

## 3D textúra adatbázis létrehozása indikátor-krigeléssel, talajtani és agrogeológiai adatbázisok egységesítésével

*Compilation of 3D soil texture dataset applying indicator kriging method, integrating soil- and agrogeological databases*

Bakacsi Zsófia, Pásztor László, Szabó József, Kuti László, Laborczi Annamária

### INFO

Received 14 Nov. 2011

Accepted 20 Feb. 2012

Available on-line 15 Jun. 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

#### Kulcsszavak:

soil physical properties

hydrological modelling,

indicator kriging

### ABSTRACT

In the frame of the WateRisk Project (2009-2011) hydrological model has been developed for flood risk analysis, demanding the spatial distribution of soil physical properties. 3D, regional scale, spatial datasets were elaborated for pilots, based on the thematic harmonization, horizontal and vertical fitting and interpolation of soil physical parameters originating from two different databases. The profile dataset of the Digital Kreybig Soil Information System is owned by the Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry; the Shallow Boring Database is managed by the Hungarian Geological Institute. The resultant databases describe the physical properties by texture classes of each of the soil layers (10 cm steps till 1 m depth) and geological formations (50 cm steps below 1 m) down to the ground water table depth.

### INFO

Beérkezés 2011. Nov. 14.

Elfogadás 2012. Feb. 20.

On-line elérés 2012. Jún. 15.

Felelős szerkesztő: Rajkai K

#### Kulcsszavak:

fizikai talaj tulajdonságok

hidrológiai modellezés

indikátor krigeles

### ÖSSZEFOGLALÓ

A WateRisk project (2009-2011) keretében fejlesztés alatt álló, az árvízi kockázat elemzéséhez használt hidrológiai modell működtetéséhez szükséges a talajfizikai tulajdonságok térbeli eloszlásának részletes leírása. A mintaterületekre a TAKI Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszere (DKTIR) és a MÁFI Sekélyfúrás Adatbázis adatainak tematikus harmonizációjával, térbeli illesztésével és kiterjesztésével létrehoztunk egy szabályos, 1 ha-os rácsot reprezentáló, a felszínközeli 10 cm-es, 1 méter alatt 50 cm-es rétegekre bontott, 3D textúra adatbázist. A hozzátartozó attribútum tábla tartalmazza az egyes rácselemek egyedi azonosítóit és a rácselemekhez tartozó különböző képződmények talajtani nevezéktannak megfelelően leírt kifejlődési típusait (textúra osztályokat), az állandóan vízzel telített zóna felső szintjéig.

## 1. Bevezetés

Az MTA TAKI részt vesz a 2009 óta futó WateRisk Projektben (<http://www.waterisk.hu/>). A projekt keretein belül a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszékén végeznek árvízi kockázat modellezést (Koncsos et al., 2011). Az általuk fejlesztett, ún. osztott-paraméteres hidrológiai modell bemenő adatainak finomítása érdekében felmerült egy, a korábban alkalmazottnál részletesebb, a talajszintekre és a mélyebb rétegekre vonatkozó, textúra osztályokon alapuló talajfizikai adatbázis létrehozásának szükségessége.

Textúra adatok tekintetében a felszínközeli rétegek részletes jellemzésére általában talajtani adatok, míg a mélyebb rétegek leírására agrogeológiai adatok állnak rendelkezésre. Következésképpen, a forrásként rendelkezésre álló információk jelentősen különbözhetnek, míg az egyedi adatbázisok külön-külön nem felelnek meg az adott modellezés követelményeinek (Walvoort et al., 2011). Ezért szükséges a különböző adatforrások megfelelő integrálására a különböző forrásból származó adatok harmonizálásával, rétegenként illesztésével és mindezek térbeli kiterjesztésével (He et al., 2010). Az egyes textúra osztályokra jellemző, becsült hidrofizikai paraméterek (a víztartó görbét leíró Mualem-van Genuchten paraméterek, illetve a telített vízvezetőképesség érték) ismertek mind az európai HYPRES (Wösten et al., 1999), mind a hazai HUNSODA (Nemes, 2002) adatbázisok alapján.

A múlt század közepén elvégzett Kreybig-féle talajfelvételezés (Kreybig, 1937) során a talaj textúrára vonatkozó információk egy része terepi leírás, más része laboratóriumi mérés. A talajszelvények adatai az 1930-50-es évekből származnak, ritkán tartalmaznak azonban közvetlenül használható szemcseösszetétel elemzési értékeket. Az egyes talajszintek jellemzésére a terepi leírás, az ún. légszáraz talajnedvesség (%) és az 5 órás kapilláris vízemelés (mm) adatai állnak rendelkezésre. Az 5 órás kapilláris vízemelés meghatározása korábban igen elterjedt volt, de gyenge reprodukálhatósága miatt ma már nem tartozik az elfogadott eljárások közé (ami nem zárja ki, hogy körülmények között még használhatók legyenek). A légszáraz talajnedvességi adatokat említve Mados 1938-as tanulmányában tényként közli, hogy a Kreybig-féle felvételezéseken „legújabbban” a Kuron-féle higroszkóposság értéket mérik (hy; 33%-os páratelítettségen). A módszertan változását jelzi, hogy egyes jegyzőkönyvekben (pl. a dévaványai lapon) kézzel „felülírták” az előre nyomtatott fejléct, jelölve, hogy a mérési eredmények a hy-ra vonatkoznak. Mivel azonban az effajta átírások, széljegyzetek nem találhatók meg valamennyi jegyzőkönyvben, a többi esetben fel kell tételezni, hogy az eredeti elképzelések szerint, „légszáraz” talajnedvességre (közel 45%-os páratelítettség) vonatkoznak az adatok. Mados párhuzamos mérései ugyanakkor azt mutatják, hogy a hy, illetve légszáraz talajnedvesség adatok közötti eltérés általában nem több néhány tizednél. Nagyobb eltérés csak a nehéz mechanikai összetételű talajok esetében tapasztalható (Mados, 1938).

Az 1944-ben megjelent Ballenegger-Mados-féle Talajvizsgálati módszerkönyv részletesen ismerteti a kötöttségi szám (Arany-féle) meghatározását és (a ma ismerttől némileg eltérő határokkal) értéktartományainak összefüggését a talaj fizikai talajféleség osztályaival (Ballenegger és Mados, 1944). A Kreybig-féle térképezés adatainak feldolgozása során öt lap jegyzőkönyvében bukkantunk Arany-féle kötöttségi adatokra. A kötöttségi szám ma is szerepel a talajtani alapvizsgálatokban. A kötöttség értéke mechanikai összetétel kategóriát jelöl ki, amelyet az archív adatokhoz rendelhetünk. A kötöttség és a hy adatok korrelációjának vizsgálatát, és eredményének összehasonlítását a TIM mechanikai adatokkal egy korábbi tanulmányban foglaltuk össze (Szabó et al., 2010; Bakacsi et al., 2010).

A tervezett 3D textúra adatbázis országos kidolgozását egyéb adatforrások integrálásával (AIIR, MARTHA, tízezres üzemi térképek pontadatai) tehetnénk teljesebbé (Makó et al., 2010, 2011). Ezek együttes alkalmazása azonban sok kérdést vet fel (elérhetőség, feldolgozottsági állapot, módszertani eltérések, megbízhatóság stb.), de létrehozásával rendkívül értékes, georeferált pontokon és nagyszámú mérési adaton nyugvó, regionális szinten is megbízható részletességű talajfizikai adatállomány jönne létre.

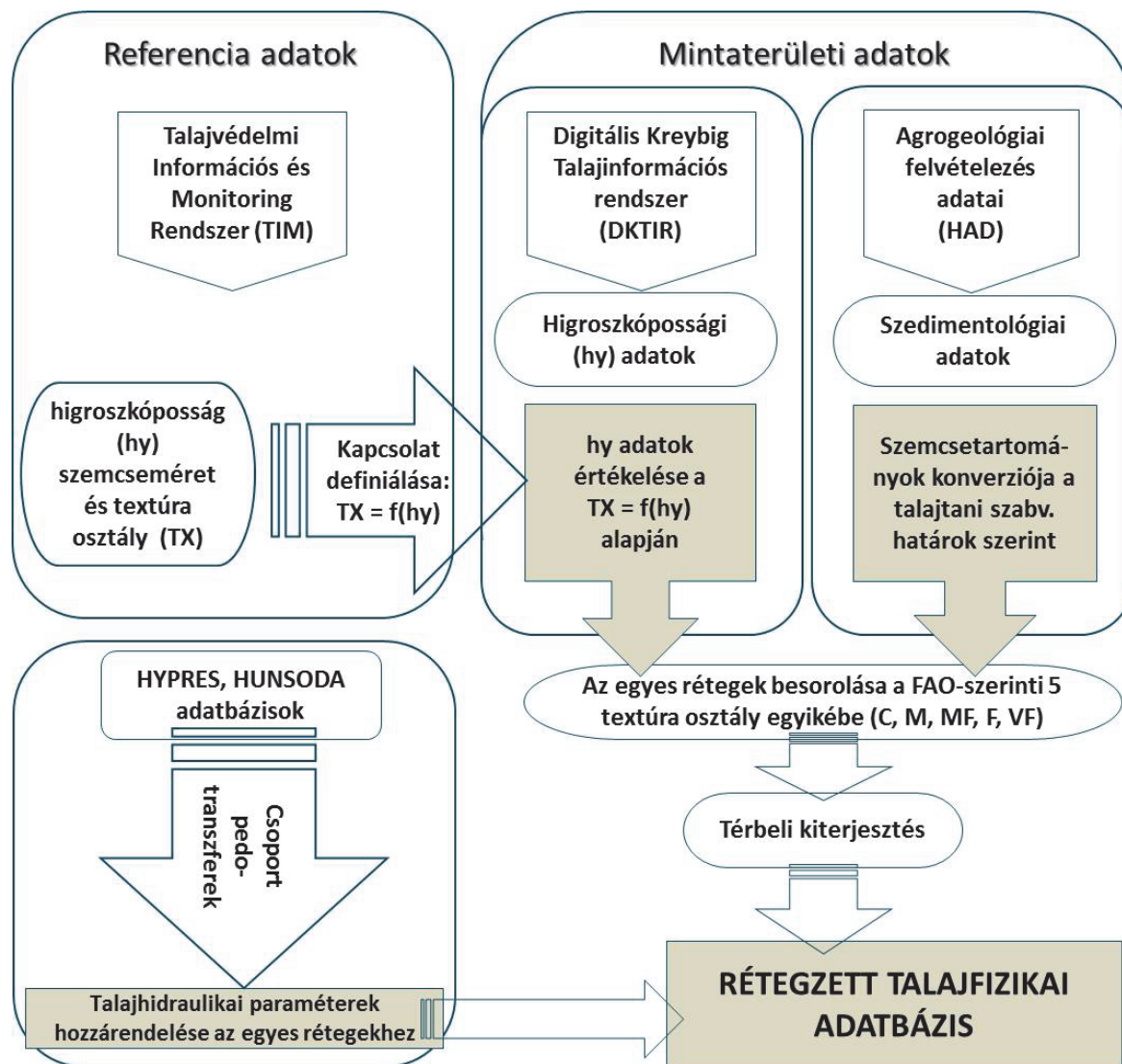
A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) sekélyföldtani fúrásainak adatai és az azon alapuló 1:100.000-es agrogeológiai térképe az 1964-1985 közötti sekélyfúrások hálózatára épül az Alföldön (Rónai, 1985). A feltérképezett terület 50.280 km<sup>2</sup>. A felvételezés során 12.422 db (101.342 folyóméter) sekélyfúrás mélyült, 152.013 mintával, melyek alapján 26 db teljes és 23 db csonka 1:100.000-es méretarányú Gauss-Krüger szelvényezésű térképlapot szerkesztettek. A fúrások térbeli elhelyezkedése nem teljesen homogén, a fúrások közötti távolság jellemzően 1,5-4 km között változik. A fúrásokból rétegváltásonként, de legalább félméterenként vettek átlagmintát, melyből - többek között - részletes szedimentológiai elemzést végeztek a földtani gyakorlatnak megfelelő szemcseméret tartományokra.

## 2. Célkitűzés

Munkánk célja, hogy a rendelkezésre álló talajtani és agrogeológiai adatbázisok alapján úgy írjuk le a talajfizikai tulajdonságok térbeli eloszlását, hogy az megbízható alapot nyújtson a fejlesztés alatt álló, az árvízi kockázat elemzésére használt hidrológiai modell számításaihoz. A modellezés támogatására a létrehozott 3D textúra adatbázis egyes elemeihez az adott textúra osztályra jellemző, a HYPRES (Wösten et al., 1999), illetve HUNSODA (Nemes, 2002) adatbázisok alapján becsült hidrofizikai paramétereket rendeljük.

### 3. Módszertan

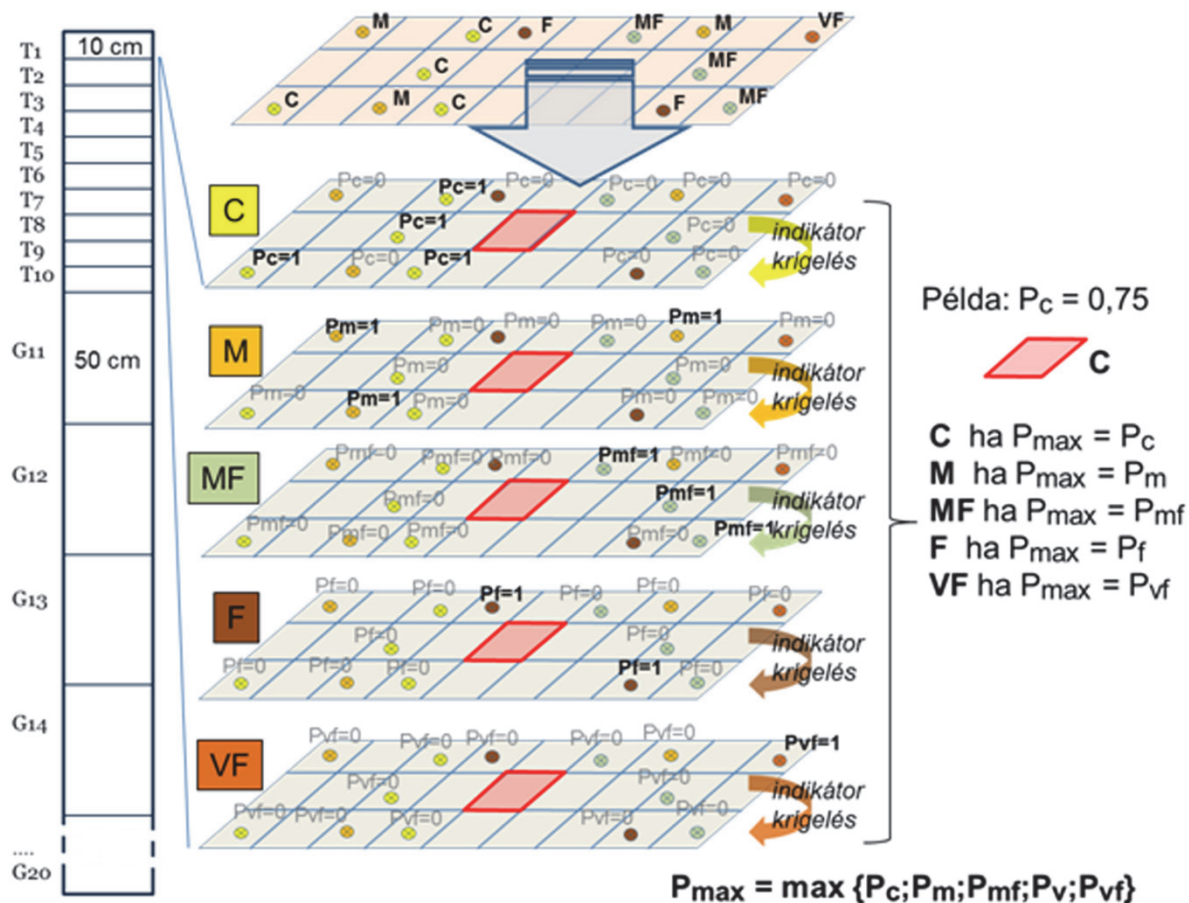
A hidrológiai modellezésben kiemelt jelentőségű a felszíni, illetve felszínközeli egyméteres réteg talajfizikai jellemzése. Ehhez, első közelítésben az MTA ATK TAKI-ban rendelkezésre álló DKTIR Talajszelvény Adatbázist használtuk fel. A mélyebb rétegek leírására a kevésbé részletes, 1:100.000-es méretarányú agrogeológia térkép foltjait és az azokhoz rendelt Sekélyfűrési Adatbázis szemcseösszetétel adatait használtuk.



1. ábra. A rétegzett talajfizikai adatbázis kialakítási folyamatának logikai vázlata.

Wösten és munkatársai (1999), valamint Nemes A. (2002) is arra a következtetésre jutottak, hogy a textúra osztályokon alapuló, hidrofizikai paraméterekre vonatkozó becslések jobban alkalmazhatók a FAO-féle öt textúra osztályra, mint az USDA szerinti textúra osztályokra. Ezért a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) pontadataihoz, az egyes talajszintekhez, a  $h_y$  értékek alapján a FAO öt textúra osztályának egyikét (coarse, medium, medium-fine, fine, very fine) rendeltük. A referenciaként szolgáló TIM adatbázisban a  $h_y$  alapján az egyes mintákhoz rendelt FAO textúra osztályból a „coarse” (elsősorban homok, homokos vályog) textúra osztály mutatja a legjobb egyezést a mechanikai összetétel szerinti besorolással. A  $h_y$  alapján „coarse”-nak besorolt adatok 72%-a egyezett a mechanikai adatok szerinti besorolással. A többi textúra osztályban az egyezés gyengébb („medium”, 57%; „fine” 64%), a köztük lévő átmeneti „medium-fine” osztályban a leggyengébb (46%), a „very fine” textúra osztályban pedig a kis mintaszám miatt nem adható megbízható besorolás (Bakacsi et al., 2010). A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) Sekélyfűrési Adatbázisából

származó, geológiai gyakorlatnak megfelelő, félméterenkénti átlagminta vételből származó szemcseméret-eloszlási adatokat loglineáris interpolációval (Nemes et al., 1999) alakítottuk át a talajtani gyakorlatnak megfelelő méret-tartományok szerint, ezután soroltuk be a textúra háromszög alapján a megfelelő textúra osztályokba. A talajtani- és sekélyfúrási adatok harmonizációjának alapjait korábbi cikkünkben foglaltuk össze (Bakacsi et al., 2010), a referencia adatokhoz való viszonyukat és az adatbázis építés logikai vázlatát az 1. ábra mutatja.



**2. ábra.** A mintavételi pontok alapján az egyes textúra osztályokra szintenként elvégzett indikátor-krigelés elvi vázlata.  $P_c$ ,  $P_m$ ;  $P_{mf}$ ;  $P_v$ ;  $P_{vf}$ : az adott textúra osztályba tartozás valószínűsége. Az egyes rácselemek az ott legnagyobb valószínűséggel ( $P_{max}$ ) megtalálható textúra osztály jellemzi. Pl.  $P_c=0,75$  esetén a rácselem „c-coarse” besorolást kap.

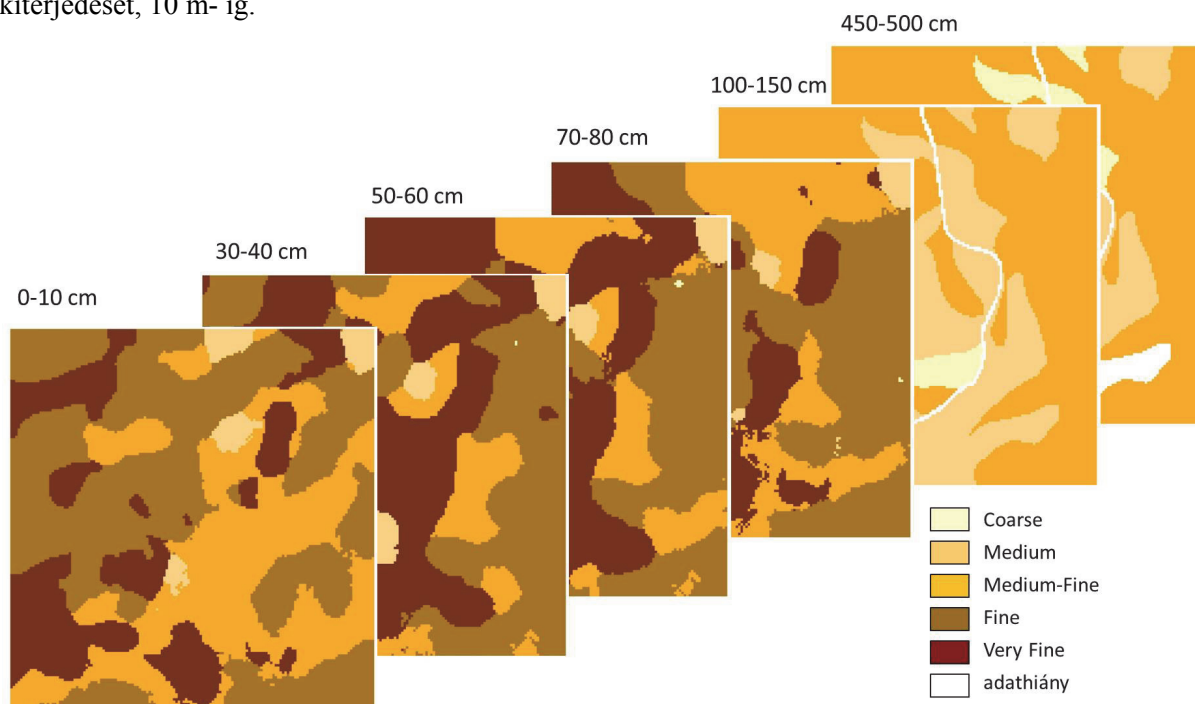
A WateRisk projekt modellezési mintaterületeire szabályos, egyhektáros rácsot illesztettünk. Az egyes rácselemekhez rendelt textúra adatok megfelelő interpolációs módszerrel a közeli pontok adataiból származtathatók. A mintaterületeken a felső talajrétegekre (1 m-ig, 10 cm-es egyenletes felosztással, „T” szintek) a DKTIR pontadataiból, a mélyebb rétegekre (1 m alatt, 50 cm-es intervallumokban, „G” szintek) a Sekélyfúrási Adatbázis adataiból származtatható talajfizikai jellemzőket terjesztettük ki. Ehhez megfelelő eszköz az ún. indikátor krigelés, amely egy nem-paraméteres, geostatistikai interpolációs eljárás. Alkalmazása megadja, hogy az interpolációs tér pontjaiban az indikátor érték mekkora valószínűségű (Isaaks és Srivastava, 1989; Marioni, 2003). Például: ha a minta egy bizonyos mélységben (pl. 0-10 cm) mért  $hy$  értéke, vagy szemcseösszetétele alapján egy adott textúra osztályba tartozik (pl. „coarse”), abban a pontban a „coarse” textúra osztályra nézve az indikátor-változó értéke 1; míg a többi pontban, ahol más textúra osztályba tartozik, 0. Minden mélység-intervallumban az öt textúra osztálynak megfelelően ötször végeztünk indikátor-krigelést, majd az egyes rácselemekhez hozzárendeltük az ott legnagyobb valószínűséggel ( $P_{max}$ ) megtalálható textúra osztályt (2. ábra). Az indikátor krigeléses eljárást már alkalmaztuk korábban is, a Magyarországon természeti okok következtében hátrányos mezőgazdasági területek lehatárolásában (Pásztor et al., 2010). Az agrogeológiai információk térbeli kiterjesztéséhez a Sekélyfúrási Adatbázis



alapján szerkesztett 1:100.000-es méretarányú térképeknek a mintaterületre eső poligonjait és az azokhoz rendelt fúrások adatait használtuk fel. A számításokat ArcGIS 9.3-as szoftverkörnyezetben végeztük.

#### 4. Eredmények

A módszertant hat mintaterületen alkalmaztuk: Duna-Tisza köze (7.085 km<sup>2</sup>), Kurcza (2.319 km<sup>2</sup>), Szamos (1.264 km<sup>2</sup>), Bereg (950 km<sup>2</sup>), Margitta (547 km<sup>2</sup>), Nagykörű (256 km<sup>2</sup>). Példaképpen a nagykörűi mintaterület eredményét emeljük ki. Ezen a területen 879 DKTIR pont adatát dolgoztuk fel, illetve terjesztettük ki a felső 1 m-es talajrétegben. A mintaterületet lefedő 1 ha-os rácshoz tartozó attribútum tábla tartalmazza az egyes rácselemek egyedi azonosítóit, a rácselemekhez tartozó különböző képződmények talajtani nevezéktan szerint leírt kifejlődési típusait, valamint azok mélységi kiterjedését, 10 m-ig.



**3.ábra.** A textúra változása a nagykörűi mintaterületen.

A terület alapvetően finomszemcsés üledékekből épül fel, a durvaszemcsés homoküledékek 150 cm alatt válnak jellemzővé. A területen túlnyomórészt a mai felszíni lefolyásirányoknak megfelelő orientációjú, elnyúlt üledékes foltok jellemzőek (3. ábra). A felső 100 cm-es réteg 10 cm-es „szeletei” mintázatában nincs jelentős változás. Megfigyelhető számos folt kiterjedésének módosulása, miközben a finom (fine) ill. közepes-finom (medium-fine) kategóriák a jellemző textúra osztályok. 100 cm alatt üledékes váltás érzékelhető, amelyben a közepes-finom (medium-fine), illetve közepes (medium) szemcseméretű textúra osztályok kerülnek túlsúlyba. Ez a hirtelen váltás részint a mintavételi mód változásának tudható be (1 m alatt félméterenkénti átlagminta), de illeszkedik a terület általános üledékföldtani-talajtani fejlődésébe is (Rónai, 1985).

Az elkülönülő rétegekre vonatkozó ún. osztott-paraméterek felhasználásával egyelőre csak előzetes eredmények születtek a modellezésben (Jolánkai et al., 2011; Kozma és Koncsos, 2011), de feltételezhetően jobban szolgálják majd a felszínalatti vízmozgást leíró modellezést, mint a korábbi, a rétegezést figyelmen kívül hagyó „egy talajfolt-egy átlagérték” jellegű bemenő adatok.

#### 5. Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a WateRisk projekt (TECH-08-A4/2-2008-0169 NKTH), az NK73183 OTKA pályázat és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj program támogatta.

## Hivatkozások

- Bakacsi, Zs., L. Kuti, L. Pásztor, J. Vatai, J. Szabó, T. Müller, 2010. Method for the compilation of a stratified and harmonized soil physical database using legacy and up-to-date data sources, *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1), p. 39-46.
- Ballenegger, R., Mados, L. (szerk.), 1944. Talajvizsgálóti módszerkönyv, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, p. 410.
- He, Y., Hu, K.L., Chen, D.L., Suter, H.C., Li, Y., Li, B.G., Yuan, X.Y., Huang, Y.F. 2010. Three dimensional spatial distribution modeling of soil texture under agricultural systems using a sequence indicator simulation algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture* 71 (SUPPL. 1), p. S24-S31
- Isaaks, E. H., Srivastava, R. M., 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford Univ. Press, New York, Oxford.
- Jolánkai, Zs., Kozma, Zs., Muzelák, B., Koncsos, L. (2011). Alternatív tájgazdálkodási forgatókönyvek vizsgálata nagykorú térségében a WateRisk hidrodinamikai modellrendszer segítségével – A Magyar tudomány ünnepe „Összhang - Tudomány a gazdaságban és a társadalomban” VII. Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Nap, Barancsi Á. és Hernyák G. (Szerk.), pp. 35-40., Szolnoki Főiskola, Szolnok 2011. Kreybig, L., 1937. A M. Kir. Földtani Intézet talajfelvételi, vizsgálati és térképezési módszere. In: M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. 31. p.147–244.
- Koncsos L., Jolánkai Zs., Kozma Zs., 2011. WateRisk integrált vízkészletgazdálkodási modellrendszer egydimenziós hidrodinamikai almodelljének összehasonlító tesztelése a HEC-RAS modellel. *Hidrológiai Közöny*, 91:(4) p. 50-56.
- Kozma, Zs., Koncsos, L. (2011). Methodological Overview of a Coupled Water Resources Management Model System – Proceedings of the Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, B.H.V. Topping and Y. Tsompanakis, (Editors), Civil-Comp Press, Stirlingshire, United Kingdom, paper 157, 2011. doi:10.4203/ccp.96.157
- Mados (Kotzmann) L., 1938. A higroszkópos nedvesség, mint a talaj kötöttségi állapotának jellemzője. *Mezőgazdasági Kutatások*, Budapest, XI. évf. p. 217-229.
- Makó András – Tóth Brigitta – Hernádi Hilda – Farkas Csilla – Marth Péter, 2010. Introduction of the Hungarian Detailed Soil Hydrophysical Database (MARTHA) and its use to test external pedotransfer functions. *Agrokémia és Talajtan*. 59. p.29-39.
- Makó András – Tóth Brigitta – Hernádi Hilda – Farkas Csilla – Marth Péter, 2011. A MARTHA adatbázis alkalmazása a hazai talajok víztartó-képesség becslésének pontosítására. *Talajvédelem különszám*. Farsang Andrea, Ladányi Zsuzsanna (szerk.): Talajaink a változó természeti és társadalmi hatások között. Talajtani vándorgyűlés, Szeged, 2010. szeptember 3-4.
- Marioni, O., 2003. Improving geological models using a combined ordinary-indicator-kriging approach. *Engineering Geology* 69. p.37-45.
- Nemes, A., Wösten J.H.M., Lilly A., Oude Voshaar J.H., 1999. Evaluation of different procedures to interpolate particle-size distributions to achieve compatibility within soil databases. *Geoderma*, 90, p. 187-202.
- Nemes, A., 2002. Unsaturated Soil Hydraulic Database of Hungary: HUNSODA., *Agrokémia és Talajtan*, 51 (1-2), p. 17-26.
- Pásztor, L., J. Szabó, Zs. Bakacsi, 2010. Application of Digital Kreybig Soil Information System for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary, *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1), p. 47-56.
- Rónai, A., 1985. Az Alföld negyedidőszaki földtana, *Geologica Hungarica, Series Geologica* 21, p. 446.
- Szabó, J., Kuti, L., Bakacsi, Zs., Pásztor, L., Tahy, Á., 2010: Spatial Patterns of Drought Frequency and Duration in the Great Hungarian Plain, based on Coupled-Model Simulations. In: Proceedings of the 4th IAHR International Groundwater Symposium (Valencia, Spain. 22-24 September, 2010.), pp:289-291.
- Walvoort D.J.J., Brus D.J., Heuvelink G.G.B.M., 2011. Building a three dimensional soil model by combining data sources of various degrees of uncertainty, oral presentation at Pedometrics 2011 – Innovations in Pedometrics Třešť, Czech Republic, August 31 – September 02, 2011.
- Wösten, J.H.M., A. Lilly, A. Nemes, C. Le Bas, 1999. Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. *Geoderma*, 90, p. 169-185.