



Soproni Egyetem  
Erdőmérnöki Kar

## VI. KARI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

konferencia kiadvány



Soproni Egyetem  
Kiadó

2017. október 24.

A konferenciát a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kara és a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Bizottsága Mező- és Erdőgazdálkodási Munkabizottsága szervezte.

A kötet publikációit lektorálták: Albert Levente, Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Führer Ernő, Gál János, Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Horváth Adrienn, Horváth Sándor, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Gergely, Király Géza, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Mátyás Csaba, Mátyás Katalin, Molnár Miklós, Pájer József, Polgár András, Rákosa Rita, Tuba Katalin, Veperdi Gábor és Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2017

ISBN 978-963-359-086-7 (nyomtatott verzió)

978-963-359-087-4 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége:

Szerkesztette: Bidló András  
Facskó Ferenc

Ajánlott hivatkozás:

BIDLÓ A. – FACSKÓ F. (szerk.) (2017): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VI. Kari Tudományos Konferencia. Soproni Egyetem Kiadó Sopron.

## Tartalomjegyzék

Péterfalvi József, Primusz Péter, Kisfaludi Balázs: Erdészeti és mezőgazdasági utak korszerű tervezése és építése .....	7
Eredics Attila, Zagyvai Gergely: Lécek mikroklímájának térképezése és összehasonlítása az országos meteorológiai mérőhálózat adataival .....	11
Horváth Adrienn, Bene Zsolt, Bidló András: Talaj szénkészlet felmérés tölgyes és bükkös állományokban .....	16
Kóczán-Horváth Anikó, Mátyás Csaba, Cuauhtémoc Sáenz-Romero: Kocsánytalan tölgy származások klímaérzékenységeinek összehasonlítása egy nemzetközi kísérletben .....	21
Marcisin Tamás Máté, Király Gergely: Mesterséges és természetes felújítású vörös tölgyesek ökológiai összetevése a Nyírségben .....	25
Tiborcz Viktor, Lengyel Attila, Zagyvai Gergely, Bartha Dénes: Fás szárú taxonok aktuális és potenciális elterjedési mintázatának elemzési lehetőségei. ....	30
Zagyvai Gergely, Csiszár Ágnes, Korda Márton, Lengyel Attila, Tiborcz Viktor, Bartha Dénes: Lécek növényzetét és újulatát meghatározó tényezők vizsgálata különböző erdőtürelésekben .....	36
Csáki Péter, Alberto M. L. Peixoto Neto, Bárdos Zsolt, Czimmer Kornél, Kalicz Péter, Gribovszki Zoltán: Különböző felszínborítású területek vízháztartása 2000–2008 között, különös tekintettel az erdőkre .....	41
Kolozs László, Solti György, Varga Tamás, Veperdi Gábor: Egyváltozós fatérfogat-becslési rendszer kidolgozása a Mecsekerdő Zrt. területére .....	46
Németh Zsolt István: A lombkorona, mint környezeti körülmény indikátor .....	51
Szita Renáta, Ambrus András, Gribovszki Zoltán: Mikrokörnyezet vizsgálata kisvízfolyásokban klimatikus gradiens mentén .....	56
Vityi Andrea, Marosvölgyi Béla, Kiss Szigeti Nóra: Az agroerdészet hazai helyzete, potenciálja, és korlátozó tényezői .....	60
Gribovszki Zoltán: Szivárgáshidraulikai paraméterek becslése párhuzamos talajnedvesség- és talajvízszintmérések alapján .....	66
Vityi Andrea, Kiss-Szigeti Nóra: Az agroerdészet szerepe a klímaadaptációban – Fiatal agroerdészeti rendszerben végzett mikroklíma vizsgálatok eredményei .....	70
Kovács-Bokor Éva, Kiss Endre: Felszíni vízfolyások iszapos üledékének nehézfém tartalom vizsgálata, valamint az üledéken gyökerező növények nehézfém akkumulációjának meghatározása .....	72
Kovács Klaudia, Vityi Andrea: Erdőtelepítés támogatása agroerdészeti rendszerekkel .....	81
Bali László, Andréi Dániel, Tuba Katalin, Szinetár Csaba: Szezonális változások egy nyugat-magyarországi cseres talajközeli pókfaunájában .....	85
Horváth Bálint, Ambrus András: Erdészeti jelentőségű araszóli lepkefajok ( <i>Lepidoptera: Geometridae</i> ) jelölés-visszafogás vizsgálatának tapasztalatai .....	91
Juhász István: A vízi makrogerinctelenek által indikált ökológiai jellemzők változásának vizsgálata a Répce folyón .....	95

Pintérné Nagy Edit: Három különböző izzzóval végzett fénycsapdázás eredményeinek vizsgálata éjszakai nagylepkék ( <i>lepidoptera: Macrobeteterocera</i> ) esetében.....	100
Faragó Sándor: A Magyar Vízivad Monitoring 20 éve.....	105
Faragó Sándor: Vízivad vadászat Magyarországon – Múlt, jelen, jövő .....	110
Gálos Borbála: Prototípus az Agrárklíma döntéstámogató rendszer adatbázisainak egységes szerkezetű dokumentálásához a klímaadatbázis példáján.....	115
Király Géza, Balla Csilla, Barton Iván, Szabó Károly: Borított felszínmodellek erdészeti felhasználása .....	118
Barton Iván, Király Géza, Czimber Kornél: Sentinel-2A űrfelvétel-idősorozat sűrűség vizsgálata az országos erdőállományra .....	123
Brolly Gábor, Király Géza: Több álláspontból készített földi lézerszkennelések alapján végzett faállománybecslési eredmények összehasonlítása az állományjellemzők tükrében.....	128
Balázs Pál, Konkoly-Gyuró Éva: Az őrségi táj karakterének elemzése térinformatikai módszerek segítségével.....	133
Elekné Fodor Veronika, Pájer József: A környezeti tervezéshez szükséges adatok átvételi lehetőségeinek változása .....	138
Polgár András, Pécsinger Judit: Életciklus elemzés erdészeti alkalmazása az elmúlt két évtizedben.....	143
Szűcs Ferenc, Vágvolgyi Andrea, Czupy Imre, Szakálosné Mátyás Katalin, Horváth Attila László: Faaprítékhasznosítás technológiai, logisztikai kérdései.....	152
Andrési Réka, Tuba Katalin: A bükkfataplók rovarközösségének összehasonlítása irodalmi adatok alapján .....	158
Barton Iván, Király Géza, Czimber Kornél: Képfeldolgozó program fejlesztése nagy mennyiségű földmegfigyelési adat feldolgozásához és kiértékeléséhez .....	164
Bende Attila, László Richárd: Erdei szalonka ( <i>Scolopax rusticola</i> L.) színváltozatok előfordulása 2011-ben Magyarországon.....	168
Csiszár Ágnes, Zagyvai Gergely, Tiborcz Viktor, Korda Márton, Fehér Adél, Bartha Dénes: Előzetes eredmények cseres tölgyes állományokban kialakított lékek és vágásterületek növényzetéről .....	172
Eredics Attila, Rákosa Rita, Németh Zsolt István: A szén-monoxid növényre gyakorolt hatásának kimutatása a lombozat reflexiós spektrumaiból származtatott állapotfüggő korrelációkkal .	177
Faragó Sándor, Gosztonyi Livia: A Magyar Vízivad Monitoring vízminőség adatbázisa.....	182
Füzi Gábor, Tuba Katalin, Kelemen Géza: Tölgyesek faanyaghoz kötött gombáinak vizsgálata, különös tekintettel a Basidiomycotina altörzs egyes fajaira .....	187
Hámori Dániel, Vadász Csaba, Winkler Dániel: A kuvik ( <i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)) jellemző demográfiai adatai és diszperziós mozgásformái a Felső-Kiskunsági fogás-visszafogás adatok alapján .....	193
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: Hibrid és elektromos technológia az erdőhasználatban.....	195
Iski Richárd, Major Tamás: Mag- és sarjeredetű akác állományok választék összetételének vizsgálata a Nyírségben.....	200

Kiss Csilla, Winkler Dániel, Gyurácz József: A hőmérséklet hatása a barátságoszáta ( <i>Sylvia atricapilla</i> ) költési sikerére .....	205
Komlós Mariann, Tóth Viktória: A fekvő holtfa becslése a Soproni hegyvidék két patak völgyében.....	209
Kottek Péter: Országos Erdőállomány Prognózis – 2050 .....	213
László Richárd, Heil Bálint: A Lajta-project talajviszonyai .....	218
Nagy Gabriella Mária: Mikroklimatikus viszonyok vizsgálata fertődön 2016/17 évben .....	222
Nemes Viktória Erzsébet, Molnár Miklós, Csiszár Ágnes: A kései meggy ( <i>Prunus serotina</i> ) sarjak növekedési ütemének vizsgálata erdőfelújításban és zárt állomány alatt.....	227
Pájer József, Polgár András, Koronikáné Pécsinger Judit, Pintérné Nagy Edit, Elekné Fodor Veronika: A Soproni Egyetem környezetmérnök képzési struktúrájának fejlesztése .....	230
Pécsinger Judit, Polgár András: Erdészeti technológiák kockázati viszonyai a klímaváltozás tükrében.....	235
Pellinger Attila, Hunyady József, Paolo Maria Politi: A Fertőn fészkelő nyári ludak ( <i>Anser anser</i> ) téli területhasználata Bolgheriben (Toscana, Olaszország).....	240
Szabó Ádám, Tuba Katalin: Különböző származású fiatal kocsányos tölgyek levélkárosítóinak vizsgálata.....	245
Szita Renáta, Ambrus András: A <i>Cordulegaster heros</i> elterjedésének vizsgálata a Soproni-hegységben.....	248
Tóth Viktória, Lakatos Ferenc, Fehér Katalin, Winkler Dániel: Hazai <i>Lepidocyrtus</i> fajok ( <i>Collembola</i> ) filogenetikai vizsgálatának előzetes eredményei.....	251
Varga Szabolcs, Kelemen Petra, Csiszár Ágnes, Winkler Dániel: A sordély ( <i>Emberiza calandra</i> ) élőhelyválasztásának vizsgálata a Moson Project területén .....	256
Visiné Rajczi Eszter, Hofmann Tamás, Albert Levente: Peroxidáz és polifenol-oxidáz aktivitás és az összfehérje-tartalom, mint a bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) klimatikus adaptációjának lehetséges indikátorai.....	260
Vityi Andrea, Vágvölgyi Andrea, Czupy Imre: Nem konvencionális biomassza potenciál felmérése egy kísérleti területen.....	264

# FELSZÍNI VÍZFOLYÁSOK ISZAPOS ÜLEDÉKÉNEK NEHÉZFÉM-TARTALOM VIZSGÁLATA, VALAMINT AZ ÜLEDÉKEN GYÖKEREZŐ NÖVÉNYEK NEHÉZFÉM-ACCUMULÁCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

KOVÁCS-BOKOR ÉVA – KISS ENDRE

Dunaújvárosi Egyetem, Műszaki Intézet, Természettudományi és Környezetvédelmi Tanszék  
kovacsbe@uniduna.hu

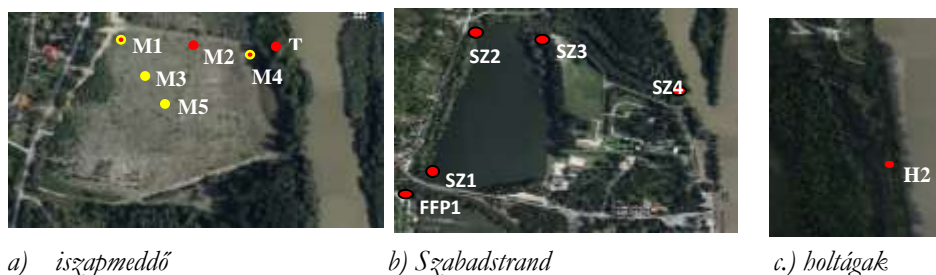
## Bevezetés

Napjainkban a felszíni vízfolyások és az azok mentén kialakult árterek és holtágak jelentős ökológiai és turisztikai értéket képviselnek. Az évek során az ilyen vizes területek üledékében lerakódott ipari vagy kommunális eredetű szennyezőanyagok közül a legveszélyesebb elemeket képviselik a nehézfémek. Ezen szennyezők között egyes kémiai elemek (pl. réz) nélkülözhetetlen élettani hatásúak, de túlsúlyuk esetén mérgezővé, károsná válhatnak. A toxikus hatásuk azonban függhet a környezetükben előforduló többi elem jelenlététől vagy hiányától (KÁDÁR 1995). Kutatásunk során az üledék és növényminták kadmium, nikkel, ólom, króm, réz és cink tartalmát határoztuk meg. Ezek közül a kadmium már egész kis mennyiségben toxikus. Mobilitása erősen pH függő, ha a pH = 5, akkor már a talajban lévő kadmium több, mint 30%-a abszorbeálhatóvá válik a növények számára. A nikkel főként szennyvíziszapokból és a talajokra kihelyezett komposztból juthat be a környezetbe. A növényben lévő nikkel tartalom összefügg a talaj oldható és kicserélhető  $\text{Ni}^{2+}$  tartalmával. Az ólom szintén erősen toxikus elem. A növények kevésbé vesz fel a talajokból, de a levelükre, szárukra került ólomtartalmú por az őket elfogyasztó állatok szervezetében már feldúsulhat. Ha a talaj erősen ólom szennyezett, a növények gyökerén fejlődési zavarok jelentkeznek. (STEFANOVITS – FILEP – FÜLEKI 1999.) A hidroszférából a krómvegyületek főként agyagszemcséken és kolloidális oxidokon kötődnek meg, s csak kismértékben a biomasszába beépülve távoznak. A réz élettani hatása, hogy a felszíni vizekben, illetve a talajban nem kívánt organizmusok növekedését gátolhatja. A cink is esszenciális elem, sok enzim alkotórésze. A cinkvegyületek mobilitását a hidroszférában meghatározza a hidroxidjaik, karbonátjaik és szulfátjaik oldhatósága, és a pH változás (PAPP 2002).

Jelen kutatás egyik célja volt felmérni a Duna árterében található felszíni vizek üledékének vertikális nehézfém tartalmát a Duna dunaújvárosi szakaszán (1578 fkm). Másodlagos célunk volt meghatározni, hogy az iszapos üledéken megtelepedett különböző növényfajták milyen mértékben és melyik részükben halmozzák fel a nehézfémeket. Ezek ismeretében az egyes növények felhasználhatók a szennyezett területek in-situ kármentesítésére, illetve egyes fémek iszapokból történő kinyerésére.

## Vizsgálati anyag és módszer

A nehézfém vizsgálatokat a dunaújvárosi Szabadstrand területén kezdtük el (1b. ábra). A strand és a hozzá kapcsolódó Felső-Foki-patak partmenti üledékét 2014-ben öt mintavételi ponton elemeztük (KOVÁCS – KISS – SZYDLOWSKA – SLEDZ 2014). Második mintavételi helyszínünk a Szabadstrand üledékének kikotrásával 2009-ben létrehozott iszap meddő (1a. ábra) volt, amely az első helyszíntől átlagosan 500 méterre, északra található. Mivel a Szabadstrand üledékét az elmúlt évtizedek során nem vizsgálták, ezért az iszap meddőn 2014-ben, 2015-ben és 2017-ben végeztük el az üledék nehézfém tartalmának mérését (KOVÁCS-B – KISS – SZYDLOWSKA – SLEDZ 2017). A harmadik mintavételi terület (1c. ábra) Dunaújváros déli területén található, a Duna árterében, az ISD Dunafer Zrt. telephelyétől átlagosan 6 km-re DK-i irányban. Az ártéri holtágak közül a második rekesz üledékéből vettünk mintákat a H2-es helyszínen 2016-ban (KOVÁCS-B – DOMOKOS – KOVÁCS 2016). Erre a területre a Duna áradása során friss iszap kerül, ami az egyes szennyezők folyamatos utánpótlását is jelentheti. Mintavételi helyeink kiválasztásánál igyekeztünk figyelembe venni a város ipari létesítményeinek (Hankook Tire, ISD Dunafer, Hamburger Hungaria) földrajzi elhelyezkedését.



1. ábra Az üledék és növényminták mintavételi pontjai (Forrás: Google Earth)

Mintavételi pontjaink kijelölésénél a Duna áradásának hatásait tartottuk szem előtt, ezért jelöltük ki az iszapmeddőn a T és az M4-es, a Szabadstrandnál az SZ4-es és SZ3-as, valamint a holtágaknál a H2-es pontot. Az iszapmeddő fennmaradó mintavételi pontjait az azt körülvevő vízelvezető árok közelsége határozta meg. A vízelvezető árok partján, illetve az iszap meddő közepe felé haladva végeztük el a mintavételezéseinket.

Az üledékekből havi rendszerességgel vettünk mintákat a 0-10 cm és 10-20 cm mélységből talajfúró segítségével. A mintavételi helyszínek mérete 1 m<sup>2</sup> volt, és helyszínenként 5 db mintát gyűjtöttünk be. Az angol perje (*Lolium perenne*) mintákat (2. ábra) 2015-ben az M1-M3-M4-M5 helyekről, a parti sás (*Carex riparia*) növénymintákat (H2) 2016-ban vettük. A réti lósóska (*Rumex obtusifolius* L.) mintákat 2017-ben az M1, M2, M4 és T helyekről gyűjtöttünk be (KOVÁCS – KISS 2017). A tesztnövények kiválasztásának fő oka azok élő jellege volt, valamint igyekeztünk olyan különböző növényfajtákat választani, amelyek nem invazívak, más-más felépítésűek, és a mintavételi helyek a természetes élőhelyük.



2. ábra Balról: réti lósóska, angol perje, parti sás képe (Forrás: saját fotók)

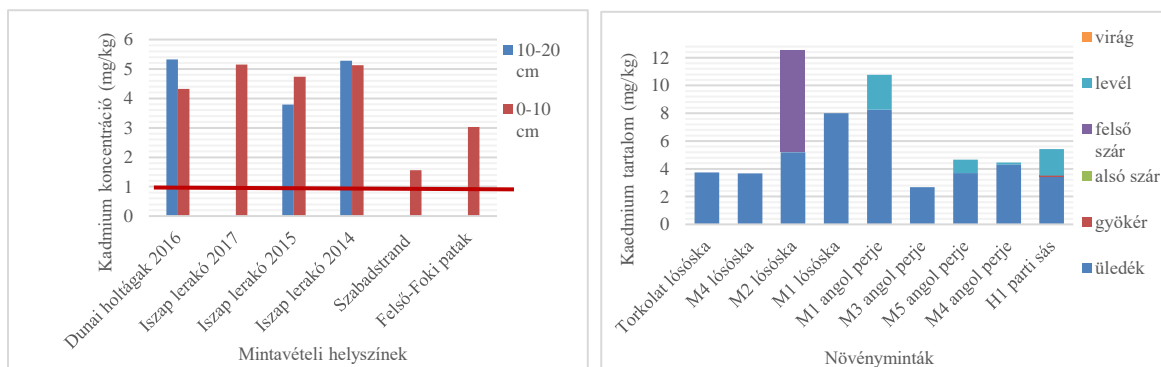
Az üledékek összes nehézfém tartalmát MSZ 12739/4-78 szabvány szerinti, salétromsavas hidrogén-peroxidos feltárással határoztuk meg. A mintákból az alábbi nehézfémeket határoztuk meg: kadmium, nikkel, ólom, króm, réz, cink. Ezen elemeket Dunaújváros, és a környezetében elhelyezkedő nagyobb ipari városok lehetséges nehézfém szennyezése alapján választottuk ki. Ennek során az üledék minták összes nehézfém tartalmát rotációs bepárlóban (Heidolph Laborota 400) tártuk fel, majd a szűrletek nehézfém tartalmát atom abszorpciós spektrométerrel (AAS, Perkin Elmer AAnalyst 400) mértük meg. Az üledékek nehézfém tartalmának mérése mellett a helyszínen az iszapok pH értékét és hőmérsékletét mértük meg. A pH érték átlagosan 4-7 között változott, a hőmérséklet évszaktól függően 5-24 °C közötti volt. Emellett meghatároztuk az iszapok szárazanyag (60 g/100g) és nedvességtartalmát (40-50%) is. A növényi részek (gyökér, szár, levél, virág) összes nehézfém tartalmát szintén tömény salétromsavval, és hidrogén-peroxiddal tártuk fel, a szűrletek nehézfém tartalmát AAS készülékben mértük meg.

Az üledékek mérési eredményeit a „6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet” mellékletének határértékei szerint értékeltük ki. A növényminták nehézfém tartalmát a Magyar Takarmány Kódex (2003) (44/2003 FVM RENDELET) mellékleteiben és a kapcsolódó szakirodalomban (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011) szereplő átlagértékekhez viszonyítottuk.

### *Vizsgálati eredmények*

#### *Az üledék és növényminták kadmium tartalma*

A 3. ábra alapján minden mérési helyen vett üledék minta kadmium tartalma többszörösen meghaladta az előírt határértéket (1 mg/kg). A legszennyezettebb területek közé tartozik a Dunai holtágak és az iszap lerakó területe. A legkisebb kadmium tartalom a Szabadstrand területéről gyűjtött mintákban volt kimutatható. A szennyező mennyisége az iszap lerakó felső rétegében számottevően nem változott az elmúlt évek során. A vizsgált területek kadmium koncentrációját összehasonlítva a 2015-ös Közös Duna Felmérés (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) eredményével (0,8-1,1 mg/kg), megállapítható, hogy iszapmintáink kadmium tartalma ennek többszöröse volt.



3. ábra Az iszap és növény minták kadmium tartalma

A három vizsgált növény közül az angol perje és a parti sás tudta nagyobb mértékben felvenni a kadmiumot. A szennyező főként a levelekből volt kimutatható. Az M1 és M5, illetve a H2 ponton haladta meg a kadmium koncentráció a növények számára elviselhető 0,5 mg/kg értéket (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). Az adott szennyező inkább az üledékben dúsult fel, mobilitása kismértékű volt, ami megfelel a szakirodalmi (KÁDÁR 1995) megállapításoknak. Az angol perjében átlagosan 0,9 mg/kg, a parti sásban 1 mg/kg kadmium halmozódott fel, ami megfelel az ehhez kapcsolódó szakirodalmi eredményeknek (LEHOCZKY 2002).

#### *Az üledék és növényminták nikkel tartalma*

Vizsgálati eredményeink alapján elmondható, hogy 2014-2016-ig egyik mérőhelyen sem tudtunk nikkel tartalmat kimutatni. Csak 2017-ben volt ez az elem mérhető a dunaújvárosi iszap meddő pontjain. A koncentráció nem haladta meg az előírt határértéket (40 mg/kg) (6/2009 KvVM-EÜM-FVM RENDELET), és kisebb volt, mint a 2015 Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) publikált 10 mg/kg-os koncentráció.

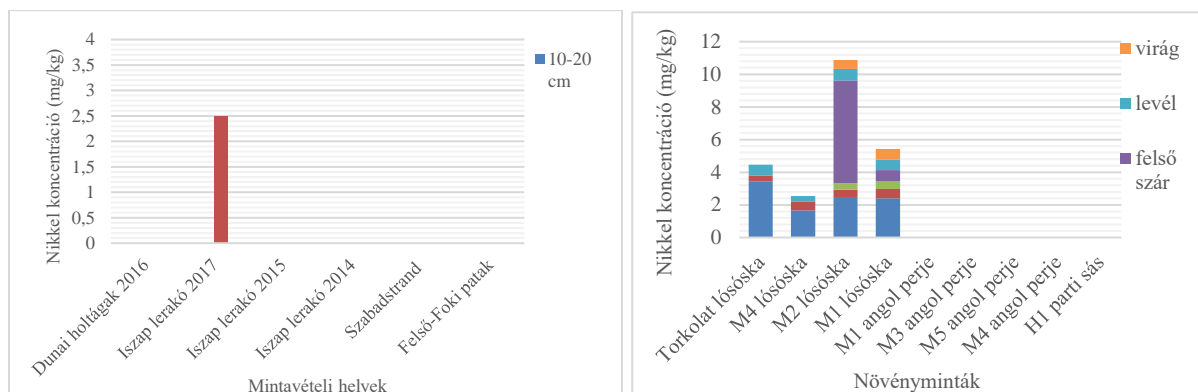
A három növényfaj közül a réti lósókából tudtuk ezt a szennyezőt kimutatni (KOVÁCS-B – KISS 2017). A növényi részek közül sehol sem haladta meg a tűréshatárt (10-100 mg/kg) a nikkel koncentráció (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). A nikkel legnagyobb mennyiségben a lósóska szárában, levélében és virágjában halmozódott fel. Ez a megállapítás összhangban van KÁDÁR (1995) sárgarépával és borsóval végzett vizsgálati eredményeivel. A lósóska gyökerében mért eredményeink (0,3-0,6 mg/kg) alacsonyabbak, mint a SZABÓ – CZELLÉR (2009) által publikált, sárgarépa gyökerében mért nikkel tartalom (~2,5 mg/kg).

#### *Az üledék és növényminták ólom tartalma*

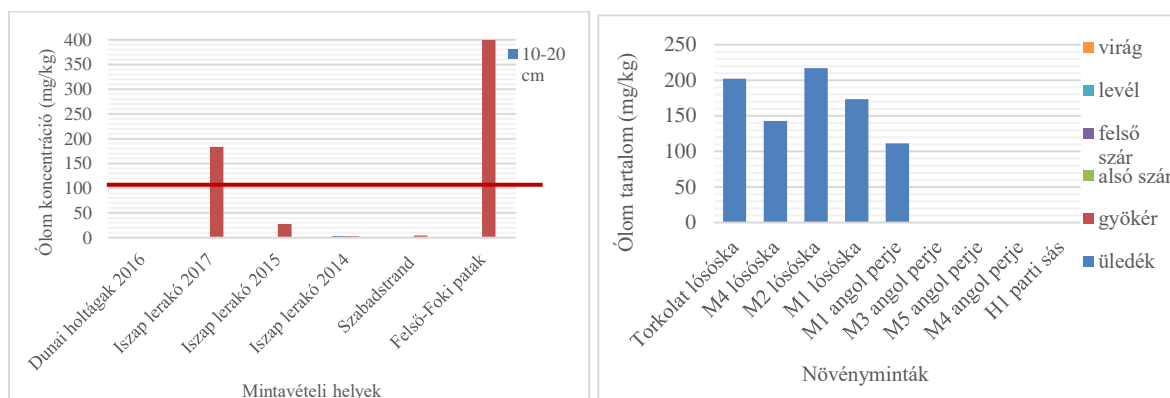
Határérték (100 mg/kg) (6/2009 KvVM-EÜM-FVM RENDELET) feletti ólom koncentrációkat a Felső-Foki patak 2014-es és az iszap meddő 2017-es mintáiban mutattuk ki. E két terület szennyezettsége nagyobb volt, mint a Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) közzétett 15-50 mg/kg átlagkoncentráció. A többi mérőhelyen mért ólom tartalom alatta maradt az előírt határértéknek. Az iszaplerakó éves átlag eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az ólom koncentráció növekedett. A vizsgált növényfajok közül egyikben sem volt ólom detektálható, az üledékből nem mobilizálódott, ami alatta marad a KÁDÁR (1995) által kapott



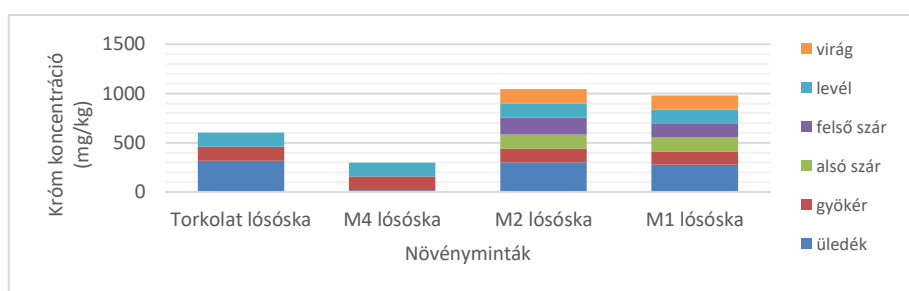
értékeknek, aki például a kukorica gyökerében négyszeres ólom dúsulást detektált erősen szennyezett talajok esetében. Az angol perjére kapott eredményeink (0 mg/kg) szintén kisebbek, mint LEHOCZKY É. (2002) angol perjében mért ólom felvétele (1-3,7 mg/kg).



4. ábra Az üledék- és növéyminták minták nikkel tartalma



5. ábra Az üledék- és növéyminták ólom tartalma



6. ábra Az üledék- és lósóska minták króm tartalma

#### Az üledék és növéyminták króm tartalma

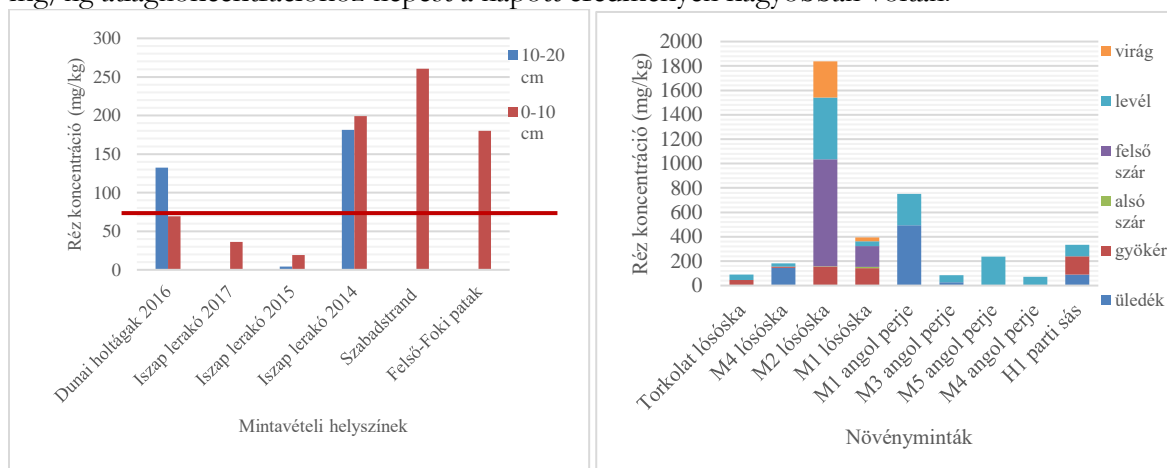
Króm koncentrációt csak 2017-ben vizsgáltunk az iszap meddő M1-M2-M4-T pontjain. A kapott koncentrációk (6. ábra) az M4-es hely kivételével mindenhol meghaladták az előírt határértéket (75 mg/kg) (6/2009 KVM-EÜM-FVM RENDELET). Ha a mért eredményeinket összehasonlítjuk a Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) publikált 15-50 mg/kg átlagkoncentrációval, megállapítható, hogy a területek króm koncentrációja meghaladta a felmérés eredményeit.

A réti lósóska minden növényi részében megtalálható volt ez az elem. Mennyisége többszörösen túllépte a növények számára tolerálható 1-10 mg/kg értéket (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). A szennyező növényen belüli megoszlása egyenletes volt. Ez különbséget jelent KÁDÁR (1995)

eredményeihez képest, aki a kukorica gyökere esetén akár 30-szoros króm felhalmozódást mutatott ki, valamint a sárgarépa esetében a lombban, a borsó kísérletek során a szárban mutatott ki nagyobb króm értékeket.

#### *Az üledék és növényminták réz tartalma*

A 7. ábra szerint a három év során minden mintavételi helyszínen detektálható volt réz tartalom a 0-10 cm-es mélységben. Az üledékminták réz koncentrációja a legtöbb helyen meghaladta a kívánt határértéknek (75 mg/kg) (6/2009 KVVM-EÜM-FVM RENDELET). A legnagyobb réz koncentráció a Szabadstrandból gyűjtött mintákban volt észlelhető. Az iszap meddő üledékének eredményei alapján elmondhatjuk, hogy a réz koncentráció 2017-re határérték alá csökkent. A Közös Duna Felmérésben (JOINT DANUBE SURVEY 3. 2015) megtalálható 10-25 mg/kg átlagkoncentrációhoz képest a kapott eredmények nagyobbak voltak.



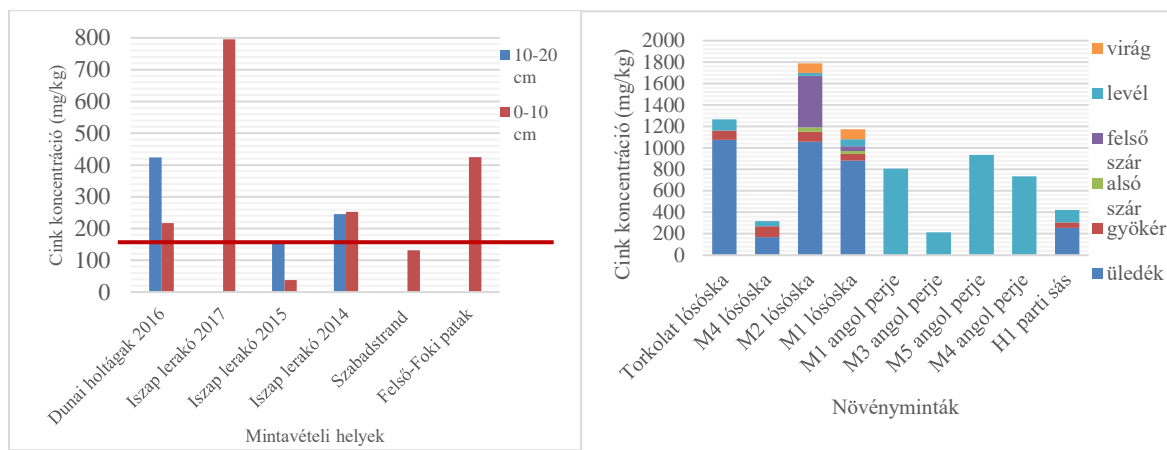
7. ábra Az üledék- és növényminták réz tartalma

A vizsgált növények közül mindhárom növény akkumulálta ezt a szennyezőt, amely az angol perje levelében, a parti sás egészében és a réti lósóska felső szárában és levelében is sokszor meghaladta az ajánlott mértéket (35 mg/kg) (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011). A szennyező feldúsulási helye összhangban van KÁDÁR (1995) sárgarépa és borsóra kapott eredményeivel, aki szintén a növények lombjában és szárában mutatta ki ezen elem feldúsulását.

#### *Az üledék és növényminták cink tartalma*

A 8. ábra szerint az üledékminták cink koncentrációja a Felső-Foki-patak, a Dunai holtágak és az iszap lerakó 2014-es és 2017-es üledékrétegeiben volt határérték (200 mg/kg) (6/2009 KVVM-EÜM-FVM RENDELET) feletti. Legkevésbé szennyezett terület a Szabadstrand volt. Ha az adatok alapján összehasonlítjuk az iszap meddő 2014-ben és 2017-ben kapott eredményeit, láthatjuk, hogy a cink tartalom növekedett. A Közös Duna Felmérésben végzett üledékvizsgálatok eredményeként kapott (JOINT DANUBE SURVEY 3., 2015) 20-120 mg/kg átlagkoncentrációhoz képest a kapott eredmények nagyobbak voltak.

A 8. ábra alapján megállapítható, hogy az angol perje és a parti sás a levelében, a lósóska leginkább a felső szárrészében akkumulálta a cinket. Ehhez hasonló megállapítás olvasható KÁDÁR (1995) tanulmányában, ahol a cink nagyobb mértékben dúsult fel a sárgarépa lombjában, és a borsó szárában. A növények számára tolerálható értéket (250 mg/kg) (SIMON 2004, 2006; SZEGEDI 2011) csak az angol perje levelében, és az M2-es helyről gyűjtött réti lósóska felső szárában mért koncentráció lépte túl.



8. ábra Az iszapminták cink tartalma

#### Vizsgálati eredmények értékelése, következtetések

A területek állapotfelmérése alapján megállapíthatjuk, hogy a mérési helyszínek közül a Felső-Foki-patak üledékében minden összetevő koncentrációja a megengedhető határérték felett volt, továbbá a dunai városi iszap lerakó réz szennyezettsége csökkent, nikkel, ólom és cink tartalma növekedett az elmúlt évek alatt. A nikkel tartalom minden mérési helyszínen határérték alatt maradt. Az iszap meddő kivételével minden terület réz szennyezettsége jelentős volt. A növényfajok nehézfém tartalmának vizsgálata alapján megállapítható, hogy kadmiumot csak az angol perje és a parti sás tudott akkumulálni a leveleikben. Cinket nagyobb mennyiségben az angol perje halmozott fel leveleiben. Egyik növény sem akkumulálta az ólmot. A réz főbb akkumulációs helyei a réti lósóska felő szár- és levél- virág, a parti sásnál és az angol perjénél pedig a levelek voltak. Nikkelt csak a réti lósóska tudunk kimutatni, fő felhalmozódási helye a felső növényi részekben volt, koncentrációja küszöbérték alatt maradt. Króm tartalmát csak a réti lósóska vizsgáltunk, amely a növény minden részében közel egyforma megoszlásban és tűréshatár felett volt detektálható. A jövőben további növényfajok vizsgálatát tervezzük elvégezni abból a célból, hogy az egyes szennyezőkre megtaláljuk azt a megfelelő fajt, amely az adott elemet a legnagyobb mértékben akkumulálja. Ezáltal egy szennyezett terület kármentesítésére, vagy az ipari iszapok adott összetevőjének kivonására szennyező specifikus fajokat tudnánk felhasználni.

**Köszönetnyilvánítás:** Ezúton köszönjük az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 sz. „Termeljünk együtt a természettel- az agrárerdészet, mint új kitörési lehetőség” című pályázat nyújtotta támogatást.

#### Irodalomjegyzék

- KÁDÁR I. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon (Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete Budapest, ISBN 963 04 5362 2)
- STEFANOVITS P. – FILEP GY. – FÜLEKY GY. (1999): Talajtan (Mezőgazda Kiadó, Budapest)
- PAPP S. (2002): Biogeokémia – Körfolyamatok a természetben (Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém)
- KOVÁCS-B. É. – KISS E. – M. SZYDLOWSKA – J. SLEDZ (2014): A Dunai városi Szabadstrand és iszap meddőhányó üledékének nehézfém tartalom vizsgálata (TÁJÉKOZTATÓ Dunai város MJV környezeti állapotáról, Dunai város, 151-162. o., ISSN 1786-7592)
- KOVÁCS-B. É. – DOMOKOS E. – KOVÁCS ZS. (2016): Folyóvízi üledékek összehasonlítása nehézfém tartalom alapján (Dunakavics, Dunai városi Egyetem online folyóirata, IV. évfolyam XII. szám, ISSN: 2064-5007, 27-45. oldal)
- KOVÁCS-B. É. – KISS E. (2017): Dunai iszap nehézfém tartalmának akkumuláció vizsgálata lóromban (*Rumex obtusifolius*) (Dunakavics 5:(7) pp. 5-22.
- KOVÁCS-B. É. – KISS E. – M. SZYDLOWSKA – J. SLEDZ (2017): Felszíni vizek iszapos üledékének nehézfém tartalom monitorozása Dunai városban (Tájékoztató Dunai város MJV környezeti állapotáról, ISSN 1786-7592, pp. 159-168.)

MSZ 12739/4-78 szabvány

6/2009. (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendelet a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges határértékekről és a szennyezések méréséről

SIMON L. (2006): Toxikus elemek akkumulációja, fitoindikációja és fitoremediációja a talaj-növény rendszerben (Doktori értekezés, Nyíregyháza)

SIMON L. (2004): Fitoremediáció (Környezetvédelmi Füzetek. Azonosító: 2318. BMKE OMIKK, Budapest. 1-59. old. ISBN:963 593 429 0, ISSN 0866-6091)

SZEGEDI L. (2011): Toxikus nehézfém-szennyezés utóhatásának vizsgálata barna erdőtalajon (Doktori PhD értekezés, SZIE, Gödöllő)

LEHOCZKY É. – NÉMETH T. – KISS-T ZS. – SZALAI (2002): Cadmium and lead uptake by ryegrass, lettuce and white mustard plants on different soils (Agrokémia és Talajtan, 51 (2002)-1-2, p. 201-210)

LIŠKA, I. – WAGNER, F. – SENGL, M. – DEUTSCH, K. – SLOBODNÍK, J. (2015): Joint Danube Survey 3. (JDS 3.) Comprehensive Analysis of Danube Water Quality (ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River, ISBN: 978-3-200-03795-3, p. 223-240.)