

A belvív–talajszerkezet visszacsatolási rendszer – esettanulmány csernozjom talajú mintaterületen

Gál Norbert, Farsang Andrea
SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék
gálnorbert@geo.u-szeged.hu

Összefoglalás

A talajt érintő, belvív okozta stressz hatások mérséklésének, megelőzésének alapvető feltétele a hatótényezők és hatásviselők képezte rendszer mechanizmusának ismerete. Kutatásunk célja a belvív kialakulását elősegítő fizikai talajtulajdonságok feltárása, illetve a belvízelöntés talajszerkezetre gyakorolt hatásának kimutatása. Ehhez mintaterületünkön 700 méteres katéna mentén gyűjtött feltalajminták, 8 fűrt talajszelvény, valamint 45 hektáros területre kiterjedő kézi penetrométeres felmérés segítségével vizsgáltuk a talajszerkezet és a belvív interakciójának a talaj agronómiai szerkezetére és tömörödésére gyakorolt hatásait. Mérési eredményeink igazolták a belvízmentes és a belvízzel érintett talajminták tulajdonságaiban mutatkozó különbségeket, melyeket a 45 hektáros területről készített tömörödöttségi térképek is alátámasztottak. Míg a belvízképződést kiváltó fő talajtani tulajdonságnak az agyagfrakció nagy aránya bizonyult, addig a tartós belvízelöntés szerkezet degradáló hatását a talajminták rögzösödésre, tömörödésre való hajlamában mutattuk ki.

Summary

Inland excess water is a compound phenomenon which causes large financial and environmental damages in agriculture. To mitigate and prevent the stress effects caused by inland excess water it is initial knowing the mechanism of the relation between causalities and influenced factors. In our research we investigated soil properties which influence the formation of inland excess water and we revealed the effects caused by water inundation on soil structure. On our 45-hectares study area, located in Békés County, South Hungary three inland excess water patches were appointed and eight soil profiles were bored along a catena fitted on the inland excess water patches. Effects of interactions between inland excess water and soil on particle size distribution, agronomical structure, carbonate- and humus content, hydraulic conductivity and salinity of soil were investigated. Furthermore, multilayer maps representing relative moisture content of soil and penetration resistance – measured with 3T System hand penetrometer– were created to detect soil compaction into a depth of 55 cm. Results prove the feedback characteristic of the inland excess water – soil system.

Bevezetés

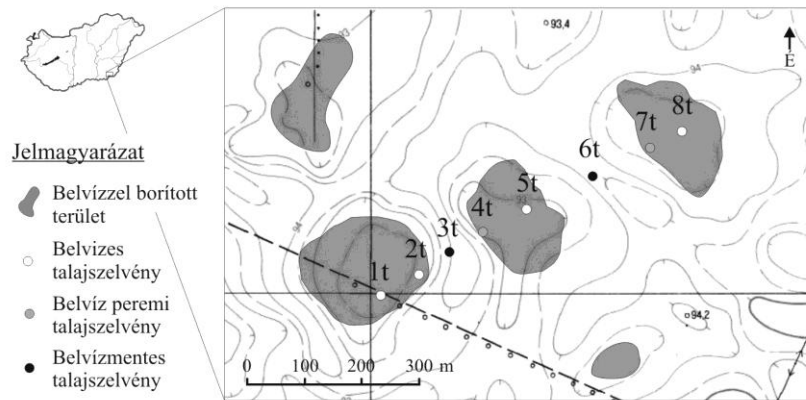
A belvízképződést befolyásoló természeti és antropogén tényezők közül az egyik legfontosabb a csapadék (SALAMIN, 1966; PÁLFAI, 2011), amelynek térbeli és időbeli eloszlása a globális klímaváltozás következtében egyre szélsőségesebbé, szeszélyesebbé vált (OMSZ, 2011). A kiugróan csapadékos évek gyakoriságának növekedésével a szélsőségesen belvizes évek gyakorisága is növekedett, ezt igazolja, hogy az utóbbi év tizedekben 1999-ben, 2000-ben, 2006-ban és 2010-ben is meghaladta a 250 ezer hektárt a belvízzel elöntött területek nagysága (VÍZÜGY, 2011; PÁLFAI, 2011).

Több kutatást végeztek a belvízelöntés és az azt kiváltó közvetlen és közvetett tényezők kapcsolatrendszerének témakörében (SALAMIN, 1966; VÁRALLAY 2005; RAKONCZAI ET AL. 2003; PÁLFAI, 2004; BOZÁN ET AL. 2008; KÖRÖSPARTI ET AL., 2009), amelyek egyetértenek abban, hogy a rendszer elemei közé a hidrometeorológia, domborzat, talajtan, földtan, talajvíz, földhasználat, műszaki tényezők tartoznak. A belvízképződés folyamatában a talaj azonban nemcsak egy meghatározó kiváltó tényező (KÖRÖSPARTI ET AL., 2009), de a belvízelöntés közvetlen hatásviselője, elszenvedője is (RAKONCZAI ET AL., 2011). Kutatásunk célja e talajtani tényező és a belvízképződés közötti ok-okozati összefüggések, a visszacsatolási mechanizmusok működési elveinek meghatározása.

Vizsgálati anyag és módszer

A mintaterület kijelölésének első lépése egy belvízgyakorisági térkép elkészítése volt: az elmúlt évtized leginkább belvizes éveiből (2000, 2006 és 2010-ből) származó Landsat TM műholdképek „isodata” osztályozásával olyan területeket határoltunk le, amelyek a vizsgált időpontok mindegyikén belvízelöntés alatt álltak. Ezek közül agrotopográfiai térkép alapján leválogattuk a jó minőségű, csernozjom talajú, potenciális mintaterületeket. Majd az ALMÁSI-féle regionális hidraulikus rezsimeket ábrázoló térkép (2001) segítségével kijelöltük azokat a lefelé történő vízmozgással jellemezhető régiókat, ahol a belvízképződés oka a nem a megemelkedett talajvíz, hanem feltételezhetően valamilyen kedvezőtlen talajtulajdonság. Így Békés megyében, Mezöhegyes és Pitvaros települések között elhelyezkedő, 45 hektáros, karbonátos réti csernozjom talajú, szántó földhasználatú mintaterületet jelöltük ki, ahol tanulmányozhatók a belvízzel érintett, valamint a belvízmentes (kontroll) terület talajtulajdonságaiban mutatkozó különbségek.

A belvízfoltokat és környezetüket egy 700 m hosszú katéna mentén mintáztuk, mely során spirálfejű fúró segítségével 8 fúrt talajszelvényt tártunk fel (1. ábra).



1. ábra A 8 vizsgált talajszelvény belvízmintázat szerinti elhelyezkedése

A szelvényekből genetikai szintenként, valamint 0–5, 10–15 és 20–25 cm mélységből bolygatott, 5–10, 20–25, 45–50 és 95–100 cm mélységből pedig háromszori ismétléssel bolygatatlan talajmintát vettünk. Laboratóriumi vizsgálat során meghatároztuk a bolygatott talajminták mechanikai összetételét, Arany-féle kötöttségi indexét, humuszmenyiségét és –minőségét, kémhatását ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$), karbonát- és összes sótartalmát (MSZ-08-0205:1978, BUZÁS, 1988). A feltalajmintákon agronómiai szerkezetvizsgálatot végeztünk száraz szítással. A mintákat nyolctagú (20–10–5–3,15–2–1–0,5–0,25 mm-es) szitasorozat rázógépen történő száraz szítással 9 aggregátum-tartományba frakcionáltuk, majd frakciók közepes átmérőjének súlyozott átlagával (KSÁ) jellemeztük a minták agronómiai szerkezetét (FILEP, 1999). Továbbá meghatároztuk a 100 cm^3 térfogatú bolygatatlan talajminták térfogattömegét és Eijkelkamp-féle átszivárgásmérőn a hidraulikus vezetőképességét.

A 45 hektáros mintaterület 117, belvízmintázat alapján meghatározott pontjában 3T System kézi penetrométerrel vizsgáltuk a talaj tömörödését. Háromszoros ismétléssel, cm-es felbontásban, 55 cm mélységig mértük a talaj szabadföldi vízkapacitás ($2,5 \text{ pF}$) térfogatszázalékában kifejezett nedvességtartalmát, valamint a penetrométer szondájának behatolási ellenállását. Az így kapott, 21060 adatpárból álló adathalmazból manuálisan eltávolítottuk a háromszori mérés alapján a 2 mérési profiltól eltérő értékeket, majd 5 cm-enként átlagoltuk az egy mérési ponthoz tartozó relatív nedvességtartalom és penetrációs ellenállás értékeket. Az 1–5 cm mélységre vonatkozó adatokat elhagytuk a felszíni effektus miatt (ROHANI ÉS BALADI, 1981; SZÖLLŐSI, 2003).

A mért adatokból Golden Softver Surfer 8 program segítségével kriegelésen alapuló interpolációs eljárással térképeket készítettünk, hogy megvizsgáljuk a 6–10, a 16–20, a 26–30 és a 36–40 cm-es talajmélység nedvességi állapotát és tömörödöttségi viszonyait.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

Katéna menti vizsgálatok

A 8 fűrt talajszelvényt csoportosítottuk elhelyezkedésük szerint belvízzel érintett (1-es, 2-es, 5-ös, 8-as szelvény), belvíz peremi (4-es, 7-es szelvény) és belvízmentes (3-as, 6-os szelvény) kategóriákba. Az egyes kategóriákba tartozó szelvények genetikai szintjeiből vett minták laboratóriumi vizsgálati eredményeinek főbb statisztikai mutatóit az 1. táblázat tartalmazza. A belvizes és belvízmentes minták humusztartalma közötti átlagos 0,5%-nyi különbség elhanyagolhatónak tekinthető, amely arra utal, hogy a mintaterületen a belvízelöntés okaként, illetve következményeként a szervesanyag-tartalomban rejlő különbségek nem jelölhetők meg. A kémhatás pH értékeiben sem mutatkoznak számottevő különbségek. A belvízzel borított terület szelvényein belül a karbonát-tartalom átlaga (12,2%) kisebb, mint a belvízperemi (13,5%) és belvízmentes (17,2%) szelvények esetében (közel azonos szórás értékek mellett), amely a belvízzel borított időszakban erőteljesebbé váló lefelé irányuló anyagmozgás, kilúgozódás eredménye.

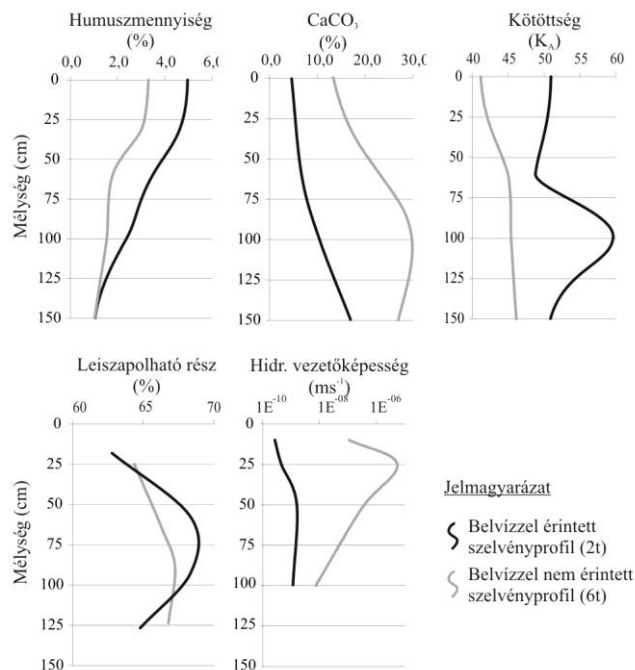
1. táblázat A 8 szelvény genetikai szintjeiben mért talajtani paraméterek belvízmintázat szerint összevont statisztikai értékei

Belvíz-mintázat	Statisztikai mutató	Humusz-tartalom (%)	pH (H ₂ O)	CaCO ₃ (%)	K _A	Összes só-tartalom (%)
Belvizes (n=18)	Átlag	2,76	8,31	12,2	49,4	0,08
	Minimum	0,80	8	5,4	44	0,05
	Maximum	4,80	8,62	23,5	60	0,13
	Szórás	1,18	0,15	5,15	3,17	0,01
Belvízperemi (n=8)	Átlag	2,77	8,15	13,5	47,4	0,06
	Minimum	1,00	7,96	7,0	45	0,03
	Maximum	4,10	8,49	20,9	51	0,11
	Szórás	0,95	0,18	5,67	1,72	0,01
Belvízmentes (n=9)	Átlag	2,25	8,35	17,2	45,8	0,04
	Minimum	0,80	7,92	6,3	41	0,03
	Maximum	4,70	8,72	29,7	50	0,06
	Szórás	1,16	0,31	5,06	2,82	0,01

Az Arany-féle kötöttségi index belvízzel elöntött területen 44 és 60 közötti értékei agyagos vályog – nehéz agyag textúrát jelölnek, míg a belvízmentes szelvényeken belüli 41-es minimum és 50-es maximum értékek agyagos vályog

– agyag fizikai féleséget. Mivel a textúra a szemcseméret-eloszlás függvénye, amely a talaj esetében hosszú időn keresztül alig változik, így a magasabb K_A értékek a belvz kialakulását elősegítő talajtulajdonságként kezelendők, nem pedig annak következményeként. A talajminták összes sótartalmának 0,03–0,13% közötti értékei alacsony – közepesen kicsi sótartalmat jelölnek (TERBE, 1993), így a sótartalomban mutatkozó különbségek nem indikálják a vízborítás hatását.

A mért talajtulajdonságok eredménye alapján egyértelműen megmutatkozott a 2t (belvízzel előntött) és 6t (belvízmentes) szelvény eltérő jellege. Így a továbbiakban e két szelvény talajmintáin végzett vizsgálatok részletes eredményeit közöljük (2. ábra).

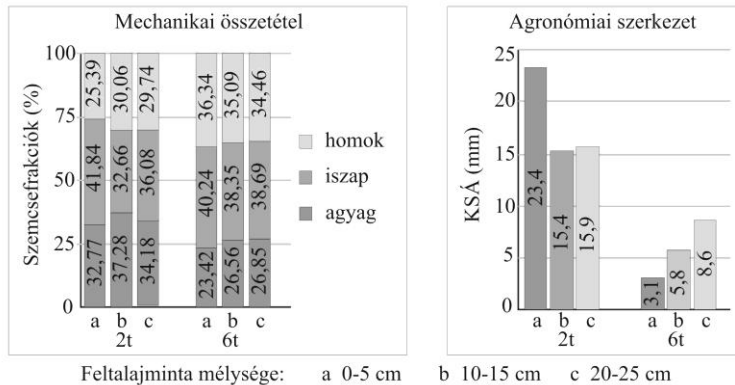


2. ábra Egy belvízzel érintett (2t) és egy belvízmentes (6t) talajszelvény paramétereinek vertikális változása

Ugyan a 2t belvízzel érintett talajszelvény esetében magasabb a humusztartalom, a humuszminőséget jelző stabilitási koefficiens egy nagyságrenddel kisebb a 6t belvízmentes szelvényénél (2t – 0,63; 6t– 1,08). A kisebb humuszstabilitási koefficiens oka az időszakos belvízborítottság okozta levegőtlen, nedves környezet humifikációt gátló hatása. Az Arany-féle kötöttségi index vertikális változása a belvízzel érintett szelvényben rapszodikusabb, értékei a nehézaggyag fizikai féleség felé közelítenek 100 cm mélységben. A belvízképződés okaként említhető az alacsony hidraulikus

vezetőképesség is, amely a belvizes talajszelvényben 3 nagyságrenddel kisebb, mint a kontrollszelvényként szolgáló, nem belvizes mintáknál.

A 2t és 6t jelzésű talajszelvények 3 mélységből vett feltalajmintáinak szemeloszlását és agronómiai szerkezetét az 3. ábra szemlélteti.



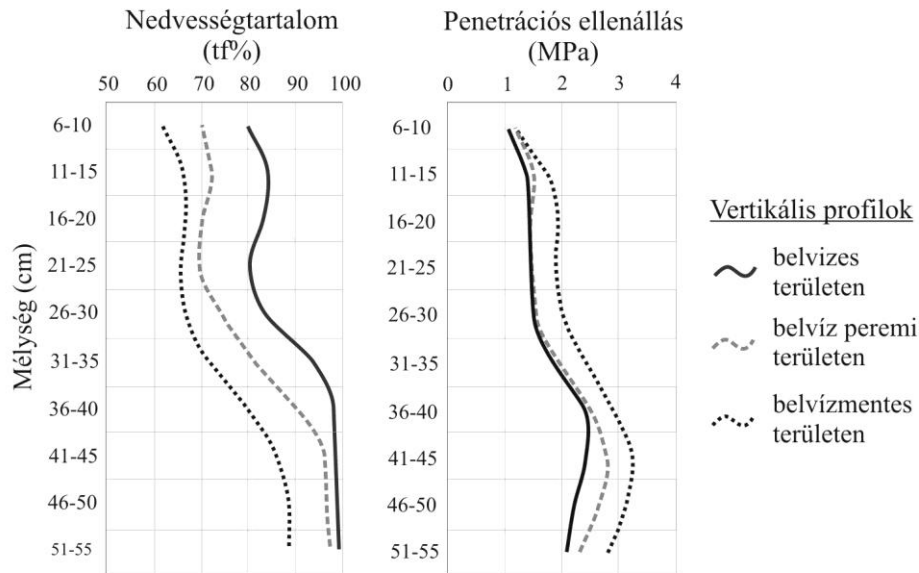
3. ábra A 2t és 6t jelzésű szelvények feltalajmintáinak mechanikai eloszlása és az agronómiai szerkezetet kifejező KSÁ értékei

Mechanikai eloszlás tekintetében a belvizes szelvényből származó feltalajminták esetében az agyagtartalom dominál (32,77–37,28%) a homokfrakcióval szemben (25,39–30,06%). Ugyanezen értékek a kontrollszelvény esetében 23,42–26,85%, valamint 34,46–36,34% között mozogtak. A 2t szelvény feltalajmintáinak a kontrollszelvény feltalajmintáihoz viszonyított egy nagyságrenddel nagyobb agronómiai szerkezetet kifejező KSÁ értékei pedig rögösödéssre, cserepesedésre utaltak. A két szelvény különbözik a feltalajminták agronómiai szerkezetének mélységgel történő változása tekintetében is. Míg a 2t szelvény feltalajmintáinak aggregátumainak KSÁ értéke a mélységgel haladva csökken, addig a 6t szelvénynél ellentétes irányú a változás. Ennek oka, hogy míg a belvizes minták rögösödnek a nedvesség hatására, addig a kontroll szelvény felső rétegét inkább a porosodás folyamata jellemzi. A rögösödés, cserepesedés, illetve porosodás intenzitása pedig csökken a mélységgel.

3T System penetrométerrel végzett talajtömöröttség vizsgálat

A 117 penetrométeres mérési helyet csoportosítottuk belvizes (n=40), belvízperemi (n=25), illetve nem belvizes (n=52) pontkategóriákba.

Nedvességtartalmat tekintve átlagosan 17tf%-nyi különbséget mértünk a belvizes és belvízmentes mintázási pontok vertikális profiljánál (4. ábra).



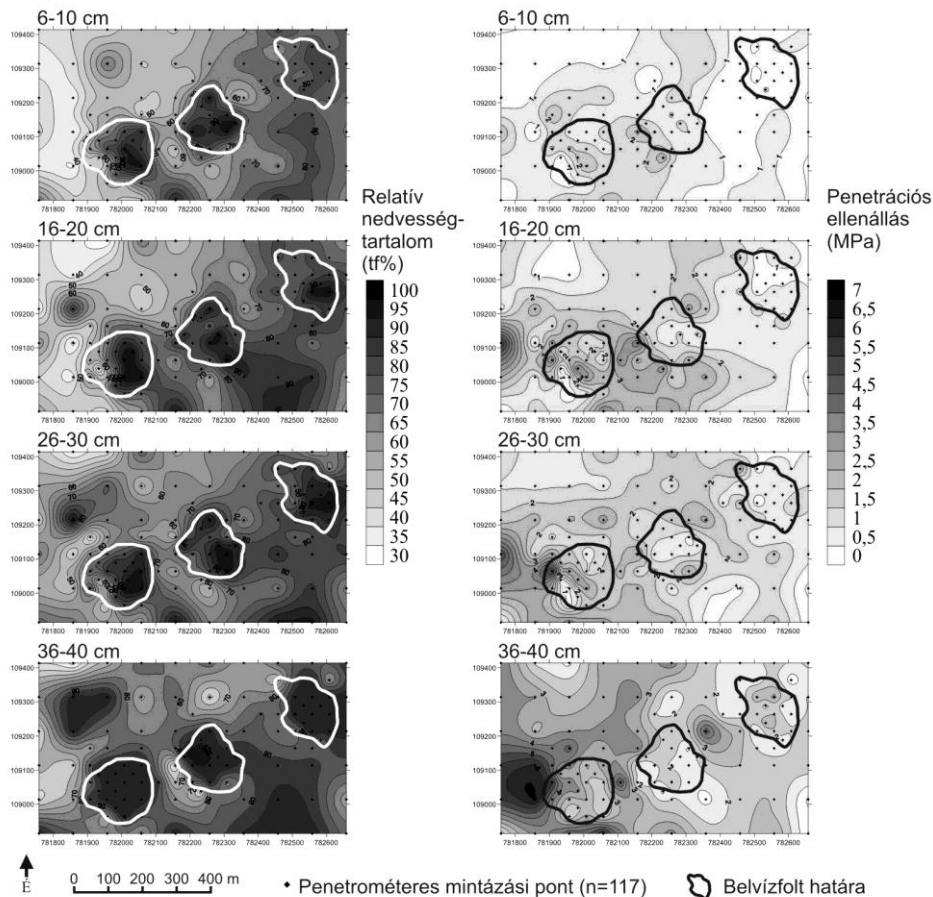
4. ábra. A belvízelöntés szerint csoportosított mintavételi helyek nedvességtartalmának és behatolási ellenállásának átlag értékei a mélység függvényében

Penetrációs ellenállás tekintetében is mérhető különbség a belvizes és kontroll pontok között: szelvény mentén átlagosan 0,2 MPa-lal kisebb a belvizes pontok behatolási ellenállása. A penetrációs ellenállás görbéi két mélységben mutatnak nagyobb értékeket: 16–20 cm (társcsatalp), valamint 36–45 cm mélységben (eketalp-réteg). A behatolási ellenállás maximum értékei mind a belvizes, mind a belvízmentes pontoknál elérik a 2,5, illetve 3,0 MPa ellenállást (BIRKÁS, 2006), így tömörödést mutatnak.

A penetrométerrel 117 mintavételi pontban mért relatív nedvességtartalom és penetrációs ellenállás értékek kriegelésen alapuló interpolációjával 6–10, a 16–20, a 26–30 és a 36–40 cm mélységekben készítettünk térképeket (5. ábra).

A 6–40 cm közötti mélységről készült, relatív nedvességtartalom térképek nagyobb nedvességtartalmú területei egybe estek az általunk korábban távérzékeléses módszerekkel kijelölt belvízfoltokkal. Mivel 40 cm-nél nagyobb mélységben a talaj már mindenhol elérte a szabadföldi vízkapacitás állapotát, onnantól kezdve a penetrométer már alig differenciálta a nedvességtartalmat (99%-ot jelzett), így nem különböztette meg a belvizes és belvízmentes területeket.

A tömörödést jelző penetrációs ellenállás értékek belvizes területek esetében 6–10, valamint 16–20 cm mélységben nagyobbak a környező, nem belvizes területekhez viszonyítva. Tehát a nem belvizes és belvizes területek közötti tömörödésben mutatkozó különbségei itt ábrázolhatók. A teljes mintaterületre vonatkoztatva a penetrációs ellenállás értékek 36–40 cm mélységben érik el a maximumot, amely mélység eketalp-réteget jelöl. A belvízfoltok pereménél mért nagyobb ellenállás értékek feltételezett oka, hogy az időszakos vízborítás miatt a munkagépek a belvízfoltokat kerülgetni kényszerültek, így a belvízfoltok közelében lévő nagyobb talajnedvesség tartalom következtében a járművek nagyobb tömörítő hatást gyakoroltak a talajra.



5. ábra. 3T System penetrométerrel mért relatív nedvességtartalom ($v_{k,sz}$ tf%) és penetrációs ellenállás (MPa) térképek

Összegzés

A belvízzel borított területek talajai mind fizikai, mind kémiai tulajdonságaiban eltérnek az azonos genetikai talajtípusú, ám belvívmentes talajoktól. A belvízképződést kiváltó legfőbb talajtani tényezőnek a mechanikai összetétel nagy agyagtartalma, az agyagos textúra, a magas Arany-féle kötöttségi szám és az alacsony hidraulikus vezetőképesség bizonyult. A belvízborítottság elsősorban a talaj karbonát-tartalmának kilúgozását, valamint az agronómiai szerkezetének a rögzösödés irányába történő változását okozta. A 45 hektáros mintaterületen penetrométerrel végzett első talajtömörödöttségi vizsgálat eredményei kimutatták, hogy miként a belvízzel borított, úgy a belvívmentes terület talaja is tömörödött 35–45 cm-es eketalp mélységben. A továbbiakban ugyanezen a területen a talaj más nedvességi állapotában megismételt penetrométeres vizsgálattal – az előző mérési eredményeket felhasználva – aktuális nedvességtartalomtól független tömörödöttségi térképek elkészítését tervezzük.

Köszönetnyilvánítás

A TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 azonosító számú, „Kutatóegyetemi Kiválósági Központ létrehozása a Szegedi Tudományegyetem” című projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- ALMÁSI I., 2001. Petroleum Hydrogeology of the Great Hungarian Plain, Eastern Pannonian Basin, Hungary. Ph.D Dissertation, University of Alberta, Edmonton, Canada
- BIRKÁS M., 2006. Környezetkímélő alkalmazkodó talajművelés, Akaprint Nyomdaipari Kft. Budapest. 367 p.
- BOZÁN Cs., BAKACSI Zs., SZABÓ J., PÁSZTOR L., PÁLFAI I., KÖRÖSPARTI J., TAMÁS J., 2008. A belvív-veszélyeztetettség talajtani összefüggései a Békés-Csanádi löszháton. Talajtani Vándorgyűlés, 2008. május 28-29., Nyíregyháza. pp. 43–52.
- BUZÁS I., 1990. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv I. A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata. INDA 4231 Kiadó, Budapest. 358 p.
- FILEP Gy., 1999. A talaj fizikai tulajdonságai. – In: Stefanovits, P. (szerk.): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 131–190.
- KÖRÖSPARTI J., BOZÁN Cs., PÁSZTOR L., KOZÁK P., KUTI L., PÁLFAI I., 2009. GIS alapú belvív-veszélyeztetettség térképezés a Dél-Alföldön, magyar Hidrológiai Társaság, XXVII Országos Vándorgyűlés, Baja, 2009. 07. 1–3.

- http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/27/dolgozatok/04korosparti_janos.htm
[2012. 08. 24.]
- MSZ-08-0205:1978: A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata, Magyar Szabványügyi Testület, Budapest
- OMSZ, 2011. Magyarország éghajlatának néhány jellemzője 1901-től napjainkig. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest
- PÁLFAI I., 2011. A csapadékviszonyok szerepe a belvízképződésben, Magyar Hidrológiai Társaság, XXIX. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉS konferencia-kiadvány, Eger, 2011. 07. 6–8.
http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/29/dolgozatok/palfai_imre.html
[2012.08.28.]
- RAKONCZAI J., FARSANG A., MEZŐSI G., GÁL N., 2011. A belvízképződés elméleti háttere. Földrajzi közlemények, 2011. 135. 4. pp. 339–349.
- RAKONCZAI J., CSATÓ Sz., MUCSI L., KOVÁCS F., SZATMÁRI J., 2003. Az 1999. és 2000. évi alföldi belvív-elöntések kiértékelésének gyakorlati tapasztalatai. Vízügyi Közlemények 1998–2001. évi árvízi külön füzetek IV., pp.317–336.
- ROHANI, B., BALADI, G.Y., 1981. Correlation of mobility cone index with fundamental engineering properties of soil. I. Proc. 7Th Int. Conf. Int. Soc. Terrain-Vehicle Systems. Vol. 3., Calgary. pp. 959–990.
- SALAMIN P., 1966. Vízrendezések. A Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa, M. 166., Tankönyvkiadó, Budapest.
- SZŐLLŐSI I., 2003. Talajok tömörödöttségi állapotának jellemzése penetrométeres vizsgálatokkal, Doktori (Ph.D) értekezés, Debrecen, 157 p.
- TERBE I., 1993. Talajművelés, trágyázás. In: Túri I. (szerk.): Zöldségajtatás. Mezőgazda Kiadó. Budapest
- VÁRALLYAY Gy., 2005. A talaj vízgazdálkodása és a környezet. – In: Németh T. (szerk.): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. – MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest. pp. 15–30.
- VÍZÜGY, 2011. Tájékoztató a 2010-2011 évi belvízi helyzetről
<http://www.vizugy.hu/print.php?webdokumentumid=280> [2012.09.06.]