

BIOLÓGIAI INDIKÁTOROK A VÁROSI HÁTTÉRSZENNYEZETTSÉG MÉRÉSÉBEN: MOHÁK NEHÉZFÉM-TARTALOM VIZSGÁLATA SZEGEDEN

Puskás Irén¹ - Dr. M. Tóthné Dr. Farsang Andrea¹ - Kitka Gergely¹

Bevezetés

Napjainkban a környezetszennyezés elhatalmasodása kapcsán egyre több szó esik a potenciálisan toxikus anyagokról, és egyre nagyobb figyelem fordul a nehézfémekkel összefüggő veszélyek felé: a nehézfémekkel jelentősen szennyezett területek alapvető környezeti problémát jelentenek, mivel igen sok elem a feltalajban maradványokként, esetleg évezredekig keresztül is megőrizheti potenciális mérgező hatását. Mobilizálódva súlyos környezeti károkat okozhatnak, ezért időzített kémiai bomba néven is említik. A nehézfémek és egyéb toxikus elemek talajban lejátszódó kémiai reakciói, a növények általi felvehetőségük, a táplálékláncban való viselkedésüket meghatározó, illetve befolyásoló tényezők ismerete alapvető fontosságú. Különösen fontos a városok nehézfém háttérszennyezettségének mérése, hiszen a szennyező anyagok kibocsátása itt a legnagyobb. Vizsgált objektumok köre sokféle lehet: talaj, ülepedő por vagy növények (pl. fák, zuzmók, mohák) stb. Jelen esetben a mohákat, mint bioindikátorokat (monitoringszervezeteket) használtam a városi környezet nehézfém-szennyezettségének mérésére, annak térbeli különbségeinek kimutatására. A bioindikáció típusa passzív akkumuláció.

A mohák rendkívüli érzékenysége miatt kiválóan alkalmasak nehézfém-szennyezések tényének, illetve annak mértékének meghatározására. Ennek okai a következők (Ando, Matsuo, 1984):

- Számos fajuk nagyon széles elterjedésű,
- nincs kutikulájuk és epidermiszük,
- az ásványi anyagokat rendszerint közvetlenül a szubsztrátból, a csapadékból és a testükre rakódott anyagokból veszik fel,
- sokuk éves növekedése jól elhatárolható szakaszokban történik,
- a mohák egyes részei közötti anyagszállítás az edénynyalábok hiánya miatt nagyon csekély,
- a fémeket szelektivitás nélkül akkumulálják,
- többségükben örökzöld évelők, így az egész év folyamán vizsgálhatók,

¹ SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged, Egyetem u. 2-6.

- a gyűjtött mohaanyag kezelése és kémiai vizsgálata viszonylag egyszerű.

A nehézfém-terhelés szempontjából különösen veszélyes az ólom, a kadmium és a cink. Szeged iparára döntően a könnyű- és élelmiszeripari tevékenység a jellemző, ezek kevésbé okolhatók a nehézfém-szennyezések forrásaként. A mért elemek kiválasztásánál előtérbe helyeztem a közlekedésből való származást, de nem zártam ki a vizsgált elemek egyéb forrású eredetét. Az általam kiválasztott fémek a következők: kadmium, ólom, nikkel, cink, kobalt, réz.

A mintavételezés Szeged belterületén zajlott, figyelve az egyenletes eloszlásra. Törekedtem arra, hogy egyes minták a forgalmas utak, csomópontok (körutak, sugárutak stb.) környékéről, mások viszont a kevésbé forgalmas, utaktól távolabb eső, valószínűsíthetően minimálisan terhelt területekről kerüljenek ki (kontroll minta)(1., 2., 3., 4. térkép). Ezáltal a városban fellelhető kontrasztot akartam reprezentálni. A mintavételezés alatt a mohákat a forgalmas utaktól megközelítőleg azonos távolságból illetve magasságú helyzetből vettem, hogy a kapott eredmények összehasonlíthatóak legyenek.

A minták begyűjtése 2003 februárjában zajlott, hiszen az ülepedő porhoz viszonyítva a fémek koncentrációjának aránya télen a legmagasabb, a tavaszi és nyári hónapokban szinte minden esetben alacsonyabb értékkel találkozhatunk (Rácz, 2000)

Az általam gyűjtött fajok a következők: *Tortula ruralis* (háztetőmoha), *Bryum argenteum* (ezüst körtemoha), *Funaria hygrometrica* (higrométermoha) (1. kép), *Tortula muralis* (fali csavarfogúmoha) (2. kép), *Schistidium apocarpum* (rejtőző hasadékmoha).



1. kép: Funaria hygrometrica
(www.hiddenforest.co.nz)



2. kép: Tortula muralis
(www.naturenotes.org/archivo/Botany)

A minták előkészítése (tisztítása), kimérése után a feltárás következett: minden mintába 20 cm³ salétromsav (HNO₃) és 3 cm³ perklórsav (HClO₄) került. A főzés 7 órán keresztül 130 °C-n történt. A nehézfém-tartalom mérését Perkinelmer 3010 típusú AAS technikával végeztük el (Keveiné - Farsang 2002).

A mohaminták nehézfém-tartalmának értékelése

A minták nehézfém-szennyezettsége változatos képet tár elénk. A meghatározott értékeim mellé feltüntettem a Kurunczi (2000) által talajban mért nehézfém-tartalmat (1. táblázat).

1. táblázat: A moha és a talaj összes- és felvehető nehézfém-tartalma ppm-ben

		Szegedi talaj összes elemtartalma (ppm) (Királyvizes feltárás)/Kurunczi, 2000/	Szegedi talaj felvehető elemtartalma (ppm) (Lakanen- Erviö-féle feltárás)/Kurunczi, 2000/	Mohák összes elemtartalma (ppm)
Cd	Szélesség	0,05 - 13,96	0,01 – 2,69	0,042 – 4,661
	Átlag	1,47	0,32	1,28
Co	Szélesség	2,93 – 27,85	1,19 – 5,29	4,546 – 170,4
	Átlag	13,76	3,37	62,043
Cu	Szélesség	-	-	3,399 – 263
	Átlag	-	-	74,748
Ni	Szélesség	2,88 – 58,56	2,77 – 8,79	0,236 – 36,62
	Átlag	26,61	5,38	19,76
Pb	Szélesség	10,9 – 549,5	6,87 – 193,9	17,95 – 269,1
	Átlag	61,42	22,24	64,21
Zn	Szélesség	31,56 – 839,43	2,56 – 111,95	89,16 – 809,8
	Átlag	119,49	13,67	288,5

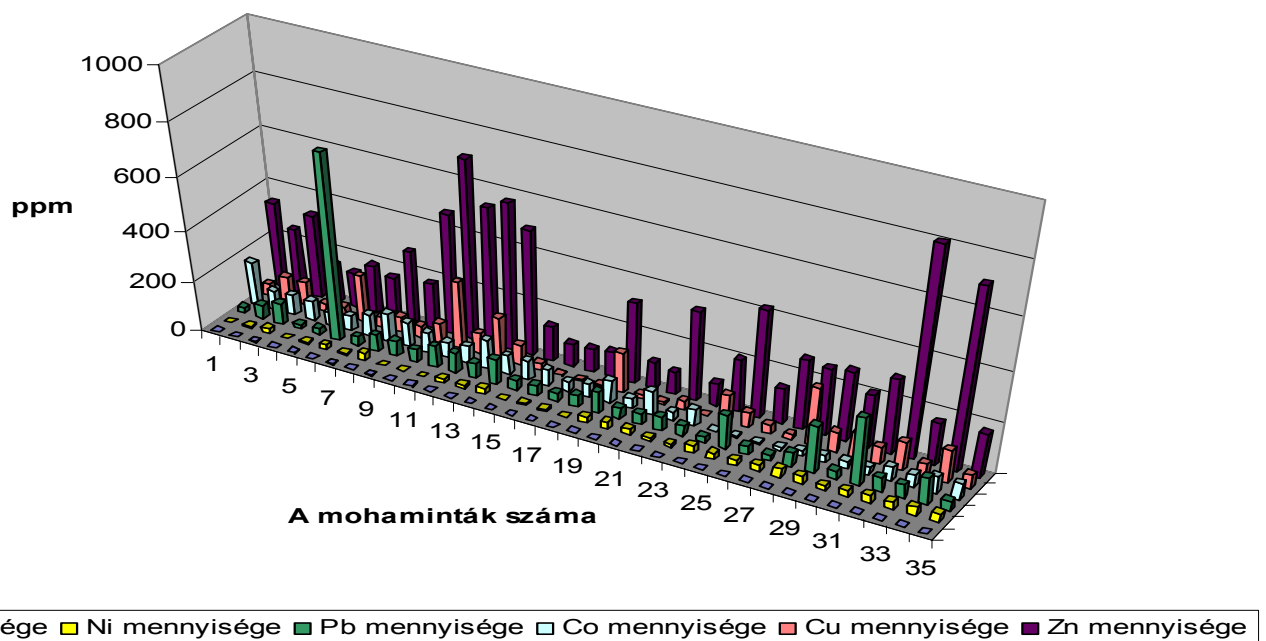
Nem lehet mennyiségi egyeztetést végezni a talajokban levő nehézfémek mennyisége és a mohaminták nehézfém-tartalma között, hiszen teljesen más vizsgálati objektumról van szó, de sok következtetést lehet levonni a tendenciák összehasonlításával. Összevetve a Kurunczi (2000) által a szegedi talajokra vonatkozó nehézfém-tartalom-értékeket a mohaminták eredményeivel, egyértelművé válik, hogy a mohaminták fémkoncentrációja nagyságrendekkel meghaladja a talaj felvehető fém-tartalmát. Ha azonban a talaj összes elem-tartalmához viszonyítunk, akkor nincs akkora különbség a talaj, illetve mohaminták összes elem-tartalma között. Mindez alátámasztja azt a feltevést, hogy a mohák jól jelzik a

városi környezet különböző pontjaira jellemző háttérszennyezettséget. A mért nehézfém tartalom a mohák esetében elsősorban légköri eredetű (száraz- és nedves ülepedés) szennyezésre utal, hiszen a mohák rhizómái csupán a rögzítést szolgálják.

Vinagratov (Györi, 1975) az elemeket három fő csoportba osztja a növények általi akkumulációja szerint:

- A növényekben nagyobb mennyiségben található, mint a talajban: S, N, P, B, Mo, K, Cl, Br, I, C, Ca, Mg, Zn, Cu, Co, Ra, Rb
- A növényekben és a talajban azonos arányban előforduló elemek: Na, Mn, Sr, Li, Se
- A növények által csak kisebb mértékben felvett elemek: Zr, Th, Cr, Ti, Al, V, Ir, Si, Pb, Ni, F

Ez megfigyelhető az általam vizsgált mohák esetében is: a kobalt esetében például ötszörös, cinknél kétszeres a mohatestben mért fémkoncentráció, mint a talajokra jellemző érték. A nikkal esetében viszont a fentieknek megfelelően a növényi koncentráció alacsonyabb a talajban mért mennyiségnél (1. táblázat).



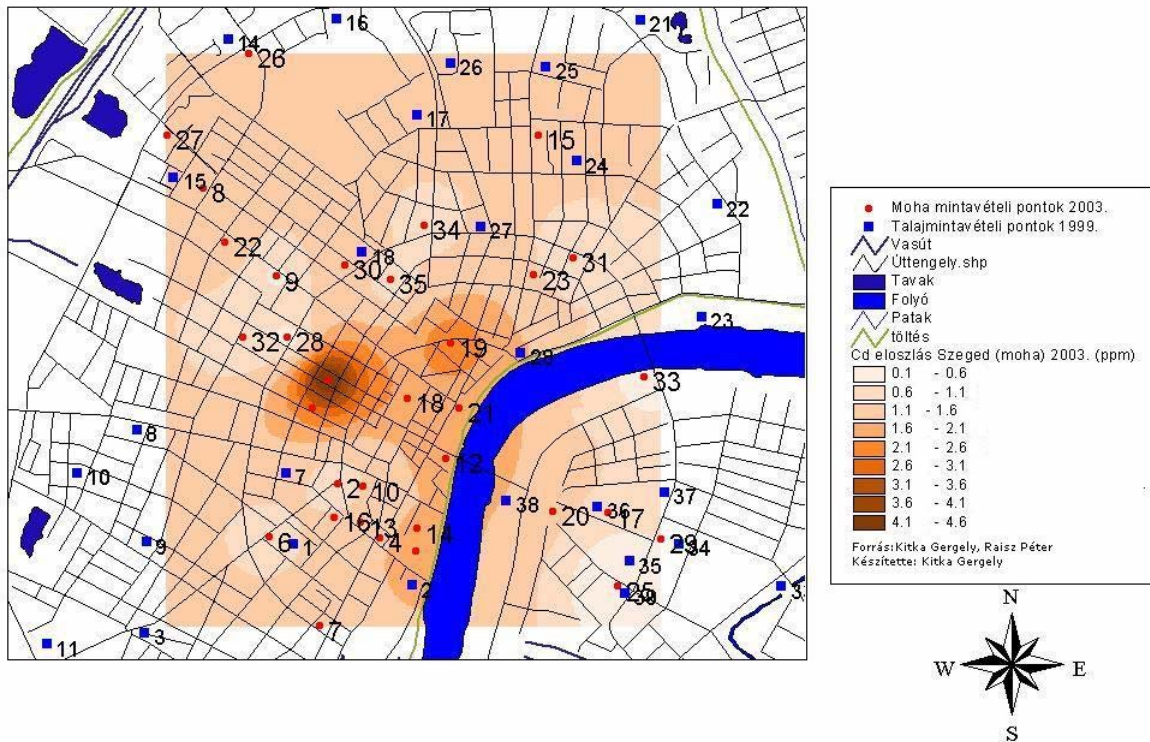
1. ábra: A mohaminták nehézfém koncentrációja ppm-ben

A nehézfém-koncentráció térbeli eloszlását vizsgálva megállapítható, hogy a kiemelkedő koncentrációk elsősorban a forgalmas, zsúfolt utak, csomópontok, sugárutak

mellől származnak, ami a közlekedés jelentős nehézfém-kibocsátásával magyarázhatók (1. ábra).

A kiemelkedő kadmiumértékeket a dízelolaj kadmiumtartalmú égéstermékai és a gumiabroncsok kadmiumtartalmú stabilizátor anyaga okozzák. A kadmium-koncentrációk a következő térképen (1. térkép) láthatók:

Cd eloszlás Szegeden mohaminták alapján 2003.



1. térkép

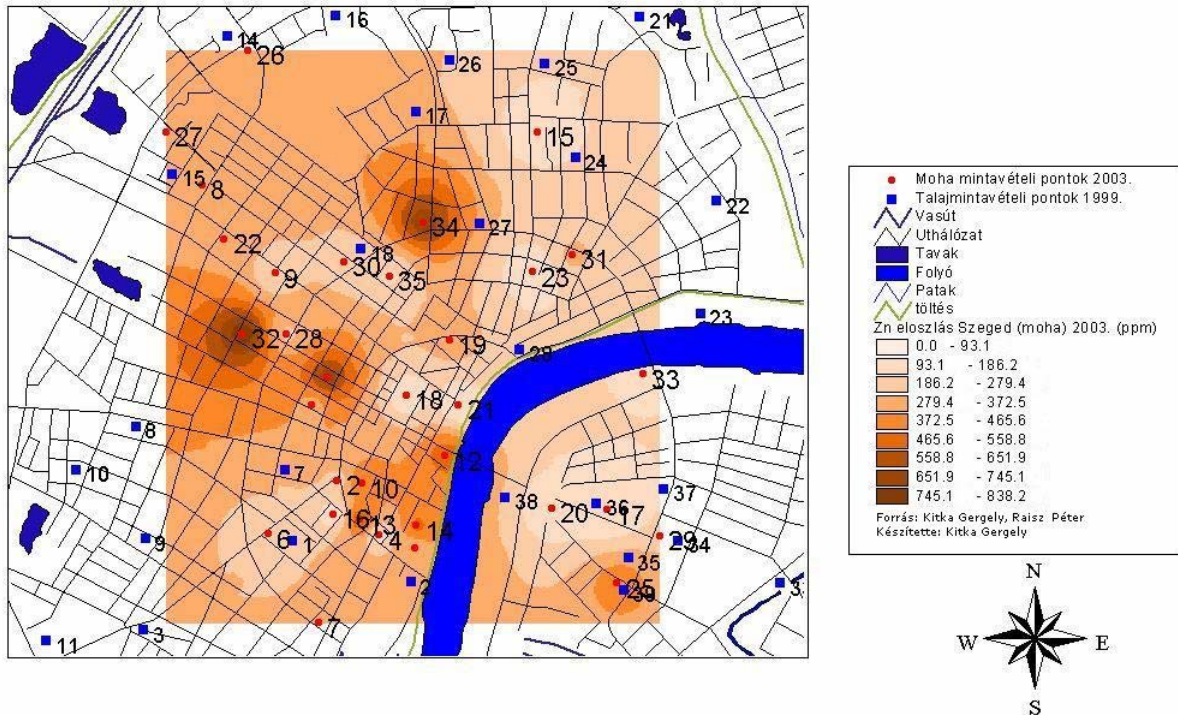
A réz eredetét szintén a közlekedéssel is lehet magyarázni, hiszen a gépjárművek fékbetéteinek kopásából nagy mennyiségű fém szabadul fel.

A cinkről is elmondható, hogy a fő felhasználási területe az autóiipar (2. térkép). Az 1990-es években a gépjárművek műszaki állapotának javításával és az ólommentes benzin bevezetésével a kibocsátott ólom mennyisége jelentősen csökkent (4. térkép)

A vizsgált mintavételi helyekre vonatkozó háttérszennyezettségi térképek (1., 2., 3., 4. térképek) jól mutatják az egyes koncentrációértékeket. Magas háttérszennyezettséget mutatnak a városba bevezető sugárutak, közlekedési csomópontok, körutak (Például: 34. minta - Berlini körút, 31. minta - Római körút, 19. minta - Tisza Lajos körút, 30. minta -

Párizsi körút, 33. minta - Temesvári körút), a zárt beépítettségű, gyengén átszellőzött, nem nagy forgalmat lebonyolító belső területek és terek (pl. Bartók tér).

Zn eloszlás Szegeden mohaminták alapján 2003.

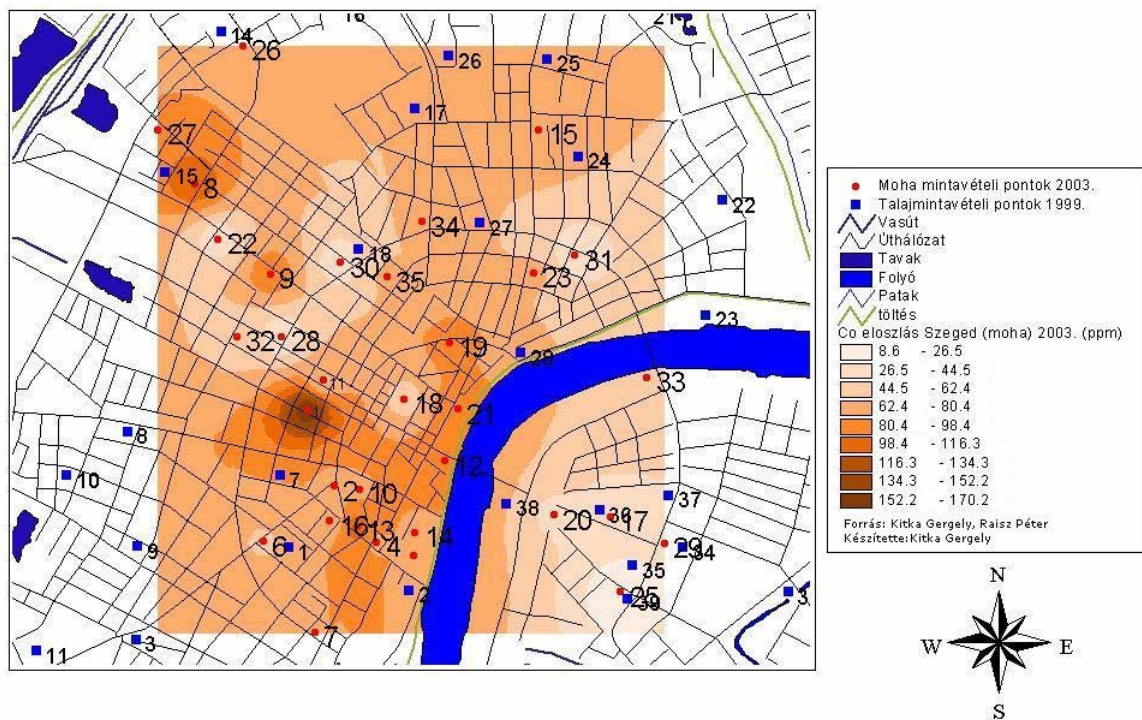


2. térkép

A város közepes háttérszennyezettségét szimbolizálják a forgalmas, de kellően növényesített utak, ahol fasor, sövény vagy magas épület lefogja a közlekedés terhelő hatását. (Például: 12. minta - Roosevelt-tér, játszótér stb.). Ebbe a kategóriába sorolhatók az autóforgalom elől évek óta elzárt terek, ahol in situ terhelés nem éri az itteni növényzetet (pl. Dóm-tér). A mohák által jelzett terhelés távolabbi eredetű, a város más pontján keletkezett szennyezők kiülepedése.

Akadnak olyan minták is, amelyekben a mért hat fém minimális mennyiségben van jelen (alacsony háttérszennyezettségű területek). A minták helyének vizsgálata után nyilvánvalóvá válik, hogy ezen pontok a főbb közlekedési vonalaktól távolabb esnek (10. minta - Rektori Hivatal, 2. minta - Honvéd tér, játszótér, 3. minta - Újszeged, Liget; 23. minta - Szent György tér, 18. minta - Széchenyi tér) és jelentősebb zöld övezettel rendelkeznek.

Co eloszlás Szegeden mohaminták alapján 2003.



3. térkép

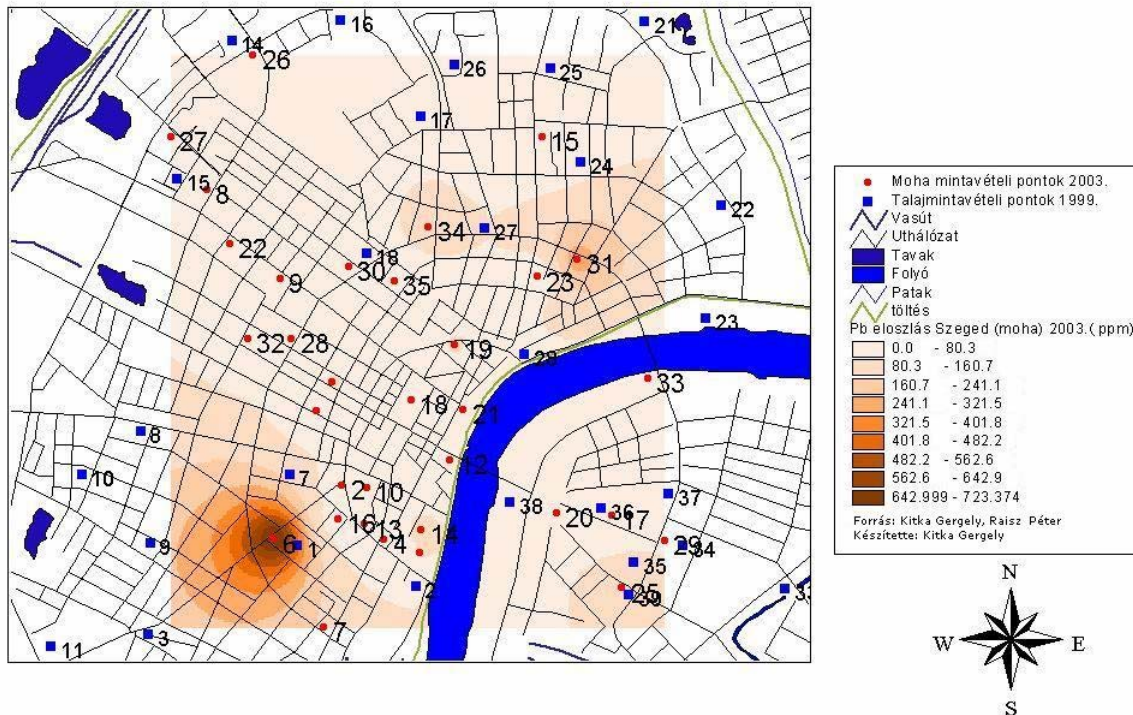
Léteznek olyan mintavételi pontok, amelyek nem mutatnak az említett kategóriáknak megfelelő képet: nagy terhelésnek vannak kitéve, de mért koncentráció mégis alacsonyabb a vártnál. Ilyenek például a Kossuth Lajos sugárúton szedett minták (22. 9. minta), melyek eredményeit az uralkodó szélirány jelentősen módosítja azáltal, hogy az ülepedő por mennyiségét csökkenti.

Felelhetők olyan mintavételi pontok is, amelyek a kicsi nehézfém-terhelés ellenére magasabb értéket adtak. Ide tartozik a már említett Dóm-tér, ahol a módosító hatás a beépítettséggel magyarázható, hiszen az ülepedő por bennreked a magas épületek miatt.

Érdeemes megvizsgálni az Újszegedről származó mintákat, különösen az ólom esetében. A Ligetet három forgalmas út, a Székely sor, a Népkert sor és a Temesvári körút fogja közre. A célzott mintavétel megtörtént mindhárom út mellől és a Liget középső részéről is. Az utakról vett mintákban magasabb volt a mért fémek aránya, mint a Liget közepéről származó mintáé: a Hermann kollégiumtól származó minta ólomkoncentrációja 188,4 ppm, míg a tőle 200 méterre a Ligetben levő mintavételi pontnál lényegesen alacsonyabb értéket, 32,78 ppm-et mértünk. Ennek oka az, hogy a forgalmas utak mentén a szennyezőanyagok

minden akadály nélkül rakódnak le, míg az utaktól távolodva egyre csökken a lerakódó fém mennyiség. Ez azzal magyarázható, hogy a Liget nagy mennyiségű biomasszája is felfogja a leülepedő port, azzal együtt a nehézfémeket is.

Pb eloszlás Szegeden mohaminták alapján 2003.



4. térkép

Néhány szegedi játszótér, park nehézfém tartalma mohaindikátorok segítségével

A játszótérek, parkok szennyezettségének mérése különösen fontos, hiszen rengeteg gyerek fordul meg egy játszótéren, parkokban. A gyerekek a felnőtteknél sokkal érzékenyebbek a szennyeződésekre, ezért hihetetlenül fontos tudnunk milyen környezetben élnek, nőnek fel.

Az általam vett minták közül játszótérekéről, parkokból származik például a 11. minta - Bartók tér, a 12. minta - Roosevelt tér, a 16. minta - Honvéd tér, a 17. minta - Újszeged, Liget stb.

A kadmium koncentrációk közül a 11. minta messze kiemelkedik a többi érték közül és a 12. is magasnak mondható (1. térkép).

A kobalt tartalma az összes mérési helyen közepes (3. térkép).

A réz tekintetében kirívóan magas eredmény született a 11. mintánál, átlagos a 12. mintánál, és minimális mennyiségű fémérték született a 16., 17., 23. mintáknál. Érdekes az

összehasonlítás a Kurunczi (2000) által játszótereken mért talajok fém tartalom tendenciájával. Az általa kapott eredményekben is a Bartók tér lépi túl a talajoknál megengedett határértéket.

A nikkel tekintetében nincs szennyezés és hasonlóan Kurunczi (2000) eredményeihez is.

Az ólom, cink szempontjából magasabb a 11. és a 12. minta terhelése, ami a nagy forgalommal magyarázható (2. 4. térkép)

Megállapítható tehát, hogy erősen terhelt a 11. és 12. mintavételi hely. A Bartók téren (11. minta) a játszótér mentén jelentős buszközlekedésű egyirányú utcák találhatóak. Ráadásul ez a játszótér kedvezőtlen mélyedésben fekszik: 80 centiméterrel mélyebben van a környező területnél. Emellett a terület magas épületek veszik körül. Számottevő növényzet sincs, ami felfogná a közlekedésből származó szennyező anyagokat. A Bartók tér az egyik legszennyezettebb mintavételi helyszíneként emelhető ki, hiszen valamennyi fémnél az első között említhető. A Roosevelttéren található játszótér mellett halad a Belvárosi hídra felvezető autókval zsúfolt út, ami indokolhatja a magasabb szennyezettség koncentrációt.

Összefoglalás

A Szegeden mohákkal végzett kutatási eredmények a következőkben foglalhatók össze:

- Mind a hat vizsgált fém esetében megállapítható, hogy szoros összefüggés van a közúti közlekedés mértéke, a beépítettség jellege, a terület átszellőzöttsége, valamint az ültetett növények mennyisége és a mért nehézfém tartalom között.
- A nehézfém terhelés térbeli különbséget mutat. Beszélhetünk nehézfémrel terhelt (körutak, sugárutak, forgalmas csomópontok), közepesen terhelt és minimális fémszennyezettséggel rendelkező mintavételi helyekről.
- Kapcsolat ismerhető fel a kapott nehézfém-koncentrációk és a talaj nehézfém-koncentrációi között.
- A szegedi talajok felvehető nehézfém-tartalma alacsonyabb, míg az összes (királyvíz oldható) nehézfém-tartalma közel azonos intervallumban mozog.
- Mivel a mohák elemfelvétele a teljes testfelületen történik, így elmondható, hogy az akkumulálódó nehézfém jelentős hányada az ülepedő porból származhat.

- Az általam 5 játszótéren, parkban vett mohaminták eredményei azt mutatták, hogy közülük két mintavételi helyen jóval magasabb volt a nehézfémek koncentrációja.
- Megállapítható, hogy mohák sokkal komplexebb képet nyújtanak a városi nehézfém-terhelésről, hiszen olyan a közvetlen terhelésnek nem kitett területeken (zöldövezetek, pihenőterületek, parkok stb.) is kimutatható a fémek jelenléte, amelyek közvetlen szennyezésnek nincsenek kitéve.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ando,H.-Matsuo, A. (1984): Applied Bryology. In : Schultze - Motel, W. (ed) Advances in Bryogy 2. J. Cramer, Vaduz, pp. 133-224
- Györi D. (1975): A környezetvédelem talajtani vonatkozásai. BME Továbbképző Intézete, Budapest. Kézirat, 79p.
- Keveiné - Farsang A. (2002): Terep- és laborvizsgálati módszerek a természeti földrajzban, Szeged
- Kurunczi E. (2000): Szeged város zöldterületeinek, illetve gyermekjátszótereinek állapotfelvétele, különös tekintettel a talaj és a homokozók nehézfém-szennyezettségére Diplomamunka, Szeged
- Rác P. (2000): Az üledő por nehézfém tartalmának vizsgálata Szegeden Diplomamunka, Szeged