétől legalább 25 m-re kell elhelyezni.

³⁸ Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat

A növényzet, illetve az ökológiai rendszerek védelmére létesített mérési pontoknál követendő szabály, hogy agglomerációtól legalább 20 km-re, egyéb kibocsátóktól (autópálya, ipartelep stb.) legalább 5 km-re kell elhelyezni úgy, hogy annak értékei legalább 1000 km²-t reprezentáljanak.

Összhangban az uniós követelményekkel az ózon és az ózon „előanyagai” (nitrogén-oxidok és VOC) koncentráció mérésére szolgáló mérési pontok elhelyezésére további követelmények is vonatkoznak. Ezek az elhelyezési követelmények függenek a terület népességének számától és a zóna típusától. Ugyancsak léteznek külön előírások az arzén, kadmium, nikkel és benz(a)pirén koncentráció mérésére.

Ma hazánkban két levegőminőség monitorozó rendszer működik egymással összehangoltan: a manuális és az automata rendszerű.

A manuális hálózat az 1974-ben indult RIV-hálózat (lásd fent) egységeiből áll, többsége az eredeti mérési helyen üzemel. Az állomásokon telepített mérő-, vagy mintavevő eszközöket találunk, off line rendszerben. Ami azt jelenti, hogy az eszköz automatikusan működik, de a kiértékelés a gyűjtő edények időszakos begyűjtése után laboratóriumban történik. Az állomáson a mintavétel 24 óránként szakaszoltan, automatikus csatornaváltással, gyakorlatilag folyamatosan történik. A folyamatosságot az teszi lehetővé, hogy a készülék 8 csatornás (a hét minden napjára egy, azaz összesen 7 csatorna + 1 a minták összegyűjtésének napjára). Ez által az adatok egy nap átlagos légszennyezettségéről szolgáltatnak eredményeket. A kezelőszemélyzet hetente gyűjti össze a mintákat, kivéve az ülepedő por mintákat, amit havonta.

A mérőhelyek kiválasztásánál eredetileg a WHO által ajánlott Egységes imisszió-mérő Állomásrendszert alkalmazták. A megváltozott szabályozás következtében ez a rendszer – bár számos állomás a helyén maradt – jelentősen átalakult. Az ország területén jelenleg (2014) mintegy 140 mérőhely van, de ebből csak 90 helyen történik mintavételezés.

Hazánkban mintegy fél tucat helyen háttérszennyezettséget mérő állomást üzemeltetnek annak érdekében, hogy ismert legyen a nagyterületekről a légtérbe áramló légszennyező anyagok koncentrációja.

A manuális (RIV) mérőhálózat arra alkalmas rendszer, hogy segítségével egy-egy megfigyelt térségben a levegőkörnyezet állapotváltozása dokumentálható, a levegőminőségi trend nyomon követhető. Arra viszont alkalmatlan, hogy a levegőminőség gyors változását, egy szennyezőanyag akár néhány óra alatti feldúsulását kimutassa, ezért ezzel a hálózattal nem lehet eleget tenni annak a szabályozásnak, hogy egészségre káros koncentráció esetén a lakosságot figyelmeztessék, vagy riasszák. Az automatikus hálózat azonban erre alkalmas.

Az automatikus hálózat állomásainak száma kerekítve hatvan. Minden állomáson mérik a nitrogén-oxidok (NO, NO₂, NO_x), csaknem minden állomáson a kéndioxid (SO₂), az ózon (O₃), a szénmonoxid (CO) koncentrációját és a PM₁₀ szálló port, minden hatodik állomáson a PM_{2,5}-öt és négyen a PM₁-et. Az állomások felén mérik a BTEX (benzol, toluol, etilbenzol és xilol), néhány állomáson az illékony szerves vegyületek (VOC) és a kénhidrogén (H₂S) koncentrációt.

Az automatikus hálózat alkalmas arra, hogy amennyiben a jogszabályban³⁹ előírt anyagok (NO₂, H₂S, CO, O₃) koncentrációja három, a PM₁₀ esetében két egymást követő napon a tájékoztatási küszöbértéket meghaladják, akkor a lakosságot tájékoztatni, illetve ha a riasztási küszöbértéket tartósan túllépi a mért koncentrációk, akkor riasztani kell (részletesen lásd 2. táblázat).

2. táblázat Légszennyezettségi tájékoztatási és riasztási küszöbértékek

Légszennyező anyag	Átlagolási időszak	Tájékoztatási küszöbérték	Riasztási küszöbérték	
		három egymást követő órában	vagy 72 órán túl meghaladott	
		µg/m ³		
Kén-dioxid	1 óra	400	500	400
Nitrogén-dioxid		350	400	350
Szén-monoxid		20 000	30 000	20 000
Ózon		180	240	180
		Két egymást követő napon és a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható		
Szálló por	24 óra	75	100	

Mintavétel és analízis a RIV-hálózat állomásain

A mintavétel – általában – meghatározza az analízist és vizsont, vagyis a két lépés rendszerint egymástól nem választható el. A levegő mintavételezésénél a mérési pontosság és gazdaságosság is összefügg. Rendszerint a nagy pontosságú, vagyis kis koncentrációt szűk hibahatárral mérő eszközök drágák. Mivel a RIV-hálózat 24 órás gázelemzést igényel, ezért olcsóbb, elődúsított mintát mérő eszközökkel szerelhetők fel az állomások. A RIV-hálózatnál a kén-dioxid és a nitrogén-dioxid esetében a levegőt 24 órán keresztül egyenletes teljesítménnyel szívja keresztül a levegőt a reagensen egy szivattyú, amelynek térfogatáramát rendszeresen ellenőrzik. A térfogatáram pontossága a koncentrációdúsítás és azon keresztül a vizsgált légszennyező koncentrációjának pontos mérése szempontjából lényeges.

A légszennyező anyag mintavételezése történhet fizikai szorpció vagy kemoszorpció elven. Fizikai szorpció esetén az adszorbens rendszerint aktív szén, amelynek granulátumával töltik meg a mintavevő csövet. Kemoszorpciónál a mérendő szennyező anyagra specifikus anyagot alkalmaznak reagensként. Az alkalmazott analízis eljárás a fotometria.

³⁹ 4/2011 (I. 14.) VM rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről

Országos Légszennyezettségi MÉRŐHÁLÓZAT (OLM)

A levegőtisztaság-védelem fő célkitűzése az egészséges környezet érdekében a jó levegőminőség biztosítása, az emberi egészséget és a természetes környezetet veszélyeztető légszennyezettség kialakulásának megelőzése a jogszabályokban előírt levegővédelmi követelmények betartásával.

A levegőtisztaság-védelemmel kapcsolatos alapvető feladat- és hatásköröket a levegő védelmével kapcsolatos egyes szabályokról szóló 21/2001. (II.14.) kormányrendelet szabályozza. Eszerint az ország légszennyezettségét az Országos Légszennyezettségi MÉRŐHÁLÓZAT (OLM) segítségével rendszeresen vizsgálni és értékelni kell. A kormányrendelet rögzíti, hogy a mérőhálózat telepítése és fenntartása állami feladat, üzemeltetéséért 2010 óta a Vidékfejlesztési Minisztérium, mint a környezetvédelemért felelős tárca felel. A tényleges kezelői feladatokat a területi szervei, a környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőségek látják el. A szakmai és minőségirányítási koordinációs feladatokat a minisztérium irányítása mellett a Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ (LRK) végzi, az Országos Meteorológiai Szolgálat keretében. Az OLM adatainak gyűjtését, végleges érvényesítését, feldolgozását és értékelését, a hazai és nemzetközi adatszolgáltatást, valamint a közönségtájékoztatást az Országos Légszennyezettségi Adatközpont (OLA) végzi.

Magyarország területét a levegőszennyezettség alapján 9 zónába sorolták be, a 10. zóna az ország egyéb területeit tartalmazza, a 11. „zóna” pedig a kiemelt városokat jelenti. A mérőpontok és mérőállomások elhelyezkedésének meghatározásakor figyelembe veszik a lakosságszámot, a levegőszennyezettséget és a terjedési viszonyokat, továbbá a telepíteni kívánt állomás típusát. A mérőhálózatot képező mérőállomások és mérőpontok elhelyezésének rendszeres felülvizsgálata a mindenkori szennyezettségi zónák és agglomeráció figyelembevételével történik. A 17/2001 KöM rendelet⁴⁰ és a COM (2005) 447 Európai Parlament és Tanács irányelve⁴¹ a területtípusok között városi, külvárosi és vidéki területet különböztet meg, míg a mérőállomás lehet háttér, ipari vagy közlekedési. Háttér mérőállomások esetén a mérés vidéki területen az agglomerációtól több mint 20 km-re, vagy pedig egyéb beépített területektől, ipari telephelyektől, illetve autópályáktól több mint 5 km-re helyezkedik el. Városi terület esetében az állomást oda kell telepíteni, ahol 1 km²-en belül uralkodó emissziós pont- és vonalforrás közvetlen hatásának nincs kitéve. A reprezentativitási terület vidékesetén 1000 km² feletti, városi területnél több km². Ipari mérőállomásoknál az állomás a kibocsátó forrásokból származó legnagyobb koncentrációnak van kitéve. A reprezentativitási terület mérete legalább 62500 m². A közlekedési állomás úgy helyezkedik el, hogy a közlekedésből származó legnagyobb koncentrációnak legyenek kitéve, a reprezentativitási területe pedig 200 m² felett legyen.

A mérőállomáson tárolásra kerülő átlagok közül – az adatgyűjtő típusától függően – negyedórás, félórás illetve órás értékek kerülnek továbbításra az országos adatközpontba (LRK), onnan pedig az Internetre. Ezek nyers adatok, amelyek még nem estek át ellenőrzésen.

⁴⁰ 17/2001. (VIII. 3.) KöM rendelet a légszennyezettség és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról

⁴¹ COM (2005) 447 AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE a környezeti levegő minőségéről és a Tiszta levegőt Európának elnevezésű programról

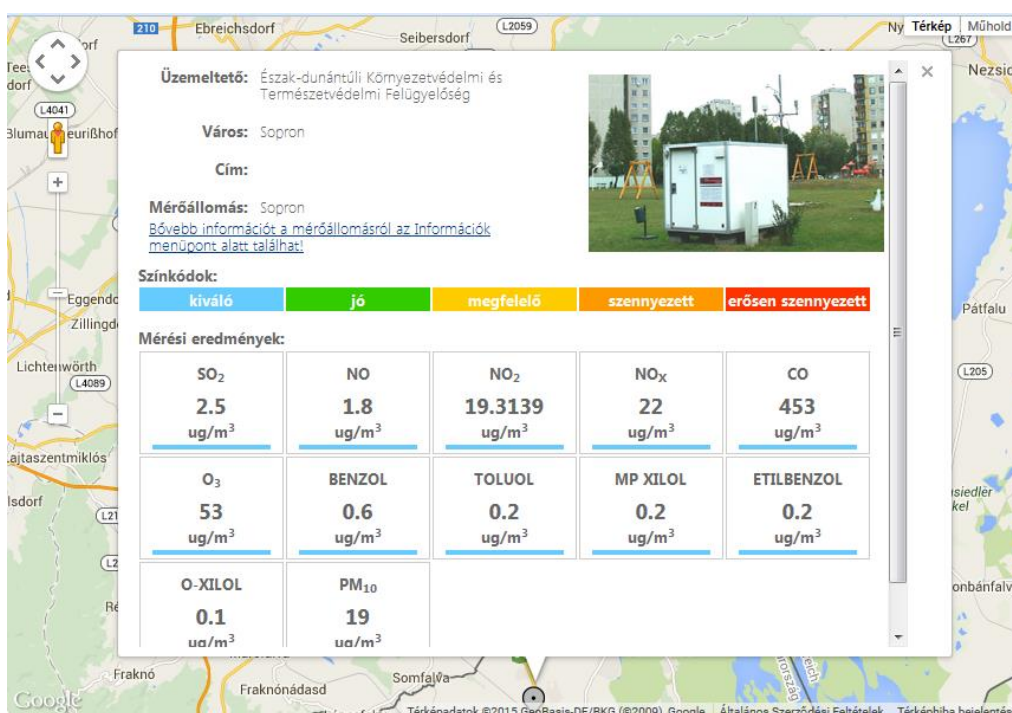
Az adatok érvényesítése csak később történik meg. Adatkimaradás észlelése esetén ellenőrizni kell a kommunikációt és megszüntetni az adathiány okát. Az adatok előzetes érvényesítését a felügyelőségek és az OMSZ végzik. Az OLM honlapján az on-line adatok mellett ezért az alábbi megjegyzés szerepel: "a 90 napnál nem régebbi adatok tájékoztató jellegűek". Ez annyit jelent, hogy a kétszintű validálás befejezése után a tájékoztató adatok változhatnak. A megfelelő adatminőség érdekében akkreditált laboratóriumok dolgoznak a mérőhálózatban. Az adatok összehasonlíthatósága érdekében a mérések az EU irányelvben meghatározott referencia módszerek szerint folynak (Országos Légszennyezettségi Mérés Hálózat 2007).

A mérőhálózat automata (on-line) és manuális (RIV) hálózatból épül fel. Az automatikus mérőállomások gáz- és szilárd halmazállapotú szennyezőket-, valamint az értékeléshez szükséges meteorológiai paramétereket (szélsebesség, szélirány, hőmérséklet, légnedvesség) mérnek.

Az automatikus mérőállomások vizsgálatait a következő légszennyezőkre terjednek ki:

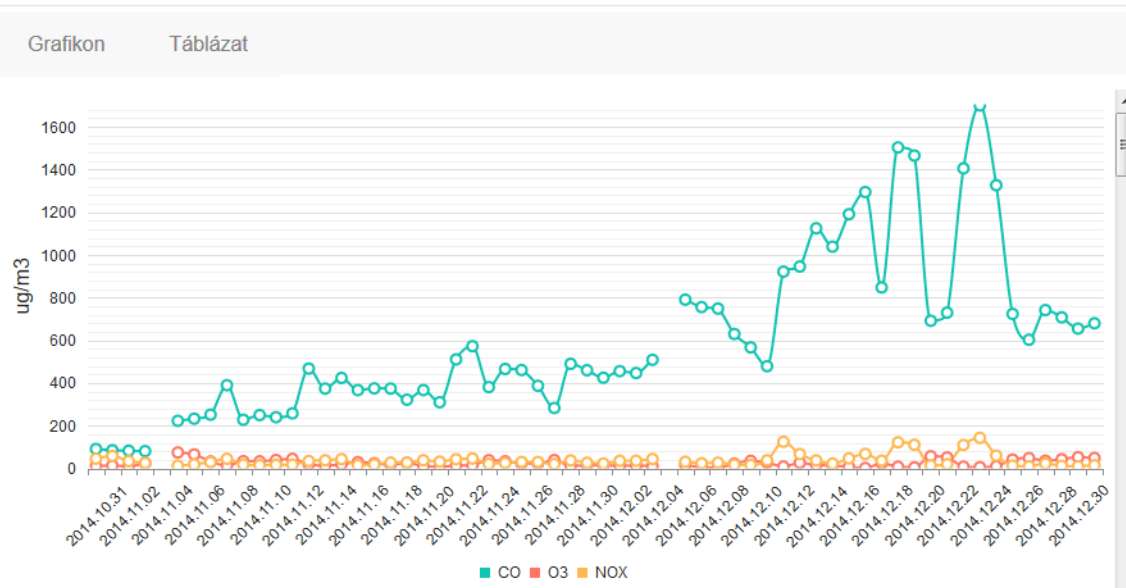
- nitrogén-dioxid (NO₂), szén-monoxid (CO), kén-dioxid (SO₂) és ózon (O₃) komponensek vizsgálata
- szálló por (PM₁₀, PM_{2,5}) meghatározása
- BTEX (benzol, toluol, etil-benzol és xilol) és VOC (illékony szerves vegyületek) mérése.

Az automatikus hálózat a napi eloszlások megfigyelésére, a levegő minősítésére alkalmas (37. ábra). A mért koncentrációk az OLM honlapján grafikonon megjeleníthetők (38. ábra) illetve egy évre visszamenőleg letölthetők napi vagy órás időalapban. Lehetőség van a letöltési formátum kiválasztására, így az adatokhoz egyszerű táblázatos vagy html, illetve regisztráció után pdf, csv vagy excel formátumban juthatunk hozzá.



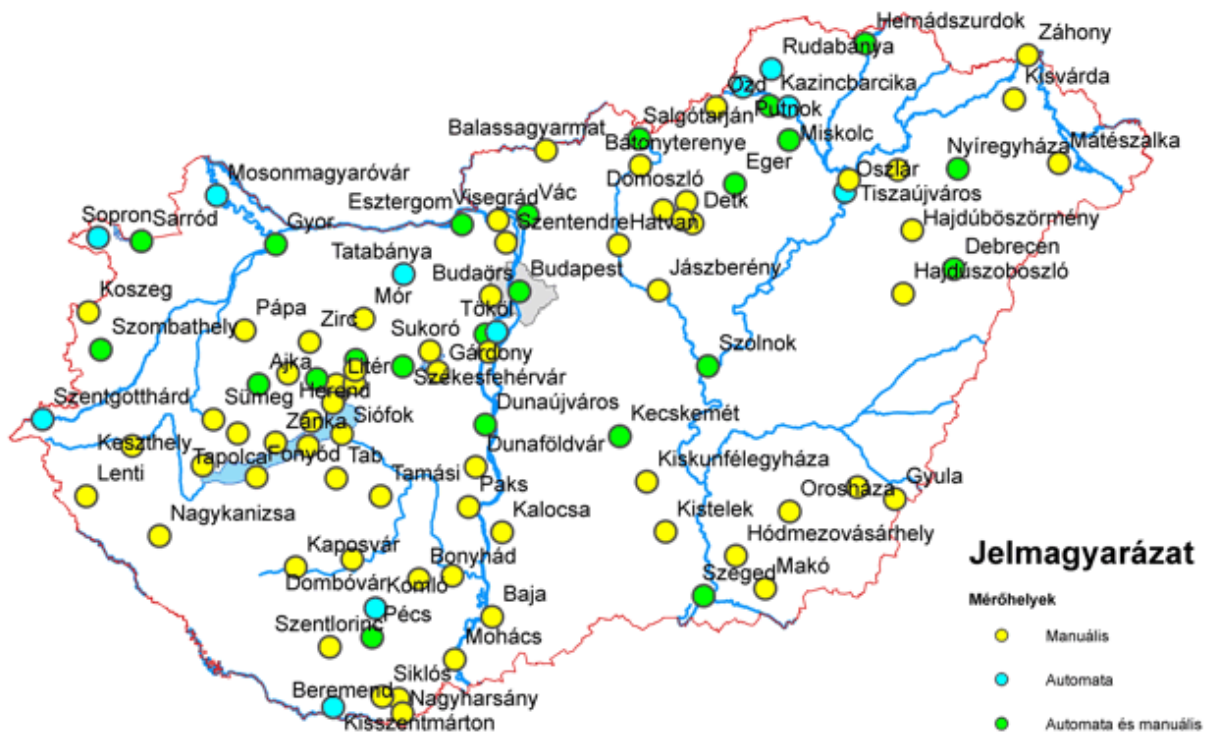
37. ábra Automata mérőállomás mérési eredményeinek megjelenítés az OLM honlapján

Riport eredménye



38. ábra Automata mérőállomás mérési eredményeinek megjelenítés grafikonon az OLM honlapján

A hálózat 38 település adatait vizsgálja. A települések a 39. ábra térképén láthatóak. Az automatikus mérőhálózat keretében működő mérőállomások száma 60, amiből 55 állandó helyre telepített, 5 pedig mobil állomás. Budapesten 11 fix helyre telepített automatikus mérőállomás működik a kötelezően előírt 6 helyett.



39. ábra Automata és manuális mérőállomással rendelkező települések (OLM)

A manuális mérőhálózat a települések környezeti levegőszennyezettségének jellemzésére, állapotának értékelésére, az éves trendek elkészítésére, valamint a nagy szennyezőanyag kibocsátású források hatásainak elemzésére alkalmas. A mért eredmények összefoglaló excel-táblázatok elérhetőek az OLM honlapján. Az adatokat letölthetők havi kimutatásban, fűtési és nem fűtési évre, illetve teljes évre vonatkozóan. A mérőhálózat a következő légszennyező komponensek vizsgálatát végzi:

- SO₂ és NO₂ komponensek mintavétele (folyamatos 24 órás) és analitikai vizsgálata
- ülepedő por mintavétele (folyamatosan havi) és gravimetriás meghatározása
- szállópor mintavétele, gravimetriás meghatározása, valamint a mintából (ahol lehet PM₁₀ mintából) nehézfémek (pl. ólom és kadmium) meghatározása.

A mérőhálózat 130 település adatait követi nyomon, amelyeket szintén a 39. ábra mutat. A mérőpontok közül 16 határoz meg kéndioxid, 148 nitrogén-dioxid és 21 szállópor koncentrációt.

Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat automatikus és manuális mérőállomásainak teljes listáját az 1. és 2. melléklet tartalmazza.

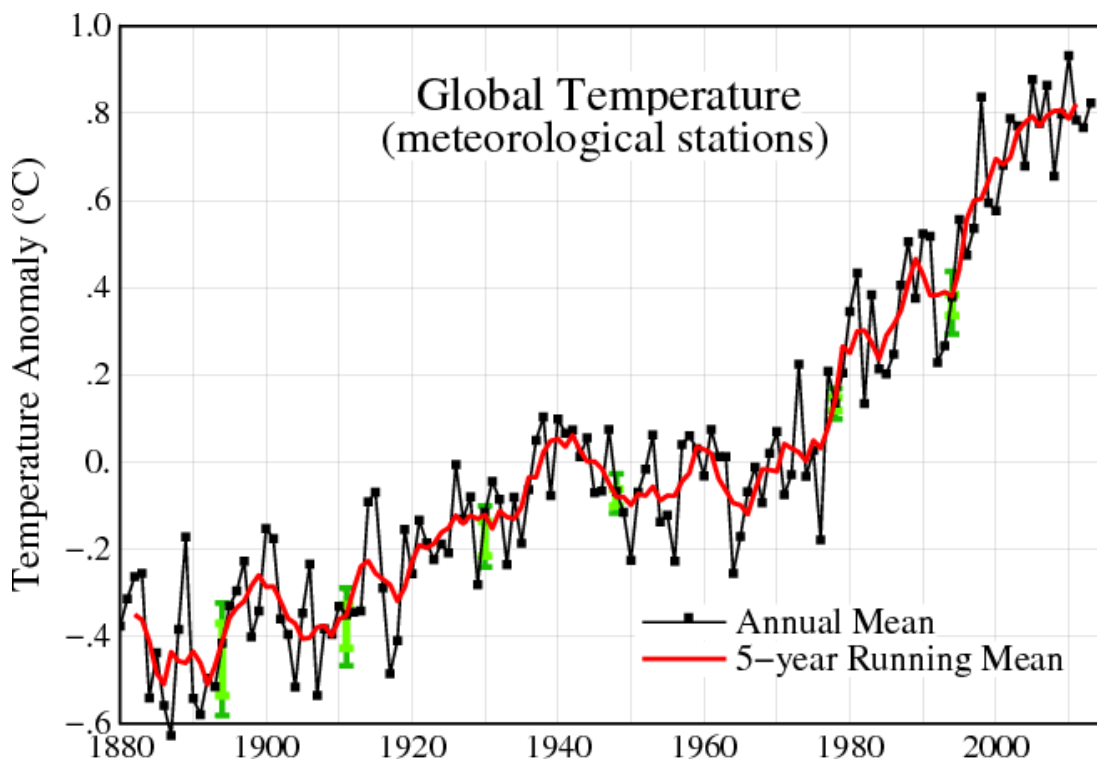
Üvegházhatású gázok monitoringja

Az 1900-as évek második évtizedétől kezdődően a Föld átlaghőmérséklete két ütemben ugyan, de összességében folyamatosan emelkedik (40. ábra). Ez különösen az elmúlt harminc évben tapasztalható. A kiváltó okokról élénk vita folyt, illetve folyik napjainkban is, azonban a nyolcvanas évek közepétől az az álláspont erősödött meg, hogy a fő ok az ún. üvegházhatású gázok egyre magasabb koncentrációja a légkörben. Például a szén-dioxid koncentrációja 50 év alatt 315 ppm-ről 395 ppm-re nőtt.

A jelenség közel két évszázada ismert. A Napból érkező hullámhosszúságú fény számára a légkör gyakorlatilag átlátszó, viszonylag kis veszteséggel érkezik a Föld felszínére, amelyet felmelegít. Ez az energia infravörös tartományba eső sugárzás formájában léphet ki a légkörből, azonban a légkör természetes összetevő gázai és légszennyező anyagai különböző mértékben visszaverik ezeket a sugarakat, ezért a hó „csapdába esve” emeli a Föld felszínének hőmérsékletét. Az üvegházhatást okozó legfontosabb természetes és emberi tevékenység során légkörbe jutott gázok a következők: vízpára, szén-dioxid (CO₂), metán (CH₄), dinitrogén-oxid (N₂O), fluorozott szénhidrogének (HFC-k), perfluorkarbonok (PFC-k), kén-hexafluorid (SF₆) és nitrogén-trifluorid (NF₃). Az üvegházhatás, vagyis a hó visszatartás anyagspecifikus tulajdonság. Függ az anyag kémiai szerkezetétől és a légkörben tartózkodás időtartamától. Ennek mérésére vezették be az éghajlat-módosító potenciál (GWP⁴²) fogalmát. A gyakorlati élet számára az egyes ÜHG-gázok éghajlat-módosító potenciálját szén-dioxid egyenértékben fejezik ki. Jelölése: CO_{2(e)}. Így például a metán 1 tonnája 25 tonna CO₂ éghajlat módosító potenciállal bír.

⁴²Global Warming Potential

Az 1992-ben Rio de Janeiróban tartott Környezet és Fejlődés Világkonferenciáján megszületett az ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye, amelyben a felek (köztük Magyarország is) elismerték, hogy a felmelegedés kiváltói az üvegházhatású gázok és kötelezettséget vállaltak ezen gázok kibocsátásának mérséklésére. A keretegyezmény kiegészítő jegyzőkönyve a Kiotóban 1997-ben elfogadott ún. Kiotói jegyzőkönyv, amelyben az aláíró országok százalékban kifejezett mértékű csökkentést vállaltak bizonyos határidőig. A Jegyzőkönyv időhatálya hosszabbítás után 2020-ig terjed. A jegyzőkönyvet az Amerikai Egyesült Államok eddig (2014) nem ratifikálta.



40. ábra A Föld átlaghőmérsékletének eltérése az 1951-80. bázisidőszakhoz viszonyítva földi meteorológiai mérések alapján (web12)

Magyarország a vállalását az Európai Unió vállalásával összehangolja. A csökkentést nem közvetlen szabályozás által kívánják elérni, hanem egy új kibocsátás mérséklő módszer, a kibocsátás-kereskedelem útján. A kibocsátás-kereskedelem során az egyes országokra a vállalásuknak megfelelően egy adott évre meghatározzák a maximálisan kibocsátható anyagmennyiséget. Ezt a mennyiséget kibocsátási egységekre bontják, amely egységekkel a kibocsátók szabadon kereskedhetnek. Az üvegházhatású gáz kibocsátási egység (ÜHG-egység) az egy tonna szén-dioxid-egyenérték meghatározott időn belül történő kibocsátását lehetővé tevő forgalomképes vagyoni értékű jog. A szén-dioxid-egyenérték egy tonna szén-dioxid vagy azzal megegyező éghajlat-módosító potenciált megtestesítő mennyiségű üvegházhatású gáz.

Amennyiben a kibocsátási egység piacán hiány lép fel, vagyis több lenne az összes kibocsátás, mint amennyi lehetséges, akkor a növekvő kereslet miatt az egység ára emelkedik. A kibocsátónak mérlegelnie kell, hogy ilyen körülmények között is rentábilis-e a termelése, vagy inkább kibocsátás-mérséklő intézkedéseket vezet be. A kereskedelemnek két része van: kötelező és önkéntes kereskedelem. A kötelező kereskedelem során a kibocsátó az államtól kapja/vásárolja meg a kibocsátási egységet, a kvótát. Amennyiben azt nem használja fel, úgy a kvótával a kibocsátók egymás között is kereskedhetnek. A kötelező kereskedelem lényege, hogy a törvényi előírásnak megfelelően történjen a kibocsátás. A kibocsátási egység igazolja, hogy 1 tonna szén-dioxid vagy azzal egyenértékű egyéb üvegházhatású gáz nem került kibocsátásra vagy megkötésre került a légkörből.

A Kiotói jegyzőkönyv előirányzata szerint az EU-nak és benne hazánknak is évről-évre csökkenteni kell a kibocsátást. Mivel az előirányzatot technológiai fejlesztéssel és CO₂ elnyelők (pl. erdőtelepítés) létesítésével sem lehet teljesíteni, lehetővé vált a CO₂ geológiai képződményekben, tározókban történő tartamos tárolása⁴³ (CCS⁴⁴). A tározó (pl. felhagyott szénhidrogén lelőhely) üzemeltetőjének kell gondoskodni olyan monitoring rendszerről, amely pontos adatokat szolgáltat a tárolás biztonságáról (pl. elvándorlás, szivárgás) és lehetővé teszi az előzetes tervben felállított modell és a megvalósulás folyamatos összehasonlíthatóságát.

Az önkéntes piacot a kibocsátó akkor veszi igénybe, ha a törvényileg szabályozott kibocsátás-mérséklésen túli kötelezettséget vállal fel valamely piaci megfontolás miatt (pl. társadalmi felelősségvállalás (CSR⁴⁵)). Ebben az esetben a kibocsátási egységet karbonkreditnek nevezik. Mód van arra is, hogy a karbonkredittel is teljesítse kötelezettséget a kötelező piacon, vagyis az állam felé. A karbonkredittel bárki kereskedhet.

A karbonkereskedelem piacán elvben létrejön az az állapot, amikor a jobban szennyező (megvásárolva a kvótát a tisztábban termelőtől) annak fizet, aki kevesebb szennyezőanyagot bocsát ki.

A kibocsátás kereskedelem mellett továbbra is alapvető szerepet tölt be a törvényi szabályozás és az ellenőrzés. Magyarország az Európai Unió ide vonatkozó szabályait teljes mértékben átvezette a saját jogrendjébe, ezért az ellenőrzés olyan szervezetek végezhetik, amelyeket az EU bármely tagállamában akkreditáltak.

Hazánkban törvény⁴⁶ rendelkezik arról, hogy mely ÜHG-gázt kibocsátó tevékenységek kibocsátási engedélykötelesek. Ilyenek tevékenységcsoportok a következők (a felsorolás nem teljes): energiatermelés, fémek termelése, ásványanyagipar, papíripar egyes ágazatai, vegyipar egyes ágazatai, valamint a légi járatok üzemeltetése.

⁴³ A szén-dioxid geológiai tárolásáról szóló 145/2012. (VII. 3.) Korm. r.

⁴⁴ Carbon Capture and Storage

⁴⁵ Corporate social responsibility

⁴⁶ Az üvegházhatású gázok közösségi kereskedelmi rendszerében és az erőfeszítés-megosztási határozat végrehajtásában történő részvételről szóló 2012. évi CCXVII. tv.

A kibocsátás nyomon követését (monitorozását) az Európai Bizottság rendelete⁴⁷ szabályozza egységesen a tagállamokban. Ez alapján a kibocsátó minden ÜHG-gázt szén-dioxid egyenértéken kimutatni köteles. A kibocsátó választhat, hogy a kibocsátott mennyiséget számítással vagy méréssel határozza meg.

A számítás alapja a tevékenységi adat, amelyet mérőrendszerekkel állapítanak meg, továbbá a kiegészítő paraméterek, amelyek laboratóriumi elemzésekből származnak, vagy alapértelmezett értékek (technológiára szabványosított konstans értékek). A számítási módszer lehet ún. szabványos módszer, vagy anyagmérleg alapú módszer.

A szabványos módszer számításának sémája függ attól, hogy a kibocsátás anyag égetésből származik vagy technológiai jellegű.

Égetésből származó kibocsátáskor a számítás általános sémája:

$$\text{kibocsátás [tCO}_2\text{]} = \text{tevékenységi adat [TJ]} \times \text{kibocsátási tényező [tCO}_2\text{/TJ]}$$

Technológiai eredetű kibocsátás esetén a számítás sémája:

$$\text{kibocsátás [tCO}_2\text{]} = \text{tevékenységi adatok [t vagy ezer m}^3\text{]} \times \text{kibocsátási tényező [tCO}_2\text{/t vagy tCO}_2\text{/1000 m}^3\text{]} \times \text{konverziós tényező}$$

ahol [tCO₂] – tonna CO₂,

[TJ] – terajoule,

tevékenységi adat - nettó fűtőértéken alapuló elégetett anyag mennyisége terajoule-ban,

kibocsátási tényező - a bemenő anyag (alap- és segédanyag) széntartalmához viszonyított képződő szén-dioxid aránya,

konverziós tényező - a kémiai reakciók során képződött szén-dioxid mennyisége a folyamatba bevitt karbonátok szén-dioxid mennyiségéhez viszonyítva.

Az anyagmérleg alapú módszer:

$$\text{kibocsátás [tCO}_2\text{]} = \text{tevékenységi adat} \times \text{széntartalom} \times 3\,664 \text{ tCO}_2\text{/tC}$$

Mérésen alapuló kibocsátás meghatározást akkor lehet alkalmazni, ha kibocsátott szennyező dinitrogén-oxid (N₂O-) vagy akkor, ha a CO₂-t geológiai tárolásra átadják, illetve ha a kibocsátó bizonyítani tudja, hogy betart bizonyos szigorú előírásokat.

4.4 Pollen monitoring

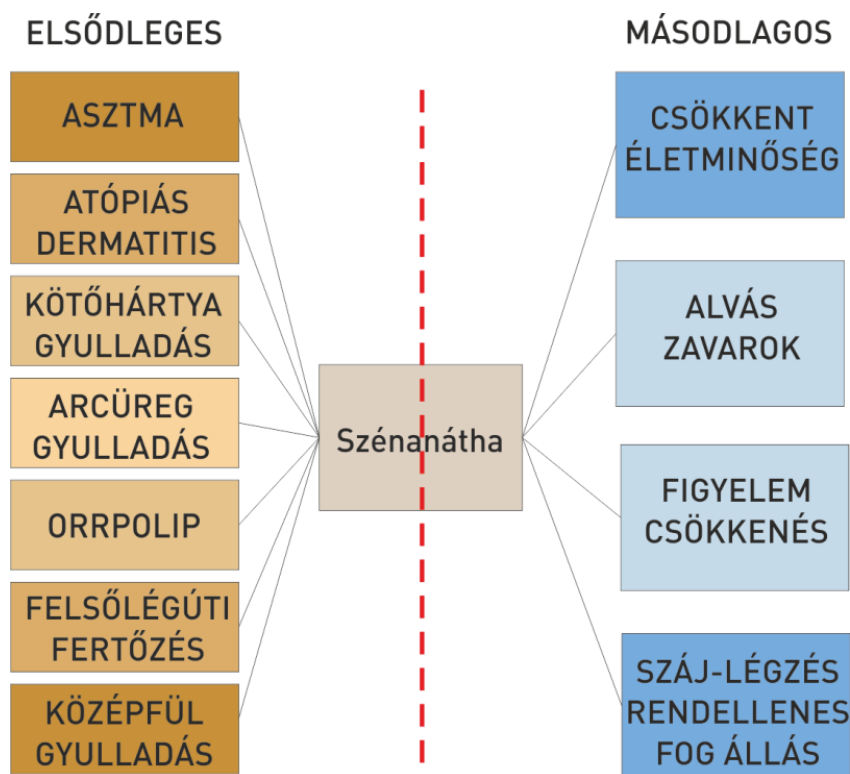
Az allergia az immunrendszer túlzott válasza egyébként ártalmatlan, ún. allergén anyagokra, amik lehetnek szervetlen és szerves vegyületek vagy kémiai elemek. Téves az az elterjedt nézet, hogy növényi vagy állati származású anyagrészcsek (pl. macskaszőr, atka, pollen stb.) okozzák az allergiát. A valóság az, hogy ezek csak forrásai, esetleg csak vektorai (szállítói) olyan vegyületeknek, amelyek a hibás, túlzott immunreakciót kiváltják. Köznapi fogalmazásban

⁴⁷ 601/2012/EU rendelet

természetesen beszélhetünk például atka- vagy pollenallergiáról, de tudni kell, nem ezek a közvetlen kiváltói az allergiának.

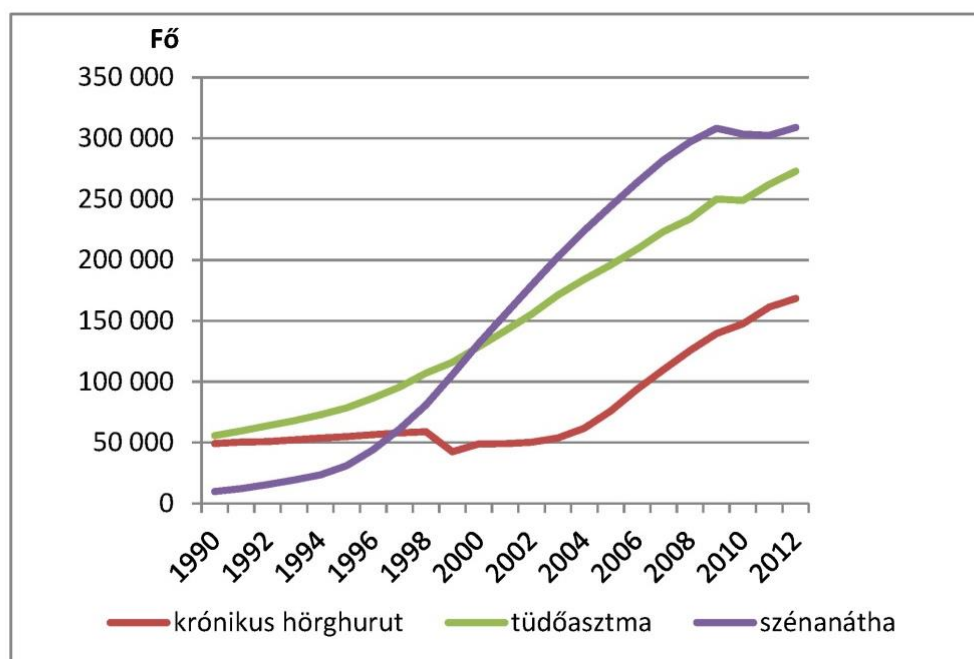
Az allergiás tünet az enyhe lefolyásútól a komoly egészségromlásig terjedhet, vagy akár halállal is járhat. Jelentkezhet az érintkezés után azonnal, vagy órákkal később. Az allergén anyagok a bélcsatornán, a tüdőn és légzőszervi járatokon vagy a bőrön keresztül kerülhetnek kapcsolatba a szervezettel. A tünetek nagymértékben függenek attól, hogy milyen szervben történik az allergiás reakció. Azok az allergének, melyek levegő által terjednek (mint például a pollen vagy az atkák) a légutak és a szem szaruhártyájának a gyulladását okozzák, a tüdőbe jutva köhögést, nehézlégzést vagy asztmás tüneteket is okozhatnak. Súlyosabb esetben az immunreakció az egész szervezetre kiterjed, általános kémiai elváltozásokat kiváltva sokkos reakcióhoz (anafilaxiás sokk) vezet.

Az egész világon drámai mértékben emelkedik az allergiás esetek száma, különösen a levegő által közvetített allergének következtében. A WHO becslése szerint a világ felnőtt népességének 10-30%-a, a gyermekek 40%-a szenved szénanáthától, 400 millió ember szénanáthától, 300 millió pedig asztmától szenved a világon. A szénanátha az asztma kialakulásának kockázati tényezője és összefüggés mutatható ki további betegségekkel (orrüreggyulladás, orrpolip, kötőhártya-gyulladás, középfülgyulladás, felső légúti megbetegedések, szájon át légzés és alvászavar). Ezen túl szignifikáns hatással van a beteg pszichológiai állapotára és társas viszonyaira, ezen keresztül a társadalomra és a gazdaságra (Pawankar 2011) (41. ábra). A leggyakoribb allergének a pollen, por, spóra és rovarok.



41. ábra A szénanátha betegség és közérzet károsító hatása. [Pawankar 2011 nyomán]

Magyarországon a szénanáthával összefüggésbe hozható tüdőbetegek száma az elmúlt húsz évben ugrásszerűen megnövekedett (42. ábra).



42. ábra A nyilvántartott nem tbc-ben szenvedő tüdőbetegek létszámának alakulása 1990-2012 között Magyarországon (KSH)

Mindezek tükrében egyértelmű, hogy olyan, környezeti okokra visszavezethető tünet együttesről van szó, amely egyre több emberre van hatással, rontja egészségüket, közérzetüket és ez áttételesen a társadalomra és a gazdaságra is egyre jelentősebb hatással bír. A hatások mérséklésének egyik eszköze a környezeti állapot változásának figyelése. Magyarországon ezért jött létre 1992-ben a pollen koncentrációt monitorozó rendszer.

4.5 A szag/bűz vizsgálata

Nagyon sok állat számára a szagérzet egy meghatározó orientációs eszköz. Némely fajnál nem csak kiegészíti a látást, de lét- vagy fajfenntartásának egyik fontos eleme. A civilizálódás miatt az ember szag alapján való tájékozódásának jelentősége csökkent, azonban a szagérzet máig jelentősen befolyásolja a hangulatot, az idegállapotot. A kellemetlen szag, a bűz nyugtalanságot, undort, hányingert, tartós hatás esetén egészségkárosodást is okozhat. Mivel az emberi tevékenység során számos olyan anyag keletkezik az iparban, a mezőgazdaságban, ami bűzt áraszt, ezért az ember környezetének védelme érdekében a bűz megállapításával, mérésével foglalkozni szükséges.

A hazai jogszabály⁴⁸ a bűzt a következőképpen határozza meg: „szaghatással járó légszennyező anyag vagy anyagok keveréke, amely összetevőivel egyértelműen nem jellemezhető, az adott környezetben környezetidegen, és az érintett terület rendeltetésszerű használatát zavarja”

⁴⁸ A levegő védelméről szóló 306/2010 (XII. 23.) Korm.rendelet

A bűz érzetét olyan szerves vagy szervetlen anyagok okozhatják, amelyek illó anyagokat bocsátanak ki. Ezek az illóanyagok az orr felső légúti szakaszán mintegy 3-4 cm² területű szaghám felületén feloldódva kerülnek a receptorokba. A feloldódáshoz zsírban oldódó tulajdonsággal kell rendelkeznie a szagérzetet kiváltó anyagnak. A különböző szagérzetet érzékelő receptorok száma mintegy 1000, az ember mégis mintegy 10000 szag megkülönböztetésére képes. A szagérzet erőssége és a szagérzetet kiváltó levegőben való koncentrációja között nincs feltétlen összefüggés. Vannak olyan kellemetlen szagú anyagok, amelyek igen nagy hígításban kellemes illat érzetét váltanak ki, de a fordítottja is igaz, pl. a kénhidrogén a halálos dózis körüli koncentrációban kellemes illatot áraszt, míg nagy hígításban záptojás szagú. Megfigyelhető az is, hogy egyes szagkeltő anyagok együttes jelenléte erősebb szagérzetet kelt, mint azok külön-külön. Mindebből levonhatjuk a következtetést: a szagérzet szubjektív jelenség. Azt is mondhatjuk, hogy egyénfüggő, ugyanis számos testi és lelki tényezőtől is függ. Ugyanazon dózis más hatással van a gyerekekre, idősekre, várandós anyákra, másként érzékeljük bizonyos ételek elfogyasztása után, feszült idegállapotban, változik a napi életritmussal stb.

Mivel megállapítható, hogy a szagérzet nem objektív jelenség, ezért hagyományos környezetvédelmi analitikai módszerrel a bűz egzakt megállapítását nem tudjuk elvégezni. Ennek főbb akadályai, hogy a bűzkeltő anyag levegőbeli koncentrációjának mértéke gyakran nem függ össze a szagérzet erősségével, továbbá, hogy a bűzkeltő anyagok már a műszerek méréshatárán kívüli koncentrációban is bűzérzetet kelthetnek és több bűzkeltő anyag együttes jelenléte befolyásolja a szagérzetet.

Ennek ellenére meg kellett találni azt a módszert, amellyel a bűzt és annak mértékét viszonylag objektívan meg lehet állapítani és erre alapozva jogilag szabályozni lehet a kibocsátást. Ennek módszere az olfaktometria, amit szabvány⁴⁹ határoz meg. Az olfaktometria érzékszervi vizsgálat, vagyis maga az ember határozza meg a szagkoncentrációt. Eredetileg a módszert orvosi felhasználásra találták ki (Hendrik Zwaardemaker 1888).

Mivel a szagérzet egyén függő, az olfaktometria első lépése a megfelelő személyek kiválasztása szagérzékenységük alapján. A szabvány meghatározza a referencia anyagként alkalmazott n-butanol koncentrációtartományát. Azok a személyek, akik az alsó határnál nagyobb hígítást érzékelnek, azok túl érzékenyek, akik pedig a felső határig nem érzékelik, azok túl érzéketlenek. A szagkoncentráció mértékétől függően megkülönböztetünk szagészlelési (éppen érezzük), szagazonosítási (felismerjük) és kellemetlenségi küszöböt.

Az olfaktométer egy olyan gázkeverő készülék, amellyel szabatosan be lehet állítani a mérendő gáz koncentrációját és a gázt a vizsgálatot végző személy arcmaszkon keresztül beszívhatja. Két féle olfaktometriai eljárás létezik: statikus és dinamikus. Előbbi esetében a bűz anyagot tartalmazó levegőmintát a megfelelő mértékben hígítják, és ezt vizsgáltatják. Dinamikus olfaktometria esetén a levegőkeverék bűzanyag koncentrációját folyamatosan növelik oly módon, hogy a semleges vivőgáz egyenletes sebességű áramához egyre nagyobb mértékben keverik a mintát. Ez utóbbi az elterjedtebb, a hazai szabvány is ezt az eljárást adja meg. A dinamikus olfaktometria azzal az előnnyel is jár, hogy a fokozatosan növekvő mennyiségű

⁴⁹ MSZ EN 13725:2003

bűzanyag kevésbé „fárasztja” ki az érzékszervet. Ismert jelenség, hogy tartamos hatás során az orr hozzászokik a szaghoz (szagadaptáció), a kísérleti személy már sem mennyiségileg sem minőségileg nem képes az egzakt érzékelésre vagy akár szagra érzéketlenné válik.

A kísérleti személyek, az orrok kiválasztásánál a szagérzékenységükön túl további feltételeknek is meg kell felelniük:

- legyenek legalább 16 évesek;
- a mérés előtt fél órával és a mérés alatt dohányozni, étkezni vízen kívül inni nem szabad;
- kozmetikumokat nem használhatnak, tisztán kell megjelenni;
- a szagérzékenységet befolyásoló betegségekben (pl. nátha) nem szenvedhetnek;
- a bűzmérő laboratóriumban a mérés előtt negyed órát töltsenek, hogy hozzászokjanak szagtalan „háttérszagához”;
- a mérések során nem kommunikálhatnak egymással a mérési eredményekről stb.

A mérésben 8 személy vesz részt. A vizsgálat jellegétől függően velük több mérési sort kell elvégeztetni. A vizsgálat során a bűzanyag koncentrációját növelik (csökkentve a hígítógáz mennyiségét) addig, amíg a kísérleti személy a szag megjelenését egy nyomógomb útján jelzi.

A szagkoncentrációt szagegységben (Z) adjuk meg (SZE/m^3). Egy szagegység a szagingert okozó anyagnak az a legkisebb koncentrációja, az a szaganyag mennyiség, amely $1 m^3$ szagtalan levegőben még éppen, vagy már szagérzetet vált ki a vizsgálatot végző személyek 50%-ánál. Ez a minta szagészlelési küszöbe, ebből az értékből számoljuk ki a minta szagkoncentráció értékét.

A szagegység kiszámításának módja a következő:

$$Z = Z' * c_0, \text{ ahol}$$

Z – szagkoncentráció [SZE/m^3]

Z' – hígítási szám [1]

c_0 - a szagküszöbnél mért szagkoncentráció [1 SZE/ m^3].

A hígítási számot a következők szerint határozzuk meg.

$$Z' = \frac{\dot{V}_m + \dot{V}_h}{\dot{V}_m}, \text{ ahol}$$

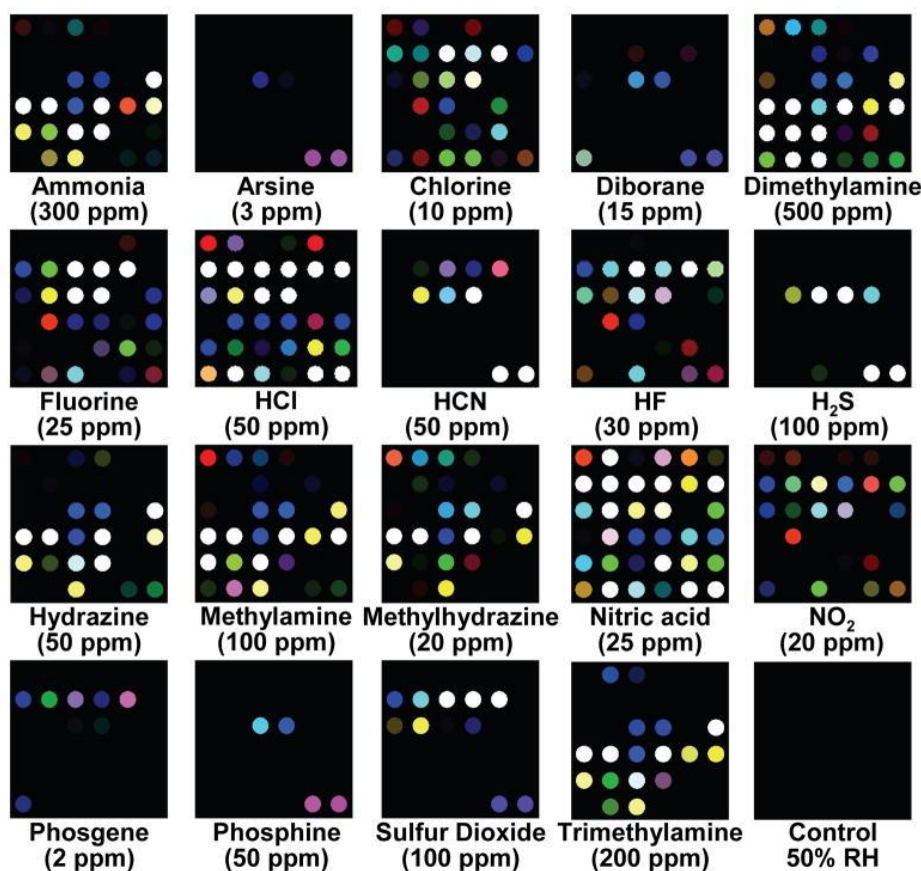
\dot{V}_m – a bűzös levegő térfogatárama [m^3/s],

\dot{V}_h – a hígítógáz (referenciagáz) térfogatárama [m^3/s],

Z' – hígítási szám [1].

Az olfaktrometria az emissziós szennyezőforrás mérésére alkalmas. A bűz megállapítása a környezetvédelmi hatóság feladata a kibocsátás mérséklése vagy megszüntetése érdekében. A bűz kibocsátással járó tevékenységek esetén a megelőzésen kívül rendelkezésre állnak különböző technikai megoldások és anyagok, amellyel jelentősen lehet csökkenteni a bűszennyezés mértékét (abszorpció, mosás, szűrés, kondenzáció, maszkírozás (szaganyag elfedése más illatanyaggal), biológiai módszerek stb.).

Imisszió esetén nem csak a kibocsátás mértéke, de az időjárási viszonyok is jelentősen befolyásolják a szag megállapításának körülményeit. Ilyenkor segítségül lehet hívni különböző érzékeny analitikai eljárásokat (gázkromatográfia, tömegspektrometria, illetve e két eljárás kombinációja a GC-MS), amellyel a szaghatást kiváltó anyag koncentrációját mérhetjük.



43. ábra Életveszélyes ipari gázok koncentrációjának hatására mutatott elszíneződési profilok 2 perces kitettséget követően [Sung et al. 2009]

Napjainkban léteznek már olyan eszközök is, amelyek egyes szagok azonosítására és a szagérzet beclésére képesek. Ezek azonban még mindig csak segédeszközök a szubjektív szagérzet megállapításhoz. Az egyik megoldás nanoporózus pigmenteket használ mátrix-szerű elrendezésben. A pigmentek a megfelelő gázokkal érintkezve elszíneződnek. Az elszíneződött pigmentfoltok mintázatából 2 percen belül megállapítható a veszélyes gáz jelenléte, koncentrációja (43. ábra). Az eszköz 19 toxikus gázt ismer fel, kisméretű (kb. 25 mm) és eldobható (Sung et al. 2009).

5. Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM)

5.1 Előzmények

Már az ókori kultúrákban is a termőföld szolgálta a megélhetés alapját, ezért jelentős értéket képviselt. Népek sorsa dőlt el a föld termőképességén, kultúrák virágoztak fel, vagy dőltek meg termékeny földterületek elfoglalásán vagy éppen az emberi tevékenység miatti termőképesség hanyatlás következtében. Napjainkban is kiemelt jelentőséggel bír, mint feltételesen megújuló, megújítható természeti erőforrás. Minőségének megőrzése, megőriztetése állami feladat, de a föld birtokosának, művelőjének is elemi érdeke.

Hazánk területének mintegy 85%-ának talaja művelésre, erdőgazdálkodási vagy mezőgazdasági hasznosításra alkalmas, amely arány európai viszonylatban igen magas. További előny még, hogy talajaink sok országénál kedvezőbb állapotúak.

A földművelő ember a minőség megítélésében igen nagy tapasztalatra tett szert, azonban már a XVIII. században felmerült az az igény, hogy a földterületeket és azok minőségét államilag tartsák nyilván (földkataszter). Hazánkban először II. Józsefnek volt ilyen irányú rendelete, amit azonban halála (1790) előtt eltörölt. A mai napig működő megvalósult földkataszter rendszer kiépítése 1876-ban kezdődött el. A talaj értékét több tényező alapján becsülték meg. Az ún. kataszteri tisztajövedelem a földterületen létrehozott tartamos jövedelem mínusz a ráfordítás költsége. Az értéket kezdetben a búza árához viszonyítva adták meg, később a kor értékálló pénzneméhez, az aranykoronához viszonyították (Farsang 2011). Tekintettel arra, hogy bár közvetetten, de az aranykoronában a talaj termőképességének minősége kifejezésre jut, mondhatjuk, hogy hazánkban közel 140 éve követhető a talaj minőségének a változása.

Az aranykorona talajminősítési rendszer a maga korában korszerű volt, azonban a talajtani tudományok előre haladtával felvetődött egy, a genetikai talajtípusokra épülő rendszer kialakításának gondolata, amely a talaj termőképességének fizikai-kémiai tulajdonságait (talajértékszám) és a termékenységi potenciál érvényre jutását lehetővé tevő tényezőket (éghajlat, domborzat, vízviszonyok) figyelembevevő termőhelyi értékszámmal jellemzi a talajokat. A termőhelyi értékszám végeredményben a talaj ökológiai állapotának jellemzésére alkalmas viszonyszám, de nem tükrözi a talajok gazdasági értékét. Ezt az ún. 100-pontos értékelési rendszert az aranykorona helyébe kívánták léptetni, a munka az 1980-as években elindult, de hibás döntések után az évtized végén leállt. (Fülek 2011)

Környezetvédelmi szempontból a talaj minőségének megőrzése alatt azt értjük, hogy a talaj megtartja a termőképességét (kémiai, fizikai és biológiai állapotát) és élőhely fenntartó képességét.

A talajminőség nem statikus állapot, a talajok a talajfejlődési folyamatok révén hosszú idő alatt alakultak, alakulnak ki. A környezet védelemnek az a célja, hogy bolygónk ökológiai állapotát az egészséges életre alkalmas állapotban fenntartsa, ami az élőhelyek számtalan formáját biztosító termőtalaj jó minősége nélkül nem lehetséges. Vagyis a talaj védelmének az a célja,

hogy a talaj termőképességének csökkenését előidéző emberi tevékenységet mérsékelje, vagy visszafótolja a termőerőt, mérsékelje a talajpusztulást és az élővilágot mérgező anyagok talajba jutását, illetve, amennyiben ez megtörtént, akkor az okozott kárt felszámolja.

A talajok minőségének megórzése, vagyis talajvédelem csak akkor valósítható meg, ha azok állapotáról és állapotának változásáról alapos ismeretek állnak rendelkezésre. Ezt szolgálja a talaj monitorozása. Hazánkban a Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszer működik.

5.2 Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer

A hosszú évtizedes talajtérképezésnek és talajvizsgálatoknak köszönhetően Magyarország olyan talajtani információbázissal rendelkezik, amely az európai országok között egyedülálló (Várallyay 1989, Várallyay et al. 2009). Az elmúlt két évtizedben a térképi alapú talajtani információk jelentős része került digitális feldolgozásra, beépült különböző térbeli talajinformációs rendszerekbe (Pásztor et al. 2005), és létrejött egy online digitális rendszer (Tóth et al. 2009).

A talajok minőségi állapotának országos mérését, megfigyelését, a változások figyelemmel kísérését, értékelését, valamint az adatok nyilvántartását a termőföldről szóló 1994. évi LV. törvény⁵⁰ írja elő. A TIM fenntartása és üzemeltetése kizárólagosan állami feladat, működése kiterjed az ország egész területére, művelési ágak, tulajdonjog és egyéb szempontok szerinti korlátozások nélkül. A racionális agrár-környezetgazdálkodás nélkülözhetetlen alapja, hazai talajok környezeti állapotfelmérésének szerves része ezen kívül pedig nemzetközi kötelezettségek is előírják hazánk számára (Várallyay 1994, Dobos et al. 2010). Felügyeletét a Vidékfejlesztési Minisztérium Növény- és Talajvédelmi Főosztálya gyakorolja, szakmai irányítását pedig az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete által koordinált szakértői bizottság látja el (Marth – Karkalik 2004). A TIM az Országos Környezetvédelmi Információs és Monitoring Rendszer első működő részeként valósult meg. A tényleges észlelés 1992-ben kezdődött meg.

A TIM célja az ország talajkészleteinek minőségében bekövetkező változások regisztrálása és a talajállapot változásainak időbeni nyomon követése a megfelelő szabályozás érdekében.

A szabályozás célja:

- állapotmegórzés azokon a területeken, ahol a talajállapot jelenleg megfelelő,
- állapotromlás megelőzése, vagy mérséklése azokon a területeken, ahol a talaj- állapot megfelelő ugyan, de természeti vagy antropogén veszély fenyegeti,
- állapotjavítás azokon a területeken, ahol a talajállapot most sem megfelelő.

⁵⁰ 1994. évi LV. törvény a termőföldről

A TIM adatait a Növény- és Talajvédelmi Központi Szolgálat (NTKSZ) és regionális talajvédelmi laboratóriumaiban keletkezett adatok alkotják. A TIM kialakítása során a talajkészleteinkre vonatkozó minden eddigi információt (leírást, adatot, térképet, modellt) felhasználtak. Ezek közül a következők a legfontosabbak:

- az ország egész területére elkészített 1:25.000 méretarányú Kreybig-féle átnézetes talajismereti térképek a harmincas évek közepétől az 50-es évek közepéig,
- az erdőterületekre elkészített 1:10.000 méretarányú „termőhely-térképek”,
- az ország mezőgazdasági területének 60 %-ára elkészült nagyméretarányú (M=1:10.000) talajtérképek
- az Agrokémiai Információs és Irányítási Rendszer (AIIR) adatbázisát szolgáltató, mintegy 5 millió hektárnyi szántóterület, a rét-, legelőterületek, és az ültetvények tábláinak feltalajára vonatkozó hároméves ciklusú talajvizsgálatok eredményei, valamint a termelő üzemek összes táblatorzskönyv adatai
- közel 6000 tábla talajának 3 szintjére vonatkozó, úgynevezett mélyebb réteg vizsgálatok adatai,
- az országos mintateres földértékelési program keretében feltárt talajszelvényre vonatkozó leírás és vizsgálati adat,
- a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet (MTA TAKI) adatbázisa
- az MTA TAKI talajinformációs rendszerének adatbázisa
- a különböző speciális célokra készített talajtérképek és azok adatbázisa
- meliorációs, vízháztartási és agrotechnikai beavatkozásokat megalapozó térképek, adatok és szakvélemények
- különböző értekezések, könyvek, atlaszok, tanulmányok, gyűjteményes kötetek, szakvélemények talajtani információ anyaga.

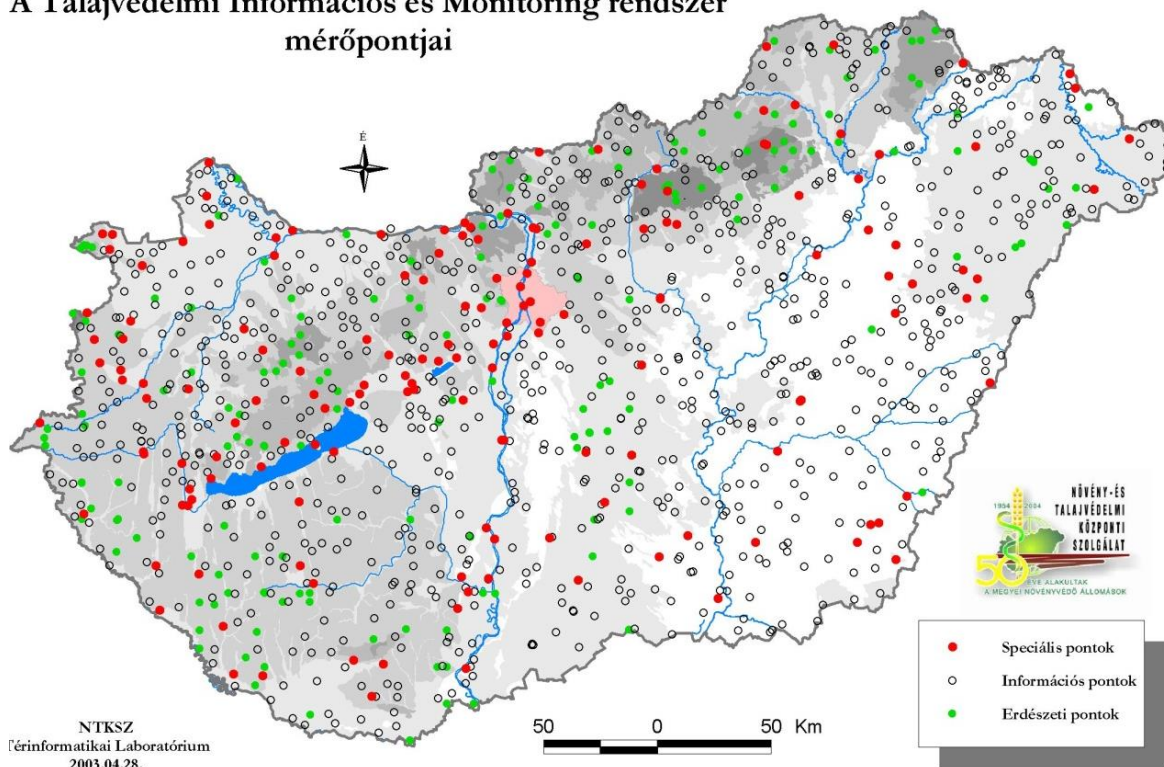
Fontos megemlíteni a rendelkezésre álló, hazai távérzékelési anyagokat, amelyek alkalmazásának a pontszerű információs területi kiterjesztésénél és a talajállapot változások folyamatos térségi nyomon követésében van nagy jelentősége.

A mérőhálózat pontjai kisebb természetföldrajzi egységek reprezentatív területein kerültek kijelölésre, ezért reálisan és természetűen jellemzik az ország talajviszonyait. A TIM mérőhelyek kijelölésénél alapvető követelmény volt a reprezentativitás, lehetőséget teremtve a talajállapot jellemzésére és a bekövetkezett változások nyomon követésére.

Előnybe részesültek azok a területek:

- amelyekről régebbi adatok is léteznek, mivel a bekövetkezett és bekövetkező változások jobban nyomon követhetők, illetve becsülhetők;
- ahol a természeti környezet egyéb elemeire is folynak mérések, így lehetővé válik az egyéb természeti viszonyokkal kapcsolatos összefüggések elemzése;
- ahol szabadföldi tartamkísérletek vannak, így azok eredményei összevethetők a mérési észlelési pont eredményeivel.

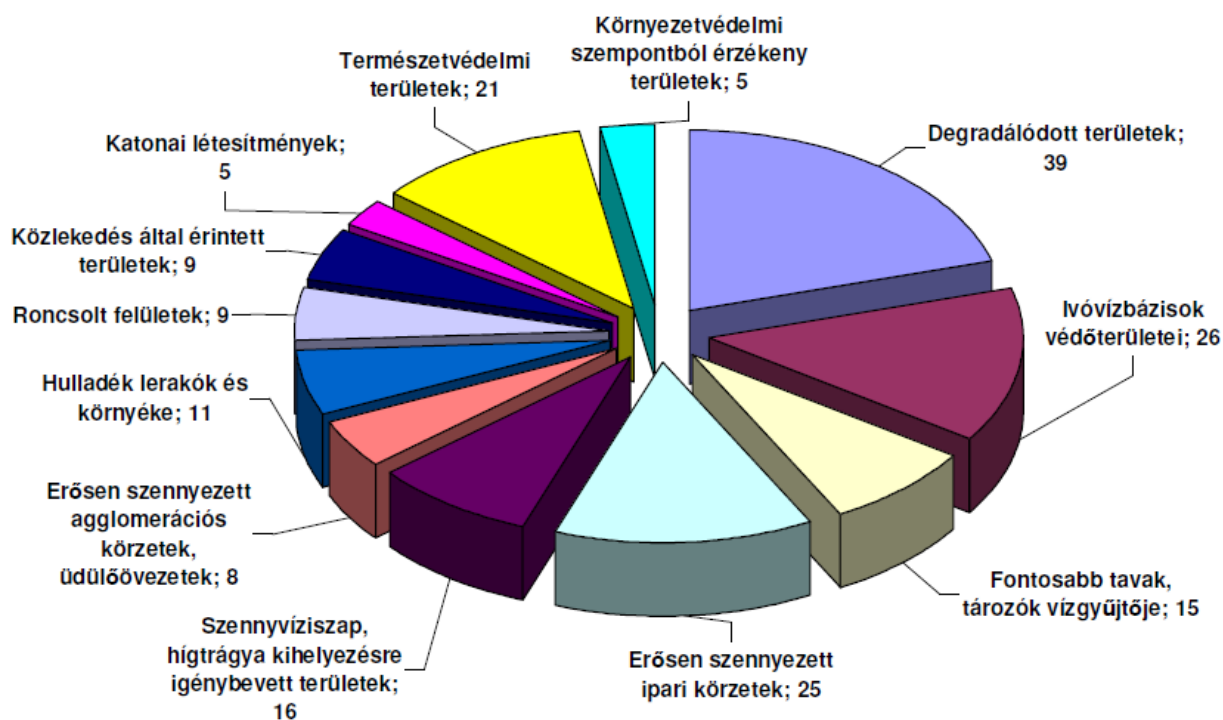
A Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer mérőpontjai



44. ábra A Talajvédelmi Információs és Monitoring rendszer mérőpontjai (Marth – Karkalik 2004)

A fenti szempont figyelembevételével 1236 pont került kijelölésre.

- országos törzsmérő hálózat (I-pontok, mezőgazdaságilag hasznosított területek) 865 mérőpont
- erdészeti mérőpontok (E-pontok) 183 mérőpont
- speciális mérőhelyek (degradálódott területek, ivóvízbázis hidrogeológiai védőterületei, fontosabb tavak és tározók vízgyűjtője, erősen szennyezett ipari körzetek, szennyvíziszap és hígtrágya kihelyezésre igénybevett mezőgazdaságilag hasznosított területek, erősen szennyezett agglomerációs körzetek, üdülő övezetek hulladék és veszélyes hulladéklerakók környéke, roncsolt felületek, közlekedés által érintett szennyezett területek, katonai létesítmények és körzetük, természetvédelmi területek, környezetvédelmi szempontból érzékeny területek, S-pontok) 188 mérőpont (Várallyay – Leszták 1990).



45. ábra A TIM speciális mérőpontjainak területi megoszlása (Várallyai 2006)

A méréseket mindig azonos időszakban (szeptember 15-től október 15-ig) és közel azonos helyen (a kijelölt pont 50 m-es körzetén belül) kell elvégezni.

Az első felvételezéskor a helyszínen szabályos talajszelvény kellett feltárni 150 cm mélységig, majd elvégeztek minden ilyenkor szükséges helyszíni vizsgálatot. A talajszelvény helyének meghatározás és környezetének jellemzését követően a szelvény általános adatait rögzítették, lehatárolták a genetikai szinteket, majd jellemezték az egyes szinteket, végül meghatározták a talaj típusát, altípusát, változatát. Az adatokat helyszíni talajvizsgálati jegyzőkönyvben rögzítették. A részletes alapfelvételezést követően évente, 3 vagy 6 évente fúrással végzik a mintavételt. A mintákat azonos módon, genetikai szintenként, vagy rétegenként kell venni szintén 150 cm mélységig. Az indulás évében minden talajszelvény minden szintjéből külön 2 kg mintát kellett venni egy talajarchívum részére. Az archivált minták lehetővé teszik, hogy az alapállapotra vonatkozóan olyan vizsgálatokat is elvégezhessejenek majd, ami eredetileg nem volt a tervben. Ebből a célból a 3. és 6. évi helyszíni munka során szintén begyűjtötték a mintákat az archívum részére.

A TIM adatbázisában található talajparamétereket a 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat A TIM mérőhálózatban meghatározásra kerülő talajtulajdonságok a mintavétel gyakoriságával

Meghatározandó talaj-jellemző		Induláskor	Évente	3 évente	6 évente
Térfogattömeg		*			
Mechanikai összetétel		*			
Arany-féle kötöttségi szám (KA)		*			
Higroszkóposság (hy ₂)		*			
Teljes vízkapacitás (pF ₀)		*			
Szabadföldi vízkapacitás (pF 2,5)		*			
Holtvíztartalom (pF 4,2)		*			
Hasznosítható vízkészlet (pF 2,5-pF 4,2)		*			
CaCO ₃ -tartalom	ha > 5 %	*			
	ha 1-5 %	*		*	*
	ha < 1 %	*	*		
pH deszt. vízben, ha a CaCO ₃ tartalom	> 1 %	*		*	
	< 1 %	*	*		
pH nKCl-ben ha a CaCO ₃ tartalom	> 1 %	*		*	
	< 1 %	*	*		
Hidrolitos aciditás, ha a talaj nem karbonátos		*	*		
Kicszerélődési aciditás, ha a talaj nem karbonátos		*	*		
Összes vízdoldható só tartalom		*			*
Összes só szikes, vagy szikesedésre hajlamos talajok		*	*		
1:5 arányú vizes kivonat elemzése (CO ₃ ²⁻ - HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺) nagyobb só tartalmú talajokon		*			*
Szódalúgosság (szikes talajokon)		*		*	
Szervesanyag tartalom		*		*	
Adszorpciós kapacitás		*			*
Kicszerélhető kationok (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺)		*			*
Összes N-tartalom		*		*	
Nitrát-nitrit tartalom		*	*		
"Felvehető" növényi tápelemek mennyisége (P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Na, Fe, B, Mo)		*		*	

"Toxikus" vagy toxikussá válható elemek mennyisége: Al,As,B,Cd,Co,Cr,Cu,Hg,Mn,Mo,Ni,Pb,Zn		*		*	
Cellulóz teszt	a talaj biológiai aktivitásának jellemzésére	*		*	
Dehidrogenáz aktivitás		*		*	
CO2-produkció		*		*	
Természetes radioaktivitás		*		*	
Talajvíz kémiai összetétele (pH, EC, Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ²⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , PO ₄ ³⁻ ,)		*	*		

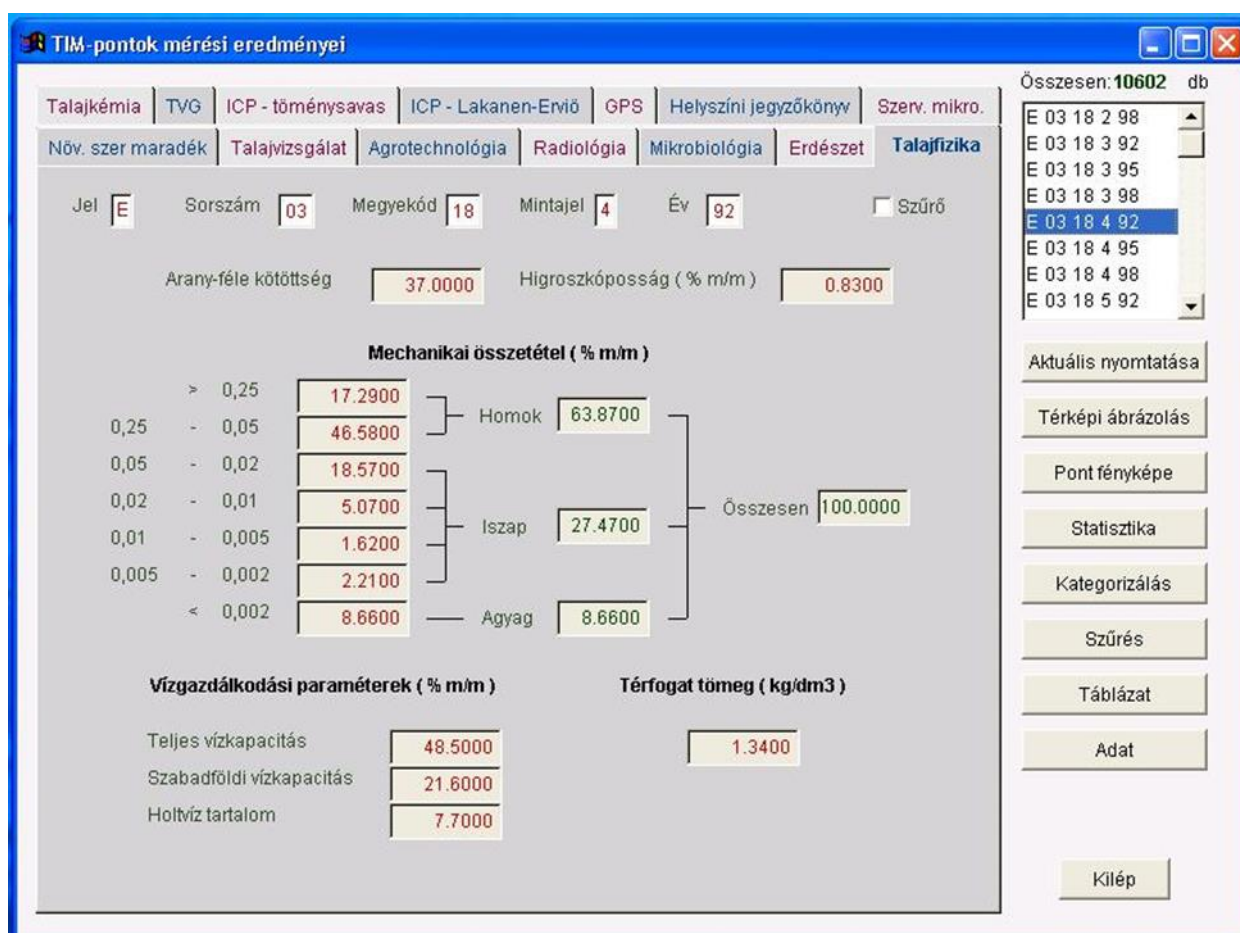
Forrás: Marth és Karkalik 2004

A rendszer adatai földrajzi (GPS) koordinátákra vonatkoznak. Az adatfeldolgozások országos, regionális és megyei szinten történnek. Az országos szintű feldolgozását a NÉBIH Növény-Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatósága koordinálja. Lehetőség nyílik, az egész ország területét felölelő teljes adatbázisból való lekérdezésre, illetve különböző feldolgozások elkészítésére is. A regionális és megyei szintű adatbázis a talajvédelmi laboratóriumokban érhető el. Az ezekben rendelkezésre álló lekérdező modul lehetővé teszi leíró statisztikák készítését regionális és megyei szinten, valamint mintavételi helyek szerint. A talajminták bevizsgálása után a mérési eredményeket a NÉBIH Növény- Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatósága működtetett TIM adatkezelő rendszerbe továbbítják, ahol adatcsoportok szerint rögzítésre kerülnek. Itt lehetőség van a mért paraméterek átvizsgálására, ellenőrzésére. Ha az adatok helyesnek bizonyulnak, akkor a regionális Talajvédelmi Laboratóriumok a saját területükre vonatkozó adatokat visszakapják. Ezután a laboratóriumok elkészíti a saját statisztikájukat, elemzéseiket az adatkezelő rendszer segítségével. A hitelesített adatok elvileg nyilvánosak – valamint az alap adatbázis használata is ingyenes –, azonban csak saját fejlesztésű programon keresztül érhető el, ami lényegesen megnehezíti az adatbázis gyakorlati használatát. Az adatbázis lehetőséget ad egyedi, speciális lekérdezésekre is, azonban ebben az esetben a leválogatás és feldolgozás költségei az adatigénylőt terhelik. Az adatkezelő rendszer nyitófelületét a 46. ábra mutatja be.

Az adatkezelő rendszer követi az adatok struktúráját, így a talajszelvényt vizsgálhatjuk genetikai szintenkénti vagy rétegenként. Ezen belül választható az időszaknak megfelelő (1992-es induló érték, évenként, 3 vagy 6 évenként mért paraméterek), valamint a paramétereknek megfelelő csoportosítás.

A TIM rendszerben az alábbi csoportok mérési eredményei találhatóak:

- növényvédő szer maradék
- talajvizsgálati adatok (régi, archív)
- agrotechnológiai adatok (régi, archív)
- radiológiai adatok
- mikrobiológiai adatok
- erdészeti adatok
- talajfizikai paraméterek
- talajkémiai paraméterek
- talajvizsgálati paraméterek
- ICP – töménysavas vizsgálati adatok
- ICP – Lakanen-Erviö vizsgálati adatok



46. ábra A TIM paramétercsoportjai és mérési eredményei

Az egyes paramétercsoportok fölére kattintva a kiválasztott csoport adatai láthatók. Minden adatszoport egyforma azonosítással van ellátva (jel, sorszám, megyekód, mintajel, év), így biztosított a mérési eredmények egyedisége. A vizsgált minta területi elhelyezkedése térkép segítségével beazonosítható. A mintavételi pontok adatai nyomtathatók, különböző szempontok szerint szűrhetőek, az így kapott adatok pedig további feldolgozás céljából lementhetőek DBF formátumban, illetve excel táblázatban. A paramétercsoportokon belül lehetőség van statisztikák készítésére, kiszámítható a legkisebb, legnagyobb, átlag és szórás értéke is.

6. Vizek monitoringja és információs rendszere

Az emberi szervezet – életkortól függően – 50-70% vizet tartalmaz. A Föld felszínének 71%-át tengerek, 2%-át szárazföldi felszíni vizek borítják. Ez az elem teszi lehetővé az anyagok és a klímát szabályozó hőenergia körforgását és általában az élet létezését Földünkön. Az élőlények számára azonban csak a „tiszta víz” alkalmas fogyasztásra vagy élettérnek. Tiszta víz alatt az adott faj igényeihez illő összetételű vizet értjük. A víz monitorozásának az a célja, hogy a különböző élő szervezetek, életközösségek számára olyan mennyiségben és minőségben álljon rendelkezésre a víz, amennyire és amilyenre szükségük van.

A magyar nép története során minden bizonnyal mindig kapcsolatban állt a vizekkel. Nomád állattenyésztő korszakunkban az állatok vízhez juttatása és bizonyos évszakokban a halászat népelelmezésbeli fontossága miatt alapos vízgazdálkodási ismeretekre tett szert. A XIX. században a lakosság létszámának emelkedése megkövetelte, hogy egyre nagyobb mezőgazdasági területek álljanak rendelkezésre, amit lecsapolással és folyószabályozással láttak megoldhatónak. Ebben az időben, vagyis közel 130 éve (1886-tól) kezdődött el vizeink monitorozása. Igaz, ez elsősorban mennyiségi adatok rögzítésére szorított. A közösségi ivóvíz szolgáltatás elterjedésétől kezdődően annak minősége is fontossá vált. Mintegy ötven év óta – a felszíni és felszín alatti vizek szennyeződésének fontossága és ezen vizek minőségének figyelése is jelentőségre tett szert.

Hazánk, mint az Európai Unió tagállama 2000-ben csatlakozott a közösség rendkívül ambiciózus vízminőséget szabályozó rendszeréhez, az ún. Víz Keretirányelvhez, amely azt a célt tűzte ki, hogy 2015-re a tagállamokban a vizek – legyenek a felszínen vagy az alatt – „jó állapotot” érjenek el. „A Keretirányelv alap gondolata, hogy a víz nem szokásos kereskedelmi termék, hanem örökség, amit ennek megfelelően szükséges óvni, és a vízkészletekkel való gazdálkodásnak biztosítania kell azok hosszú távú megőrzését” (Karas 2008). A Keretirányelv önmagában még nem szabályrendszer, hanem – mint nevéből is kitűnik – egy olyan irányelv, amelyre épülve minden tagország kialakíthatja saját szabályozási rendszerét, úgy, hogy az irányelv által elért cél megvalósítható legyen. A célok pedig a következők:

- a vizekkel kapcsolatban lévő élőhelyek védelme, állapotuk javítása,
- a fenntartható vízhasználat elősegítése a hasznosítható vízkészletek hosszú távú védelmével,
- a szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentésével a vízminőség javítása,
- a felszín alatti vizek szennyezésének fokozatos csökkentése, és további szennyezésük megakadályozása,
- az árvizek és aszályok ökológiai hatásának mérséklése.

A korábbi szabályozókhhoz képest az irányelv új gondolata az, hogy nem csak a víztestet kívánja védeni, hanem azokat az élőhelyeket, amelyek a vizekkel kapcsolatban vannak.

A Víz Keretirányelv (VKI) monitoring hálózat kiépítését írja elő. Hazánkban a már több évtizede működő hálózatot kellett átalakítani ahhoz, hogy megfeleljen az előírásnak. A kialakításban szempont volt az is, hogy az hatékony, de költségtakarékos legyen. Ezt az elvet azonban hazánk sajátos vízügyi helyzete (árvíz, belvíz, aszály stb.) miatt nem lehetett maradéktalanul betartani, fent kellett tartani a korábbi hálózatot is a szükséges adatok észlelése érdekében.

A vizek monitorozása elviekben nem különbözik más környezeti elem monitorozásától, vagyis „olyan rendszeres mintavételi, mérési, vizsgálati, észlelési tevékenységet jelent, mely a felszíni és felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi állapotának megállapítását, jellemzését, illetve az állapot rövid, vagy hosszú távú változásának leírását lehetővé teszi.”⁵¹

Újdonság a korábbihoz képest, hogy a VKI három szintű - *feltáró, operatív és vizsgálati* - monitoring rendszert javasol.

Feltáró monitoring célja a vizek általános állapotértékelése. Ezen belül még feladat az is, hogy segítségével értékelni lehessen a természetes viszonyokból fakadó és az emberi tevékenységből származó hosszú távú változásokat.

Feltáró monitoringot kell üzemeltetni az országhatárokkal osztott víztesteknél és a Duna-medence kiemelkedően fontos víztestei esetében abból a célból is, hogy az adatokat megosszuk a szomszédos országok társszerveivel illetve az ICPDR⁵²--rel.

Az **operatív monitoringot** a valamely szempontból veszélyeztetettnek tekintett vizek esetében kell végezni.

A **vizsgálati monitoringra** akkor van szükség, ha ismeretlen valamilyen határérték túllépésének az oka, vagy rendkívüli események nagyságát, következményeit kell megismerni, vagy ahol operatív monitoring még nem üzemel, de az intézkedési program kidolgozásához információk gyűjtésére van szükség.

Vizsgálati monitoringra rendkívüli szennyezések, balesetek alkalmával kerül sor egyedileg kidolgozott terv alapján. A gyors beavatkozást segítik a kárelhárítási tervek, amelyek esetlegesen várható jelentős baleseti eseményekre adják meg a szennyezés jellegét.

A VKI meghatározta úgy a felszíni, mind a felszín alatti vizek esetére a monitorozandó paraméterek körét. Felszíni vizek esetén az **ökológiai** és a **kémiai** állapotot, felszín alatti vizeknél a **mennyiségi** és a **kémiai** állapot szükséges monitorozni.

A védett területeken a felszíni és felszín alatti vizek megfigyelését olyan jellemzők egészítik ki, amelyeket az egyes védett terület kialakítását előíró jogszabály határoz meg.

⁵¹ A Duna-vízgyűjtő magyarországi része VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV, közreadja: Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság

⁵² International Commission for Protection of Danube River (Nemzetközi Dunavédelmi Bizottság)

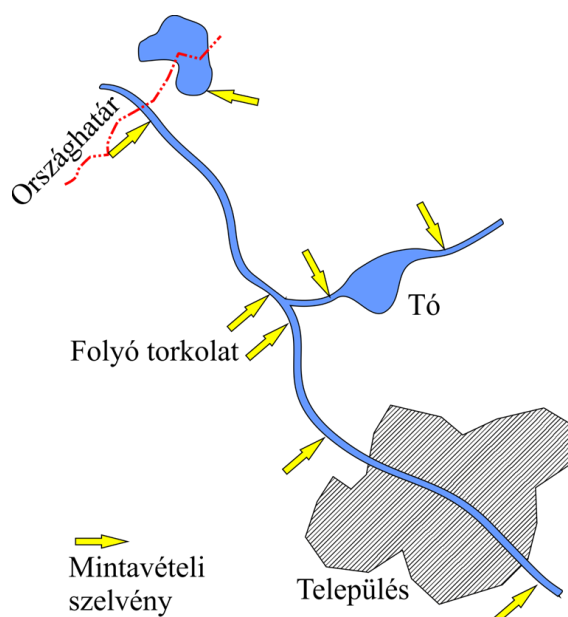
Felszíni vizek minősítése az ökológiai és a kémiai állapot alapján két különböző skálán történik. Az ökológiai állapotot ötös skálán (kiváló, jó, mérsékelt, gyenge, rossz), a kémiai állapotot pedig kettes skálán (jó, nem jó) mérik. Az ökológiai minősítésnél a referencia állapot, vagyis az ideális ökológiai állapottal való viszonyítás adja a minőségi kategóriába sorolás indokát. A kémiai szempontú minősítésnél, ha az előírt határértékeknek a víz nem felel meg, akkor nem kap jó minősítést. Magyarország azt vállalta, hogy vizei jó állapotba kerülnek, ami azt jelenti, hogy mindkét skálán jó minősítést kell elérni.

A **felszín alatti vizek minősítése** a mennyiségi és a minőségi szempontok figyelembe vételével történik kétosztályos skálán (jó és gyenge). A víz minőségi osztályát mindig a rosszabbik besorolás adja.

Egy nemzetközi monitoring esetében alapvető elvárás, hogy az adatok az országok között összehasonlíthatók legyenek. Ez a feltétel csak akkor érvényesül, ha a vizsgálati (mintavételi, laboratóriumi elemző stb.) módszerek közösen elfogadottak, de legalább országos szabványon alapulnak.

6.1 Felszíni vizek monitoringja

A Föld felszínén a vizek álló- és folyóvizek formájában vannak jelen. Hazánk jelenlegi határain belüli meghatározó vízhozamú folyóink határainkon kívül erednek, tulajdonképpen alvizi országban élünk, ezért a folyók által az ország területére érkező vizek állapotaért közvetlenül nem vagyunk felelősek, de annak ellenőrzésével a szomszédos országok felé jelzést adunk, ha kedvezőtlen változást észlelünk. Az ellenőrzésre természetesen nem csak az országhatárokon belül, hanem minden kritikus helyszínen szükség van. A monitorozás helyszínei kijelölésének elvi vázlatát mutatja a 47. ábra.



47. ábra Mintavételi helyszínek kijelölésének elvi vázlat felszíni vizek esetében

Mint azt fent már kiemeltük, a VKI az ökológiai állapotra helyezi a hangsúlyt, ezért a mennyiségi monitoring esetében azokat a hidrológiai és morfológiai elemeket kell vizsgálni, amelyek a biológiai elemekre vannak hatással. A 4. táblázat a hidromorfológiai elemeket és az állapotértékeléshez szükséges paramétereket tartalmazza.

4. táblázat A víz biológiai megfelelőségét támogató hidromorfológiai jellemzők és a meghatározásukhoz szükséges vizsgálati paraméterek⁵³

Hidromorfológiai jellemző	Vizsgált paraméter
Hidrológiai viszonyok	
az áramlás mértéke és dinamikája (vízfolyás)	Vízjárás Van-e a vízmélységet és a sebességet jelentősen befolyásoló duzzasztott szakasz?
az áramló víz mennyisége és dinamikája (állóvíz)	Vízmérleg Van-e a vízmélységet befolyásoló vízszintszabályozás?
tartózkodási idő (állóvíz)	Van-e a természetes vízforgalmat befolyásoló emberi tevékenység?
kapcsolat a felszín alatti víztestekkel (vízfolyás és állóvíz)	Középvízszint változása medermélyülés vagy duzzasztás miatt Feliszapolódás (meder kolmatációja).
A folyó folytonossága (vízfolyás)	Hosszirányú átjárhatóság Keresztirányú átjárhatóság (hullámtéri és mentett oldali holtágak és mellékágak vízellátottsága)
Morfológiai viszonyok	
a folyó mélységének és szélességének változékonysága (vízfolyás)	Nagy folyók esetén a folyó szabályozottsága Kis és közepes vízfolyások esetén a középvízi és a kisvízi meder meanderezése, valamint a meder hosszmenti változékonysága
a tó mélység változékonysága (állóvíz)	Tavak esetében a mélység területi változékonysága

⁵³ A Duna-vízgyűjtő magyarországi része.

<p>a mederágy mérete, szerkezete és anyaga (vízfolyás és állóvíz)</p>	<p>Fedettség és benőtttség (a vízfelületet borító és víz alatti növényzet együttesen)</p> <p>Meder anyaga</p> <p>Feliszapolódás/feltöltődés mértéke</p> <p>Medermélyülés mértéke kotrás nélkül (csak vízfolyás)</p> <p>Kis és közepes vízfolyások esetén a középvízi és a kisvízi meder méretei és a középvízi meder partjának meredeksége</p> <p>Tavak esetén a medermélyülés jellege</p> <p>Tó méretei (felülete és kerülete, hosszúsága és szélessége)</p>
<p>a parti sáv szerkezete (vízfolyás) a tópart szerkezete (állóvíz)</p>	<p>Ártér/hullámtér/puffersáv szélessége és állapota, kis és közepes vízfolyások, tavak esetén a típusra jellemző növényzónák megléte</p>

Forrás: Vízyűjtő-gazdálkodási terv 2010

A **hidrológiai elemeket** folyamatosan, az adott vízjárási helyzettől függően mérik. A vízállási adatokat többnyire digitális műszer rögzíti (általában óránként), míg a hagyományos lapvízmércéket naponta olvassák le. A vízhozamot a vízállás - vízhozam összefüggés alapján becslik, ha folyamatos vízszintmérés van, vagy erre a célra hitelesített mérőműtárgy, illetve beépített ultrahangos vízhozammérő műszer van.

A **morfológiai elemek** vizsgálatához helymeghatározó műszerekre, mélység és üledékvastagság mérő eljárásokra, valamint a mederanyag mintázására van szükség. A meder meanderezettségét (kanyargósságát) a sodorvonal feltérképezett hossza és a két végpont közötti távolsághányadosával határozzák meg.

A **mélységet és iszapvastagságot** mérőrúddal, vagy ultrahangos műszerrel állapítják meg.

A biológiai elemekre hatással lévő **fizikai, kémiai elemek** két csoportba sorolandók: általános összetevők (pl. tápanyagok, az oxigén, különféle sók stb.) és különleges szennyező anyagok.

A VKI megadja az általános fizikai-kémiai elemek meghatározásához az „alapkémiai” paramétereket (5. táblázat).

5. táblázat A biológiai elemekre hatással levő fizikai-kémiai elemek vizsgálata felszíni vizek esetében

Általános fizikai-kémiai elem	Vizsgált paraméter
Átlátszóság (csak tavaknál)	Secchi átlátszóság
Hőmérsékleti viszonyok	hőmérséklet
Oxigén ellátottsági viszonyok	oldott oxigén, kémiai oxigénigény (KOI), biokémiai oxigénigény (BOI5)
Sótartalom	fajlagos elektromos vezetőképesség
Savasodási állapot	pH, lúgosság
Tápanyag viszonyok	orto-foszfát ion, összes foszfor, ammóniumion, nitrátion,
Szerves nitrogén, összes nitrogén, a-klorofill	

A **kémiai monitoringba** sorolt különleges szennyezőanyagok körét és a rájuk vonatkozó környezetminőségi előírásokat (EQS) az Unió központilag és kötelezően meghatározta.

A felszíni vizekből fizikai és kémiai vizsgálatokhoz a vízmintákat általában sodorvonali, illetve vízközépről meritéssel veszik. Néhány paramétert (hőmérséklet, elektromos vezetőképesség, pH, átlátszóság) a helyszínen is vizsgálhatják. Laboratóriumban vizsgálják például az anion tartalmat általában UV-VIS⁵⁴ spektrofotometriával, a fémtartalmat lángfotometriával, a toxikus fémek mennyiségét általában GF-AAS⁵⁵ módszerrel mérik. A veszélyes anyag listán szereplő szerves anyagok közül az illékony vegyületeket (elsősorban ipari oldószerek) jobbára gázkromatográfiával, míg a kevésbé illékony vegyületeket (pl. növényvédőszer, magas toxicitású, mutagén, karcinogén vegyületek) a legtöbb esetben oldószeres, vagy szilárd fázisú extrakció és oszlopkromatográfiás mintatisztítás után tömegszelektív detektorral felszerelt gázkromatográfiaival elemzik.

A **biológiai vizsgálatok** a következő élőlénycsoportok terjednek ki (lásd még 11.3 fejezetet is):

- lebegő életmódot folytató algák (fitoplankton),
- makroszkópikus vízi lágyszárú növényzet (makrofita),
- aljzaton, vagy egyéb szilárd felületen bevonatot képző algák (fitobenton),
- fenéklakó makroszkópikus vízi gerinctelenek (makrogerinctelenek), és
- halak.

⁵⁴ Ultraviolet-visible spectroscopy – ultraibolya-látható spektrofotometria

⁵⁵ Graphite furnace atomic absorption – grafitkemencés atomabszorpciós spektrometria

Ezen élőlénycsoportok esetében vizsgálják azok összetételét, egyedsűrűségét, tömegét és korszerkezetét, természetesen élőlénycsoportokként más és más módszertan szerint. A vizsgálati módszereket szabványok és országos szintre érvényes eljárások határozzák meg.

A **fitoplankton** vizsgálat során a mintavételt az ún. jellemző helyeken végzik. A fitoplankton esetében jellemző helynek számít a nyílt vízi és növényzettel benőtt terület, illetve sodorvonali és partközeli sáv. A mintavételt merítéssel, integrált pontmintából végzik. A mintát tartósítják és laboratóriumban mikroszkóp alatt azonosítják a fajokat.

A **vízi makrofita** vizsgálat olyan botanikai felmérést jelent, amikor fajok szerint becslik a borítottság mértékét és a zonalitást. A hazai vizsgálat a VKI által előírttól annyiban alaposabb, hogy míg a VKI csak a vízben élő növényzet felvételét írja elő, addig a hazai módszer a parti növényzetet is felvételezi, mivel ismeretes, hogy annak állapota a víz ökológiai állapotára jelentős hatással van. A felmérés során a növényzetet legalább vízközéptől a hullámtér széléig húzódó keresztmetszelen mentén elemzik.

A **fitobenton** vizsgálata során a mintát szilárd felszínekről (kövekről, vízi növényekről, vagy ha ilyen nincs, akkor az iszap felületéről veszik, a helyszínen tartósítják, majd laboratóriumban mikroszkóppal elemzik.

A **fenéklakó makrogerinctelenek** (makrozoobentosz) mintát hálóval, vagy kotrással a vízfenekekről a meder aljzat felső 2 - 5 cm-es rétegéből veszik hossz- és keresztirányban 50 - 100 m széles sávban több pontról és tartósítják, a helyszínen vagy laboratóriumban válogatják, majd sztereomikroszkóppal fajilag meghatározzák.

A **halakat** vízfolyásban kizárólag elektromos halászgéppel, tavaknál fenékháló és/vagy nyíltvízi kopoltyúháló és/vagy elektromos halászgéppel fogják be. Fajilag azonosítják, meghatározzák a méreteiket, tömegüket, korukat és az egyéb külső rendellenességeiket, majd visszaengedik őket a vízbe.

A felszíni vizek monitoringja nem teljes lefedésű. Folyóvizeinknek mintegy felén, 442 víztesten, az állóvíz víztesteknek pedig mintegy 20%-án, szám szerint 45 víztesten van mérőhely.

A **vizek feltáró monitoringja** a folyókra és a tavakra vonatkozó két alprogramból áll. A mintavétel hidromorfológiai szempontból kockázatos folyók ételi helyszínek száma: víztestek esetében folyóknál 123, tavaknál 22 és egy mocsáron, tehát nem víztesten. Ez összesen 100 vízfolyást és 17 állóvíz mintavételezését jelenti (egy folyón vagy tavon több víztest lehetséges). A mintavételek száma a fizikai és kémiai paraméterek esetében évente 12. A hidrológiai mérések folyamatosak, de a mérőhelyek műszerezettsége különböző. A 146 mérőhelyből 114-en esetében van lehetőség kiépített vízrajzi állomás adatait felhasználni, másutt expedíciós mérés vagy modellezés szolgáltat adatot. A többi vizsgálat gyakoriságát annak jellege és költséghatékonysága határozza meg. Például a halakat és a medermorfológiát elegendő hat évente vizsgálni.

A vizek feltáró monitoringja keretébe tartozik az **interkalibrációs hálózat** működtetése és a **referenciahelyek** vizsgálata is.

Az **interkalibrációs hálózatra** azért van szükség, hogy a VKI hatálya alá tartozó országok vizeinek minősége az öt osztályos minőségi skála mentén összehasonlítható legyen. A hálózat megfigyelési pontjaiban az egy ökorégióba tartozó országok közös határérték rendszert alkottak a kiváló-jó és a jó-mérsékelt ökológiai állapot meghatározására. Hazánk 16 folyóvízi és 4 tavi interkalibrációs mérőpontot működtet.

Referenciahelyekre azért van szükség, hogy az egyes víztípusokhoz olyan valóságosan létező jó állapotú, ökológiailag kevésbé zavart, vagyis **referenciaállapotú** vizek tartozzanak, amelyekhez hasonlítani lehet az emberi hatásoktól terhelt vizeket.

A kockázatos állapotú felszíni vizeket úgy jelölték ki **operatív monitorozásra**, hogy jól reprezentálják a különböző beavatkozásokat és terheléseket. Mintegy félezer ide tartozó vizsgálati hely van hazánkban.

Az operatív monitorozás keretében két alprogram fut állóvizek esetében: a **tápanyagtartalom miatt kockázatos tavak** és a **hidromorfológiai beavatkozások miatt kockázatos tavak**.

Az **eutrofizáció** biológia vizsgálatai során az ezt jól jelző vízi növényzet és a planktonikus algák monitorozására, az általános kémiai vizsgálatokon belül a tápanyag viszonyok vizsgálata fontos. Hidrológiai mérések a vízcserélődés nyomon követéséhez szükségesek. A 58 tavi monitoring pont közül 35-nél folyik operatív mérés eutrofizáció veszélye miatt.

A leggyakoribb hidromorfológiai problémák a tavaknál: szabályozott vízszint, módosított vízforgalom, feliszapolódás, kotrás, a partburkolás, betöltés, növényzet eltávolítása stb. Rendszerint mind az öt biológiai elem vizsgálata, továbbá a hidrológiai és morfológiai elemek mérése is szükséges. Az alapkémiai elemek közül az oxigénellátottság, az átlátszóság, a sótartalom stb. jellemző lehet. 13 állóvíz víztestnél 20 helyen hidromorfológiai kockázat miatt végeznek operatív méréseket.

A vízfolyás víztestekre hat különböző operatív alprogramot kellett meghatározni, amelyből kettő vízminőségi, négy hidromorfológiai problémák miatt szükséges. Ezek a következők:

- veszélyes anyag miatt kockázatos folyók,
- tápanyag és szervesanyag miatt kockázatos folyók,
- hidromorfológiai szempontból kockázatos folyók
 - hosszanti átjárhatóság akadályozottsága miatt,
 - a völgyzárógátas átfolyó tározó, duzzasztás, vízkivétel, vízmegosztás miatt,
 - a keresztmetszvény menti elváltozások, szabályozással kapcsolatos elváltozások hatásai miatt,
 - a kotrás, burkolat hatásai miatt.

A különböző kockázati tényezők gyakran kombináltan jelentkeznek egyetlen víztestnél, ezért többféle operatív monitoring alprogram együttes végrehajtására is szükség lehet.

Vizsgálati monitoringra akkor van szükség, ha a cél az ismerethiány megszüntetése, rendkívüli esemény következményeinek a kivizsgálása és esetleg az operatív monitoring ideiglenes helyettesítése.

6.2 Felszín alatti vizek monitoringja

A felszín alatti vizek monitoringja két alrendszerből épül fel:

- területi monitoring,
- környezethasználati monitoring.

A területi monitoringot kormányzati szervek működtetik, míg a környezethasználati monitoring a környezethasználók által kötelezően szolgáltatott adataiból épül fel.

A **területi monitoring** működtetői a környezetvédelemért felelős minisztérium által üzemeltetett megfigyelési pontokból (pl. vízrajzi hálózat, rendszeresen vizsgált kutak), más állami szervezetek folyamatosan üzemeltetett monitoring rendszereiből és az önkormányzatok monitoring rendszeréből áll össze.

A **környezethasználati monitoringhoz** tartoznak a vízművek által végzett mérések, az ipari üzemek, hulladéklerakók, egyéb szennyezőforrások és a szennyezett területek környezetének monitoringja stb.

Felszín alatti vizek esetében is feltáró és operatív monitoringot kell működtetni.

A felszín alatti víztestek feltáró programjai a következők:

- mennyiségi monitoring,
- vízszintmérési program,
- vízhozammérési program,
- sérülékeny külterületi program,
- sérülékeny belterületi program,
- védett rétegvíz program,
- termálvíz program.

A **mennyiségi monitoring** célja a felszín alatti víz szintjében bekövetkező változások nyomon követése.

A **vízszint mérési program** keretében 1685 kútban mérik a vízszintet általában havonta, termál víztesteknél évente, sekély víztesteknél hetente kétszer.

A **vízhozammérési program** általában forrásokra vonatkozik, országosan 117 helyen mérik évente legalább egyszer.

A felszín alatti víz minőségének meghatározása céljából működtetett **kémiai feltáró monitoring** programok során minden kútban mérik a következőket: oldott oxigén, pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, nitrát, ammónium, nátrium, kálium, kalcium, magnézium, klorid, szulfát ionok, KOI és lúgosság.

A **sérülékeny külterületi program** a sekély porózus, hegyvidéki és nyílt hideg karszt víztestekre vonatkozik abban az esetben, ha a monitoringpont környezetében szántó, rét, legelő, erdő, szőlő, vagy gyümölcsös található. Az általános kémiai paraméterek mellett növényvédőszer-hatóanyagot és azok bomlástermékeit, valamint az erősen toxikus nehézfémeket (arzén, higany, ólom, kadmium) vizsgálják, sőt szűrőpróba szerűen TOC, TPH, AOX, PAH és BTEX méréseket is végeznek.

A **sérülékeny belterületi program** a fentiekkel azonos víztest típusokra terjed ki, a vizsgálatok pedig a tipikus ipari szerves vegyületekre, oldószerekre, szénhidrogénekre, rákkeltő vegyületekre és nehézfémekre irányulnak.

A sérülékeny programokban az általános komponensek elemzésére évente kétszer vesznek mintát, míg a speciális szennyezőanyagokra (arzén, ólom, kadmium, higany, tri- és tetraklór-etilén, TOC, AOX, TPH olajok, összes fenol, BTEX, összes naftalin, klórbenzolok, vinil-klorid, PCB, triazinok, klórpeszticidek, klórpírifosz, 2,4-D) hatévente egyszer.

A **védett rétegvíz programban** (HUGWP_S3) a vízminőségi mintavétel évente csak egy alkalommal történik és csak a legalapvetőbb jellemző paramétereket vizsgálják.

A **termálvíz program** feltáró monitoringja a porózus termál és a meleg vizű karszt víztestekre terjed ki. Célja elsősorban a természetes vízminőség jellemzése, illetve a termálvíz használatából eredő vízminőség változás követése.

A gyenge, vagy kockázatos kémiai állapotú felszín alatti víztesteken **operatív monitoringot** kell üzemeltetni.

6.3 Védett területek monitoringja

A vizek monitorozása tekintetében a védett területeken a felszín alatti és a felszíni vizek monitoringját a védelem okát adó szempontok alapján ki kell egészíteni. Ilyen sajátos szempontokat a következő védelem alatt álló területeken kell figyelembe venni:

- ivóvízkivételek védőterületei,
- tápanyag- és nitrátérzékeny területek,
- természetes fürdőhelyek,
- természeti értékei miatt védett területek,
- Natura2000 területek,
- őshonos halak életfeltételeinek biztosítása céljából védett víztestek.

Az ivóvízkivételek védőterületein olyan anyagokra nézve kell vizsgálatot folytatni, amelyet előír az ún. Ivóvíz Irányelv, de hiányzik a VKI által megadott általános paraméter és veszélyes szennyezőanyag listáról. Olyan ivóvízkivételi védőterületeken kell ezt foganatosítani, ahol a napi kivétel meghaladja a 100 m³-t. A monitoring adatszolgáltatói azok az üzemek, amelyek emberi fogyasztásra termelik ki a vizet, jellemzően ivó-vízszolgáltatók és élelmiszeripari vállalatok. A környezetvédelemért felelős kormányzati területi szervek (jelenlegi nevük Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség) ezeken a helyszíneken ellenőrző méréseket végeznek. A felügyelőségeknek ezen kívül a még nem hasznosított ivóvízbázisokon is hasonló kötelezettségük van.

A tápanyag- és nitrátérzékeny területek vizsgálata a VKI előtt külön programként futott, de mivel a VKI vizsgálati módszere erre is érvényes, nem jelent többletfeladatot.

A mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezéssel szembeni vízvédelmi feladatokat a 91/676/EGK irányelv rögzítette, amit Magyarország az uniós csatlakozásakor 2004-ben harmonizált. Az irányelv szerint minden tagállamnak elemeznie kell vizeinek nitrátkoncentrációs szintjét és trofikus állapotát. A megfigyelés elengedhetetlen, és ehhez szükség van jó minőségű megfigyelőhálózatok kiépítésére a talaj-, a felszíni és a tengeri vizek tekintetében egyaránt. Jelenleg 31 000 talajvíz-mintavételi hely és 27 000 felszíni vízi megfigyelőállomás létezik az EU-ban. Belgium, Dánia és Málta rendelkezik a legsűrűbb megfigyelő-hálózattal.

A nemzeti hatóságoktól szerzett információk alapján az Európai Bizottság minden negyedik évben jelentést készít az irányelv végrehajtásáról. Elsőként 2008–2009-ben nyújtott be mind a 27 tagállam hivatalos jelentést. A Bizottság 2004–2007-es időszakra vonatkozó jelentéséből kitűnik, hogy az EU-27-ben a talajvízi megfigyelőállomások 15%-a mutatott ki 50 mg/l szint feletti nitrátszintet. Másrészt 66% tett jelentést 25 mg/l alatti nitrátszintről. Mivel az új tagállamok többsége most tett először jelentést, a koncentrációkban megmutatkozó trendeket csak a régebbi 15 tagállam vonatkozásában lehet értékelni, ahol a megfigyelőállomások kétharmada állandó vagy csökkenő nitrátszintről számolt be, valamint Bulgária, Észtország, Ciprus és Magyarország tekintetében, ahol a megfigyelőállomások 91%-a állandó vagy csökkenő szintről tett jelentést. A térkép a talajvízben fellelhető átlagos nitrátkoncentrációt jelzi. Minél mélyebben fekszik a talajvíz, annál tisztább is egyben. A szennyezett víz legmagasabb arányban 5–15 méterrel a felszín alatt található. A felszíni édesvízről szóló adatok alapján az EU-27 megfigyelőállomásainak 21%-a mutatott ki 2 mg/l alatti nitrátkoncentrációt, és csak 3%-uk tett jelentést 50 mg/l-t meghaladó értékről. Az EU-15 szintjén a megfigyelőhelyek 70%-án a 2000–2003 közötti időszakhoz képest stabil vagy csökkenő nitrátszintet tapasztaltak. Németország, Írország, Görögország, Luxemburg, Ausztria, Portugália, Finnország és Svédország nem talált 50 mg/l feletti nitrátszintet tartalmazó felszíni vizet.

A trofikus állapot értékelésére használt kritériumok sokfélesége miatt nehéz összehasonlítani a különböző tagállamok adatait. Európa nagy részén azonban fontos kihívás marad a tavakat és tengervizeket érintő eutrofizáció elleni küzdelem (web8).

A **természetes fürdőhelyek** (a Tanács 76/160/EGK irányelve (1975. december 8.) a fürdővizek minőségéről) minőségellenőrzése a strand helyszíni szemléjével egybekötve történik, amely a szabadvízi fürdőhelyeken szokásosan előforduló, de hulladékként nem jelentkező anyagok (kátránymaradék, üveg, műanyag, gumi vagy egyéb hulladék) illetve a víztest fitoplankton (különösen a kéalgák) és a makrofita állományának vizsgálatára terjed ki. Laboratóriumban vizsgálják a fertőző baktériumok (fekális *Enterococcus*, *Escherichia coli*) csíraszámát és - ha szükséges - a kéalgák által termelt toxin koncentrációt.

A víztest monitoring a módszerét illetően az országos szabályozás egyezik a VKI elvárásaival a fitoplanktonok esetében, de eltérő a makrofita vizsgálata tekintetében, ugyanis a fürdőhelyeken a hínár, nád, sás jelenléte egyáltalán nem kívánatos, viszont a VKI ökológiai szempontú megközelítésében a természetes zonációjú vízi és parti növényzet szükséges a jó állapothoz. A természetes fürdőhely-monitoring felelőse a fürdőhely üzemeltetője, tulajdonosa, az ellenőrzésért pedig a területileg illetékes közegészségügyi hatóság felel.

A **természeti értékei miatt védett területekre** a terület értékeire figyelemmel levő sajátos monitoring tevékenységeket a nemzeti parkok igazgatóságai által kidolgozott kezelési tervek tartalmazzák. Végrehajtásáért a természetvédelemért felelős miniszter felel és a nemzeti parkok hajtják végre.

A **Natura2000 területek** (az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi területek) monitorozására az egységes monitoring elveket a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer tartalmazza (lásd 6.4. fejezet). Víztestek esetében a NBmR és a VKI vizsgálati módszerei közel azonosak, azonban az állapotértékelési kritériumok eltérőek.

Az **őshonos halak életfeltételeinek biztosítása céljából védett víztestek** kémiai paraméterekre (pl. oxigéntartalom, nitrogénformák, réz, cink, stb.) vonatkozó mintavételi gyakoriságot, a mérendő komponensek körét, a határértékeket és a minőségi jellemzőket rendelet szabályozza.

6.4 Vízgazdálkodási Információs Rendszerek

A vízügyi informatika fejlesztését a kis lépésekben történő haladás jellemzi. Az elmúlt évtizedekben folyamatosan épült ki a vízügyi ágazat egységes informatikai rendszere. A jelenleg is működő rendszer egyes elemei már a kilencvenes évek első felében működtek, de a folyamat 1999-ben gyorsult fel, amikor is az akkori Országos Vízügyi Főigazgatóságnál a további fejlesztések szervezeti feltételei (informatikai főosztály) megteremtődtek (Clement – Szilágyi 2011). A vízügyi igazgatóságokon jelenleg több adatbázis is működik, amelyek egy része központilag fejlesztett, míg mások a vízügy saját fejlesztései (Maginecz 2004).

6. táblázat A VIZIR adatbázisai

	adatbázis	leírás
1.	dtm	Digitális Törzskönyv és Mérőeszköz nyilvántartó adatbázis
2.	eaf	MAHAB elsődleges adatfeldolgozási területi adatbázis
3.	erend	Vízrajzi észlelési rendek adatbázisa
4.	gmsql	Gazdasági-műszaki nyilvántartás munka-adatbázisa
5.	hidro	MAHAB hidrológiai idősorok adatbázisa
6.	ho	MAHAB hófeldolgozás adatbázis
7.	mahab2000	Magyar Hidrológiai Adatbázis alaprendszere
8.	naplo	VIZIR naplózási adattáblák
9.	ohm	Operatív Hidrológiai Modul adatbázisa
10.	otr	Vízügyi Objektum és Törzsadatkezelő Rendszer (OTAR) alapadatbázis
11.	profil	Területi profil adatbázis
12.	rep_mahab_2000_xx	MAHAB idősorok replikációs adatbázisai (VKKI)
13.	rep_vkj_xx	Vízkészletjárulék replikációs adatbázisok (VKKI)
14.	riport	Területi objektum riport adattáblák az otr adatbázisból
15.	sqlforum	SQL fórum témák és felvetések
16.	tavm	Területi távmérő rendszer bemeneti adatbázis
17.	teszir	Települési Szennyvíz Információs Rendszer munkaadatbázisa
18.	va	Vízügyi Adattár területi munkaadattáblái és eljárásai
19.	vfnaplo	Vízföldtani Napló alapadatbázis
20.	vizhozam	Részletes vízhozam mérések (jegyzőkönyvek) alapadatbázisa
21.	vizir	VIZIR alapadatbázis (definíciók, fogalomtár, rendszerelemek, verziók)
22.	vkj	Vízkészletjárulék területi alapadatbázis

A Vízgazdálkodási Információs Rendszer (VIZIR) a vízgazdálkodási alapadatok nyilvántartásának és feldolgozásának olyan rendszere, amely a társadalom vízzel kapcsolatos igényeire figyelve, az ezzel összefüggő döntéseket megalapozó adatokat tartalmazza és kezeli, valamint képes a rokon információs rendszerekkel kapcsolatos adatcserére.

A VIZIR alap (leíró) adatbázis rendszerét a 2004-ben létrejött Vízügyi Adattár alkotja. A Vízügyi Adattár alapadat nyilvántartása a teljes Duna vízgyűjtő-területére kiterjed. A VIZIR országos rendszerét jelenleg több mint 20 adatbázis alkotja (6. táblázat), amelyek közül a következőkben csak a kutatási téma szempontjából legfontosabbak kerülnek bemutatásra.

A Vízügyi Objektum és Törzsadatkezelő Rendszer (OTAR) a Vízgazdálkodási Információs Rendszer egyik legfontosabb elemét alkotja (Maginecz, 2004). Egy olyan adatbázist értünk alatta, amelyre az összes többi rendszer, alkalmazás ráépül. A rendszer tervezése 1997-ben kezdődött és 2000-re az OTAR alapvetően a vízrajzi jellegű törzsadatok kezelését biztosította. Új változata már nemcsak a vízrajzi jellegű törzsadatok kezelését valósította meg. Az új objektum-típusok között szerepeltek többek között a modernnyilvántartás, víz-kárelhárítási objektumok, műtárgyak. Jelenleg a rendszer 70 objektum-típust kezel, amelyekhez megközelítőleg 200 ezer objektum és ötmillió törzsadat tartozik.

Az Operatív Hidrológiai Modul (OHM) a VIZIR napi gyorsadat-forgalmazásra és árvizes, készülségi adattovábbításra használt fontos, meghatározó modulja. A vízügyi igazgatóságoknál 1997 óta van használatban a rendszer, amely az alábbi adatfajták kezelését teszi lehetővé:

- Felszíni állomásoknál: vízállás, vízhozam, vízhőmérséklet, léghőmérséklet, jégadatok, vízállások és vízállás tetőzések előre jelzett értékei
- Vízfolyás szakaszokra vonatkozó jégadatok
- Gázlóadatok
- Felszín közeli állomásoknál: talajvízállás, talajvíz hőmérséklet a vízfelszín közelében, talajvíz hőmérséklet a kútfenek közelében
- Hidrometeorológiai állomásoknál: 12 órás vagy 24 órás csapadékösszegek, pillanatnyi léghőmérséklet, napi minimum és maximum léghőmérséklet, talajfagy, hóvízgyenyérték, hó vastagsága és jellege.

A modul eredményeit az Országos Vízjelző Szolgálat szakemberei által kifejlesztett zártkörű Hidrometeorológiai Információs Rendszer tartalmazza. A szélesebb körű tájékoztatást a Hydroinfo internetes oldal látja el, ami grafikus, illetve térképes formában jeleníti meg az említett adatokat.

A Magyar Hidrológiai Adatbázis (MAHAB) megvalósítása az előkészítő munkák után 2000-ben történt meg. Működtetéséről az Országos Vízügyi Főigazgatóság gondoskodik. Az adatbázis a felszíni, felszín közeli, felszín alatti és a hidrometeorológiai állomások adatait tartalmazza (Bulla et al. 2012). Az itt tárolt törzsadatok, online vízrajzi éves adatok, hidrológiai idősorok (grafikonnal), és vízrajzi évkönyv adatok egy része a Vízrajzi Évkönyvekben papír és CD formátumban elérhetőek.

A vízügyi feladatok elvégzésében nagy segítséget nyújt a VÍZ-TÉR térinformatikai rendszer. A vízügyi adatokra és feladatokra specializált földrajzi információs rendszer, amely a vízügyi adattár adatbázisára támaszkodik, kiegészítve speciális térinformatikai alkalmazásokkal. Az adatbázis adatainak megtekintéséhez előre elkészített térképi nézeteket is készít a rendszer. Ezek a nézetek egyrészt az ArcGIS Desktop ArcMap alkalmazásával készült térképek, másrészt ArcGIS szerver segítségével készült internetes, vagy intranetes alkalmazások.

7. Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR)

7.1 Előzmények

Az ökológiai rendszerek nem statikus jellegűek, hanem állandó változásban vannak. Az egyes fajok populációi az élettelen és élő környezet hatására időszakonként visszaszorulnak, majd újra tért nyernek, esetleg jelentősen elterjednek. A megfigyelések azt mutatják, hogy a drámai változások, a „nagy kilengések” a rendszerek sérülésekor, populációk, fajok vagy más ökológiai entitások pusztulása vagy degradációja miatt következnek be, ami visszahat az emberi társadalomra és a gazdaságra, ezért a biológiai változatosság fenntartása az ember elemi érdeke. Az emberi tevékenység hatására számos faj pusztult el, számos élőlény együttes körülményei a degradáltság különböző fokára jutottak. A folyamatot mindenképpen meg kell állítani, de legalábbis jelentősen mérsékelni szükséges.

Az ENSZ által 1992-ben Rio de Janeiróban megrendezett Környezet és Fejlődés Világkonferencia egyik fő irányadó gondolata a biológiai sokféleségről kötött egyezményben vált valósággá. A magyar részről is aláírt megállapodás azt kívánta a tagországoktól, hogy konkrét intézkedéseket tegyenek az ügy érdekében. Ennek egyik eleme egy olyan biológiai folyamatokat monitorozó rendszer, amely a hosszú távú és ismételten visszatérő jellege folytán képes az ökológiai folyamatokban végbemenő változásokat figyelni és megalapozni a szükséges intézkedéseket.

A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszert (NBmR) erre a célja fejlesztették ki.

7.2 Célja, hálózata, szervezete

A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer célja: „trendek rögzítése (trend-monitorozás), amely viszonyítási alapot adhat a természetestől eltérő viselkedések felismeréséhez, értelmezéséhez.”

A program elméleti alapozó munkával kezdődött. A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete a biodiverzitás-monitorozó tevékenység elméleti alapjait dolgozta ki, a Magyar Természettudományi Múzeum kutatói pedig összegyűjtötték a monitorozás hazai előzményeit.

A monitorozási feladat 10 projektben zajlik:

- I. Védett és veszélyeztetett fajok monitorozása
- II. Vizes élőhelyek és közösségeik monitorozása
- III. Magyarország élőhelyeinek felmérése, térképezése és monitorozása
- IV. Invazív fajok monitorozása
- V. Erdőrezervátumok – kezelt lombos erdők monitorozása

- VI. Kis-Balaton II. ütem élővilágának monitorozása
- VII. Szigetköz életközösségeinek monitorozása
- VIII. Szikes élőhelyek monitorozása
 - IX. Száraz gyepek monitorozása
 - X. Hegyi rétek monitorozása

Az egyes projekteken belül a célok elérésére alkalmas komponensek (élőhelyek, életközösségek, fajok populációi) monitorozását jelölték ki.

Az országos megfigyelési rendszer egységes alapon álló módszert kíván, amelyet egy kézikönyvsorozat szolgáltató (Horváth et al. 1997):

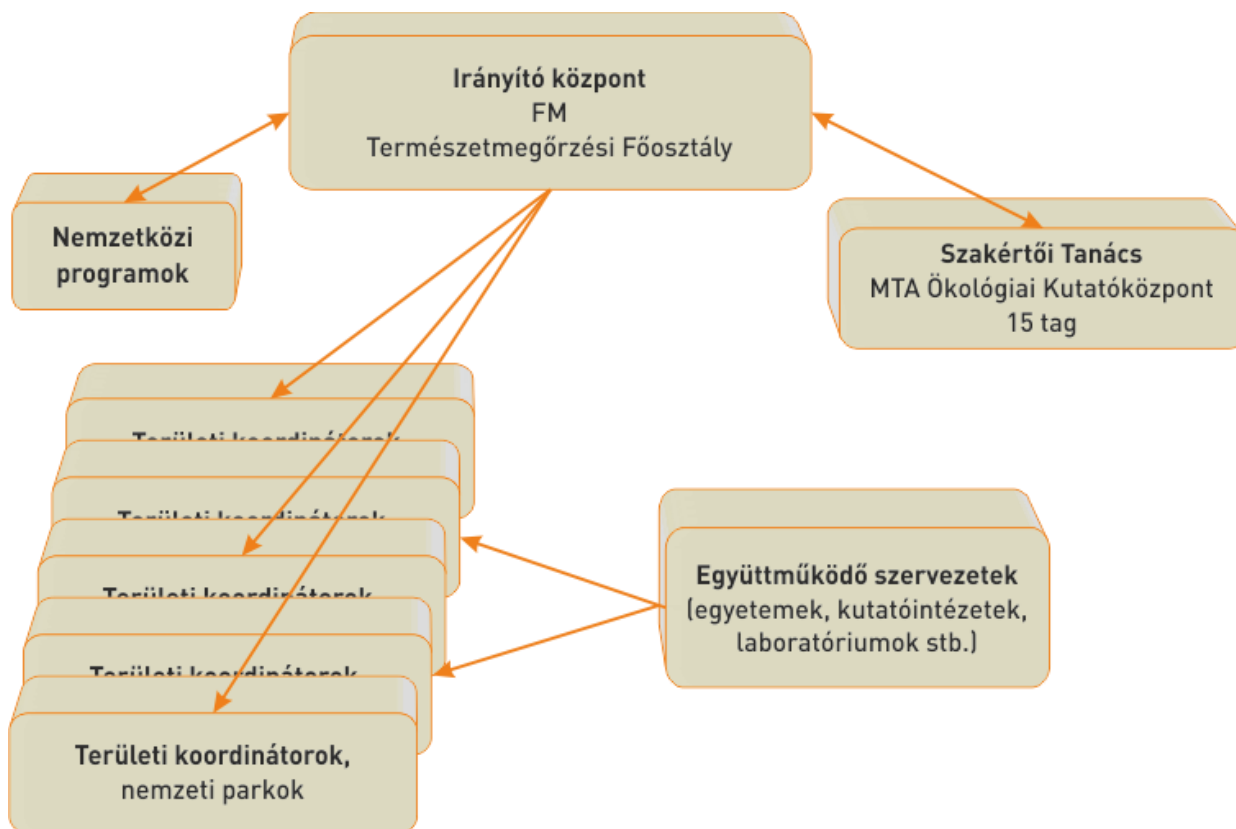
- I. Informatikai alapozás
- II. A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (NÉR)
- III. Növénytársulások, társuláskomplexek és élőhelymozaikok
- IV. Növényfajok
- V. Rákrok, szitakötők és egyenesszárnyúak
- VI. Bogarak
- VII. Lepkék
- VIII. Kételtűek és hüllők
- IX. Madarak
- X. Emlősök és a genetikai sokféleség monitorozása
- XI. Élőhely-térképezés

A kézikönyvek lehetőséget adnak arra, hogy szabatosan leírhatók és rögzíthetők legyenek az élőhelyek (általánosságban és sajátosan is), az élőlény csoportok. Így a későbbi megismételt vizsgálatokkal összevetve megállapíthatóvá válik az élőhely biológiai folyamatainak trendje és a biológiai változatosság alakulásáról levonható következtetések.

Ennek feltétele, hogy Magyarország minden élőhelye egységes rendszer szerint osztályozható legyen. A rendszer külön előnye, hogy környezetvédelem területén is jól használható, ugyanis míg az élőhelyosztályozási rendszerek többsége a degradált területekkel általában nem foglalkoznak, addig a NÉR-nek van olyan „modulja”, amely ezt lehetővé teszi, még hozzá olyan formában, hogy mérnöki szintű biológiai képzettséggel rendelkező szakemberek által is felhasználható.

A biológiai sokféleség vizsgálatáért felelős területi szervek a nemzeti park igazgatóságok, amelyek ebből a szempontból a természet védelméért felelős minisztérium illetékes részlegének irányítása alá vannak rendelve. A nemzeti parkoknál egy-egy kijelölt személy felel a feladatért. A területi (vagy regionális) központokat együttműködő szervezetek segítik a szakmai munkában. Utóbbiak jobbra egyetemek, kutatóintézetek, laboratóriumok, de

különösebb szakértelmet nem kívánó feladatokba civil szervezetek vagy iskolák is bevonhatók. A miniszteriális vezetés felelős a nemzetközi programokkal való kapcsolattartásért. A szakértői tanács, amely a vezetőségen kívül 15 tagból áll közvetlenül a minisztériumhoz csatlakozik. Feladata a szakmai ellenőrzés.



48. ábra A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer szervezete sematikusán

7.3 Az Élőhely-osztályozási Rendszer rövid ismertetése

Az Élőhely-osztályozási Rendszer egymásmellé rendelt alrendszerekből áll. Ezek bizonyos fokú átfedésben vannak, azonban az egyes rendszerek más-más célra alkalmasak. Az élőlények sokfélék, élőhelyük leírása, kategóriákba sorolása azonos léptékű megközelítésben általában nem lehetséges. Más léptékben (felbontásban) lehet leírni például a növényfajok és rovarok élőhelyét. Az alrendszerek a következők:

Á-NÉR - Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer

Nem hierarchikus rendszer. A kategóriák száma 116. Léptéke 1:10 000 és 1:25 000 közé esik. Előnye, hogy degradált élőhelyekre vonatkozó kategóriákat is tartalmaz. Kezeléséhez alapszintű szakismeret, pl. mérnökbiológiai képzettség is elegendő lehet, amennyiben az alkalmazó legalább növényi alapfajok felismerésében jártas.

Az élőhely meghatározásához négy szempontot kell feltétlenül ismerni. Az egyes szempontokon belüli minőségek jelzőszámából egy négy tagból álló számkód állítható össze, amely az élőhely határozás első lépése, általa egy élőhelycsoport már kiválasztható. A négy szempont a következő:

- 1. tag a kódszámban: Magassági elterjedés (1) hegy- és dombvidéki (< 200 m), (2) síkvidéki;
- 2. tag a kódszámban: Formáció: (1) fás, (2) fátlan (< 3% borítottság);
- 3. tag a kódszámban: Vízellátottság: (1) vízi-mocsári, (2) üde, (3) száraz;
- 4. tag a kódszámban: Antropogén befolyásolttság: (1) természetközeli, (2) degradált, nem természetes.

Például a 2232 kód egy olyan élőhelycsoportot jelöl ki, amely sík vidéki (2), fátlan (2), száraz (3), nem természetes (2) területen található. Ebbe a csoportba az Alföldi gyomos száraz gyepek O5, Felhagyott szőlők, gyümölcsösök O12, Taposott gyomnövényzet O13 stb. tartozik. Ezek mindegyikéhez tartozik egy egyszólamú meghatározás, például az „Alföldi gyomos száraz gyepek O5” –höz a következő: „Alföldi rövidfűvű (általában *Festuca pseudovina* dominálta), erősen degradált, vagy másodlagos, általában legelőként hasznosított gyepek.” Vagyis, amikor a besorolást végző személy ehhez a lépéshez ér, akkor képesnek kell lennie arra, hogy a *Festuca pseudovina*-t, mint az élőhelyre jellemző növényfajt felismerje. Ezt követően egy kb. 1 oldal terjedelmű részletes leírás is rendelkezésre áll, ahol további alaposabb biológiai ismeretre, fajfelismerésre van szükség ahhoz, hogy – például – a degradáltság mértékét meg tudjuk állapítani. A meghatározást segíti a kézikönyvben található képsorozat is.

C-NÉR - Növénycönológia (növénytársulási) szempontú osztályozás

Abban az esetben, ha az Á-NÉR-nél részletesebb élőhely kategorizálásra van szükségünk, akkor a C-NÉR áll rendelkezésre. Itt a kategóriák száma 560, amelyek hierarchikus rendben le lehetők fel, léptéke 1:1 000 és 1:10 000 közötti, vagyis finom léptékű növénytársulási vegetációtérképek készítésére alkalmas. Ez a rendszer végeredményben Soó Rezső növény-szociológiai rendszerének továbbfejlesztett változata. A természetes, nem vagy kevésbé degradálódott élőhelyek nagyon részletes formában állnak rendelkezésre, míg a degradáltak kevésbé részletezettek.

T-NÉR - Hazai élőhelyek társulástani alapú hierarchikus osztályozása

A C-NÉR-nél is részletesebb, ugyancsak Soó Rezső növény-társulástani hierarchikus rendszerén alapuló, összesen 647 kategóriát leíró rendszer. Segítségével gyakorlatilag az egész ország területén előforduló bármely élőhely a részletes specifikumai által azonosítható. Használata jól felkészült botanikusoknak és zoológusoknak ajánlható.

V-NÉR - Vízter-tipológiai törzsadattár

Sok esetben a társulástani tipológiai rendszerek a rendkívüli változatossággal bíró víztéri élőhelyekre nehezen alkalmazhatók, ezért szükségessé vált egy olyan „segédlet”, amely hidrobiológusok használatára szánva lehetővé teszi a pontosabb tipizálást. Ez a rendszer 81 típust tartalmaz.

7.4 Módszerek

Az Élőhely-osztályozási Rendszer lényeges eleme az egységes adatfelvételi módszer, vagyis az adatfelvétel módszerének „szabványos” volta. Ezt a célt szolgálják az úgy nevezett protokollok. Az adatfelvételi módszert minden egyes monitorozandó komponensre szükséges kidolgozni, mivel alapvetően másként kell megfigyelni a bekövetkező változásokat mondjuk az edényes növények, vagy a vízi rovarok esetében. Ezen kívül a módszert a monitorozás célja is befolyásolja. A mára kialakult protokollok számos szakember évtizedes munkájának köszönhetőek. Ezeket szakmai munkacsoportok dolgozták ki, majd bárki által hozzáférhetővé téve és kipróbálva a tapasztalatok alapján módosításokat, finomításokat végrehajtva alakult ki a néha még ma is korrekcióra szoruló módszer. A protokollok az interneten keresztül bárki számára hozzáférhetőek.

A teljesség igénye nélkül felsoroljuk, hogy mely komponensekre vonatkozóan állnak rendelkezésre kidolgozott protokollok: növényfajok, mohák, növénytársulások, élőhely-térképezés módszertana, vízi makroszkopikus gerinctelenek, egyenesszárnyúak, lepkék, talajfelszíni ízeltlábúak, halak, madarak, emlősök stb.

Példaként az alábbiakban bemutatjuk a gyepvegetáció monitorozására kidolgozott protokoll szerkezetét.

A protokollok általában a **monitorozási cél** meghatározásával kezdődnek, ugyanis – mint fent írtuk – a monitorozással elérni kívánt cél nagyban meghatározhatja az adatfelvételi módszert. Példánkban az „esetenként környezeti terhelés, tájhasználat vagy kezelés hatásának megfigyelése, elemzése (talajvízszint csökkenés, kaszálás, legeltetés, fragmentáltság, klímaváltozás stb.)” trendmonitorozására kidolgozott protokollal állunk szemben.

A példában szereplő protokollt már alkalmazták bizonyos élőhelyeken belül meghatározott helyszíneken, ezért a módszertan megadja ezeket az **élőhely-típusokat**, **helyszíneket** és a **monitorozás célját**.

Élőhely-típusonként megadja a **mintavétel gyakoriságát**, annak **időpontját** (általában havi pontossággal).

A monitorozás eredményét alapvetően befolyásolhatja a **mintavétel helyének** kijelölése és kiterjedése, ezért a protokoll részletesen ismerteti. Általában elmondható, hogy növénytársulás mintavételezése esetén a helyszínt úgy kell kijelölni, hogy az a mintázandó terület egészére nézve jellemző faji összetételű legyen. Példánkban 50×50 m négyzet alakú ún. kvadrátot javasolnak kijelölni. A sarokpontok koordinátáit rendszerint karóval megjelölik és koordinátáit rögzítik. Amikor valamely kezelés hatását szeretnék megfigyelni, akkor mindig ki kell jelölni

egy kontroll, vagyis egy kezeletlen területet is. A növényzet felvételt a kvadráton belül 1×1 méteres mikrokvadrátokban végzik. Esetünkben összesen 50 db mikrokvadrátot jelölnek ki a lehetséges 2500-ból. A növényfajok jelenlétét százalékban megadott borítottságukkal jellemzik. A degradációs tényezőket a NBmR III. kötete alapján, a természetesség mértékét pedig a II. kötet alkalmazásával becslik a nagy kvadrátra vonatkozóan.

A protokoll megadja a **vizsgálendő változókat**:

- növényfajok borításértékei (%) a mikrokvadrátokban,
- degradáltsági tényező és jelenség típusa,
- a természetesség mértéke (1-5),
- kezelésre vonatkozó adatok (ha a kezelés hatásának vizsgálata a cél),
- talajvízszintre, vízellátottságra vonatkozó adatok (ha a vízellátottság hatásának vizsgálata a cél) stb.

A felvett adatokból levezetett, **származtatott adatokat** is elő kell állítani. Példánkban ezek a következők (nem teljes felsorolás):

- összes növény fajszáma a mikrokvadrátok alapján,
- átlagos fajszám / mikrokvadrát,
- Simpson diverzitás index a teljes mintára, átlagos fajonkénti borításra,
- védett fajok %-os megoszlása az összes mintában,
- gyomfajok %-os megoszlása,
- az azonosított degradáltsági tényező és jelenség kódja,
- a degradáltság erőssége stb.

A protokoll azt is meghatározza, hogy a **Természetvédelmi Információs Rendszerben** milyen módon kell rögzíteni az adatokat és milyen fájlokat kell a rendszerhez csatolni és a jelentés milyen **formátumban** és mely **tartalommal** kell elkészíteni. Kitér arra is, hogy a feladat elvégzéséhez hány nap terepi és labormunkára van szükség.

8. Természetvédelmi Információs Rendszer (TIR)

A természettudományos igényű megfigyelése rendkívül hosszú múltra tekinthet vissza. Ha csak az ún. modern tudományos megfigyeléseket vesszük is alapul, akkor is évszázados tudásanyag halmozódásáról beszélhetünk. Ez a tudásanyag a megjelenési formáját tekintve rendkívül heterogén (nyomtatott könyvtől a számadatokig). Hazánkban a nemzeti parkok megjelenésével és a természet védelmének kormányzati szintű egyre intenzívebb kezelésével az államigazgatásban is halmozódó tudásanyag jelentkezett. Az adatok tárolása, hozzáférhetősége és hasznosíthatósága azt az igényt hozta létre, hogy ezeket az adatokat egységes informatikai rendszerben helyezték el oly módon, hogy az biztosítsa a lekérdezés lehetőségét is. Ez a lehetőség a kilencvenes években törvényi előírásra emelkedett.

A természetvédelemről szóló 1996. évi LIII. Törvény 67. § (1) bekezdése írja elő a természet védelmével kapcsolatos egységes, a nemzetközi követelményeknek is megfelelő információs rendszer működtetését. A hazai természetvédelem alapvető adatbázisának tekinthető az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer alrendszereként működő Természetvédelmi Információs Rendszer (TIR).

A TIR-t megelőzően a hatósági és szakmai döntések erősen személyfüggően a nemzeti-parki munkatársak jelentős terepi tapasztalatára, és az elérhető kutatási adatokra épültek. A döntési folyamat 2005-óta az adatáramlás szempontjából megváltozott, az adatgyűjtés a nemzeti-park-igazgatóságokon, a hatósági döntések pedig a zöld hatóságokon születnek, térben és időben elkülönülten.

A nemzeti-park-igazgatóságokon képződő élővilág-védelmi, földtani, tájvédelmi, természetvédelmi terület- és vagyonkezelési adatok és nyilvántartások kezdetben papíralapon, az utóbbi évtizedben egységenként különböző szerkezetű adatbázis kezdeményekbe, illetve alrendszerekbe gyűltek, egységes protokollok és törzsadattárak nélkül. Az így kialakult heterogén adatbázisok sajnos egymással nem kompatibilisek, ami jelentősen megnehezíti integrációjukat. Az adatok rögzítésére irányuló törekvések tehát valós igényen alapultak.

A kilencvenes évek elején támadt az igény a természetvédelem területi és központi szervei részéről, hogy a védett területek kialakításával, kezelésével és a hatósági igények kiszolgálásával kapcsolatos adatok gyűjtését, feldolgozását és információvá rendezését koordináltan végezze egy szervezet. Ezt a klasszikus háttérintézményi feladatot az akkori Környezetvédelmi Minisztérium Környezetgazdálkodási Intézete lett volna hivatott betölteni.

A komplex természeti állapotfelmérési program 1992-es beindítása kapcsán a háttérintézményi feladatok ellátására létrejött a Természetvédelmi Információs Szolgálatnak (TISz) nevezett csoport, melynek feladata egy egységes adatgyűjtő és feldolgozó rendszer kialakítása volt.

Nagy előrelépést jelentett az 1995-96-os Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium Integrált Térinformatikai Rendszer (KTM ITR) kialakítását célzó PHARE projekt, a nemzeti parkok egy-egy kiválasztott területének M=1:25 000 topográfiai térkép digitalizálásával, és az informatikai alpinfrastruktúra kialakításával. A projekt során kialakított törzsadattárak alapozták meg a Természetvédelmi Alapnyilvántartó Rendszer (TAR) kódtábláinak alapjait.

A Természetvédelmi Információs Rendszer legfontosabb, kiforrott módszertan szerint szabványosan üzemelő adatforrását az 1998-óta országosan működő Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer jelenti. A rendszer informatikai alapjai segítséget jelentettek a TIR rendszertervének elkészítésében

A jogszabályi környezet változásával párhuzamosan jelentkezett az igény a birtokügyi és vagyon nyilvántartás elkészítésére, 2000-ig azonban nem létezett egységes adatbázis egyik részterületre sem. 2002-ben a Természetvédelmi Informatikai Tanácsadó Testület (TITT) létrejöttével nagy lendületet vett a TIR kialakítása. Szakértői munkacsoportok alakultak, és több éves feszített munka következtében elkészültek a Természetvédelmi Információs Rendszer közbeszerzési tenderkiírás alapját képező rendszerterv leírások a főbb rendszerelemekre:

- általános rendszerterv
- biotika
- biotikai, kezelési és döntéselőkészítő modul
- ingatlan-nyilvántartás (birtokügy)
- ökoturisztikai modul
- vagyonyilvántartás
- védett érték modul
- a Természetvédelmi Informatika Stratégiája.

A TITT javaslatára a természetvédelemért felelős szakállamtitkár a természetvédelmi informatikai koncepció kidolgozását szabta feladatul, amely a stratégiai dokumentumok alapkövetelményein túl (helyzet feltárás, swot analízis, célállapot meghatározás, stb.) tartalmazza a természetvédelmi informatika megvalósítandó rendszer architektúráját, és az alpinfrastruktúrával szemben támasztott igényeit (hardver- és szoftver platformok). A TIR olyan nagyságrendű adat értelmezését, elemzését, információvá történő feldolgozását igényli, amely feladat országosan egységes ellátása nem valósulhatott volna meg informatikai koncepció iránymutatása nélkül.

A rendszer elsődleges célja a területi és központi szervek természetvédelmi adatbázisainak (természeti értékek – földtani, víztani, növénytani, állattani, tájképi, kultúrtörténeti, ökoturisztikai objektumok – és védett természeti területek) nyilvántartása, az Európai Unió rendszerével is kompatibilis egységes térinformatikai rendszerbe szervezése.

A rendszer kialakítása alapvetően az objektív, adat alapú szakmai munkavégzés kiszolgálását célozza (növelve így a természetvédelmi munka hatékonyságát), erős térinformatikai adatbázis háttérrel az alábbiak szerint:

- A területi és központi szervek adatbázisainak egységes térinformatikai rendszerbe szervezése.
- A természetvédelmi szakmai munka hatékonyság növelése.
- Hatósági, szakhatósági feladatok elvégzésének támogatása.
- Természeti értékek (földtani, víztani, növénytani, állattani, tájképi, kultúrtörténeti, ökoturisztikai objektumok) és védett természeti területek nyilvántartása (törzskönyvek vezetése).
- Természetvédelmi stratégiai tervezés, szabályozás és kezelés (természetvédelmi- és vagyongazdálkodási feladatok) kiszolgálása.
- Védetté nyilvánítás támogatása.
- Kutatás, biodiverzitás-monitorozás, modellezés feladatainak kiszolgálása.
- Döntés előkészítés támogatása.
- EU és egyéb nemzetközi kötelezettségvállalások adatszolgáltatása.
- Kárelhárítás, felelősségi, támogatási rendszerek kiszolgálása.
- A természetvédelmi oktatás és bemutatás adat és információigényének kiszolgálása.
- Közönségszolgálati feladatok kiszolgálása.

A Természetvédelmi Információs Rendszer legfontosabb feladatai a földrajzi helyhez kötődő adatok országos, rendszeres gyűjtése (a természetvédelem alapobjektumai), az egységes adatkezelés, adattárolás (nyilvántartások, törzskönyvek, kataszterek vezetése), az elemzés (leíró-, helyzeti adat, és adatkapcsolat elemzés a hatósági- és szakhatósági feladatok, kezelési-terv készítés, monitorozó- és kutatási programok értékelésében) és a megjelenítés (az eredmények, a monitorozó tevékenység, űr- és közönségszolgálat).

A TIR kialakítását a Magyar Információs Társadalom Stratégia (MITS) kiemelt kormányzati programként kezeli. Adatainak egy része helyszínrajzi számokhoz kapcsolódik, míg másik része térinformatikai koordinátákhoz rendelt. A több modulból felépülő információs rendszer (49. ábra) kiszolgálja a hatósági, szakhatósági feladatok elvégzését, a stratégiai szabályozást és tervezést, a természetvédelmi- és vagyonkezelést, a védetté nyilvánításokat, a kutatási és biodiverzitás monitorozási feladatokat, valamint az oktatással, bemutatással és közönségszolgálattal kapcsolatos feladatokat.



49. ábra A TIR felépítése

A Természetvédelmi Alapobjektum nyilvántartó Rendszer (TAR) a Természetvédelmi Információs Rendszer magja, egy egységes, központi objektum alapú nyilvántartás, mely biztosítja a TIR teljes integrálását. A központi rendszer taxonlistáinak fejlesztése már lezárult, de a további adatok még feldolgozás alatt állnak. A rendszer jelenleg több mint 4 millió adatot tart nyilván (IV. Nemzeti Természetvédelmi Alapterv). A rendszer a következő adattípusokat tartalmazza: taxonlisták, térképi adatok, metaadatok, attribútum adatok, szótárak, nyilvántartások. A központi rendszer taxonlistáinak fejlesztése már lezárult, de a további adattípusok még feldolgozás alatt állnak.

A biotika modul feladata a természetvédelmi szervezetekben keletkező élő szervezetekre és életközösségekre vonatkozó előfordulási és egyéb természetvédelmi jelentőségű tulajdonságukra jellemző adatok egységes gyűjtése, tárolás és a hozzáférések-lekérdezések garantálása. A modul biztosítja a külső kutatók számára az adatok megfelelő formában történő bevitelének lehetőségét térképi támogatással (Takács 2007). A biotikai adatok kezelése terén az eltérő formátumok és követelmények miatt még nem született egységes nyilvántartás. A rendszer a következő adattípusokat tartalmazza: növénytársulások, állattársulások előfordulási tulajdonságai, faj előfordulási és vegetáció-térképek, cönológiai felvételek. A

modul országosan egységes megvalósulását online internet elérésű központi szerveren futó alkalmazásként tervezték megvalósítani. Jelenleg a biotikai adatok kezelése terén még nem született egységes nyilvántartás.

A védett értékek modul feladata a hazai és nemzetközi jogforrások által meghatározott élettelen védett értékek és területek nyilvántartása, illetve fontosabb jellemzőik tárolása, statisztikák készítése. A rendszer tartalmazza az ex lege védett, egyedi országos jogszabály, a helyi Önkormányzati rendelet és EU direktíva által meghatározott védett értékeket és területeket. A jelenlegi nyilvántartások igen heterogének, mivel az egyes részterületek egymástól eltérő módon, egymástól függetlenül készültek el. A barlangi adatbázis teljes, azonban a többi adatbázis még feltöltés alatt áll.

Az ingatlan-nyilvántartás modul szolgáltatja a helyszínrajzi számokhoz kapcsolódó adatokat a többi modulhoz, valamint a hatósági és vagyonnevelési feladatokhoz. A modul kezeli a különféle közigazgatási egységeket, valamint több országos fedésű térinformatikai nyilvántartást is. A modul tervezésekor biztosítani kellett a saját adatok és a helyrajzi számok kölcsönös egymáshoz rendelését (pl. a különböző védettségi kategóriákhoz való tartozást), lehetővé kellett tenni a nemzeti parkos és az országos szintű statisztikák készítését, kapcsolatot kellett biztosítani a nemzeti parkok és a Minisztérium között. Jelenleg minden igazgatóságon alkalmazásra került egy egységes természetvédelmi ingatlan-nyilvántartást lehetővé tevő program. A KvVM részére elkészült egy központi program, mely a nemzetipark-igazgatóságok adatait automatikusan összefűzi és országos szintű lekérdezéseket, összesítéseket tesz lehetővé. A modulhoz kapcsolódóan három nemzetipark-igazgatósági, vagy minisztériumi adatbázis és program létezik: Földnyilvántartási program; Föld import program és a Földkönyv konverter.

A vagyonnevelés (gazdálkodás) modul a vagyonneveléssel kapcsolatos feladatainak támogatását végzi, az állatállománnyal és a haszonbérletekkel kapcsolatos adatok nyilvántartásával. A területhasználat eseménynapló modul a természetvédelmi informatikai rendszer legmagasabb szintjén helyezkedik el. A modul információit a többi működő modulból meríti, és biztosítja az adatok rendszerezését a kezeléseik optimális tervezéséhez, kivitelezéséhez.

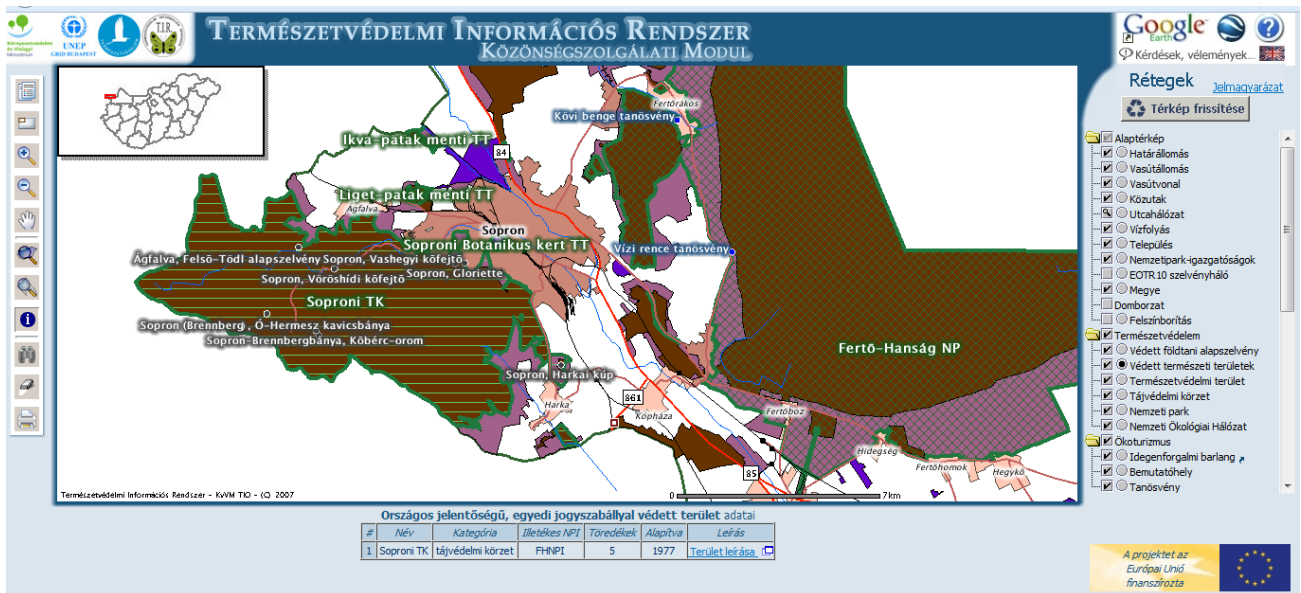
Az erdészeti-nyilvántartás modul feladata az erdészeti üzemtervi adatok biztosítása, az erdészeti nyilvántartások kezelése, erdőtervek adatainak tárolása és az erdőgazdálkodási tevékenység nyomon követése a hatósági és természetvédelmi kezelési és vagyonnevelési munkákhoz. Saját adatai mellett az ingatlan-nyilvántartásra, illetve az erdő védelmével kapcsolatos adatokban a védett érték modulra, az erdőben előforduló értékes fajok és társulások kapcsán a biotikai modulra támaszkodik. A saját vagyonnevelésű erdők vonatkozásában részletesebb adatokat is tárol, részben a vagyonnevelés modul segítségével. Külső adatforrása az Állami Erdészeti Szolgálat (ÁESZ) adatbázisa, amely egyrészt térképi, másrészt attribútum adatokból áll. A modul nagyrészt külső kapcsolatokra épül, fejlesztésének alapja az Erdészeti Térinformatikai Rendszer (ESZIR). Innen kapja a legjelentősebb input adatokat (adatbázis, alaptérkép, térinformatikai adatok) és gyakorlatilag az ott üzemeltetett információs rendszer bővítésének, természetvédelmi specializációjának tekinthető. A szoros együttműködés érdekében természetvédelmi adatokat (output) is szolgáltat az ESZIR felé.

Az erdészeti szolgálat által készített digitális állományok beszerezhetőek, de az állományok felhasználása csak önmagában lehetséges, mert az adatok nem a közhiteles ingatlan-nyilvántartáson alapulnak. A térképi adatok összevetése a más forrásból származó adatokkal nehéz. A nemzeti parkok által digitalizált állományokkal már helyrajzi számos térképekkel együtt készültek, így az egymással átfedő vonalak megegyeznek.

A területhasználat eseménynapló modul – kezdetben természetvédelmi kezelés modul – a természetvédelmi informatikai rendszer legmagasabb szintjén helyezkedik el. A modul információit a többi működő modulból meríti, és biztosítja az adatok rendszerezését a kezelések optimális tervezéséhez, illetve kivitelezéséhez. Feladata a kezelési terv dokumentációk elkészítésének támogatása, a természetvédelmi kezelési előírások (kezelési módok és feladatok, korlátozások, tilalmak) nyilvántartása, a megvalósult kezelési tevékenységek, elvégzett kezelési feladatok tárolása és a kezelések hatásának monitorozása. E modul informatikai megvalósítása viszonylag új keletű. Jelenleg csak két konkrét terület van, ahol informatikai alapokon is történik a kezelések tervezése és dokumentálása. Az egyik az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatósága, a másik Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága.

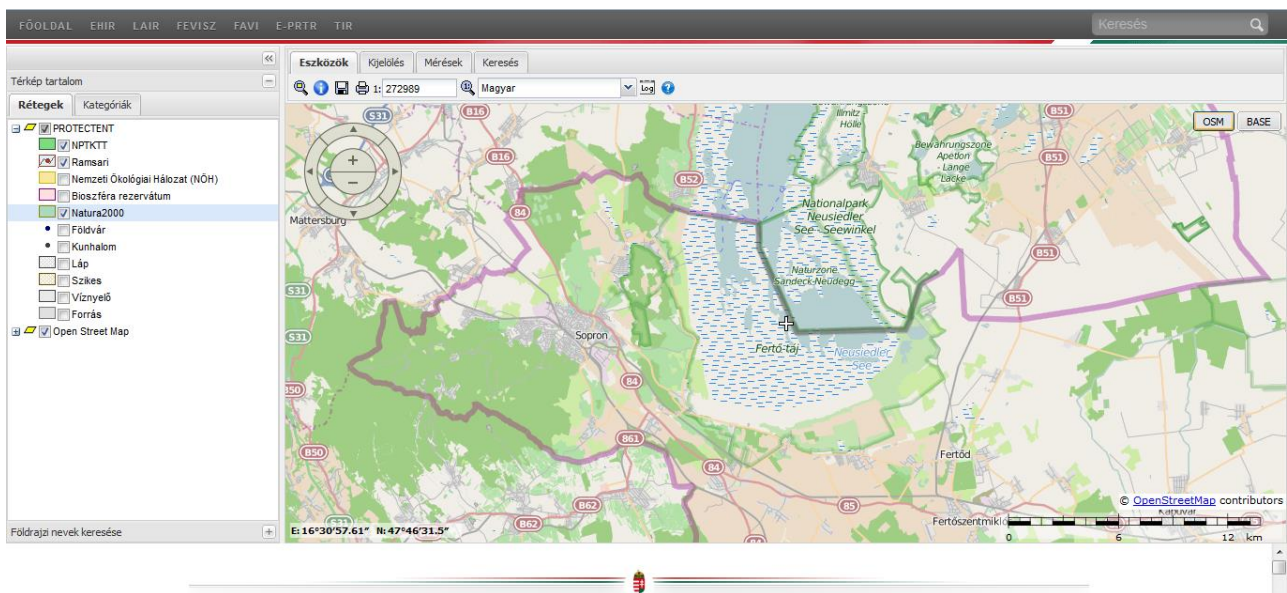
A vezetői döntés-előkészítő modul feladata a TIR több moduljaiból származó összetett információk interpretációja elemzésekkel, lekérdezésekkel, egyszerűbb összesítésekkel és statisztikákkal a vezetői és hatósági döntés-előkészítés szakmai támogatása, a hatékonyság növelése érdekében. A modul feladata részben a kezeléséhez hasonló, hiszen itt is lehetőséget kell teremteni az összes modul információinak közös megjelenítésére, értékelésre és elemzésére. A hatósági feladatok végzéséhez is ugyanez az információ szükséges, így amennyiben természetvédelmi hatóság is kapcsolódik a TIR-hez, akkor nekik elsősorban a döntés-előkészítő modul funkcióihoz kell hozzáférést biztosítani

A közönségszolgálati modul a TIR alapmoduljai mellett az interneten történő publikus adatok közléséért felelős szerkezeti egység (TIRweb), amely ArcIMS alapokon nyugszik. A természetvédelmi szakma informatikai igényeinek magas színvonalú kiszolgálása mellett a rendszer fontos funkciója az információs rendszerből kinyerhető eredmények (környezeti adatok) nagyközönség számára történő internetes publikációja, megjelenítése valamint az internet felől érkező adatok kezelése. Az oldalt látogató felhasználók Magyarország védett természeti objektumaival kapcsolatos információkat tölthetnek le, illetve jeleníthetnek meg interaktív térképen, vagy az oldalról kiindulva közvetlenül Google Earth felületen tekinthetik meg a modul által szolgáltatott objektumokat (Takács et al. 2008). Az oldal lehetővé teszi az egyszerű térképnézet mellett az egyszerűbb lekérdezések végrehajtását, az elemtípusokra (település, védett érték, stb.) való keresést, távolságmérést és nyomtatást is (web13).



50. ábra A régi közösségszolgálati modul felülete

Mint azt a 3.3 fejezt végén már említettük az Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer komoly informatikai fejlesztésen ment keresztül, amelynek részeként 2015 januárjától a TIR közösségszolgálati modulja is új webes felületen érhető el.



51. ábra A megújult közösségszolgálati modul térképes felülete

9. Erdőmonitoring

9.1 Releváns nemzetközi egyezmények

Az 1970-es években a Világ iparosodottabb országaiban kezdődött nagyarányú erdőpusztulás a 80-as években már katasztrofális méreteket öltött Nyugat-Európában. Például Nyugat-Németországban 1982-ben az erdők 8%-a pusztult ki, vagy károsodott, 1983-ban már 34% és 1984-ben már az erdők fele a kipusztulás határán volt, vagy elpusztult. A német erdőpusztulás olyan méretű és olyan gyors előrehaladású volt, hogy ez az ún. új típusú erdőpusztulás fogalma német nyelven honosodott meg más nyelvekben is (Waldsterben). 1986-ban öt európai országban (Németország, Ausztria, Csehszlovákia, Lengyelország és Jugoszlávia) a károsodott erdő összterülete elérte 6 millió hektárt. De más országokban is felléptek eleinte megmagyarázhatatlannak tűnő erdőkárok. Magyarországon 1978-tól észlelték a kocsánytalan tölgyes erdőállományok károsodását, amely 1985-re meghaladta az állományok 20%-át (Jakus 1990).

A tudományos körökben megindult vita során a légszennyezés, továbbá más abiotikus és biotikus okok merültek fel kiváltó tényezőkként. Az okok feltárásakor ugyanis azt tapasztalták, hogy több fafaj károsodott és számos biotikus károsító is megjelent. Hamarosan rá kellett jönni, hogy egy kárláncolattal állnak szemben, amelynek kiinduló láncszeme mindig a környezet szennyezettsége, azon belül is leginkább a légszennyezettség (World Resources 1986).

Láthatóvá vált, hogy a légszennyezés mérséklésére azonnali intézkedéseket kell foganatosítani. Mivel ez a szennyezés nem ismer határokat, nemzetközi egyezmények születtek. Az erdők állapotára leginkább az „Egyezmény a nagy távolságra jutó, országhatárokon áterjedő levegőszennyezésről” (1979) volt (van) hatással. Az egyezményen belül jegyzőkönyv szintű megállapodások születtek a kén (1985, 1988, 1994), a nitrogén-oxidok (1988), a szerves vegyületek (1991, 1998), a toxikus nehézfémek (1998), a talajközeli ózon kibocsátásáról és a savasodásról (1999) stb. Ugyancsak ide kapcsolódott az 1984-ben elfogadott jegyzőkönyv a nagy távolságra eljutó légszennyező anyagok megfigyeléséről (lásd a következő fejezetben). Ez az egyezmény valójában egy 1977-ben már létrehozott megfigyelési rendszer megszilárdítása és kiterjesztése volt további országokra.

Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményt 1992-ben nyitották meg az ENSZ Környezet és fejlődés konferencia keretében. Ez a fejlett és az átmeneti gazdaságú országokra ró kibocsátás mérséklési kötelezettségeket az üvegházhatást okozó gázokra vonatkozóan (részletesebben lásd 4.3. fejezetet).

A Keretegyezmény a Kárpátok védelméről és a fenntartható fejlesztésről (2003) címet viselő egyezményt mind a hét érintett ország aláírta, amely tovább javíthatja az országhatárainkon kívüli és belüli Kárpátok térségéhez tartozó területeken (országunk területének 10%-a) az erdők jobb állapotát. (Faragó – Nagy 2005)

9.2 Európai szervezetek ICP Forests adatfelvételi rendszere

A nagy távolságra jutó, országhatárokon áterjedő levegőszennyezésről szóló egyezmény keretében jött létre 1985-ben a nemzetközi erdőmonitoring rendszer, rövid nevén az ICP Forests (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests). Feladata monitorozni Európa erdeinek egészségi állapotát, a levegőszennyezést, a klímaváltozásra mutató jeleket és a biodiverzitás mértékét. Jelenleg 41 ország vesz benne részt. Két vizsgálati szintje van:

1. szint – Célja: a károk területi eloszlásának és időbeni változásának felmérése. Európa-szerte egy 16×16 km rácsháló pontjaiban, mintegy 6 000 vizsgálati helyen végzik az adatgyűjtést. A rendszer az erdőállapot-leíró változók térbeli és időbeli elemzését, a természetes és antropogén hatások (különös tekintettel a légszennyeződés) vizsgálatát teszi lehetővé. A végrehajtás koronaállapot-vizsgálatokat (levélvesztés, levél-elszíneződés, koronakárok), talajtani-depozíciós vizsgálatokat, valamint levél elemtartalom-vizsgálatokat foglal magába.

2. szint: - Célja: a károsodást kiváltó folyamatok felderítése. Mintegy 500 vizsgálati hely áll rendelkezésre. Ez az intenzív vizsgálat kiterjed az erdőállományok víz- és szervesanyag-körforgalmának feltárására, valamint a környezeti-termőhelyi feltételekben bekövetkező változások hatásának vizsgálatára. Ennek keretében vizsgálják a koronaállapotot, a levél kémia összetételét, a talajkémiai, a faállomány-növekedését, az aljnövényzetet, az állományszerkezetet, a levéllakó zuzmók előfordulását, a talajoldat kémiai, a légköri ülepedést, a levegő minőségét, egyes meteorológiai adatokat, a fenológiát és az avar mennyiségét.⁵⁶

A felvételezés egységes módszertanára, protokolljára nyilvánosan hozzáférhető útmutatók állnak rendelkezésre.

Magyarország a kezdetektől részt vett az együttműködésben. Saját monitoring hálózatát úgy építette fel, hogy az egyszerre mind megfeleljen az ICO Forests követelményeinek is. 1987-ben jött létre a több modulból álló Erdővédelmi Hálózat (EVH). Ennek I. szintje (EVH-I) szolgáltatja az adatokat az ICP Forest 1. szint számára. 1989-től indult az EVH-II, ami az ICP Forests intenzív vizsgálati szintnek, a 2. szintnek felel meg.

9.3 Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer (EMMRE)

Ha a magyar erdészeti monitoring rendszert kívánnánk áttekinteni az alapoktól, akkor több mint 550 évre, Zsigmond királyig kellene visszatekintenünk, vagyis arra az időszakra amikortól a központi akarat az erdővel való gazdálkodást szabályozta, majd számba vétette. Csaknem minden központi rendelkezés az erdőkben okozott környezeti károk (drasztikus emberi beavatkozások bányászati, építési, földhasználati, hamuzsír előállítás stb. céllal) miatt vált szükségessé. Egy ilyen történeti áttekintésnek azonban itt nincs helye, elegendő ismerni, hogy a már évszázadok óta működő erdőgazdálkodási (tervezési, kezelési) adatbázist 1971-től központi számítógépes adattárba, mai nevén Országos Erdőállomány Adattárba helyezték át.

⁵⁶ <http://icp-forests.net>

Ez lehetővé tette, hogy az erdők állapotáról országos képet lehessen kapni. Igaz, elsősorban gazdasági célú információkat (az erdők adatait, az erdőkben előírt és végrehajtott erdőgazdálkodási tevékenységeket, stb.) tárol és szolgáltat, de alapját adja az erdészeti információk hatékony tárolásának és lekérdezhetőségének.

Az előző fejezetben említett nemzetközi szerződések hatására a 80-as évek végétől épültek ki azok a monitoring hálózatok, amelyek részint a nemzetközi szerződésekben vállalt kötelezettségeket ki tudták elégíteni, részint azon túl további szükséges állapotleíró adatokat is szolgáltatottak.

Az erdő az ökoszisztéma lényeges eleme, a Föld klímájának egyik meghatározója, a szárazföldi biológiai változatosság egyik fő forrása, nagyon sok élőhely befogadója és ezáltal az ember környezetének fő szabályozója. Ebből következik, hogy az erdőben bekövetkező változások figyelemmel kísérése és az okok felderítése (monitorozása) nem öncélú, nem csak az erdészeti szektor érdekeit szolgálja, hanem általános környezetvédelmi feladat.

Ma az erdők adatainak különböző szempontú nyilvántartása – beleértve a környezet- és a természetvédelmi szempontokat is – az integráció irányába halad. Az Erdővédelmi Mérő- és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatósága koordinálja részint közvetlenül, részint az Erdészeti Tudományos Intézet (ERTI) keresztül. Az EMMRE moduljaiból itt azokat tárgyaljuk, amelyek a környezeti monitoring témakörébe illeszkednek. Ezek az alábbiak:

- Alkoordinátor az Erdészeti Tudományos Intézet
 - Nagy területű egészségi állapotfelmérés hálózata – Erdővédelmi Hálózat I. szint (EVH I.)
 - Az egészségi állapot változásának intenzív vizsgálati hálózata - Erdővédelmi Hálózat II. szint (EVH II.)
 - Országos Fénycsapda Hálózat
- Koordinátor a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatósága
 - Faállományok Növekedésének Megfigyelése (FNM)
 - Vadállomány okozta élőhely változást megfigyelő rendszer (VÉV)
 - Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer (OENyR)
 - Éghajlatváltozási monitoring (ÉVM)
 - Időszakos célvizsgálatok
 - Gyapjaslepke előrejelzés
 - Szelídgesztenye kéregrák
- Erdőtűzvédelmi monitoring

Erdővédelmi Hálózat

Magyarországnak a nemzetközi egyezményekhez csatlakozása és az ICP Forests kialakítása után a hazai erdő monitoring program kidolgozása 1987-ben indult el, amit ma Erdővédelmi Hálózatként (EVH) ismerünk. 1988-ra kialakult az I. szintű „Nagyterületű kárfelvételi rendszer” (EVH I.), majd 1993-ra a II. szintű „Intenzív monitoring rendszer” (EVH II.). A két vizsgálati szint kapcsolódott az ICP Forests két szintjéhez. A kialakulástól kezdődően a hazai rendszereket egyrészt finomították és az időközben megváltozott nemzetközi protokollhoz igazították, másrészt – elsősorban költségtakarékossági okból – a mintavétel nagyságát mérsékeltek.

Az EVH I. szinten az eredeti felvételi hálózat 4x4 km-es volt, ami 1027 mintaponthoz tartozóan 24 648 mintafát eredményezett. 1988-tól 2006-ig évente megtörténtek a terepi adatfelvételek. 2006-tól a hálózatot 16x16 kilométeresre mérsékeltek, így a mintaterületek száma 78-ra, és az évente vizsgált fák száma 1 872 db-ra csökkent.

Az EVH II. szint létrehozatalakor is 16x16 kilométeres hálózatú volt és maradt. (Ez a rácsháló azonos az EVH I. hálózattal.) Az 1989-ben megkezdődött, 5 éves vizsgálatosorozat után egy 71 mintaterületből álló hálózat jött létre, ahol a vizsgálat visszatérési periódusa 5 év volt. Az adatok felvételezése a 2000-es évek elejéig folyt, amikor a növekvő kutatási igények és más szempontok miatt egyes mintaterületeket kiválasztva, célzott intenzív monitorozás vette kezdetét. Ma 15 mintaterület áll rendelkezésre (Kolozs 2009).

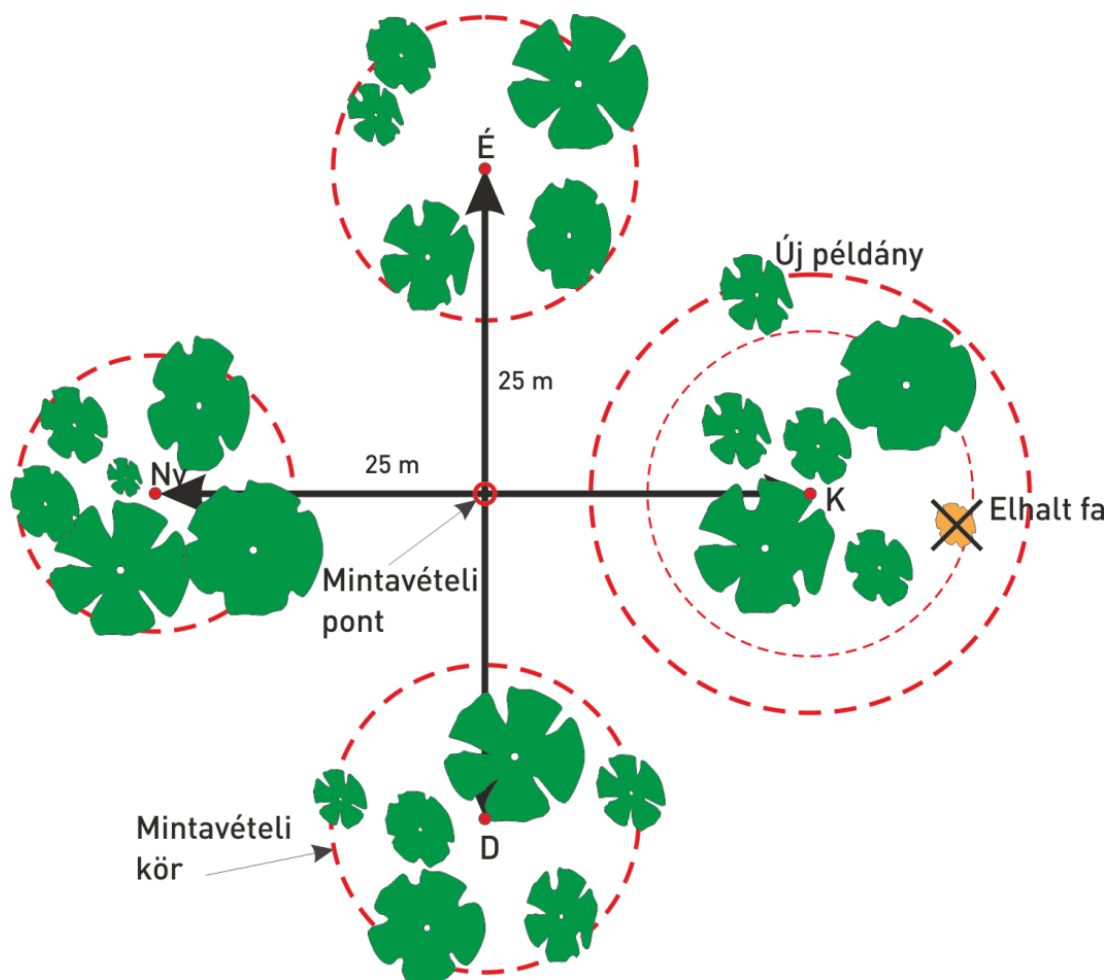
Erdővédelmi Hálózat I. szint (EVH I.): Nagy területű egészségi állapotfelmérés hálózata

Az erdővédelmi hálózat (EVH) kialakításának célja a légszennyezés erdőkre gyakorolt hatásainak monitorozása. Létrejöttét ICP Forests program (lásd 9.2 pont) kezdeményezte, de a hazai felmérés az európai elvárásoknál részletesebb (Kolozs 2009). Ezen belül az EVH I. nagyterületű kárfelvételként működik azzal a céllal, hogy adatokat szolgáltatson az egyes megbetegedésekről, károsodásokról, azok időbeli előfordulásáról és térbeli elhelyezkedéséről részint hazai felhasználásra részint a nemzetközi egyezményben vállaltak teljesítésére.

A program 1987-ben indult, a felvételezés éves gyakoriságú. Az ország teljes területét egy elméleti 4x4 kilométeres hálózattal fedték le. Ott létesítettek mintavételi pontot, ahol a rácspont erdőterületre esett. (Ebbe a hálózatba illeszkedik bele a 16x16 kilométeres kiosztású ICP Forests 1. szintű mintavételi hely 78 állandósított mintaponttal.) A 4x4 kilométeres hálózat több mint 1000 mintapontot és megközelítőleg 25 000 mintafát eredményezett. Ebben a rendszerben folyt az adatfelvételezés 2006-ig. Ezt követően – költségméréselési célból – áttértek a 16x16 kilométeres hálózati rendszerre, ami 78-ra csökkentette a mintavételi helyek és 2 000 alá a mintafák számát.

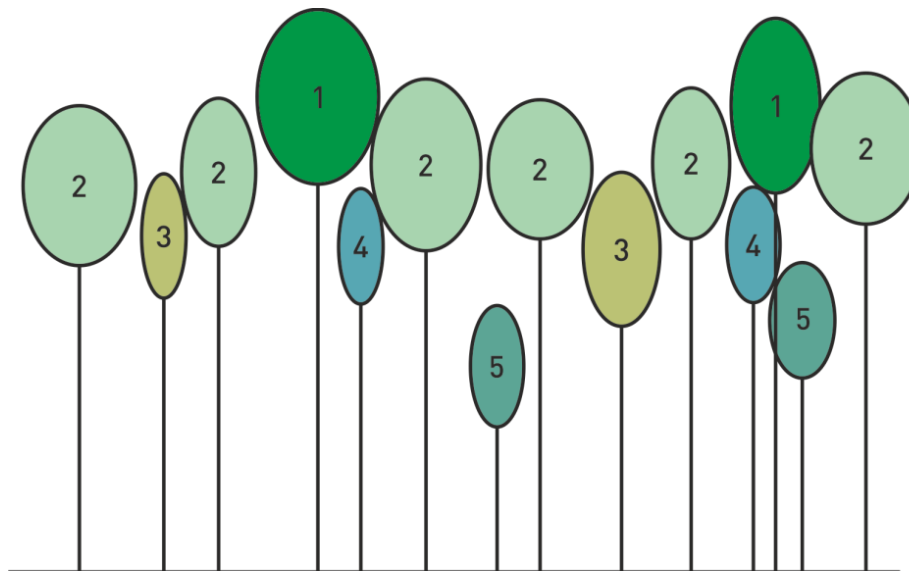
Az egyes mintavételi helyeken 4 mintakörben 6-6 faegyedet, összesen 24 mintafát jelölnek ki mintavételezésre. A mintavételi köröket a mintavételi ponttól a négy fő égtáj irányába mért 25-25 m távolságban levő középpontok körül állapítják meg olyan sugárral, hogy abba 6 mintafa essen. Egy fa esetleges pusztulásakor a kör sugarát addig növelik, amíg 1 új fapéldány bele nem

esik (52. ábra: lásd a keleti irányban levő mintakört). A mintakör nem metszhet más mintakört, nem haladhatja meg a 25 métert. Ettől a mintafa jelölési módszertől akkor térnek el, ha a mintahelyen az erdőállomány fejlettségi állapota elmarad a vizsgálati módszertanban előírttól (túl fiatal állomány). Ilyenkor állományleírással történik a felvételezés mindaddig, amíg a fák eléri a kritikus, már vizsgálható dendrometriai méreteket.



52. ábra Az EVH I. mintavétel elrendezése

Mintafaként csak azok a példányok kerülhetnek be a vizsgálatba, amelyek a Kraft-féle szociális osztályba sorolás szerint az 1-es, a 2-es vagy a 3-as magassági osztályba tartoznak (53. ábra). Az elpusztult egyed addig marad mintafa, amíg áll. A mintaterületen álló fákat a gazdálkodó a tervben szereplő előírások szerint kezeli, vagyis semmilyen különleges gazdálkodási előírás nincs érvényben a mintaterületen.



Magassági osztályok: 1 Kimagasló fák, 2. Uralkodó fák,
3 Közbeszorult fák, 4 Alászorult fák, 5 Elnyomott fák

53. ábra Kraft-féle famagasság szerinti osztályozás

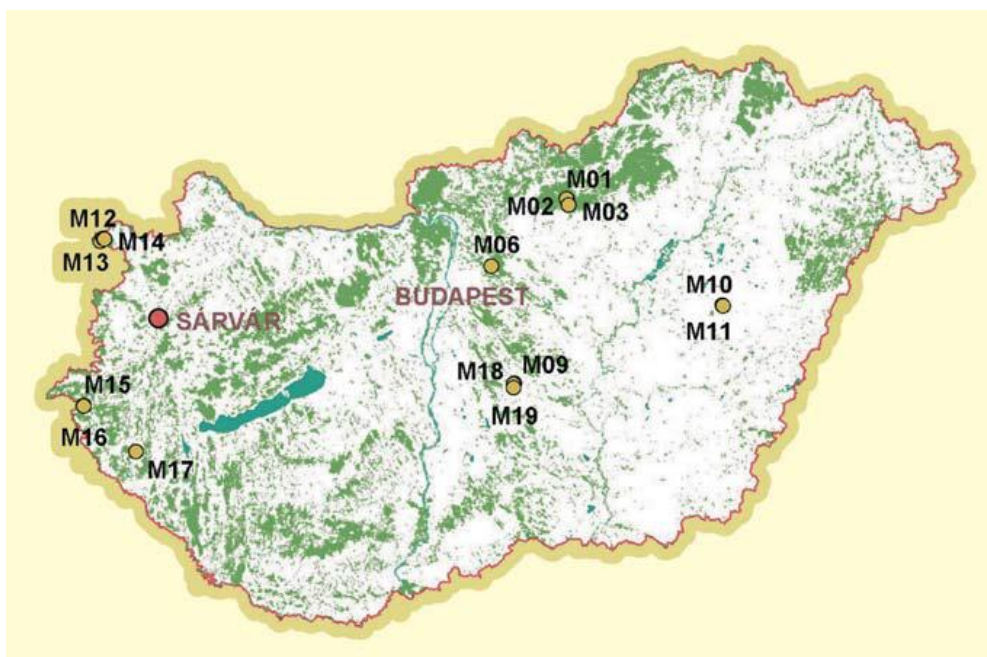
A mintafák teljes földfeletti részén vizsgálják a különböző kár okokra visszavezethető elváltozásokat.

A korona általános állapotának meghatározása során vizsgálják az etalon koronához képest a levélvesztést és a koronaelhalást, továbbá a rendellenes levélszíneződést. A légszennyeződésre utaló legfontosabb jelek a levélvesztés, a koronaelhalás és a levélszíneződés (Kolozs 2009). Ezen kívül feljegyznek minden ismert és ismeretlen eredetű károsítást a koronán, a törzsön és a gyökfőn, beleértve a vadkárt is.

A kár szembecsléséhez felvételezéséhez útmutató áll rendelkezésre. A felvétel 5%-os pontossággal történik, ami alapján a kárt 0-10% = tünetmentes, 11-25% = veszélyeztetett, 26-60% = közepesen károsított, 61-99% = erősen károsított, 100% = elpusztult kárfokokozatokba sorolják, ami egyezik az ICP módszertanával.

Erdővédelmi Hálózat II. szint (EVH II.): Az egészségi állapot változásának intenzív vizsgálati hálózata

A vizsgálat eredeti célja elsősorban a légszennyezés okozta erdőkárok okainak felderítése volt, azonban a fentebb vázolt kutatási igények, a praktikum és a költséghatékonyság következtében ez a vizsgálati szint fokozatosan olyan intenzív vizsgálatok helyszínévé változott, ahol az erdők egészségi állapotának megismerése érdekében a víz- és szervesanyag-körforgalmának feltárása, az ok-okozati összefüggések megismerése a kitűzött cél.



54. ábra Az EVH II. hálózat mintaterületeinek elhelyezkedése [Kolozs 2009]

Mintaterületenként minimum 50, maximum 200 mintafa vizsgálata történik. Az egészségi állapotfelmérést évente végzik a nemzetközi módszer szerint. Évente fánként felméri a lombelszíneződés és lombvesztés jellegét, kiterjedését, a korona ágelhalás mértékét, valamint a törzsön és a gyökfőben előforduló károsodásokat és a kiváltó okokat. A szubjektív, becslésen alapuló paramétereket az évente kiválasztott és fotóval dokumentált etalonfákhoz (egy egészséges és egy beteg) viszonyítva határozzák meg. Az alábbi vizsgálatok folynak a mintaterületeken:

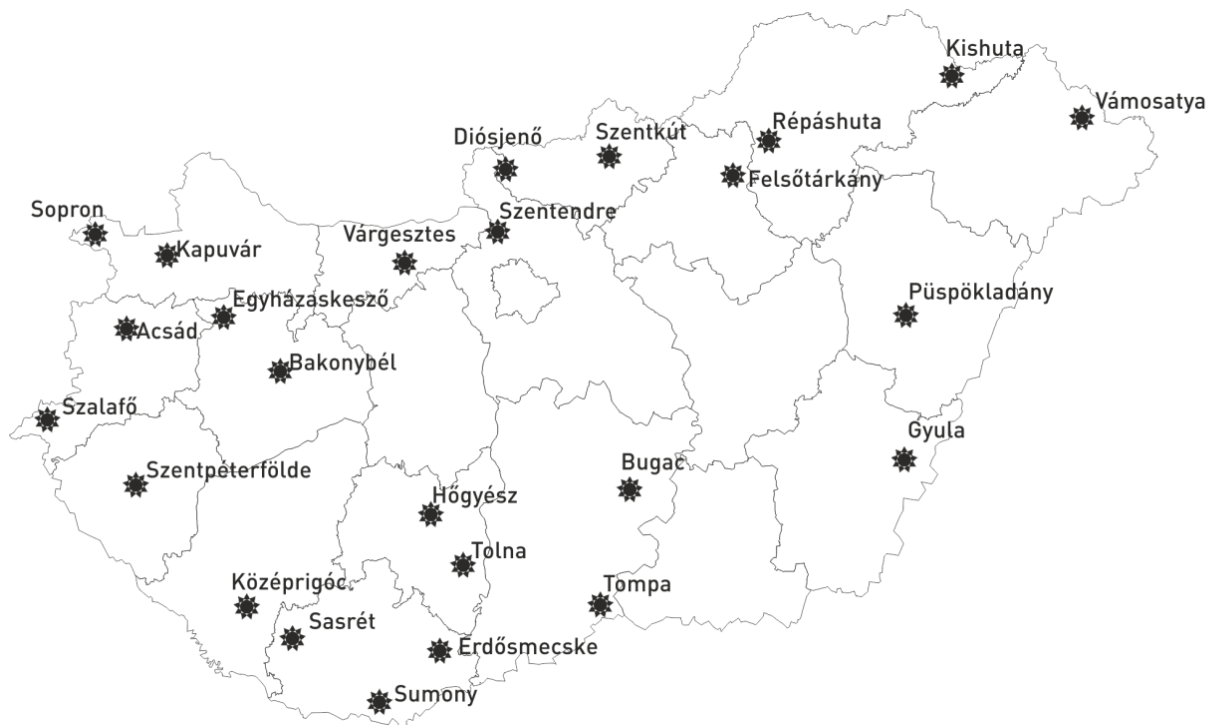
- egészségi állapotfelmérételezés (évente)
- depozíciós mérések (hetente)
- talajoldat vizsgálata (hetente)
- ózonkárok felvétele (évente 2×)
- növekedés (állományfelmérés) (5 évente)
- növekedés (kerületmérés) (folyamatos)
- évgyűrűelemzés (kezdetkor)
- lombvizsgálat (2 évente)
- meteorológiai mérések (folyamatos)
- biomasz meghatározása (havonta)
- fenológiai megfigyelések (hetenként)
- talajvizsgálat (kezdetkor)
- vegetációs felvételek (2 évente).

Országos Fénycsapda Hálózat

A rovarok által a mezőgazdasági terményben okozott kár ősidők óta ismert, már az ókori iratok, szent könyvek is említést tesznek a sáskajárásokról. Hosszú időn keresztül az emberiség sors- vagy istencsapásként érte meg a rovarok nagymértékű elszaporodását, gradációját, illetve a pusztításukat. A rovarügyi ismeretek fejlődésével ismertté vált, hogy a gradációknak vannak bizonyos időbeli szabályszerűségei, környezeti változásokban megjelenő előzményei stb., amely alapján a gradáció előre jelezhető. A XIX. században a rovargyűjtők már használták fénycsapdákat a pozitív fototaxisú, vagyis a fényre repülő rovarok befogására, egyedszám változásainak és megjelenési idejének megállapítására.

Magyarországon az ötvenes évek elején alakult ki Jermy Tibor javaslatára és irányításával előrejelzési céllal egy mezőgazdasági országos fénycsapda hálózat. Ebben az időszakban nagyarányú erdőtelepítési program volt folyamatban, ezért erdőkárok is jelentkeztek. Az első fénycsapdákat 1961-ben helyezték ki. A hálózat kiépítése a hetvenes évek elejéig tartott, az igényekhez és a lehetőségekhez illesztése a mai napig folyik. A működő csapdázó helyek száma általában 20 fölött van. Többségében évtizedek óta, van ahol közel fél évszázada folyamatos a megfigyelés. Ezek a hosszú idősorok mind a tudomány, mind az erdőgazdálkodási gyakorlat szempontjából nagyjelentőségűek.

A hálózatban Jermy-típusú fénycsapdát működtetnek, aminek lényege egy 125 wattos higanygőz izzó. Ezt egy kb. 1 m átmérőjű, kör alakú tető fed le, alatta egy bádoggal töltött edény, ehhez csatlakozik a kloroformot tartalmazó gyűjtő edény. Ebbe hullnak bele a fényre repülő, a kloroform gőzétől elbóduló és lehulló rovarok. A fénycsapdák március elejétől december végéig működnek naplementétől napfelkeltéig. Az észlelő személyzet az időjárásra vonatkozó adatokat is feljegyzi.



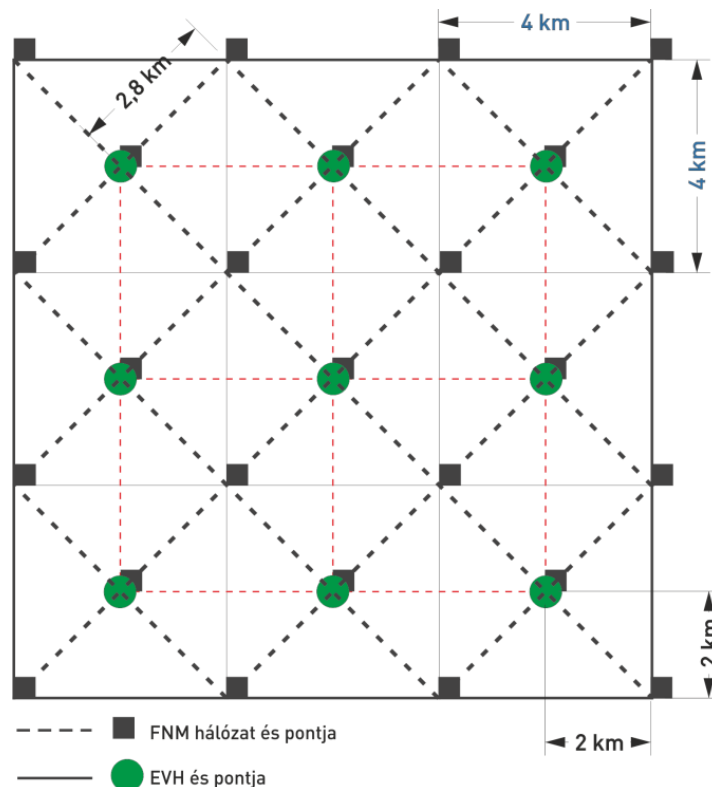
55. ábra Erdészeti fénycsapdák 2011-ben (Hírka et al. 2011 nyomán)

Faállományok Növekedésének Megfigyelése (FNM)

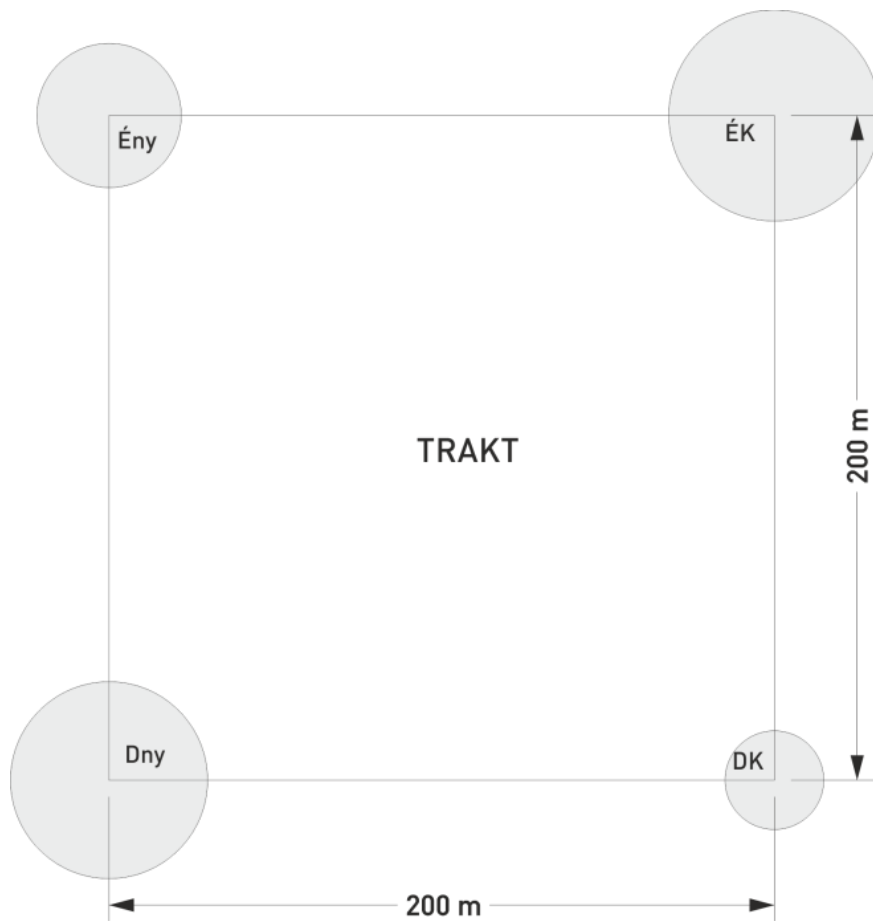
Magyarország erdővagyonára mintegy 360 millió bruttó m³. E vagyon változásának ismerete elengedhetetlen feladat, különösen abban a helyzetben, amikor az erdőt ért károk és a klíma változása eddig nem tapasztalt kihívás elé állítja a gazdálkodót. A Faállományok Növekedésének Megfigyelése program alapvető célja az erdők növedékének és a növedék változásának pontosabb, időszakosan aktualizált megismerése. Mivel a növedék változása összefüggésben van a környezeti hatásokkal, ezért a bekövetkezett változás egyfajta indikátor szerepet tölt be.

A FNM országos hálózata az EVH I., eredetileg 4×4 kilométeres hálózatára illeszkedett úgy, hogy azt mind északi, mind déli irányban 2-2 kilométerrel eltolták és az eltolási átlók metszéspontjában is mintapontokat vettek fel, ha a mintapont felvételére előírt feltételek teljesültek. Ez által egy északnyugat – délkelet tájolású négyzetháló keletkezett, amelynek az oldalhosszai (a mintapontok egymástól mért távolsága) 2,8 km (56. ábra).

A hálópontokhoz egy-egy 200×200 m oldalhosszúságú négyzetet (traktot) úgy illesztettek, hogy annak délnyugati sarka fedje a hálópontot. A trakt sarokpontjai adják a mintapontot, ahol kezdetben különböző - nem kisebb, mint 4 m és nem nagyobb mint 25 m - nagyságú mintakörök létesültek (57. ábra).



56. ábra Az FNM és az EVH hálózat viszonya egymáshoz



57. ábra Az FNM egy traktja, a mintavételi pontok és a mintakörök elrendezése

Mintakörönként 15-25 fát kellett tartalmazni, ami miatt a körök sugara változó volt. Ahol az FNM pont egybeesett az EVH mintaponttal, ott az EVH-nak megfelelő adatfelvétel történt, vagyis négy mintakörben összesen 24 faegyed.

Az adatfelvétel faegyedek dendrometriai megállapításán alapul. A felvételezés minden évben zajlik, azonban ugyanarra a területre 5 évente érkezik vissza. Ez alatt a felvétel mintegy 9 000 mintaterületen közel 160 000 mintafát érintett. A következő paramétercsoportokat állapítják meg:

- a mintapont adatai (pl. földrajzi koordináták, fekvés, lejtés, vízgazdálkodási fok, talajkár, cserjék, domborzat, fekvés stb.)
- állomány paraméterek (pl. fafaj, elegyarány, eredet, kor, hektáronkénti törzsszám stb.)
- mintafák adatai (pl. fafaj, elegyarány, eredet, kor, magasság, átmérő, magassági osztály stb.).

Vadállomány okozta élőhely változást megfigyelő rendszer (VÉV)

A szakemberek előtt mindig is ismeretes volt a vad által az erdőben okozott kár, azonban nem állt rendelkezésre a kár mértékét mutató egyértelmű adat, holott nyilvánvaló, hogy léteznek olyan helyszínek, ahol vad elleni védekezés nélkül nincs eredményes erdősítés, hogy a természetes újulat fennmaradását, sőt a termőhelynek megfelelő hozamot is veszélyezteti a vad. Ezt a hiányzó adatsor igyekszik pótolni a 2001-ben kezdődő, majd 2002-ben adatfelvétellel megindult országos hálózatos monitoring közel 300 mintapontban.

A mérési helyszíneken két egymáshoz közeli 100 m² területet (10×10 m oldalhosszúságú) jelöltek ki. Az egyiket vadmentes módon bekerítették, a másikat nem, csak sarkait jelölték. Ez utóbbi a kontrol terület. A két területet teljesen azonos módon kezelték. A mintapontokat úgy jelölték ki, hogy a vizsgálatba elsősorban a legfontosabb őshonos faállományok (bükkös, gyertyános-tölgyes, kocsánytalan tölgyes, kocsányos tölgyes, cseres) felújítási korú és fiatalos (csemetés) állományai kerüljenek bele, azon belül főként a természetes felújításokra koncentráltak.

Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer

Az emberi tevékenység és a klíma változása új típusú károk megjelenésével jár, amelyek váratlanul bukkannak fel. A korszerű erdőgazdálkodás lényeges eleme az előrelátó, kármegelőző jellegű tevékenység. Az erdőgazdálkodás országos irányítása 2012-ben – korábbi előzmények átalakításával - indította el az Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszert (OENyR), melynek célja az erdei károsítások, károsítók előrejelzése, térbeli elhelyezkedésének, esetleges terjedésének nyomon követése.

Ennek törvényi alapját az erdőtörvény⁵⁷ képezi, amely a szakszemélyzetet arra kötelezi, hogy az erdő fennmaradását vagy fejlődését veszélyeztető állapotot, eseményt vagy erdei vad által okozott kárt jelentse. A jelentésnek két formája van. Az ún. zárlati károsítók megjelenését haladéktalanul jelenteni kell. Egyéb károsodások, vagy károsítók fellépését pedig negyedévente. A jelentéshez az ún. „B” típusú „Erdővédelmi kárbejelentő lap” alkalmazandó (excel-formátumú táblázat). A kitöltést egy útmutató és a táblázatban futtatott ellenőrző program segíti.

A bejelentések adatai – a bejelentő személyek képzettsége miatt – hibákat is tartalmazhat, ezért a bejelentés tartalmától függően a kárt a helyszínre kiszálló szakértők minősíthetik és javasolhatják a szükséges intézkedéseket. Az adatok felhasználásával lehetőség van egy, az országra kiterjedő erdőkár helyzetkép folyamatos követésére.

⁵⁷ 2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról 98. § (1)

Éghajlatváltozási monitoring (ÉVM)

Közel negyven év óta egyre élénkebb világméretű szakmai vita folyik a Föld éghajlatában beállt változás okáról, várható mértékéről és a bekövetkezett, illetve bekövetkezhető hatásairól, továbbá a hatások mérséklésének módjáról. Mivel a mérséklés eszközeinek működtetése jelentős gazdasági hatással és ebből fakadóan hatalmi státuszbeli elmozdulással is járhat az egymással versengő gazdasági és politikai csoportokra nézve, ezért a vitában nem csak szakmai érvek érvényesülnek.

Tény, hogy hazánkban olyan szélsőséges időjárási elemek jelentkeznek, ami valóban a klíma változására utal, és amely az erdőkre, az erdők által nyújtott élőhelyekre is hatással van, ezért az éghajlat változását és az erdőkre gyakorolt hatását monitorozni szükséges.

Feltehető a kérdés, hogy az éghajlat változásának monitorozása a környezeti monitoring tárgykörébe sorolható-e. Amennyiben az OECD meghatározását (1.2 fejezet) vesszük figyelembe, akkor környezeti monitorozás alatt „emberi tevékenység hatására létrejött természetes változásokról vagy módosulásokról” történő adatgyűjtést értünk. Az elmúlt század közepéig azt gondoltuk, hogy az emberi tevékenységnek nincs hatása az éghajlatra. A tények azonban abba az irányba mutatnak, hogy a Föld klímájának változása valóban emberi beavatkozás eredménye (is), ezért a környezeti monitorozás tárgykörébe tartozik (lásd 4.3 fejezet alatt).

Az éghajlatváltozási monitoring hosszú adatsorokból tud levonni következtetéseket. Az EMMRE egyes szakterületei által gyűjtött több évtizedes adatsorok és a területileg hozzákapcsolható meteorológia adatok állnak rendelkezésre, amely két adatsort összefüggésében kell kiértékelni. A vizsgálathoz elsősorban a klímahatáron álló állományok szolgáltatathatnak értékes információkat, mivel a változások itt érzékelhetők elsőként.

Időszakos célvizsgálatok

- Gyapjaslepke (*Lymantria dispar*) károsítás előrejelzésére

A gyapjaslepke nagyon polifág faj, sokféle tápnövény, a legtöbb erdőt alkotó és kerti fafaj alkalmas számára. Tömeges elszaporodása hazánkban 8-10 évente várható (Csóka 1995). Megfigyelték, hogy az aszályos időszakokat követően a tömegszaporodásnak általában nagyobb az esélye (Leskó et al. 1994, Csóka 1996, 1997). A tömegszaporodás gócpontjai a legkedveltebb tápnövények (kocsányos tölgy és cser erdőállományok) tenyészhelyeiről indul ki. A tömegszaporodáskor a hazánkban károsított terület több tízezer hektár, de 2005-ben a kétszáz ezer hektárt is meghaladta. A fák általában kiheverik akár a csaknem tarra rágást is, azonban ez jelentős növedékvesztéssel és termésvesztéssel jár, amely utóbbi a természetes felújulást hátráltatja. A levélrágás hatására gyengültségi kórokozók és kártevők is elszaporodhatnak, amelynek további, akár a faegyedek pusztulását is okozó hatása lehet.

A károsítás előrejelzése a kár mérséklése céljából fontos. A hazai gyapjaslepke rassznak csak a hím példányai röpképesek, ezeket a fénycsapda hálózat befogja és eredményeikből lehet következtetni a szaporodás várható mértékére. Ennél pontosabb előrejelzés adható a fák kérgén elhelyezett petecsomók mintavételes számlálásával.

- Szelídgesztenye kéreggrák (*Cryphonectria parasitica*) megfigyelés

A szelídgesztenye kéreggrák tünetet okozó tömlősgomba faj Ázsiában őshonos, ahol a károsított fajok ellenállók vele szemben. Európába valószínűleg Amerikán keresztül jutott el. Először 1938-ban Olaszországban észlelik szelídgesztenyén, hazánkban az ezerkilencszázhatvanas évek végén. Kezdetben inkább az ültetvényekben, kertekben lép fel, majd elterjed a szelídgesztenyével elegyes állományokban is. Kidolgoztak mechanikai és biológiai védekezési eljárásokat, azok azonban költség- és munkaigényük miatt inkább csak ültetvényekben alkalmazhatók, többnyire ott is csak részleges sikerrel. 2001-ben a kocsánytalan tölgyön is megjelenik az elegyes állományokban, ezért a károsítás megfigyelésére monitoring hálózatot hoztak létre.

10. Érzékeny Természeti Területek (ÉTT) monitorozása

Amikor a természet visszavonhatatlan pusztulására ráébredtünk, akkor az értékek védelmét sokan abban látták, hogy az emberi tevékenységből eredő hatásokat teljes mértékben meg kell szüntetni. Ez a módszer gyakran éppen a védett értékek pusztulásával járt, mivel nem számoltak azzal, hogy egyrészt az ökológiai alrendszerek olyan sérült állapotban vannak, amelyek nem képesek önmaguktól rövid idő alatt az ideális állapotba visszajutni, másrészt arra sem gondoltak, hogy gyakran az értékek éppen az ember kíméletes tevékenysége útján jelentek meg egy adott helyen.

Az 1970-es években koncepcióváltás következett be a természetvédelem filozófiájában, amely szerint „az ökoszisztémák védelme csak úgy biztosítható, ha a védett zónák zárványszerű elszigetelése (itt tiszta természetvédelem, ott tiszta termelési- és fogyasztási célú környezethasználat) helyett azokat fokozatos átmeneteken keresztül beágyazzuk az őket körülvevő gazdasági és társadalmi környezetbe” (Ángyán 2003).

Hosszú úton érkeztünk el eddig a meggondolásig. Ezt az utat érdemes röviden vázolni, mert segít megérteni a jelenlegi álláspontokat. Mintegy ezer éven át a **parlagos, legelő- és erdőváltó földművelési rendszer** volt jellemző. A települések kis körzetében művelték a földeket, de amint azon csökkent a terméseredmény (4-6 év) 50-60 évig parlagon hagyták, ahol a természetes szukcesszió hatására újra kialakult az eredeti növénytakaró, ami klímazónától függően sztyepp, vagy erdő volt. Ezt a módszert parlagos legelőváltó, illetve erdőváltó gazdálkodásnak nevezzük, ahol a szántó a lejtő középső harmadán terült el, felette legelő, az felett erdő, a szántó alatta pedig rétek voltak. A megművelt terület az összterületnek csekély, mindössze 5-10%-át tette ki.

Európában a VII. században a művelhető föld hiány miatt alakult ki, majd a XI-XII. századra általánossá vált az **ugaros vagy nyomásos** (két- vagy háromnyomásos) gazdálkodás. A több évtizedes parlagon hagyás megszűnt, a szántókat, a gabonatermő földeket ketté osztották (kétnyomásos) és a felét egy évig ugaron tartották, később ezt – a legelők csökkenése miatt – legeltették. A háromnyomásos gazdálkodásnál kétharmadon gabonát (felében őszi, másik felében tavaszi vetésűt) termesztettek, egyharmadát ugaron tartották. Ezzel elérték, hogy a talaj némileg visszanyerte termőképességét. A szántó és a legeltetés egymás melletti fekvése sok kárt és konfliktust okozott, ezért a szántókat két dűlőbe osztották, az egyikben csak szántó, a másikon csak ugar volt, így a legelő állat nem került közelébe az értékes gabonaféléknek. Ebben az időben a művelési ágak már szétváltak.

Az elégtelen terméseredmények miatt a **vetésváltó gazdálkodás** terjedt el a XVI-XIX. században. Megszűnt az ugarolás, a takarmánytermő földeket föltörték. Évenként váltó vetésrendet alakítottak ki, ami a talaj pihentetését, termőképesség visszaszerzését szolgálta. A XIX. század végétől megjelentés a mezőgazdaságban a gépek, a nagyerejű vontatással a mélyebb szántás lehetősége, ami a termésátlag jelentős növekedését eredményezte, például hazánkban a búza hektáronkénti átlaga 6-7 q-ról, 15-20 q-ra nőtt.

A következő fejlődési szakasz java részben ma is tart, ez az **iparszerű mezőgazdálkodás**, amely kezdetben további földterületek termelésbe vonásával indult, majd a talajtermékenységet fokozó erőteljes beavatkozásokkal (pl. mocsarak lecsapolása) folytatódott. „Az iparszerű mezőgazdálkodási rendszerrel az ipar logikája (zárt, ember által szabályozott tér, funkcionális kapcsolatokon alapuló, kívülről vezérelt, pontosan kiszámított és kiszámítható folyamatok stb.) mint ideál jelenik meg a mezőgazdálkodásban. Alaptörekvése ennek megfelelően a függetlenedés, mesterséges szabályozás, a természeti erőforrások fokozatos kicserélése (helyettesítése) mesterséges erőforrásokkal.” (Ángyán 2003)

Hazánkban ez utóbbi átalakulás a szocialista tervgazdálkodás időszakára esett, amikor a termelés elkerülhetetlen megújítása a társadalmi kontrol nélküli erőltetett mennyiség-növelési politikai célokkal találkozva mélyreható változásokat hozott a termelési rendszerekben, a tulajdonviszonyokban és a hazánkra erőltetett szovjet környezetszemléleti elvek hatására a „természet leigázásában” („Pokorényie prirodü”).

Ez a rövid áttekintés is mutatja, hogy a mezőgazdálkodás „fejlődése” hosszú évszázadok alatt fokozatosan távolodott a természeti folyamatokkal való együttműködéstől az erőteljes beavatkozások rendszeréig és eljutott az iparszerű termelésig. Eredményeként mindenütt, ahol bevezették, így hazánkban is rohamosan nőtt a termelékenység (7. táblázat), amit a mezőgazdasági gépek használatával, erőteljes műtrágya és növényvédőszer használattal értek el.

7. táblázat Mezőgazdasági termelési rendszerek egy főre jutó termésmennyisége

Régió	Termés (kg/fő)	
	1965	1998
Világ összesen	215,2	297,6
Európa	194,8	495,9
Észak- és Közép-Amerika	515,4	816,9
Dél-Amerika	216,2	255,4
USA	700,0	1253,4
Afrika	65,0	99,2
Ázsia	172,5	265,6
Magyarország	528,3	1135,0

Forrás: Ángyán-Menyhért 1997 in Ángyán 2003

A terméseredmények növekedése azonban gyakran minőségi csökkenéssel járt, például a hajdan külpiacokon a minősége miatt keresett, Kanadába is exportált „acélos” magyar búza sikértartalma fokozatosan hanyatlott, végül A1 minőségű ún. javító búzát már egyáltalában nem tudtunk termelni. A 8. táblázat bemutatja, hogy miközben ötszörösére nőtt a műtrágya felhasználás a termésátlag megkétszereződött, de a sikértartalom egyharmaddal visszaesett, amit egyébként a termesztett búza fajtaváltása is befolyásolhatott.

8. táblázat A különböző időszakban minősített fajták minőségi jellemzőinek alakulása az 1970-1989-es időszak adatai alapján

Megnevezés	1961–65	1966–70	1971–75	1976–80
Műtrágya hatóanyag-felhasználás (kg/ha)	100	206,2	409,6	512,6
Termésátlag (t/ha)	100	130,6	178,5	218,3
Nedves sikértartalom (%)	100	83,7	71,9	66,9

Forrás: Szabó 1990

Különösen a laza szerkezetű talajokon a túlzott mértékű műtrágya elérte a talajvizet és ott az egészségre ártalmas mértékben feldúsult. A növényvédőszer maradványai megjelentek az élelmiszerekben és a táplálékláncokban is. Az állatorvoslásban kialakult intenzív gyógykezelés és megelőző szerek használata ugyancsak szermaradványokat eredményezett. A nagytáblás, monokultúrás növénytermesztés kedvezőtlenül hatott a biológiai változatosságra. A nagy gépek használata és a talajművelési módok miatt a talaj egyes rétegeiben tömörödés, levegőtlen állapot állt be, a lecsapolások, vízrendezések miatt a talaj vízgazdálkodásában kedvezőtlen folyamatok alakultak ki.

Az iparszerű mezőgazdálkodás előnytelen következményei közül csak néhányat soroltunk fel, de ebből is látható, hogy más módot kell találni a termelékenység megtartására. Olyat, amely a természeti károkat minimalizálja, miközben egészséges és jó minőségű terméket állít elő. Ez a felismerés vezetett a többfunkciós európai agrármodell kialakulásához, amely a fenntartható mezőgazdaság céljait, feladatait, a következők szerint határozza meg:

- értékes beltartalmú, szermaradvány mentes, egészséges és biztonságos termékek előállítása;
- a meg nem újítható nyersanyagok és energia takarékos felhasználása;
- a talajt, vizeket, levegőt érintő környezetterhelés csökkentése, illetve elkerülése;
- a kultúrtáj ápolása és a biodiverzitás fenntartása;
- a vidék kulturális és agrikulturális értékeinek megőrzése;
- munkalehetőség és elfogadható jövedelem biztosítása a lehető legtöbb ember számára.

Ennek a megközelítésnek a megvalósulása hazánkban a Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program (NAKP). Célprogramjai két fő típusba sorolhatók:

Az első fő típusba az ún. országos célprogramok tartoznak, amelyek célja támogatást nyújtani a környezetbarát termelési, gazdálkodási eljárásoknak, rendszereknek ezzel segítve az ökológiai gazdálkodás terjedését, a gyepterületek és vizes élőhelyek ökológiai feltételeknek megfelelő hasznosítását, valamint a környezetbarát állattartás és növénytermesztés kialakulását.

A másik fő típus a térségi célprogramok tartoznak, amelyek a környezet- és természetvédelmi szempontú mezőgazdasági földhasználatát segítik. Ide olyan térségek tartozhatnak, amelyek természetvédelmi, talajvédelmi vagy vízvédelmi szempontok miatt valamilyen speciális hasznosítást igényelnek. A térségi célprogramok hálózatot alkotnak, az ún. Érzékeny Természeti Területek (ÉTT) hálózatát.

Az érzékeny természeti területek hazai hálózatának koncepciója nem előzmény nélküli. Az Európai Unió szintjén előzménynek tekinthetjük az 1985-től bevezetett Környezetileg Érzékeny Területek Rendszerét (Environmentally Sensitive Areas, ESA). Ez a rendszer több lépcsőben, több direktíva hatására a kilencvenes évektől fokozatosan közelített a mai, a környezetkímélő mezőgazdálkodási módszerek elterjedését segítő támogatási rendszerhez. Modell országnak Angliát tekinthetjük, ahol 1986 óta hazai szabályozás teremtette meg a később több mint egymillió hektár nagyságban történő létesítését.

Az Érzékeny Természeti Területek hálózatába olyan területek tartoznak, „amelyeken a három környezeti elem (élővilág, talaj, víz) közül legalább egy, de a területek jelentékeny részén egyszerre több is érzékeny, így erre tekintettel kell a gazdálkodás szabályait kidolgozni” (Ángyán 2003).

A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. tv. 53/3/c pontja szerint „érzékeny természeti terület az olyan extenzív művelés alatt álló terület, amely a természetkímélő gazdálkodási módok megőrzését, fenntartását, ezáltal az élőhelyek védelmét, a biológiai sokféleség fennmaradását, a tájképi és kultúrtörténeti értékek megővését szolgálja” (Ángyán 2003). Az idevonatkozó jogszabály⁵⁸ a következők szerint fogalmaz: „Az érzékeny természeti területek célja a természeti (ökológiai) szempontból érzékeny földrésztleteken olyan természetkímélő gazdálkodási módok megőrzése, fenntartása, további földrésztletek kijelölése, amelyek támogatással ösztönzött, önként vállalt korlátozások révén biztosítják az élőhelyek védelmét, a biológiai sokféleség, a tájképi és kultúrtörténeti értékek összehangolt megőrzését.”

A programhoz csatlakozás önkéntes, a gazdálkodók maga dönti el, hogy részt kíván-e venni. Az országos programokhoz bármely földtulajdonos vagy tartós bérlő csatlakozhat, a térségi programokhoz csak az, aki az adott régióban vagy kistérségben gazdálkodik. Az érzékeny természeti területen gazdálkodó pénzügyi támogatásban részesülhet.

Az érzékeny természeti területeket három kategóriában jelölik ki: *kiemelten fontos*, *fontos* és *tervezett* érzékeny természeti területek. A *kiemelten fontos* kategóriába a nemzetközileg is fontos, a *fontos* kategóriába pedig az országos szinten jelentős értékeket befogadó területek tartoznak, míg a *tervezett*be azok, ahol kíméletesebb gazdálkodással a természeti érték

⁵⁸ Az érzékeny természeti területek vonatkozó szabályokról szóló 2/2002. (I. 23.) KöM- FVM együttes rendelet

nővelhető. Az érzékeny természeti területeket a fenti jogszabály országosan kijelölte, azonban ezek köre bővíthető. Javaslattételre bárki jogosult, az illetékes nemzeti park igazgatóságnál kezdeményezheti írásban.

A javaslattételnek tartalmaznia kell többek között a monitoring tevékenység tartalmi elemeit is. Az érzékeny természeti területet a létrejöttét követően a természetvédelmi területekre vonatkozó szabályozás keretei között kell jogilag kezelni. Ez a terület monitorozása szempontjából azt jelenti, hogy a védett természeti területek módszerét kell itt is alkalmazni. Az alkalmazott módszert az határozza meg, hogy mi a védelem tárgya. A monitorozási kötelezettség a nemzeti park igazgatóságokra hárul.

A monitorozást nem csak természetvédelmi szempontok indokolják, hanem pénzügyiek és szociológiaiak is mivel a gazdálkodót támogatás illeti meg, továbbá ismerni kell a védelemnek a társadalomra kiterjedő hatását is. Mivel a területen szabályozott gazdálkodási módok vehetőek csak igénybe, figyelemmel kell kísérni a mezőgazdasági tevékenységet is. Ezért általánosságban a monitoringnak ki kell terjedni a mezőgazdasági tevékenység miatti környezeti és természeti változások, bele értve a tájképi jelleg változásának nyomon követésére, a védett fajok, a természetes, a természetközeli és a mesterséges élőhelyek állományának változására.

11. Biomonitoring, bioindikáció

A környezetben, a környezeti elemekben bekövetkező változások figyelemmel kísérésének alapvetően két célja lehet. Egyrészt végezhetünk változásokat követő, érzékelő vizsgálatokat azzal a céllal, hogy megállapítsuk a folyamatok fizikai, kémiai vagy biológiai törvényszerűségeit. Ez a fajta megfigyelés nem tartozik a környezeti monitorozás fogalmkörébe, habár eredményeit nagymértékben és igen nagy haszonnal fel lehet használni a környezeti monitoring során. Másrészt – ahogy azt a bevezető részben már kifejtettük – cél lehet a változások hatásának a megfigyelése a természeti elemekre és azokon keresztül vagy közvetlenül az emberre. Ez utóbbit tekintjük környezeti monitorozásnak. Mivel ebben az esetben a vizsgálat célja elsősorban a kifejtett hatás mértékének és minőségének a megállapítása, ezért a környezeti elemekben bekövetkezett változás fizikai-kémiai paramétereinek megállapítása kevésbé fontosak, mint tudományos, törvényszerűségeket feltáró vizsgálat esetében. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy amikor a környezetben bekövetkező változást ellenőrizni kívánjuk, akkor nem magát a változást figyeljük meg, hanem a kifejtett hatást. A hatás bekövetkezésének ellenőrzéséhez receptorra, biológiai szervezetre van szükség, amelynek életfunkcióit, elváltozásait vagy viselkedését figyeljük meg.

Ez a vizsgálati módszer az ökológia alapfeltevésén nyugszik. Az ökológia nem egyedi szervezeteket, hanem szupraindividuális jelenségeket vizsgál, ahol a vizsgálat alapegysége a populáció és annak „létfeltételei”. A vizsgálódás kiindulópontja egy null-hipotézis, amely szerint „bárhon, bármikor, bármilyen populáció a természetben bármilyen mennyiségben megtalálható” (Juhász – Nagy 1984). Tapasztalatból is tudjuk, hogy ez az állítás hamis. Az ökológia tudománya az állítás hamisságának okait, a környezet változóit vizsgálja. A vizsgálat során, azonban nem kell minden változót figyelembe venni, ugyanis a környezet nem a külső feltételek összessége, a „külvilág” nem minden jelensége hat a „belvilág” minden jelenségére. A ható rész a populáció környezete, ennek tulajdonságai a környezeti tényezők. A belvilág tényleges hatást felfogó része a tolerancia, tulajdonságai a toleranciatényezők. A toleranciatényezők és a környezeti tényezők komplementer egységet alkotnak. A fentiekből következik, hogy egy populáció a saját környezetét csak „jól” indikálhatja. Ez az általános indikáció elve.

Ebből következik, hogy a vizsgálat céljára olyan fajt (vagy társulást) kell kiválasztani, amely a megfigyelendő környezeti változásra érzékenyen reagál (a faj eltűnik vagy megjelenik, szaporodásuk dinamikája, viselkedésük vagy élettani jellemzőjük megváltozik). Márpedig azok a fajok érzékenyek egy adott változásra, amelyeknek e változás tekintetében szűk a tolerancia intervallumuk (sztenök fajok). Az ilyen fajok jól jelzik, jól indikálják a megfigyelendő környezeti változást. A vizsgálatba bevont biológiai szervezeteket vagy azok társulását bioindikátoroknak nevezzük és ezt a megfigyelési módszert pedig bioindikációnak. Mivel a módszert a környezet monitorozásra alkalmazzák, ezért a biomonitoring kifejezés is használatos, habár ez másként is érthető, ugyanis a környezet állapotának jelzésére használt élőlényeket szabatosan akkor nevezzük bioindikátornak, ha a környezet minősítésére (kvalifikálásra), biomonitornak pedig akkor, ha mennyiségi meghatározásra (kvantifikálásra)

használjuk őket. Ökológiai rendszerek érzékenységének vizsgálatakor a szennyezőanyagra legérzékenyebb fajt ésszerű biomonitorozás céljára kiválasztani.

Mind a hazai, mind a külföldi szakirodalomban biomonitorozás kifejezés alatt a természeti területek állapotának figyelésére irányuló tevékenységet is értik általánosságban, ami annyiban helytálló, hogy a vizsgálatok élő entitások (populációk, társulások stb.) megfigyelésén alapulnak, azonban ezzel a tárgykörrel írásunk nem foglalkozik, bár nehéz éles határt húzni a „környezet biomonitorozása” és a természetvédelmi célú biomonitorozás között.

A bioindikációra alkalmas fajok közül azokat, amelyek a szennyezésre könnyen detektálható változással reagálnak **szenzitív vagy hatás bioindikátornak**, azokat pedig, amelyeknek a szervezetében a szennyező anyag felhalmozódik **akkumulációs bioindikátornak** nevezzük.

A biomonitorozás lehet **passzív** vagy **aktív**: passzív, ha a megfigyelendő helyszín élővilágából választják ki az indikátorokat, aktív, ha indikátor élőlényeket telepítenek a helyszínre. Utóbbi módszer előnye, hogy vele a vizsgálat pontosabbá válhat, mivel bizonyos tényezők hatásait kizárhatjuk. Például, ha levegőminőséget termeszto edénybe telepített tesztnövényekkel vizsgálunk, akkor a talajminőség, a vízellátottság vagy a fajta eltérésből adódó zavaró hatást ki tudjuk szűrni.

A környezetből érkező egyes hatások gyakran nem külön-külön fejtik ki a hatásukat a biológiai szervezetekre, hanem együttesen, **additív** (összegződő), **szinergesztikus** (egymást erősítő) vagy **antagonisztikus** (egymást gyengítő) módon egymással kölcsönhatásba lépve. Ilyen esetekben a biológiai indikációs vizsgálatok nem nélkülözhetők, mivel a hagyományos, csak a hatást és a következményeit nem vizsgáló hagyományos analitikai módszerek alkalmatlanok a valós hatások leképezésére.

Önként adódik a kérdés: ha a környezet megfigyelésére két vizsgálati lehetőség t.i. a fizikai-kémiai paraméterek megállapítása (nevezzük ezt hagyományos vagy analitikai monitoringnak) és a bioindikáció is rendelkezésre áll, akkor a gyakorlatban melyiket válasszuk és a választásnak mik legyenek az indokai.

A két monitoring módszer összevetése előtt az is elmondható, hogy míg az **analitikai monitoring során a kitétséget, addig a biomonitoring során a hatást detektáljuk**.

Vegyünk egy leegyszerűsített példát. A megfigyelés tárgya legyen egy felszíni vízminőség. Korábbi vizsgálatokból (állapotfeltárásból) ismerjük, hogy természetes állapotában milyen a víz flórája és faunája. Egy későbbi vizsgálat során azt tapasztaljuk, hogy bizonyos fajok populációi eltűnnek, létszámuk csökken vagy az elvárhatótól eltérő táplálkozást folytatnak, vagy más rendellenességet tapasztalunk, ezért szennyeződésre gyanakszunk, vagyis a megfigyelt szervezetek szennyezést indikálnak, azonban nem tudjuk megmondani, hogy milyen típusú és intenzitású a szennyeződés, ezért a szennyezés forrását sem tudjuk beazonosítani.

A környezet monitorozásának viszont – mint azt már korábban több helyen is kifejtettük – az a célja, hogy a környezet elemeire és az emberre káros folyamatok ne jöjjenek létre, vagy azok a lehető leginkább mérsékelt hatást fejtsenek ki. Ehhez azonban – visszatérve a példára – ismernünk kell a vízminőség fizikai-kémiai paramétereit az állapotfeltárást (vagyis a természetes állapot) idején és a szennyeződés bekövetkezése után is.

Ebből az következne, hogy a bioindikációs vizsgálattal nem tudjuk kiváltani a fizikai-kémiai paraméterek megfigyelését, az analitikai monitoringot. Ha azonban korábbi vizsgálatok alapján ismerjük, hogy egy fizikai és kémiai jellemzői alapján kiváló minőségű víztest milyen növény- és állattársulással rendelkezik és azt is ismerjük, hogy az egyes szervezetek a különböző kémiai anyagok milyen koncentrációjára milyen módon reagálnak, akkor már elegendő csak a megfigyelt populációt tanulmányozni ahhoz, hogy a szennyezés minőségét és mértékét meg tudjuk állapítani. Példánkkal azt szemléltettük, hogy **a környezeti monitorozás során bioindikációs módszerrel, kiváltható a fizikai-kémiai paraméterek vizsgálata, de nem nélkülözhető a bioindikációs eljárások kialakításakor.**

Nagyon fontos kérdés, hogy a két vizsgálati módszer közül melyik a megbízhatóbb azonos költségráfordítás esetén. Biomonitoring során olyan populációkat figyelünk meg, amelyek közvetlenül és tartamosan érintkeznek a vizsgált környezeti elemmel (pl. vízminőség vizsgálata esetén a vizsgált vízben élő állatokat figyelünk meg), ezért a hatás folyamatosan éri a szervezeteket, így a **hatás integrálódik** (pl. a szennyező anyag felhalmozódik a szerveikben). Analitikai monitoring esetén hasonlóan megbízható eredményre csak akkor juthatunk, ha gyakori a mintavételezés, vagy olyan műszereket telepítünk, amelyek folyamatosan, vagy kvázi folyamatosan mérnek, ami rendszerint jóval költségesebb, mint a biomonitoring.

A bioindikációs és az analitikai módszerek egymáshoz viszonyítva három alapeset fordulhat elő:

- a) a két vizsgálati módszer azonos veszélyességet mutat ki,
- b) az analitikai módszer veszélyes terhelést jelez, miközben az indikációs vizsgálat nem vagy csekély mértékű veszélyt jelez és végül
- c) kémiai analitikával nem támasztható alá az indikációs vizsgálat veszély jelzése.

Az a)-eset nem okoz dilemmát, viszont a második esetben magyarázatot kell találnunk az okokra. Elméleti ökológiai megközelítésben azt mondhatjuk, hogy a „külvilág” nem minden jelensége hat a „belvilág” minden jelenségére” (lásd fent), vagyis az indikátor szervezet annak ellenére, hogy környezetében a rá nézve veszélyt jelentő anyag ugyan előfordul, mégsem gyakorol hatást. A gyakorlatban ez általában annak a jelenségnek a következménye, hogy a szennyezőanyag olyan módon kötődik kémiaileg vagy fizikailag, hogy az élővilág számára hozzáférhetetlen. Ez a kötődés természetesen csak bizonyos körülmények fennállása esetén lehetséges, de előfordulhat, hogy a körülmények változásával a szennyezőanyagok felszabadulnak és „váratlan” hatást fejtenek ki. Erre példa lehet a fajlagosan nagy felülettel rendelkező talajrészecskék és azok bonyolult kémiai kötése, amely alkalmassá teszi a szerves toxikus anyagok megkötését (pufferolását) akár laza fizikai adszorpció vagy kémiai kovalens kötés útján. A körülmények, például a talaj kémhatásának megváltozása esetén ezek a toxikus anyagok a növények számára hozzáférhetővé válhatnak.

Ha kémiai analitikával nem támasztható alá az indikációs vizsgálat veszély jelzése (fenti c)-eset), akkor – eltekintve az analitikai vizsgálat mérési hibájától, vagy a rosszul tervezett vizsgálatról – több esélyes az ok. Például előfordulhat, hogy az analitikai módszerrel ki nem mutatható koncentrációjú veszélyes anyag más szennyezővel (szennyezőkkel) additív (összeadódó) vagy szinergens (egymást erősítő) hatást fejt ki, vagy az is lehetséges, hogy a

szennyező anyag olyan állapotban van jelen, ami az alkalmazott analitikai módszerrel nem mutatható ki, de élettanilag hozzáférhető és toxikus hatású.

A bioindikáció alkalmazásánál hibalehetőség lehet az a körülmény, hogy a **biológiai szervezetek az életkoruk előrehaladtával változnak és változhat a tolerancia intervallumuk** is. Ez azonban csak akkor okozhat hibát, ha az indikációs módszer kidolgozásánál ezt figyelmen kívül hagyták, de ha ezt alaposan megvizsgálták és a szervezet életkora viszonylag egyszerűen megállapítható, akkor az életkor miatti tolerancia eltérés nem hogy hibaként nem fog jelentkezni, hanem – ellenkezőleg -, a vizsgálat „finomhangolását”, pontosságát tudja szolgálni.

Az indikáció során alkalmazott szervezetekben bonyolult kémiai, fizikai és viselkedésbeli folyamatok játszódnak le, amelyeket a környezeti hatások felerősíthetnek, vagy éppen tompíthatnak, amely folyamatoknak a megismerése a bioindikációs vizsgálatok pontosságát növelheti.

A hosszú távú bioindikációs vizsgálatoknál zavaró tényező lehet a klíma megváltozása, mivel a klíma bizonyos paraméterei közvetlenül vagy közvetetten megváltoztathatják a szűk tűrőképességű fajok körülményeit. Ugyancsak zavart okozhat a tesztelt populáció adaptációja (alkalmazkodása) a megváltozó körülményekhez.

A bioindikációs vizsgálatok hátránya, hogy többnyire csak a vegetációs időszakban alkalmazhatók, habár az egész évben aktív fajok esetében ez nem korlát.

Gondot okozhat a bioindikációs módszerek szabványosítása, ugyanis a helyi sajátosságok nagyban befolyásolhatják mind az alkalmazható módszert, mind a minősítés alapját szolgáló indikátor fajok kiválaszthatóságát (pl. ugyanazon vízfolyás különböző vizeiben és annak minőségét befolyásoló környezetében eltérő növény és állattársulásokat találunk).

A bioindikációs módszerek alkalmazása során sokféle mutatóval jellemezhetjük a környezet állapotát. Például jól jellemezheti az indikátor szervezetek *előfordulása* (pl. eutróf vizek élővilága), *hiánya* (pl. savas kémhatásúvá vált tavak élővilág-szegénysége), *gyakorisága*, *eloszlása*, *tömegessége* (abundanciája, dominanciája, biomasszája), *életképessége*, *reakciói* és *reakciójának változása*.

A növénytársulások leírásánál gyakorta alkalmazzák az ún. **ökológiai indikátorértékeket** a társulást alkotó növényfajok ökológiai jellemzésére. Ezek a kategóriarendszerek a növényfajokat a külvilág bizonyos tényezőivel (hő (T), talajnedvesség (W), talajreakció (R), nitrogén (N), fény (L) stb.) szemben mutatott viselkedésük alapján rangsorrendbe állítják és a rangsor számát alkalmazzák mutatóként. A rangsort jelző skálaértékeket matematikai statisztikai mutatók (pl. átlag) képzésére nem lehet felhasználni, mivel a skálapontok közötti különbségek nem feltétlenül azonosak.

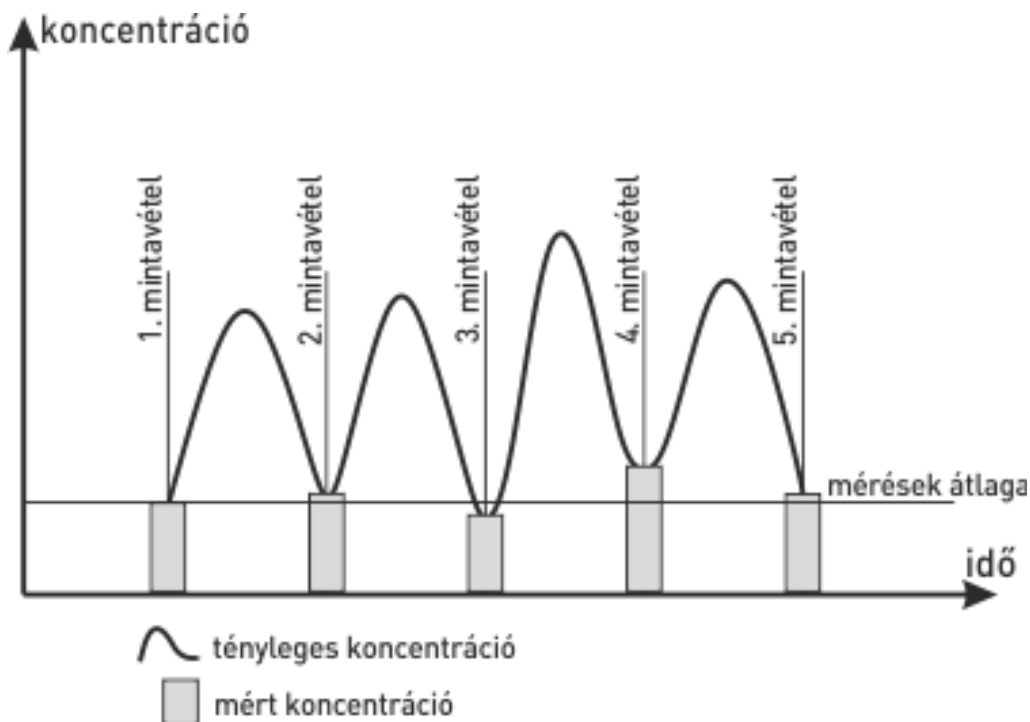
11.1 Alkalmazási lehetőségek

A környezetben bekövetkező változásokról, legyenek azok természetes folyamatok vagy emberi beavatkozás következményei jól megválasztott indikátor fajok segítségével szinte minden lényeges információ kinyerhető. A helyhez kötött életmódú élőlények (pl. növények, egyes nagyon szűk mozgásterű állatfajok, vagy aljzathoz tapadó fajok) a lokális szennyezések jelzői lehetnek. A táplálékszerzés során nagy területeket bejáró növényevő vagy ragadozó állatok bioindikátorként regionális, a társulás egészét jellemző információkat tudnak szolgáltatni. A biomonitorozás olyan indikátorok segítségével, amelyek a szennyezőanyagokat szerveikben akkumulálják, vagy a hatásokat más módon integrálják kimutathatja az ökoszisztéma azon pontjait, ahol *hatássűrűség* lép fel.

A környezet monitorozása általában célozhatja a *megelőzést, a trendek vagy ciklikus folyamatok nyomon követését, az ökoszisztéma állapotváltozásának a figyelését* és lehet a célja az *esetleges szennyeződések* (pl. balesetszerű vagy szándékos szennyezés) hatásának, okainak a megállapítása. Kérdés, hogy e négy csoportba tartozó környezeti változások monitorozására a bioindikáció kínál-e alkalmas vizsgálati módszereket.

A környezeti veszély **korai felismerésének** bioindikációs módszere attól függ, hogy a veszély okát, esetleg forrását is ismerjük, vagy ezek ismeretlenek. Amennyiben a veszély és forrása is ismert (pl. tisztított ipari szennyvíz kibocsátás, amely szennyvíz minősége műszaki hiba miatt megváltozhat), úgy viszonylag egyszerű feladattal állunk szemben, mivel a szennyezésre gyorsan reagáló fajok populációjának figyelésével és kellően gyakori mintavételezéssel eredményesen megelőzhető a nagyobb mérvű szennyezés bekövetkezése. Azonban, ha a veszély ismeretlen, akkor a szennyeződött térség teljes növény és állattársulásának figyelésére van szükség, azon belül különös tekintettel a szűk tűrőképességű fajokra. Összefoglalóan megállapítható, hogy a környezeti veszélyek korai jelzésére a bioindikációs módszerek alkalmasak, bár ismeretlen szennyeződések előrejelzése bioindikációval jelentős feladat.

A környezetváltozás **trendjének követésére vagy ciklikus folyamatok, események jelezésére** a bioindikációs módszerek kiválóan alkalmazhatók. A folyamatos, ám kis koncentrációjú szennyezésnek kitett populációk egyedeiben a szennyezőanyag felhalmozódhat, vagy a folyamatos kitétség egyre csökkenő vitalitást eredményezhet, ami a legkevésbé tűrő képes fajok fokozatos eltűnéséhez vezethet. Az ilyen állandó, de önmagában csak kissé veszélyes, ám hosszú távon kockázatos hatások esetén a műszeres, analitikai módszerek esetleg kevésbé tükrözhetik a valóságos helyzetet, vagy csak rendkívül költséges módon tudnak a bioindikációs vizsgálatokhoz hasonló eredményességre jutni. A ciklikus szennyeződések (pl. a nap egy bizonyos időpontjában élővízbe kibocsátott szennyezőanyag) koncentrációjának nyomon követése kémiai analitikai módszer esetén csak folyamatos mérés, vagy rendkívül gyakori mintavételezéssel oldható meg, ugyanis az időközönként visszatérő mintavételezés „fáziseltolódása” miatt a valóságtól alapvetően eltérő eredményre juthat (58. ábra), míg a folyamatosan a helyszínen tartózkodó élőlények mind az időközönként magas, mind az átlagos koncentrációt jól jelezhetik.



58. ábra A ciklikusan változó szennyeződés és a fáziseltolódásban végzett mintavételezés miatti mérési hiba lehetőségének sematikus bemutatása

Az **alkalmi környezeti szennyeződések** (baleset miatti vagy tudatos szennyezés) semmilyen módszerrel nem jósolhatók meg, azonban a bekövetkezését követő állapot, a kár mértékének becslésére, mérséklésre és a rehabilitációra vonatkozó információk bioindikációval begyűjthetők, de csak abban az esetben, ha rendelkezésre áll egy természetes vagy ahhoz közeli állapotú, viszonylag terheletlen *referenciahelyszín*. Ez maga a vizsgált helyszín is lehet, ha korábbi, szennyezetlen állapotát bioindikációval már feltárták.

Az **ökoszisztéma állapotának bemutatására** alapvetően a bioindikációs vizsgálatok alkalmasak, bár meg kell jegyezni, hogy a teljes jellemzéshez szükség lehet analitikai módszerek alkalmazására is, különösen akkor, ha az okok felderítése is a cél. Például az erdők állapotának jellemzésénél a bioindikációs módszerek mellett a szennyező anyagok koncentrációjának a megállapítására is szükség van, ugyanis egyes anyagok a természetben is előfordulhatnak, sőt egyesek természetes folyamatok révén is feldúsulhatnak.

11.2 Vizsgálati módszerek

A bioindikációs módszerek teljes körének részletes ismertetése lehetetlen feladat, ugyanis egyrészt nehéz meghúzni a határt a környezeti monitorozás témakörébe tartozó, a természet védelmét szolgáló vagy gazdasági érdekű környezetminősítés céljából alkalmazott módszerek között, másrészt rendkívül széles körben terjedő felhasználása miatt terjedelmi okokból, ezért itt csak módszertani csoportosításukat mutatjuk be.

Toxikológiai teszt vizsgálatok során olyan élőlényeket választunk ki, amelyek a vizsgálandó szennyező anyag különböző koncentrátumaira egyértelműen reagálnak. (A módszert ökotoxikológiai vizsgálatnak is nevezik.) A vizsgálat elvégezhető a szennyezés helyszínén (például természetű edényben kihelyezett tesztnövény), vagy laboratóriumban is (pl. szennyezett talajoldattal való érintkeztetés). Előnye, hogy egy adott toxikus anyaghoz mindig ugyanazt a fajt (faját) használjuk fel és így a különböző helyszíni szennyezések összehasonlíthatók. Az így kapott szennyezettségi összkép azonban félrevezető is lehet, akkor, ha egy társulást kívánunk minősíteni, mivel annak tagjai a tesztfajtól eltérő érzékenységet mutathatnak. Ilyenkor helyesebb a társulás legérzékenyebb fajtát **jelző fajként** kiválasztani, igaz, ekkor eleshetünk az összehasonlítás lehetőségétől.

Az **akkumulációs vizsgálatoknak** elsősorban akkor van fontos szerepe, ha a cél nem pusztán a környezet állapotának nyomon követése, hanem a szennyezőanyag táplálékláncba kerülésének a vizsgálata. A vizsgálatba vont egyedeknél fontos lehet megállapítani a kitettség időtartamát, az organizmus korát, méretét és testének lipid tartalmát stb., mivel ezek erősen befolyásolhatják a felhalmozódás mértékét.

A **szenzitív monitoring** módszer azon alapszik, hogy olyan fajokat választunk ki a környezeti hatás becslésére, amelyek viszonylag gyorsan és „jól leolvasható módon” **morfológiai** (pl. levélfoltosság, korlátozott növekedés, szaporítószervek számának csökkenése), **fiziológiai** (pl. a gázcsere és a fotoszintézis megváltozik, megváltozik az enzim aktivitás, az ozmotikus nyomás) vagy **citológiai** (sejttartalom zsugorodás, sejtfal elszíneződés stb.) változásokkal reagálnak a kitettségre.

Populációs szintű bioindikáció során a populáció jelenlétét (prezencia) vagy hiányát (abszencia) vagy egyedszám változását (abundancia) vizsgálhatjuk, és ebből következtetünk a terhelésre. Ebben az esetben nagy körültekintéssel kell eljárni, mivel ezt a mutatót sok körülmény befolyásolhatja. Például, egy populáció hiányát korábbi, a vizsgálatkor már nem fellelhető hatás okozza (növényvédőszer alkalmazása, taposás, egy konzumens faj korábbi magas egyedszáma, allelopátia⁵⁹ stb.)

Társulás szintű biomonitorozásnál a társulás minőségét a faj- és az egyedszám jellemzheti.

Ökoszisztéma szintű biomonitoring: Nagyon leegyszerűsítve, az ökoszisztémát olyan nyílt rendszernek tekinthetjük, amelyben dinamikus egyensúlyi állapot, kiegyensúlyozottság áll fenn. Mai ismereteink szerint az egyensúlyból való „kilengés” mértéke összefügg a biológiai diverzitás (biológiai változatosság) mértékével, minél diverzebb a kompozíció, annál kisebb a kilengés (bár erre jócskán van ellenpélda is), és annál gyorsabb az egyensúly visszanyerése, illetve természetzerű ökoszisztémák esetében emberszempontrú megközelítésben úgy is mondhatjuk, hogy annál kisebb ráfordítással tudjuk az egyensúlyt elérni, ha emberi beavatkozásra van szükség. Ha az ökológiai rendszerek egyensúly felé törekvését különböző időléptékben szemléljük, akkor emberi, történelmi léptékben viszonylagos változatlanyságot, míg földtörténelmi léptékben folyamatos változást láthatunk. (Az ökológiai rendszer egyensúly

⁵⁹Az élőszervezet azon tulajdonsága, amikor szerves vegyületek kibocsátásával szomszédjaik életfolyamatait befolyásolják.

körül állapotát egy olyan mérleggel szemléltethetjük, amelynek serpenyőiben a „teremtő” úgy cserélgeti a „tárgyakat”, hogy a mérleg nyelve mindig visszabilenjen a középpontba.)

A változatosságban rejlő egyensúlyteremtő képességet genetikai szemszögből is alá lehet támasztani, ugyanis „a populációban tárolt információ mennyisége, és ezzel együtt reagálási készsége a környezeti hatásokra annál nagyobb, minél nagyobb a populáció diverzitása, tagjainak száma” (Mátyás 2002).

Tekintettel arra, hogy az ember az ökoszisztéma szolgáltatásainak köszönheti létét, rendkívüli mértékben érdekelt az egyensúlyhoz közeli állapot, vagyis a diverzitás fennmaradásában, fenntartásában. A diverzitás megállapítására számos módszer és számítási metódus áll rendelkezésre.

A biológiai változatosság fogalmát nemzetközi egyezmény határozza meg: „bármilyen eredetű élőlények közötti változatosság, beleértve többek között a szárazföldi, tengeri és más vízi-ökológiai rendszereket, valamint az e rendszereket magukban foglaló ökológiai komplexumokat; ez magában foglalja a fajokon belüli, a fajok közötti sokféleséget és maguknak az ökológiai rendszereknek a sokféleségét”⁶⁰.

A meghatározás nem zárja körül egyértelműen a sokféleség fogalmát, éppen ezért többféle megközelítése létezik (Benedek 2012). Alapvetően három csoportba sorolhatók: a fajgazdagsági (richness), a változékonysági (diversity) és az egyenletességi (eveness) mutatók. A legismertebbeket mindössze áttekintési céllal ismertetjük.

11.3 Példák biomonitoringra

Az alábbiakban közel sem teljességre törekedve néhány példán mutatjuk be, hogy mely területeken alkalmazhatunk bioindikációt.

A talajminőség indikációja

A talaj a földkéreg felszínén az anyakőzet fizikai és kémiai mállása révén létrejött anyagokból az élővilág és az éghajlat együttes hatására alakul ki hosszú idő alatt. A talajképző folyamatok hatására a talaj szintekre tagolódik. A szintek vastagsága, összetétele és elrendeződése alapján talajtípusokat különböztetünk meg. Jellegzetes alkotórésze a humusz, ami elsősorban növényi, másodsorban állati eredetű szerves anyagok bomlásából az ún. humifikáció folyamatában keletkezik.

A talaj az alkotórészeinek gazdagsága (diverzitása) és az alkotórészek közti sokrétű kölcsönhatás révén nagy kapacitású puffer rendszer, amely biztosítani tudja a benne lejátszódó folyamatok viszonylagos állandóságát. A rendszer stabilitása mérsékelni tudja a savanyító vagy lúgosító hatásokat, le tudja kötni, meg tudja tartani a növények számára fontos tápelemeket. Ugyanezen tulajdonsága miatt a toxikus szennyezőanyagokat is lekötöheti, illetve kevésbé mérgező hatású vegyületekké alakíthatja át. A pufferképesség jelentősen függ a kalcium-karbonát (CaCO₃) és a kolloidtartalomtól, valamint a vegyhatástól. Ha a talaj mész- és

⁶⁰ 1995. évi LXXXI. törvény a Biológiai Sokféleség Egyezmény kihirdetéséről

kolloidtartalma lecsökken, akkor az addig lekötött toxikus anyagok a biológiai szervezetek számára mérgező állapotba kerülhetnek, a kolloid tartalom csökkenéssel a vegyhatás-kiegyensúlyozó képessége romolhat, kimosódhatnak a tápelemek, ami a lassú talajbéli folyamatokhoz képest gyors hatásként jelentkezhet.

A talaj állapotától rendkívül sok élőszervezet léte függ, a talaj élővilága (*edafon*) nagyon változatos, sokfajú az egysejtűtől az emlősökig, ezért a talajdegradációs folyamatok, a talajszennyezés miatt károsodott talajok bioindikációs detektálására sok lehetőség áll rendelkezésre.

Az egysejtűek és **mikroszkópikus méretű élőlények** (algák, baktériumok, gombák) bioindikációra felhasználását nehezíti, hogy a fajok meghatározása nagy szakértelmet igényel, időigényes.

Az **ászkarák** (*Isopoda*) és a **csigák** (*Gastropoda*) a talaj és a levegő nehézfém szennyezettségének kimutatására alkalmasak, mivel károsodás nélkül nagy mennyiségű nehézfémet képesek testükben felhalmozni (szennyezetlen talaj esetén is), egyedszámuk nagy, generációváltásuk gyors és szinte egész évben megtalálhatók.

A **fonalférgek** (*Nematoda*) minden talajtípusban előfordulnak a természetközeli termőhelyektől a súlyosan degradált, szennyezett talajokig többnyire nagy faj- és egyedszámban, ezért úgy terepi bioindikációs, mint laboratóriumi ökotoxikológiai vizsgálatokban is alkalmazhatók. A vizsgálathoz kis mennyiségű talajra van szükség, ezért a visszatérő mintavételezés sem zavarja jelentősen az élőhelyet.

Előny az is, hogy a környezet megváltozására gyorsan reagálnak a fonalférgek, így vizsgálatukkal informálódhatunk a talaj tápanyagellátottság változásáról, a szukcesszió irányáról, mezőgazdasági területeken a talajművelés okozta talajállapot változásról és a talajt ért szennyeződésekről.

A fonalférgekkel történő bioindikáció tudományosan megalapozott módszerét Tom Bongers (1990) dolgozta ki a talajok természetes és mesterséges tápanyag ellátottságának detektálására két index, a Maturity Index (MI) és ennek komplementere a Plant Parasite Index (PPI) arányának (PPI/MI) alkalmazásával. A módszer lényege az, hogy a fonalférgeket ökológiai jellemzőik alapján csoportokba sorolta, amely csoportosítás hasonló az „r” (r = rapid) és „K”-stratégista (k = konstans) metodikához. Ehhez egy 1-től 5-ig terjedő ú. n. „c-p-skálát” (coloniser - persister) illesztett. Az 1. csoportba az r-stratégisták (coloniser) tartoznak, amelyekre rövid generációs idő, népes utódnemzedékek, valamint a kedvező környezeti feltételekre adható gyors válaszok jellemzők. Az 5. csoportba a K-stratégisták (persister), vagyis azok a fonalféreg fajok tartoznak, amelyekre hosszú generációs idő, alacsony utódszám, nagyobb testméret és gyakran a szennyezések iránti nagyobb érzékenység a jellemző. Az indexet a gyakorlatban úgy alkotják meg, hogy a talált fonalférgeket nemzetségszinten megszámlálják és besorolják a „c-p-skála” valamelyik kategóriájába és veszik a kategóriák súlyozott átlagát:

$$MI = \sum_{i=1}^n v(i) * f(i), \text{ ahol}$$

v az adott taxon „c-p-skála” értéke, *f* pedig a mintában mért gyakorisága.

Egyes fonalféregnek bizonyos fehérjék, például metallothionein (fémek megkötésére, felvételére képes kis molekulájú, kénben gazdag fehérjék) kibocsátásával képesek a nehézfém ionokat megkötni és ezáltal a nehézfémekkel szennyezett talajkörnyezetet elviselni. Ilyen esetben a talajban megnövekszenek a szennyezést tűrő fonalféreg fajok. Ezt a jelenséget (PICT: Pollution-induced-community-tolerance - szennyezés hatására kialakuló közösség-szintű tolerancia) használta fel Millward és Grant (1995) a talaj nehézfém szennyezettségének a figyelemmel kísérésére.

Az **ugróvillások** (*Colembola*) avar- és talajlakók (epiedafikus és euedafikus), a Föld szinte minden pontján megtalálhatók a vizes élőhelyektől a száraz homokig és a gleccserek jegéig. Szaporodásukat a talajszennyezés befolyásolja, ezért is alkalmasak a szennyezés indikálására.

Szabványosított módszer⁶¹ áll rendelkezésre. A talajminőség indexet (BSQ index – index of biological soil quality) különböző talajlakó rovarok felhasználásával is ki lehet mutatni. A *Colembola* fajok indexe a BSQ-c.

A különböző talajkörnyezetben előforduló ugróvillások morfológiai bélyegei eltérőek (pl.: csáp, szőrök hossza, jelenléte vagy hiánya stb.), ami alapján morfortípusok állapíthatók meg. A morfortípusokhoz az ú. n. ökomorfológiai indexet (EMI – eco-morphological-index) rendeljük, amelynek összegzése adja a BSQ-c indexet, ami így az eu-edafikus, vagyis a valódi talajlakó életmódhoz adaptálódott fajok arányát méri, ugyanis a talaj felszínén élő ugróvillások alacsony pontértéket kapnak, mivel ezek léte a talaj minőségétől kevésbé függ, mint a folyamatosan talajban élőké. A vizsgálathoz nem szükséges a nagyobb szakértelmet igénylő fajsztípus meghatározás, elegendő a 7 morfortípus (9. táblázat) valamelyikébe történő besorolás. Az index korrigálható az adott morfortípus egyedszámával is (Szedler 2011).

⁶¹Talajminőség. Az ugróvillások (*Folsomia candida*) szaporodásátlása talajszennyezés miatt (ISO 11267:2014)

9. táblázat Különböző morfortípusok az ökomorfológiai index megállapításához

		EMI pont
1.	Tisztán föld feletti forma: közepes, ill. nagy testméret, összetett pigmentáltság, hosszú, jól fejlett (test) függelékek, jól fejlett látószervek	1
2.	Föld feletti forma, jelenlétükhöz nem feltétel füves, bokros, fás vegetáció jelenléte, jól fejlett látószervek	2
3.	Kicsi méret, ált. alomban, mérsékelt pigmentáció, átlagos hosszúságú függelékek, fejlett látószervek	4
4.	Köztes (Hemi-edaphic) forma még fejlett látószervek, nem meghosszabbodott függelékek, pigmentált kutikula	6
5.	Köztes (Hemi-edaphic) forma redukált számú ommatidia, alig fejlett függelékek, gyakran rövid vagy hiányzó ugróvilla	8
6.	Talajlakó forma: pigmentáltság hiánya, redukált v. hiányzó ommatidia, redukált ugróvilla	10
7.	Tisztán talajlakó: pigmentáltság nincs, ugróvilla hiányzik, rövid függelékek, tipikus struktúrák jelenléte pl. pseudooculi stb.	20

A vízminőség indikációja

A vizek monitoring rendszereit korábban már ismertettük (0. fejezet), és megvitattuk, hogy víz keretirányelv az ökológiai állapotra a biológiai vízminőségre helyezi a hangsúlyt, vagyis a minősítés azon tényezők alapján kívánatos, amelyek a vízi ökoszisztémákat létrehozzák és fenntartják. A biológiai vízminőséget négy, egymással szoros kapcsolatban levő tulajdonságcsoporthoz, a halobitás, trofitás, szaprobitás és a toxicitás befolyásolja.

A **halobitás** a vízi élővilág számára biológiailag fontos szervesanyagok kémiai tulajdonságainak összességét jelenti, pl. összes sótartalom, pH, vezetőképesség, ionösszetétel. A víz halobitásának változása a benne élő szervezetek minőségi és mennyiségi összetételét is megváltoztatja.

A **trofitás** alatt a vízi ökoszisztéma növényi szervesanyag (alga, hínár) termelés intenzitását értjük. A szervesanyag produkciónak többnyire a foszfor a minimumfaktora, ennek emelkedésével a vízi növényzet elburjánzik. A trofitás mértékét vízben élő algák számával, a klorofiltartalommal, valamint a foszfor- és nitrogénformák kimutatásával jellemezhetjük.

A víz szervesanyag bontásának erőssége, ami az elsődleges termelés energia- befogása ellen dolgozik, és ami a vízi rendszer potenciális energiataralmának csökkenését okozza. A lebontás folyamán a víz oldott oxigén-tartalma csökken, sőt teljesen felhasználódhat.

A szaprobítás a szerves anyagokat szervesen összetevőire bontó és ezzel a vízminőséget befolyásoló adottságok és jelenségek gyűjtő fogalma...” (Felföldy 1987): A szaprobítás növekedésével a víz potenciális energiatartalma csökken, az oxigén felhasználódhat, a fajok száma csökken és az egyedszám nő. Jellemzése a KOI_p (kémiai oxigénigény permanganát-index⁶²), KOI_d (kémiai oxigénigény dikromáttal meghatározva⁶³), BOI₅ (biológiai oxigénigény⁶⁴) és a Pantle-Buck index (az indikátor szervezetek relatív gyakoriságából számítható szaprobítási index) értékével egyaránt lehetséges. (A szaprobítás detektálásán alapuló biológiai vízminősítést 1908-ban Kolkwitz és Marsson dolgozta ki, 1962-ben Liebmann módosította. Ezt tekintjük a legrégebb biológiai vízminősítési rendszernek. A magyar kutató biológusok a rendszert kibővítették és részben módosították.)

Pantle-Buck index gyakran használatos a vizek biológiai indikálására. Ez azon a megfigyelésen alapszik, hogy a víz minőségének változását az életközösségek faji összetételét és egyedszámát a minőség változása befolyásolja, mivel a mikroszervezetek a szennyező anyagokat vagy elviselik, vagy elpusztulnak. A Pantle-Buck index módszerben vízi szervezeteket az szerint kategorizálják, hogy milyen mértékben viselik el a szervesanyag terhelést. A szaprobítás mértékétől függően különböző minőségű vizeket különböztetnek meg:

- A *poliszaprob* típusú víz (p) erősen szennyezett, biológiailag bontható szerves anyagban gazdag (szénvegyületek, fehérjék, nagy molekulájú nitrogéntartalmú vegyületek, polipeptidek, zsírok és ezek bomlástermékei), oldott oxigént többnyire nem tartalmaz, emiatt anaerob körülmények uralkodnak, ami kén-hidrogén (H₂S), szürkés fekete rothadó iszap keletkezéssel jár, és nagymennyiségű baktérium van jelen.
- Az *alfa-mezoszaprob* (a) típusú vízben a fehérjék lebontása miatt magas az aminosav tartalom, az oldott oxigén tartalom koncentrációja még alacsony, de emelkedő, algafajok jelentős számban fordulnak elő, az asszimiláció miatt nappal oxigénbőség, éjjel oxigénhiány lép fel. Az iszap színe szürke, az élővilága szegényes, olyan fajokból áll, amelyek az erős oxigénigadozást és a pH változást tűrik.
- A *béta-mezoszaprob* típusú víz (b) szerves anyagban mérsékelten terhelt, azok ásványosodása megkezdődik, fokozott oxidáció és erőteljes ásványosodás zajlik. A víz oldott oxigén tartalma jelentős, az oxigénigény alacsony, az éjszakai és a nappali oldott oxigén koncentráció között lényeges különbség nincs. A mikroszervezetek faj- és egyedszáma gazdag, többségük érzékenyen reagál a szennyezésre.
- Az *oligoszaprob* típusú vízben (o) nincsenek bomlási folyamatok, a víz oldott oxigénben gazdag. A mikroorganizmusok fajszáma magas, egyedszáma alacsony, a tiszta vizekre jellemző fajokat tartalmaz, amelyek vízszennyezésre érzékenyen reagálnak.

⁶² A KOI magába foglalja a biológiailag bontható és bonthatatlan szervesanyagot és az oxidálható szerves anyag mennyiségét is. A vizsgálatot káliumpermanganát (MnO₄) használatával végzik.

⁶³ Oxidatív roncsolással határozzák meg a szervesanyag tartalmát, a reagens kálium-dikromát.

⁶⁴ A vízben levő biológiailag lebontható anyagok lebontására fogyott oxigén mennyisége.

- A xenoszaprobikus vizek (x) teljesen átlátszók (csapadékból hóolvadásból származó hegyi patakok, források), magas az oxigén tartalmuk, sem szerves, sem szervetlen anyagokat nem tartalmaznak.

Szaprobiológiai szempontból az egyes fajokat (i) a víztípusokban való előfordulásuk alapján kategóriákba sorolták és a kategóriákhoz ún. szaprobiológiai indikátor értéket (s) rendeltek (0-tól emelkedő számsor), amelyet a relatív gyakorisággal (h) súlyozva kapják a szaprobia indexet (S):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n h_i * s_i}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

A **toxicitás** a vízi ökoszisztéma élőlényeiének életműködését zavaró, csökkentő, a szervezeteket elpusztító mérgező képessége. A mérgezőanyagok forrása lehet természetes eredetű (nehézfémek, a szervesanyagok rothadásából ammónia; kén-hidrogén, kékalga-toxin, merkaptánok vagy emberi tevékenység eredménye (szennyezett víz). A mérgező hatás veszélyt jelenthet az emberre, de az élővilágra is, előfordulása gátja lehet a víz biológiai szervezetek által végbemenő öntisztulásának. Mérése általában biológiai teszt módszerrel történik, text-élőlények alkalmazásával (algák, egysejtű állatok, rákok, rovarok, rovarlárvák, gyűrűs férgek, ebihalak, halak, csíranövények). A mérgezőképesség megítélésére azt a hígítási fokot (letális dózis LD) adják meg, melynél adott idő alatt a tesztszervezetek fele életben marad (LD₅₀).

A **Víz Keretirányelv** a vízi ökoszisztémák védelmét előtérbe helyező minősítési rendszert vezetett be, amelyet áttekintően a 6.1 fejezetben ismertettünk. A vizek értékelése a VKI-ben és a kapcsolódó útmutatóban előírt közösségi vagy nemzeti szinten rögzített minősítési módszerekkel történik.

A levegőminőség indikációja

A levegő bioindikációjára életmódjuk okán (például helyhez kötöttségük) elsőbbséget élveznek a növények, különösen a kriptogám növények (zuzmók, mohák).

A **mohák** nagyságrendekkel nagyobb mértékben akumulálják a nehézfémeket, mint a virágos növények, beleértve olyan ritka elemeket is mint az Ag, Bi és Sn. Bioindikációra alkalmasságukat az teszi lehetővé, hogy:

- többségük nem rendelkezik kutikulával és vastag sejtfallal, ezért testük könnyen átjárható a víz és ásványi anyagok számára;
- az ásványi anyagokat közvetlenül a csapadékból és a felületükre rakódott anyagokból veszik fel;
- örökzöldek (egész évben vizsgálhatók);
- egyes fajok jól elkülönülő éves szegmenseket fejlesztenek és
- sok fajuk nagy (akár kontinentális) léptékben elterjedt.

Egyes fajok érzékenyek, mások nagymértékben toleránsak a nehézfémekre (pl. réz, kén, króm tartalmú kőzeteken élnek). Alkalmasak a radiokatív szennyeződések (pl. ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^{134}Cs) kimutatására (pl. *Hypnum cupressiforme* szennyezés tűrő az aeroszolhoz tapadt Cs-t is leköti).

A felhalmozott mennyiséget a légköri ülepedésből származó elemkoncentráció, a mohák felülete, adszorbeáló képessége és ioncicserélési kapacitása szabja meg (Csintalan et al. 2007).

A bioindikációs vizsgálat rendszerint *in situ*, ami a helyben található fajok előfordulásának feltérképezését, a mohaflóra összetételének vizsgálatát jelenti, amelyből következtetni lehet a levegő szennyezettségének mértékére. A mohák legszélesebb alkalmazási területe a nehézfémterhelés bioindikációja gyakorlatilag minden léptékben a mikrokörnyezettől kontinentális méretekig.

A mohák *transzplantációval* is alkalmasak a levegőminőség vizsgálatára. A tesztnövényeket szennyezetlen, vagy legfeljebb háttérszennyezésnek kitett helyszínekről ültetik át a vizsgálandó területre. A módszer előnye, hogy szabványosítható, összehasonlításra ad lehetőséget.

A mohákat nem csak térbeli, hanem időbeli nagy léptékben is fel lehet használni nehézfém szennyezettség kimutatására. A *retrospektív bioindikáció* során a herbáriumokban fellelhető példányokat lehet felhasználni a gyűjtéskori szennyezettség becslésére. Egyes fajok természetben felhalmozódott tömege – pl. tőzegmohák - több száz évre visszamenően is lehetőséget adnak a vizsgálatokra.

A nagy távolságra jutó, országhatárokon átterjedő levegőszennyezésről szóló 1979. évi Genfi Egyezmény Aarhusi (1998) protokollja a nehézfémek, köztük (Cd, Pb és Hg) emissziójának csökkentését írja elő. Ennek okán 1990 óta végeznek az Európai Unióban öt évenként felmérést, amely bioindikátorként a mohákat alkalmazza (Schröder et al. 2003). Az első felmérést hazánkban 1995-ben végezték.

A mohák számos apró szervezetnek nyújtanak élőhelyet (baktériumok, protozoák, kerekcsigolyák, fonalféreg, ugróvillások, medveállatkák stb.), amelyek ugyancsak felhasználhatók bioindikációra, például az egész országra kiterjedően vizsgálták a nehézfém-szennyezés eloszlását medveállatka (*Tardigrada*) fajok alkalmazásával (Vargha 2002).

A **zuzmók** apró ökoszisztémaként is felfoghatók, amelyben önfenntartó mutualizmus áll fenn egy gombapartner és egy vagy több egysejtű vagy fonalas fotoautotróf partner (fotobionta: alga vagy cianobaktérium) között.

A zuzmók a mohákhoz hasonlóan azért alkalmasak bioindikációra, mivel testüket nem borítja kutikula, így a különböző károsító anyagok könnyen behatolhatnak és kiválasztási lehetőség híján felhalmozódhatnak szervezetükben. A Föld minden pontján megtalálhatók, köztük egészen szélsőséges viszonyok (extrém hőmérséklet, sótartalom, szárazság, árvíz) között, ugyanakkor egyesek rendkívül érzékenyek a légszennyező anyagokra.

A különböző zuzmófajok a környezeti savasodás megbízható jelzői. Érzékenyebben reagálnak a légköri SO₂ koncentráció változásaira. Az egyes fajokat érzékenységi skálába sorolták, ami megadja a kéndioxid koncentrációt. A zuzmótérképezés segítségével a kéndioxid koncentráció térbeli eloszlása kimutatható. A kéndioxidon kívül a nitrogénoxidok (NO_x) koncentrációjának a változására is érzékenyek a zuzmók, de használhatók még klór, ózon, nehézfémek és radioaktív izotópok kimutatására is. A zuzmó felhasználásával végzett bioindikációs levegőminőség vizsgálatok jobbra zuzmótérkép megalkotását jelentik - módszere hasonló a mohatérképéhez -, de transzplantációs vizsgálatok is végezhetőek zuzmókkal (Marques et al. 2004).

A **virágos növények** is alkalmazható bioindikátornak. A levegőszennyezés káros hatását a vegetációban észlelték még a XIX. században. A fotokémiai levegőszennyezés biológiai hatásait Los Angelesben figyelték meg az 1950-es években. A fotooxidánsok (ózon, peroxi-acetil-nitrát és nitrogén-dioxid) a nagyvárosokban a növényeket fenyegető legkomolyabb tényezők.

A levegőszennyezés okozhat látható (pigmentációs, klorózisos vagy nekrotikus) és közvetett hatásokat (lassúbb növekedés, virágzás és termésképzés befolyásolása, genetikai elváltozás). Elsősorban a látható elváltozások teszik alkalmassá a növényeket bioindikációs vizsgálatokra.

A légszennyező anyagok hatására a lomblevelűeknél a levelek felületén pigmentált, vörösesbarna pontok jelennek meg; rozsdabarna - fehér pettyek alakulnak ki, amelyek nagyobb szabálytalan nekrotikus foltokba olvadhatnak össze; klorózis jelentkezhet, idő előtti öregedés és a levél elvesztése is előfordulhat. A fűféléknél is hasonló a jelenség. Az örökzöld tűlevelűeknél rendszerint erőteljesebb a hatás, tekintettel a levél hosszabb, egész éves kitettsége miatt.

Fotooxidánsok indikálására a leggyakrabban használt növény a dohány (*Nicotiana tabacum*). A dohányteszt standardizált módszerét az 1970-es években fejlesztették ki.

A fluorszennyezésre az egyik legérzékenyebb faj a szőlő, amelyre a látható károsodások alapján egy skálát alkalmaznak, amely összefügg a fluorszennyezettség mértékével.

A nehézfémeket (cink, fluor, higany, kadmium, kén, klorid, kobalt, króm, réz, vanádium) az olaszperjével (*Lolium multiflorum*), mint akkumulációs indikátorral lehet kimutatni. de nehézfémek kimutatására alkalmas a jegenyenyár (*Populus nigra ssp. italica*) is.

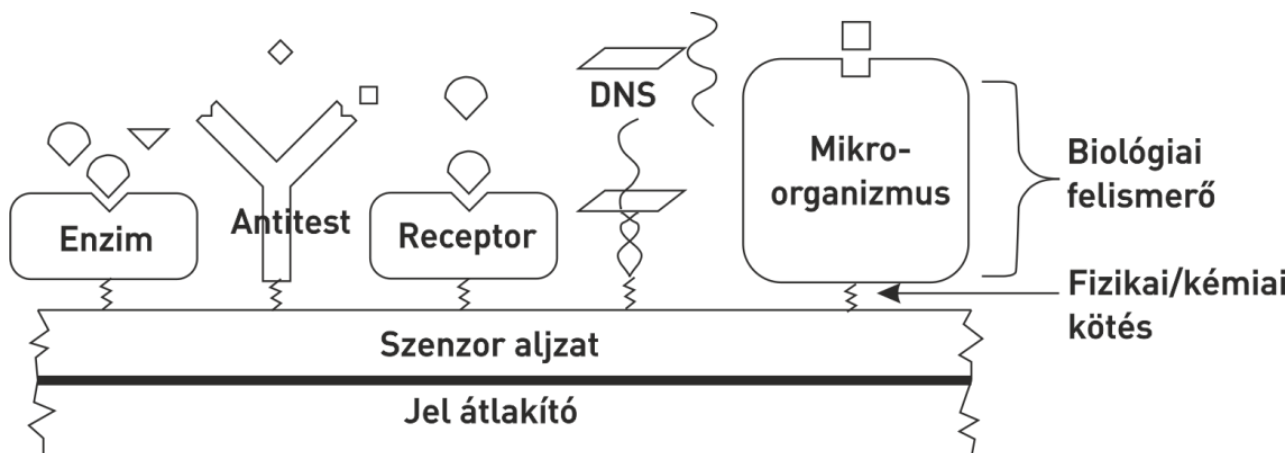
Az erdőkert ért környezeti károkat a nemzetközi erdőmonitoring kísérő figyelemmel, amelynek részletezését lásd a 9. fejezet alatt.

11.4 Bioszenzorok

A bioindikáció fogalomkörében még egy vizsgálati módszert, helyesebben egy analitikai vizsgálati eszközt, a **bioszenzort** ismertetjük.

A kémiai és biológiai folyamatok megértése és érzékelése szempontjából az analitikai kémia területén fontos szerep jut a gyors, de ugyanakkor megbízható érzékelőknek (szenzoroknak). A szenzor egy technológiai eszköz vagy biológiai alapú egység, ami érzékeli a jelet vagy a fizikai változást.

A bioszenzoroknál a felismerő anyag biológiai eredetű (mikroorganizmus, szövet, sejt, enzim, antitest, nukleinsav stb.), amely egy fiziokémiai jelátalakítóval (elektrokémiai, optikai, termometrikus, mágneses stb.) van kapcsolatban.



59. ábra A bioszenzor szerkezetének vázlata (Rogers 2006 nyomán)

A bioszenzorok az élő anyag biológiai aktivitásának fenntartása miatt megfelelő hőmérsékletet és pH értéket igényelnek. A biológiai szenzor alapanyagot a biológiai komponens lehető legmagasabb aktivitása, hosszú stabilitási ideje érdekében valamilyen szilárd felszínen kell rögzíteni, amelynek módja nagyban függ a szenzor típusától. A rögzítés módszere lehet adszorpció, keresztkötés, kovalens kötés, valamilyen hordozóba zárás vagy kapszulázás, szilárd kötést segítő mátrix. A rögzítést olyan módon kell létrehozni, hogy a vizsgálandó anyag tudjon ki- és bevándorolni a létrehozott rétegben, ezért a rögzítés módjának kiválasztásakor a célmolekula fizikai-kémiai tulajdonságaira is figyelemmel kell lenni (Mares 2013).

Alkalmazásának számos előnye van: nagyfokú szelektivitás, készítésének és tárolásának viszonylag alacsony költsége, miniatürizálás, automatizálhatóvá és hordozhatóvá tétel. Számos alkalmazási területe lehetséges: élelmiszeripari minőségellenőrzés, klinikai felhasználás, mezőgazdaság, hadiipar, biotechnológia és környezetvédelem. Napjainkban a környezet monitorozása során sok területen alkalmazzák. A bioszenzorokat több féle módon lehet csoportosítani, a 10. táblázat a jelátalakítás módja szerinti csoportosítást mutatja be.

10. táblázat A környezet monitorozása során alkalmazott bioszenzoros alkalmazások a jelátalakítás módja szerint csoportosítva

Jelátalakító		Alkalmazási terület
Elektrokémiai	amperometriás	Biológiai oxigénigény, fenol és származékai, cianidok, szerves foszfor vegyületek, nehézfémek és felületaktív anyagok meghatározása
	potentiometriás	Cianidok, szerves foszfor vegyületek, nehézfémek, szervetlen foszfátok, halogénezett hidrokarbonátok és légszennyező gázok (CO ₂) meghatározása
	konduktrometria	Szerves foszfor vegyületek és nitrátok meghatározása
Optikai	abszorbancia /fluoreszcencia	Szerves foszfor vegyületek, poliklórozott bifenilek (PCB), nitrátok, hormonok és antibiotikumok monitorozása
	bio- /kemilumineszcencia	Benzol és származékai toxicitásának, valamint a nehézfémek genotoxicitásának a meghatározása
	felületi plasmon rezonancia (SPR)	Szerves foszfor vegyületek, fenolok és patogén mikroorganizmusok (<i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i>) monitorozása, továbbá az ösztrogén endokrin zavarai
Akusztikus	piezoelektromos	Szerves foszfor vegyületek, patogén mikroorganizmusok (<i>Salmonella</i> , <i>Legionella</i> , <i>Escherichia</i>) meghatározása
Thermometrikus		Szerves foszfor vegyületek és nehézfémek meghatározása

Forrás: Bidmanová 2007 nyomán

A bioszenzorokat a működési elv szerint alapvetően két csoportra oszthatjuk, katalitikus és affinitív bioszenzorokra. A katalitikus bioszenzor biokatalízisen alapul, ahol a katalizátor enzim vagy mikroszervezetek sejtje, amely felismeri, megköti és kémiaiilag átalakítja a molekulákat. Az affinitív bioszenzorok esetében a receptor molekulák (antitestek, savgyökök, lectinek, hormon receptorok) visszafordíthatatlan módon, nem katalitikus formában kötik meg a molekulákat.

12. Egyéb monitoring és információs rendszerek, környezeti adatbázisok

Országos meteorológiai szolgálat (OMSZ)

Az Országos Meteorológiai Szolgálat feladat és hatáskörét a 277/2005 (XII.20) Kormányrendelet⁶⁵ határozza meg. A több mint 140 évre visszanyúló tradíciónak megfelelően meteorológiai adat-, információgyűjtő és elemző szervezet, amely az utóbbi évtizedekben egyre inkább információszoftártató szervezetté is vált. Ennek megfelelően Magyarország területén szinoptikus mérő- és észlelő hálózatot működtet, magaslégköri rádiószondás méréseket biztosít, működteti a meteorológiai radarhálózatot és a villámlokalizációs-rendszert, biztosítja ezen információk begyűjtését, ellenőrzését, feldolgozását, a meteorológiai adatbázis fenntartását, folyamatos feltöltését. Időjárás elemző és előrejelző tevékenységet folytat, amelyhez a legkorszerűbb előrejelzési produktumokat és saját futtatású előrejelzési modelleket használ fel. Mindezen tevékenységek végzéséhez szükséges és a tevékenységek eredményeként létrejött információk cseréjére fenntartja és fejleszti a Meteorológiai Világszervezet (WMO) és a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO) által koordinált telekommunikációs csatornák magyar szakaszát, gondoskodik a hazai meteorológiai adatoknak a nemzetközi távközlési rendszerbe való beadásáról és a hazánkat érintő adatok elvételéről és feldolgozásáról. A felsorolt feladatok magas szintű ellátásának érdekében az OMSZ kutató-fejlesztő tevékenységet is végez (Czelnai 1995).

A szolgálat időjárás elemző és előrejelző tevékenysége során 14 település esetében szolgáltat napi radar, villám, műhold (infra és látható), hőmérséklet-változás, napi csapadék, hőmérséklet, szél, légnyomás, csapadék, nedvesség és hóvastagság adatokat. A mért adatokat az adott településeknél táblázatos formában ismerteti, az országos értékeket pedig térképen ábrázolja. Humánmeteorológiai vizsgálatai keretében 5 település UV-B sugárzását követi nyomon. A repülőterek (7db) számára repülésmeteorológia adatokat is mér. Az agrometeorológiai adatok széles köre megtalálható a Szolgálat honlapján. A hőmérsékleti és csapadék adatokat tartalmazó oldalon a mért hőmérsékleti illetve csapadék adatokból számított 1 napos, illetve az utolsó 5, 10, 30 vagy 90 napos időtartamra vonatkozó átlaghőmérsékletek és összegzett csapadékadatok, illetve azok sokévi átlagtól vett eltéréseinek térképes megjelenítése látható. Hasonló a helyzet a napfénytartalom tekintetében is. Az 5 cm mélységben mért talajhőmérséklet adott napra vonatkozó átlagai mellett megtalálhatók a meghatározott talajrétegekre számított, hasznos vízkészlet %-ában megadott talajnedvesség és a mm-ben megadott vízhiány adatok is. A térképes anyagok alapján szöveges elemzések és értékelések is készülnek.

⁶⁵ 277/2005. (XII. 20.) Korm. rendelet az Országos Meteorológiai Szolgálatról

Az éghajlati adatsorok Magyarország néhány nagyvárosának (Budapest, Debrecen, Szeged, Szombathely) napi adatsorait tartalmazzák az 1901-2000 időszakra vonatkozóan. Ezek a legfontosabb éghajlati paraméterekre (napfénytartam, hőmérséklet, csapadék) térnek ki. A napi adatokon kívül havi és éves elemzéseket is készít a Szolgálat. A számszerű értékek mellett grafikonokon is ábrázolják a legfontosabb paraméterek éves értékeit. Az adatok lekérése minden esetben díjfizetéshez kötött.

A levegőkörnyezet vizsgálatánál a városi légszennyezettségre, a háttérszennyezettségre valamint a gammadózis-teljesítményre is kiterjednek a mérések. Budapesten egy 12 állomásból álló automata mérőhálózat működik. Az itt mért nitrogén-dioxid (NO₂), kén-dioxid (SO₂), ózon (O₃) és szálló por (PM₁₀) órás adatok térképeken, illetve táblázatos formában megtekinthetők a honlapon. A további települések mért városi légszennyezettségi adatokat az OLM honlapján találjuk. Magyarországon hat háttérszennyezettség-mérő állomás működik. Ezeken változó elosztásban mérik az ózonkoncentráció, a kén-dioxid, nitrogén-dioxid, ammónia és salétromsav koncentrációk napi 30 perces maximumát, órás értékeit, valamint a légkörben lebegő parányi részecskék ion, illetve nehézfém tartalmát. Emellett számolják a napi és a havi átlagot, és a sokéves átlagtól való relatív eltérést is. Öt mérőállomáson vizsgálják továbbá a csapadékvizet (ion-koncentráció, pH értékét, elektromos vezetőképesség). 26 településen található gamma-sugárzást regisztráló meteorológiai mérőállomás. Ezek eredményei a honlapon szintén megtalálhatók, az adatok azonban csak tájékoztató jellegűek.

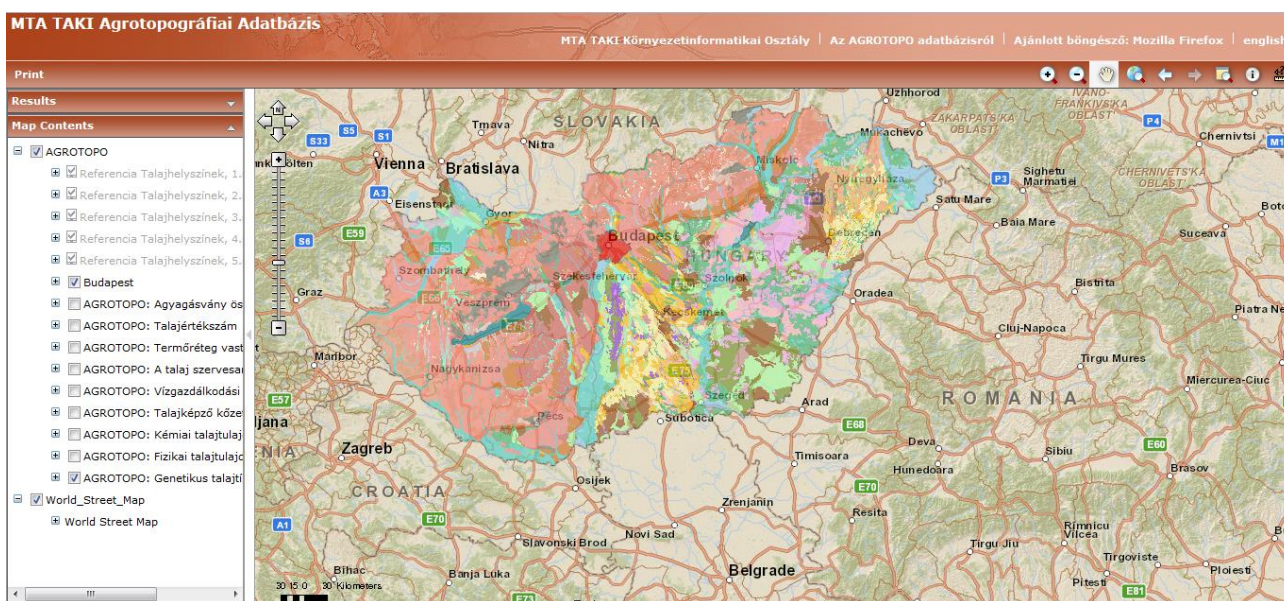
Az Országos Meteorológiai Szolgálat a levegő állapotával kapcsolatban széleskörű tájékoztatást nyújt. Ezek az országos adatok a környezeti hatásvizsgálatok során a klimatikus állapotok jellemzéséhez, illetve Budapest esetén a levegőállapot jellemzéséhez felhasználhatók. A többi város adatait az OLM tartalmazza. A weboldal könnyen kezelhető, a letöltési lehetőségek azonban korlátozottak. A honlapon található időjárási adatok folyamatosan frissülnek, ezek elérése mindenki számára biztosított, ingyenes, külön programot nem igényel. A jogszabályban meghatározott alapfeladatait meghaladó tevékenység során előállított adat és információ – például éghajlati adatsorok – azonban díjfizetéshez kötött, amelyek összegéről a honlap tájékoztat.

Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet Információs Rendszere (MTA TAKI)

A talaj általános tulajdonságait a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete gyűjti adatgyűjtő és megfigyelő programjain keresztül. A MTA TAKI 2010-től Környezetinformatikai Osztály néven működő egysége 1993-ban alakult GIS Labor néven. Alaptevékenységük kezdetben a korábbi kutatások során felhalmozott eltérő részletességű talajtani adatok digitális adatbázisokba történő szervezését jelentette. Jelenleg az osztály elsődlegesen környezetinformatikai adatgazdálkodásra és adatszolgáltatásra, valamint a környezeti erőforrások adatainak jellemzően térbeli elemzésére épülő kutatásokat végez.

A környezeti elemek és folyamatok, ökoszisztéma szolgáltatások térbeli felmérését és térképezését térbeli modellezéssel és térképi alapú környezeti adatbázis építéssel valósítják meg. Térképi adatszolgáltatásuk keretében lehetőség van a környezeti felmérések eredményeinek megtekintésére. Az adatokhoz való hozzáférés korlátozott.

Az Agrotopográfiai Adatbázisa egy térképi alapú talajinformációs rendszer, amely homogén agro-ökológiai egységekre vonatkozóan a termőhelyi talajadottságokat meghatározó, főbb, alap talajtani paramétereket; illetve számos, komplex talajtani folyamatra vonatkozó, ezekből levezetett tulajdonságra vonatkozó információt tartalmaz országos lefedettséggel (Bulla et al. 2011). A térképsorozat alapját az Átnézetes Talajismereti Térképek jelentik, amelyek feldolgozásával készült el az 1:100 000 méretarányú talajtérképmű (Várallay et al. 1980), amely térinformatikai feldolgozásával készült el Magyarország AGROTOPO Adatbázisa. A kialakított számítógépes adatbázis EOTR szabványos, 1:100000 méretarányú, országos adatokat tartalmaz. A rendszer a következő termőhelyi talajadottságokat meghatározó főbb talajtani paraméterek – genetikai talajtípus, talajképző kőzet, fizikai talajféleség, agyagásvány összetétel, talaj vízgazdálkodási tulajdonságai, kémhatás és mészállapot, szervesanyag készlet, termőréteg vastagság, talajértékszám – térképes megjelenítésére alkalmas.



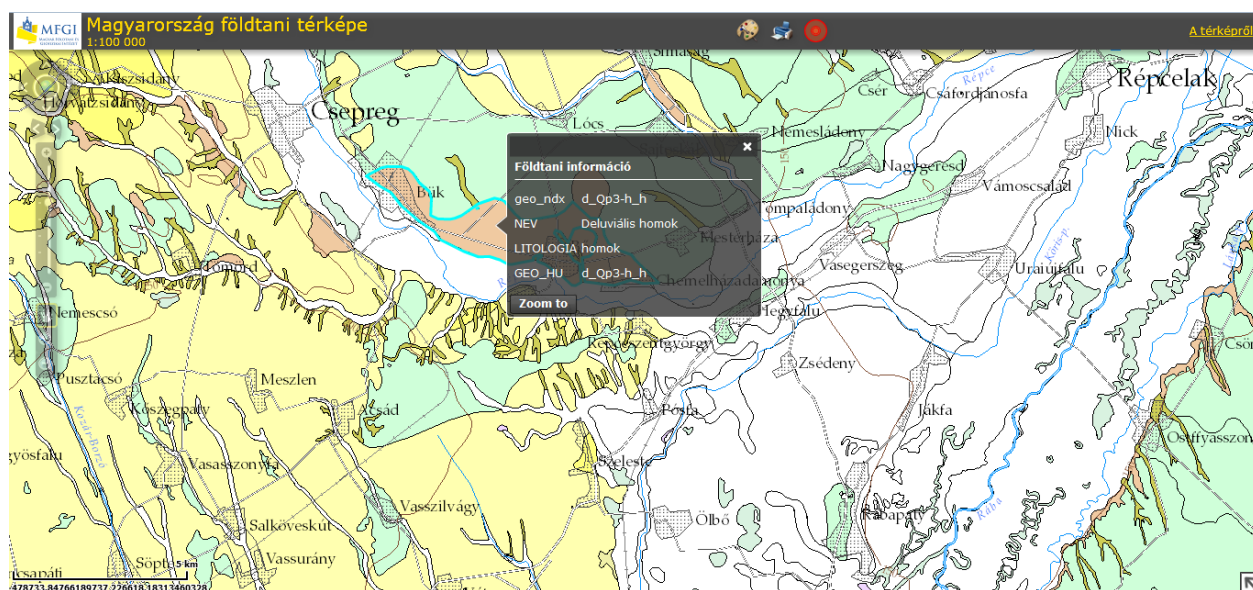
60. ábra A MTA TAKI Agrotopográfiai talajinformációs rendszere

A Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer a Talajtani és Agrokémiái Intézetében került kiépítésre és az Intézet kizárólagos tulajdonát képezi. A rendszer az 1:25000-es méretarányú Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti Térképsorozat – a mindmáig egyetlen, az országot teljes egészében lefedő ilyen jellegű nagyléptékű térképsorozat – térinformatikai adaptációja és reambulációja alapján létrejövő (Szabó et al. 2005, Pásztor et al. 2002), a mai kor követelményeit kielégítő, korszerű, dinamikus térinformatikai rendszer. Jelenleg csak a Bodrogi mintaterület került nyilvános bemutatásra, azonban a rendszer más területekre is megvásárolható (web14).

Az Országos Talajdegradációs Információs Rendszer az Országos Környezeti Információs Rendszer talajtani alrendszereként működik. Célja a mezőgazdasági eredetű környezeti terhelésre, valamint a talajok környezeti állapotára vonatkozó talajvédelmi adatszolgáltatásokhoz szükséges talajtani adatok előállítása, a környezeti terhelés minősítése a főbb talaj degradációs folyamatokat jellemző terhelési indikátorok meghatározásával valamint az informatikai háttér biztosítása. Az Országos Talajdegradációs Adatbázis térképes megjelenítésben szolgáltat talajtani adatokat és információkat a nyilvánosság számára.

Magyar Állami Földtani Intézet Adatbázisa

A Magyar Állami Földtani Intézet - Magyarország legrégebbi – ma is működő tudományos kutatóintézete, ami 2012. április óta a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) része. Itt történik az ország földtani kutatása és térképezése, amelynek során folyamatosan újuló földtani térképek készülnek el és jelennek meg digitális formában és nyomtatásban (Bulla et al. 2012). A kutatás során az Intézet azon digitális adatbázisát vizsgáltam, melyek általános talajtani vizsgálatokkal foglalkoznak. A weboldal földtani térképes adatbázisában 21 db – témájától függően változó felbontású – térkép található, amely két kivétellel közvetlenül (regisztráció nélkül) elérhető az oldalról.



61. ábra A Magyar Állami Földtani Intézet földtani térképe

MFGI GeoBank a Magyar Földtani Jelkulcs, fúrások és egyéb földtani objektumok adatbázisa. Az adatbázis közel 230000 túlnyomó többségben mélyfúrás adatait tartalmazza. A fúrásokról nyilvántartják a törzsadatait (pl. fúrás jele, települése, koordináták), néhány kiegészítő adatot (más rendszerekben érvényes koordinátáit, azonosítóit), valamint az adatbázis lényegi részét jelentő tematikus adatait. Jelen vizsgálat szempontjából a geokémiai adatok illetve a vízföldtani adatsorok (vízkémia, szerves anyag tartalom) tekinthetőek relevánsnak. A Magyar Földtani Jelkulcs tárolja az egyes földtani képződmények nevét, indexét, korbesorolását,

leírását és az intézeti munkához szükséges további információkat. Az adatbázis webes felülete korlátozott üzemmódban használható szervezetek, vagy magánszemélyek számára, teljes hozzáféréssel csak az Intézet munkatársai rendelkeznek. A rendszerhez webes lekérdező és kezelőfelület tartozik.

A Közcélú Internetes Geofizikai Adatszolgáltatás (KINGA) weboldala az Intézet által kezelt, felhalmozott információk, mérési adatok, kutatási eredmények, és szakkönyvtári anyagok elérhetőségét biztosítja. Az egyes geofizikai információkhoz térképes ábrázolásban valamint leíró adatok formájában juthat hozzá a felhasználó. A rendszerek az ország egész területét lefedik, a talajvizsgálatok mélységét tekintve pedig néhány cm-től egészen kilométeres földfelszíntől számított mélységig szolgáltatnak információt. A rendszer térképei között 1:100000-es, illetve 1:500000-es léptékű geofizikai paraméter-térképek (pl. gravitációs, földi és légi mágneses) tekinthetők meg.

Felszín alatti vizek és a földtani közegek környezetvédelmi nyilvántartási rendszer Kármentesítési Információs Rendszer (FAVI-KÁRINFO)

Az Országos Környezeti Kármentesítési Program (OKKP) keretében kiemelkedő fontosságú feladat az országban előforduló felszín alatti vizet és földtani közeget veszélyeztető összes szennyezett terület, tényleges és potenciális szennyező-forrás számbavétele és az adatok nyilvántartása. A feladat informatikai háttérét a felszín alatti vizek és a földtani közegek környezetvédelmi nyilvántartási rendszerének (FAVI) részét képező Kármentesítési Információs Rendszer (FAVI-KÁRINFO) adja. A FAVI-KÁRINFO a környezetvédelmi ágazat központi adatbázisára épülő a minisztériumban, a VITUKI Kármentesítési Koordinációs Központjában és Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőségein hozzáférhető országos rendszer.

A FAVI-KÁRINFO térinformatikai rendszer által kezelt kármentesítési adatbázisban a kormányzati munkamegosztás szerint az érintett tárcák kármentesítési Alprogramjai, továbbá a KvVM által indított Országos Számbavétel keretei között végzett adatgyűjtési munka eredményeként 2005. november 30-i állapot szerint a tényleges és potenciális szennyezőforrások, szennyezett területek adatai szerepelnek. A FAVI-KÁRINFO lehetőséget ad a területek sorolására a szennyezettség alapján. Az egész országra kiterjedő nyilvántartás sokoldalú használhatóságát térinformatikai lehetőségek teljesítik ki. A hátrahagyott környezetkárosodások, szennyezőforrások, szennyezett területek felmérése folyamatos munka, így a rendszer dinamikus, állandóan bővülő és a friss információknak megfelelően folyamatosan módosuló, aktualizálendő adatokkal rendelkezik. A rendszer jelenlegi szolgáltatásai és működése az 1996-ban elkészített és elfogadott koncepcióterven alapul, amelyet a Minisztérium folyamatosan bővít.

A FAVI-KÁRINFO jelenleg a következő funkciókat látja el:

- adatlapok rögzítése (felvitel, módosítás, törlés),
- adatminősítés lehetővé tétele,
- a rögzített adatokhoz időpont és felhasználó név kapcsolása,
- adatmódosítások nyomonkövetése,
- adatlapok kitöltési követelményeinek ellenőrzése,
- lekérdezések, grafikonok és táblázatok készítése,
- adatok importálása,
- előzetes egyszerűsített relatív kockázatbecslés alapján rangsorolás, a prioritási szám meghatározása,
- archiválás,
- sűgó rendszer (használat megkönnyítésére).

Az adatgyűjtés részletes és célirányos információkat tartalmazó adatlap rendszerben folyik, amely során a szennyezett területekről/szennyezőforrásokról gyűjtött, az azonosítást szolgáló információk megadása mellett a terület, a szennyeződés, a szennyezőanyagok és szennyezett környezeti elemek vizsgálata a cél. Azokról a területekről, ahol a környezeti kár ténye valószínűsíthető a következő adatlapok kerülnek a programrendszerbe:

- bejelentő (ASZF jelű) adatlap
- B adatlap: B1 (tényfeltárás előtti műszaki adatok adatlapja), B2 (tényfeltárás utáni műszaki és költség adatok adatlapja), B3 (műszaki beavatkozás utáni műszaki és költség adatok adatlapja)

Az adatlapokat a Környezetvédelmi Minisztérium háttérintézményébe, vagy az illetékes környezetvédelmi felügyelőségre kell eljuttatni.

A bejelentő (ASZF jelű) adatlap segítségével történik a szennyezett terület/szennyezőforrás azonosítása, a szennyezett környezeti elem, szennyezőanyag és tevékenység, a terület technikai jellegű információinak előzetes meghatározása. Az ASZF jelű adatlap kérdései előzetes információk megadására szolgálnak, segítségükkel és elemzésükkel becslés adható a földtani közeg (talaj) és a felszín alatti vizek veszélyeztetettségéről, terheléséről.

A B adatlap rendszer a szennyezettség, illetve a szennyező forrás műszaki adatait, a szennyezettség pontosabb meghatározását, lehatárolását, a szennyező tevékenységek megadását, a szennyezettség mértékét, a terület geológiai, hidrogeológiai felépítését, a környezeti elemek feltártságát tartalmazza. Ennek az adatlap-rendszernek a segítségével pontosíthatóak a bejelentő adatlapon közölt információk, valamint itt történik a szélesebb körű adatközlés. A B1 adatlapok adattartalma alapján a B1 előzetes egyszerűsített relatív kockázatbecslési módszer alkalmazásával állítható össze a tényfeltárás előtt álló területekre a Nemzeti Kármentesítési Prioritási Lista (NKPL-I).

A B2 adatlapok a területről a B1 adatlap adatainak tényfeltáráson alapuló pontosabb és részletesebb adatokkal történő kiegészítése, pontosítására szolgálnak. Tartalmuk alapján kerül kiszámításra a terület prioritási száma és készíthető el a tényfeltárást követően álló területekre vonatkozó Nemzeti Kármentesítési Prioritási Lista (NKPL-II).

A B3-műszaki beavatkozás utáni műszaki és költség adatok adatlapja információin alapuló prioritási számítás módszertan segítségével történik a Nemzeti Kármentesítési Prioritási Lista (NKPL-III.) felállítása (web15).

Települési Szennyvíz Információs Rendszer (TESZIR)

A Települési Szennyvíz Információs Rendszer (TESZIR), a települési szennyvíztisztítással kapcsolatos adatok nyilvántartásának és feldolgozásának olyan rendszere, amely a települési szennyvíz kezeléséről szóló 91/271/EGK. irányelvben előírt jelentéstételi és adatszolgáltatási kötelezettségekre figyelemmel, az Irányelv végrehajtásával összefüggő döntés-előkészítéshez használható információkat tartalmaz és kezel. A TESZIR fejlesztésének közvetlen feladata az EU által előírt éves statisztikákhoz szükséges adatok előállítása volt, általános célja pedig a szennyvíztisztítással és elvezetéssel kapcsolatos hiteles, alapadat nyilvántartást biztosítása.

A rendszerben az alábbi adatok érhetőek el (web16):

- agglomerációs településrészek (település, lakosok száma, lakások száma, agglomeráció)
- szennyvízelvezetési agglomerációk (név, besorolás, vezeték hossz)
- szennyvíztisztító telepek (név, LE, agglomeráció)
- kibocsátási pontok adatai (szennyvíz mennyiség, szennyvíztisztító telep neve).

The screenshot shows the TESZIR-Web interface. At the top, there is a navigation menu with options like 'Kezdőlap', 'Fogalomtár', 'Adatszótár', 'Objektum listák', 'Térképek', 'Adatszolgáltatók', 'OSAP 1376 adatszolgáltatás', 'Események, hírek', 'Dokumentumok', 'Hazai háttéranyagok', and 'Kapcsolódó honlapok'. The main content area is titled 'Szennyvíztisztító telepek' and includes the text 'Utolsó frissítés időpontja: 2014.07.15. 6:00' and 'A táblázatban szereplő adatok a 2007. december 31-i referencia időpontra vonatkoznak, tájékoztató jelleggel.' Below this is a table with 5 columns: Rendszám, Szvt.telep neve, Kapacitás (lakosegyenérték), Terület, and Szv.agglomeráció neve. The table lists several wastewater treatment plants with their respective details.

Rendszám	Szvt.telep neve	Kapacitás (lakosegyenérték)	Terület	Szv.agglomeráció neve
AIB586	Aba - Szennyvíztisztító Telep	11500	Közép-dunántúl	-
AIA280	Abádszalók - Szennyvíztisztító Telep	6450	Közép-Tisza vidék	Abádszalók - Szennyvízelvezetési Agglomeráció
AIB588	Abony - Szennyvíztisztító Telep	18750	Közép-Tisza vidék	Abony - Szennyvízelvezetési Agglomeráció
AHY979	Ács - Szennyvíztisztító Telep	9770	Észak-dunántúl	Ács - Szennyvízelvezetési Agglomeráció
AIB591	Adony - Szennyvíztisztító Telep	3768	Közép-dunántúl	Adony - Szennyvízelvezetési Agglomeráció
AIA290	Aggtelek - Szennyvíztisztító Telep	2000	Észak	Aggtelek - Szennyvízelvezetési Agglomeráció

62. ábra A TESZIR weboldala

Rendszám	Település(rész) neve	Állandó népesség (fő)	Összes lakás (db)	Bekötött lakások száma (db)	Ellátott területen nem bekötött lakások száma (db)	Csatornázati területen lévő lakások száma (db)	Bekötött lakások száma (fő)	Ellátott területen nem bekötött lakások száma (fő)	Egyedi szennyvíz kezelés-csatornázati területen lakók, vagy nem bekötött lakók száma	Közsatorna terhelés lakossági (LE)	Közsatorna terhelés egyéb: ipari, intézményi, uduló, stb. (LE ¹)	Közsatorna terhelés összesen (LE)	Nem a közsatornát terhelő szennyvíz összesen (LE)	Csatornára rákötött lakos arány (%)	Csatornára rákötött lakos arány celi (%)	Csatornázott terület aránya (%)	Csatornázott terület aránya celi (%)	Közsatorna terhelés celi
2489	AHV577 Somogyvámos	776	322	0	0	322	0	0	776	0	0	0	776	0	70	0	65	
2490	AHV578 Somogyvár	1933	723	441	282	0	1179	754	754	1179	12	1191	915	61	70	100	100	
2491	AHV579 Somogyviszó	275	111	0	0	111	0	0	275	0	0	0	275	0	70	0	65	
2492	AHV580 Somogyzsífa	598	312	0	0	312	0	0	598	0	0	0	625	0	70	0	65	
2493	AKP635 Someskőújfalu	2436	1045	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	0	0	
2494	AHV581 Sorkád	894	243	112	131	0	320	374	374	320	74	394	374	46	70	100	100	
2495	AHV582 Soponya	2042	680	0	0	680	0	0	2042	0	0	20	2057	0	85	0	80	
2496	AHV583 Sopron - Balf	984	363	340	0	23	922	0	62	922	2293	3215	62	94	100	84	100	
2497	AHV584 Sopron	56869	24146	23161	950	35	54549	2237	2320	54549	70045	124594	2320	96	100	100	100	
2498	AP656 Sopron (Sopronkőhida)	600	205	205	0	0	600	0	0	600	0	600	0	100	100	100	100	
2499	AHV585 Sopronhorpács	853	315	245	70	0	663	190	190	663	1208	1871	480	78	100	100	100	
2500	AHV586 Sopronkövesd	1167	446	363	78	5	950	204	217	950	228	1178	219	81	100	98	98	
2501	AHV587 Sopronnémeti	291	126	68	55	3	157	127	134	157	25	182	134	54	100	98	98	
2502	AHV588 Sorkifalud	690	264	0	0	264	0	0	690	0	0	0	720	0	100	0	95	
2503	AHV589 Sorkikápolna	265	102	0	0	102	0	0	265	0	0	0	280	0	100	0	95	
2504	AHV590 Sormás	930	316	294	22	0	865	65	65	865	85	950	65	93	100	100	100	
2505	AHV591 Sorokpolány	854	275	198	77	0	615	239	239	615	17	632	239	72	100	100	100	
2506	AHV592 Sőshartyán	959	292	287	5	0	943	16	16	960	115	775	16	98	98	100	100	
2507	AHV593 Sósút	3146	1100	0	0	1100	0	0	3146	0	0	0	3146	0	70	0	65	
2508	AHV594 Sósófalva	282	112	45	67	0	113	169	169	113	0	113	169	40	100	100	100	
2509	AHV595 Sósvertike	191	81	0	0	81	0	0	191	0	0	0	191	0	70	0	65	
2510	AHV596 Sötömy	662	267	0	0	267	0	0	662	0	0	0	662	0	100	0	95	
2511	AHV597 Sőtör	1553	650	0	0	650	0	0	1553	0	0	0	1553	0	100	0	95	
2512	AHV598 Spöte	803	265	222	43	0	673	130	130	673	14	687	130	84	100	100	100	
2513	AHV599 Sbréd	489	186	182	0	4	478	0	11	478	1	479	11	98	98	98	98	
2514	AHV600 Sutoró	1111	436	212	224	0	540	571	571	540	180	720	2970	49	70	100	100	

63. ábra A TESZIR adattartalma

Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa (MÉTA)

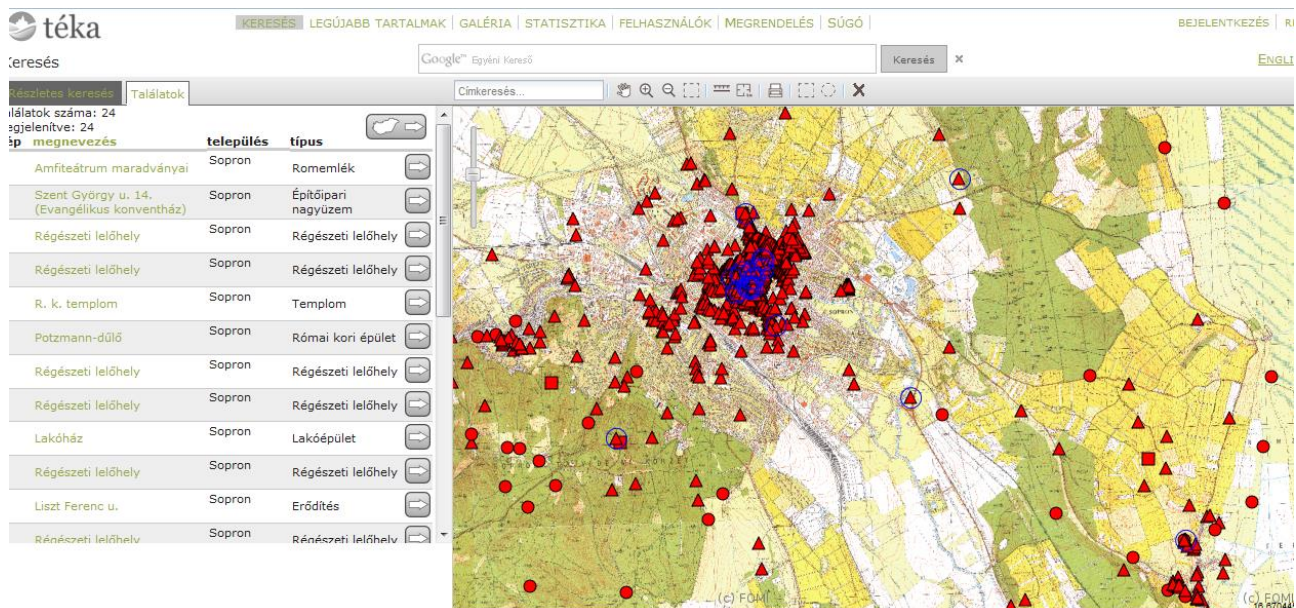
Az Á-NÉR 2003-as frissítése, amely az első, Magyarországot átfogó élőhely-térképezéshez, a Magyarországi Élőhelytérképezési Adatbázishoz (MÉTA) készült. A MÉTA célja a hazai természetközeli növényzet mai állapotának pontos megismerése, teljeskörű felmérése, természetes növényzeti örökségünk tudományos értékelése. A térképezés alapegysége egy 35 ha-os hatszögekből álló, az országot teljes mértékben lefedő 1:100000 méretarányú háló. Ebből adódóan országos és térségi léptékben is részletes és megbízható térképek, elemzések, szenáriós modellezések elkészítését teszi lehetővé, valamint a természetes biodiverzitás hatékonyabb megőrzését segíti elő. A felmérés során a mintavételezők összegyűjtötték a természetes és természetközeli élőhelyek listáját, és hozzájuk rendelték számos fontos és jellemző tulajdonságukat, mint például az élőhelyek természetessége, kiterjedése, foltmintázata, erdősülési potenciálja, veszélyeztetettsége, aktuális tájhasználata, az idegenhonos fajok helyzete (Molnár et al. 2007). Az elemzések nem csak tudományos célra, hanem országos stratégiai tervezésekhez, valamint oktatási-tudatformálási célra is használhatók, hiszen az egész ország ökológiai állapotáról tartalmaznak sokrétű adatokat. A MÉTA adatbázis legfontosabb erénye, hogy számszerűen dokumentálhatóvá teszi a mai magyar táj állapotát (Molnár – Horváth 2008). Az eredeti MÉTA kiegészítéséhez készült el a TalajMÉTA, amely talajtani térképi információs fedvényt és szélesebb látókört adhat komplex ökológiai értékelésekhez és tájökölógiai modellezéshez, továbbá alapját képezheti tájtörténeti kutatásoknak is (Laborczi et al. 2008).

Tájérték-kataszter (TÉKA)

A tájértékek sokszínűségéből adódóan korábban nem volt olyan egységes hazai adatbázis, amely összegyűjtötte és közös nyilvántartási rendszerben kezelte ezeket az adatokat. A tájérték-kataszter az egész ország területére kiterjedő integrált adatbázis, amely különböző szakmai szervezetek adatbázisainak egyesítésével, és közel ezer civil aktív részvételével, a legrészletesebb és legteljesebb tájértékkal kapcsolatos rendszer. Az adatgazdák adatbázisait a virtuális térben összesíti egy meta-adatbázisban, de minden résztvevő szervezet vagy civil saját maga tartja karban, gondolzza a törvényi kötelezettség által meghatározott, közhiteles adatbázisait. A TÉKA egyik érdekessége, hogy itt érhető el először szabadon az ország teljes területére, méretarányosan nyomtatható formában az 1:10 000-es méretarányú topográfiai térkép, vagy a 2000. évi georeferált ortofotó állomány. Az adatbázis tartalmazza a táj természeti és kulturális örökségi elemeit, az új terepi felmérések eredményeit. A rendszerben az alábbi tájértékeket találjuk meg (web17):

- kultúrtörténeti értékek,
- településsel kapcsolatos egyedi tájérték (kúria, lakóház, harangláb, határkő, erőd, kastélykert, emlékliget),
- közlekedéssel kapcsolatos egyedi tájérték (út, mélyút, fasor),
- termeléssel kapcsolatos egyedi tájérték (majorság, pince, halastó, táró, malom),
- történelmi eseménnyel vagy személlyel kapcsolatos egyedi tájérték (emlékmű, emléktábla, sírmező),
- természeti képződmények,
- biológiai egyedi tájértékek (fák, facsoport, gyepsáv),
- földrajztudományi (Földtudományi) egyedi tájérték (földtani képződmény, alakzat, morotvák, dolinató, fertő),
- esztétikai tájértékek (kilátópontok, egyedi látványképek, utcakép).

A kialakított TÉKA egy, az egész ország területére kiterjedő nyílt rendszer, vagyis a fejlesztésben résztvevő partnerek adatbázisai mellett lehetőség van bármely térképi szolgáltatás integrálására, adatbázisok illesztésére, illetve egyének és közösségek számára – regisztráció után – a saját táji felfedezések, adatok feltöltésére és kezelésére. Szakmai modulja különösen a tájtervezők és kutatók számára lehet fontos adat- és információforrás, míg nagyközönségi modulja a széles nyilvánosság számára felhasználóbarát módon biztosítja a nyilvános adatok, információk elérhetőségét.



64. ábra Példa a TÉKA adatainak megjelenítésére

Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (TeIR)

Az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer célja a területfejlesztési és rendezési tevékenységet végző szervek objektív, pontos és friss információkkal való ellátása. A rendszer működtetésének jogszabályi keretét a területfejlesztésről és területrendezésről szóló 1996. évi XXI. törvény és a 31/2007 Kormányrendelet⁶⁶ teremtette meg. A kormányrendelet szabályozza a működtetését, a kötelező adatszolgáltatás rendjét valamint a rendelet mellékletei részletesen tartalmazzák a rendszerben található adatok körét is. Az országos hatáskörű szervezetek adatgyűjtésén alapuló rendszer két szinten működik. Országos szinten a rendszer felügyelete, az adatbázisok frissítése a VÁTI Kht. feladata. Megyei szinten az adatbázis egyedileg bővíthető a megyére vonatkozó információkkal.

A térinformatikai alapon működő rendszer az adatokat települési, valamint földrajzi azonosítókkal tartja nyilván, azok különböző területi (regionális, kiemelt térségi, megyei, kistérségi) szintekre adhatók meg. A rendszer településenként több mint 35 ezer adatot tartalmaz. A TeIR rendszernek számos olyan alkalmazása van, amely nem regisztrációhoz kötött, így bárki számára hozzáférhető (65. ábra). Biztonsági okokból azonban csak regisztrált felhasználók férhetnek hozzá a rendszer teljes adattartalmához (66. ábra). A regisztráció lehet térítésmentes és térítéses, de a felhasználók azonosítása minden esetben felhasználónév és jelszó megadásával a Központi Elektronikus Szolgáltatási Rendszer Ügyfélkapu szolgáltatásán keresztül történik (web 18).

⁶⁶ 31/2007. (II. 28.) Kormányrendelet a területfejlesztéssel és területrendezéssel kapcsolatos információs rendszerről és a kötelező adatközlés rendjéről



65. ábra A TeIR regisztrációhoz kötött alkalmazásai



66. ábra A TeIR nyilvános alkalmazásai

A rendszer átfogó képet ad a társadalom, a gazdaság, a műszaki infrastruktúra és a természet állapotáról különböző területi egységekre vetítve, a szakterületeket reprezentáló adatok és mutatók alapján. Ismerteti a területfejlesztés intézményrendszerét és pénzügyi eszközeit. A településre vetített adatok a demográfiai folyamatokról, a társadalom összetételéről, képzettségéről, a gazdaságról és az idegenforgalomról adnak képet. Az infrastruktúráról, a népesség életkörülményeiről ellátottsági mutatók képzésével tájékoztatnak.

Másrészt az ágazati adatgyűjtésekből származtatott adatok szemléltetik a környezet jellemző elemeit, azok lényeges adataival együtt. Az információs rendszer adattartalma az ország egész területét lefedi. Az adatok változó területi bontásban találhatóak, adattípustól függően lehetnek országosak, megyei, regionálisak, vagy települési. Az adatok egy része táblázatos formában található, azonban gyakori a diagramos vagy interaktív térképes megjelenítése is.

A letöltés pdf vagy excel formátumban lehetséges, illetve a honlapról közvetlenül is lehet nyomtatni. Az információs rendszer főbb adatsportjai az alábbiak:

- demográfia, társadalom,
- munkanélküliség,
- gazdaság (ipar, mezőgazdaság, idegenforgalom),
- lakosság és vállalkozások jövedelme,
- műszaki infrastruktúra hálózatok nyomvonalai, ellátottság,
- területhasználat,
- természeti adottságok és a környezet állapota,
- a területrendezés és fejlesztés jogi eszközeinek, határozatoknak, döntéseknek főbb adatai,
- önkormányzatok gazdálkodása,
- a területfejlesztés pénzügyi eszközei forrás és felhasználás adatai,
- területi és települési koncepciók, tervek, programok,
- a területfejlesztésben és területrendezésben érintett szervezetek adatai,
- az EU regionális adatai.

Központi Statisztikai Hivatal (KSH) rendszere

A Magyarországra vonatkozó területi vizsgálatok számára leggazdagabb tartalommal és legnagyobb területi részletezettséggel rendelkezésre álló információforrás a Központi Statisztikai Hivatal. Az adatbázis adatai több formában – interaktív grafikonok, animációk, táblázatok, térképek, jelentések – megtekinthetők, illetve letölthetők (pdf, excel). A rendszerben 25 témakör adatai találhatóak meg, amelyeken belül további adatsortosításokkal találkozhatunk. A kész adattáblákat tartalmazó táblarendszer (STADAT) a KSH által gyűjtött, illetve más szervezetekből átvett, legfontosabb adatokat, mutatókat tartalmazza. A könnyebb tájékozódás érdekében a táblákat a következő 7 témakör köré csoportosították:

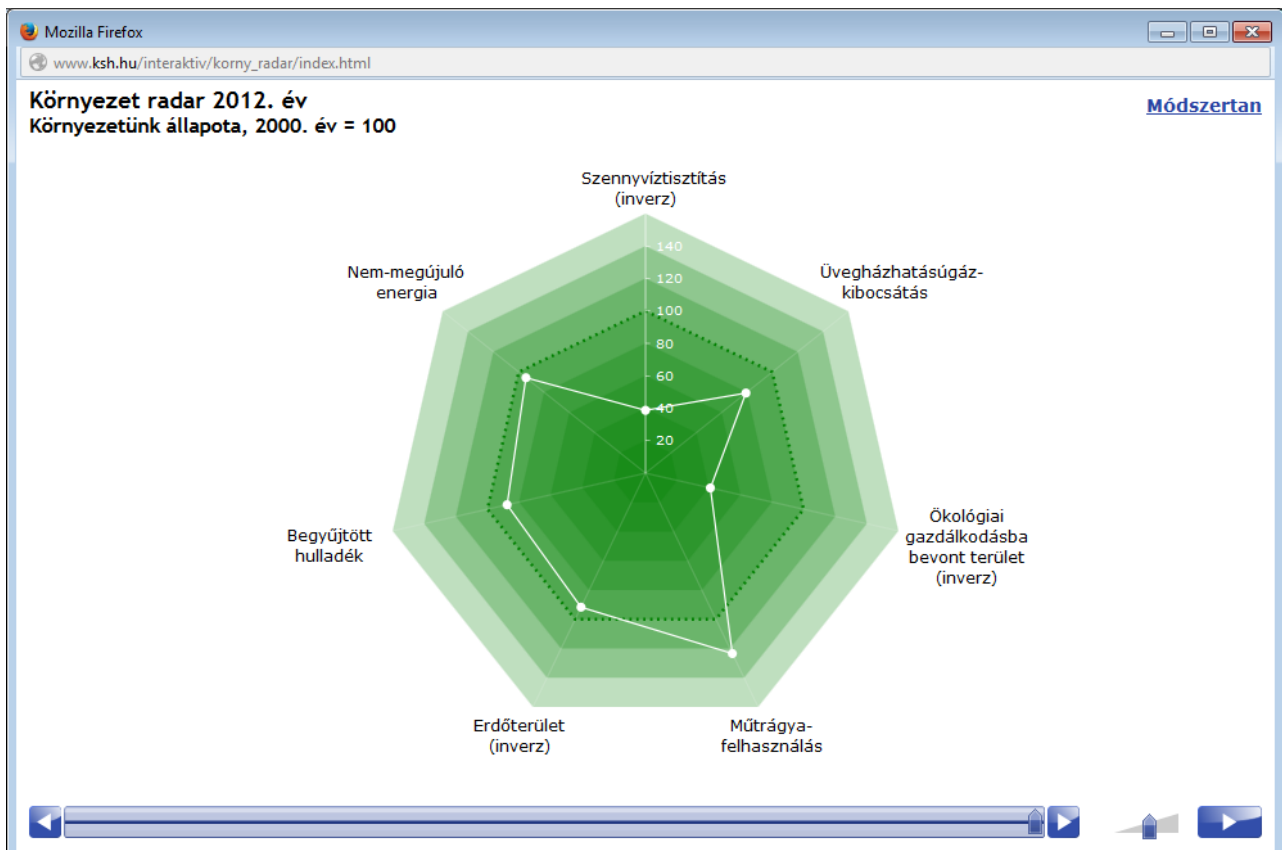
- népesség, népmozgalom,
- társadalom,
- általános gazdasági mutatók,

- gazdasági ágazatok,
- környezet,
- területi adatok,
- nemzetközi adatok.

A témakörökön belül éves, évközi és hosszú idősoros adatok találhatóak. Az éves adatok idősorai mélyrehatóbb tájékoztatást nyújtanak Magyarország társadalmi, gazdasági helyzetéről. Az évközi adatok rövidebb idősorain a havi vagy a negyedéves változások figyelhetőek meg. A Hivatal hosszabb időszakokra visszatekintő idősorokat csak a főbb mutatókra készít. Térbeliségüket tekintve az adatokat megyékre, régiókra bontva vagy az országra összesítve közli a rendszer. Bizonyos nemzetközi mutatók az Európai Unió tagországaira, illetve néhány országra vonatkozóan szintén megtalálhatóak az adatbázisban, biztosítva ezzel az országon belüli, illetve az országok közötti összehasonlítás lehetőségét. Az adattáblák tartalmát a KSH munkatársai évente felülvizsgálják, figyelembe véve a felhasználói igényeket és az adatgyűjtések változásait. Az adatok ingyenesen letölthetőek – excel formátumban –, illetve nyomtathatók közvetlenül a honlapról.

Az épített környezetre vonatkozó adatsorait tekintve fontos a KSH Település Statisztikai Adatbázis Rendszere (T-STAR). A rendszer 1990-től évenként tartalmazza valamennyi, a KSH által gyűjtött vagy megkapott teljes körűen rendelkezésre álló települési adatok, illetve városi adatok állományát. Ez több mint 30 témacsoport adatait jelenti. Az információs rendszer segítségével a gyakorlatban is könnyen kivitelezhető a nagyszámú jelzőszám tetszőleges területi egységekbe, illetve településcsoportba való aggregálása. A területi kutatók, a hazai területfejlesztési- és az egyes témakörökkel foglalkozó szakemberek számára szinte nélkülözhetetlen adatokkal szolgál a T-STAR.

67. ábra A KSH információs weboldala



68. ábra A KSH környezeti adatainak interaktív megjelenítése

Irodalomjegyzék

- Ángyán J. (2003): Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai, Mezőgazda Kiadó, Bp. 542 p.
- Bakonyi G., Nagy P., Kádár I. (2003): Long term effects of heavy metals and microelements on nematode assemblage. *Toxicology Letters* 140-141.391-401.
- Bakos B. (1999): A környezet állapotára vonatkozó információs és monitoring rendszerek. In: Thyll Sz. (szerk.): *Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Baranyi T. (2004): A környezeti adatok, adatbázisok, nyilvántartások jogi szabályozása Magyarországon. A környezeti adatokhoz való hozzáférés lehetőségei a Magyar közigazgatásban Konferencia, Debrecen
- Barótfi I. (2000): *Környezettchnika*, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Benedek Zs. (2012): Biodiverzitás-indikátorok a döntéshozatalban: a jelenleg népszerű indexek kritikai áttekintése és megoldási javaslatok, *Fenntartható életmód*, 2012, 1, 1-18
- Bidmanová, S. (2007): Development and Construction of Biosensors for Detection of Halogenated Compounds in the Environment, Faculty of Science, Masaryk University, Brno
- Bongers T. (1990): The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83, 14-19.
- Bulla M., Gyulai I, Ónodi G., Pájer J., Pestiné Rácz É., Radnainé Gyöngyös Zs., Rédey Á., Zseni A. (2011): *Környezetállapot-értékelés, monitorozás Környezetmérnöki Tudástár*. Domokos E. szerk., Veszprém
- Bulla M., Keresztes P., Kóczy T. L. (2004): A környezetben lejátszódó folyamatok elemzése Soft Computing módszerekkel. In: *Komplex környezetállapot értékelő szakértői rendszerek metodikai fejlesztése szerk: Bulla M., Széchenyi István Egyetem Környezetmérnöki Tanszék*
- Cheol Gil, G., Mitchell, R. J., Tai Chang, S., Bock Gu, M. (2000): A biosensor for the detection of gas toxicity using a recombinant bioluminescent bacterium, *Biosensors & Bioelectronics*, 15, 23–30
- Clement A., Szilágyi F. (2011): *Környezeti monitoring. Oktatási segédanyag*. BME, Budapest
- Czelnai R.(1995): *Az Országos Meteorológiai Szolgálat 125 éve*. OMSZ, Budapest
- Czímber K. (1997): *Geoinformatika. Egyetemi jegyzet*. Soproni Egyetem, 113 p.
- Csintalan Zs., Tuba Z., Ötvös E., Rabnecz Gy. (2007): Táj- és országos léptékű moha-bioindikációs módszerek és alkalmazásuk, *Magyar Tudomány*, 2007/10 1288. o.

- Csóka Gy., Hirka A. és Szabóky Cs. (2008): A gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) életmódja és kártétele Magyarországon. Az Erdészeti kutatások digitális, ünnepi különszáma az OEE 139. Vándorgyűlésének tiszteletére. Cikkgyűjtemény: 117-134.
- Dobos E., Bialkó T., Micheli E., Kobza J. (2010). Legacy soil data harmonization and database development (Part IV). In: Boettinger J. L. et al. (eds): Digital Soil Mapping, Progress in Soil Science. Vol. 2. 309–323.
- Domokos E., Kovács J., Tóthné File E. (2014): Környezetvédelmi monitoring, Pannon Egyetem - Környezetmérnöki Intézet, 100 p.
- Elekne Fodor V. (2012): Data of Environmental Impact Assessments and Information Systems. In: Neményi M. Heil B., Facskó F. (szerk.): International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint, The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment. Sopron. ISBN:978963334-047-9
- Faragó T., Nagy B. (szerk. 2005): Nemzetközi környezetvédelmi és természetvédelmi nemzetközi egyezmények jóváhagyása és végrehajtása Magyarországon, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, ELTE Jogtudományi Kar, 189
- Farsang A. (2011): Talajvédelem, Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézet,
- Felföldy L. (1987): A biológiai vízminősítés. Vízügyi Hidrobiológia 16. VGI, 258
- Füleky Gy. (2011): Talajvédelem, talajtan. Veszprém, Pannon Egyetem, Környezetmérnöki Intézet
- Halassy B. (2002): Adatmodellezés. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest
- Hirka A., Szabóky Cs., Szócs L., Csóka Gy. (2011): 50 éves az Erdészeti Fénycsapda Hálózat, Erdészeti Lapok CXLVI. évf. 12. szám 378
- Horváth F., Rapcsák T. és Szilágyi G. (szerk. 1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer I. Informatikai alapozás. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest
- Jakucs P. (1990): A magyarországi erdőpusztulás ökológiai megközelítése, Fizikai Szemle 1990/8. 225.
- Juhász-Nagy P. (1984): Beszélgetések az ökológiáról, Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 1984. 235.
- Kaiser F. (2011): A túlnépesedés és globális biztonsági kihívásai, Biztonságpolitikai Szemle, 8. 27-36.
- Karas L. (2008): Az országos vízgyűjtőgazdálkodási tervezéséhez kapcsolódó társadalmi bevonás és konzultáció. Folyamatindító összefoglaló 1.0 változata, Budapest, Respect Kft.
- Kolozs L. (szerk. 2009): Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) 1988-2008. Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ Erdészeti Igazgatóság,

- Koronikáné Pécsinger J. (2010): The impact area and the Roadside Impact-extensions. In: Bikfalvi P.(szerk.): 7th International Conference of PhD Students (Natural Science), University of Miskolc, Innovation and Technology Transfer Centre, pp. 67-73.
- Laborczi A., Szabó J., Pásztor L., Bakacsi Zs., Dombos M. (2008): Az élőhely-térképezés talajtani támogatása (TalajMÉTA). Talajvédelem különszám: 627-632 (szerk.: Simon L.)
- Lányi Gy. (1998): Ökológiai tényről tényre. Enciklopédia és értelmező szótár, Környezet és Fejlődés Kiadó, Budapest, 188
- Maginecz J. (2004): A Vízügyi informatika fejlődése, szerepe és kapcsolódásai a többi környezeti informatikai rendszerhez. Tanulmány. EKOSPEKTRUM Mérnöki, Környezetvédelmi Tanácsadó és Szolgáltató Kft. Budapest
- Mares, G-M., Turdean, G. L., Popescu I. C. (2013): Hemin és torma-peroxidáz alapú amperometriás bioszenzor: előállítás, elektrokémiai jellemzés és a hidrogén-peroxid kimutatása, Műszaki Szemle 61, 17-28
- Marques, A. P. , Freitas, M. C., Reis, M. A., Wolterbeek, H. Th., Verburg, T. és De Goeij, J. J. M. (2004): Lichen-Transplant Biomonitoring in the Assessment of Dispersion of Atmospheric Trace-Element Pollutants: Effects of Orientation Towards the Wind Direction, Journal of Atmospheric Chemistry 49: 211-222
- Marth P., Karkalik A. (2004): A Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszer módszertana, működése, informatikai rendszere. Budapest
- Mátyás Cs. (2002): Erdészeti - természetvédelmi genetika, Budapest, Mezőgazda Kiadó, 422
- Millward, RN, Grant A (1995): Assessing the impact of copper on nematode communities from a chronically metal-enriched estuary using pollution-induced community tolerance, Marine Pollution Bulletin 30 (11), 701-706.
- Molnár Zs., Bartha S., Seregélyes T., Illyés E., Botta Z., Dukat Z, Tímár G., Horváth F., Révész A., Kun a., Bölöni J., Bíró M., Bodoncz L., Deák József Á., Fogarasi P., Horváth A., Isépy I., Karas L., Kecskés F., Molnár Cs., Ortmann-né Ajkai A, Rév Sz. (2007): A grid-based, satellite-image supported, multi-attributed vegetation mapping method (MÉTA). Folia Geobotanica 42. 225-247.
- Molnár Zs., Horváth F. (2008): Natural vegetation based landscape indicators for Hungary I.: critical review and the basic 'MÉTA' indicators. Tájökológiai Lapok 6(1-2) : 61-75.
- Nemzeti Természetvédelmi Alapterv IV. 2014-2019. A természetvédelem szakpolitikai stratégiája, tervezet
- Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat (2007): Az Országos Légszennyezettségi Mérés-hálózat Üzemeltetési Ügyrendje. Budapest
- PÁJER J. (1999): A környezeti hatásvizsgálat. In: Thyll Sz. (szerk.): Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- Pál T. (1984): Erdőpusztulás és immissziós károk, Az Erdő, 5. sz.

- Pásztor L., Szabó J., Bakacsi ZS. (2002): GIS processing of large scale soil maps in Hungary. *Agrokémia és Talajtan.* 51. 273–282.
- Pawankar, R. et al (szerk. 2011): WAO White Book on Allergy, World Allergy Organization
- Polgár A., Pájer J.(2014): Enhancement of the Corporate Environmental Performance. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 10:(1) pp. 49-64
- Raffai M. (2006b): Információrendszerek fejlesztése és menedzselése. Novadat Kiadó, Győr
- Rakonczay Z. (1996): A környezetvédelem alapjai, Sopron, Soproni Egyetem, kézirat
- Rodriguez-Mozaz, S., Maria J. Lopez de Alda, Damià Barceló (2006): Biosensors as useful tools for environmental analysis and monitoring, *Anal Bioanal Chem* 386: 1025–1041
- Rogers, K. R. (2006): Recent advances in biosensor techniques for environmental monitoring, *Analytica Chimica Acta*, 568, 222–231
- Schröder, W., Pesch, R., Hertel, A., Schonrock, S., Harmens, H., Mills, G., Ilyin, I. (2003): Correlation between atmospheric deposition of Cd, Hg and Pb and their concentrations in mosses specified for ecological land classes covering Europe, *Atmospheric Pollution Research* 4(2013) 267-274
- Sung H. Lim, Liang Feng, Jonathan W. Kemling, Christopher J. Musto & Kenneth S. Suslick (2009): An optoelectronic nose for the detection of toxic gases, *Nature Chemistry* 1, 562 – 567
- Szabó I., Domokos E. (szerk.) (2008): Környezetinformatika. Környezetmérnöki Tudástár. Domokos E. szerk., Veszprém
- Szabó J., Pásztor L. (1994): Magyarország agroökológiai adatbázisa és annak környezetvédelmi felhasználási lehetőségei. In: Országos Környezetvédelmi Konferencia Kiadványa. Siófok. 156–163.
- Szabó J., Pásztor L., Bakacsi Zs. (2005): Egy országos, átnézetes, térbeli talajinformációs rendszer kiépítésének igénye, lehetőségei és lépései. *Agrokémia és Talajtan.* 54. 41–58.
- Szabó, J., Pásztor, L., Suba, Zs., Várallyay, Gy. (1998): Integration of remote sensing and GIS techniques in land degradation mapping. *Agrokémia és Talajtan.* 47. 63–75.
- Szabó, M.(1990): Őszi búzafajták agroökológiai alkalmazkodó képessége és ökonómiai fajtaértékbírálat. MTA doktori értekezés Bp
- Szeder B. (2011): Az erózió és a bentonitos talajjavítás hatásának vizsgálata az ugróvillások közösségeire és a talaj biológiai aktivitására, Doktori (PhD) értekezés, Gödöllő
- Szomorad F. et al (2013): Többcélú erdőállapot-felmérések módszertanának kidolgozását megalapozó irodalmi áttekintés, ELTE Biológiai Intézet, Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék
- Takács A.A. (2007): Térinformatikai alkalmazások a természetvédelemben. Doktori disszertáció. NYME, Sopron

- Takács A.A., Takács G., Lőrincz T. (2008): A Természetvédelmi Információs Rendszer. KvVM, Budapest
- Takács, A. A., Kothencz, GY. (2007): Természetvédelmi térképek a weben. Földméréstől a geoinformatikáig. NyME Geoinformatikai Kar, Székesfehérvár, 287-294.
- Tóth T., Bidló A., Máté F., Szűcs I., Dér F., Tóth G., Gaál Z., Tóth z., Speiser F., Hermann T., Horváth E., Németh T. (2009): Development of an online soil valuation database. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 40. 1034–1040.
- Tóth T., Bidló A., Máté F., Szűcs I., Dér F., Tóth G., Gaál Z., Tóth z., Speiser F., Hermann T., Horváth E., Németh T. (2009): Development of an online soil valuation database. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 40. 1034–1040.
- Várallyai L. (2006): A talajvédelmi és információs monitoring rendszer (TIM) pont minták mérési eredményeinek kiterjeszhetősége. Doktori értekezés, Debrecen
- Várallyay Gy. (1989): Soil mapping in Hungary. Agrokémia és Talajtan. 38. 696-711
- Várallyay Gy. (1994): Harmonization of soil conservation system. In: FAO/ECE Intern. Workshop on harmonization of Soil Conservation Monitoring Systems. 11-16. RISSAC, Budapest
- Várallyay Gy., Leszták M. (1990): Susceptibility of soils to physical degradation in Hungary. Soil Technology 3. 289-298.
- Várallyay Gy., Szabóné Kele G., Marth P., Karkalik A., Thury I. (2009): Magyarország talajainak állapota (a talajvédelmi információs és monitoring rendszer (TIM) adatai alapján). Földművelésügyi Minisztérium Agrár-környezetvédelmi Főosztály, Budapest.
- Vargha B., Ötvös E., Tuba Z. (2002): Investigations on ecological effects of heavy metal pollution in Hungary by moss-dwelling water bears (Tardigrada), as bioindicators, Ann Agric Environ Med 2002, 9, 141–146
- Várkonyi T. (szerk. 2001): A környezeti levegőszennyezettség mérésének gyakorlata. Kézikönyv az imisszió vizsgálatához. Bp., Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából, kézirat
- Vassányi I. (2005): Információelmélet. Kivonatos jegyzet. Kézirat, Veszprémi Egyetem, Műszaki Informatikai Szak
- VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV (2010) Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Budapest
- World Resources 1986. A Report by The World Resources Institute and The International Institute for Environment and Development, New York 1986

Webes hivatkozások

web1: <http://www.gemstat.org>

web2: <http://www.airqualitynow.eu>

web3: <http://www.copernicus.eu>

web4: <http://eussoils.jrc.ec.europa.eu/projects/soter/>

web5: <http://water.europa.eu/>

web6: <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/3084>

web7: <http://natura2000.eea.europa.eu>

web8: <http://ec.europa.eu/environment/seis/>

web9: <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>

web10: <http://www.kvvm.gov.hu/index.php?pid=9&sid=46&hid=1637>

web11: http://sas2.elte.hu/mg/foldkutatas_v3/11radar3srtm.htm

web12: http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v3/

web13: <http://www.termeszetvedelem.hu>

web14: <http://mta-taki.hu>).

web15: <http://www.ktm.hu/szakmai/karmentes/karinfo/karinfo.htm#k01>

web16: <http://www.teszir.hu>

web17: <http://tajertektar.hu/hu/>

web18: <https://www.teir.hu/>

web19: okir.kvvm.hu

Melléklet

1. melléklet: Az OLM folyamatos működésű (automata) mérőállomásainak helye, az állomás típus, és a mért légszennyezők megjelölésével Felügyelőségek szerint
2. melléklet: Az OLM manuális mérőállomással rendelkező települései a mért komponensek megjelölésével

1. melléklet: Az OLM folyamatos működésű (automata) mérőállomásainak helye, az állomás típus, és a mért légszennyezők megjelölésével Felügyelőségek szerint (<http://www.levegominoseg.hu/>)

ÁLLOMÁS – Észak-dunántúli KTF			SZENNYEZŐK											
Város	Cím	Állomás típusa	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁	BTEX	H ₂ S	VOC
Dorog	Zsigmondy lakótelep 11.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Esztergom	Petőfi Sándor u. 26-28.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
Győr1	Szent István út	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-
Győr2	Szigethy Attila u.- Ifjúság krt.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-
Sarród	Fertőújlak	vidéki háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
Sopron	Kodály Zoltán tér	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Tatabánya1	Ságvári út 5.	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Tatabánya2 (leállítva)	Erdész - utca 5-7.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Moson-magyaróvár	Gulyás Lajos u. 5.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
Szentgotthárd	Füzes u. 7.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
Szombathely	Markusovszky Lajos utca	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
ÁLLOMÁS – Közép-dunántúli KTF			SZENNYEZŐK											
Város	Cím	Állomás típusa	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁	BTEX	H ₂ S	VOC
Ajka	Bródy Imre u. 4	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Dunaújváros	Köztársaság út 14.	városi ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Székesfehérvár	Palotai út. – Mészöly utca sarok	városi közlekedési	x	x	x	-	x	x	x	-	-	x	-	-
Várpalota	Szent István út - Honvéd u.	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Veszprém	Kádár utca	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-

ÁLLOMÁS – Közép-Duna-völgyi KTF			SZENNYEZŐK											
Város	Cím	Állomás típusa	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁	BTEX	H ₂ S	VOC
Budapest	XVIII. ker Gilice tér	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-
Budapest	I. ker. Széna tér	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Budapest	VIII. ker. Teleki tér	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Budapest	II. ker. Pesthidegk út Közszégház u. 10.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Budapest	XV. ker. Kórakás park	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Budapest	XI. ker Kosztolányi D. tér	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Budapest	XIII. ker. Honvéd telep Dózsa György út 53.	városi háttér	x	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-
Budapest	V. ker. Erzsébet tér	városi közlekedési	x	x	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-
Budapest	X. ker. Gergely u. 85.	városi ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Budapest	XXII ker. Budatétény Tűzliliom u.	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Budapest	XXI. ker. Csepel, Szent István út 217-219.	külvárosi ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-

ÁLLOMÁS – Közép-Duna-völgyi KTF			SZENNYEZŐK												
Város	Cím	Állomás típusa	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁	BTEX	H ₂ S	VOC	
Salgótarján	Vasvári Pál út	közlekedési ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Százhalombatta1	Búzavirág tér	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	x	
Százhalombatta2	Sporttelep, Erőmű út	külvárosi ipari	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	
Százhalombatta3	Liszt Ferenc sétány	külvárosi ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	
Tököl	Városháza, Millenium park	külvárosi ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Vác (áthelyezve)	Görgey Artúr utca	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Vác Csányi	Csányi krt. 82.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
ÁLLOMÁS – Észak-magyarországi KTF			SZENNYEZŐK												
Eger (áthelyezve)	Katona tér	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Eger 2	Malomárok u. 1.	városi	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Hernádszurdok	Gátórház 3.	vidéki háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	
Kazincbarcika	Egressy Béni út 1.	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	
Miskolc	Búza tér	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Miskolc-Görömböly	Lavotta utca	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	
Miskolc-martintelep	Alföldi utca	külvárosi háttér	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	
ÉMI mobil	változó helyszín!	változó	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	
Oszlár	Petőfi u. 2.	vidéki ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	
Putnok	Bajcsy-Zsilinszky út 29.	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	
Rudabánya	Erdőszállás u. 5.	vidéki háttér	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	
Sajószentpéter	Sport utca 13.	külvárosi ipari	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	
Szolnok	Ady Endre út 9.	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	

ÁLLOMÁS – Tiszántúli KTF			SZENNYEZŐK											
Város	Cím	Állomás típusa	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁	BTEX	H ₂ S	VOC
Nyíregyháza	Széna tér	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Debrecen1	Kalotaszeg tér	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	x
Debrecen2	Nagyerdei krt. 98. (Klinika)	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Debrecen	Hajnal u.	városi közlekedési	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-	-
ÁLLOMÁS – Alsó-Tisza-vidéki KTF			SZENNYEZŐK											
Szeged (áthelyezve)	Kossuth L. sgt. 89.	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-
Szeged 2	Rózsa utca	városi	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-
Kecskemét	Tóth László sétány	városi háttér	x	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ÁLLOMÁS – Dél-dunántúli KTF			SZENNYEZŐK											
Komló	Templom tér 2.	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Majláthpuszta	Kisszentmárton, Gátórház	vidéki háttér	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
Pécs	Boszorkány út	külvárosi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
Pécs	Szabadság utca	városi közlekedési	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-
Pécs	Apáczai Csere János körtér 1. (Nevelési központ)	városi háttér	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-

2. melléklet: Az OLM manuális mérőállomással rendelkező települései a mért komponensek megjelölésével megyék szerint (<http://www.levegominoseg.hu/>)

Település	2007-ig			2008-tól		
	mért komponensek			mért komponensek		
	NO ₂	SO ₂	ÜP	NO ₂	SO ₂	ÜP
<i>Budapest</i>	x	x	x	x		
<i>Bács-Kiskun megye</i>						
Baja	x	x	x	x		
Dunavecse			x			
Kalocsa	x	x	x	x		
Kecskemét	x	x	x	x		
Kiskőrös			x			
Kiskunfélegyháza	x	x	x	x		
Kiskunhalas	x	x	x			
<i>Baranya megye</i>						
Beremend	x	x	x	x		
Egyházasharaszti			x			
Kistapolca			x			
Komló	x	x	x			
Matty			x			
Mohács	x	x	x	x		
Nagyharsány	x	x	x	x		
Pécs	x	x	x	x		
Pellérd	x	x	x			
Sásd			x			
Siklós	x		x	x		
Szászvár	x	x	x			
Szentlőrinc	x	x	x	x		
Szigetvár	x	x	x			
Vásárosdombó			x			
<i>Békés megye</i>						
Békéscsaba	x	x	x	x		
Gyula	x	x	x	x		
Orosháza	x	x	x	x		
Szarvas	x	x	x			

<i>Borsod-Abaúj-Zemplén megye</i>						
Bükkszentkereszt	x	x	x			
Farkaslyuk	x	x	x			
Kazincbarcika	x	x	x	x		
Kistokaj						x
Miskolc	x	x	x			x
Ózd	x	x	x	x		
Sajószentpéter			x			
Szirmabesenyő			x			x
Tiszaújváros	x	x	x	x		
<i>Csongrád megye</i>						
Ásotthalom			x			
Csongrád			x			
Hódmezővásárhely	x	x	x	x		
Kistelek	x	x	x	x		
Makó	x	x	x	x		
Szeged	x	x	x	x		
Szentés	x	x	x			
<i>Fejér megye</i>						
Dunaújváros	x	x	x	x		
Gárdony	x	x	x	x		
Mór	x	x	x	x		
Sukoró	x	x	x	x		
Székesfehérvár	x	x	x	x		x
<i>Győr-Moson-Sopron megye</i>						
Győr	x	x	x	x		x
Mosonmagyaróvár	x	x	x	x	x	x
Sopron	x	x	x	x	x	x
<i>Hajdú-Bihar megye</i>						
Debrecen	x	x	x	x		
Hajdúnánás	x	x	x			
Hajdúszoboszló	x	x	x	x		

<i>Heves megye</i>						
Abasár	x	x	x			
Detk	x	x	x	x	x	x
Domoszló	x	x	x	x	x	
Eger	x	x	x	x		x
Gyöngyös	x	x	x	x	x	x
Halmajugra			x			
Hatvan	x	x	x	x	x	
Kápolna			x			
Karácsond	x	x	x			
Kompolt			x			
Ludas	x	x	x			
Markaz	x	x	x			
Mátravidéki Hőerőmű régió	x	x	x			
Nagyfüged			x			
Nagyút			x			
Tófalu			x			
Vécs			x			
Visonta	x	x	x			
<i>Jász-Nagykun-Szolnok megye</i>						
Jászberény	x	x	x	x		
Szolnok	x	x	x	x		
<i>Komárom-Esztergom megye</i>						
Almásfüzitő			x			x
Dorog	x	x	x	x	x	x
Esztergom	x	x	x			
Komárom	x	x	x	x	x	x
Lábatlan	x	x	x	x	x	x
Oroszlány	x	x	x	x	x	x
Tata	x	x	x	x	x	x
Tatabánya	x	x	x			x
<i>Nógrád megye</i>						
Balassagyarmat	x	x	x	x	x	
Bátonyterenye	x	x	x	x	x	
Pásztó	x	x	x			
Salgótarján	x	x	x	x		

<i>Pest megye</i>						
Budaörs	x	x	x	x		
Cegléd	x	x	x			
Dunakanyar régió	x	x	x			
Szentendre	x	x	x	x		
Vác	x	x	x	x		
Visegrád	x	x	x	x		
<i>Somogy megye</i>						
Balatonboglár			x			
Balatonföldvár	x	x	x	x		
Fonyód	x	x		x		
Kaposvár	x	x	x	x		
Siófok			x			x
<i>Szabolcs-Szatmár-Bereg megye</i>						
Fehérgyarmat			x			
Kisvárd	x	x	x	x		
Mátészalka	x	x	x	x		
Nyíregyháa	x	x	x	x		
Tiszavasvári	x	x	x	x		
Vásárosnamény			x			
Záhony	x	x	x	x		
<i>Tolna megye</i>						
Bonyhád	x	x	x	x		
Dombóvár	x	x	x	x		
Dunaföldvár			x			x
Paks			x			x
Szekszárd	x	x	x	x		
Tamási			x			x
<i>Vas megye</i>						
Kőszeg	x	x	x	x		
Szombathely	x	x	x	x		

<i>Veszprém megye</i>						
Ajka	x	x	x	x		x
Balatonalmádi	x	x	x	x		
Balatonfüred			x	x		
Balatonfűzfő	x	x	x	x		
Berhida	x	x		x		
Herend			x			x
Királyszentistván	x	x	x	x		
Litér	x	x	x	x		
Pápa	x	x	x	x		
Pétfürdő	x	x	x	x		x
Sümeg	x	x	x	x		
Tapolca	x	x	x	x		
Várpalota	x	x	x	x		x
Veszprém	x	x	x	x		x
Zánka	x	x	x	x		
Zirc	x	x	x	x		
<i>Zala megye</i>						
Keszthely	x	x	x	x		
Lenti	x	x	x	x		
Nagykanizsa	x	x	x	x		
Zalaegerszeg	x	x	x	x	x	

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE