

AZ AGRÁRKLÍMA 2 PROJEKT EREDMÉNYEI: MAGYARORSZÁG DIGITÁLIS TALAJTÍPUS TÉRKÉPÉNEK ELŐÁLLÍTÁSA

Illés Gábor¹, Fonyó Tamás¹, Pásztor László², Bakacsi Zsófia², Laborczi Annamária²,
Szatmári Gábor² és Szabó József²

¹NAIK Erdészeti Tudományos Intézet

²MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet

Kivonat

Az Agrárklíma 2 projekt keretében szükség volt mind az erdő-, mind a mezőgazdaság szemléletének megfelelő egységes, és országos lefedettségű termőhelyi adatbázis létrehozására. Ennek érdekében az erdészeti és mezőgazdasági termőhelyi adatbázisok egyesítésével, valamint a digitális talajterképezési módszerekhez szükséges környezeti segédváltozókat tartalmazó adatrétegek felhasználásával talajterképek szerkesztési munkáiba kezdtünk. A munka eredményeként létrehoztuk Magyarország új, digitális talajterképeének első változatát, amely 1 ha-os felbontásban nyújt tájékoztatást a talajtakaróról. A térkép validációjának eredménye alapján megállapítható, hogy az új talajterkép generálisan 70%-os megbízhatósággal reprezentálja Magyarország talajait. A módszerben rejlő fejlesztések kihasználásával szeretnénk ezt az értéket a közeljövőben 80% fölé emelni.

Kulcsszavak: talajterképezés, klasszifikáció, szegmentálás, digitális talajterkép

RESULTS OF AGROCLIMATE 2 PROJECT: COMPILATION OF DIGITAL SOIL-TYPE MAP OF HUNGARY

Abstract

According to the tasks of Agroclimate 2 project it was necessary to compile from forestry and agriculture viewpoint an equally applicable soil and landsite database with countrywide coverage. To achieve this by the unification of present forestry and agricultural landsite databases and by using a set of meaningful environmental predictor variables under the umbrella of digital soil mapping approach we started to compile digital soil maps. Our efforts resulted in the first version of Hungary's new digital soil map, which provides information on soils with a spatial resolution of 1 ha. On the basis of the validation of the map we concluded that its confidence is approximately 70%. By the exploitation of refining possibilities provided by the digital soil mapping methods further efforts will be made to achieve prediction accuracy above 80%.

Keywords: soil mapping, classification, segmentation, digital soil map

BEVEZETÉS

Az Agrárklíma 2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0034) a korábban Zala megyére sikerrel kidolgozott (Illés és mtsai 2014; Mátyás 2015) erdészeti és agrár vonatkozású döntéstámogatási rendszer prototípus fejlesztését és országos kiterjesztését tűzte ki célul. Ennek a projektnek a keretében szükség volt az ország teljes területét homogén módon lefedő és kellően részletes felbontású talajtérkép előállítására.

A hazai talajosztályozás a talajképző folyamatok által meghatározott – genetikus – talajosztályozási koncepcióra épül (Dokuchaev 1899). Ezt az elvi alapot alkalmazó talajosztályozási módszertant és annak hazai adottságokra való alkalmazását és kifejtését az agráriumban Stefanovits, Szabolcs, Várallyay nevéhez köthetjük (Szabolcs 1966; Stefanovits 1972; Várallyay és mtsai 1979). Az erdészeti vonalon Babos, Járó és Szodfridt alapozták meg e rendszer használatát (Babos 1954; Járó 1963; Babos és mtsai 1966; Szodfridt 1993). Ennek a talajtani rendszernek alapján számos térképi reprezentáció készült Magyarország területére melyek közül mindenképpen érdemes kiemelni az agrotopográfiai térképeket, melyek habár alacsony térbeli felbontásúak, több fontos szempontból alkalmasak az ökológiai potenciál meghatározására (Várallyay és mtsai 1979). Ugyancsak fontos térképi eredménynek tekinthető a Magyarország területére M=1:200 000-es méretarányban készült genetikus talajtérkép (Jeney és Jassó 1983), illetve a legújabb időkben a Kreybig térképeken alapuló M=1:50 000 méretarányú digitális talajtérképek (Pásztor és mtsai 2012).

Annak ellenére, hogy folyamatban van a magyarországi talajosztályozási rendszer reformja (Michéli és mtsai 2015), még jelenleg is érdemes a genetikus osztályozás szerinti talajtérképeinket fejleszteni, mivel ezen talajosztályokra vonatkozóan rendelkezünk az egyes növénykultúrák hozamára vonatkozó részletes adatokkal.

Ilyen irányú fejlesztés mellett szól az is, hogy habár a fent említettek alapján készültek jelentős talajtérképek hazánk területére, de egyetlen olyan országos térkép sem készült, amely egyaránt reprezentálná a mezőgazdasági és erdészeti területeket, valamint amely alkalmas lenne országosan egységes módon hektáros léptékben releváns talajtani információkat adni.

Ennek a hiányzó térképi terméknek az előállítására vállalkoztunk azzal a céllal, hogy akár erdőtag szintű döntéstámogatásra alkalmas térképek álljanak elő. E munka eredményeit foglaltuk össze az alábbi cikkben.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Szelvény adatok

A térképek előállításához részletes kiindulási és háttéradatbázisra volt szükség. Az adatbázis pontszerű talajadatokból – hozzávetőleg 60 ezer adatsor –, valamint környezeti segédváltozókból – 32 változó – álló raszter fedvényekből állt.

A pontszerű talajadatokat egyaránt tartalmazták a Talaj Információs Monitoring (TIM) adatbázis 1234 szelvényadatát (Várallyay 2002), a részletes talajfizikai és hidrológiai adatbázis (MARTHA) 3937 szelvény adatát (Makó és mtsai 2010) továbbá, az adatok között szerepelt az ERTI termőhelyvizsgálatai közül 1640 szelvény. Végül, de nem utolsó sorban az adatok között szerepelt a 2006. évi állapotnak megfelelő, erdőterületekre vonatkozó termőhelyi adatbázis 51749 szelvénye, amelyeket a direkt termőhely feltárással érintett erdőrészek súlyponti koordinátájával szerepeltettünk. Adattisztítás és az adatok előkészítése során 41 talajtípus maradt az adatbázisban, amelyek szerepeltek a mintavételekben. E típusokat 9 csoportba soroltunk jellegüknek megfelelően (1. táblázat). A csoportok kialakításánál némileg eltértünk a szokásos főcsoportoktól nem a klasszifikáció reformálása, hanem a térképezés sikeressége érdekében. Igyekeztünk minimalizálni az osztályok klasszifikációs távolságát.

1. táblázat: Az összesített talajtípusok és -csoportok megnevezése, darabszáma
 Table 1: The unified soil groups and soil-types and the number of represented records

Talaj csoport megnevezése	Talajtípus megnevezése	Darabszám
Váztalajok	Sziklás, köves váztalaj	182
	Kavicsos váztalaj	371
	Földes kopár	581
	Lejtőhordalék talaj	748
Homoktalajok	Futóhomok talaj	248
	Humuszos homok	18199
	Rozsdabarna erdőtalaj	6109
	Kovárányos barna erdőtalaj	2283
Közethatású talajok	Humusz karbonát talaj	339
	Erubáz talaj	22
	Rendzina talaj	1219
	Ranker talaj	486
Barna erdőtalajok	Savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj	556
	Podzolos barna erdőtalaj	343
	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	5215
	Pszudoglejes barna erdőtalaj	1274
	Barnaföld	4646
	Karbonátmradványos barna erdőtalaj	525
Csernozjom talajok	Csernozjom barna erdőtalaj	394
	Kilúgzott csernozjom talaj	82
	Mészlepedékes csernozjom talaj	1187
	Réti csernozjom talaj	912
	Öntés csernozjom talaj	134
Szikes talajok	Szoloncsák talaj	12
	Szoloncsák-szolonyec talaj	14
	Réti szolonyec talaj	133
	Sztyeppesedő réti szolonyec talaj	89
	Másodlagos szikes talaj	4
	Szoloncsákos réti talaj	43
	Szolonyeces réti talaj	158
Réti talajok	Típusos réti talaj	5154
	Mélyben sós réti talaj	109
	Réti öntés talaj	1104
	Lápos réti talaj	470
	Réti csernozjom talaj	181
Láptalajok	Mohaláp talaj	2
	Síkláp talaj	957
	Telkesített láptalaj	6
	Mocsári erdőtalaj	1532
Öntéstalajok	Nyers öntéstalaj	266
	Humuszos öntéstalaj	2271
Összesen		58560

Környezeti segédváltozók

A környezeti segédváltozók 32 fedvénye az alábbi adatállományokat tartalmazta.

- Digitális domborzatmodell (tengerszint feletti magasság, kitettség, lejtés, geomorfológiai besorolás 300 méteres és 500 méteres körzetben, általános-, profil-, és planáris görbület, topográfiai pozíciós index, valós felszín terület, topográfiai nedvességindex, hőmennyiség mutató, völgyfenék és hegygerinc simasági mutató, eróziós potenciál index, patakrendszertől való távolság).
- Az alapkőzet kategóriák a ma országos fedettséggel egyedül elérhető térképállományból, a Földtani képződmények Magyarország Földtani Térképsorozatából (Gyalog és Síkhegyi 2005) kerültek levezetésre a FAO talajleírási útmutatójában szereplő talajképző kőzet kategóriáknak való megfeleltetés révén (Baxter 2007; Bakacsi és mtsai 2014).
- A talajvízhatás értékeléséhez (Pentelényi és Scharek 2006) térképét használtuk a talajvíz mélységi kategóriáinak egyszértékeivel.
- A klimatikus hatásokat a CarpatClim-Hu adatbázis MISH interpolációval létrehozott sokévi átlagos csapadékösszeg, hőmérséklet és párolgás fedvényeivel jellemeztük (Szentimrey és Bihari 2004).
- A földhasználati adatokat a CORINE adatbázis M=1:50 000-es fedvényei adták (Büttner és mtsai 2004).
- Kiegészítő talaj információként felhasználásra kerültek a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer adatrétegei is (Pásztor és mtsai 2012).

A széles körű statisztikai feldolgozhatóság érdekében segédváltozókat előzetes adatelemzésnek vetettük alá, melynek során a nem normális eloszlású változókat eloszlás transzformáció révén normalizáltuk. Ha ez nem volt lehetséges, akkor kategória változóvá alakítottuk át (Jenks 1967).

Szegmentációs eljárás a segédváltozók felhasználásával

Az előző fejezetben ismertetett segédváltozók térben folytonos és az egész országot lefedő fedvényeiből létrehoztunk egy többsávú georeferált TIFF képfájlt, amely egy szegmentációs eljárás alapját képezte. Ezt a képfájlt eCognition program segítségével szegmentáltuk (multiresolution segmentation). A szegmentálás lényege, hogy a teljes képterületet olyan kisebb egységekre bontsuk, amelyek önálló képobjektumként értelmezhetők. Jelen esetben a talajtulajdonságok kialakításában lényeges szerepet játszó segédváltozók jelentették a szegmentálandó kép sávjait. Ezért olyan térbeli egységeket kapunk a változó méretarány faktorral történő szegmentálás nyomán amelyek a talajtulajdonságokat befolyásoló változók tekintetében a környezettől eltérnek, tehát önálló talajtestként értelmezhetők. Előny, hogy a kis méretarányú szegmentáláskor kapott objektumok határai (1. ábra) a nagyobb méretarányú szegmentálás nyomán is megmaradnak, ezért teljesen koherens objektum topológia épül fel az eljárás során (Trimble 2013).

A továbbiakban az egyes képobjektumokba eső referencia szelvények jelölték ki az egyes talajtípusok mintajelölő csoportját, mely alapján a többi képobjektum típusba sorolását kellett megoldani.

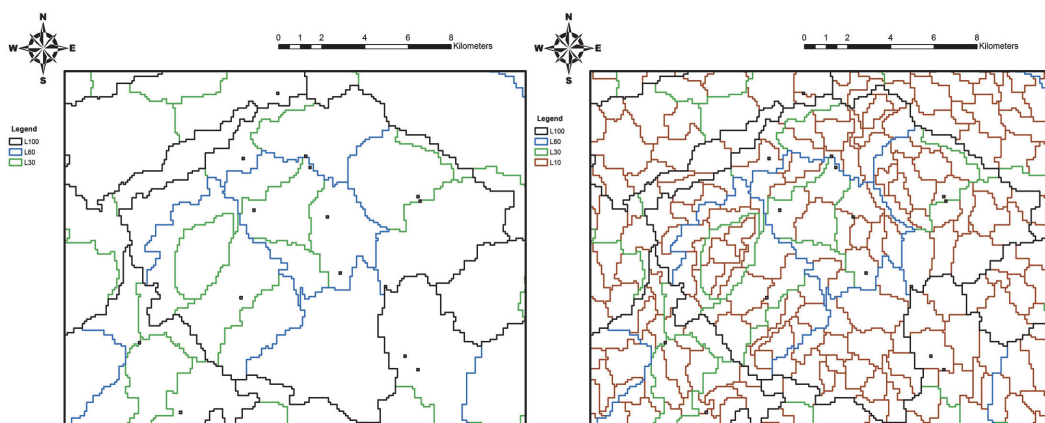
Többlépcsős osztályozás

Magyarország teljes területének talajtípusokba sorolásához a fentebb leírt előkészítést követően többféle, és többlépcsős klasszifikációs algoritmusokat használtunk.

Az alkalmazott klasszifikációs algoritmusok között döntési fák, neurális hálózatok, és random forest (döntési fák halmaza) osztályozók kaptak helyet. A munka során úgy jártunk el, hogy első lépésben a 9 nagyobb talajcsoport térbeli előfordulását határoztuk meg az országot lefedő objektumok (szegmensek) talajcsoportba

sorolásával. Ebben az esetben szakami megfontolások alapján jártunk el, melynek során igyekeztünk a talajokat az osztályozók számára meghatározó jellegük alapján csoportosítani (1. táblázat). Más csoportosítás is elképzelhető, azonban esetünkben a fenti csoportok jó predikciós eredményeket adtak. Második lépésben aztán a talajcsoportok területén belül határoztuk meg az egyes típusok csoporton belüli előfordulását. A kétlépcsős osztályozás nagyban növelte a becslések megbízhatóságának mértékét.

A munkaszakasz végén talajtípus szinten 12 klasszifikációs modellt választottunk ki a legjobb eredményekkel. E 12 modell szintetizált eredményeként állt össze a végleges talajtípus térkép oly módon, hogy minden egyes képi objektum a típusát legmegbízhatóbban becselő modell által kijelölt talajtípusba került. Ezután a végső térkép a legjobb becslések szintetizálásával és mozaikolásával készült el.



1. ábra: Különböző méretarányú szegmentációs objektumok. Az eltérő színek az eltérő méretarány tényezőkhöz tartoznak
Figure 1: Resulted image objects of segmentation using different scale factors. Different colours refer to different scales

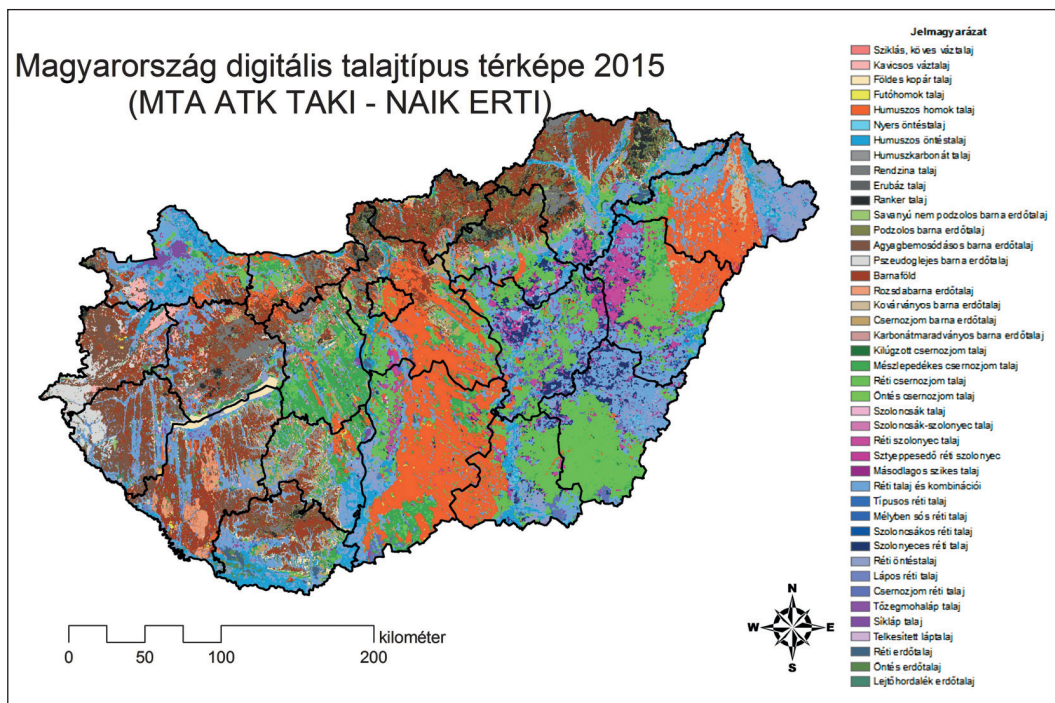
Validáció

Az eredmények validációját egyfelől kisebb területekre korábban készült, nagyfelbontású talajtérképekkel való összevetés alapján végeztük, amelyeket részletes felvételek alapján a szerzők az ország több táján korábban készítettek el, másfelől független pontszerű talajmintavételek eredményeivel való összehasonlítás révén, 7 megyében, több, mint 1000 felvételi pont alapján.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

A munkánk eddigi végeredménye az újonnan létrehozott, nagyfelbontású, országos talajtípus térkép, amely 100x100 méteres léptékben szolgáltat talajtani információt (2. ábra). A korábban készült térképekhez képest talán a legnagyobb előrelépés, hogy a térképhez ismert megbízhatósági szinteket lehet rendelni, ami tájékoztatást ad a felhasználónak arról, hogy adott térképi objektumot milyen megbízhatósággal reprezentál a térkép. További előny a korábbi térképekhez képest, hogy a talajok térbeli változatosságát ez a térkép az alföldi területeken is visszaadja, mivel jobban követi a geomorfológiai változatosságot. A 2. táblázat tartalmazza az egyes talajtípusokra vonatkozó osztályozási pontosságot, valamint az összes talajtípus figyelembe vételével számított összegzett pontosság értékét. A pontosság kétféle módon becsülhető. Egyrészt az osztályozó algoritmusok a mintapontok (esetünkben az 58560 pont 10%-át félreteszik tesztelésre). Ennek eredménye

szerepel a 2. táblázatban. Mivel a másik opció, a validálásnál említett független, külső pontok használata ilyen mennyiségben és minden típusra nézve nem volt megoldott, így ennek eredményeit itt nem közöljük. Megállapítható a 2. táblázatból, hogy habár jelentős eltérések vannak az egyes típusok osztályozási pontosságában, a legjelentősebb talajtípusok előfordulását stabilan hozza a térkép. A ritkább, vagy speciális termőhelyeken a bizonytalanság megnő, de országosan így is közel 70%-os megbízhatósági szintet értünk el.



2. ábra: Magyarország új, digitális térképezési módszerekkel előállított talajtípus térképe
Figure 2: New digital soil-type map of Hungary

2. táblázat: Az egyes talajtípusok térképi ábrázolásának megbízhatósága
Table 2: Mapping accuracy of each soil-type

Talajtípus	Megbízhatóság	Talajtípus	Megbízhatóság
Sziklás váz t.	49%	Mészlepedékes cs.t.	35%
Kavicsos váz t.	81%	Réti csernozjom t.	46%
Földes kopár	42%	Öntés csernozjom t.	58%
Futóhomok	59%	Szoloncsák t.	100%
Humuszos homok	86%	Szoloncsák-szolonyc t.	64%
Nyers öntés t.	61%	Réti szolonyc t.	53%
Humuszos öntés t.	69%	Sztyepp. réti szolonyc t.	74%
Humuszkarbonát t.	67%	Másodlagos szikes t.	100%
Rendzina t.	78%	Réti talaj komb.	42%
Erubáz t.	91%	Típusos réti t.	61%

A 2. táblázat (folytatás)
Table 2 (cont.)

Talajtípus	Megbízhatóság	Talajtípus	Megbízhatóság
Ranker t.	73%	Szoloncsákos réti t.	53%
Savanyú, nem podzolos b.e.t.	69%	Szolonyeces réti t.	39%
Podzolos b.e.t.	71%	Réti öntés t.	36%
Agyagbemosódásos b.e.t.	65%	Lápos réti t.	44%
Pszudoglejes b.e.t.	59%	Csernozjom réti t.	49%
Barna föld	59%	Mohaláp t.	50%
Rozsdabarna e.t.	57%	Síkláp t.	87%
Koványos b.e.t.	79%	Telkesített láp t.	83%
Csernozjom b.e.t.	55%	Öntés erdő t.	52%
Karbonát-maradványos b.e.t.	46%	Lejtőhordalék e.t.	28%
Kilúgzott csernozjom t.	70%	Összes típus	67%

KONKLÚZIÓK

Az eredményekből többféle konklúzió vonható le. Módszertani szempontból fontos tanulság, hogy az objektum alapú, többlépcsős osztályozási módszerek számítástechnikai szempontból hatékonyabbak és jobb eredményt adnak, mint a pixel alapú, egylépcsős klasszifikációs eljárások. További fontos eredmény, hogy először sikerült olyan országos kiterjedésű és részletes talajtérképet készíteni, amelyik a mezőgazdasági és erdészeti adatbázisok egyesítésével és közös szakembergárdával készült. Így módon ez az első olyan országos talajtérkép, amit korlátozások nélkül lehet mezőgazdasági és erdészeti hasznosítási kérdések esetében felhasználni.

A sok háttéradat és a térkép robusztussága révén operatív felhasználhatósága is kiemelkedő. Ezt jól illusztrálja, hogy talajtérképünk alapadatként felhasználásra került az Országos Területrendezési Tervek (OTRT) 2015-ös megújításánál, valamint alapját képezte a NATÉR agráriumhoz kapcsolódó adatrétegeinek, mint a különböző növénykultúrák várható hozamainak becslésében használt egyik kiindulási adata.

További fontos eredmény, hogy a fő talajcsoportok és talajtípusok térképe – némi kartográfiai generalizálás után – fogja szolgáltatni a megújuló Nemzeti Atlaszunk talajokkal foglalkozó fejezetének térképeit.

Természetesen mindezek ellenére sem tekinthetjük a térképet végleges eredménynek. Tovább kell dolgozni a finomításon, hogy még jobban visszaadja talajaink térbeli változatosságát.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munkát az Agrárklíma 2 projekt finanszírozta (VKSZ_2012-1-2013-0034).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Babos I. (Szerk.) 1954: Magyarország táji erdőművelésének alapjai. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- Babos I.; Horváthné dr. Prosz T. S.; Járó Z.; Király L.; Szodfridt I.; és Tóth B. 1966: Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. Budapest, Akadémiai Kiadó
- Bakacsi Z.; Laborczi A.; Szabó J.; Takács K.; and Pásztor L. 2014: Az 1:100 000-es földtani térkép jelkulcsának és a FAO rendszer talajképző közet kódrendszerének javasolt megfeleltetése. *Agrokémia és Talajtan*, 63: 189-202.
- Baxter, S. 2007: Guidelines for Soil Description. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006), pp. 108, US\$40.00. ISBN 92-5-1055-21-1. *Experimental Agriculture*, 43 (02), 263. DOI: [10.1017/S0014479706384906](https://doi.org/10.1017/S0014479706384906)
- Büttner, G.; Maucha, G.; Bíró, M.; Kosztra, B.; Pataki, R.; and Petrik, O. 2004: National land cover database at scale 1:50000 in Hungary. *EARSeL eProceedings*, 3, 323-330.
- Dokuchaev, V. V. 1899: A contribution to the theory of natural zones: Horizontal and vertical soil zones [In Russian]. St. Petersburg: Mayor's Office Press
- Gyalog, L. and Síkhegyi, F. 2005: Geological Map of Hungary, 1:100.000. Budapest: Geological Institute of Hungary. Retrieved from <http://loczy.mfgi.hu/fdt100/>
- Illés G.; Kovács G.; Laborczi A.; and Pásztor L. 2014: Zala megye egységes talajtípus adatbázisának összeállítása klasszifikációs eljárásokkal. *Erdészettudományi Közlemények*, 4 (2): 55-64.
- Járó Z. 1963: Talajtípusok. Budapest, OEF
- Jeney I. és Jassó F. 1983: Magyarország genetikus talajtérképe (méterarány: 1:200.000). Budapest: Kartográfiai Vállalat
- Jenks, G. F. 1967: The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, 7 (1): 186-190.
- Makó A.; Tóth B.; Hernádi H.; Farkas C.; és Marth P. 2010: A Magyarországi Részletes Talajfizikai és Hidrológiai Adatbázis (MARTHA) bemutatása és annak alkalmazása más adatbázisokon kifejlesztett pedotranszfer függvények tesztelésére. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1): 29-38. DOI: [10.1556/Agrokem.59.2010.1.4](https://doi.org/10.1556/Agrokem.59.2010.1.4)
- Mátyás Cs. 2015: Az alkalmazkodó erdőművelés támogatása: az "AGRÁRKLÍMA" projekt döntéstámogató rendszere. *Erdészeti Lapok*, 150 (4): 102-104.
- Michéi E.; Fuchs M.; Láng V.; Szegi T.; Dobos E. és Szabóné Kele G. 2015: Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. *Agrokémia és Talajtan*, 64: 285-297. DOI: [10.1556/0088.2015.64.1.21](https://doi.org/10.1556/0088.2015.64.1.21)
- Pásztor, L.; Szabó, J.; Bakacsi, Z.; Matus, J.; and Laborczi, A. 2012: Compilation of 1:50,000 scale digital soil maps for Hungary based on the digital Kreybig soil information system. *Journal of Maps*, 8 (3): 215-219. DOI: [10.1080/17445647.2012.705517](https://doi.org/10.1080/17445647.2012.705517)
- Pentelényi A. és Scharek P. 2006: A talajvízszint mélysége a felszín alatt, 1:500.000. Budapest: MFGI. Retrieved from http://map.mfgi.hu/tvz_251020/
- Stefanovits P. 1972: Talajtan. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- Szabolcs I. 1966: A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. Budapest, OMMI.
- Szentimrey, T. and Bihari, Z. 2004: Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis). In *Proceedings from the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology*, Budapest, 17-27.
- Szodfridt I. 1993: Erdészeti termőhelyismeret-tan. Budapest, Mezőgazda Kiadó
- Trimble 2013: eCognition Developer User Guide. München: Trimble GmbH.
- Várallyay, G. 2002: Soil survey and soil monitoring in Hungary. *European Soil Bureau - Research Report* 9: 139-149.
- Várallyay G.; Szűcs L.; Murányi A.; Rajkai K.; and Zilahy P. 1979: Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó talajtani tényezők 1:100 000 méretarányú térképe. *Agrokémia És Talajtan*, 28: 363–384.

Érkezett: 2016. május 22.

Közlésre elfogadva: 2016. szeptember 27.