

# Mi várható a megújult hazai talaj téradat infrastruktúráról?

Pásztor László<sup>1</sup> – Laborczi Annamária<sup>2</sup> – Szatmári Gábor<sup>3</sup> – Takács Katalin<sup>4</sup>  
– Illés Gábor<sup>5</sup> – Szabó József<sup>6</sup>

<sup>1</sup> tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu;

<sup>2</sup> tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, laborczi@rissac.hu;

<sup>3</sup> tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, szatmari@rissac.hu;

<sup>4</sup> tudományos munkatárs, MTA ATK TAKI, takacs.katalin@rissac.hu;

<sup>5</sup> tudományos főmunkatárs, NAIK ERTI, illes@erti.hu;

<sup>6</sup> tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, james@rissac.hu;

**Abstract:** The DOSoReMI.hu (Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information in Hungary) project was started intentionally for the renewal of the national spatial soil infrastructure in Hungary partly inspired by GlobalSoilMap (GSM) initiative. During our activities we have significantly extended the potential, how soil information requirements could be satisfied. Soil property maps have been compiled partly according to GSM specifications, partly by slightly or more strictly changing some of their predefined parameters (depth intervals, pixel size, property etc.) according to the specific demands on the final products. Based upon the collected experiences the full range of GSM products were also targeted. The on-line publishing of the results has also been elaborated creating a proper web map service. Our paper summarizes, what can the users expect from the renewed national soil spatial infrastructure.

## Bevezetés

A talaj az atmoszféra, a hidroszféra, a litoszféra és a bioszféra metszéspontjában helyezkedik el, kölcsönhatásainak közege, számos környezeti folyamat aktív vagy passzív résztvevője. A földtani, éghajlati, domborzati, biológiai talajképző tényezők kiegészülve az emberi tevékenységekkel együttesen formálják a talajt, melynek fizikai, kémiai és biológiai jellemzői a kiindulási állapot, a talajt érő hatások és az eltelt idő függvényeként alakulnak ki. A talaj számos antropogén funkcióval és szolgáltatással bír, határfelületi helyzetű, környezeti elem. A célirányosan kidolgozott térbeli talajinformációk és talajtérképek szerepe és alkalmazása megkerülhetetlen a környezeti folyamatok modellezésében, másrésztől a többi környezeti elemekre vonatkozó térbeli adatok felhasználása elengedhetetlen a talajtérképezésben.

A talajok állapotára, folyamataira, funkcióira vonatkozó, jellemzően térbeli információk iránti igények mind hazai, mind nemzetközi szinten számottevőek és folyamatosan bővülnek (BLUM, W.E.H. 2005; OMUTO, C. ET AL. 2013; PANAGOS, P. ET AL. 2012). Számos szakterület támaszkodik a talajtakaró megbízható térbeli jellemzésére: agrárkörnyezetvédelem, élelmiszerbiztonság, klímaváltozás, környezetvédelem, környezeti kockázat becslés, természetvédelem, területi tervezés, vidékfejlesztés, vízgazdálkodás.

A talajokra vonatkozó térbeli adatok elérhetőségében nagy különbségek

tapasztalhatók az egyes országok között. Magyarország jelentős hagyományokkal bír a talajtérképezések terén (VÁRALLYAY GY. 2012), az adatgyűjtések különböző léptékekben történtek a gazdálkodásitól az országos szintig. A korábban gyűjtött, térképezések, felvételezések által szolgáltatott információk hosszú időn keresztül jól szolgálták a felmerült társadalmi igényeket. A jelenleg rendelkezésre álló hazai talajtani adatrendszerek egyike sem tartalmaz azonban közvetlen információkat számos újonnan felmerülő adatigény kielégítésére. Az aktuálisan rendelkezésre álló, illetve a felhasználók által specifikusan megkívánt információk nem mindig fedik egymást és így nem alkalmazhatók megfelelő hatékonysággal a döntéshozásban. Ez az információhiány megnehezíti számos stratégiai feladat ellátását és igen gyakran az ország hazai és nemzetközi adatszolgáltatási kötelezettségeinek végrehajtását.

### **A digitális talajtérképezés alapjai és szerepe a talaj téradatok fejlesztésében**

A talajtérképezés célja a talajtakaróra vonatkozó tematikus ismeretek térbeli viszonyainak feltárása és megjelenítése. A talajtérkép olyan tematikus térkép, amelyen a tematikát valamely, a talajokra vonatkozó információ határozza meg. Ez lehet elsődleges vagy másodlagos (származtatott) tulajdonság, illetve osztály, valamint a talaj funkcióira, folyamataira, szolgáltatásaira vonatkozó ismeret. Az elsődleges (akár kvantitatív, akár kvalitatív) talajtulajdonságokat, osztályokat megjelenítő térképek szerkesztésének legnagyobb és megkerülhetetlen kihívása a lokális ismeretek térbeli kiterjesztése.

A talajtérkép a talajtakaró célspecifikus térbeli modellje, melynek megalkotása a talajképző folyamatok szem előtt tartásával történik. A talajtérképezésben hatalmas változást hozott az egyes talajképző tényezők szerepének numerikus formalizálása. A digitális talajtérképezés (DTT) térinformatikai környezetben integrálja a talajtani és környezeti adatokat, a klasszikus talajtani tudást és a modern adatbányászati, geostatistikai módszereket (BOETTINGER, J. L. ET AL. 2010; DOBOS E. ET AL. 2006, LAGACHERIE, P. 2008, LAGACHERIE, P. ET AL. 2007). További lehetőség a célspecifikusan, feladat-orientáltan elvégzett elemzések eredményeként a felhasználói igényeket célzottan és optimálisan kielégítő talajtérképek megalkotása (PÁSZTOR L. ET AL. 2015).

A DTT lényege: a talajra vonatkozó, mintavételből származó információk térbeli kiterjesztése a térképezendő területre teljes fedettséget biztosító, a talajképződési folyamatokkal, illetve azok következményeivel kapcsolatban álló, környezeti tényezőkre vonatkozó, térbeli változók segítségével (HARTEMINK, A. E. ET AL. 2008; LAGACHERIE, P. – MCBRATNEY, A. B. 2007). A DTT az úgynevezett SCORPAN egyenlet segítségével formalizálható (MCBRATNEY, A. B. ET AL. 2003):

$$S_{\text{tulajdonság vagy osztály}} = f(S, C, O, R, P, A, N),$$

ahol a bal oldalon a térképezendő kvantitatív vagy kvalitatív talajtulajdonság vagy általánosabban vett talajtani jellemző szerepel, a jobb oldalon pedig a talajképző folyamatok (Climate, Organisms, Relief, Parent material, Age and geographic

positioN; azaz: Klíma, Növényzet, Domborzat, Alapkőzet, Kor, Földrajzi helyzet) az adott célváltozóra prediktív változói, kiegészítve a talajra vonatkozó (S) egyéb hasznosítható és rendelkezésre álló térképi alapú adatokkal. A leggyakrabban használt környezeti segédváltozók egyrészt a digitális domborzatmodellekből származtatott morfometriai deriváltak, másrészt a távérzékelés által szolgáltatott többidőpontú, multi-, illetve hiperspektrális képi információk. A függő (térképezendő) és a független (a térképezést segítő) változók közti kapcsolat funkcionális realizációjára ( $f$ ) számos módszert vetettek be a DTT rövid története során.

A térbeli kiterjesztés lehetőségeinek és a potenciálisan elérhető környezeti segédváltozók tárházának köszönhetően egynél jellemzően jóval több lehetőség adódik egy adott talajtérkép származtatására. Azaz nem csak egy és kizárólagos módszer alapján készíthető el egy adott adatigényt kielégítő térképi állomány, hanem kompetitív módszercsaládok és háttér információk számos kombinációja szerint. Másképp fogalmazva egy adott célt kielégítő térkép maga is számos realizáció formájában születhet meg, amelyek tematikus tartalmuk, felbontásuk, pontosságuk, megbízhatóságuk szerint különböznek. Az eredmények pontossága és megbízhatósága nagyban függ a felhasznált talajinformációs nyersanyag mennyiségétől és minőségétől, illetve az alkalmazott módszer relevanciájától. A DTT környezet inherens lehetőséget biztosít a tematikus térképek térbeli pontosságának, megbízhatóságának térbeli jellemzésére is, így az eredmény optimális kiválasztására.

A hagyományos talajtérképek robosztus információkat jelenítettek meg. A DTT keretében azonban a célváltozók kiválasztása sokkal több szabadsági fokkal történik. A térképezendő jellemző vonatkozhat a teljes szelvényre, annak egy bizonyos standard mélységi, diagnosztikai avagy genetikai rétegére. Lehet numerikus, vagy kategória típusú alap-, avagy levezett tulajdonság, standard vagy vagy egyedi jellegű paraméter (*1. ábra*). A sokszínűség mellett, illetve a lehetőségek túlságosan is széles tárházának ellenpontosításaként bizonyos szabványosítási törekvések is megindultak. Ezek közül a legfontosabb a GlobalSoilMap.net nemzetközi kezdeményezés, mely jól definiált geometriai, mélységi, tematikus és pontosság meghatározási specifikáció alapján tervezi lefedni a szárazföldek teljes területét talajtani alapinformációkkal (ARROUAYS, D. ET AL. 2015).

A hagyományos talajtérképek megalkotása hosszadalmas folyamat eredménye, kezdve a felvételezéstől, a talaj-táj modellek adott környezetben való leképezésén át, a végtermékek kartografálásáig. Ezért a klasszikus térképek kapcsán fel sem merülhetett gyorsan változó talajjellemzők regionalizálása, illetve a térképek gyakori felülvizsgálata, reambulációja, horribile dictu utólagos javítása, pontosítása. A térképek robosztus információk megjelenítésével hosszabb távú felhasználásra készültek. A digitális talajtérképezés jelentősen lerövidítette az adattól a térképig vezető folyamat időtartamát, lehetővé tette továbbá a felhasználói igények nagyságrendekkel rugalmasabb figyelembevételét. A digitális talajtérképeket a tematikus robosztussággal szemben a feladat-orientáltságban, a célspecifikuságban megmutatkozó funkcionalitás jellemzi.

CÉLVÁLTOZÓ					
Elsődleges talajtulajdonság			Talaj típus/osztály		
teljes szelvény	szint		teljes szelvény	szint	
	GSM.net standard	specifikus mélység réteg		GSM.net standard	specifikus mélység réteg
standard vagy egyedi jellemző			standard vagy egyedi jellemző		
Másodlagos talajtulajdonság			Másodlagos talaj típus/osztály		
teljes szelvény	szint		teljes szelvény	szint	
	GSM.net standard	specifikus mélység réteg		GSM.net standard	specifikus mélység réteg
standard vagy egyedi jellemző			standard vagy egyedi jellemző		
Talaj funkciók, szolgáltatások					

1. ábra A DTT során térképezhető talajtani célváltozók csoportosítása a DOSoReMI.hu keretrendszer szerint

A DTT alkalmazása túlmutat az elsődleges és másodlagos talajtulajdonságok térképezésén, hatékony eszközként lehet rá támaszkodni a talajok magasabb szintű, általánosabb jellemzőinek (folyamatok, funkciók, szolgáltatások) regionalizálásában is (MINASNY, B. ET AL. 2012, PÁSZTOR L. ET AL. 2017).

### A hazai talaj téradat infrastruktúra megújítása

A hazai talaj téradat infrastruktúra megújulása a nemzetközi trendeknek megfelelően megkezdődött. Vannak, voltak ugyan az országos szinten (is) félresiklott próbálkozások (kísérletek egyes térképek „omnipotenssé” nyilvánítására, módszerfejlesztési, vizsgálati zsákutcák), de a fősodorba tartozó munkálatok jellemzően a rendelkezésre álló erőforrások maximális kiaknázásával, az igényekkel és nemzetközi irányokkal szinergiában zajlanak. Ezek keretében az elmúlt egy-két évben folyamatosan születtek országos fedettségű, tematikus talajtulajdonság térképek a talaj egyes rétegeire vonatkozóan, különböző digitális talajtérképezési módszerek felhasználásával.

DOBOS E. ET AL. (2016) a Duna Régió környezeti modellezésének támogatására készítette el annak digitális talaj típus térképét WRB talaj referencia csoport szinten, 463 méteres térbeli felbontással. Az automatikus osztályozáshoz szükséges WRB diagnosztikák előfordulási valószínűségi térképei DTT környezetben születtek.

TÓTH G. ET AL. (2015) Magyarország mezőgazdasági területeinek feltalajára

(0–25 cm) szerkesztettek talajtulajdonság-térképeket az AIIR, a MARTHA és a LUCAS adatbázisok adatainak feldolgozása alapján. A 250 m térbeli felbontású fizikai féleség, pH, mésztartalom, szervesszén-tartalom, humusztartalom, por-, agyag- és homokfrakció térképek megtekinthetők a [http://airterkep.nebih.gov.hu/gis\\_portal/talajvedelem/kiadv.htm](http://airterkep.nebih.gov.hu/gis_portal/talajvedelem/kiadv.htm) címen.

ILLÉS G. ET AL. (2016) az erdő-, és a mezőgazdaság szemléletének megfelelő egységes, és országos fedettségű termőhelyi adatbázis létrehozása érdekében az erdészeti és mezőgazdasági termőhelyi adatbázisok egyesítésével szerkesztenek digitális talajtérképeket, melyek közül a genetikus típus, fizikai féleség és termőréteg vastagság elérhető az ERTIGIS portálról (<http://www.ertigis.hu/index.php/térképszolgáltatások/siteviewer>).

A DOSoReMI.hu (Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information in Hungary; azaz Digitális, Optimalizált, Általános értelemben vett Talajtérképek és Térbeli Információk) kezdeményezés kimondott célja a hazai talaj téradat infrastruktúra megújítása. Ennek során újragondoljuk a talaj téradatok előállításának és szolgáltatásának kereteit.

Az egyes célváltozók modellezése különböző térbeli kiterjesztési eljárások sorával történik (a módszerek, referencia és prediktor adatok változtatásával), melyek közül az eredmény térképekre elvégzett pontossági vizsgálatok alapján választjuk ki a legjobban teljesítőt és egyben az azt szolgáltató paraméter együttest (referencia talajadat, segédváltozó sokaság, módszer).

Az eddig elkészült termőréteg vastagság, textúra, szemcse frakciók, szabadföldi vízkapacitás, szervesanyag tartalom, CaCO<sub>3</sub> tartalom, pH térképek részben a GlobalSoilMap.net specifikációi szerint, részben azok kisebb-nagyobb mértékű változtatásával (mélység közök, felbontás, tulajdonság definíció) születtek a felhasználói igények figyelembevételével. Országos, térbeli lehatárolást igénylő problémák támogatására speciális, diagnosztikus talajjellemzőkre vonatkozó nagy térbeli felbontású, unikális, országos térképeket szerkesztettünk (pl.: maximális pH a talaj felső 150 centiméterében, a szelvény súlyozott sótartalma, vertic tulajdonság megjelenési valószínűsége a felső 100 centiméterben, a durva homok textúra típus kumulatív vastagsága a felső 100 centiméterben). Az adott jellemzőkről soha korábban nem születtek térképi alapú elemzések, főképp nem egy hektáros felbontásban az ország teljes területére vonatkozóan. Az elkészült és a folyamatban levő 1 ha térbeli felbontású térképeket a 2. ábrán táblázatosan is összefoglaltuk.

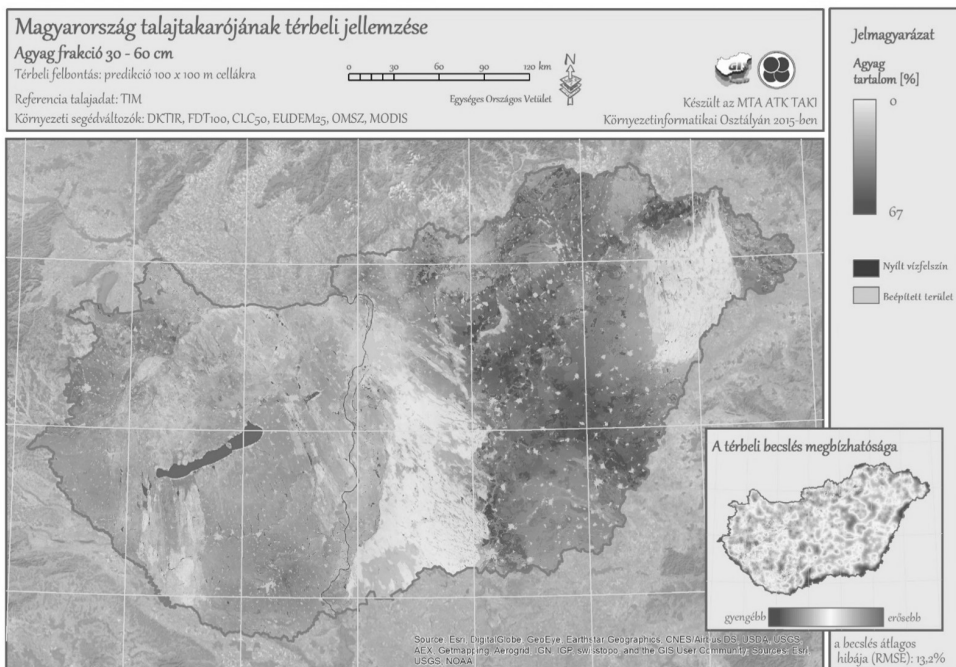
Az elkészült termékek sokrétűen hasznosultak többek közt az agrárkörnyezeti programok területi lehatárolása, öntözésre alkalmas területek kijelölése, természeti hátrányokkal érintett területek lehatárolása (TAKÁCS K. ET AL. 2016), belvíz területi előfordulásának kockázati modellezése (BOZÁN Cs. ET AL. 2017), erózió (PÁSZTOR L. ET AL. 2016A) és defláció (PÁSZTOR L. ET AL. 2016B) veszélyeztetettség térképezése, meteorológiai folyamatok előrejelzése, mezőgazdasági kárelhárítás rendszer működésének támogatása, ökoszisztémaszolgáltatások térképezése, országos területrendezési terv számára kiváló és jó termőhelyi adottságú szántó területek

térbeli felbontás: 100 m			Szelvény	Altalaj-feltalaj bontás		Egyenközi rétegek			Speciális réteg kiosztás			GSM.net standard rétegek					
				altalaj	feltalaj	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-20 cm	20-50 cm	50-100 cm	0-5 cm	5-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	60-100 cm	100-200 cm
elsődleges talajtulajdonosság	Szemcseméret frakciók [%]	agyag															
		iszap															
		homok															
	textúra osztály (magyar)																
	textúra osztály (USDA)																
	szabadföldi vízkapacitás																
	térfogattömeg																
	szervesanyag-tartalom																
	pH																
	mész-tartalom																
genetikus típus																	
termőréteg vastagság																	
...																	
...																	
specifikus talajtulajdonosság	homok és vályogos homok textúrájú rétegek kumulatív vastagsága a felső 100 centiméterben																
	duzzadó agyag tulajdonosság előfordulási valószínűsége a felső 100 centiméterben																
	maximális pH a felső 150 centiméterben a szelvény átlagos sőtartalma																
	...																
	...																
		elkészült				nem releváns					előkészületben						

2. ábra A DOSoReMI keretében szerkesztett 1 ha térbeli felbontású, országos térképek kidolgozottsága

lehatárolása során. A felsorolást hosszasan lehetne folytatni további potenciális felhasználási irányokkal és célokkal, melyeket az előbbiekkal összemérhető fontosság, illetve adatigény jellemez, de elvégzésük vagy régóta húzódik, vagy túl sok kompromisszum mellett zajlott/zajlik. Ilynek a földértékelés megújítása, egy operatív termésbecslési rendszer kialakítása és működtetése, üvegházhatású gázok mezőgazdasági eredetű kibocsátási leltára, nitrát érzékeny területek lehatárolása, extrém hidrológiai események (aszály, árvíz) kialakulásának és területi előfordulásának és kockázatának modellezése. Az említett célok egy része ráadásul az adott feladat ismételt (általában 5, 7 évenként) elvégzésével, illetve (kvázi)folytonos működéssel jár, melyek során a felhasznált térbeli talajinformáció megújítása egyben az eredmények javított felülvizsgálatát, újragondolását, illetve folyamatosan frissülő javulását eredményezheti.

Az elkészült, elsődleges térképeket tovább is hasznosítjuk általánosabb értelemben vett talajtérképek kidolgozásához, amelyek másodlagos tulajdonosságokat, funkciókat és szolgáltatásokat regionalizálnak (PÁSZTOR L. ET AL 2017). Központi szerepet játszik a digitális talajtérképezési és a térbeli modellezési módszerek pontosságának, megbízhatóságának lokális és globális becslése, javítása és optimalizálása, az előállított térképek térbeli bizonytalanságának becslése és annak széleskörű, ugyanakkor cél-specifikus kommunikációja (SZATMÁRI G. ET AL. 2015).



3. ábra A DOSoReMI keretében szerkesztett 1 ha térbeli felbontású országos térkép kartografált verzióban az elkészítésére és a pontosságára vonatkozó információk feltüntetésével

## Összegzés

Röviden összefoglalva a térbeli talajinformációk (alap és általánosabb értelemben vett talajtérképek) értelmezésének és előállításának új paradigmája a következőkre épül:

- A talajjellemzők térképi megjelenése térbeli becslés eredménye.
- A térbeli becslés alapja a térképezendő területre teljes fedettséget biztosító, a talajképződési folyamatokkal, illetve azok következményeivel kapcsolatban álló, környezeti tényezőkre vonatkozó térbeli változók és a térképezendő talajtulajdonság kapcsolatának modellezése.
- A térbeli modellezés geoinformatikai környezetben történik geostatisztikai és adatbányászati módszerek, illetve ezek kombinációinak felhasználásával.
- A korszerű módszerek a térképi eredményen túl a térbeli becslések globális és lokális pontosságát és megbízhatóságát is szolgáltatják.
- A térképi végtermék a felhasznált referencia és segédadatok, illetve a módszer(ek) hármásának eredménye; minősége és használhatósága ezek függvényében alakul.
- A térbeli becsléshez a legteljesebb és egyben az aktuálisan elérhető legpontosabb adatok felhasználása mind a térképezendő változó, mind a modellezésben

használt segédváltozók részéről.

- Az új környezetben előállított talaj téradatak (talajtérképek) tematikájukban, azok reprezentációjában, mélységi vonatkoztatási lehetőségeikben messze túl mutatnak a korábbi térképek által közvetített tematikus tartalmakon.
- Az újonnan előállított talaj téradatak és az azok alapján szerkesztett, kartografált térképek az adott tematikán túl az elkészítésükre és a pontosságukra vonatkozó információkkal együtt alkotnak egységes adatrendszert (3. ábra).
- A térképezett talajtani változókat a tematikai robusztussággal szemben a feladat-orientáltságban, a célspecifikusságban megmutató funkcionális jellemzi.

*Munkánkat az K105167 OTKA pályázat támogatta.*

## **Felhasznált irodalom**

- ARROUAYS, D. – McBRATNEY, A.B. – MINASNY, B. – HEMPEL, J.W. – HEUVELINK, G.B.M. – MACMILLAN, R.A. – HARTEMINK, A.E. – LAGACHERIE, P. – MCKENZIE, N.J., (2015): Specifications Tiered GlobalSoilMap products, Release 2.4.
- BLUM, W.E.H. (2005): Functions of soil for society and the environment. Reviews in Environmental Science and Biotechnology 4, pp. 75–79.
- BOETTINGER, J.L. – HOWELL, D.W. – MOORE, A.C. – HARTEMINK, A.S. – KIENAST-BROWN, S. (2010): Digital soil mapping; bridging research, environmental application and operation. Progress in Soil Science.
- BOZÁN Cs. – KÖRÖSPARTI J. – ANDRÁSI G. – TÚRI N. – PÁSZTOR L. (2017): Inland excess water hazard on the flat lands in Hungary. Columella 4, pp. 45–48.
- DOBOS, E. – HENGL, T. – REUTER, H. (2006): Digital soil mapping as a support to production of functional maps. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. p. 68.
- DOBOS E. – VADNAI P. – PÁSZTOR L. – MICHÉLI E. – KOVÁCS K. – BERTÓTI R. D. (2016): A WRB based harmonized digital soil map of the Carpathian-basin. Geophysical Research Abstracts 18, p. EGU2016-12592.
- HARTEMINK, A. E. – McBRATNEY, A. B. – MENDONÇA-SANTOS, M. DE L. (2008): Digital Soil Mapping with Limited Data. Dordrecht: Springer.
- ILLÉS G. – FONYÓ T. – PÁSZTOR L. – BAKACSI Zs. – LABORCZI A. – SZATMÁRI G.– SZABÓ J. (2016): Az Agrárklíma 2 projekt eredményei: Magyarország digitális talajtípus térképének előállítása. Erdészettudományi Közlemények 6(1):17–24.
- LAGACHERIE, P. (2008): Digital soil mapping: A state of the art. In Hartemink, A. E.– McBratney– A. B. Mendonça-Santos M. de L. (Eds.): Digital Soil Mapping with Limited Data. Dordrecht: Springer. pp. 3–14.
- LAGACHERIE P. – McBRATNEY, A. B. (2007): Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. In Lagacherie, P. – McBratney, A. B.– Voltz, M. (Eds.): Digital soil mapping - an introductory perspective. Amsterdam: Elsevier 31, pp. 3–22.



- LAGACHERIE, P. – MCBRATNEY, A. B. – VOLTZ, M. (2007): Digital soil mapping: an introductory perspective. Amsterdam: Elsevier.
- MCBRATNEY, A. – MENDONÇA SANTOS, M. – MINASNY, B. (2003): On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1–2):3–52.
- MINASNY, B. – MALONE, B. – MCBRATNEY, A. B. (2012): Digital Soil Assessments and Beyond. London: Taylor and Francis Group.
- OMUTO, C. – NACHTERGAELE, F. – ROJAS, R. V. (2013): State of the Art Report on Global and Regional Soil Information: Where are we? Where to go? Global Soil Partnership Technical Report. Rome: FAO.
- PANAGOS, P. – VAN LIEDEKERKE, M. – JONES, A. – MONTANARELLA, L. (2012): European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements. *Land Use Policy*, 29(2):329–338.
- PÁSZTOR L. – LABORCZI A. – TAKÁCS K. – SZATMÁRI G. – DOBOS E. – ILLÉS G. – BAKACSI Zs. – SZABÓ, J. (2015): Compilation of novel and renewed, goal oriented digital soil maps using geostatistical and data mining tools. *Hungarian Geographical Bulletin*, 64(1):49–64.
- PÁSZTOR L. – LABORCZI A. – TAKÁCS K. – SZATMÁRI G. – FODOR N. – ILLÉS G. – FARKAS-IVÁNYI K. – BAKACSI Zs. – SZABÓ, J. (2017): Compilation of Functional Soil Maps for the Support of Spatial Planning and Land Management in Hungary. In Pereira, P. – Brevik, E. C. – Munoz-Rojas, M. – Miller, B. A. (Eds.): *Soil Mapping and Process Modeling for Sustainable Land Use Management*. Amsterdam: Elsevier. pp. 293–317.
- PÁSZTOR L. – NÉGYESI G. – LABORCZI A. – KOVÁCS T. – LÁSZLÓ E. – BIHARI Z. (2016b): Integrated spatial assessment of wind erosion risk in Hungary. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16, pp. 2421–2432.
- PÁSZTOR L. – WALTNER I. – CENTERI Cs – BELÉNYESI M. – TAKÁCS K. (2016a): Soil erosion of Hungary assessed by spatially explicit modelling. *Journal of Maps*, 12(sup1), pp. 407–414.
- 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.
- TAKÁCS K. – SZATMÁRI G. – BAKACSI Zs. – LABORCZI A. – SZABÓ J. – TÓTH T. – PÁSZTOR L. (2016): Target-specific digital soil mapping supporting spatial planning in Hungary. In Sarjakoski, T. – Santos, M. Y. – Sarjakoski, L. T. (Eds.), *The 19th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, pp. 1–7.
- TÓTH G. – HENGL, T. – HERMANN T. – MAKÓ A. – KOCSIS M. – TÓTH B. – BERÉNYI ÜVEGES J. (2015): Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonság-térképei (Soil property maps of the agricultural land of Hungary) EUR 27539. <https://doi.org/10.2788/318926>
- VÁRALLYAY Gy. (2012): Talajtérképezés, talajtani adatbázisok. *Agrokémia és Talajtan*, 61(Suppl.), pp. 249–267.