



A Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer pontosságának és megbízhatóságának növelése

Pásztor L., Szabó J., Bakacsi Zs., Dombos M., László P.

Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, 1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

ÖSSZEFOGLALÁS

A talajtérképek és a térbeli talajinformációs rendszerek (TTIR) alkalmazhatósága nagyban függ pontosságuktól. A digitálisan archivált és vektorizált térképi alapú információk, illetve a talajszelvényekhez köthető adatok relációs adatbázisba rendezésével előálló nyers TTIR lényegében a felvételezés/térképezés adatrendszerének digitális verziója. Ez az állomány azonban számos módon javítható, csiszolható, finomítható. És ez nem csupán lehetőség, hanem az adatgazda számára egyben kötelezettség is. Egy megfelelően kialakított, téradatinfrastruktúrába illesztett TTIR segítségével, valamint az eredeti felvételezési célok és térképezési ismeretek szem előtt tartásával maga a TTIR, illetve a belőle származó talajtérképek pontossága, geometriai és tematikus felbontása, ez alapján pedig megbízhatósága egyaránt többféleképpen növelhető. Cikkünkben a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer apropóján mutatjuk be ezen a téren elért eredményeinket.

(Kulcsszavak: térbeli talajinformációs rendszer, térbeli adatinfrastruktúra, reambuláció)

ABSTRACT

Increasing the accuracy and reliability of the Digital Kreybig Soil Information System

L. Pásztor, J. Szabó, Zs. Bakacsi, M. Dombos, P. László

Research Institute for Soil Science and agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,
Budapest, H-1022 Herman Ottó út 15.

A key issue of applicability of both traditional soil maps and spatial soil information systems (SSIS) is their accuracy. The „raw” SSIS, which consists of scanned map sheets, vectorized spatial data (soil units as polygons and soil profiles as points) and profile database can be mainly considered as the digitally converted version of the processed map-based soil information. Nevertheless, there are various opportunities for increasing both its spatial and thematic accuracy, which is also a duty of the data owner/manager. The integration of spatial soil information within appropriate spatial data infrastructure (SDI) and the consideration of the characteristics of the original survey support this process. In the present paper we are presenting our results acquired in the inherent refinement and upgrading of the Kreybig Digital Soil Information System (KDSIS) originating from the 1:25,000 scale practical soil mapping of Hungary.

(Keywords: spatial soil information system, spatial data infrastructure, reambulation)

BEVEZETÉS

A talajokra vonatkozó információigény az utóbbi évtizedekben erőteljesen megnövekedett (*Mermut és Eswaran, 2000*) és messze nem csupán az agrárium részéről.

A kezdeti áttekintő, sematikus talajtérképek, majd a szisztematikus talajfelvételezéseken alapuló talajtérképezések mind a talajokra vonatkozó információkkal kapcsolatos társadalmi igények és kívánalmak kielégítésére születtek. Az információval szembeni aktuális elvárás, hogy az digitálisan és minél szélesebb körben legyen hozzáférhető, ennek köszönhetően vették át a legfőbb talajtani információhordozó szerepét a talajtani adatbázisok és térbeli talajinformációs rendszerek (TTIR; *Burrough, 2005, Lagacherie és McBratney, 2005*), illetve ezek internetes (térkép)szervereken keresztül szolgáltatott változatai (*Rossiter, 2004*). Számos talajtani adatbázis szervesen beépül földhasználati és vidékfejlesztési (*Thwaites, 1999*), agrár-környezeti programokba (*Baylis et al., 2004*), alkalmazást nyer a környezeti modellezésben (*Hubrechts et al., 1998*), környezeti erőforrás felmérésben (*FAO, 1976*) vagy akár kockázatbecslésben (*Lim és Engel, 2003*). A hagyományos talajfelvételezés és -térképezés idő- és költségigényes. Újabb, nagyobb területekre kiterjedő, hagyományos térképezési munkákra a közeljövőben nemigen lehet számítani. Napjainkban egyre kevesebb új adat gyűlik (*Nachtergale és van Ranst, 2002, Spaargaren és Dent, 2006*), csökken a talajtani szakemberek száma (*Howell és Smith, 2006, Pálmai, 2006*), ennek következtében drámai változások indultak a talajtérképezésben. A talajtani adatok gyűjtése olyan korlátozó tényező volt és egyelőre marad is, ami még akár a digitális talajtérképezés fejlődésének is komoly gátja lehet (*Lagacherie, 2006*). Éppen az új mintavételezés magas költségei miatt kap egyre nagyobb szerepet a rendelkezésre álló információk mind alaposabb kiaknázása. Napjaink talajtérképezési tevékenységének a többsége nem új felvételezésekre, hanem a létezők felülvizsgálatára fordítódik (*Burt et al., 2006*). A létező adatok digitális archiválására, illetve mind teljesebb és magasabb fokú feldolgozására a világ más, fejlettebb tájain tett kezdeményezések (*Selvaradjou et al., 2006; Rossiter, 2006*) is azt jelzik, hogy jelenleg az új felvételezésekből származó adatsdömping helyett a rendelkezésre álló információk mind hatékonyabb és többértékű felhasználása okozza a nagyobb fejtést a talajtan számára.

A korábbi térképezések, felvételezések által szolgáltatott és az aktuálisan megkívánt információk nem mindig fedik egymást. A térképezések célja, az annak alapján elvégzett munka, illetve az ezek eredményeképpen született adatok direkt módon nem feltétlenül alkalmazhatók egy adott, talajtani információkat igénylő problémakör kapcsán. Ennek egyik oka, hogy a hagyományos talajtérképezések során a felvételezés legfőbb szempontjai általában mezőgazdasági jellegűek voltak (*Hubrechts et al., 1998*), mivel hosszú időn keresztül a talaj biomassza termeléssel kapcsolatos funkciói voltak fontosak. Napjainkban azonban egyre inkább felértékelődnek a környezet minőségével kapcsolatos talajfunkciók (*Várallyay, 2002*) a társadalom egyre inkább igényt tart és a fenntartható fejlődés is a talaj multifunkcionalitására épít (*Várallyay, 2001*). Új adatfelvételezés híján ezen ellentmondás feloldására az elméleti talajtantól várhatók megfelelő megoldások. Jelentős szerepet kapnak az egyes környezeti paraméterekre vonatkozó térképi alapú, digitális ismeretek, melyek egyrészt jelentősen kisebb költséggel beszerezhetők, másrészt a digitális talajtérképezés eszközeivel felhasználhatók a talajok bizonyos tulajdonságainak becslő meghatározására (*Dobos et al., 2000, 2005; McKenzie és Gallant, 2005*). Megfelelő pedotranszfer függvények bevezetésével és kalibrációjával szintén jelentős előretörés várható a rendelkezésre álló talajtani információk sokrétű felhasználhatóságában (*Wösten et al., 1998*). Mindezen eszközök egyrészt megkönnyíthetik megbízható és multifunkciós (esetlegesen hierarchikus, több szintű) térbeli talajinformációs rendszerek kialakítását, másrészt azonban nem nélkülözhetik a hagyományos talajtani tudást (*Walter et al., 2005*), nem működnek adatok nélkül, amelyek elsődlegesen a terepen születtek/születnek (*Webster, 1997*).

A [digitális talajtérképezés](#) a kvantitatív talajtérképezésben elért új eredményeket ötvözi a hagyományos talajfelvételezési tudással és integrálja térinformatikai környezetben (Lagacherie, 2006). Alapfeltevése szerint -a dokucsájevi és Jenny-féle koncepció általánosításával- a talajtulajdonságok megfelelő pontossággal becsülhetők az adott helyen ismert egyéb környezeti változók segítségével, melyet kiegészít a további talajtulajdonságokra, illetve a helyre vonatkozó információ. Ezt az ún. SCORPAN egyenlet formalizálja (McBratney et al., 2003) Gyakorlatban leggyakrabban 3 környezeti segédváltozót (statisztikai értelemben prediktor változót) használnak (Dobos et al., 2006):

- távérzékelt képek (multi-, vagy akár hiperspektrális, gyakran többidőpontú),
- topográfiai információk (digitális domborzat modell és deriváltjai), segéd tematikus térképek (felszínborítás, földhasználat, földtan, vízrajz, etc.).

A talajtérképektől elvárt alapvető gyakorlati haszon a térbeli predikció (Leenhardt et al., 1994), melynek lényege, hogy az ismert helyeken vett (lokalizált, georeferált) mintákra (szelvény, fúrás, helyszíni mérés etc.) a helyszínen vagy laboratóriumban meghatározott értékek és/vagy egy adott osztályozás alapján egy nagyobb területre vonatkozóan becslés adható az azonos vagy egyéb talajtulajdonságokra. Ennek tradicionális eszköze a hagyományos talajfolt térkép. Lényegük, hogy a térképezendő területet olyan diszjunkt egységekre bontják, amelyekben belül a talaj változékonysága kisebb, mint a teljes területre vonatkozóan (Beckett és Webster, 1971). A talajfoltok használata mögötti modell szerint a térképezett talajtulajdonság egy folton belül homogén, azaz azonosan jellemzi a terület minden egyes pontját, és csak a határok mentén ugrik; a talajfoltok mintegy rétegzik a variációt. Vannak a hagyományos módszernél pontosabb térbeli becslést nyújtó, korszerű, matematikailag megalapozott eljárások (egy- és többváltozós, univerzális és kereszt krigeles, fuzzy módszerek etc.), a klasszikus megközelítésnek mindazonáltal még tág a mozgástere, a felhasználók többsége számára ugyanis ez nyújtja a legkönnyebben interpretálható eredményeket (Leenhardt et al., 1994).

A talajfolt térképek, illetve a folt objektum alapú térbeli talajinformációs rendszerek pontossága (geometriai és tematikus felbontás) többféleképpen növelhető: a folthatárok mind pontosabb megrajzolásával; a talajfoltok térbeli finomításával, azaz minél kisebb inhomogenitások figyelembevételével; illetve a foltokra jellemző adatok pontosításával (pontosabb mérés, aktuálisabb információ, korszerűbb módszertan, illetve osztályozás etc.). A térinformatikai környezetben a térképezés során gyakran komoly szerepet játszó klasszikus kartográfiai korlátok áthidalhatók. A térképi alapú környezeti segédinformációk segítségével a talajfolthatárok finomíthatók, a pedonok mind pontosabban lehatárolhatók. Az eredeti talajfoltok térbelileg finomíthatók, foltosztó határok rajzolhatók a minél kisebb folton belüli inhomogenitások figyelembevételével, amennyiben valamilyen forrásból ismert, hogy a folton belül talajtani inhomogenitás található.

Rossiter (2004) igen alapos nemzetközi áttekintése és felmérése szerint a jelenleg létező térbeli talajinformációs rendszerek döntő többsége regionális, országos szintű. Ez hagyományos kartográfiai léptékben kifejezve 1:200.000-nél kisebb méretarányú, azaz 400 méternél, illetve 16 hektárnál kisebb térbeli felbontásnak felel meg. Ez nem igazán meglepő, hiszen az ezek alapját adó eredeti talajtérképek is csak ritkán készültek el, nagyobb területekre vonatkozóan, részletesebb felbontásban. Ha esetleg mégis, akkor is az első kialakításra kerülő térbeli talajinformációs rendszerekben, megfelelő informatikai tapasztalat és infrastruktúra híján, a kisebb ráfordítást igénylő kis léptékű (gyakran a részletesebb információk generalizálása révén született) talajtérképek és adatok kerültek feldolgozásra. Térbelileg részletesebb felbontású talajtani információkra azonban sok

felhasználónak lenne szüksége. A következő szintet az 1:200.000 és 1:20.000 közti kartográfiai méretarány, illetve az ennek megfelelő 40-400 m, illetve 0,16-16 hektár térbeli felbontás jelenti (*Lagacherie és McBratney, 2005*). De még a legfejlettebb országok sem igazán képesek kielégíteni a világszerte gyors léptekben fejlődő téradat infrastruktúra elvárásait talajtani adatok vonatkozásában. Pedig többek közt az Európai Talajvédelmi Stratégia (*CEC, 2002*) is megkívánja az INSPIRE alapelveknek megfelelő, térbelileg megalapozott talajtani információkat (*Dusart, 2005*).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Magyarországon is számos terület, jelentős projekt igényli vagy fogja igényelni a közeljövőben az INSPIRE-ban is megfogalmazott alapelveknek megfelelő digitális, térképi alapú talajtani információt. Az agrár-környezet-gazdálkodás programok sikere megkívánja a célterület agrár-környezeti állapotának felmérését, a terület általános környezeti állapotának, agrárpotenciáljának, mezőgazdasági termelésre való alkalmasságának és talajok sérülékenységének és regeneráló-képességének megismerését (*Németh et al., 2000; Magyari, 2005*). Az agrár-környezetgazdálkodási információs és monitoring rendszer (AIR) működése elképzelhetetlen megfelelő tematikus és térbeli részletességű, térképi alapú talajtani alapinformációk nélkül. A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztése (VTT) keretében a Tisza mentén megvalósítandó tározók területén és környezetükben szintén fontos követelmény a talaj vízháztartásának jellemzése, a tájgazdálkodás feltételeinek talajtani szempontú értékelése, valamint a talaj nedvesség-forgalmának, a talajvízmérleg elemeinek, a talajkészletek térbeli helyzetének térségi szintű jellemzése és a talajállapot időbeni változásainak nyomkövetése (*Flachner et al., 2004*). Részletes és megbízható talajtani információra azonban számos további terület is igényt tart: élőhely térképezés (*Molnár et al., 1999*), belvíz érzékenység térképezés (*Pálfai et al., 2004*), aszály érzékenység térképezés (*Németh, 2004*) precíziós gazdálkodás (*Tamás, 2001*), földértékelés (*Gaál et al., 2003*) etc.

Magyarországon az utóbbi közel 150 évben jelentős természetföldrajzi, talajtani információ gyűlt össze a kiterjedt felvételezéseknek köszönhetően. Az egymást követő térképezések felvételezési célja és módszere is különbözött, így az eltérő célok eltérő talajtani jellemzők hangsúlyozásához vezettek. Az összegyűlt adatok és az azok alapján szerkesztett térképek különböző léptékben születtek a gazdálkodásitól az országos szintig (*Várallyay, 1989, Várallyay, 2002*). A kisebb léptékűek országos fedettséget adnak, a részletesebbek nem. A legrészletesebb és még országosan elkészült térképi alapú talajtani adatrendszer a Kreybig-féle Átnézetes Talajismereti térképezés anyaga, melynek adatgazdája az MTA TAKI.

Az elmúlt két évtizedben a térképi alapú talajtani információk jelentős része, bár főképpen a kisebb méretarányúak, kerültek digitális feldolgozásra és épültek be különböző térbeli (talaj)információs rendszerekbe (AgroTopo: *Várallyay és Molnár, 1989*; HunSOTER: *Várallyay et al., 1994*; MERA: *Pásztor et al., 1998*; SOVEUR: *Várallyay et al., 2000*). A részletesebb adatok feldolgozásának időközben megteremtődtek a technikai feltételei és az igény is megnőtt a közepes és nagyléptékű digitális talajtani információkra, ezért előtérbe került az ilyen adatokat szolgáltató rendszerek kialakítása (*Pásztor et al, 2002b; Szabó, 2002; Dorka, 2004; Szabó, 2004; Takács et al., 2004; Tóth et al., 2006*).

A Kreybig térképezés digitális feldolgozásának és az ezen alapuló Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (KDTIR) kialakításának bizonyos szempontból kitüntetett szerep jut, mivel ez a térbelileg legrészletesebb és még országosan elkészült

térképi alapú talajtani adatrendszer. A Kreybig archivum feldolgozása 1998-ban kezdődött. A térképanyag szkenneléssel történő archiválása és a képek EOY transzformációja befejeződött, a geometriai adatok vektorizálása (talajfoltok, mint poligonok és talaj-szelvények, mint pontok) térképszelvényenként folyamatosan halad. A térbeli adatok és a talajszelvény adatbázis feltöltése egymástól függetlenül történik. Jelenleg a folt mintázat feltöltése az ország területének mintegy kétharmadára elkészült, a pont adatbázis feltöltése ehhez képest jóval elmarad. A térképlapokhoz csatolt magyarázó füzetekben található talajszelvények felvételi és a laboratóriumi jegyzőkönyvi adatbázisának feltöltésére viszont egy saját fejlesztésű adatbeviteli és ellenőrző programot fejlesztettünk. Jelenleg a szelvény adatbázis második generációs változatát használjuk (1. ábra). Az adatbázis növekedésével ugyanis, illetve a továbbiakban részletezendő feladat bővítések következtében a korábbiakban alkalmazott Microsoft Access alapú rendszer nem volt megfelelő hatékonyságú, ezért az adatbázis kezelést a továbbiakban SQL Serverre alapozzuk. Az áttérés egyben az adatbázis-struktúra átalakításával is járt. A rendszer általános felhasználó által hozzáférhető része egy webes böngésző felületen érhető el. Ezen eszköz segítségével az adatbázis feltöltése megfelelő stáb rendelkezésre állása esetén felgyorsítható és a teljes feltöltöttség is reális idő alatt megoldható.

1. ábra

Szelvény adatbázis felhasználói felület

The screenshot shows the user interface of the soil profile database. It is displayed in a Microsoft Internet Explorer browser window. The address bar shows the URL: <http://fbr.risac.hu/kreybig/Net/index.asp>. The page has a yellow background and contains several sections:

- Search and Navigation:** A search bar at the top left, followed by buttons for "Új azonosító", "Minta azonosítás", "Adatlap", "Terepi jegyzőkönyv", "MDB", "Csoport", and "Labor". A "Keresés" button is on the right.
- Project List:** A dropdown menu showing a list of projects: 1. 1AA10, 2. 1AA11, 3. 1AA16, 4. 1AA2, 5. 1AA3. Project 4 (1AA2) is selected.
- Form Fields:**
 - Project:** "Bodrogköz 2004"
 - Feltételi azonosító:** "1AA2"
 - Kreybig pont koordinátája:** X: 51, Y: 63, Z: 17.20
 - Dátum:** "2004.05.02"
 - Mintavétel neve:** "DM.SZJ.PSZ"
 - Helyszín azonosítása:** "nem (-)"
 - Talajtani leírás azonosítása:** "igen (+)"
 - Adatok értelmezhetősége:** "igen (+)"
 - Monitoring:** "nem (-)"
- Talajszelvény (Soil Profile) Section:**
 - Humuszréteg vastagság:** 30
 - Tömődött r. mélység:** 20
 - Tömődött r. vastagság:** 150
 - Növényzet:** "fűszes egyzárkúak, umós"
 - Művelési ág:** "Parlag"
 - Széltörők alkalmazása:** "nem alkalmazás (-)"
 - Klasszifikáció (HUMARB):** "nem kitöltendő név"
 - Talaj mélysége:** "Könyök, enyhén hullámos"
- Genetikus szint (Genetic Level) Section:**
 - Réteg száma:** 1
 - Réteg jele:** 3
 - Felső mélység:** 30
 - Alsó mélység:** 10YR 3/1 (Very Dark Gray)
 - Tömődöttség:** "Vágyos agyag (s+a)"
 - Szín:** "Köt"

Figure 1: User interface of the soil profile database

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Geometriai és tematikus korrekciók

Egy önkonzisztens térinformatikai rendszer kialakítása érdekében szükséges a digitalizált, vektorizált szelvényenkénti állományok geometriai és tematikus illesztése. A feldolgozásra kerülő szelvényeket a digitális képi archiválás után Egységes Országos Vetületi Rendszerbe transzformáltuk. Ismervén a Kreybig-féle térképezés alapjául használt topográfiai szelvények szelvénykiosztását, továbbá rendelkezvén ezen hálózat egységes országos vetületű változatával, ezt a térképszelvények sarokpontjainak transzformációja révén végeztük. A munkálatok folyamán kiderült, hogy ezt az elsődleges transzformációt továbbinak kell követnie, ugyanis 100 méter nagyságrendű hiba marad. A másodlagos transzformációt már a digitalizált, vektorizált állománnyal végezzük. Ehhez nagyléptékű EOV alapú digitális topográfiai térképeken, vagy távérzékelt képeken (EOV-be transzfomált légi vagy űrfelvételek), illetve a Kreybig térképeken meghatározott azonos pontokat használunk.

A feldolgozott térképlapok számos helyen határmenti illesztésre szorulnak. A térképezés módszertana ugyan magába foglalta a határmenti korreláció és korrekció elvégzését, ennek ellenére a digitális feldolgozásra kerülő szelvények határaik mentén nem feltétlenül konzisztensek. Ennek egyik oka a rendelkezésre álló szomszédos szelvények feldolgozottságának eltérő foka lehet, ami miatt a két lap között elvégzett eredeti illesztés elveszett az utókor számára, tehát újra elvégzendő feladattá vált, immáron a téradat infrastruktúra kereteit felhasználva. Másik ok lehet a szomszédos lapok felvételezésében esetlegesen bekövetkezett időbeli elcsúszás, hisz számos térképlap megsemmisült a háborúban, amelyeket újrafelvételre kellett jó egynehány évvel az eredeti munka elvégzése után. Az elkészült (analóg) térképek egyedi kartográfiai terméket képviseltek. Ez a tény elfedte az ilyen típusú hibákat, mivel ritkán használták egyszerre a szomszédos térképszelvényeket. Ha mégis találkozott valamely (fel)használó ilyen problémával, nemigen volt kinek, minnek jeleznie és így esetleges javítása sem válhatott a teljes rendszer, azaz az eredeti térképsorozat javára, hisz nem lehetett a korrekciót mindenütt átvezetni. Természetesen a digitális feldolgozás egyes munkafolyamatai során is becsúszhattak hibák, ezeket szerencsére könnyebb volt visszakövetni és ez alapján korrigálni.

A szelvény határok menti korrekciókat új határvonalak húzásával, korábbiak átszerkesztésével, szomszédos foltok összevonásával, időnként pedig tematikus egyeztetéssel végeztük. A kétséges esetek feloldására nagyléptékű, az aktuális állapotokat tükröző, digitális topográfiai térképeket, és távérzékelt adatokat, valamint független talajtani és egyéb tematikus adatokat használtunk fel.

A tematikus korrekciók speciális és egyben minősített esete az adatbázis (döntően az országhatár mentén) hiányzó térképlapok területére való feltöltése. Nyilvánvalóan nem lehet egyenértékű az eredeti felvételezés adatainak feldolgozásával, de a térinformatika és a statisztika eszközeinek segítségével, továbbá a Kreybig-féle térképezési elveket szem előtt tartva, mindenesetre lehetőség van a hiányos adatbázis kiegészítésére, pótlására, amihez a nagyléptékű digitális topográfiai térképek, távérzékelt, valamint független talajtani adatok mellett egyéb felszínborítási, területhasználati tematikus információkat használtunk. Ezen kiegészítő anyagok alapján a Kreybig elveknek megfelelő kategóriákat próbáltuk meg azonosítani, és az ugyancsak ezek szerinti határokat meghúzni. A mezőgazdasági földhasználattal jellemzett területekre pedig a (digitálisan) elérhető egyéb talajtani adatokból (AGROTOPO, TIM stb.) próbáltuk a leíró adatbázist legalább részletesen feltölteni.

Tematikus pontosság

Amennyiben egy térbeli talajinformációs rendszer a benne tárolt adatok keletkezése óta a földhasználati viszonyokban bekövetkezett szembetűnő változásokról nem tud számot adni, megingathatja a felhasználóban az adatrendszer alkalmazásába vetett általános bizalmát, még akkor is, ha esetleg a lényegben, azaz a térképezett talajtulajdonságokban a terület nagy részén nem is történtek jelentős változások. Márpedig a földhasználat a talajnál sokkal dinamikusabban és gyakran látványosabban változik, amelyről ugyan nem feltétlenül a talajtérképeknek kellene számot adnia, de azokon is számon kérik, ha azok ezt a változást nem követik. A TTIR megfelelő téradat infrastruktúrába integrálásával kezelhető válik ez a probléma is. Az egész rendszer megbízhatósága és pontossága növelhető az aktuális földhasználatról, felszínborításról, topográfiairól rendelkezésreálló térbeli információk figyelembevételével. Az országban számos mintaterületen végeztük el ezt az elsődleges, íróasztal melletti reambulációt. A CLC100, CLC50, topográfiai térképek és ortofotók álltak rendelkezésünkre a feladat elvégzéséhez.

A feldolgozás ezen fokára jutva a KDTIR egy valódi TTIR-nek tekinthető még a szigorúbb kritikusok szerint is (Rossiter, 2004). A KDTIR azonban két további lehetőséget is biztosít térbeli és tematikus pontosságának növelésére.

A talajfoltok térbeli finomítása

A talajtérképeken szereplő folthatárok a felvételezés során jönnek létre. A térképező talajtani tudása, terepi gyakorlata és adott helyi ismerete, valamint az egész térképezési munka viszonyai integrálódnak meghúzásában és persze nem hanyagolható el a térképi alap szerepe, amelyen a talajfolt térképi objektumként megjelenik. A talajfoltok méretében az ábrázolhatósági határt a felvételezés léptéke határozta meg, az adott méretarányban nem kartografálható, talajtaniilag inhomogén területeket nem határolták el. Egy megfelelően kialakított TTIR-ben azonban átléphetők a klasszikus kartográfiai korlátok, hasonlóan a már létező folthatárok finomításához, foltosztó határok is megrajzolhatók. Amennyiben valamilyen apriori információval rendelkezünk a talajfolton belüli heterogenitásról, akkor a digitális talajtérképezési eszközök segítségével próbát tehetünk ezen inhomogenitások feltérképezésére és ábrázolására is.

A Kreybig térképezés reprezentatív és nem-representatív talajszelvényeket használt a folton belüli, nem-térképezhető talaj heterogenitás jelzésére. A KDTIR-ben azonban átléphetők a klasszikus kartográfiai korlátok a nem-representatív talajszelvények helyére vonatkozó ismeret és megfelelő kiegészítő, térbeli, környezeti információk (digitális domborzat modell, ortofotók etc.) felhasználása révén (2. ábra). A foltra nem jellemző pontok helye jelzi a lokális heterogenitást, amely gyakran azonosítható a (mikro)domborzatban, földhasználatban, topográfiában vagy egyszerűen szemmel látható egy részletes felbontású légifelvételen. Ezen segédletek alapján foltosztó határok rajzolhatók, amelyek apróbb, homogénebb egységekre bontják az eredeti térképi egységeket. A szülő foltban még nem jellemzőként számon tartott talajszelvény az újonnan létrejött folt reprezentatív szelvényévé lép elő. Ezen eljárás révén mind a térbeli felbontás finomodik, mind a teljes rendszer pontossága és megbízhatósága nő. Egy másik következménye az ilyen típusú térbeli finomításnak, hogy a KDTIR egy egységes léptékű térinformatika rendszerből esetlegesen egy több szintű TTIR-ré lépjen elő a térbelileg részletesebb adatok iránta felé nyitva.

A talajtani információk terepi aktualizálása

A foltokra vonatkozó adatok általában egyidősek a térképezéssel, kivéve ha már eredendően monitoring célú és azt felvállaló felvételezés zajlott. A foltokra

meghatározott adatok azonban akár újra felvételezhetők is, amennyiben tudjuk, hol, mit és hogyan keressünk fel, határozzunk meg, mérjük meg. A térbeli talajinformációs rendszerek, kiegészítve a terepi térinformatika eszközkészletével, ehhez hatékony segítséget nyújthatnak.

2. ábra

A talajfolt határok finomítása környezeti segédváltozók segítségével

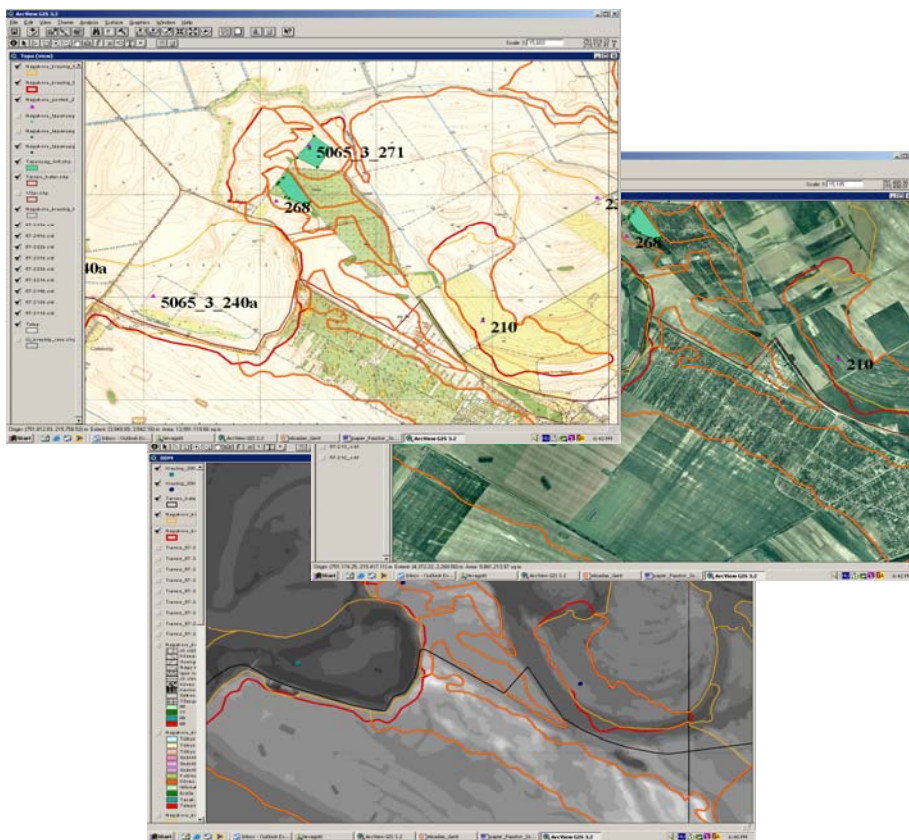


Figure 2: Spatial refinement of soil mapping units with the aid of environmental covariates

A Kreybig-féle térképek ma is aktuálisak, mert bár szerkesztésük 1934-ben kezdődött és 1944-ben, (illetve a háború alatt megsemmisült szelvények pótlásával 1951-ben) fejeződött be, a térképezett talajtulajdonságok legnagyobb részének időbeli változása nem jelentős. A pontosítások/finomítások előzőekben bemutatott lépcsőin átment KDTIR ezen a helyzeten pedig csak legfeljebb pozitív irányban változtat. Mindazonáltal terepi verifikációs, korrelációs vizsgálatok, esetlegesen célirányosan kivitelezett mintavételezéssel kiegészítve, illetve ezek tapasztalatainak és eredményeinek a rendszerbe történő beillesztése jelentősen növelheti megbízhatóságát. Ezt a másodlagos (szó szerinti) reambulációt terepbejárással, illetve referenciaszelvények felkeresésével és

mintázásával hajtjuk végre, amihez a terepi térinformatika eszköztára tökéletes háttérrel biztosít. A kézisámítógépeken a talajtani és topográfiai információk, illetve a szintén az ezen eszközökhöz csatlakoztatott GPS vevők együttesen könnyen kivitelezhetővé teszik mind a navigációs, mind az adatgyűjtési feladatokat (Szabó *et al.*, 2002). A referencia szelvények, illetve előre kijelölt mintavételi helyek felkereshetők, illetve a valós időben rendelkezésre álló térbeli adatok és a terepi valóság egybevetésével revideálhatók, áthelyezhetők. Szintén ezen információk adnak lehetőséget a térbeli kiterjeszhetőség vizsgálatára, egyben a térbeli alapadatok reambulálására, illetve a levont tanulságok alapján esetlegesen monitoring pontok kijelölésére. A terepi reambuláció lépései a következők:

- Az eredeti térképezés során megmintázott reprezentatív talajszelvények beazonosítása, földrajzi helyüknek topológiai is helyes meghatározása a felvételezésről rendelkezésre álló eredeti és a felkeresendő hely aktuális állapotáról rendelkezésre álló jelenlegi információ figyelembevételével.
- Terepi térinformatikával segített navigáció a felkeresendő szelvényhez.
- A hely felkereshetőségének ellenőrzése, esetlegesen új szelvény helyének kijelölése.
- A reprezentativitás meghatározása, esetlegesen új szelvény helyének kijelölése.
- Annak megállapítása, hogy a felkeresett hely elfogadható-e új Kreybig talajszelvényként kisszelvény, vagy fűrés alapján, esetlegesen új szelvény helyének kijelölése.
- Részletes talajmintavétel diagnosztikai szintenként.

KÖVETKEZTETÉSEK

A KDTIR számítógép melletti, illetve terepen történő reambulációjával új, aktuális adatok keletkeznek. Ez azonban nem azt jelenti, hogy az elsődleges feldolgozás során előálló információkat egyszerűen az újakkal kellene helyettesíteni. Az adatbázis szerkezetét alakítjuk át oly módon, hogy együttesen legyen képes kezelni a különböző időpontból származó geometriai és leíró adatokat (verziózás). Ezzel a KDTIR-t statikus térbeli talajinformációs rendszerből dinamikus térbeli talajinformációs rendszeré fejlesztjük.

Kiépítésének különböző szintjein a KDTIR eltérő megbízhatóságú talajtani adatok szolgáltatására képes. A többszintűségnek ez a fajta megnyilvánulása megőrizhető és akár hasznosítható is. Az alacsonyabb feldolgozottsági szintű és ezért egyben kevésbé is pontos (ított) adatokat gyorsabban lehet előállítani és szolgáltatni. Időnként azonban az idő faktor sokkal fontosabb szerepet játszik, mint a térbeli és/vagy tematikus pontosság. Kisebb léptéket igénylő alkalmazások számára a nyersebb adat elegendőnek és egyben gazdaságosabbnak is bizonyulhat. A DKTIR mind magasabb szintű kiépítése azt a lehetőséget is magában hordozza, hogy megbízhatóbb információkat biztosító szint segítségével megbecsüljük a „durvább” szintek által szolgáltatott adatok pontosságát.

A hagyományos talajtani tudás, a KDTIR és a terepi térinformatika integrálása a mintavételt célirányossá teszi és így a terepi munka gyorsá, hatékonyá, következőképpen gazdaságossá tehető. Viszonylag nagyobb területek (újra) felvételezhetők és jellemezhetők az aktualizált talajtulajdonságokkal, amelyeket az újra felkeresett vagy áthelyezett reprezentatív talajszelvényekben határoztunk meg, melyek reprezentativitását a KDTIR alapján a terepen igazoltuk. Másrésztől, amennyiben egy részletes talajfelvételezésre kerül sor egy adott területen (függetlenül a KDTIR lététől, és nem feltétlenül annak aktualizálása céljából), annak eredményei is integrálhatók, amennyiben a gyűjtött adatok tematikusan kompatibilisek a KDTIR-rel. Ez utóbbi szintűgy a KDTIR többszintűvé válása felé mutató tevékenység lenne.

3. ábra

Az eredeti felvételezés digitális adatain, illetve az aktualizált adatbázison alapuló talajtérképek a bodrogi mintaterületen

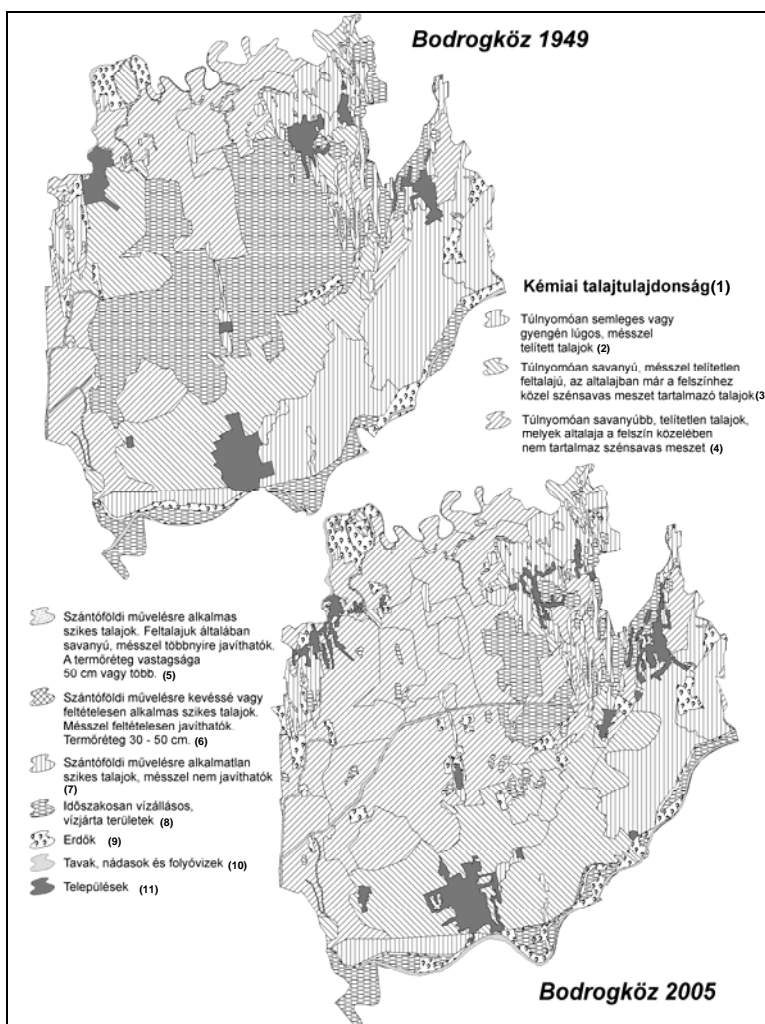


Figure 3: Map of chemical soil properties for a pilot area based on DKSIS before and after reambulation process

Chemical soil properties(1), Soils with dominantly neutral or slightly alkaline pH, saturated with calcium carbonate(2), Soils with dominantly acid pH, unsaturated with calcium carbonate, the subsoil contains calcium carbonate close to the surface(3), Soils with dominantly acid pH, unsaturated with calcium carbonate, the subsoil have no contains calcium carbonate close to the surface(4), Salt-affected soils, suitable for plough The topsoil dominantly acid, rootable depth more than 50 cm(5), Salt-affected soils, slightly suitable for plough rootable depth between 30 and 50 cm(6), Salt-affected soils, non suitable for plough(7), Permanently wet areas(8), Forests(9), Lakes, wetlands and rivers(10), Towns and villages(11),

Az újra felkeresett helyeken történő új mintavételezés lehetőséget nyújt a korábbi felvételezés során nyert (és a reambulációig egyedülként tárolt) adatokkal való összehasonlításra, melynek révén a talajtulajdonságokban mégis bekövetkezett változások detektálhatók. Ezek alapján akár trendek állapíthatók meg a talaj jellemzőkben, vagy funkciókban; degradációs folyamatok érhetők tetten, esetleg válnak előrejelezhetővé. Referenciaként szolgálhatnak az ember által okozott környezeti hatások részletes vizsgálatához. A talajszelvényekben (pontokban) meghatározott változások, folyamatok a reprezentativitás elve segítségével térbelileg kiterjeszthetők, ily módon teremtve lehetőséget ezek térbeli kiterjedtségének megállapítására (3. ábra).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondunk a Kreybig archívum feldolgozásán és a terepen velünk együtt dolgozó kollégáinknak: Csökli Gabriellának, Krammer Zitának, Matus Juditnak, Zágoni Baláznak. Munkánkat a K60896 sz. OTKA és az NKFP6-00013/2005 sz. NKFP pályázat támogatja.

IRODALOM

- Baylis, K., Rausser, G., Simon, L. (2004). Agri-environmental Programs in the United States and European Union. In: G. Anania et. al. (eds.), Agricultural policy reform and the WTO: where are we heading?, Edward Elgar Publishing : Cheltenham, U.K.
- Beckett, P.H.T., Webster, R. (1971). Soil variability : a review. *Soils and fertilizers* 34. 1-15.
- Burrough, P.A. (2005). Steps in the Representation of Digital Soil Information: 1976-2004. DSM 2004 Montpellier 13-17 Sept. 2004. Elsevier.
- Burt, J.E., Wang, R., Zhu, A.X., Meyer, T., Hempel, J. (2006). Spatial Data Mining for Soil Survey Updates. In: Proc. of 18th World Congr. of Soil Sci.. ASA-CSSA-SSSA. CD-ROM.
- CEC (2002). Towards a Thematic Strategy for Soil Protect. Brussels, COM(2002) 179 Final.
- Dobos E., Michéli E., Baumgardner M.F., Biehl L., Helt T. (2000). Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping. *Geoderma*. 97. 367-391.
- Dobos, E., Michéli, E., Montanarella, L. (2005). The development of a soil organic matter content database using 1000 m resolution DEM and MODIS data for a pilot area of Hungary. DSM 2004 Montpellier 13-17 Sept. 2004. Elsevier.
- Dobos, E., Carré, F., Hengl, T., Reuter, H.I., Tóth, G. (2005). Digital soil mapping as a support to production of functional maps. European Commission.
- Dorka D. (2004). Döntéstámogató talajinformációs rendszer kialakítása a mezőgazdaságban. *Acta Agraria Debreceniensis* 13.
- Dusart J. (2005). Adapting soil mapping practices to the proposed INSPIRE guidelines. DSM 2004 Montpellier 13-17 Sept. 2004. Elsevier.
- FAO (1976). A framework for land evaluation. *FAO Soils Bulletin*, 32. Rome.
- Flachner Zs, Farkas Cs, Pásztor L, Szabó J. (2004). A Vásárhelyi-terv továbbfejlesztésével kapcsolatos talajinformációs és monitoring munkák tapasztalatai. In: Barton G., Dormány G. eds. II. Magyar Földrajzi Konf., CD-ROM, Szegedi Tudományegyetem.

- Gaál Z., Máté F., Tóth G. (szerk.) (2003). Földminősítés és Földhasználati Információ, Veszprémi Egyetem : Keszthely.
- Howell, D.W., Smith, D.W. (2006). The Dusty Trail to Digital Soil Survey in California. In: Proc. of 18th World Congress of Soil Science. ASA-CSSA-SSSA. CD-ROM.
- Hubrechts L., Vander Poorten K., Vanclooster M., Deckers J. (1998). From Soil Survey to quantitative land evaluation in Belgium. European Soil Bureau. Research Report 4. 91-100.
- Lagacherie P., McBratney A.B. (2005). Spatial Soil Information Systems and Spatial Soil Inference Systems: perspectives for digital soil mapping. DSM 2004 Montpellier 13-17 Sept. 2004. Elsevier.
- Lagacherie, P., (2006). Digital Soil Mapping: A state of the art – Opening Keynote. In: Mendonça-Santos, M.L., McBratney, A.B. (Eds.). Proc. of the 2nd Global Workshop On Digital Soil Mapping. Embrapa. CD-ROM.
- Leenhardt D., Voltz M., Bornand M., Webster R. (1994). Evaluating soil maps for prediction of soil water properties. European Journal of Soil Science, 45. 3. 293-301.
- Lim K.J., Engel B.A. (2003). Extension and enhancement of national agricultural pesticide risk analysis (NAPRA) WWW decision support system to include nutrients. Computers and Electronics in Agriculture 38. 227-236.
- Magyari J. (2005). Térinformatikai módszerek alkalmazása az agrár-környezetgazdálkodás és vidékfejlesztés területén. Doktori értekezés, SZIE KTI.
- McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B. (2003). On digital soil mapping. Geoderma, 117. 3-52.
- Mermut A.R., Eswaran, H. (2000). Some major developments in soil science since the mid-1960s. Geoderma, 100. 403-426.
- Molnár Zs., Kun A., Bölöni J., Király G. (1999). Az élőhely-térképezés alkalmazása a biodiverzitás monitorozásában. In: Kun A., Molnár Zs. (szerk.): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer XI. Élőhely-térképezés. Scientia Kiadó : Budapest, 16-19.
- McKenzie N., Gallant J. (2005). Digital soil mapping with improved environmental predictors and models of pedogenesis. DSM 2004 Montpellier 13-17 Sept. 2004. Elsevier.
- Nachtergaele F., van Ranst E. (2002). Qualitative and Quantitative Aspects of Soil Databases in Tropical Countries. In: Evolution of Tropical Soil Science: Past and Future.
- Németh Á. (2004). Az aszályérzékenység meghatározása térinformatika alkalmazásával. Acta Agraria Kaposváriensis 8. 3. 25-34.
- Németh T., Szabó J., Pásztor L., Bakacsi Zs. (2000). Kis- és nagyméretarányú talajtani információk szerepe a Nemzeti Agrár-Környezetgazdálkodási Programban. Talajvédelem. 8. 3-4. 53-60.
- Pálfai I., Bozán Cs., Herceg Á., Kozák P., Körösparti J., Kuti L., Pásztor L. (2004). Komplex Belvíz-veszélyeztetettség Mutató (KBM) és Csongrád megye ez alapján szerkesztett belvíz-veszélyeztetettség térképe. In: Barton G., Dormány G. (szerk.) II. Magyar Földrajzi Konferencia, CD-ROM, Szegedi Tudományegyetem : Szeged.
- Pálmai O. (2006). A hazai talajtani gyakorlat, az ONTSZ intézmények helyzete. Talajtani Vándorgyűlés
- Pásztor L., Suba Zs., Szabó J., Várallyay Gy. (1998). Land degradation mapping in Hungary. In: J.F. Dallemard, V. Perdigo (eds.) EUR 18050 – PHARE Multi-Country Environment Programme MERA Project Proceedings, European Commission, 43-54.

- Pásztor L., Szabó J., Bakacsi Zs. (2002a). Compilation of a national 1:25,000 scale digital soil information system in Hungary. In: Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science, Bangkok, CD-ROM.
- Pásztor L., Szabó J., Bakacsi Zs. (2002b). GIS processing of large scale soil maps in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*, 51. 273-282.
- Rossiter D.G. (2004). Digital soil resource inventories: status and prospects. *Soil Use & Management* 20. 3. 296-301.
- Rossiter, D.G. (2006). Making the Old New: Rescue, Reuse and Renewal of Legacy Soil Surveys. In: Proc. of 18th World Congress of Soil Science. ASA-CSSA-SSSA. CD-ROM.
- Selvaradjou, S-K., Montanarella, L., Spaargaren, O., Dent D. (2006). An accessible digital archive of soil maps. In: Proc. of 18th World Cong. of Soil Sci. ASA-CSSA-SSSA. CD-ROM.
- Soil Survey Staff (1993). Soil Survey Manual. Handbook No 18. USDA, Washington, D.C.
- Szabó J. (2002). Compilation of a watershed level, complex land information system for internet service. *Agrokémia és Talajtan*, 51. 283-292.
- Szabó J., Bakos L., Pásztor L., Cservenák R., Pogrányi K. (2002). GPS és internet alapú térinformatikai alkalmazás a mezőgazdasági szaktanácsadás támogatására, *Acta Agraria Kaposvariensis*, 6. 39. 3-13.
- Szabó L. (2004). A GIS alkalmazása a növény és talajvédelemben. ESRI Magyarországi Felhasználói konferencia, 2004. dec. 1.
- Takács P., Tamás J., Lénárd Cs. (2004). Virtuális talajinformációs rendszerek kialakítása a Bihari-sík és a Tedej Rt. Területén. *Acta Agraria Debreceniensis* 13.
- Tamás J. (2001). Precíziós mezőgazdaság elmélete és gyakorlata. Szaktudás Kiadóház.
- Thwaites R.N. (1999). Soil maps-simple information tools or complex decision aids? *Australian Association of Natural Resource Management* 2. 1.
- Tóth T., Németh T., Fábrián T., Hermann T., Horváth E., Patocskai Z., Speiser F., Vinogradov Sz., Tóth G. (2006). Internet-based land valuation system powered by a GIS of 1:10,000 soil maps. *Agrokémia és Talajtan*, 55.109-116.
- Várallyay Gy., Molnár E. (1989). The agro-topographical map of Hungary (1:100,000 scale). *Hung. Cartograph. Studies*. 14th World Conference of ICA-ACI, Budapest. 221-225.
- Várallyay, Gy., Szabó, J., Pásztor, L., Michéli, E. (1994). SOTER (Soil and Terrain Digital Database) 1:500.000 and its application in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*, 43. 87-108.
- Várallyay G., Pásztor L., Szabó J., Michéli E., Bakacsi Zs. (2000). Soil vulnerability assessments in Hungary. In: N.H. Batjes, E.M. Bridges (eds.) *Soil and Terrain Database, Land Degradation Status and Soil Vulnerability Assessment for Central and Eastern Europe*, FAO Land and Water Digital Media Series 10, CD-ROM, FAO.
- Várallyay Gy. (1989). Soil mapping in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*, 38.696-714.
- Várallyay Gy. (2001). A talaj vízgazdálkodása és a környezet. *Magyar Tudomány*. XLVI. 7. 799-815.
- Walter C., Lagacherie P., Follain S. (2005). Integrating pedological knowledge into soil digital mapping. *DSM 2004 Montpellier* 13-17 Sept. 2004. Elsevier.
- Webster R. (1997). Soil resources and their assessment. *Phil. Trans. R. Soc. Lond B* 352. 963-973.

Wösten, J.H.M., Lilly, A., Nemes, A., Le Bas, C. (1998). Using existing soil data to derive hydraulic parameters for simulation models in environmental studies and in land use planning. DLO Winand Staring Centre, Report 157, Wageningen, the Netherlands.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Pásztor László
MTA TAKI
1022 Budapest, Herman Ottó út 15.
RISSAC HAS
H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15.
Tel.: 36-1-356-3694, Fax: 36-1-355-1440
e-mail: pasztor@rissac.hu