

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A VÍZ- ÉS SZÉLERÓZIÓ SZEREPE A TALAJ HUMUSZ- ÉS
ELEM-TARTALMÁNAK HORIZONTÁLIS ÁTRENDZŐDÉSÉBEN**

Dr. Farsang Andrea

**Szeged
2016**

I. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉSEK

A talaj összetett rendszer. A talajban és a talajra ható folyamatok összetettségét mi sem példázza szebben, mint a talaj tápanyag forgalma, s az azt befolyásoló tényezők összessége. Munkám során a talaj humusz-, makro- és mikroelem tartalmának horizontális elmozdulási törvényszerűségeit vizsgáltam a talajainkat érő víz- és széléroziós hatásokkal összefüggésben, különös tekintettel nagy értékű csernozjom talajainkra. Mindvégig szem előtt tartottam, hogy a feltalaj tápanyag-, és szervesanyag-tartalmának csapadék és széleseményekhez kötődő tér- és időbeli átrendeződése nemcsak az adott pontban ható talajdegradációs probléma, hanem növénytermesztési, tápanyagpótlás-tervezési és környezeti szempontból is sarkalatos kérdés, hiszen az áthalmozott talaj, s így annak szervesanyag- és elemtartalmának egy része a szedimentációs területeken halmozódik fel, más része onnan közvetlenül, vagy a vízhálózat közvetítésével felszíni vizeinkbe jut. Vizsgálataink térbeli léptékét tekintve a vízeróziós folyamatokat mikro-léptékben lejtőprofil mentén és parcella szinten, valamint mezo-léptékben kisvízgyűjtő szinten elemeztük. A szélérozióval elmozduló talaj-, ill. humusz- és tápanyagméréseket szintén mikro- és mezo-léptékben végeztük, s ennek megfelelően vizsgálatainkat laboratóriumi és terepi szélesatomára alapozott tábla-szintű kísérletekre alapoztuk. Az idő léptéket tekintve mind a víz, mind a széléroziós kutatásaink egyesemenyes vizsgálatok, azaz egy-egy csapadék, ill. széleseményhez kötődnek.

Új tudományos eredményeim a következő témakörökbe sorolhatók:

1. Vízerózió hatása a talaj szervanyag- és elemátrendeződési folyamataira
2. Mobil szélesatomra berendezésre alapozott terepi eljárás kidolgozása és csapdázó eszköz fejlesztése a szélérozió okozta talajelmozdulás mérésére
3. Szélérozió hatása a talaj szerkezetére, szervanyag- és elemátrendeződési folyamataira.

II. MINTATERÜLETEK

A vízgyűjtőn végbemenő, a szervesanyag- és tápanyag forgalmat is érintő eróziós folyamatokat a Velencei-hegység és a Szekszárdi-dombság területén mértük és modelleztük. A Velencei-tó vízgyűjtőjéhez tartozó, mintegy 14 km² nagyságú Cibulka-patak vízgyűjtőn a teljes vízgyűjtőre kiterjedő talajtani és területhasználati felmérések mellett üledécsapdás mérések számára két olyan részvízgyűjtőt jelöltünk ki, amelyek minden szempontból jól reprezentálják a teljes vízgyűjtő talajtani és területhasználati jellemzőit. A lejtő menti vizsgálatokra kijelölt mintaparcellákon nagyüzemi szántóhasználat (1,2 ha) és szőlőtermesztés (1,02 ha) folyik, a jellemző genetikai talajtípusuk a csernozjom talaj különböző mértékben erodált változatai. A szántó parcellán a vizsgált időszakban felváltva termesztettek őszi búzát, illetve repcét.

2007–2009 között a Szekszárdi-dombság területén elhelyezkedő mintegy 2 km² nagyságú kisvízgyűjtőn végeztünk talajeroziós méréseket. A vízgyűjtő Szekszárdtól DNY-ra, Szálkától É-ra helyezkedik el, az összegyűlt vizeket a Lajvér-patak vezeti le. A vízgyűjtő vízválasztóját erdők és cserjések borítják, melyek közel 100 ha-os szántóterületeket fognak közre. A vízgyűjtő DK-i részén szőlő ültetvények a jellemzőek. A vízgyűjtő meghatározó talajtípusai a löszön kialakult közepesen és erősen erodált barnaföld, valamint az

agyagbemosódásos barna erdőtalaj. A patak völgy allúviumán öntés réti talajok jellemzőek.

2008 tavaszán Csongrád megye DK-i, jó minőségű csernozjom területein (Csanádpalota, Csordakút és Apátfalva községek mellett) kiválasztott három réti csernozjom talajú, szántó művelés alatt álló parcella talajanyagának laboratóriumi szélcsatornás vizsgálatát végeztük el. Ezt követően elsőként az apátfalvi területet választottuk a 2011-ben induló terepi szélcsatornás kísérleteink helyszínéül. A mintaparcella talajának „A” szintjében meghatározott fizikai félesége agyagos vályog, agyag ($K_A=52$), kémhatása gyengén lúgos ($pH=7,4$), humusztartalma 4,4%, $CaCO_3$ tartalma 8,8%. 2013 nyarán terepi szélcsatornás kísérleteinket a Dél-Tisza-völgy kistájon, egy Szegedtől ÉNy-ra elhelyezkedő szántó (napraforgó) területen folytattuk. A talaj fizikai félesége vályog, $K_A=38-41$. A humusztartalom a humuszos szintben 2,2–3,7 % között változik. A humuszos réteg vastagsága 60 cm. A kémhatás a szelvény mentén gyengén lúgos és lúgos, a szelvény mélységével a pH értéke nő ($pH_{H_2O}=7,9-9,2$). A $CaCO_3$ tartalom 3,2–24,5 % között, a vízdíható összes só pedig 0,02–0,07 % között változik.

III. A KUTATÁS SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

III.1. Terepi és laboratóriumi vizsgálati módszerek a vízerózió humusz- és elemátrendező hatásának vizsgálatában

A Cibulka-patak vízgyűjtőjén a talajerózió tápanyag-átrendező mechanizmusát két léptékben vizsgáltuk: mikro-léptékben a lejtőmentén elhelyezett eróziós csapdák segítségével és kisparcellás részletes mintavételezéssel, valamint mezo-léptékben a teljes vízgyűjtőre kiterjedő talajtani, területhasználati felmérésekkel és azt követő modellezéssel. A parcella szintű vizsgálatok esetében a tápanyagforgalomra ható felszíni átrendeződési folyamatok vizsgálatára egy 150x300 m-es parcellát jelöltünk ki. A mintaparcellán három erozív csapadék eseményhez kötődően történt mintavétel: 2001-ben két időpontban (március, június), és 2003 májusában. A kijelölt parcellán a mintavételi pontok 25x25 m-es négyzetrács rácspontjaiban helyezkedtek el. A lejtőprofil menti vizsgálatokhoz 2004 márciusában két lejtőszegmens esetében lejtőirányban mintegy 350 m hosszan 25 m-enként üledékcspadákat helyeztünk el, mely csapdákat csapadékeseményenként mintegy három éven keresztül mintáztuk. Célunk a lejtők menti erózió vizsgálata, valamint a lemosódott üledék és az üledékgyűjtő környezetében gyűjtött talajminták (felső 0–5 cm-ből átlagminta) felvehető makro- és mikroelem tartalmának, humusztartalmának és fizikai összetételének összehasonlítása, illetve feldúsulási faktor (FF) számolása volt. Vizsgálatainkhoz a csapadék adatokat egy BCU Lite 2 (Boreas, 2003) típusú csapadékmérő berendezés szolgáltatta.

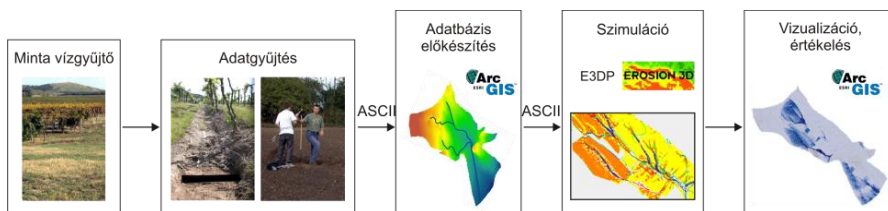
A Szekszárdi-dombság területén elhelyezkedő Lajvér-patak vízgyűjtőjén a talajerózió okozta tápanyag és humusz átrendeződési folyamatokat két léptékben (két lejtőszegmens mentén, valamint a teljes vízgyűjtőre) vizsgáltuk. A művelési ágak szerinti területhasználatot 2008–2009-ben térképeztük, ill. ez alapján a területhasználati térképet magunk szerkesztettük, ill. elkészítettük a terület digitális domborzatmodelljét az ArcGIS szoftver segítségével. 2009 márciusában 54 ponton mintáztuk meg a szállai vízgyűjtő talaját többek között a humusz mennyiségi és minőségi vizsgálataihoz. Az eróziómodellezés bemeneti paramétereként szükségünk volt a talajkohézió meghatározására is, amelyet minden

mintavételi pontban Eijkelkamp kézi kohéziómérővel mértünk az ASTM Standard, D 2573-94 nemzetközi szabvány szerint. 25 db bolygatatlan talajmintát vettünk a talaj térfogattömegének meghatározásához. A csapadékadatok mérésére kihelyezett mérőapparátus 2008. június 2. és október 27. között működött, és összesen öt erozív csapadékesemény talajeróziójának a dokumentálását tudtuk vele megvalósítani. A lejtő menti vizsgálatokhoz két lejtőszegmens esetében két önálló vízgyűjtővel rendelkező eróziós térszint választottunk ki, melyek végpontjába egy-egy $0,32 \text{ m}^3$ -es üledécsapdát helyeztünk ki. Az árkok tengelyében 20 m-enként üledécsapdát helyeztünk el.

A laboratóriumi vizsgálatba vont talajtulajdonságok, ill. tápelemek az alábbiak voltak: leiszapolható rész ($<0,02 \text{ mm}$), pH(KCl), K_A (Arany-féle kötöttségi index), CaCO_3 , humusztartalom (%), növény által felvehető makro- és mikro-tápanyag ($\text{NO}_2\text{-NO}_3\text{-N}$, P_2O_5 , K_2O , Na, Mg, Ca, Mn, Zn, Cu, Fe, Mo, B, Al, As, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb) tartalom. A tápanyag tartalom vizsgálata a növények által felvehető hányadra vonatkozott, a mérés a makroelemek esetében ammónium-laktát ecetsavas oldatával, a mikroelemek esetében Lakanen Ervió feltárással ICP Thermo Jarell Ash ICAP 61E készülékkel történt. A feldúsulási faktor vizsgálatához összes elemtartalmat határoztunk meg királyvizes feltárást követően Perkin Elmer 3010-es AAS készülékkel. A vizsgálatokat a hatályos Magyar Szabványok szerint végeztük. A humuszanyagok környezetvédelmi szerepének értékelésére *Hargitai* (1987) féle Q és K értéket alkalmaztuk.

III.2. A Cibulka- és Lajvér-patak vízgyűjtőin mért adatok feldolgozásának és modellezésének módszerei

A talajerózió meghatározásához a Németországban kifejlesztett talajeróziót becslő modellt, az Erosion 2D/3D-t használtuk. A digitális domborzat modellt, valamint a talajtani tulajdonságok (szemcseösszetétel, talajtípus, szervesanyag-tartalom stb.) és területhasználati térképeket ArcView (3.3) és ArcGIS (8.) szoftverekkel készítettük. A feltalaj tápanyagtartalom térképei Surfer 8.0 szoftverrel krigeléssel készültek. A statisztikai elemzésekhez az SPSS for Windows (15.0) statisztikai programcsomagot alkalmaztuk. A kapott nagyszámú adat feldolgozását Microsoft Excel szoftverrel végeztük el. A fentiekben vázolt vizsgálat menetének logikai vázlatát az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra Talajerózió és az elemelmoldulás modellezés lépései az E3D modell segítségével

III.3. Terepi és laboratóriumi vizsgálati módszerek a szélerózió humusz- és elemátrendező hatásának vizsgálatában

A talajok defláció érzékenységét a szerkezeti tulajdonságaival összefüggésben az Észak-Bácskai löszhát (21 parcella) és a Dél-Tisza-völgy kistájak (16 parcella) csernozjom területein vizsgáltuk. A parcellák feltalajából (0–10 cm) átlagmintát gyűjtöttünk a szerkezeti tulajdonságok megállapítására. A 37 db talajmintából az aggregátum-stabilitás meghatározása a Sekera-féle kvalitatív becslés módszerével történt. Az agronómiai szerkezet és az aggregátumok megoszlása a talajszerkezeti elemek száraz szítással (10; 5; 1; 0,5; 0,25; és 0,1 mm-es lyukbőségű szíták) való szétválasztása során került meghatározásra. Az adott rög, morzsa, illetve porfrakciókhoz tartozó mennyiségeket a minta tömegszázalékában kifejezve meghatároztuk a talaj aggregátum összetételét. A talajok aggregátum összetételének további jellemzésére az átlagos geometriai átmérőt használtuk (GMD) (Kemper, Rosenau 1986).

A csernozjom talajok defláció érzékenysége és tápanyag áthalmozódásának vizsgálati területeként Csongrád megye DK-i, jó minőségű csernozjom területein (Csanádpalota, Csordakút és Apátfalva községek mellett) választottunk ki három parcellát. A laboratóriumi szélcsatornás kísérletek elvégzéséhez 2008 júliusában, aratás után mintaterületenként 300–350 kg talajmintát gyűjtöttünk be a felső 5 cm-es rétegből. A méréseket négy sebességfokozaton (12, 13, 14 és 15 m/s), három ismétlésben, kísérletenként 15 percig a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékének szélcsatornájában végeztük. Minden kísérlet elején és végén megmértük a minta tömegét, így határoztuk meg az erodált anyagmennyiséget. A laboratóriumi vizsgálatokhoz fűtás előtt átlagmintát vettünk a minta felszínéről, ez képezte a tápanyagtartalom szempontjából a kiindulási állapotot. A kísérlet végén a mintákat összegyűjtöttük az üledécsapdákából, valamint mintáztuk a mintatartó tálca utáni szélárnyékban lerakódott üledéket is.

Terepi szélcsatorna vizsgálataink során Magyarország Dél-alföldi csernozjom talajú területeit vizsgáltuk azon céllal, hogy in situ körülmények között kvantifikáljuk a különböző szélesemények által okozott talajvesztesség mértékét, a feltalaj agronómiai szerkezetében bekövetkező változásokat, valamint az ezzel együtt járó humusz és tápanyag áthalmozás nagyságrendjét.

Vizsgálati területeink Békés megyében, Makótól K-re mintegy 10 km-re, Apátfalva külterületén, valamint Csongrád megyében Szegedtől ÉNY-ra 2 km-re helyezkedtek el. Az in situ szélcsatornás kísérleteinket 2011. június 2–4. között Apátfalván, valamint Szegeden 2013 júliusában végeztük. A kísérletsorozatokhoz egy 12 m hosszú, 0,8 m széles és 0,75 m magas szélcsatornát használtunk (2. ábra). A szélcsatornában egy nagy teljesítményű, 1,2 m átmérőjű ventilátor biztosította a légáramlatot, melyet egy 7,5 kW-os villanymotor hajtott meg. Kísérleteinket 12–17 m/s közötti szélesebbeségeken végeztük. A szélcsatorna által megfűjt talajfelszín 3,36 m² nagyságú. A fűtési kísérleteket követően mintáztuk a görgetve szállítódo frakciót, mely a szélcsatorna végénél elhelyezett súllyesztett peremes ládában gyűlt össze, valamint ürítettük a szélcsatorna végénél elhelyezett csapdákat. Az MWAC (Modified Wilson and Cook) csapdasorozat elemei 5, 15, 25, 35, 45, 55 cm magasságokban helyezkedtek el. A WAST (Wet Active Sediment Trap) egy általunk kifejlesztett, jelenleg szabadalmaztatási folyamat alatt álló horizontális aktív csapda, mely különböző magasságokban mintáz, izokinetikus, nedves csapdázó. A csapdák bemeneti nyílásai 5–10, 20–25, 50–55 cm

magasságokban helyezkednek el. A terepi szélcsatornás kísérlet egyik célja a különböző szélesemények hatására bekövetkező talajvesztéség egzakt meghatározásán túl, a WAST relatív hatékonyságának meghatározása volt. A hatékonyság kiszámításához egy BWS-60 típusú elektronikus platform mérleg szolgált viszonyítási pontként.



2. ábra Szélcsatorna (részei: 1. turbina, 2. laminátor, 3. szélcsatorna elemek, 4. szedimentálca, 5. szélcsatorna kimeneti nyílása, csapadázók területe)

A szélcsatornás kísérletek során begyűjtött talaj és szediment mintákon meghatározott paraméterek: aggregátum méreteloszlás szitálással, Arany-féle kötöttségi szám az MSZ-08-0205:1978 szabvány szerint, pH(H₂O), karbonát-tartalom MSZ-08-0206/2:1978 szerint, a szervesanyag-tartalom pedig az MSZ 21470/52:1983 szabvány szerint. A szemcseösszetétel méréseket Particle sizer Analysette 22 MicroTec plus típusú, Fritsch gyártmányú lézer diffrakciós műszerrel végeztük. A minták összes elemtartalmát röntgen fluoreszcens spektrofotometriás (XRF) módszerrel mértük. A mintákból ammónium-laktátos oldattal határoztuk meg a növények által felvehető foszfor és kálium tartalmát. A mérés Foss Fia Star 5000 áramlásos UV-VIS spektrofotométerrel.

IV. EREDMÉNYEK

IV.1. Vízérózió hatása a talaj szervesanyag- és elemátrendeződési folyamataira

A Velencei-tó részvízgyűjtőjén kijelölt lejtőprofilok és mintaparcellák részletes vizsgálatával felmértük a talaj makro- és mikroelem tartalom csapadékeseményekhez kötődő tér- és időbeli átrendeződési tendenciáját azzal összefüggésben, hogy a makro- és mikroelemek közül melyek alkalmasak az erózió jelzésére, annak indikátoraként való alkalmazására.

1.

A teszt parcellán elvégzett részletes feltalaj vizsgálat alapján kimutathatóvá vált a növény által felvehető tápanyag tartalom szelektív eróziója. A vizsgált elemek tekintetében, azok geokémiai tulajdonságaitól függően más-más átrendeződési tendenciák tapasztalhatók. A teljes mintaparcellára vonatkozó vizsgálatok alkalmával egyező térbeli átrendeződési mintázatot mutatott, valamint hasonló lejtőmenti időbeli változási tendencia volt jellemző a P, K, Pb, Zn, Ni, Cu, Cd, Co esetében. A koncentráció csökkenés az eróziónak leginkább kitett lejtőszakaszokon volt megfigyelhető, míg az akkumulációs térszíneken koncentráció növekedést mértünk. A lejtőmenti idő- és térbeli változás alakulását illetően eltérően viselkednek, s így nem sorolhatók a fenti csoportba a

vizsgált elemek közül a Ca, Na, Al, Fe, Mg. Ezen elemcsoport tér- időbeli változása lejtőalaktól függetlenül zajlott, az eróziótól függetlenül a mintavételi pontok jelentős részében kisebb mértékű koncentráció növekedés volt tapasztalható a vizsgált időszakban. Ez a talajképző kőzet, ill. az ezen elemek felhalmozódási helyeül szolgáló B szint felszín közelbe kerülésével magyarázható. **Az első elemcsoportba tartozó fémek térbeli eloszlása szoros kapcsolatot mutat a humusztartalom és a talaj fizikai paramétereinek (kötöttség) térbeli alakulásával, s ezen elemek közül kerülhetnek ki azok, melyek az eróziós folyamatok indikátoraként is szolgálhatnak.** Az E2D szofverrel adott lejtőszegmensre eróziót szimulálva két akkumulációs és egy intenzíven erodálódó lejtőszakaszt különítettünk el. Az így kijelölt eróziós és akkumulációs szakaszokat összevetve a tápanyagprofilokkal, valamint a lejtőmenti változás jellegét kereszttábla módszerrel vizsgálva megállapítható, hogy ezen indikátor elemek közül a P és a Cu lejtőmenti tápanyagprofilja jól jelzi a lejtő erózióvesztélyes szakaszait és akkumulációs térszíneit, az erózió mértékének lejtő menti növekedése a talaj elemtartalmának csökkenésével jár együtt.

2.

Az E2D-vel modellezett csapadékesemények lejtőprofilra megadott talajleghordási görbáját a szőlő és szántó területhasználat esetében összehasonlítva megállapítható, hogy a **lejtőalak által indukált talajeróziós folyamatokat a területhasználat szőlőre váltása felerősítette, a kritikus pontokon jelentősen nőtt az éves talajvesztés.** A lejtő középrészen található intenzív lepusztulási területen az őszi búza termesztése alatt 0,4–0,5 t/ha/év volt a jellemző talajvesztései érték. A területhasználat szőlőre váltásával ez az érték e térszen 1,2–1,3 t/ha/évre nőtt.

A területhasználat nem csak az erózió mértékére van hatással, de az adott talajtípus és lejtőviszonyok mellett befolyással van az erózióval mozgatott üledék elemfeldúsulási folyamataira is. Minden általunk vizsgált komponens esetében a szőlő területen mozgó üledékben tapasztalhatók magasabb feldúsulási értékek az összes mikroelem tartalom tekintetében. A szőlő területre átlagosan $FF=1,2$ agyagfeldúsulás és $FF=2,1$ szervesanyag feldúsulás jellemző. A mikroelemek közül a leginkább a Ni ($FF=2,2$), a Zn ($FF=1,3$), a Co ($FF=1,2$) és a Cu ($FF=1,2$) dúsul az erózióval mozgó üledékben. A szántó mintaterület üledékcspádaiban felfogott szedimentben a vizsgált nehézfémek esetében a Zn-et ($FF=1,2$) kivéve nem tapasztalható feldúsulás. A szántón, feltehetően a műtrágyázás következtében, az ortofoszfát jelentősen dúsul a mozgó szedimentben, a feldúsulási faktor 2,1. A könnyen oldható elemtartalom feldúsulására az összes elemtartalomhoz hasonlóan megállapítható, hogy a szőlő parcellán jellemzően magasabbak a feldúsulási faktor értékek, mint a szántón. A területhasználatból adódó elemfeldúsulási különbségek hátterében az eltérő talajművelési mód, növényvédelmi eljárások, valamint a különböző tápanyagpótlási gyakorlat állhat. Míg a szántókon elsősorban nitrogén és foszfor tartalmú talajtrágyákat alkalmaznak, a szőlők és gyömolcsósók tápanyag pótlásában egyre nagyobb szerepet kapnak a mikroelem tartalmú levtértrágyák.

3.

A precíziós mezőgazdaság, s a környezetkímélő, a felszíni folyamatokat is figyelembe vevő tápanyag gazdálkodási gyakorlat elterjedésével, amelyben a tápanyag pótlás a terület talajában mért tápanyagtartalomnak megfelelően, annak tér- és időbeli változásaira érzékenyen reagálva történik, egyre nagyobb jelentőséget kapnak a területi különbségeket érzékenyen mutató,

ugyanakkor költséghatékonyan készíthető tápanyagtérképek. Kutatásunk során részcelünk volt annak vizsgálata, hogy vajon azon tápelemek térbeli eloszlása, amelyek talajbeli viselkedését a talajtani alapparaméterek nagymértékben befolyásolják, becsülhető-e az ezen mért talajadatokból származtatott összefüggések, ill. térképek segítségével. Az AL-P és AL-K, valamint az EDTA-Pb és EDTA-Ni értékeket, mint függő változókat, a pH, kötöttség és szervesanyag-tartalmat pedig mint független változókat használva regresszió analízist végeztünk a talaj tápanyag tartalmának becslésére. **Megállapítottuk, hogy a talaj felvehető P, K, Pb és Ni tartalma regressziós függvénykapcsolatok segítségével jól becsülhető a talaj alapparaméterek (pH, C_{org} , kötöttség) segítségével. A talajtani alapparaméterek ismeretében tábla szinten, de akár kisvízgyűjtő léptékben is a talaj felvehető P, K, Pb, Ni térbeli alakulását mutató térképek állíthatók elő, mely térképek a megfelelő számú és elrendezésű pontminták alapján készült tápanyag térképektől az egész területre jellemző szórás értéknél kisebb mértékben térnek el.**

4.

Kisvízgyűjtő szinten a tápanyag (makro- és mikroelemek) mozgási törvényszerűségek feltárása több szempontból is hasznos: segítséget jelent a területi tervezésben, az erózió szempontjából optimális területhasználat és művelési módok meghatározásában. A precíziós mezőgazdaság elterjedésével, a megfelelő mennyiségű tápanyag kijuttatásához inputként szolgáló statikus tápanyag térképek mellett „dinamikus adatként” a feltalaj tápanyag tartamának elmozdulását mutató térképek is bevonhatók a tervezésbe. Ezt segítő **kidolgoztuk az egyes csapadékeseményekhez tartozó elemelmozdulás térképek (mg/m^2) készítésének módszertanát, mely térképek a vízgyűjtőre csapadékeseményenként számolt nettó erózió (kg/m^2), a kiindulási tápanyag eloszlási térkép (mg/kg), valamint a mintaparcellán számolt feldúsulási faktorok segítségével készíthetők. Ezen térképeket figyelembe véve a környezeti szempontból érzékeny mezőgazdasági területeken a tápanyagpótlást a csapadék eseményekhez köthető felszíni tápanyag átrendeződési tendenciák figyelembe vételével lehet tervezni.**

5.

A kidolgozott eljárás segítségével számszerűsíthető a csapadékeseményhez kötődő makro- és mikroelem elmozdulás nagyságrendje, meghatározható a tápanyag-vesztésnek leginkább kitett területrészek, valamint az akkumulációs zónák, melyeket a környezetkímélő tápanyag gazdálkodásban is figyelembe kell venni. A legintenzívebben pusztuló területrészekben $200\text{--}400 \text{ mg}/\text{m}^2$ Zn elmozdulás volt jellemző, az átlagos Zn elmozdulás $\sim 15 \text{ mg}/\text{m}^2$. A Cu és az Pb esetében egy átlagos csapadékesemény alkalmával $4\text{--}5 \text{ mg}/\text{m}^2$ átlagos elemelmozdulást valószínűsíthetünk. A vízgyűjtőn az erózióknak leginkább kitett területeken a feltalaj Cd tartalmának elmozdulása elérte a $40 \text{ mg}/\text{m}^2$ -t. Az átlagos Cd elmozdulás $0,84 \text{ mg}/\text{m}^2$.

6.

A mezőgazdaságilag hasznosított csernozjom talajú parcellákon a foszforelmozdulás mértékét és törvényszerűségeit tekintve megállapítottuk, hogy egy átlagos csapadékesemény alkalmával átlagosan $5\text{--}15 \text{ mg}/\text{m}^2$ körül alakul, míg egy intenzívebb csapadékesemény alkalmával ennek többszörösét is elérheti. A feltalaj erózióval mozgó foszfortartalmának jelentős hányada a szediment humusz- és agyagkolloidjaihoz adszorbeálva mozdul el. A vízgyűjtőn a vizsgált évben (2004) lemosódó P-tartalom $0,02\text{--}$

4,44 kg/ha/év között változott, mely érték nagyságrendileg egyezést mutat a szakirodalomban egyéb módszerekkel becsült P lemosódási éves értékekkel.

7.

A Szekszárdi-dombság területén végzett vizsgálataink eredményei alapján megállapítható, hogy **a szelektív erózió következtében, valamint a valódi humusztartalom térbeli és összetételbeli heterogenitása miatt a lehordódott talajanyagban a különböző minőségű humuszanyagok eltérő módon dúsulnak.**

A humusz elmozdulás mértéke a csapadék mennyiségétől és intenzitásától erőteljesen függ, s akár 400-1000 kg humusz elmozdulás is prognosztizálható hektáronként. Az átlagos humusz áthalmozódási értékek csapadékeseményenként 6 és 28 kg/ha körül alakultak a vizsgált területen, ami nagyságrendi egyezést mutat az észak-amerikai és európai tanulmányokban becsült 10-100 kg/ha/éves átlag értékekkel.

Az elmozduló üledékben a helyben található talajhoz képest a humusz tartalom dúsul. A humuszminőség lejtő menti változását vizsgálva megállapítható, hogy az üledékre vonatkozó humuszminőségi mutató (Q és K érték) értékei a lejtő irányában csökkennek. A lejtő felső szakaszán 1 körüli Q értékek a lejtő alsó harmadára 0,5 körüli értékre csökkennek. Megfigyelhető továbbá, hogy a csapdákban felhalmozódó üledék humuszminősége igen alacsony, a Q érték <1 , az átlagérték a két vizsgált lejtő tekintetében $Q_{\text{átlag}}=0,86$, míg a vízyűjtő egészen a talajra jellemző átlag $Q_{\text{átlag}}=1,61$. Ez arra enged következtetni, hogy **az elmozduló üledékben a gyenge minőségű, oldékonyabb humuszanyagok túlsúlya jellemző, érvényesül az erózió „szelektivitása”, vagyis az erózió a gyengébb minőségű humuszanyagok arányának növekedését eredményezi az elmozduló üledékben.**

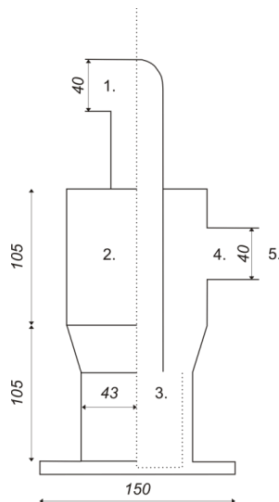
IV.2. Mobil szélcsatorna berendezésre alapozott terepi eljárás kidolgozása és csapdázó eszköz fejlesztése a szél-erózió okozta talajelmozdulás mérésére

Egy széleselemény során a különböző talajok eltérően viselkednek szemcseösszetételtől, humusztartalomtól, szerkezeti tulajdonságaiktól stb. függően. A szerkezetes talajokat érő szél-eróziós események hatásairól legpontosabb eredményeket terepi vizsgálatokkal szerezhetünk. Az egyik legnagyobb probléma a kísérletek során az elszállítódó talajanyag csapdázása, és így a különböző szélesebességekhez kötődő on- és off-site hatások minél pontosabb becslése.

8.

Megalkottunk egy új, terepi mérésekre alkalmas szediment csapdázót, a WAST-ot (Wet Active Sediment Trap) (3. ábra), amely a finomabb fizikai féleségű, vályog, agyagos vályog textúrájú talajokon kialakult szél-eróziós talajvesztésget is hatékonyan képes mintázni. A kifejlesztett csapdázó eszköz egy horizontális aktív csapda, különböző magasságokban mintáz, izokinetikus, nedves csapdázó. A csapdázott szediment mind mennyiségét, mind pedig minőségét tekintve további laboratóriumi vizsgálatokra (pl. humusztartalom, tápanyag tartalom stb.) alkalmas (kivéve szerkezeti vizsgálatok, mivel a desztillált vízben a szerkezeti elemek feliszapolódhatnak). A WAST csapdázó a magassággal csökkenő mennyiségű üledéket csapdáz, a csapdázott üledék mennyiség vertikális profiljában

a szakirodalomban közölteknek megfelelően (Zingg 1953, Bouza et al. 2011) exponenciálisan csökkenés tapasztalható a magasság növekedésével (exponenciális függvény illesztése r^2 : 0,7-0,9 között változott). **A kifejlesztett csapdázó relatív hatékonysága jó. A WAST a szakirodalmi adatok alapján homok fizikai féleségű talajokon leghatékonyabbnak leírt MWAC csapdázóhoz képest átlagosan háromszor nagyobb hatékonysággal mintázza a vályog fizikai féleségű talajokon bekövetkező széléroziós talajvesztéseget.** Az MWAC és a WAST csapdázók esetében is a becsült talajvesztesség értékek és a szélesebesség értékek között szignifikáns kapcsolat áll fenn. A szélesebesség növekedésével a csapdázott szediment anyag mennyisége a szakirodalomban leírt harmadfokú hatványfüggvénynek megfelelően nő, valamint a WAST csapdázó a szélesebesség növekedésére érzékenyebben reagált, mint az MWAC-k.



3. ábra A WAST csapdázó és részei: 1. Bemeneti nyílás, 2. csapdázó test, 3. mintavételi tégely, 4. kimeneti nyílás, 5. turbinális elszívás (az értékek mm-ben értendők)

A terepi szélcsatorna, a szélút alá helyezett terepi platform mérleg, valamint a szélcsatorna kivezető nyílásába helyezett három magasságban mintázó WAST csapdázók együttes alkalmazásával a szélesebesség hatására bekövetkező talajvesztesség az eddigieknél sokkal pontosabban és hatékonyabban becsülhető. Az eljárás, ill. az ennek keretében kifejlesztett csapdázó berendezés 114483-1998 HG - P1400292 alapszámon szabadalmaztatási eljárás alatt áll a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalnál (SZTNH). Az eljárás szabadalmaztatását a Szegedi Tudományegyetem Tudományos Tanácsa befogadta, s a Danubia IP Innovációs Tanácsadó Kft. tanácsadása mellett zajlik.

IV.3. Szélerózió hatása a talaj szerkezetére, szervanyag- és elemátrendeződési folyamataira

9.

A talajok agronómiai szerkezete nagymértékben befolyásolja többek között az éghajlati változás okozta stressz-hatások talajtani következményeinek mérséklését, illetve azok súlyosbodását. A szélsőségesé váló időjárási helyzetek ráirányították a figyelmet arra, hogy a helytelenül alkalmazott művelési eljárások, eszközök, ill. a csernozjom talajaink túlhasználata módosíthatja a talajszerkezetet, melynek egyik megjelenési formája a talaj felszíni rétegének elporosodása. A talajok defláció érzékenységét a szerkezeti tulajdonságaival összefüggésben az Észak-Bácskai löszhát és a Dél-Tisza-völgy kistájak csernozjom területein vizsgálva megállapítható, hogy a klímastressz-tűrő állapot tekintetében a Bácskai löszháton vizsgált minták mintegy 2/3-ánál igazolódott be, hogy érzékeny, degradált talajokról van szó, vagyis a por aránya meghaladta a 25-30%-ot. A Dél-Tisza-völgyi táblák esetében kevésbé porosodott szerkezetéről beszélhetünk, csupán két mintaterület esetében haladta meg a por aránya a 30%-ot.

A vizsgált bácskai csernozjom feltalajok esetében a minták mintegy 80%-a valamilyen mértékben leromlott szerkezeti állapotú, azaz az aggregátumok nem rendelkeznek kellő ellenállással a vízhatással szemben (Sekera-féle kvalitatív becslés), s a külső erők hatására viszonylag könnyen megbomlik a szerkezeti elemekben jelenlévő összetartó erő. A Dél-Tisza-völgy csernozjom talajai esetében is hasonló arány mutatkozott. A szerkezeti elemek átlagos geometriai átmérője (GMD) mind a két vizsgált területen igen alacsonynak mutatkozott. Az elemzett talajminták GMD értéke a bácskai területen egy esetben sem érte el az optimális értéket (1,4), a minták átlagértéke 0,89. A Dél-Tisza-völgy csernozjom területein jobb a talajok szerkezeti állapota e mutató alapján: három minta esetében eléri a mért érték az optimális 1,4 értéket, a minták átlagos GMD értéke pedig 1,28.

10.

A Szeged környékén összesen 16 helyről gyűjtött jellemzően vályog, agyagos vályog fizikai féleségű csernozjom talajokra jellemző küszöbsebesség értékek 9,2–14,2 m/s között változnak és átlagosan 10,1 m/s (10 cm-en mérve) körül alakulnak. A kritikus indítósebesség értékek és a talajtulajdonságok közti összefüggéseket vizsgálva a csernozjomok esetében megállapítható, hogy az indítósebesség a vizsgált minták esetében leginkább a porfrakció arányával mutatott összefüggést, s azon belül pedig a 0,1–0,25 mm-es szemcsetartományba eső frakció arányával (Pearson korreláció, $r=0,52$, 0,01 szignifikancia szinten). Viszonylag erős, de nem szignifikáns a GMD értékek és a küszöbsebesség kapcsolata is.

11.

A laboratóriumi szélsátrnával csernozjom talajokon végzett szélsátrná kísérleteink alapján megállapítható, hogy az előkészítésen átesett (száritott és szitált) csernozjom talajok széllel szembeni ellenállását azok por és durva iszap tartalma határozza meg. A kísérleti szélesemények következtében minden vizsgált szélsébség esetében a talajfelszín aggregátum összetételében jelentős, az adott talajtípusra jellemző változás állt be: 3–7%-kal megnőtt az 1 mm és annál nagyobb szemcsék, illetve aggregátumok aránya a mintatartó tálca talajanyagának felső 0–1 cm-es rétegében. A finomabb szemcse-, illetve

aggregátum-átmérők esetén a fűjatást követően csökkenés tapasztalható. A leginkább a 315 µm és az annál kisebb szemcsék aránya csökkent, átlagosan 1–2%-kal. **A minták kémiai és fizikai elemzéseiből megállapítható, hogy a gördülve elmozduló (láda után csapdázódó) aggregátumosabb szerkezetű minták nitrogén és foszfor tartalma nagyobb, mint az alampintáé.** Az itt gyűjtött mintákban nagyobb a leiszapolható rész aránya, mint a többi csapdában összegyűlt talajanyagban. A csapdákban összegyűlt talajanyagban nem állapítható meg az elemtartalom dúsulása az alampintához képest. **A labor szélszatorna eredmények alapján számszerűsítettük a szélerózió hatására a lebegtetve, szaltálva, illetve görgetve áthalmozott talajszemcsékkel és aggregátumokkal szállított humusz és tápanyag mennyiségét.** A humusz 500–3500 kg/ha nagyságrendben távozhat a vizsgált csernozjom területről akár egyetlen szélesemény hatására is. A kálium áthalmozódás mértéke elérheti a 100 kg/ha-t, a foszfor esetében pedig a 70 kg/ha-t. A nitrogén veszteség magasabb, akár 200–300 kg/ha-t is elérheti egy szélesemény alkalmával. Ezen tápanyag mennyiség nagyrésze több száz m, de akár kilométeres távolságokra is távozhat a területről. Görgetve szállítódó talajjal mozgó tápanyagáthalmozás mértéke (mintatartó tálca után kiülepedő talajminta) becsléseink szerint jóval kisebb: káliumot, foszfort, nitrogént nézve kevesebb, mint 1 kg/ha nagyságrendű. Humusz esetében is alig éri el az 1–2 kg/ha értéket.

Az általunk végzett labor szélszatornás vizsgálatok eredményei becslésnek tekinthetők, hiszen vizsgálatunk során növénymaradvány-mentes, szitált és légszáraz talajanyaggal dolgoztunk.

12.

Magyarország Dél-alföldi csernozjom talajú területeit in situ körülmények között mobil szélszatornával kvantifikáltuk a különböző szélesemények által okozott talajvesztés mértékét, a feltalaj agronómiai szerkezetében bekövetkező változásokat, valamint az ezzel együtt járó humusz- és tápanyag-áthalmozás nagyságrendjét.

A Dél-alföldi csernozjom talajokon egyszeri erozív szélesemény hatására az átlagos talajelmozdulás 1,0–3,4 t/ha között alakult. A szerkezetesebb talajú területen (pl. Apátfalva) kisebb talajáthalmozás jellemző 0,9–1,1 t/ha közötti értékekkel, míg a dominánsan kisebb szerkezeti elemeket tartalmazó területen (pl. Szeged mellett) szélsébségtől függően 1,4–15,7 t/ha között, átlagosan 3,4 t/ha körül alakul ez az érték.

A talajfelszín aggregátum összetételében – a laborkísérlethez hasonlóan – az 1 mm-nél nagyobb átmérőjű szerkezeti elemek aránya 5–10% közötti mértékben nőtt a szélesemény előtti talajfelszín szerkezeti állapotához képest, tehát már egyes szélesemények hatásaként is tetten érhető a talajfelszínen a durvább frakció dúsulása.

13.

A szél által felkapott lebegtetve szállított legfinomabb szemcsék humusztartalma nagyobb, mint a talaj felszínén görgetett talajszemcséké, a különböző magasságokban csapdázott szediment esetében a humusztartalom a magassággal nő. A szediment csapdák talajanyagának humusztartalma 0,6–1,0%-kal magasabbnak adódott, mint az eredeti talajfelszínen mért érték. A lebegtetve szállított szedimentet csapdázó fogók tartalmazták a legmagasabb humusztartalmú anyagot, itt tapasztaltuk a legmagasabb feldúsulási faktorokat is: a 35 cm felett elmozduló talajanyag humusztartalma ez alapján mintegy 20%-kal haladja meg az eredeti feltalajban mértéket. A defláció okozta humuszáthalmozódás mértéke az egyes szélesemények alkalmával a csernozjomokon jellemzően 55–69 kg/ha között alakul.

A talaj makro-elemei (P, K) nem, vagy csak ki mértékű feldúsulást mutatnak a szélerózióval mozgatott talajfrakcióban, a feldúsulási faktoruk 0,9 és 1,2 között változott. A fújtási kísérletek során átlagosan mintegy 0,1–0,8 g/m² P és 1,6–13,9 g/m² K elmozdulását regisztráltuk (1. táblázat). Eredményeink egybecsengenek *Sterk és Raats* (1996) és más kutatók terepi, természetes széleseményeken alapuló mérési eredményeivel.

		Kritikus különb- sebség (m/s)	Áthalmazódó talajmennyiség (átlag) (g/m)	Koncentráció a csapdázott szedimentben	FF	Összes humusz/elem áthalmazódás (g/m)
Szeged	H%	6,5-9,0	343,2	2,7	1,1	6,9
	P ppm			2268	1,2	0,78
	K ppm			40801	1,05	13,9
Apátfalva	H%	13	115,1	4,8	1,07	5,5
	P ppm			884	0,98	0,11
	K ppm			16344	1,08	1,61

1. táblázat Az elmozduló talajanyag, a feldúsulási faktorok, valamint az elmozduló humusz és elemtartalom mennyiségének összevetése az apátfalvi és szegedi réti csernozjomon végzett kísérletekre vonatkozóan

14.

Az ugyanazon terület talaján végzett laboratóriumi és terepi szélsátrna kísérletek eredményeit összevetve megállapítható, hogy a laboratóriumi szélsátrna vizsgálatok a szerkezetes talajok esetében – köszönhetően a szokásos minta előkészítési gyakorlatnak – túlbecsülnek. A nagyobb mennyiségű talaj- és tápanyag-áthalmazást a talaj bolygatása (szállítási), szárítási, a 2 mm-es szitán történő ártengedés, valamint a kis területű fújtási felszín okozza. Az ugyanazon parcelláról (Apátfalva) származó réti csernozjom talaj indítósebség értéke 8,0 m/s-nak adódott laboratóriumban, míg 13,0 m/s volt in situ körülmények között. A talajelmozdulás mértéke a 14–15 m/s-os sebségtartományt tekintve két nagyságrendnyi különbséget eredményezett, míg a laboratóriumi szélsátrnában 200 t/ha talajelmozdulást prognosztizáltunk, addig a terepen ez csupán 1,1 t/ha értéknek adódott. Természetesen ezen különbségekből adódóan a tápanyag áthalmazódási mértékében is jelentkezik az 1–2 nagyságrendbeli különbségek.

Ugyanakkor a laboratóriumi szélsátrna kísérletek nagy előnye, hogy az ott végzett kísérletek körülményei standartizálhatók, pl. a homogenizált, légszáraz állapotba hozott talajok egységes nedvesség tartalma nem okoz a különböző időpontban végzett mérések eredményeiben eltérést. A szerkezetes talajok deflációs érzékenységeinek vizsgálatához, a természetes szélesemények hatásait mind pontosabban közelítő adatok nyeréséhez azonban szükséges az eredeti, bolygatatlan felszínen terepi szélsátrna vizsgálatok elvégzése, még akkor is, ha a terepi körülmények magukban hordozzák egyes kísérleti körülmények – a laboratóriumi szélsátrna kísérletekhez képest – nagyobb tér- és időbeli változékonyságát. A terepi kísérletek során ezen kiindulási paraméterekkel együtt értékelve a kapott eredményeket, a természetes szélesemények hatásaihoz (*Sterk, Raats 1996; Bielders et al. 2002*) jól közelítő adatokat szolgáltatnak.

15.

Az ugyanazon genetikai típusba (réti csernozjom) tartozó és egyező mechanikai összetételű talajok esetén az aggregátum összetételben, valamint a CaCO_3 és humusztartalomban megfigyelhető eltérések hatására jelentős különbségek tapasztalhatók a defláció érzékenysége, a küszöbsebesség, a szediment szállítás módja és a humusz- és elemáthalmozás mértéke között. A Szegedtől É-ra eső csernozjom mintaterület talaja defláció érzékenyebb, itt 6,5–9,0 m/s közötti indítósebesség értékeket mértünk, míg Apátfalván 13,0 m/s volt az indítósebesség értéke. Az apátfalvi terület talajának magasabb karbonát és humusztartalma, valamint a szerkezeti összetételében mért magasabb morzsa arány a küszöbsebességi érték növelésének irányába hat. A feltalajban a 0,5 mm-nél kisebb szemcsék magasabb aránya következtében nem csak kisebb indító sebesség értékeket, hanem nagyobb áthalmozódó talajmennyiséget, valamint ezzel együtt nagyobb mennyiségű humusz- és foszfor elmozdulást mértünk az egységesen 10-10 perces fújatási kísérleteink alkalmával a szegedi mintaterületen. Különbség figyelhető meg továbbá az elszállítás módjában is: míg a kisebb szerkezeti elemekkel jellemezhető szegedi csernozjom területen a 13–15 m/s-os szélesemények során a talajanyag áthalmozódása ~2%-ban görgetve történik, ~51%-a szaltálva és mintegy 47%-a szaltálva és lebegtetve távozik a területről, addig az apátfalvi szerkezetesebb talajú területen a talajelmozdulás döntő többségét a görgetve szállított talajanyag teszi ki. A területről szaltálva, ill. lebegtetve távozó frakció mennyisége a teljes talajmozgáshoz viszonyítva csupán 10,7–17,4% között változik. Megállapítható tehát, hogy egyazon talajtípusba eső, s azonos textúrájú talajok esetében a talajszerkezet állapota, valamint a talaj CaCO_3 - és humusztartalma meghatározó elemek a küszöbsebesség és a deflációveszélyesség mértéke szempontjából.

V. ÖSSZEGZÉS

A csernozjom területeket érintő mikro- és mezoléptékű humusz- és elemátrendeződési vizsgálataink eredményeként értékelhetővé vált az egy-egy csapadék- vagy szélesemény hatására bekövetkező talajdegradáció nagyságrendje, valamint a humusz- és tápanyagvesztesség mértéke. A lejtőprofil és parcella szinten kapott eredményeket leginkább a humusz- és tápanyag elmozdulás törvényszerűségeinek feltárásában lehet hasznosítani, míg a vízgyűjtő szintű megállapítások jól alkalmazhatók a precíziós mezőgazdasági gyakorlat, valamint a felszíni vizek védelmében tett lépések megtervezésében. A felszíni vizeket érő mezőgazdasági eredetű diffúz szennyezések kontrolja, vagy a településeinket érő szálló por terhelés eredetének felmérése igen összetett feladat. Míg a pontforrások kibocsátási határértékekkel, illetve ún. „end of pipe” típusú beavatkozásokkal visszaszoríthatók, a diffúz emissziók esetében a szabályozás nagyobb léptékű megközelítést igényel. Az emissziók, vagyis a mezőgazdasági parcellák felől a felszíni vizeket, vagy éppen településeinek érő hatások mérséklése alapvetően a területhasználát, a gazdálkodási gyakorlat, illetve az erózió, s a defláció szabályozásán alapul. A „Best Management Practices” (BMPs) olyan kiválasztott eszközök csoportját jelenti, melyeket a talajdegradációval érintett területeken a víz- és széléróziót minimalizálva, a környezetet terhelő kibocsátási tevékenységek előtt, alatt és/vagy

után alkalmazva csökkenthetik, vagy megszüntethetik a szennyezőanyagok kijutását a diffúz forrásokból. Ezen mezőgazdasági eredetű diffúz terhelések azonban csak akkor számszerűsíthetők, ha a víz és a szél, ill. az általuk közvetített por- és szennyezőanyagterhelés nagyságrendjét és térbeli mozgását is nyomon követjük. A terhelés modellezés irodalma ezen ismeretek hiányát a „hiányzó kapcsolat problémájának” nevezte el. A vízgöyjtők kezelésében, a felszíni vizek állapotának tervezésében, a mezőgazdasági eredetű diffúz terhelések számszerűsítésében e hiányzó kapcsolat pótlásának fontos láncszemét jelenthetik a parcella és vízgöyjtő léptékű víz- és széléróziós, valamint az ehhez köthető tápanyag és szennyezőanyag áthalmozódással kapcsolatos vizsgálataink eredményei.

VI. A DOLGOZAT TÉMAKÖRÉBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK

VI.1. FOLYÓIRAT CIKKEK, KÖNYVRÉSZLETEK

- Farsang A., Szatmári J., Barta K., Bartus M., Nádasi J. 2015: Mezőgazdasági területek felporzás okozta potenciális környezet-egészségügyi hatásai. In: Rakonczai J. et al. (szerk.) Tovább egy zöldebb úton. Szeged: SZTE TTIK FFT, 90-96.
- Szatmári G., Barta K., Farsang A., Pásztor L. 2015: Testing a sequential stochastic simulation method based on regression kriging in a catchment area in Southern Hungary. *GEOLOGIA CROATICA* 68:(3) 273-283.
- Szolnoki Zs., Farsang A. 2015: Nehézfémek eredetének elkülönítése városi kerti talajokban, Szeged példáján. *AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN* 64:(1) pp. 123-138.
- Blanka V., D. Dragan, Farsang A., Fiala K., J. Mladen, Kiss T., Ladányi Zs., Pálfi I., P. Dragoslav 2014: Klíma és környezet. In: Blanka V., Ladányi Zs. (szerk.) Aszály és vízgazdálkodás a Dél-Alföldön és a Vajdaságban. Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. 20-46.
- Farsang A. 2014: A klímaváltozás okozta szárazodás potenciális talajtani hatásai. In: Blanka Viktória, Ladányi Zsuzsanna (szerk.) Aszály és vízgazdálkodás a Dél-Alföldön és a Vajdaságban. Szegedi Tudományegyetem TFGT, 2014. pp. 117-141.
- Farsang A., R. Duttmann, M. Bartus, J. Szatmári, K. Barta, G. Bozsó 2013: Estimation of soil material transportation by wind based on in situ wind tunnel experiments. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL GEOGRAPHY* 6:(3-4) pp. 13-20.
- Bartus M., Farsang A., Szatmári J., Barta K. 2013: Szélérózió becslése és modell alapú területhasználat optimalizáció a defláció veszélyeztetettség csökkentése érdekében, dél-alföldi mintaterületen. *TALAJVÉDELEM* pp. 57-66.
- Szolnoki Zs., A Farsang, I Puskás 2013: Cumulative impacts of human activities on urban garden soils: Origin and accumulation of metals. *ENVIRONMENTAL POLLUTION* 177: pp. 106-115.
- Farsang A., Bartus M., Barta K., Szatmári J. 2013: Csernozjom talajok in situ széléróziós vizsgálata terepi szélcsatornával. *TALAJVÉDELEM* pp. 159-169.
- Gál N., Farsang, A. 2013: Weather extremities and soil processes: Impact of excess water on soil structure in the Southern Great Hungarian Plain. In: Lóczy Dénes (szerk.)

- Geomorphological Impacts of Extreme Weather: Case Studies from Central and Eastern Europe. 373 p. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 2013. pp. 313-325.
- Szolnoki Zs., A. Farsang 2013: Evaluation of Metal Mobility and Bioaccessibility in Soils of Urban Vegetable Gardens Using Sequential Extraction. *WATER, AIR AND SOIL POLLUTION* 224:(10) Paper 1737.
- Farsang A., G. Kitka, K. Barta, I. Puskás 2012: Estimating element transport rates on sloping agricultural land at catchment scale (Velence Mts., NW Hungary) *CARPATHIAN JOURNAL OF EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES* 7:(4) pp. 15-26.
- Farsang A., Mucsi L., Keveiné Bárány I. (szerk.) 2012: Táj - érték, lépték, változás. Szeged, GeoLitera, 221 p.
- Puskás I., Gál N., Farsang A. 2012: Impact of weather extremities (Excess water, drought) caused by climate change on soils in Hungarian Great Plain (SE Hungary). In: J. Rakonczai, Zs. Ladányi (szerk.) Review of climate change research program at the University of Szeged (2010-2012) 128 p. SZTE TTK FFT, 2012. pp. 73-84.
- Puskás I., Farsang A. 2012: A klímaváltozás okozta szárazodás talajtani hatásai dél-alföldi humuszos homok és csernozjom talajokon. In: Rakonczai J., Ladányi Zs., Pál-Molnár E. (szerk.) Sokarcú klímaváltozás. 159 p. Szeged: GeoLitera, pp. 63-77.
- Borcsik Z., Farsang A., Barta K., Kitka G. 2011: Humuszanyagok mennyiségi és minőségi erőforrásának mérése a Tolna megyei Szálka település melletti vízgyűjtőn. *TALAJVÉDELEM* pp. 127-137.
- Farsang A., Barta K., Bartus M., Négyesi G., Szatmári J. 2011: Szélsőséges időjárási jelenségek egyik lehetséges talajtani következménye az Alföldön: defláció okozta tápanyag veszteség becslése csernozjom talajainkon. In: Rakonczai J. (szerk.) Környezeti változások és az Alföld. 396 p. Békéscsaba: Nagyalföld Alapítvány, pp. 271-283.
- Farsang A., Szatmári J., Négyesi G., Bartus M., Barta K. 2011: Csernozjom talajok szélerózió okozta tápanyag-áthalmazódásának becslése szélcsatorna-kísérletekkel. *AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN* 60:(1) pp. 87-102.
- Farsang A., Kitka G., Barta K. 2011: Mezőgazdaságilag hasznosított kisvízgyűjtők talajerózióhoz kötődő elemdinamikája. *TALAJVÉDELEM* pp. 339-349.
- Kitka G., Farsang A. 2011: Az Erosion 3D modell magyarországi adaptálása és alkalmazhatóságának vizsgálata kisvízgyűjtők tájhasználati tervezésében. In: Unger J., Pál-Molnár E. (szerk.) Geoszféra 2010. 392 p. Szeged: GeoLitera, pp. 263-306.
- Kitka G., Farsang A., Barta K. 2009: A jelen talajeróziós folyamatok sebességének vizsgálata korábbi területhasználati szcenáriók tükrében: esettanulmány egy mezőgazdasági hasznosítás alatt álló kisvízgyűjtőn. In: Kiss T., Mezősi G. (szerk.) Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. 204 p. Szegedi Egyetemi Kiadó, Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, (Földrajzi Tanulmányok 2.) pp. 97-109.
- Farsang A., Puskás I. 2009: A talajok sajátosságai a városi ökoszisztémában – Szeged talajainak átfogó elemzése. *FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK* 133:(4) pp. 397-409.
- Puskás I., A. Farsang 2009: Diagnostic indicators for characterising urban soil of Szeged, Hungary. *GEODERMA* 148:(34) pp. 267-281.

- Farsang A., Puskás I., Szolnoki Zs. 2009: Human health risk assessment : a case study of heavy metal contamination of garden soils in Szeged. ACTA GEOGRAPHICA DEBRECINA LANDSCAPE AND ENVIRONMENT 3:(1) pp. 1127.
- Farsang A., Kitka G., Barta K. 2008: Tápanyag-elmozdulás modellezése a fenntartható mezőgazdaság szolgálatában. In: Csorba P., Fazekas I. (szerk.) Táj kutatás–Tájökológia. 553 p. Debrecen: Meridián Alapítvány, pp. 285-291.
- Puskás I., Prazsák I., Farsang A., Maróy P. 2008: Antropogén hatásra módosult fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságok értékelése Szeged és környéke talajaiban. AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN 57:(2) pp. 261-280.
- Farsang A., Kitka G., Barta K. 2007: Talajerózió és foszforátrendeződési folyamatok térképezése kisvízgyűjtőn. TALAJVÉDELEM pp. 171-184.
- Farsang A., Kitka G., Barta K. 2007: Influence of social-economic changes on the soil nutrient content in a subwatershed of Lake Velence. In: Kovács Csaba (szerk.) From villages to cyberspace: Falvaktól a kibertérig: Ünnepi kötet Mészáros Rezső akadémikus 65. születésnapjára. 471 p. Szeged: SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, pp. 185-198.
- Farsang A., Kitka G., Barta K. 2006: A talajerózió szerepe a talaj foszforháztartásában. In: Kiss A., Mezősi G., Sümeghy Z (szerk.) Táj, környezet és társadalom: ünnepi tanulmányok Keveiné B. I. professzor asszony tiszteletére. 788 p. SZTE, pp. 179-189.
- Kitka G., Farsang A., Barta K. 2006: Erosion modelling with E3D to serve of watershed management in the Velence Mountains: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT 108: pp. 67-68.
- Farsang A., Rácz P., Horváth D. 2005: Spatial and temporal analysis of the available nutrients of the topsoil in a pilot area: macro- and microelements as indicators of erosion. ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS ACTA GEOGRAPHICA 38: pp. 95-108.
- Horváth D., Farsang A., Barta K., Kitka G. 2005: Water supply and vegetation system of stream Cibulka. ACTA UNIVERSITATIS SZEGEDIENSIS ACTA GEOGRAPHICA 38: pp. 136-147.
- Farsang A., Barta K. 2004: A talajerózió hatása a feltalaj makro- és mikroelem tartalmára. TALAJVÉDELEM pp. 268-276.
- Farsang A. 1996: Regionale Untersuchungen von Bodenschwermetallen, Kausalstudie in Mátra. TÜBINGER GEOGRAPHISCHE STUDIEN 1996:(116) pp. 135-152.

VI.2. HOSSZÚ ELŐADÁS ÖSSZEFOGLALÓK

- Farsang A. 2014: Weather extrimities and soil processes: climate change and its impact on some Hungarian soils. In: Michaela Thiel (szerk.) Presentationen, Diskussionen zu verschiedenen Bereichen der Nachhaltigkeit. Würzburg; Németország, 2014.07.06-2014.06.13. pp. 50-53.
- Centeri Cs., Jakab G., Barta K., Farsang A., Szabó Sz., Szalai Z., Biró Zs. 2014: Dependence of soil erodibility factor on the measurements of soil particle size distribution In: Jakab

- G, Szalai Z (szerk.) Talajpusztulás térben és időben: az "Eróziós kerekasztal 2013" közleményei. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, pp. 47-53.
- Kitka G., Farsang A., Barta K. 2008: Talajeróziós scénáriók a kisvízgyűjtők tájhasználati tervezésében. In: Szabó V, Orosz Z, Nagy R, Fazekas I (szerk.) IV. Magyar Földrajzi Konferencia. 618 p. Debrecen, 2008.11.14-2008.11.15. Debreceni Egyetem, pp. 25-33.
- Farsang A., M. Tóth T. 2003: Spatial distribution of soil nutrients in a cultivated catchment area: estimation using basic soil parameters. In: 4th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems. Bologna, Olaszország, 2003.06.17-2003.06.20. pp. 154-156.
- Csató Sz., Farsang A., Barta K. 2002: Az elmúlt húsz év tájhasználati változásai és azok hatásai velencei-hegységi mintaterületen. In: Fülek Gy (szerk.) A táj változásai a Kárpát-medencében. Az épített környezet változása: IV. Tájérténeti Tudományos Konferencia. 2002. július 2-4., Gödöllő. 287 p. Környezetkimélő Agrokémiáért Alapítvány, pp. 222-228.
- Farsang A. 2001: Feltalaj makro- és mikroelem tartalmának térbeli változása a mikrodomborzattal összefüggésben. In: Galbács Z. (szerk.) Proceedings of the 8th symposium on analytical and environmental problems. MTA Szegedi Akadémiai Bizottság, pp. 122-126.

VI.3. KONFERENCIA ÖSSZEFOGLALÓK

- Bartus M., Farsang A., Szatmári J., Barta K. 2014: Talajfelszínek defláció érzékenységeinek vizsgálata egy dél - alföldi mintaterületen. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia: absztraktkötet. 94 p. Miskolc-Lillafüred, 2014.09.02-2014.09.04. Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, pp. 5-6.
- Centeri Cs., Szalai Z., Jakab G., Barta K., Farsang A., Szabó Sz. 2014: A szemcsefrakció-mérés hatása a talaj erodálhatósági tényezőre. In: Sisák I. et al. (szerk.) Talajtani Vándorgyűlés: A talajok térbeli változatossága - elméleti és gyakorlati vonatkozások. Keszthely, 2014.09.04-2014.09.06. (Pannon Egyetem Georgikon Kar) Veszprém: Pannon Egyetemi Kiadó, p. 39.
- Farsang A., Bartus M., Barta K., Lázár E. 2014: Csernozjom talajok klíma - stressz - és defláció - érzékenységeinek értékelése a szerkezeti állapot alakulásával összefüggésben. VII. Magyar Földrajzi Konferencia 94 p. Miskolc-Lillafüred, 2014.09.02-2014.09.04. pp. 4-5.
- Bartus M., Farsang A., Szatmári J., Fejes D., Puskás I. 2013: Efficiency of tree shelterbelts in wind erosion risk management: A case study in SE Hungary. JOURNAL OF EARTH SCIENCE AND CLIMATIC CHANGE 4: (Spec. Iss.) p. 65. 2nd International Conference on Earth Science & Climate Change. Las Vegas, Amerikai Egyesült Államok: 2013.07.22 -2013.07.24.
- Farsang A., Bartus M., Szatmári J., Barta K., R. Duttman 2013: In situ determination of the wind erosion caused nutrient loss on Chernozems by portable wind tunnel experiments. JOURNAL OF EARTH SCIENCE AND CLIMATIC CHANGE 4: (Spec. Iss.) p. 67.

- 2nd International Conference on Earth Science & Climate Change. Las Vegas, Amerikai Egyesült Államok: 2013.07.22 -2013.07.24.
- Bartus M., A. Farsang, J. Szatmári, K. Barta 2012: Model based optimization of wind erosion control by tree shelterbelt for suitable land management. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 14: Paper 13815-2. 1 p. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2012. Wien, Ausztria: 2012.04.22 -2012.04.27.
- Farsang A., M. Bartus, G. Négyesi, K. Barta, J. Szatmári 2012: Estimation of nutrient movement caused by wind erosion on Chernozems based on wind channel experiments. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 14: Paper 13798. 1 p. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2012. Wien, Ausztria: 2012.04.22 - 2012.04.27.
- Puskás I., A. Farsang, K. Balog 2012: Indicators for drought characterization of soils in different soil types, Hungary. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 14: Paper 13812. 1 p. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2012. Wien, Ausztria: 2012.04.22 -2012.04.27.
- Farsang A., Barta K. 2010: Macro- and micro element enrichment in the runoff transported sediment on Hungarian agricultural watersheds. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 12: Paper 4055. European Geosciences Union. Bécs, Ausztria: 2010.05.02 -2010.05.07.
- Farsang A., Kitzka G., Barta K. 2005: Modelling of soil erosion and nutrient transport to serve watershed management: case study in a subwatershed of Lake Velence in Hungary. GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 7: Paper 01921.
- Farsang A. 2001: Talajerózió hatása a talaj makro- és mikroelem forgalmára a Cibulka - patak vízgyűjtőjének példáján. In: Rakonczai J (szerk.) Földrajzi kutatások 2001: a Magyar Földrajzi Konferencia Abstract kötete. 218 p.