

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Talajadatok automatizált
újraosztályozása és geovizualizációs
lehetőségei webes környezetben**

Balla Dániel

Témavezetők: Dr. habil. Novák Tibor József és
Dr. habil. Zichar Marianna



DEBRECENI EGYETEM

Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2021.

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

Az elmúlt évtizedben a Nemzetközi Talaj Referencia és Információs Központ (International Soil Reference and Information Center, ISRIC) és az Európai Talajadat Központ (European Soil Data Center, ESDAC) révén a World Reference Base for Soil Resources (WRB) talajosztályozási rendszerhez kapcsolódó számos, nemzetközi webes talajadatbázis vált elérhetővé a szakemberek számára. Ezeket az adatbázisokat vagy valamilyen nemzetközi együttműködés keretében hozták létre, harmonizálták vagy nemzeti szinten építették ki alkalmazkodva a társadalmi igényekhez (Tóth, 2013). Az ezekben tárolt információk egyrészt adatokat szolgáltatnak különböző környezeti célú kutatásokhoz, másrészt lehetőséget adnak azok térbeli elemzésére, illetve reprezentációjára (Pásztor et al., 2010). Az online szolgáltatások fejlődésének köszönhetően ma már a legtöbb globális környezeti talajadatbázis valamilyen web alapú térképszolgáltatást használva teszi elérhetővé, letölthetővé adatait.

A nemzeti talajosztályozási rendszerek eltérő elvei miatt nem, vagy csak nagyon korlátozott módon lehetséges azoknak a diagnosztikai szemléletű World Reference Base for Soil Resources (WRB) rendszerével történő megfeleltetése, illetve harmonizációja (Michéli, 2011). Az elmúlt évtizedben számos hazai fejlesztés történt a különböző forrásból származó, esetenként archiv talajadatbázisok WRB rendszerével történő megfeleltetésére, valamint egyszerűsített algoritmusokkal a nemzeti (archív) talajadatbázisok/talajadatok WRB szerinti újraosztályozásra (Eberhardt és Waltner, 2010; Láng et al., 2010 és 2013). A jelenleg érvényben lévő hazai genetikai talajosztályozási rendszer egységeinek WRB taxonómiai elemekkel történő korrelációja a megújuló hazai talajosztályozás egyik fő célkitűzése (Michéli et al., 2006; Dobos et al., 2014; Michéli et al., 2019). Ugyanakkor a legtöbb esetben a WRB szerinti referencia-csoport és a genetikai osztályozásban a főtípus-típus szinten történő megfeleltetés is csak korlátozottan lehetséges (Krasilnikov et al., 2009). Az osztályozás egyértelműségét tovább nehezíti, hogy a hazai osztályozásban különböző hierarchiaszintű változat és altípus megjelölésére ugyanaz a kifejezés szolgál, ráadásul alkalmazásuk nem minden talajtípus esetén egységes (Fuchs et al., 2007; Fuchs és Michéli, 2010; Fuchs et al., 2011; Farsang et al., 2015; Szabari et al., 2015). Így ezek megfeleltetése a WRB elemeivel komoly nehézséget jelent.

A kutatásom során a következő feladatokat kívántam megvalósítani:

- egy szabadon elérhető és felhasználható webes talajadatbázist és talajinformációs rendszer megtervezése és fejlesztése, amely alkalmas a WRB (IUSS WORKING GROUP WRB, 2015) szerinti referencia-csoport (Reference Soil Group, RSG) meghatározásra és a talajszelvény adatok webes publikálásra;
- a WRB diagnosztikus talajosztályozás folyamatának algoritmizálása és döntési szabályok kidolgozása az automatizált referencia-csoport meghatározásához;
- az információs rendszer segítségével a rendelkezésre álló archiv talajszelvény adatok automatizált adat alapú újraosztályozása;

- megvizsgálni, hogy az archív adatok és leírások alapján milyen pontossággal lehet megfeleltetni a genetikai osztályozásban besorolt talajszelvényének WRB szerinti taxonómiai helyzetét;
- megvizsgálni, hogy milyen információk és adatok hiánya, vagy eltérő módszerű rögzítés gátolja leginkább a WRB szerint történő újraosztályozást;
- megvizsgálni, hogy a genetikai típushoz rendelhető altípus és változati tulajdonságokban kifejezésre jutó információtartalom mely WRB minősítővel írható le a felhasznált szelvények esetében;
- megvizsgálni, hogy a nem urbánus területeken elhelyezkedő talajszelvényekben milyen mértékűek és milyen jellegűek a megjelenő és kimutatható antropogén hatások a WRB diagnosztikája alapján;
- a talajokat ért antropogén átalakítottság tér és időbeli változásának számszerűsítéséhez Novák (2016) által létrehozott indikátor felhasználásával automatizált módon újraosztályozni a rendelkezésemre álló felszínborítási adatbázisokat;
- értékelni a felszínborítási adatbázisok alapján az antropogén talajtani bélyegek térbeli kiterjedését egy hazai mintaterület (tokaji Nagy-hegy) példáján;
- a talajok antropogén átalakítottságát tároló idősoros geoadatbázisokat 2D és 3D-s webtérképek formájában szabadon elérhetővé tenni.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

RENDSZERTERVEZÉS ÉS FEJLESZTÉS

A rendszer kialakításánál a legfőbb célkitűzés az volt, hogy létrehozzak egy közösségi alapon működő ingyenesen elérhető-bővíthető webes talajadatbázist és megteremtsem a lehetőségét az automatizált WRB szerinti referencia-csoport osztályozásnak. Ebben az esetben a fő cél a talajadatok talajadatbázisban történő tárolása, és katalógusszolgáltatással azok megjelenítése volt. Ezen felül szükség van webes térképszolgáltatásokkal azok geovizualizációjára, amely az adatbázisban tárolt adatokra alapoz. Az alkalmazás elkészítése PHP (PHP Hypertext Preprocessor) és JavaScript programozási, valamint HTML (Hyper Text Markup Language) leíró nyelvekkel történt. A felhasználói felület kialakítására a Medialoot ingyenes weblapsablonját használtam fel. Az adatbáziskezelést MySQL Databases adatbáziskezelő rendszere biztosítja. A szelvények vizuális reprezentációja KML (Keyhole Markup Language) nyelvvvel, míg a talajok antropogén átalakítottságát tároló idősoros geoadatbázis qgis2web és Qgis2threejs pluginokkal történik. A vizualizációs eszközök felhasználásával lehetőség van talajprofilok és a térbeli idősoros adatbázisok ingyenesen webtérképeken történő megjelenítésére és a többi felhasználóval való megosztásra.

FELHASZNÁLT TALAJADATOK ÉS ADATBÁZISOK

Az adatgyűjtés során három különböző adatbázis (Tóth, 1972 és Rásó et al., 2017; Novák 2005; Kátai et al., 2016 és Mester et al., 20017) huszonkilenc talajszelvény adatait vizsgáltam meg abból a szempontból, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján milyen pontossággal lehetséges, illetve lehetséges-e az archív adatokkal jellemzett talajszelvények WRB szerinti osztályozása? Az újraosztályozást elvégeztem a szelvényekből rendelkezésre álló WRB diagnosztikai adatok alapján programozott, automatizált algoritmusok segítségével. A NAIK ERTI Püspökladányi Állomás – melyet az alföldi szikes, vagy mélyben sós termőhelyek fásítási módszereinek kidolgozása végett alapítottak – legfontosabb feladata a szikkísérleti kutatások helyi kiértékelése. Az állomás talajairól, azok kulcsfontosságú jelentősége miatt nagy mennyiségű és részletes adatbázis áll rendelkezésünkre (Jassó, 1972; Tóth, 1972, Buday és Schmidt, 1938a; Buday és Schmidt, 1938b; Várallyay, 1972). A területen számos, részletesen leírt, és genetikai rendszerben osztályozott szelvény található melyek alapján már az 1960-as években részletes genetikai talajtérkép készült (Jassó, 1962). A Tóth (1972) által szerkesztett genetikai talajtérképet és a Rásó et al., 2017 által publikált hét talajszelvény talajadatait használtam fel. Szelvényazonosító: **NAIK**. A második adatbázis Novák Tibor 1999 és 2002 között tizenegy a magyar osztályozás szerint besorolt talajszelvény adatait tartalmazza (Novák, 2005). Szelvényazonosító: **S**. A harmadik adatbázis a Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék munkatársai által különböző kutatások keretében 2014 és 2017 között a WRB szerint osztályozott tizenegy talajszelvény adatait tárolja (Kátai et al., 2016 és Mester et al., 20017). tartalmazza. Szelvényazonosító: **P**.

AZ ÚJRAOSZTÁLYOZÁS ÉRTÉKELÉSE A TAXONÓMIAI STÁTUSZ VÁLTOZÁS SZEMPONTJÁBÓL

A keresztátlás elemzés során három eltérő talajadatbázis (P, S NAIK) által publikált szelvények WRB szerinti talajtaxonómiai státuszát vettem referenciának, mivel azok egységes felvételezésből származnak és tartalmazzák a szelvények besorolt referencia-csoportjukat, így a SISCO alapján újraosztályozott referencia-csoportokkal összehasonlíthatók voltak. Az elemzés során arra kerestem a választ, hogy milyen pontossággal tudom meghatározni a korábban (esetenként eltérő WRB kiadás szerint) besorolt talajok WRB szerinti taxonómiai helyzetét, illetve okoz-e referencia-csoport változást az eltérő WRB kiadás vagy milyen adatok hiánya gátolja a legfrissebb kiadás szerinti besorolást. Az újraosztályozás értékeléséhez pontosságbecslést alkalmaztam (Cohen 1960; Congalton, 1991). A hibamátrix segítségével kiszámoltam a Kappa egyezési index (Kappa Agreement Index, KIA) értékét, amely rámutat, hogy az újraosztályozás eredménye összességében milyen mértékben egyezik a referencia (ground truth data) adatokkal, így nemcsak az algoritmus pontosságát tudom értékelni, hanem az egyes talajszelvények taxonómiai státusz változását is ki tudom mutatni. Referencia adat (ground truth) a felhasznált

talajadatbázisokban (P, S, NAIK) az egyes talajszelvényekhez a szerzők által korábban rendelt WRB referencia-csoportok. A keresztábra létrehozását követően kiszámoltam az OA (Overall Accuracy, teljes pontosság), UA (User's Accuracy, tévesen osztályozott referencia-csoportok aránya) és PA (Producer's Accuracy, helyesen osztályozott referencia-csoportok aránya) értékeket, hogy a referencia-csoportokat külön tudjam értékelni. Mivel a felhasznált talajadatbázisokban a talajszelvények eltérő WRB kiadás szerint lettek besorolva, így a tévesen besorolt referencia-csoportok kifejezés a WRB2014(2015)-ös kiadásban történt megfeleltetésre vonatkozik és nem arra, hogy az adott kiadásban helytelenül lettek besorolva.

A FELSZÍNBORÍTÁS ÉRTÉKELÉSE A TALAJOKRA GYAKOROLT ANTROPOGÉN HATÁSA SZEMPONTJÁBÓL

Novák (2016) módszere alapján a felszínborítási kategóriák olyan csoportokba rendezhetők, amelyekben a talajokat ért antropogén hatások mértéke hasonló, és ezt a WRB diagnosztika által használható hasonló referencia-csoportok, diagnosztikai talajszintek, talajanyagok, és tulajdonságok is kifejezik. Novák (2016) alapján a felszínborítási kategóriák szerint képzett csoportok az alábbiak:

- azok a területek, ahol egyáltalán nincsenek talajok,
- döntően antropogén talajokkal jellemezhető felszínborítási kategóriák,
- antropogén hatások nyomait viselő talajokkal jellemezhető felszínborítási kategóriák,
- természetes vagy természetközeli állapotú talajokkal jellemezhető felszínborítási kategóriák.

A tokaji Nagy-hegyről Incze (2012) hozott létre történeti és jelenkori térképek segítségével felszínborítási adatokra épülő területhasználati adatbázist, amely értékelhetővé tette a tájhasználat változást 1784 és 2010 között. Az eltérő adatforrásokból (I., II., III. Katonai felmérés, topográfiai, légi és műholdfelvételek) kinyert területhasználati adatok a különböző vetületi rendszerekben készült térképek konverziója és az interpretálható területhasználati típusok digitalizálása révén jöttek létre. Az adatbázisok az alábbi hét felszínborítási kategóriát különítene el:

- szántóterületek
- gyepek
- cserjék és bozótok
- erdőterületek
- beépített területek
- szőlőterületek
- bányaterületek

GEOINFORMATIKAI FELDOLGOZÁS ÉS GEOVIZUALIZÁCIÓ

A térképi felületen megjelenítendő talajszelvényeket egy kml állomány létrehozásával reprezentáltam. A kml réteg az adatbázisban tárolt szelvények adatait tartalmazza, amely új szelvény hozzáadása esetén bővül. Minden egyes helyjelölőhöz egy kapcsolódó információs buborék biztosítja a szelvényezés során az alábbi információk megjelenítését: Szelvény azonosító, Szelvényezés helye, Tengerszint feletti magasság, Koordináták (WGS-84), Szelvényezés időpontja, Leírást végezte, Területhasználat, Talajtípus (WRB Referencia-csoport).

Ahhoz, hogy a talajokra jellemző antropogén átalakítottság mértékét, tér- és időbeli változásait ki tudjam fejezni, az I., II., III. Katonai felmérés, topográfiai, légi és műholdfelvételekből alapján előállított felszínborítási adatbázisok vektoros rétegeit újra kellett osztályoznom a Novák (2016) által létrehozott mátrix felhasználásával. Mivel célkitűzéseim között szerepelt az antropogén átalakítottságának és azok változásainak meghatározása, így ArcGIS szoftverkörnyezetben egy ArcPy szkript segítségével automatizáltam az újraosztályozást és a területi statisztika kiszámítását minden egyes időpont esetén. A webtérképek publikálását a SISCS felületén konfiguráltam. Az archív (I., II., III. Katonai felmérés, topográfiai, légi és műholdfelvételek) felszínborítási adatbázisok (Incze, 2012) talajokra gyakorolt antropogén átalakítottságának mértékét tároló újraosztályozott vektoros rétegeket exportáltam QGIS környezetből és állítottam be WMS szolgáltatást a webes megosztáshoz.

3. KUTATÁSI EREDMÉNYEK

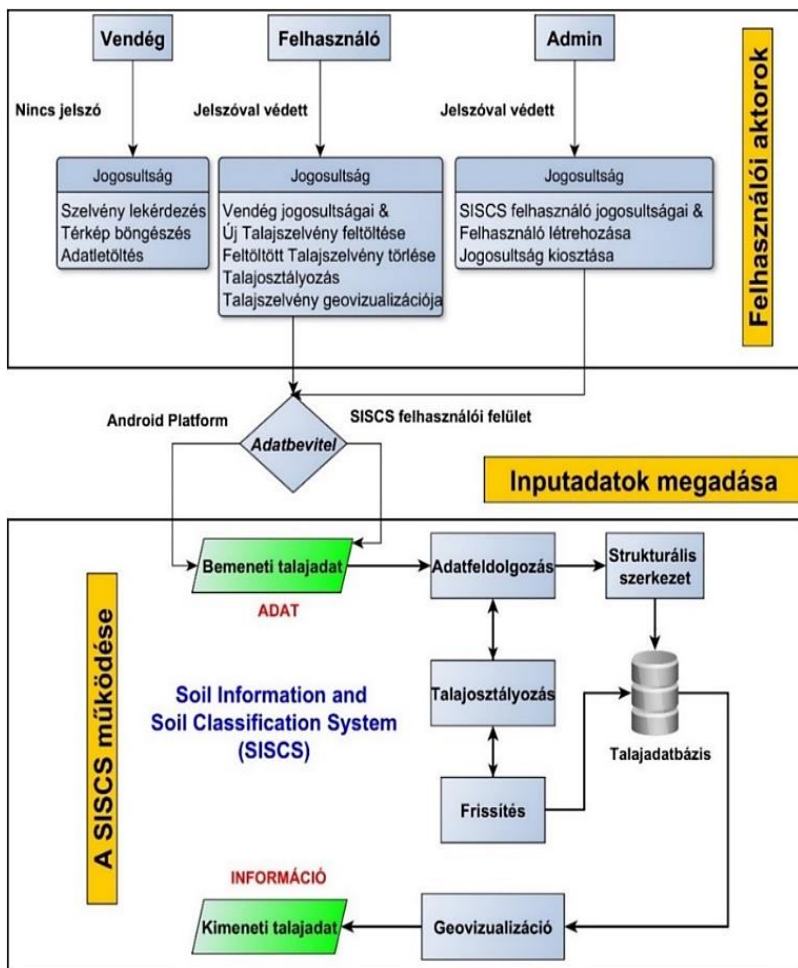
1. TÉZIS

Automatizált WRB osztályozási rendszert fejlesztettem ki, amely alkalmas a bemeneti talajadatok alapján automatizált módon a talajszelvény adatok WRB 2014(2015update) szerinti megfeleltetésére és webes megjelenítésére.

A kifejlesztett talajinformációs rendszer a SISCS (Soil Information and Soil Classifier System) többfelhasználós (Vendég, SISCS Felhasználó, Adminisztrátor) hozzáféréssel lehetőséget biztosít az adatbázisban tárolt talajszelvény adatok eléréséhez, lekérdezéséhez és letöltéséhez (*I. ábra*). A WRB alapján kialakított osztályozási mechanizmus definiálásával a rendszerbe feltöltött talajadatokból képes WRB 2014(2015update) szerinti megfeleltetésére. A WRB osztályozási és a bemeneti talajadatokra alkalmazott minőségellenőrzési algoritmusok implementálásával sikerült elérni, hogy a talajszelvény besorolásánál a felhasználó nem fog félrevezető eredményt kapni a hibásan vagy rosszul megadott paraméterek miatt, ezáltal is törekedve a lehető legpontosabb megfeleltetésre.

Az adatbázisban tárolt talajadatok kml állományokkal történő reprezentációját a rendszerbe integrált Google Térkép és a kml kezelő függvényei biztosítják. A Google térképi felületén a SISCS Felhasználók által épített adatbázis összes talajszelvénye egy automatikusan frissülő kml állomány betöltődésével jelenik meg. Minden egyes

helyjelölőhöz egy kapcsolódó információs buborék biztosítja az egyes talajszelvények leíró adatait. A szelvényhelyek térbeli megjelenítésén túl, a talajok antropogén átalakítottságát tároló idősoros geoadatbázisokat tettem elérhetővé, amely az előzetes mintavételi pontok kiválasztásánál nyújthat segítséget. A felhasznált és újraosztályozott adatbázisok ingyenesen elérhetőségének köszönhetően, a felhasználó azonnal informálódhat a vizsgált terület átalakítottságáról.



1. ábra. A SISCS felépítése.

2. TÉZIS

Kimutattam, hogy az automatizált referencia-csoportba sorolás adekvát diagnosztikai adatok hiányában félreosztályozást és taxonómiai státusz változást eredményez WRB kiadástól függetlenül. Megállapítottam, hogy az újraosztályozáshoz felhasznált archív talajadatbázisok WRB rendszerbe történő beilleszthetősége egyes adatbázisok felvételezésének eltérő céljai miatt a diagnosztikai, genetikai, és erdészeti felvételezési adatok WRB-szerinti besorolhatóságának megbízhatósága a felsorolásuk sorrendjében csökkent.

A SISCS rendszerbe feltöltött huszonkilenc szelvényen a WRB 2014 (2015update) alapján végzett automatizált újraosztályozás Anthrosol, Vertisol, Chernozem és Regosol referencia-csoportba egy-egy szelvényt, Gleysol, referencia-csoportba két szelvényt, Solonetz referencia-csoportba hét szelvényt, Kastanozem és Phaeozem referencia-csoportba nyolc-nyolc szelvényt sorolt be. A SISCS által végzett automatizált adat alapú újraosztályozás eredményeit tartalmazza a **1. táblázat** utolsó oszlopa.

1. táblázat. *A felhasznált szelvények szakirodalmi besorolása és WRB kiadása, valamint az automatizált újraosztályozás eredménye.*

Szelvény ID	Szakirodalmi osztályozás	WRB kiadás	Publikálás	SISCS újraosztályozás
P43	Anthrosol	2014 (2015update)	Mester et al., 2017	Anthrosol
P27	Solonetz	2014	Balla et al., 2017	Solonetz
P48	Solonetz	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Solonetz
P24	Vertisol	2014	Balla et al., 2017	Vertisol
P23	Gleysol	2014	Balla et al., 2017	Gleysol
P49	Gleysol	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Gleysol
P42	Chernozem	2014 (2015update)	Mester et al., 2017	Chernozem
P47	Chernozem	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Kastanozem
P50	Chernozem	2006 (2007update)	Balla et al., 2014	Kastanozem
P22	Phaeozem	2014 (2015update)	Mester et al., 2017	Phaeozem
P46	Phaeozem	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Phaeozem
S1	Ismeretlen	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S2	Ismeretlen	2014	Balla et al., 2016	Regosol
S3	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
S4	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
S5	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S6	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S7	Ismeretlen	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S8	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S9	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S10	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
S11	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
NAIK 15	Solonetz	2014	Rásó et al., 2017	Solonetz
NAIK 12	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 19	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 30	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 52	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 54	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 61	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem

A vizsgált talajadatbázisok a WRB 2014(2015update) szerinti megfeleltetés pontosságában és referencia-csoportonkénti mutatókban nagymértékű különbségek vannak. Itt a különbségeket egyrésről az adatbázisokban rögzített eltérő WRB kiadás, másrésről pedig a mintavételi pontokhoz tartozó WRB RSG alul vagy felülreprezentáltsága, valamint hiányzó adatok következtében eredményező taxonómiai státusz változás adta (**2 táblázat**).

2. táblázat. A felhasznált adatbázisok teljes pontossága és KIA egyezési indexei.

Adatbázis ID	Teljes Pontosság	KIA Egyezési Index	Felvételezés időpontja
P	82%	0,788	2014-2017
S	36%	0,267	1999-2002
NAIK	14%	0,125	1972

A WRB szerint 2014 és 2017 között felvett talajszelvények esetében (*Adatbázis azonosító: P*) a keresztábrás elemzés alapján a teljes pontosság (Overall Accuracy [OA]) 82%-os eredménye, a 0,788-es Kappa egyezési indexe, valamint a referencia-csoportonkénti mutatók is magasak. A PA (helyesen osztályozott referencia-csoportok aránya) érték az Anthrosol, Solonetz, Vertisol, Gleysol és Phaeozem szelvények esetében 100%-os értéket mutat, tehát az újraosztályozás nem okozott taxonómiai státusz változást a vizsgált szelvények referencia-csoportjában, attól függetlenül, hogy 2014 vagy a 2014 (2015update) WRB kiadás szerint lettek korábban manuálisan besorolva. A legalacsonyabb PA értéket (0%) a Kastanozem mutatott, de mivel ez nem szerepelt a referencia adatbázisban, így értéke helyesnek mondható. A legalacsonyabb UA (tévesen osztályozott referencia-csoportok aránya) (33,33%) értéket a Chernozem referencia-csoport esetében tapasztaltam. Ebből az következik, hogy a Chernozem kategóriában a kijelölt szelvények 66,67%-a sorolódott át más referencia-csoportba (Kastanozem). Ennek oka, hogy WRB 2014-es kiadás 2015-ös javított verziójának egyik releváns változása az, hogy módosultak a Chernozem osztályozási követelményei -a chernic diagnosztikai szint bevezetésével-, amelynek következtében számos korábbi Chernozem más referencia-csoportba került. Ezt jól mutatja, hogy az átsorolódott két szelvényt korábbi WRB kiadásban osztályoztak és nem jegyezték fel a chernic diagnosztikai szintet (**3. táblázat**).

3. táblázat. Az újraosztályozás eredményeként létrejött hibamátrix és az abból származtatott mutatók értékei az 2014-2017 között felvett P azonosítójú adatbázis esetében.

		Újraosztályozott adatbázis							
		Anthrosol	Solonetz	Vertisol	Gleysol	Chernozem	Kastanozem	Phaeozem	Összesen
Referencia adatbázis	Anthrosol	1	0	0	0	0	0	0	1
	Solonetz	0	2	0	0	0	0	0	2
	Vertisol	0	0	1	0	0	0	0	1
	Gleysol	0	0	0	2	0	0	0	2
	Chernozem	0	0	0	0	1	2	0	3
	Kastanozem	0	0	0	0	0	0	0	0
	Phaeozem	0	0	0	0	0	0	2	2
	Összesen	1	2	1	2	1	2	2	11
PA (%)		100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	

Az 1999-2002 között, magyar osztályozás alapján térképezett és osztályozott talajszelvény adatai (*Adatbázis azonosító: S*) és rendelkezésre álló WRB szerint számított diagnosztikák alapján a kereszttáblás elemzés a teljes pontosság (Overall Accuracy [OA]) 36%-os eredménye, a 0,267-es Kappa egyezési indexe, valamint a referencia-csoportonkénti mutatók alacsonynak bizonyultak. A PA érték csak a Solonetz szelvények esetében mutat 100%-os értéket, tehát az újraosztályozás nem okozott taxonómiai státusz változást a vizsgált szelvények referencia-csoportjában, attól függetlenül, hogy 2014 WRB kiadás szerint lettek korábban besorolva. Az Ismeretlen referencia-csoportként és Vertisol-ként azonosított szelvények PA értékek 0%, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy a meglévő diagnosztikai adatok alapján az újraosztályozás más referencia-csoporthoz rendelte (Kastanozem, Regosol) a szelvényeket így taxonómiai státusz változás következett be (**4. táblázat**).

4. táblázat. Az újraosztályozás eredményeként létrejött hibamátrix és az abból származtatott mutatók értékei az 1999-2002 között felvett *S* azonosítójú adatbázis esetében.

		Újraosztályozott adatbázis					UA (%)
		Ismeretlen	Solonetz	Vertisol	Kastanozem	Regosol	
Referencia adatbázis	Ismeretlen	0	0	0	2	1	0%
	Solonetz	0	4	0	0	0	100%
	Vertisol	0	0	0	4	0	0%
	Kastanozem	0	0	0	0	0	0%
	Regosol	0	0	0	0	0	0%
	Összesen	0	4	0	6	1	11
	PA (%)	0%	100%	0%	0%	0%	

A NAIK ERTI Püspökladányi Állomás archív adatai (*Adatbázis azonosító: NAIK*) és a WRB szerint diagnosztikai adatok alapján a kereszttáblás elemzés a teljes pontosság (Overall Accuracy [OA]) 14%-os eredménye, a 0,125-ös Kappa egyezési indexe, valamint a referencia-csoportonkénti mutatók az előző adatbázishoz hasonlóan alacsonynak bizonyultak. A PA érték csak a Solonetz szelvények esetében mutat 100%-os értéket, tehát az újraosztályozás nem okozott taxonómiai státusz változást, attól függetlenül, hogy 2014 WRB kiadás szerint lettek korábban besorolva. A Vertisol referencia-csoportként azonosított szelvények PA értékek 0%, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy a meglévő diagnosztikai adatok alapján az újraosztályozás más referencia-csoporthoz rendelte (Phaeozem) a szelvényeket így taxonómiai státusz változás következett be (**5. táblázat**).

5. táblázat. Az újraosztályozás eredményeként létrejött hibamátrix és az abból származtatott mutatók értékei az 1972-ben felvett NAIK adatbázis esetében.

		Újraosztályozott adatbázis				UA (%)
		Solonetz	Vertisol	Phaeozem	Összesen	
Referencia adatbázis	Solonetz	1	0	0	1	100%
	Vertisol	0	0	6	6	0%
	Phaeozem	0	0	0	0	0%
	Összesen	1	0	6	7	
	PA (%)	100%	0%	0%		

A vizsgált két archív adatbázis (S, NAIK) esetében 7 adattípus nem áll rendelkezésre, ugyanakkor voltak olyan egyéb talajadatok (kategrikus, vagy származtatott adatok), amelyek segítségével – ha egzakt, numerikus módon nem is, de – következtetni lehet az adott tulajdonságra (pl.: ESP, CEC, S-érték, ECSE, BS%, C_{org}). Az adatokkal kapcsolatos problémák közül a leginkább jellemző a szerkezeti elemekre és mélységre vonatkozó adatok korlátozott száma volt. A felépített adatbázis adatainak egy részét feltalaj-altalaj felosztásban kezelte, ami a WRB precíz szintmélységi kritériumainak való megfeleltetést sok esetben megnehezíti vagy teljesen kizárja. Az archív adatforrások a szintek többségéről nem tartalmazznak elegendő információt azok egyértelmű WRB szerinti diagnosztikai (mollic, calcic, vertic, natric) szintjeinek megállapításához, aminek következtében ezeknek az adatoknak a megléte nélkül a Vertisol, Solonetz, Gleysol referencia-csoportok besorolása csak valószínűsíthető.

Az újraosztályozás eredményei rámutatnak arra is, hogy a magyar talajosztályozási rendszer típusait/főtípusait és a WRB rendszer referencia-csoportjait eltérő megközelítésükből és módszertanukból adódóan nem lehetséges egyértelműen megfeleltetni egymásnak, illetve az eltérő adatfelvételi struktúra még az újraosztályozásnak is erős korlátokat szab.

Az automatizált osztályozással kapcsolatos alábbi következtetéseket tartom kiemelendőnek:

1. Az automatizált referencia-csoportba sorolás pontos diagnosztikai adatok hiányában félreosztályozást és taxonómiai státusz változást eredményez WRB kiadástól függetlenül.
2. A felhasznált archív talajadatbázisok WRB rendszerbe történő beilleszthetősége az egyes adatbázisok felvételezésének eltérő céljai és eltérő tartalma miatt eltérő pontosságúak.
3. Az archív adatok alapján az alábbi adatok hiánya gátolja a besorolást:
 - a. nem ismert a másodlagos karbonátok térfogatarányának mértéke;
 - b. nem ismert a szerkezeti elemek mérete;
 - c. nem ismert a pontos Munsell szín;
 - d. nem ismertek tarkázottság esetén Munsell-színek térfogatarányai;
 - e. nincs információ a csúszási tükrökről;
 - f. nincs információ duzzadási-zsugorodási repedésekről.
4. Az archív talajadatok WRB rendszerébe illeszthetőséget az adatgyűjtés eltérő módszertanából fakadó információhiány nem csupán egyes referencia-csoport meghatározását teszi lehetetlenné, hanem gyakran a minősítőkét is.

3. TÉZIS

A genetikai osztályozásban a típushoz rendelhető altípus és változati tulajdonságok információtartalmát megfeleltettem WRB minősítőknek, illetve rámutattam milyen eltérések vannak ugyanazon talajtulajdonság kifejezésére szolgáló „változati és altípus tulajdonságok” és a „WRB minősítők” alkalmazásának a követelményei között.

- A „mély humuszos rétegű” tulajdonság párhuzamba állítható a „Pachic” minősítővel, azonban ennek vastagsága a WRB szerint ≥ 50 cm, míg a genetikai osztályozásban talajtípustól függően ≥ 80 cm (mezősegi, réti és lejtőhordalék) vagy ≥ 60 cm (BET-ok, és öntéstalajok) vagy, és ≥ 40 cm közethatású és homoktalajok esetén. Mivel a minősítő csak a mollic, vagy umbric szint megléte esetén alkalmazható, ebből kifolyólag szerkezetre vonatkozó követelménye is van, amely a „mély humuszos rétegű” tulajdonság alkalmazásánál hiányzik. Ugyanakkor egyes esetekben a hazai osztályozásban a „közepes humuszos rétegű” tulajdonság (mezősegi talajoknál 40-80 cm) ugyancsak a „Pachic” minősítőnek felel meg.
- A hazai osztályozásban alkalmazott „karbonátos” tulajdonság nem kvantitatív, így nem feltétlenül jelenti a „Calcic” minősítő alkalmazhatóságát. „Calcic” minősítőt csak akkor rendelhetünk a referenciacsoporthoz, amennyiben: 1. A felszíntől számított 100 cm-en belül, 2. valamely szintben a földes rész CaCO_3 - tartalma $\geq 15\%$, és 3. a másodlagos karbonát kiválások aránya $\geq 5\%$. A földes részben ennél kisebb karbonát tartalomnál a karbonátosság kifejezésére a „Protocalcic” minősítő alkalmazható, ha a másodlagos karbonát kiválások aránya $\geq 5\%$. A hazai osztályozásban alkalmazott „felszíntől”, „felszínhez közel”, illetve „mélyben karbonátos” jelleg kifejezésével párhuzamosan a WRB diagnosztikában az Epi-, Endo-, illetve Bathy- kiegészítő minősítők alkalmazhatók. Míg utóbbiak alkalmazása az összes referencia csoport esetén egységes, addig a hazai osztályozásban a karbonát tartalom vertikális eloszlásának diagnosztikai értéke talajtípustól függ.
- A kicserélhető nátriumtartalom növekedését a hazai osztályozásban a „szolonyeces” változati vagy altípus tulajdonság fejezi ki, a nátriumosságot ugyanakkor a WRB-ben a „Sodic” vagy a „Protosodic” minősítő fejezi ki. Ezek határértéke a magyar osztályozásban $\geq 5\%$ Na S% (szolonyeces), a WRB-ben $\geq 6\%$ Na S% (Protosodic), és $\geq 15\%$ Na+Mg S% (Sodic). Emellett a WRB-ben pontos mélységbeli határértékük van: 100 cm-en belül kell megjelenniük. A „mélyben szolonyeces” jelleg kifejezhető a „Bathysodic” vagy „Bathyprotosodic” minősítővel, de ezek határértéke szintén eltér: a WRB-ben pontos mélységbeli határértéke van, 100 cm alatt jelenik meg, míg a hazai osztályozás a C genetikai szinthez, és nem pontos mélységhez köti.

- A vízben oldható sótartalom megnövekedését a hazai osztályozásban a „szoloncsákos” „erősen szoloncsákos” vagy „mélyben sós” változati és altípus tulajdonságok fejezik ki. A WRB-ben ugyanez kifejezhető a „Salic” vagy „Protosalic” minősítővel, de ennek határértéke nagyobb sótartalomnál van, mint a hazai szoloncsákos tulajdonságnak. 0,1 % összes só helyett a Protosalic minősítő feltétele, hogy az összes só $\geq 0,22\%$; a Salic minősítő feltétele a $\geq 0,43\%$ összes só. Mindkét minősítőre vonatkozóan pontos mélységbeli határérték van megadva: 100 cm felett kell megjelenniük. A mélyben sós, mélyben szoloncsákos jelleg kifejezhető a „Bathysalic” vagy „Bathyprotosalic” minősítővel, melyek szintén pontos mélységbeli határértékhez (≥ 100 cm) kötöttek.
- A Luvic, Vertic, Protovertic, Gleyic, Stagnic minősítőknek a hazai genetikai osztályozásban nincsen megfelelője, azaz nincs olyan változati vagy altípus tulajdonság, amely ezeknek adekvát információt jelenítene meg.

4. TÉZIS

Megállapítottam, hogy a Nagy-Sárréten települési környezetben a zártkerti szelvényekben az antropogén hatás mind a WRB diagnosztikában mind az osztályozásban tükröződik.

A településeken kívül vagy azok közvetlen közelében a talajok számos sajátos jellemzővel rendelkeznek. Mivel a felhasznált talajszelvények többségükben lakott területekhez, lakóépületekhez közel helyezkednek el és a sajátos művelési igényű, speciális kultúrák termelésének térszínei (zöldség, gyümölcs, fűszerek, disznóvénnyek stb.), ezért területükön a többi megművelt talajhoz képest is erőteljesebb antropogén hatásokkal számolhatunk. Ezek hatása megmutatkozik a talajjavító anyagok, szerves trágyák, komposzt, kertészeti hulladék rendszeres és viszonylag nagyarányú hozzákeverésében, feltöltésében, a lakott területekről bekerülő építési törmelék, máshonnan áthalmazott anyag jelenlétében, rendszeres és alapos forgatásában. Vizsgálatom célja ezért az volt, hogy települési, vagy ahhoz közeli környezetben, illetve zártkertekben kialakított talajokat megvizsgálva megállapítsam, hogy azok milyen közös, illetve egyedi jellemzőkkel bírnak, emellett milyen mértékűek és milyen jellegűek a talajszelvényben megjelenő és kimutatható antropogén hatások. Mivel az antropogén talajok a hazai genetikai talajosztályozási rendszerünk egyetlen egységének sem feleltethetők meg, ezért a talajokat ért antropogén hatások mértékének értékelésére, és az antropogén talajok lehatárolására a WRB diagnosztikai elemei megfelelőbbek.

A talajszelvények diagnosztikai vizsgálatát elvégezve megállapítható, hogy a Nagy-Sárréti szelvényekben az osztályozás szintjén és a diagnosztikai talajanyag tekintetében kifejezésre került az antropogén hatás, melynek mértéke ugyanakkor jelentős eltéréseket mutat (**6. táblázat**). A zártkerti szelvények jellemzően nagyobb mértékű módosuláson estek át, mint a külterületi talajok. A vizsgált hat szelvény közül csak egy szelvény tulajdonságai módosultak oly mértékben, hogy ezeket az

antropogén talajok közé lehessen sorolni (P43. Anthrosol). A kisebb átalakuláson átesett szelvények esetében az adott referencia-csoporthoz öt esetben antropogén hatást jelző elő- és/vagy utóminősítőket lehetett rendelni (Anthric, Hortic, Prototechnic). A vizsgált talajszelvények valamely diagnosztikai talajparaméterének antropogén hatásra bekövetkező módosulása ezekben az esetekben kimutatható volt. A legtöbb szelvényben megváltozott a karbonát profil szelvény menti lefutása, a zárt kertek talajaiban pedig igen magas P_2O_5 koncentrációkat mértünk. A talajok antropogén átalakítottságának értékelésénél nem csupán az egyre nagyobb területeken érvényesülő, erősödő antropogén hatással (talajművelés, legeltetés stb.) kell számolni, hanem egyidejűleg a felhagyás és a területhasználat extenzifikációja következtében a talajok regenerációjának (spontán regeneráció, cserjésedés, befásodás) lehetőségével is.

6. táblázat. Az antropogén bélyegekkal rendelkező szelvények WRB besorolása és diagnosztikája.

Szelvény ID	WRB RSG	Előminősítő	Utóminősítő	Diagnosztika		
				szint	tulajdonság	talajanyag
P22	Phaeozem	-	Anthric	-	anthric (0-22 cm)	műtermék (0-22, 31-90 cm)
P42	Chernozem	Hortic	Prototechnic	hortic (0-40 cm)	-	műtermék (0-120 cm)
P43	Anthrosol	Hortic	-	hortic (0-85 cm)	-	műtermék (0-55 cm)
P46	Phaeozem	-	-	-	-	műtermék (0-18 cm)
P47	Kastanozem	-	Aric	-	-	műtermék (0-20 cm)
P50	Kastanozem	-	Anthric	-	anthric (0-30 cm)	-

5. TÉZIS

A tokaji Nagy-Hegy felszínborítási adataira alkalmaztam a Novák (2016) által kidolgozott, antropogén hatások becslésére szolgáló eljárást, amely alapján automatizált módon négy csoportba soroltam a talajokat az antropogén hatások szerint. Megállapítottam, hogy a 6 vizsgált időszakban (1784, 1858, 1884, 1940, 1989, 2010) az antropogén talajok aránya jellemzően a tokaji Nagy-hegy hegylábi területein növekedett, míg a természetes irányba változó regenerálódó talajok aránya a hegyoldali területeken növekedett.

A felszínborítás alapján a talajokra jellemző egyes antropogén bélyegek, hatások a WRB osztályozási eszközeivel jellemezhetők, becslhetők. A Novák (2016) által kidolgozott indikátor alkalmazásával a felszínborítási kategóriák olyan csoportokba rendezhetők, amelyek kifejezik az antropogén hatások erősségének különbségeit, ezáltal olyan predikciók tehetők, amelyek a talajok antropogén átalakítottságának mértékét fejezik ki. A tokaji Nagy-hegyről rendelkezésre álló történeti és jelenkori

térképek felszínborítási adatai alapján az antropogén átalakítottság mértéke nem csak a hat időpont között különbözik, hanem jelentős térbeli eltéréseket is mutat. Okai főként a történeti térképekből kinyert felszínborítási adatok interpretálási és geometriai bizonytalanságaival és a tájhasználatban bekövetkezett változásokkal magyarázhatók.

A felhasznált felszínborítási adatbázisok alapján – amely során a WRB által alkalmazott, a talajokra gyakorolt antropogén hatások jellemzésére szolgáló diagnosztikai elemek kerültek megfeleltetésre – Novák (2016) indikátora felhasználásával – összeállítottam a tokaji Nagy-hegyről hat időpontból (1784, 1858, 1884, 1940, 1989, 2010) származó adatbázist, amely alkalmas a talaj antropogén átalakítottság mértékének térképezésére és becslésére. Az adatbázis a „nincsenek talajok”, „döntően antropogén talajok”, „talajok jelentős antropogén hatások nyomaival” és „természetes, vagy természetközeli állapotú talajok” kategóriákat tárolja el (Novák, 2016). A kidolgozott módszertan alkalmazásában a vizsgált mintaterületen -az első három időpont kivételével- kevesebb mint 5% az olyan felszínborítási kategóriák aránya, ahol egyáltalán nincs talaj. A döntően antropogén talajokkal jellemezhető kategóriába tartozó területek aránya a kezdeti 3,74%-ról 9,03%-ra nőtt. A legmagasabb értéket 1940-ben érték el, amely 11,65% volt. Az ezt követő két időpontban (1989, 2010) több mint 2%-kal csökkent (2,38%, 2,62%), de még így is jelentősnek tekinthető. Azon területek aránya, ahol a természetes talajokat a WRB osztályozás szintjén is kifejezhető antropogén hatások érték csökkenő tendenciát mutat, mivel az első időpontban kimutatott 87,40%-ról 38,55%-ra esett vissza. A döntően természetes, vagy természetközeli talajokkal rendelkező területek aránya növekvő tendenciát mutat, mivel az 1784-es időpontban azonosított 8,86% 2010-re 48,50%-ra nőtt. A térbeli változásokat vizsgálva megállapítottuk, hogy az antropogén talajok aránya jellemzően a tokaji Nagy-hegy hegylábi területein a vasútvonal megépítésével és környező települések urbanizálódásával növekedett, míg a felhagyások és erdőtelepítések következtében a természetes irányba változó regenerálódó talajok aránya a hegyoldali területeken is egyre nagyobb arányú lett.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Balla, D., Novák, T., Zichar, M. 2016. Approximation of WRB reference group with reapplication of archive soil databases. *Acta Univ. Sapientiae. Agriculture and Environment* 8 (1), pp. 27-38.
- Balla, D., Mester, T., Márta, L., Molnár, D., Barkóczi, N., Zichar, M., Botos, Á., Novák, T. 2017. Effects of land use changes on soil properties based on reambulated soil profiles. *Acta Univ. Sapientiae. Agriculture and Environment* 9 (1), pp. 70-81.
- Buday Gy., Schmidt, E.R. 1938/b. Magyarázatok Magyarország geológiai és talajismereti térképeihez, Püspökladány, 5066/4, 1:25 000, M. Kir. Földtani Intézet, Budapest, 79.
- Buday Gy., Schmidt, E.R. 1938/a. Magyarázatok Magyarország geológiai és talajismereti térképeihez, Karcag, 5066/3, 1:25 000, M. Kir. Földtani Intézet, Budapest, 55.
- Cohen J. 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*. 20(1), pp. 37-46.
- Congalton R. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of the Environment*. 37:35-46.

- Dobos E., Vadnai P., Betóti R.D., Kovács K., Michéli E., Szegi T., Fullajtar E., Penizek V., Switoniak M. 2014. Új WRB alapú validációs adatbázis és validációs módszertan Közép-Európára, ValiDat.DSM. *Agrokémia és Talajtan*, 63 (2), pp. 393-408.
- Eberhardt E., Waltner I. 2010. Finding a way through the maze – WRB classification with descriptive data. In: Gilkes J. R., Prakongkep N. (szerk.), *Soil solutions for a changing world: Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science*, Brisbane, Australia. International Union of Soil Sciences, pp. 5-8.
- Farsang A., Szolnoki Zs., Bartha K., Puskás I. 2015. Javaslat az antropogén talajok osztályozására a hazai, megújuló osztályozási rendszer keretei között. *Agrokémia és Talajtan*, 64 (1). pp. 299-316.
- Fuchs M., Michéli E. 2010. A duzzadó agyagtalajok előfordulásának dokumentálása és osztályozásuk problémái Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (2): pp. 217-232.
- Fuchs M., Waltner I., Michéli E. 2007. A hazai hidromorf talajok osztályozásának és nemzetközi megfeleltetésének kérdései. *Talajvédelem (Különszám)*, pp. 184-192.
- Fuchs M., Waltner I., Szegi T., Láng V., Michéli E. 2011. A hazai talajtípusok taxonómiai távolsága a képződésüket meghatározó folyamattársulások alapján. *Agrokémia és Talajtan*, 60 (1), pp. 33-44.
- Incze, J. 2012. A területhasználat változásai és jelentőségük a táj antropogén felszínfejlődésében a tokaji Nagyhegy példáján. Diplomamunka. Debrecen, Debreceni Egyetem.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2015. *World Soil Resources Reports*, No. 106. FAO, Rome, pp. 1-192.
- Jassó, F. 1962. A püspökladányi Szikfásító Kísérleti Állomás talajviszonyai. *Agrokémia és Talajtan* 11 (1): 13-28.
- Jassó, F. 1972. A Kísérleti Állomás talajainak genetikai és dinamikai viszonyai és alaptulajdonságai. In: Tóth, B. (szerk.) 1972. *Szikesek fásítása*, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 55-73.
- Kátai J., Michéli E., Dobos E., Sándor Z., Tállai M., Csiha I., Rásó J., Balla D., Novák T. 2016. Okszerű talajhasználat - Talajvédelem: Kirándulásvezető a terepi programhoz. pp. 1-30.
- Krasilnikov P., Arnold R., Michéli E. 2009. Soil Classification of Hungary. pp. 170-175. In: Krasilnikov P., Ibáñez Martí J.-J., Arnold R., Shoba S. (Szerk.): *A Handbook of Soil Terminology, Correlation and Classification*. London, Sterling, VA: Earthscan, pp. 1-440.
- Láng V., Fuchs M., Waltner I., Michéli E. 2010. Taxonomic distance measurements applied for soil correlation. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1), pp. 57-64.
- Láng V., Fuchs M., Waltner I., Michéli E. 2013. Soil taxonomic distance, a tool for correlation: As exemplified by the Hungarian brown forest soils and related WRB Reference Soil Groups. *Geoderma* 192, pp. 269-276.
- Mester, T., Balla, D., Botos, Á., Szabó, G., Sándor, G., Novák, T. 2017. Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tisztántúli kertek talajaiban. *Talajvédelem Különszám*, pp. 179-187.
- Michéli E. 2011. A talajképző folyamatok megjelenése a diagnosztikai szemléletű talajosztályozásban. *Agrokémia és Talajtan*, 60 (1), pp. 17-32.
- Michéli E., Fuchs M., Hegymegi P., Stefanovits P. 2006. Classification of the Major Soils of Hungary and their Correlation with the World Reference Base for Soil Resources (WRB). *Agrokémia és Talajtan*, 55 (1), pp. 19-28.
- Michéli E., Csorba Á., Szegi T., Dobos E., & Fuchs M. 2019. The soil types of the modernized, diagnostic based Hungarian Soil Classification System and their correlation with the World reference base for soil resources. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68(2), pp 109-117.
- Novák, T. 2005. Tájváltozások értékelése szikes mintaterületen a talajok és a vegetáció egyes jellemzői alapján [Evaluation of landscape changes of a sample area in the Hortobágy based on soil and vegetation characteristics], PhD thesis. University of Debrecen, Faculty of Sciences, Department of Landscape Protection and Environmental Geography, Debrecen.
- Novák T. J. 2016. WRB diagnostic features in soils as a tool in landscape research for evaluation of anthropogenic influences. Habilitation dissertation. University of Debrecen.

- Pásztor, L., Szabó, J., Bakacsi, Zs. 2010. Application of digital Kreybig soil information system for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary. *Agrokémia és Talajtan* 59(1), pp. 47-56.
- Rásó, J., Balla, D., Novák, T. 2017. Changes of soil taxonomical status and soil properties after afforestation of solonetzic grasslands. In: *Materialy Meždunarodnoj naučnoj konferencii, posvášennoj 85-letiu Agrofizičeskogo NII "Tendencii razvitiia agrifiziki: ot aktual'nyh problem zemledeliia i rastenievodstva k tehnologiám budušego"* / szerk. Blohina, S. Ű., Ageenkova, O. A., Civilev A. Ű, Federal'noe gosudarstvennoe búđžetnoe naučnoe učreždenie Agrofizičeskij naučno-issledovatel'skij institut, Sankt-Peterburg, pp. 565-570.
- Szabari Sz., Szegi T., Fuchs M., Láng V., Michéli E. 2015. A szikes talajok nemzetközi korrelációs problémái a megújított hazai talajosztályozás tükrében. *Talajvédelem*, pp. 199-210.
- Tóth, B. (szerk.) 1972. Szikesek fásítása, Akadémiai Kiadó, Budapest, 266.
- Tóth G. 2013. Kontinentális talajadatbázisok Európában. *Agrokémia és Talajtan*, 62 (2), pp. 401-414.
- Várallyay, Gy. .1972. A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. *Agrokémia és Talajtan* 21 (1-2): 57-81.



Nyilvántartási szám: DEENK/21/2021.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Balla Dániel Zoltán
Doktori Iskola: Földtudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10040076

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

1. **Balla, D. Z.**, Incze, J., Kozics, A., Barkóczi, N., Novák, T.: Estimation of soil naturalness grade and their changes between 1784 and 2010 in Tokaj Nagy-Hill based on soil and land cover databases.
In: Degradation and revitalization of soil and landscape. Ed.: Borivoj Sarapatka, Marek Bednár, Palacký University, Olomouc, 57, 2017. ISBN: 9788024451923

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. Novák, T., **Balla, D. Z.**, Rásó, J., Botos, Á., Mester, T.: A NAIK ERTI Püspökladányi Állomás talajainak taxonómiai helyzete WRB 2015 szerint.
Talajvédelem. Kisz., 189-197, 2017. ISSN: 1216-9560.
3. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á., Szabó, G., Sándor, G., Novák, T.: Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tisztántúli kertek talajaiban.
Talajvédelem. Kisz., 179-187, 2017. ISSN: 1216-9560.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

4. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Kozics, A., Mester, T., Mikita, T., Incze, J., Novák, T.: A GIS tool to express soil naturalness grades and geovisualization of results on Tokaj Nagy-Hill.
Acta Polytech. Hung. 16 (6), 191-205, 2019. ISSN: 1785-8860.
IF: 1.219
5. **Balla, D. Z.**, Varga, O. G., Barkóczi, N., Novák, T., Bodroginé Zichar, M., Karika, A.: Methods of processing and geovisualization of soil profiles.
J. Agricult. Inf. 7 (2), 11-18, 2016. ISSN: 2061-862X.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (5)

6. **Balla, D. Z.**, Novák, T., Kiss, E., Mester, T., Karancsi, G., Bodroginé Zichar, M.: Classification and geovisualization process of soil data using a web-based spatial information system.
Open Agriculture. 5 (1), 638-655, 2020. ISSN: 2391-9531.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/opag-2020-0054>





7. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Tóth, R., Kiss, E., Karancsi, G., Mester, T.: Geovisualization Techniques of Spatial Environmental Data Using Different Visualization Tools.
Appl. Sci.-Basel. 10 (19), 1-14, 2020. ISSN: 2076-3417.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/app10196701>
IF: 2.474 (2019)
8. **Balla, D. Z.**, Mester, T., Márta, L., Molnár, D., Barkóczi, N., Bodroginé Zichar, M., Botos, Á., Novák, T.: Effects of land use changes on soil properties based on reambulanted soil profiles.
Acta Univ. Sapientiae. Agric. Environ. 9 (1), 70-81, 2017. ISSN: 2065-748X.
9. **Balla, D. Z.**, Novák, T., Bodroginé Zichar, M.: Approximation of WRB reference group with reapplication of archive soil databases.
Acta Univ. Sapientiae, Agric. Environ. 8 (1), 27-38, 2016. ISSN: 2065-748X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/ausae-2016-0003>
10. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Kovács, Z., Sándor, G., Szabó, G., Novák, T.: Open-access soil information and soil classifier system.
IJECSCSE. 4 (3), 12-15, 2015. ISSN: 2277-9477.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (5)

11. **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Kiss, E., Mester, T., Bodroginé Zichar, M.: Validációs algoritmusok implementálása egy web-alapú Talajinformációs rendszerben.
In: Innovációs kihívások a XXI. században : LXI. Georgikon Napok konferenciakötete. Szerk.: Pintér Gábor, Csányi Szilvia, Zsilborács Henrik, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 9-13, 2019. ISBN: 9789633961308
12. **Balla, D. Z.**, Makai, K., Karancsi, G., Mester, T., Botos, Á., Bodroginé Zichar, M., Novák, T.: Talajszelvények modellezése és WRB szerinti értékelése egy alföldi mintaterületen.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 21-28, 2017. ISBN: 9789633186381
13. **Balla, D. Z.**, Márta, L., Boda, P., Barkóczi, N., Novák, T., Bodroginé Zichar, M.: Szabad hozzáférésű térbeli adatbázisok geovizualizációja.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 49-54, 2016. ISBN: 9789633185704
14. **Balla, D. Z.**, Kovács, Z., Varga, O. G., Bodroginé Zichar, M., Novák, T.: Terepi adatfelvétel és geovizualizáció Androidos platformon.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VI.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Boda Judit, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 39-43, 2015. ISBN: 9789633184882





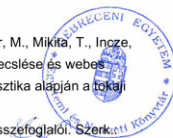
15. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Novák, T., Makai, K.: Talajszelvények bemutatása Google API-k felhasználásával.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 27-34, 2014.
ISBN: 9789633184349

Idegen nyelvű konferencia közlemények (4)

16. Rásó, J., **Balla, D. Z.**, Novák, T.: Changes of soil taxonomical status and soil properties after afforestation of solonchic grasslands.
In: Materialy Meždunarodnoj naučnoj konferencii, posvjašennoj 85-letiju Agrofizičeskogo NII "Tendencii razvitiia agrifiziiki: ot aktual'nyh problem zemledeliia i rastenievodstva k tehnologiiám buduščego". Eds.: Blohina, S. Ű., Ageenkova, O. A., Civilev A. Ű, Federal'noe gosudarstvennoe búdzetnoe naučnoe učreždenie Agrofizičeskij naučno-issledovatel'skij institut, Sankt-Peterburg, 565-570, 2017. ISBN: 9785905200342
17. **Balla, D. Z.**, Mester, T., Botos, Á., Novák, T., Bodroginé Zichar, M., Rásó, J., Karika, A.: Possibilities of spatial data visualization with web technologies for cognitive interpretation.
In: 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications: CogInfoCom 2017 : Proceedings : September 11-14, 2017 Debrecen, Hungary, IEEE Computer Society, Piscataway, 17-20, 2017. ISBN: 9781538612644
18. **Balla, D. Z.**, Makai, K., Karancsi, G., Márta, L., Boda, P., Barkóczi, N., Bodroginé Zichar, M., Novák, T.: Examination of the spatial heterogeneity of the soil conditions in a plow field with GIS tools.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai Konferencia és Szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 539-540, 2016. ISBN: 9789633185704
19. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Barkóczi, N., Varga, O. G.: Cognitive interpretation of different spatial databases in web environment.
In: 6th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications CogInfoCom 2015 : Proceedings, October 19-21, 2015, Széchenyi István University Győr, Hungary, IEEE, Danvers, 159-162, 2015. ISBN: 9781467381284

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

20. **Balla, D. Z.**, Kozics, A., Molnár, D., Mester, T., Kiss, E., Bodroginé Zichar, M., Mikita, T., Incze, J., Novák, T.: A talajok antropogén átalakíthatóságának automatizált becslése és webes publikálása felszínborítási adatok és WRB irányelvek szerinti diagnosztika alapján a tokaji Nagy-hegy példáján.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk. Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 126, 2018. ISBN: 9789635088966





21. Mester, T., Sándor, G., Botos, Á., **Balla, D. Z.**, Szabó, G., Novák, T.: Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tisztántúli kertes talajaiban.
In: Talajtani Vándorgyűlés: Az előadások és a posztterek összefoglalója / kész. Sándor Zsolt, Szász Gizella, Magyar Talajtani Társaság, Debrecen, 26, 2016.
22. **Balla, D. Z.**, Rásó, J., Botos, Á., Mester, T., Novák, T.: Az ERTI Püspökladányi állomás talajainak taxonómiai helyzete WRB szerint.
In: Talajtani Vándorgyűlés : Az előadások és a posztterek összefoglalója / kész. Sándor Zsolt, Szász Gizella, Magyar Talajtani Társaság, Debrecen, 25, 2016.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

23. **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Kiss, E., Mester, T., Bodroginé Zichar, M.: Implementation of validation algorithms into a web-based Soil Information System.
In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 6, 2019. ISBN: 9789633961292

További közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (6)

24. Bánóczy, K., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Csorba, P.: A Debrecen környéki tájértékek állapotellenőrzése és módszertani kérdései.
In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 447-452, 2019. ISBN: 9789637064395
25. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Fazekas, I.: A táji- és a természeti érték megjelenése a megyei klímastratégiákban.
In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 53-56, 2019. ISBN: 9789637064395
26. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A talajvíz szervesen nitrogéntartalmában bekövetkező változások vizsgálata egy szigeteletlen szennyvízakra környezetben.
In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 213-217, 2019. ISBN: 9789637064395
27. Karancsi, G., Kiss, E., Baranyi, I., Lázár, V., **Balla, D. Z.**: Iparterületen végzett szennyezőanyag mennyiségének becslése és térbeli kiterjedésének talajökológiai szempontú vizsgálata.
In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 203-207, 2019. ISBN: 9789637064395





28. Szabó, Z., **Balla, D. Z.**: Nekézseny túraútvonal hálózatainak kialakítása az ökoturizmus elősegítése érdekében.

In: Földrajzi Tanulmányok 2018. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 377-379, 2018. ISBN: 9789635088973

29. **Balla, D. Z.**, Szabó, Z., Molnár, D.: Tanösvények webes geovizualizációja az Upponyi-hegység területén.

In: Földrajzi Tanulmányok 2018. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 373-375, 2018. ISBN: 9789635088973

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

30. Novák, T., Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Culti-sequence of village garden soils on the Great Hungarian Plain.

In: Soil sequences atlas II.. Ed.: Marcin Świtoniak, Przemysław Charzyński, Machina Druku, Toruń, 127-137, 2018. ISBN: 9788394929770

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

31. Mester, T., Cavalli, D., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A talaj fixált ammónium-ion tartalmának hatása a talajvíz tisztulási folyamataira a szennyezőforrás felszámolását követően települési környezetben.

Agrokém. Talajt. 69 (1-2), 55-71, 2020. ISSN: 0002-1873.

DOI: <https://doi.org/10.1556/0088.2020.00065>

32. Novák, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á.: Egy eltűnt szőlőskert nyomában: avagy a hagyományos határhazsárlat nyomai a talajokban és a tájban.

Honismeret. 48 (4), 106-110, 2020. ISSN: 0324-7627.

33. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Novák, T., Boda, J.: Interaktív webtérképek használata a földtudományi értékek oktatásában a Debreceni Egyetem geográfus képzésében, A J1.2 interaktív webtérkép és oktató- vizsgáztató rendszer.

Okt. Inform. 6 (2), 40-47, 2014. ISSN: 2061-179X.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

34. Kiss, E., Bodroginé Zichar, M., Fazekas, I., Karancsi, G., **Balla, D. Z.**: Categorization and geovisualization of climate change strategies using an open-access WebGIS tool.

Infocommun. J. 12 (1), 32-37, 2020. ISSN: 2061-2079.

DOI: <http://dx.doi.org/10.36244/ICJ.2020.1.5>

35. **Balla, D. Z.**, Varga, O. G., Bodroginé Zichar, M.: Accuracy assessment of different soil databases concerning WRB reference soil groups.

Acta Geogr. Debr., Landsc. Environ. Ser. 10 (1), 1-12, 2016. ISSN: 1789-4921.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21120/LE/10/1/1>





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (11)

36. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Application of the cme water quality index for assessment of groundwater contamination in the rural environment of the Great Hungarian Plain.
Jour. of Soi. and Wat. Conser. 19 (2), 202-207, 2020. ISSN: 0022-457X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5958/2455-7145.2020.00027.2>
37. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Assessment of Groundwater Quality Changes in the Rural Environment of the Hungarian Great Plain Based on Selected Water Quality Indicators.
Water Air Soil Pollut. 231 (11), 1-14, 2020. ISSN: 0049-6979.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-020-04910-6>
IF: 1.9 (2019)
38. Novák, T., **Balla, D. Z.**, Kamp, J.: Changes in anthropogenic influence on soils across Europe 1990-2018.
Appl. Geogr. 124, 1-10, 2020. ISSN: 0143-6228.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102294>
IF: 3.508 (2019)
39. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Bessenyei, É., Szabó, G.: Effects of nitrogen loading from domestic wastewater on groundwater quality.
Water SA. 45 (3), 349-358, 2019. ISSN: 0378-4738.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17159/wsa/2019.v45.i3.6731>
IF: 1.094
40. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Assessment of changes in the Water Quality Index following the establishment of a sewage system.
J. Mater. Environ. Sci. 9 (11), 3067-3074, 2018. ISSN: 2028-2508.
41. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: Evaluation of groundwater quality changes following the establishment of a sewage network.
Egypt. J. Soil Sci. 58 (4), 457-462, 2018. EISSN: 2357-0369.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21608/ejss.2019.6421.1227>
42. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Evaluation of the cleaning process of groundwater following the establishment of a sewage system.
IOP Conf. Ser. Earth and Environ. Sci. 191, 1-6, 2018. ISSN: 1755-1307.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/191/1/012009>
43. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: Implementation of climate change strategies in Hungary.
Egypt. J. Soil Sci. 58 (4), 443-455, 2018. EISSN: 2357-0369.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21608/ejss.2018.6362.1224>
44. Mester, T., Szabó, G., Karancsi, G., **Balla, D. Z.**: Groundwater contamination from uninsulated sewage tanks in an eastern Hungarian settlement. Utánközlés második közlés,
Eur. Water. 58 (2), 267-271, 2017. ISSN: 1105-7580.





45. Mester, T., Szabó, G., Bessenyei, É., Karancsi, G., Barkóczi, N., **Balla, D. Z.**: The effects of uninsulated sewage tanks on groundwater. A case study in an eastern Hungarian settlement. *J. Water Land Dev.* 33 (4-6), 123-129, 2017. ISSN: 1429-7426.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/jwld-2017-0027>
46. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Boda, J., Novák, T.: Control grouped pedagogical experiment to test the performance of second-generation webmaps and the traditional maps at the University of Debrecen.
IAFOR Journal of Education. 3 (1), 31-42, 2015. EISSN: 2187-0594.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (12)

47. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A talajvíz szervesen nitrogénformáinak változása a szennyvízcsatorna-hálózat kiépítését követően.
In: Innovációs kihívások a XXI. században : LXI. Georgikon Napok konferenciakötete. Szerk.: Pintér Gábor, Csányi Szilvia, Zsiborács Henrik, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 242-249, 2019. ISBN: 9789633961308
48. Karancsi, G., Baranyi, I., Lázár, V., **Balla, D. Z.**: Talajban tárolt szennyezőanyag mennyiségének becslése RockWorks program segítségével.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában X. = theory meets practice in GIS. Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen, 123-129, 2019.
49. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: A hazai hulladékgazdálkodás eredményei 2004-2016 között.
In: LX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia : Arcral vagy háttal a jövőnek? : 60 éves a Georgikon Napok Konferencia. Szerk.: Csányi Szilvia, Pannon Egyetem, Keszthely, 168-172, 2018. ISBN: 97896339639928
50. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A szennyvízcsatorna hálózat kiépítését követő talajvízminőség változások értékelése.
In: Földrajzi Tanulmányok 2018 : IX. Magyar Földrajzi Konferencia. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 183-186, 2018. ISBN: 9789635088973
51. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: A talajvíz nitrát tartalmának összehasonlító vizsgálata a szennyvízcsatorna-hálózat kiépítését követően.
In: Arcral vagy háttal a jövőnek? : 60 éves a Georgikon Napok Konferencia. Szerk.: Csányi Szilvia, Pannon Egyetem, Keszthely, 247-251, 2018. ISBN: 97896339639928
52. Botos, Á., Mester, T., **Balla, D. Z.**, Novák, T.: Erdőtelepítések hatása talajok egyes tulajdonságaira.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. ~~szepember 28-29,~~
PE Georgikon Kar, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 65-71, 2017. ISBN: 97896339639898





53. **Balla, D. Z.**, Mester, T., Botos, Á., Bodroginé Zichar, M., Szabó, G., Novák, T.: Kertként hasznosított területek kiterjedése és változásai Magyarországon felszínborítási adatok alapján.
In: Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században : a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai. Szerk.: Blanka Viktória, Ladányi Zsuzsanna, Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtudományi Intézet, Szeged, 47-52, 2017. ISBN: 9789633065426
54. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á., Karancsi, G., Szabó, G.: Lakossági szennyvízárnyékból kiáramló szennyvíz talajvízre gyakorolt hatásának vizsgálata.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. szeptember 28-29., PE Georgikon Kar, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 343-349, 2017. ISBN: 9789639639898
55. Botos, Á., Tóth, C. A., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Novák, T.: Művelésből kivont tisztántúli kunhalmok talajának változásai.
In: Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században : a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai. Szerk.: Blanka Viktória, Ladányi Zsuzsanna, Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtudományi Intézet, Szeged, 61-69, 2017. ISBN: 9789633065426
56. Mester, T., Szabó, G., **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Szabó, G., Tóth, C. A.: Egy nem zárt rendszerű szennyvízárnyékból kiáramló szennyvíz talajvízre gyakorolt hatásának vizsgálata.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 311-317, 2016. ISBN: 9789633185704
57. **Balla, D. Z.**: A térinformatikai szakági programozás alkalmazása egy geográfiai feladat megoldására ArcObjects felhasználásával.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 79-84, 2013. ISBN: 9789633183342
58. **Balla, D. Z.**: Interaktív térképrejtvények tesztelése egy felsőoktatási intézményben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 71-78, 2013. ISBN: 9789633183342

Idegen nyelvű konferencia közlemények (8)

59. Kiss, E., Fazekas, I., Bodroginé Zichar, M., **Balla, D. Z.**: A Comprehensive Investigation of Climate Change Strategies in the Mediterranean Region.
In: GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources 2020 / Scientific Association for Water Information System - SAWIS, Association for Computing Machinery, New York, 4-5, 2020. ISBN: 9781450375788
60. Tóth, R., **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M.: Analysis and Optimization of KML Files.
In: INTED2020 : conference proceedings / L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres, IATED Academy, Valencia, 4209-4216, 2020, (INTED Proceedings, ISSN 2340-1079) ISBN: 9788409179398





61. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Kiss, E., Karancsi, G., Mester, T.: Analytic Web Tool for Calculating and Geovisualizing Water Quality Based on Different Indices.
In: GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources 2020 / Scientific Association for Water Information System - SAWIS, Association for Computing Machinery, New York, 1-5, 2020. ISBN: 9781450375788
62. Mester, T., Szabó, G., **Balla, D. Z.**: Assessment of the Effects of an Unrecultivated Sewage Disposal Site on Groundwater.
In: GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources 2020 / Scientific Association for Water Information System - SAWIS, Association for Computing Machinery, New York, 1-5, 2020. ISBN: 9781450375788
63. Mester, T., Szabó, G., Karancsi, G., **Balla, D. Z.**: Groundwater contamination from uninsulated sewage tanks in an eastern Hungarian settlement.
In: Proceedings of the 10th World Congress of EWRA 'Panta Rhei', 5-9 July 2017, Athens, Greece. Eds.: George Tsakiris, Vassilios A. Tsihrintzis, Harris Vangelis, Dimitris Tigkas, European Water Resources Association, Athens, 1305-1309, 2017.
64. Karika, A., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A comparative accuracy analysis on combined GPS/GLONASS/EGNOS.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. = Theory meets practice in GIS. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 207-212, 2016. ISBN: 9789633185704
65. Karika, A., Szabó, G., **Balla, D. Z.**: Comparative analysis of navigation GPS receiver by GPS/GLONASS/EGNOS.
In: 11th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS 2016). Proceedings. Ed.: Orosz Gábor Tamás, Óbudai Egyetem, Budapest, 41-44, 2016. ISBN: 9786155460920
66. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M.: Geovisualization of domestic nature conservation areas using KML.
In: Proceedings of the 9th International Conference on Applied Informatics January 29 - Februar 1, 2014, Eger, Hungary. Ed.: by Kovács Emőd, Kusper Gábor, Kunkli Roland, Tórnács Tibor, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 185-193, 2015. ISBN: 9786155297182
- Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (9)
67. Bánóczy, K., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Csorba, P.: A Debrecen környéki tájértékek állapotellenőrzése és módszertani kérdései.
In: VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia: Összefoglalók. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Kisvárd, 101, 2019. ISBN: 9789635089154





68. Kiss, E., Fazekas, I., **Balla, D. Z.**: A táji- és a természeti érték megjelenése a megyei klímastratégiákban.
In: VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia: Összefoglalók. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Kisvárd, 24, 2019. ISBN: 9789635089154
69. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A szennyvízcsatorna hálózat kiépítését követő talajvízminőség változások.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 78, 2018. ISBN: 9789635088966
70. Szabó, Z., **Balla, D. Z.**: Nekézseny túraútvonal hálózatának kialakítása az ökoturizmus elősegítése érdekében.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 175, 2018. ISBN: 9789635088966
71. **Balla, D. Z.**, Szabó, Z., Molnár, D.: Tanösvények webes geovizualizációja az Upponyi-hegység területén.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 174, 2018. ISBN: 9789635088966
72. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á., Karancsi, G., Szabó, G.: Egy lakossági szennyvízkanálból kiáramló szennyvíz talajvízre gyakorolt hatásának vizsgálata.
In: LIX. Georgikon Napok : Kivonat-kötet. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 122, 2017. ISBN: 9789639639881
73. Botos, Á., Mester, T., **Balla, D. Z.**, Novák, T.: Erdőtelepítések hatása talajok egyes tulajdonságaira.
In: LIX. Georgikon Napok : Kivonat-kötet. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 62, 2017. ISBN: 9789639639881
74. **Balla, D. Z.**: Webkartográfia, webes oktató alkalmazások megvalósítása a felsőoktatásban.
In: XXXI. OTDK, 2013 : Tanulás- és Tanítás-módszertani - Tudástechnológiai Szekció : rezümékötet : [Kaposvári Egyetem, 2013. április 3-5.]. Szerk.: Bencéné Fekete Andrea, Kaposvári Egyetem, Kaposvár, 72, 2013. ISBN: 9789639821583
75. **Balla, D. Z.**: A J 1.0 Topográfiai alkalmazás.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 462-463, 2012. ISBN: 9789633182185





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (12)

76. Kiss, E., Fazekas, I., Baranyi, I., Lázár, V., **Balla, D. Z.**: Beliefs, perceptions and attitudes towards climate change: A case study in an Eastern Hungarian settlement with questionnaire survey.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben: előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 52, 2020.
77. Karancsi, G., Kiss, E., Lázár, V., Baranyi, I., **Balla, D. Z.**: Estimation of the amount of contaminants stored in groundwater using geoinformatics methods.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben : 62. Georgikon Napok : előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 49, 2020.
78. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Tóth, R., Kiss, E., Karancsi, G., Lázár, V., Baranyi, I., Mester, T.: Visualization of Water Quality Index using Keyhole Markup Language.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben : 62. Georgikon Napok : Előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 12, 2020.
79. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Application of CCME Water Quality index for assessment of groundwater contamination in rural environment of the Great Hungarian Plain.
In: International Conference on Soil and Water Resources Management for Climate Smart Agriculture, Global Food and Livelihood Security. Ed.: Suraj Bhan, Sanjay Arora, Soil Conservation Society of India, New Delhi, 62, 2019.
80. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Changes in inorganic nitrogen forms of groundwater following the construction of the sewage network.
In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 68, 2019. ISBN: 9789633961292
81. **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Baranyi, I., Lázár, V., Karancsi, G.: Estimation of spatial distribution of pollution in an industrial area from soil ecological point of view.
In: VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia : előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Kisvárd, 58, 2019. ISBN: 9789635089154
82. Bánóczki, K., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Csorba, P.: The assessment of unique natural and landscape features in the outskirts of Debrecen.
In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 11, 2019. ISBN: 9789633961292
83. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: Climate change strategies in Hungary
In: Management of Water and Soil Resources under Global Climate Changes. Ed.: Omar El-Hady, Egyptian Soil Science Society (ESSS), Dokki, Giza, 20, 2018.





84. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: Comparative investigations of nitrate levels in groundwater after the construction of the sewage network.
In: Arcsal vagy háttal a jövőnek? : LX. Georgikon Napok, Pannon Egyetem, Keszthely, 102, 2018. ISBN: 9789639639911
85. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: Evaluation of changes in groundwater quality following the establishment of a sewage network.
In: The 13th International Conference of Egyptian Soil Science Society (ESSS) "Management of Water and Soil Resources under Global Climate Changes". Ed.: Omar El-Hady, Egyptian Soil Science Society, Dokki, Giza, 19, 2018.
86. **Balla, D. Z.**, Novák, T., Mester, T., Kiss, E., Bodroginé Zichar, M.: Evaluation of computer-assisted topography tests in the Geographer MSC program in the University of Debrecen.
In: Arcsal vagy háttal a jövőnek? : LX. Georgikon Napok, Pannon Egyetem, Keszthely, 28, 2018. ISBN: 9789639639911
87. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: Waste management in Hungary and its legal background.
In: LX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia : Arcsal vagy háttal a jövőnek? Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Keszthely, 82, 2018. ISBN: 9789639639911

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 10,195

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 3,693

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudásmetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2021.01.13.



**Short thesis for the degree of doctor of
philosophy (PhD)**

**Possibilities in automatized reclassification
and geovisualization of soil data in a web 2.0
environment**

Dániel Balla

Supervisors: Dr. habil. Tibor József Novák and
Dr. habil. Marianna Zichar



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Doctoral School of Earth Sciences
Debrecen, 2021.

1. INTRODUCTION AND AIMS

During the last decade, several international web-based soil databases related to the World Reference Base for Soil Resources (WRB) soil classification system became available for professionals via the International Soil Reference and Information Center (ISRIC) and the European Soil Data Center (ESDAC). These databases have been created either in the framework of an international cooperation, or they have been harmonized or established on the national level in accordance with the societal needs (Tóth, 2013). The information stored in these databases provides data for various environmental research projects, and at the same time, they make it possible to spatially analyze and represent those data (Pásztor et al., 2010). With the improvement of online services, today most of the global environmental soil databases make their data accessible and downloadable using some type of web-based map service.

Due to the different principles of national soil classification systems, the integration and harmonization with the diagnostic World Reference Base for Soil Resources (WRB) is possible only to a limited degree or not at all (Michéli, 2011). During the last decade, several Hungarian developments were carried out with the purpose of integrating (in some cases archive) soil databases from different sources with the WRB, and the reclassification of the national (archive) soil databases/soil data in accordance with the WRB using simplified algorithms (Eberhardt és Waltner, 2010; Láng et al., 2010 and 2013). One of the main objectives of the new Hungarian soil classification is the correlation of the units of the current National genetic soil classification system with the WRB taxonomic units (Michéli et al., 2006; Dobos et al., 2014, Michéli et al., 2019). However, in most cases in the reference soil group and genetic classification according to WRB, this can be achieved only to limited degree even on the level of main type and type (Krasilnikov et al., 2009). At the same time, it makes the classification more difficult that the variation and subtype of various hierarchic levels are indicated with the same terms in the Hungarian classification practice, and in certain soil types they are not even used consistently (Fuchs et al., 2007; Fuchs and Michéli, 2010; Fuchs et al., 2011; Farsang et al., 2015; Szabari et al., 2015). Therefore, the integration of these with the units of WRB is very difficult.

During my research I intend to achieve the following goals:

- Plan and develop a freely accessible and usable web-based soil database and soil information system which is suitable for determining reference soil groups (RSG) according to the WRB IUSS WORKING GROUP WRB, 2015);
- Algorithmize the process of WRB diagnostic soil classification and create decision rules for the automated reference soil group determination;
- Perform the automated reclassification of soil profile data stored in the information system and evaluate the results;

- Assess how accurately the WRB taxonomic status of the genetically classified soil profiles can be determined, based on archive data and descriptions;
- Assess the lack of information and data, or different recording methodology limiting the reclassification according to the WRB;
- Assess which WRB qualifiers can be used to describe the information regarding the subtype and variant properties associated with genetic types in the case of the profiles used;
- Assess whether the diagnostic system of the WRB is suitable for the evaluation of anthropogenic effects by analyzing the soil profiles of the information system located in non-urban areas;
- Using the indicator created by Novák (2016), perform the automated reclassification of the available land cover databases for the quantification of spatial and temporal changes in anthropogenic alteration;
- Evaluate the spatial extension of anthropogenic soil features in the study area (Tokaj Nagy-Hill) based on the land cover databases;
- Perform the geovisualization and web publishing of time series thematic maps on the spatial and temporal changes in anthropogenic alteration;

2. MATERIAL AND METHODS

SYSTEM PLANNING AND DEVELOPMENT

The basic function of a web-based soil classification system is to provide digital access to the data stored in it. In accordance with this, our main purpose is to store soil data in a soil database, and also to display and classify the data by a service catalogue. The reasonable way to achieve this task is to establish user groups with different authorizations. Since our data have geospatial components, it is a natural requirement to geovisualize them, for example, with the help of a web map service. During the process of selecting developing tools, we attempted to select open-source, cost-effective, and therefore widely used, software products. Free access and downloading were also important aspects. The application was created using PHP (PHP Hypertext Preprocessor) and JavaScript languages, as well as HTML (Hyper Text Markup Language). The user interface was designed with the free web template of Medialoot. The database is hosted by the MySQL Databases system. The visual representation of the soil profiles is achieved via KML (Keyhole Markup Language) and the soil naturalness grade databases are achieved via qgis2web and Qgis2threejs plugins. The applied technologies support free access to soil profiles and soil naturalness grade databases and may be shared among users and geovisualized on web maps (Google Maps). To satisfy this modern need for information, our goals also include the development of a classification application that uses chosen soil parameter lists. The classification is based on the correlation system of the International Union of Soil Sciences, the WRB.

DATA COLLECTION AND SOIL DATABASES

During the data collection I have evaluated the properties of twenty-nine soil profiles from three different databases (Tóth, 1972 and Rásó et al., 2017; Novák 2005; Káta et al., 2016 and Mester et al., 20017) in order to assess whether it is possible to reclassify the soil profiles with archive data according to the WRB and if so, how accurately based on the available data. I have performed the reclassification using automated algorithms based on the available WRB diagnostic data of the profiles. The primary objective of the NAIK ERTI Püspökladány Station – which has been founded for the purpose of devising afforestation methods for the saline areas – is the local evaluation of the research results regarding salinization. Due to their importance large and detailed databases are available regarding the soils of the station (Jassó, 1972; Tóth, 1972; Buday and Schmidt, 1938a; Buday and Schmidt, 1938b; Várallyay, 1972). Several soil sections can be found in the area which are described in great details and classified in a genetic classification system, based on which a detailed genetic soil map was constructed even back in the 1960s (Jassó, 1962). I have used the genetic soil map of Tóth (1972) and the data from the seven soil profiles published by Rásó et. al., 2017. Profile ID: NAIK. The second soil database includes the data of 11 soil profiles of Novák classified according to the Hungarian classification system (Novák, 2005). Profile ID: S. The third database stores the data of 11 soil profiles which were classified according to the WRB by researchers of the Department of Landscape Protection and Environmental Geography between 2014 and 2017 (Káta et al., 2016 and Mester et al., 20017) in various research projects. Profile ID: P.

EVALUATION OF RECLASSIFICATION IN TERM OF CHANGES IN SOIL TAXONOMIC STATUS

During the cross-table analysis I used the WRB taxonomy status of profiles published in three different soil databases (P, S NAIK) because they originate from a standardized profiling and they contain the classified reference soil group of the profiles, therefore they could be compared to the reference soil groups reclassified by SISCS. During the analysis, I wanted to evaluate the degree of precision with which I can determine the taxonomic status of previously (sometimes based on a former WRB issue) classified soils with regards to World Reference Base for Soils (WRB) and whether the different WRB edition resulted in a change of reference soil groups or if the lack of various data limits the classification according to the newest edition. The evaluation of the accuracy of the classification is performed using the method of accuracy estimation (Cohen 1960; Congalton, 1991). Using the error matrix, we calculated the value of the Kappa Agreement Index (KIA) showing how well the result of the reclassification matches the reference (ground truth) data, therefore we are able to assess not only the accuracy of the algorithm but to determine the changes in taxonomic statuses of each soil profile, as well. The reference data (ground truth)

are the WRB reference soil groups in the used soil databases (P, S, NAIK) previously assigned to each soil profile by the authors. Following the development of the cross table, we calculated the OA (Overall Accuracy), UA (User's Accuracy) and PA (Producer's Accuracy) values in order to separately evaluate the reference soil groups. Since in the used soil databases the soil profiles were classified according to different WRB editions, the term "incorrectly classified reference soil groups" refers to the harmonization in the WRB 2014 (2015) issue and it does not mean that they were classified incorrectly in the given edition.

ASSESSMENT OF SPATIAL DISTRIBUTION OF ANTHROPOGENIC SOIL FEATURES BASED ON LAND COVERAGE DATA

Combining land cover data and WRB soil diagnostic groups we defined four different groups of soil-naturalness, according to Novák (2016). We then assigned land cover classes to a single soil naturalness group according to typical anthropogenic processes, which are reflected in taxonomy and diagnostics according to the WRB:

- no soils (in the definition of the WRB)
- dominantly natural or close to natural soils (no anthropogenic feature according to the WRB)
- soils with significant anthropogenic influences (presence of anthropogenic qualifiers, materials, horizons), and
- dominantly anthropogenic soils (anthropogenic reference soil group: Anthrosol or Technosol)

Incze (2012) created a land use database based on land cover data using historical and current maps of the Tokaj Nagy-Hill which made it possible to evaluate the changes in land use between 1784 and 2010. The land use data extracted from different data sources (military assessment, topographical and aerial and satellite images) have been created via the conversion of the maps created in various projection systems and the digitalization of the interpretable land use types. The databases include the following seven land cover categories:

- arable land
- grassland
- shrub and bush
- forest
- built-in area
- vineyard
- mineral extraction site

PROCESS OF GIS AND GEOVISUALIZATION

The soil profiles to be displayed on the map surface were represented by creating a kml file. The dynamically refreshing part of the KML template consists of placemarks containing soil profile data. In the case of all the uploaded and saved soil profiles, a placemark with soil profile data is created and added to the contents of the KML template: Profile ID, Location, Elevation, Coordinates (WGS-84), Date, Land Use, and WRB Reference Soil Group.

These land use/cover data were classified into soil naturalness grades by a script written in Python using ArcPy. Classification was made on the basis of previously created arrays containing land use/cover classes for each of the four soil naturalness grade classes (Novák, 2016). Then, dissolving features enabled us to determine the total area for each soil naturalness grade category in the study area. Finally, summarized statistics were converted to an Excel table for further evaluation.

I published the web maps in the interface of SISCS. I had exported the reclassified vector layers from the QGIS environment and set up WMS for web sharing to the soil naturalness grade of archive land cover databases (Incze, 2012).

3. RESULTS

THESIS 1

I have developed an automated WRB classification system in order to investigate archive soil data according to the WRB which is suitable for the integration of soil profile data with WRB 2014 (2015 update) and web-based visualization based on the input soil data in an automated way.

The developed soil information system allows us to access, query and download the soil profile data stored in the database via access to SISCS (Soil Information and Soil Classifier System) by multiple users (Guest, SISCS User, Administrator). It is able to harmonize the soil data uploaded into the system with the WRB 2014 (2015 update) data by defining a classification mechanism created on the basis of the WRB (**Figure 1**). With the implementation of the quality management algorithms applied to WRB classifying and input soil data, we ensured that during the classification of a soil profile, the user will not receive a misleading result because of the incorrectly recorded parameters, thereby improving the accuracy of the WRB RSG harmonization process.

The representation of data stored in the database with kml files is provided by the functions of Google Maps and the kml manager integrated into the system. On the Google Maps interface all soil profiles of the database created by SISCS users are visualized through the constantly automatically updating kml file. At each place indicator an information Balloon provides information on the properties of soil profiles. Beyond the geovisualization of soil profiles. Beyond the spatial display of the profile locations, I made the dated geodatabases storing the anthropogenic modification of soils accessible, which can assist with the selection of sampling

points. Since the used and reclassified databases are freely accessible, the user can be informed immediately regarding the alteration of the investigated area.

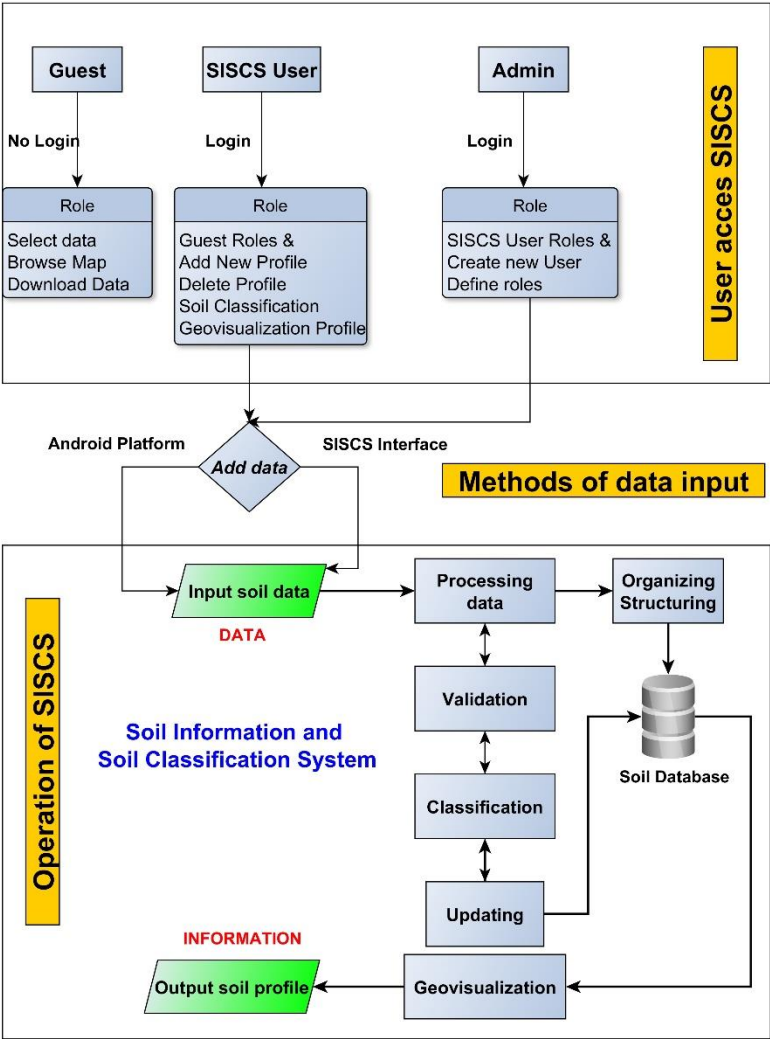


Figure 1. User roles and operation of SISCS.

THESIS 2

I have concluded that in the absence of precise diagnostic data, the automated classification into a reference soil group results in mis-categorization and a change in taxonomic status irrespective of the WRB version. I have found that the integration of archive soil databases used for reclassification into the WRB system and the reliability of the classification of diagnostic, genetic and forestry survey data according to WRB decrease in the order of their listing.

The automated reclassification based on WRB 2014 (2015 update) performed on 29 soil profiles uploaded to the SISCS database classified one profile into Anthrosol, Vertisol, Chernozem and Regosol RSG, two profiles into Gleysol RSG, seven profiles into Solonetz RSG, and eight profiles into Kastanozem and Phaeozem RSG. The results of the reclassification are assessed based on the WRB system by reference soil groups. The last column of **Table 1** contains the results of automated data-based reclassification according to the SISCS.

Table 1. Scientific Literature Classification and the WRB edition of the profiles and the results of automated reclassification.

Profile ID	Literature Classification	WRB edition	Publication	Results of reclassification according to SISCS
P43	Anthrosol	2014 (2015update)	Mester et. al., 2017	Anthrosol
P27	Solonetz	2014	Balla et al., 2017	Solonetz
P48	Solonetz	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Solonetz
P24	Vertisol	2014	Balla et al., 2017	Vertisol
P23	Gleysol	2014	Balla et al., 2017	Gleysol
P49	Gleysol	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Gleysol
P42	Chernozem	2014 (2015update)	Mester et al., 2017	Chernozem
P47	Chernozem	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Kastanozem
P50	Chernozem	2006 (2007update)	Balla et al., 2014	Kastanozem
P22	Phaeozem	2014 (2015update)	Mester et al., 2017	Phaeozem
P46	Phaeozem	2014 (2015update)	Kátai et al., 2016	Phaeozem
S1	Ismeretlen	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S2	Ismeretlen	2014	Balla et al., 2016	Regosol
S3	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
S4	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
S5	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S6	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S7	Ismeretlen	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S8	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S9	Vertisol	2014	Balla et al., 2016	Kastanozem
S10	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
S11	Solonetz	2014	Balla et al., 2016	Solonetz
NAIK 15	Solonetz	2014	Rásó et al., 2017	Solonetz
NAIK 12	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 19	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 30	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 52	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 54	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem
NAIK 61	Vertisol	2014	Rásó et al., 2017	Phaeozem

Significant differences can be found in terms of the accuracy of the soil database types investigated and the indicators in each reference soil group. In this case, the cause of the differences are the different WRB editions stored in the databases and the under- or overrepresentation of WRB RSGs associated with sampling points, and the change in taxonomic status as a consequence of the missing data (**Table 2**).

Table 2. The overall accuracy and KIA matching indexes of the databases used.

Database ID	Overall Accuracy	KIA Index	Date
P	82%	0.788	2014-2017
S	36%	0.267	1999-2002
NAIK	14%	0.125	1972

In the cases of soil profiles recorded between 2014 and 2017, according to the WRB (database identifier: P), based on the cross-table analysis, the 82% Overall Accuracy (OA), and the 0.788 Kappa Agreement Index, the reference soil group indicators were considered high. This PA value is 100% in the Anthrosol, Solonetz, Vertisol, Gleysol and Phaeozem profiles, therefore the reclassification did not lead to a change in taxonomic status in the reference soil group of the investigated profiles, irrespective of whether they were previously classified according to the 2014 or the 2014 (2015 update) WRB version. The lowest PA value (0%) was found in the case of Kastanozem, but since this was not included in the reference database, this can be considered correct. The lowest UA value (33.33%) was observed in the case of the Chernozem reference soil group. This suggests that 66.67% of the profiles in the Chernozem category were mistakenly classified as Chernozem. The reason for this is that one of the relevant changes in the updated 2015 version of the 2014 WRB edition is the modification of the classification requirements of Chernozem – with the introduction of a chernic diagnostic horizon – as a consequence of which several previous Chernozem profiles were grouped with other reference soil groups. This is demonstrated by the fact that the two mis-categorized profiles were classified in the WRB, and the chernic diagnostic horizon was not recorded (**Table 3**).

Table 3. The values of the error matrix and its derived indicator created as a result of reclassification (**Database ID: P, Date:2014-2017**).

		Reclassified database								
		Anthrosol	Solonetz	Vertisol	Gleysol	Chernozem	Kastanozem	Phaeozem	Total	UA (%)
Reference database	Anthrosol	1	0	0	0	0	0	0	1	100%
	Solonetz	0	2	0	0	0	0	0	2	100%
	Vertisol	0	0	1	0	0	0	0	1	100%
	Gleysol	0	0	0	2	0	0	0	2	100%
	Chernozem	0	0	0	0	1	2	0	3	33,33%
	Kastanozem	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Phaeozem	0	0	0	0	0	0	2	2	100%
	Total	1	2	1	2	1	2	2	11	
PA (%)		100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%		

Based on the data of the soil profile mapped and classified between 1999 and 2002 via the Hungarian classification system (Database identifier: S) and the available diagnostics calculated according to WRB, the results of the cross-table analysis, the overall accuracy (OA) of 36%, the Kappa agreement index of 0.267 and the indicators of each reference soil group were considered low. This value is 100% only in the Solonetz profile, therefore the reclassification did not lead to a change in taxonomic status in the reference soil group of the investigated profiles, irrespective of whether they were previously classified according to the 2014 WRB version. The PA values of profiles identified as the Unknown reference soil group and Vertisol are 0%, which in this case means that, based on the available diagnostic data, the profiles were assigned to different reference soil groups (Kastanozem, Regosol) during the reclassification process, and therefore the taxonomic status changed (**Table 4**).

Table 4. The values of the error matrix and its derived indicator created as a result of reclassification (**Database ID: S, Date:1999-2002**).

		Reclassified database						
		Unknown	Solonetz	Vertisol	Kastanozem	Regosol	Total	UA (%)
Reference database	Unknown	0	0	0	2	1	3	0%
	Solonetz	0	4	0	0	0	4	100%
	Vertisol	0	0	0	4	0	4	0%
	Kastanozem	0	0	0	0	0	0	0%
	Regosol	0	0	0	0	0	0	0%
	Total	0	4	0	6	1	11	
	PA (%)	0%	100%	0%	0%	0%		

Based on the archive data of the NAIK ERTI Püspökladány Station (Database identifier: NAIK) and the diagnostics calculated according to the WRB, the results of the cross-table analysis, the overall accuracy (OA) of 14%, the Kappa agreement index of 0.125 and the indicators of each reference soil group, similar to the previous database, were considered low. This value is 100% only in the Solonetz profile, therefore the reclassification did not lead to a change in taxonomic status in this sole case, irrespective of the fact that they were previously classified according to the 2014 WRB version. The PA values of profiles identified as being in the Vertisol reference soil group are 0%, which in this case means that, based on the available diagnostic data, the profiles were assigned to a different reference soil group (Phaeozem) during the reclassification process, and therefore the taxonomic status changed (**Table 5**).

Table 5. The values of the error matrix and its derived indicator created as a result of reclassification (**Database ID: NAIK, Date: 1972**).

		Reclassified database				UA (%)
		Solonetz	Vertisol	Phaeozem	Total	
Reference database	Solonetz	1	0	0	1	100%
	Vertisol	0	0	6	6	0%
	Phaeozem	0	0	0	0	0%
	Total	1	0	6	7	
	PA (%)	100%	0%	0%		

In the cases of two investigated archive databases (S, NAIK) 7 data types are not available; however, there were other soil data (categorical or derived data) which can be used to infer the given property, even though perhaps not in an exact, numerical way (e.g. ESP, CEC, S-value, ECSE, BS%, C_{org}). Among the issues regarding the data, the most characteristic problem was the limited amount of data on structural elements and depth. The database created managed part of its data using an upper soil, lower soil distinction, which in many cases limits or completely prevents the integration according to the precise level depth criteria of the WRB. The archive databases did not contain sufficient information on the majority of the horizons for the unequivocal categorization according to the diagnostic horizons of the WRB (mollic, calcic, vertic, natric) as a consequence of which the classification of Vertisol, Solonetz and Gleysol reference soil groups can only be estimated in the absence of these data.

The results of the reclassification also demonstrate that the types/main types of the Hungarian soil classification system and the reference soil groups of the WRB cannot be matched to one another completely due to their different approaches and methodologies, and the different data collection structures limit even the reclassification.

With regards to the automated classification, the most important conclusions are the following:

1. In the lack of precise diagnostic data, the automated classification into a reference soil group results in mis-categorization and a change in taxonomic status irrespective of the WRB version.
2. The integration of the archive soil databases used for reclassification into the WRB system is not uniformly accurate due to the different goals of the recordings of each database and their varying contents.
3. Based on the archive data, the lack of the following data types limits the classification:
 - a. The volume ratio of secondary carbonates is unknown;
 - b. The size of structural elements is unknown;
 - c. The exact Munsell color is unknown;
 - d. In the case of mottling, the volume ratios of the Munsell colors are unknown;
 - e. There is no available information regarding the slickensides;
 - f. There is no available information regarding the shrink-swell cracks.
4. With regard to the integration of archive soil data into the WRB system, the lack of information due to the different data collection methodologies makes it impossible not only to identify the reference soil groups but often to determine the qualifiers as well.

THESIS 3

The information contents of the subtype and variant properties of types included in the genetic classification corresponded to the WRB qualifiers, and indicated the distinctions between the requirements of using “variant and subtype properties” and “WRB qualifiers” describing the same soil property.

- The property of “having a deep humic layer” can correspond to the “Pachic” qualifier; however, the thickness of this is ≥ 50 cm according to the WRB, while in the genetic classification it is ≥ 80 cm (grassland, meadow and alluvial deposit soils) or ≥ 60 cm (BET-s and river terrace soils) or ≥ 40 cm (rocky and sandy soils), depending on the soil type. Since the qualifier can be applied only in the presence of a mollic or umbric horizon, it has a structural requirement which is missing when used in the sense of “having a deep humic layer”. However, in certain cases of the Hungarian classification, the “having a moderate humic layer” property (40-80 cm in grassland soils) can also correspond to the “Pachic” qualifier.
- The “calcareous” property used in the Hungarian classification is not quantitative; therefore, it does not necessarily imply the applicability of the “Calcic” qualifier. The “Calcic” qualifier can only be assigned to the reference soil group if, 1. it is within 100 cm of the surface, 2. the CaCO_3 content of the earthy part is $\geq 15\%$ in any of the levels, and 3. the ratio of secondary carbonate concretion is $\geq 5\%$. To indicate a lower carbonate content than the above in the earthy part the “Protocalcic” qualifier is used if the ratio of secondary carbonate concretion is $\geq 5\%$. The terms “from the surface”, “close to the surface” and “calcareous in the deeper layers” in the Hungarian classification can correspond to the additional qualifiers Epi, Endo and Bathy in the WRB diagnostics, respectively. While the use of the latter is consistent in all the reference soil groups, in the Hungarian classification the diagnostic value of the vertical distribution of the carbonate content depends on the soil type.
- In the Hungarian classification, the increase in the exchangeable sodium content is indicated by the “solonetz” variant or subtype, while in the WRB the sodium content is reflected by the “Sodic” or “Protosodic” qualifier. The limit values of these are $\geq 5\%$ Na S% (solonetz) in the Hungarian classification, and $\geq 6\%$ Na S% (Protosodic) and $\geq 15\%$ Na+Mg S% (Sodic) in the WRB. Additionally, they have an exact depth limit in the WRB: they must appear within 100 cm. The “solonetz properties in the deeper layers” characteristic can be described with the “Bathysodic” or “Bathyprotosodic” qualifiers; however, the limit values of these differ: in the WRB these have an exact depth limit value (under 100 cm), while in the Hungarian classification it is defined as the C genetic layer, and not as a specific depth.

- In the Hungarian classification, the increase of the soluble salt content is indicated by the “solontchak” “strongly solontchak” or “saline in the deeper layers” variant and subtype properties. In the WRB the same can be expressed with the “Salic” or “Protosalic” qualifiers; however, the limit value of this occurs at a greater salt content than the Hungarian solontchak property. Instead of 0.1% total salt content, the condition of the Protosalic qualifier is that the total salt content is $\geq 0.22\%$, while the condition of the Salic qualifier is a total salt content of $\geq 0.43\%$. Regarding both qualifiers there is a specific depth limit value: they must appear above 100 cm. The “saline in the deeper layers” and the “solontchak in the deeper layers” characteristics can be expressed with the “Bathysalic” or “Bathyprotosalic” qualifiers, which also have a specific depth limit value (≥ 100 cm).
- The Luvic, Vertic, Protovertic, Gleyic and Stagnic qualifiers have no corresponding properties in the Hungarian genetic classification, that is there is no variant or subtype property which would adequately reflect these characteristics.

THESIS 4

I concluded that the anthropogenic impact on the soil profiles exposed in the closed gardens in the urban environment in Nagy-Sárrét is reflected in both the WRB diagnostics and the classification.

Soils found in settlements or in their vicinity have several characteristic properties. Since the majority of the soil profiles used are located in the vicinity of built-in areas and residential buildings and used for the production of special cultures requiring specific cultivation (vegetables, fruits, herbs, ornamental plants etc.), in these areas the anthropogenic impacts are stronger, even when compared to other cultivated soils. The effects of these impacts are reflected in the regular and relatively extensive use of soil amendments, organic fertilizers, compost, and gardening waste, as well as the presence of transported materials, construction debris originating from built-in areas and the regular and thorough rotation of these materials. Therefore, by investigating the soils created in urban or semi-urban environments or closed gardens, the aim of my research was to determine the common and unique characteristic of these soils, and assess the degree and nature of the anthropogenic effects on the soil profiles. Since anthropogenic soils do not correspond to any units of the Hungarian genetic classification system, the WRB diagnostic units are more suitable for the assessment of the degree of anthropogenic effects on soils and the delineation of anthropogenic soils.

Having performed the diagnostic analysis of soil profiles from Nagy-Sárrét, we concluded that in terms of the classification and the diagnostic soil materials, the anthropogenic impact can be observed in each investigated soil profile; however, the extent of these impacts shows significant differences (**Table 6**). The profiles located in closed gardens are usually modified to a greater extent than soils located in the

outskirts of settlements. Of the six soil profiles investigated only one showed alterations to such an extent that it could be classified as an anthropogenic soil (Anthrosol). In the cases of slightly modified soil profiles, we were able – without exception – to assign a principal and/or supplementary qualifier to the given reference soil group, to indicate the specific anthropogenic effect (Anthric, Hortic, Prototechnic). Alterations due to anthropogenic effects could be observed in at least one of the diagnostic soil properties of all the profiles investigated. The anthropogenic-induced alteration of certain diagnostic soil properties of the soil profiles investigated was detectable in these cases. In most soil profiles the pattern of the carbonate profile changed and rather high P₂O₅ concentrations were measured in the soils of closed gardens. We came to the conclusion that the extent of areas with anthropogenic impacts is significant, despite the fact that they appear in a mosaic pattern. Having performed an evaluation of the anthropogenic modification of soils, we also conclude that we should expect an increase in the degree of the anthropogenic effects (soil cultivation, pasturage etc.), but at the same time, as a consequence of the extensification of land-use, we also need to consider the possibility of soil regeneration (spontaneous regeneration, increase in shrub and forest areas).

Table 6. *Diagnostic properties of the soil profiles investigated in terms of anthropogenic effects.*

Profile ID	WRB RSG	Principal	Supplementary	Diagnostic		
				horizon	property	material
P22	Phaeozem	-	<i>Anthric</i>	-	<i>anthric</i> (0-22 cm)	<i>artefacts</i> (0-22, 31-90 cm)
P42	Chernozem	<i>Hortic</i>	<i>Prototechnic</i>	<i>hortic</i> (0-40 cm)	-	<i>artefacts</i> (0-120 cm)
P43	<i>Anthrosol</i>	<i>Hortic</i>	-	<i>hortic</i> (0-85 cm)	-	<i>artefacts</i> (0-55 cm)
P46	Phaeozem	-	-	-	-	<i>artefacts</i> (0-18 cm)
P47	Kastanozem	-	<i>Aric</i>	-	-	<i>artefacts</i> (0-20 cm)
P50	Kastanozem	-	<i>Anthric</i>	-	<i>anthric</i> (0-30 cm)	-

THESIS 5

I used the procedure developed by Novák (2016) for the estimation of anthropogenic effects in the land cover data of the Tokaj Nagy-Hill based on which I classified the soils into four groups in an automated way by the anthropogenic effects. I concluded that during the 6 investigated years (1784, 1858, 1884, 1940, 1989, 2010) the ratio of the anthropogenic soils increased mainly in the lower regions of Tokaj Nagy-Hill, while the ratio of regenerating soils increased in the hillside regions.

Based on the land cover, the anthropogenic markers of soils and impacts can be characterized and estimated with the classification tools of the WRB. When using the indicator developed by Novák (2016) the land cover categories can be classified into groups signifying the differences between anthropogenic impacts and therefore such predictions can be made which show the degree of anthropogenic modification of soils. Based on the land cover data of the historical and current maps of Tokaj Nagy-Hill, the degree of anthropogenic modification does not only differ between the six timepoints, but also shows significant spatial differences. These can be explained mainly by the interpretation and geometric uncertainties of the land cover data extracted from the historical maps as well as the changes occurred in the land use.

Based on the reclassification of the archive land cover databases – during which diagnostic features used by the WRB for the purpose of describing anthropogenic effects were matched using the indicator of Novák (2016) – I compiled a database created from six Tokaj Hill samplings (1784, 1858, 1884, 1940, 1989, 2010), which is suitable for the mapping and estimation of the degree of naturalness grades. The database consists of the following soil categories: “no soils”, “dominantly natural or close to natural soils”, “soils with significant anthropogenic influences” and “dominantly anthropogenic soils” (Novák, 2016). The reclassified archive land cover data were expressed based on their ratio to the sample area. Based on the results of the methodology developed, the ratio of land cover categories without soil in the sample area is less than 5% (except for the first three samplings). The ratio of areas characterized by dominantly anthropogenic soils has increased from 3.73% to 9.03%. The highest value was measured in 1940 with 11.65%. At the two subsequent dates (1989, 2010) this value increased by 2% (2.38%, 2.62%); however, these can still be considered significant. The ratio of areas where the anthropogenic impact on the soils can be expressed at the level of the WRB shows a decreasing trend, since it dropped from the 87.40% measured in the first sampling to 38.55%. The ratio of areas with natural or close to natural soils shows an increasing trend since it had risen from 8.86% (measured at 1784) to 48.50% by 2010. Having investigated the spatial changes, we concluded that the ratio of anthropogenic soils increased in the Tokaj Nagy-Hill foothill areas as a consequence of the railroad constructions and the urbanization of the neighboring settlements while due to the abandonments and forestations, the ratio of natural soils also increased even in the hillside regions.

REFERENCES

- Balla, D., Novák, T., Zichar, M. 2016. Approximation of WRB reference group with reapplication of archive soil databases. *Acta Univ. Sapientiae. Agriculture and Environment* 8 (1), pp. 27-38.
- Balla, D., Mester, T., Márta, L., Molnár, D., Barkóczi, N., Zichar, M., Botos, Á., Novák, T. 2017. Effects of land use changes on soil properties based on reambulated soil profiles. *Acta Univ. Sapientiae. Agriculture and Environment* 9 (1), pp. 70-81.
- Buday Gy., Schmidt, E.R. 1938/b. Magyarázatok Magyarország geológiai és talajismereti térképeihez, Püspökladány, 5066/4, 1:25 000, M. Kir. Földtani Intézet, Budapest, 79.
- Buday Gy., Schmidt, E.R. 1938/a. Magyarázatok Magyarország geológiai és talajismereti térképeihez, Karcag, 5066/3, 1:25 000, M. Kir. Földtani Intézet, Budapest, 55.
- Cohen J. 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*. 20(1), pp. 37-46.
- Congalton R. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of the Environment*. 37:35-46.
- Dobos E., Vadnai P., Betóti R.D., Kovács K., Michéli E., Szegi T., Fullajtar E., Penizek V., Switoniak M. 2014. Új WRB alapú validációs adatbázis és validációs módszertan Közép-Európára, ValiDat.DSM. *Agrokémia és Talajtan*, 63 (2), pp. 393-408.
- Eberhardt E., Waltner I. 2010. Finding a way through the maze – WRB classification with descriptive data. In: Gilkes J. R., Prakongkep N. (szerk.), *Soil solutions for a changing world: Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science, Brisbane, Australia*. International Union of Soil Sciences, pp. 5-8.
- Farsang A., Szolnoki Zs., Bartha K., Puskás I. 2015. Javaslat az antropogén talajok osztályozására a hazai, megújuló osztályozási rendszer keretei között. *Agrokémia és Talajtan*, 64 (1). pp. 299-316.
- Fuchs M., Michéli E. 2010. A duzzadó agyagtalajok előfordulásának dokumentálása és osztályozásuk problémái Magyarországon. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (2): pp. 217-232.
- Fuchs M., Waltner I., Michéli E. 2007. A hazai hidromorf talajok osztályozásának és nemzetközi megfeleltetésének kérdései. *Talajvédelem (Különszám)*, pp. 184-192.
- Fuchs M., Waltner I., Szegi T., Láng V., Michéli E. 2011. A hazai talajtípusok taxonómiai távolsága a képződésüket meghatározó folyamatártsulások alapján. *Agrokémia és Talajtan*, 60 (1), pp. 33-44.
- Incze, J. 2012. A területhasználat változásai és jelentőségük a táj antropogén felszínfejlődésében a tokaji Nagyhegy példáján. Diplomamunka. Debrecen, Debreceni Egyetem.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2015. *World Soil Resources Reports*, No. 106. FAO, Rome, pp. 1-192.
- Jassó, F. 1962. A püspökladányi Szikfásító Kísérleti Állomás talajviszonyai. *Agrokémia és Talajtan* 11 (1): 13-28.
- Jassó, F. 1972. A Kísérleti Állomás talajainak genetikai és dinamikai viszonyai és alaptulajdonságai. In: Tóth, B. (szerk.) 1972. *Szikesek fásítása*, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 55-73.
- Kátai J., Michéli E., Dobos E., Sándor Z., Tállai M., Csiha I., Rásó J., Balla D., Novák T. 2016. Okszerű talajhasználat - Talajvédelem: Kirándulásvezető a terepi programhoz. pp. 1-30.
- Krasilnikov P., Arnold R., Michéli E. 2009. Soil Classification of Hungary. pp. 170-175. In: Krasilnikov P., Ibáñez Martí J.-J., Arnold R., Shoba S. (Szerk.): *A Handbook of Soil Terminology, Correlation and Classification*. London, Sterling, VA: Earthscan, pp. 1-440.
- Láng V., Fuchs M., Waltner I., Michéli E. 2010. Taxonomic distance measurements applied for soil correlation. *Agrokémia és Talajtan*, 59 (1), pp. 57-64.
- Láng V., Fuchs M., Waltner I., Michéli E. 2013. Soil taxonomic distance, a tool for correlation: As exemplified by the Hungarian brown forest soils and related WRB Reference Soil Groups. *Geoderma* 192, pp. 269-276.
- Mester, T., Balla, D., Botos, Á., Szabó, G., Sándor, G., Novák, T. 2017. Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tiszántúli kertek talajaiban. *Talajvédelem Különszám*, pp. 179-187.

- Michéli E. 2011. A talajképző folyamatok megjelenése a diagnosztikai szemléletű talajosztályozásban. *Agrokémia és Talajtan*, 60 (1), pp. 17-32.
- Michéli E., Fuchs M., Hegymegi P., Stefanovits P. 2006. Classification of the Major Soils of Hungary and their Correlation with the World Reference Base for Soil Resources (WRB). *Agrokémia és Talajtan*, 55 (1), pp. 19-28.
- Michéli E., Csorba A., Szegi T., Dobos E., & Fuchs M. 2019. The soil types of the modernized, diagnostic based Hungarian Soil Classification System and their correlation with the World reference base for soil resources. *Hungarian Geographical Bulletin*, 68(2), pp 109-117.
- Novák, T. 2005. Tájváltozások értékelése szikes mintaterületen a talajok és a vegetáció egyes jellemzői alapján [Evaluation of landscape changes of a sample area in the Hortobágy based on soil and vegetation characteristics], PhD thesis. University of Debrecen, Faculty of Sciences, Department of Landscape Protection and Environmental Geography, Debrecen.
- Novák T. J. 2016. WRB diagnostic features in soils as a tool in landscape research for evaluation of anthropogenic influences. Habilitation dissertation. University of Debrecen.
- Pásztor, L., Szabó, J., Bakacsi, Zs. 2010. Application of digital Kreybig soil information system for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary. *Agrokémia és Talajtan* 59(1), pp. 47-56.
- Rásó, J., Balla, D., Novák, T. 2017. Changes of soil taxonomical status and soil properties after afforestation of solonchic grasslands. In: *Materialy Meždunarodnoj naučnoj konferencii, posvšennoj 85-letiu Agrofizičeskogo NII "Tendencii razvitiu agrifiziki: ot aktual'nyh problem zemledeliu i rastenievodstva k tehnologiám budušego" / szerk. Blohina, S. Ű., Ageenkova, O. A., Civilev A. Ű, Federal'noe gosudarstvennoe būdžetnoe naučnoe učreždenie Agrofizičeskij naučno-issledovatel'skij institut, Sankt-Peterburg*, pp. 565-570.
- Szabari Sz., Szegi T., Fuchs M., Láng V., Michéli E. 2015. A szikes talajok nemzetközi korrelációs problémái a megújított hazai talajosztályozás tükrében. *Talajvédelem*, pp. 199-210.
- Tóth, B. (szerk.) 1972. Szikesek fásítása, Akadémiai Kiadó, Budapest, 266.
- Tóth G. 2013. Kontinentális talajadatbázisok Európában. *Agrokémia és Talajtan*, 62 (2), pp. 401-414.
- Várallyay, Gy. .1972. A Magyar Alföld szikes talajainak hidraulikus vezetőképessége. *Agrokémia és Talajtan* 21 (1-2): 57-81.



Registry number: DEENK/21/2021.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Dániel Zoltán Balla
Doctoral School: Doctoral School of Earth Sciences
MTMT ID: 10040076

List of publications related to the dissertation

Foreign language international book chapters (1)

1. **Balla, D. Z.**, Incze, J., Kozics, A., Barkóczi, N., Novák, T.: Estimation of soil naturalness grade and their changes between 1784 and 2010 in Tokaj Nagy-Hill based on soil and land cover databases.
In: Degradation and revitalization of soil and landscape. Ed.: Borivoj Sarapatka, Marek Bednár, Palacký University, Olomouc, 57, 2017. ISBN: 9788024451923

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (2)

2. Novák, T., **Balla, D. Z.**, Rásó, J., Botos, Á., Mester, T.: A NAIK ERTI Püspökladányi Állomás talajainak taxonómiai helyzete WRB 2015 szerint.
Talajvédelem. Klsz., 189-197, 2017. ISSN: 1216-9560.
3. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á., Szabó, G., Sándor, G., Novák, T.: Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tisztántúli kertek talajaiban.
Talajvédelem. Klsz., 179-187, 2017. ISSN: 1216-9560.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

4. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Kozics, A., Mester, T., Mikita, T., Incze, J., Novák, T.: A GIS tool to express soil naturalness grades and geovisualization of results on Tokaj Nagy-Hill.
Acta Polytech. Hung. 16 (6), 191-205, 2019. ISSN: 1785-8860.
IF: 1.219
5. **Balla, D. Z.**, Varga, O. G., Barkóczi, N., Novák, T., Bodroginé Zichar, M., Karika, A.: Methods of processing and geovisualization of soil profiles.
J. Agricult. Inf. 7 (2), 11-18, 2016. ISSN: 2061-862X.

Foreign language scientific articles in international journals (5)

6. **Balla, D. Z.**, Novák, T., Kiss, E., Mester, T., Karancsi, G., Bodroginé Zichar, M.: Classification and geovisualization process of soil data using a web-based spatial information system.
Open Agriculture. 5 (1), 638-655, 2020. ISSN: 2391-9531.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/opag-2020-0054>





7. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Tóth, R., Kiss, E., Karancsi, G., Mester, T.: Geovisualization Techniques of Spatial Environmental Data Using Different Visualization Tools.
Appl. Sci.-Basel. 10 (19), 1-14, 2020. ISSN: 2076-3417.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/app10196701>
IF: 2.474 (2019)
8. **Balla, D. Z.**, Mester, T., Márta, L., Molnár, D., Barkóczi, N., Bodroginé Zichar, M., Botos, Á., Novák, T.: Effects of land use changes on soil properties based on reambulanted soil profiles.
Acta Univ. Sapientiae. Agric. Environ. 9 (1), 70-81, 2017. ISSN: 2065-748X.
9. **Balla, D. Z.**, Novák, T., Bodroginé Zichar, M.: Approximation of WRB reference group with reapplication of archive soil databases.
Acta Univ. Sapientiae. Agric. Environ. 8 (1), 27-38, 2016. ISSN: 2065-748X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/ausae-2016-0003>
10. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Kovács, Z., Sándor, G., Szabó, G., Novák, T.: Open-access soil information and soil classifier system.
IJECSCE. 4 (3), 12-15, 2015. ISSN: 2277-9477.
- Hungarian conference proceedings (5)
11. **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Kiss, E., Mester, T., Bodroginé Zichar, M.: Validációs algoritmusok implementálása egy web-alapú Talajinformációs rendszerben.
In: Innovációs kihívások a XXI. században : LXI. Georgikon Napok konferenciakötete. Szerk.: Pintér Gábor, Csányi Szilvia, Zsilborács Henrik, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 9-13, 2019. ISBN: 9789633961308
12. **Balla, D. Z.**, Makai, K., Karancsi, G., Mester, T., Botos, Á., Bodroginé Zichar, M., Novák, T.: Talajszelvények modellezése és WRB szerinti értékelése egy alföldi mintaterületen.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 21-28, 2017. ISBN: 9789633186381
13. **Balla, D. Z.**, Márta, L., Boda, P., Barkóczi, N., Novák, T., Bodroginé Zichar, M.: Szabad hozzáférésű térbeli adatbázisok geovizualizációja.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 49-54, 2016. ISBN: 9789633185704
14. **Balla, D. Z.**, Kovács, Z., Varga, O. G., Bodroginé Zichar, M., Novák, T.: Terepi adatfelvétel és geovizualizáció Androidos platformon.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VI.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Boda Judit, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 39-43, 2015. ISBN: 9789633184882





15. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Novák, T., Makai, K.: Talajszelvények bemutatása Google API-k felhasználásával.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 27-34, 2014. ISBN: 9789633184349

Foreign language conference proceedings (4)

16. Rásó, J., **Balla, D. Z.**, Novák, T.: Changes of soil taxonomical status and soil properties after afforestation of solonchic grasslands.
In: Materialy Meždunarodnoj naučnoj konferencii, posvášennoj 85-letij Agrofizičeskogo NII "Tendencii razvitiia agrifiziiki: ot aktual'nyh problem zemledeliia i rastenievodstva k tehnologiám buduščego". Eds.: Blohina, S. Ű., Ageenkova, O. A., Civilev A. Ű, Federal'noe gosudarstvennoe búdzetnoe naučnoe učreždenie Agrofizičeskij naučno-issledovatel'skij institut, Sankt-Peterburg, 565-570, 2017. ISBN: 9785905200342
17. **Balla, D. Z.**, Mester, T., Botos, Á., Novák, T., Bodroginé Zichar, M., Rásó, J., Karika, A.: Possibilities of spatial data visualization with web technologies for cognitive interpretation.
In: 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications: CogInfoCom 2017 : Proceedings : September 11-14, 2017 Debrecen, Hungary, IEEE Computer Society, Piscataway, 17-20, 2017. ISBN: 9781538612644
18. **Balla, D. Z.**, Makai, K., Karancsi, G., Márta, L., Boda, P., Barkóczy, N., Bodroginé Zichar, M., Novák, T.: Examination of the spatial heterogeneity of the soil conditions in a plow field with GIS tools.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai Konferencia és Szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 539-540, 2016. ISBN: 9789633185704
19. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Barkóczy, N., Varga, O. G.: Cognitive interpretation of different spatial databases in web environment.
In: 6th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications CogInfoCom 2015 : Proceedings, October 19-21, 2015, Széchenyi István University Győr, Hungary, IEEE, Danvers, 159-162, 2015. ISBN: 9781467381284

Hungarian abstracts (3)

20. **Balla, D. Z.**, Kozics, A., Molnár, D., Mester, T., Kiss, E., Bodroginé Zichar, M., Mikita, T., Incze, J., Novák, T.: A talajok antropogén átalakíthatóságának automatizált becslése és webes publikálása felszínborítási adatok és WRB irányelvek szerinti diagnosztika alapján a tokaji Nagy-hegy példáján.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztjeinek összefoglalói. Szerk. Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 126, 2018. ISBN: 9789635088966





21. Mester, T., Sándor, G., Botos, Á., **Balla, D. Z.**, Szabó, G., Novák, T.: Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tisztántúli kertes talajaiban. In: Talajtani Vándorgyűlés: Az előadások és a posztterek összefoglalója / kész. Sándor Zsolt, Szász Gizella, Magyar Talajtani Társaság, Debrecen, 26, 2016.
22. **Balla, D. Z.**, Rásó, J., Botos, Á., Mester, T., Novák, T.: Az ERTI Püspökladányi állomás talajainak taxonómiai helyzete WRB szerint. In: Talajtani Vándorgyűlés: Az előadások és a posztterek összefoglalója / kész. Sándor Zsolt, Szász Gizella, Magyar Talajtani Társaság, Debrecen, 25, 2016.

Foreign language abstracts (1)

23. **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Kiss, E., Mester, T., Bodroginé Zichar, M.: Implementation of validation algorithms into a web-based Soil Information System. In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 6, 2019. ISBN: 9789633961292

List of other publications

Hungarian book chapters (6)

24. Bánóczy, K., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Csorba, P.: A Debrecen környéki tájértékek állapotellenőrzése és módszertani kérdései. In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 447-452, 2019. ISBN: 9789637064395
25. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Fazekas, I.: A táji- és a természeti érték megjelenése a megyei klímastratégiákban. In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 53-56, 2019. ISBN: 9789637064395
26. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A talajvíz szervesen nitrogéntartalmában bekövetkező változások vizsgálata egy szigeteletlen szennyvízakra környezetben. In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 213-217, 2019. ISBN: 9789637064395
27. Karancsi, G., Kiss, E., Baranyi, I., Lázár, V., **Balla, D. Z.**: Iparterületen végzett szennyvízszennyvíz mennyiségének becslése és térségi kiterjedésének talajökológiai szempontú vizsgálata. In: Tájak működése és arculata. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 203-207, 2019. ISBN: 9789637064395





28. Szabó, Z., **Balla, D. Z.**: Nekézseny túraútvonal hálózatainak kialakítása az ökoturizmus elősegítése érdekében.
In: Földrajzi Tanulmányok 2018. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 377-379, 2018. ISBN: 9789635088973
29. **Balla, D. Z.**, Szabó, Z., Molnár, D.: Tanösvények webes geovizualizációja az Upponyi-hegység területén.
In: Földrajzi Tanulmányok 2018. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 373-375, 2018. ISBN: 9789635088973

Foreign language international book chapters (1)

30. Novák, T., Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Culti-sequence of village garden soils on the Great Hungarian Plain.
In: Soil sequences atlas II.. Ed.: Marcin Świtoniak, Przemysław Charzyński, Machina Druku, Toruń, 127-137, 2018. ISBN: 9788394929770

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (3)

31. Mester, T., Cavalli, D., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A talaj fixált ammónium-ion tartalmának hatása a talajvíz tisztulási folyamataira a szennyezőforrás felszámolását követően települési környezetben.
Agrokém. Talajt. 69 (1-2), 55-71, 2020. ISSN: 0002-1873.
DOI: <https://doi.org/10.1556/0088.2020.00065>
32. Novák, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á.: Egy eltűnt szőlőskert nyomában: avagy a hagyományos határhasználat nyomai a talajokban és a tájban.
Honismeret. 48 (4), 106-110, 2020. ISSN: 0324-7627.
33. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Novák, T., Boda, J.: Interaktív webtérképek használata a földtudományi értékek oktatásában a Debreceni Egyetem geográfus képzésében, A J1.2 interaktív webtérkép és oktató- vizsgáztató rendszer.
Okt. Inform. 6 (2), 40-47, 2014. ISSN: 2061-179X.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

34. Kiss, E., Bodroginé Zichar, M., Fazekas, I., Karancsi, G., **Balla, D. Z.**: Categorization and geovisualization of climate change strategies using an open-access WebGIS tool.
Infocommun. J. 12 (1), 32-37, 2020. ISSN: 2061-2079.
DOI: <http://dx.doi.org/10.36244/ICJ.2020.1.5>
35. **Balla, D. Z.**, Varga, O. G., Bodroginé Zichar, M.: Accuracy assessment of different soil databases concerning WRB reference soil groups.
Acta Geogr. Debr., Landsc. Environ. Ser. 10 (1), 1-12, 2016. ISSN: 1789-4921.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21120/LE/10/1/1>





Foreign language scientific articles in international journals (11)

36. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Application of the cmc water quality index for assessment of groundwater contamination in the rural environment of the Great Hungarian Plain.
Jour. of Soi. and Wat. Conser. 19 (2), 202-207, 2020. ISSN: 0022-457X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5958/2455-7145.2020.00027.2>
37. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Assessment of Groundwater Quality Changes in the Rural Environment of the Hungarian Great Plain Based on Selected Water Quality Indicators.
Water Air Soil Pollut. 231 (11), 1-14, 2020. ISSN: 0049-6979.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-020-04910-6>
IF: 1.9 (2019)
38. Novák, T., **Balla, D. Z.**, Kamp, J.: Changes in anthropogenic influence on soils across Europe 1990-2018.
Appl. Geogr. 124, 1-10, 2020. ISSN: 0143-6228.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102294>
IF: 3.508 (2019)
39. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Bessenyei, É., Szabó, G.: Effects of nitrogen loading from domestic wastewater on groundwater quality.
Water SA. 45 (3), 349-358, 2019. ISSN: 0378-4738.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17159/wsa/2019.v45.i3.6731>
IF: 1.094
40. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Assessment of changes in the Water Quality Index following the establishment of a sewage system.
J. Mater. Environ. Sci. 9 (11), 3067-3074, 2018. ISSN: 2028-2508.
41. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: Evaluation of groundwater quality changes following the establishment of a sewage network.
Egypt. J. Soil Sci. 58 (4), 457-462, 2018. EISSN: 2357-0369.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21608/ejss.2019.6421.1227>
42. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Evaluation of the cleaning process of groundwater following the establishment of a sewage system.
IOP Conf. Ser. Earth and Environ. Sci. 191, 1-6, 2018. ISSN: 1755-1307.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/191/1/012009>
43. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: Implementation of climate change strategies in Hungary.
Egypt. J. Soil Sci. 58 (4), 443-455, 2018. EISSN: 2357-0369.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21608/ejss.2018.6362.1224>
44. Mester, T., Szabó, G., Karancsi, G., **Balla, D. Z.**: Groundwater contamination from uninsulated sewage tanks in an eastern Hungarian settlement. Utánközlés másodközlés,
Eur. Water. 58 (2), 267-271, 2017. ISSN: 1105-7580.





45. Mester, T., Szabó, G., Bessenyei, É., Karancsi, G., Barkóczi, N., **Balla, D. Z.**: The effects of uninsulated sewage tanks on groundwater. A case study in an eastern Hungarian settlement. *J. Water Land Dev.* 33 (4-6), 123-129, 2017. ISSN: 1429-7426.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/jwld-2017-0027>
46. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Boda, J., Novák, T.: Control grouped pedagogical experiment to test the performance of second-generation webmaps and the traditional maps at the University of Debrecen.
IAFOR Journal of Education. 3 (1), 31-42, 2015. EISSN: 2187-0594.

Hungarian conference proceedings (12)

47. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A talajvíz szervesen nitrogénformáinak változása a szennyvízcsatorna-hálózat kiépítését követően.
In: Innovációs kihívások a XXI. században : LXI. Georgikon Napok konferenciakötete. Szerk.: Pintér Gábor, Csányi Szilvia, Zsiborács Henrik, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 242-249, 2019. ISBN: 9789633961308
48. Karancsi, G., Baranyi, I., Lázár, V., **Balla, D. Z.**: Talajban tárolt szennyezőanyag mennyiségének becslése RockWorks program segítségével.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában X. = theory meets practice in GIS. Szerk.: Molnár Vanda Éva, Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen, 123-129, 2019.
49. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: A hazai hulladékgazdálkodás eredményei 2004-2016 között.
In: LX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia : Arccal vagy háttal a jövőnek? : 60 éves a Georgikon Napok Konferencia. Szerk.: Csányi Szilvia, Pannon Egyetem, Keszthely, 168-172, 2018. ISBN: 97896339639928
50. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A szennyvízcsatorna hálózat kiépítését követő talajvízminőség változások értékelése.
In: Földrajzi Tanulmányok 2018 : IX. Magyar Földrajzi Konferencia. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 183-186, 2018. ISBN: 9789635088973
51. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: A talajvíz nitrát tartalmának összehasonlító vizsgálata a szennyvízcsatorna-hálózat kiépítését követően.
In: Arccal vagy háttal a jövőnek? : 60 éves a Georgikon Napok Konferencia. Szerk.: Csányi Szilvia, Pannon Egyetem, Keszthely, 247-251, 2018. ISBN: 97896339639928
52. Botos, Á., Mester, T., **Balla, D. Z.**, Novák, T.: Erdőtelepítések hatása talajok egyes tulajdonságaira.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. ~~28-29. szeptember~~
PE Georgikon Kar, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 65-71, 2017. ISBN: 97896339639898





53. **Balla, D. Z.**, Mester, T., Botos, Á., Bodroginé Zichar, M., Szabó, G., Novák, T.: Kertként hasznosított területek kiterjedése és változásai Magyarországon felszínborítási adatok alapján.
In: Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században : a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai. Szerk.: Blanka Viktória, Ladányi Zsuzsanna, Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtudományi Intézet, Szeged, 47-52, 2017. ISBN: 9789633065426
54. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á., Karancsi, G., Szabó, G.: Lakossági szennyvízknákból kiáramló szennyvíz talajvízre gyakorolt hatásának vizsgálata.
In: LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia 2017. szeptember 28-29., PE Georgikon Kar, Keszthely. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 343-349, 2017. ISBN: 9789639639898
55. Botos, Á., Tóth, C. A., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Novák, T.: Művelésből kivont tisztántúli kunhalmok talajának változásai.
In: Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században : a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai. Szerk.: Blanka Viktória, Ladányi Zsuzsanna, Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtudományi Intézet, Szeged, 61-69, 2017. ISBN: 9789633065426
56. Mester, T., Szabó, G., **Balla, D. Z.**, Karancsi, G., Szabó, G., Tóth, C. A.: Egy nem zárt rendszerű szennyvízakra talajvízszintre gyakorolt hatásának vizsgálata.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. : Térinformatikai Konferencia és Szakkiallítás. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 311-317, 2016. ISBN: 9789633185704
57. **Balla, D. Z.**: A térinformatikai szakági programozás alkalmazása egy geográfiai feladat megoldására ArcObjects felhasználásával.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 79-84, 2013. ISBN: 9789633183342
58. **Balla, D. Z.**: Interaktív térképrejtvények tesztelése egy felsőoktatási intézményben.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 71-78, 2013. ISBN: 9789633183342

Foreign language conference proceedings (8)

59. Kiss, E., Fazekas, I., Bodroginé Zichar, M., **Balla, D. Z.**: A Comprehensive Investigation of Climate Change Strategies in the Mediterranean Region.
In: GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources 2020 / Scientific Association for Water Information System - SAWIS, Association for Computing Machinery, New York, 4-5, 2020. ISBN: 9781450375788
60. Tóth, R., **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M.: Analysis and Optimization of KML Files.
In: INTED2020 : conference proceedings / L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres, IATED Academy, Valencia, 4209-4216, 2020, (INTED Proceedings, ISSN 2340-1079) ISBN: 9788409179398





61. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Kiss, E., Karancsi, G., Mester, T.: Analytic Web Tool for Calculating and Geovisualizing Water Quality Based on Different Indices.
In: GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources 2020 / Scientific Association for Water Information System - SAWIS, Association for Computing Machinery, New York, 1-5, 2020. ISBN: 9781450375788
62. Mester, T., Szabó, G., **Balla, D. Z.**: Assessment of the Effects of an Unrecultivated Sewage Disposal Site on Groundwater.
In: GEOIT4W-2020: Proceedings of the 4th Edition of International Conference on Geo-IT and Water Resources 2020, Geo-IT and Water Resources 2020 / Scientific Association for Water Information System - SAWIS, Association for Computing Machinery, New York, 1-5, 2020. ISBN: 9781450375788
63. Mester, T., Szabó, G., Karancsi, G., **Balla, D. Z.**: Groundwater contamination from insulated sewage tanks in an eastern Hungarian settlement.
In: Proceedings of the 10th World Congress of EWRA 'Panta Rhei', 5-9 July 2017, Athens, Greece. Eds.: George Tsakiris, Vassilios A. Tsihrintzis, Harris Vangelis, Dimitris Tigkas, European Water Resources Association, Athens, 1305-1309, 2017.
64. Karika, A., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A comparative accuracy analysis on combined GPS/GLONASS/EGNOS.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. = Theory meets practice in GIS. Szerk.: Balázs Boglárka, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 207-212, 2016. ISBN: 9789633185704
65. Karika, A., Szabó, G., **Balla, D. Z.**: Comparative analysis of navigation GPS receiver by GPS/GLONASS/EGNOS.
In: 11th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS 2016). Proceedings. Ed.: Orosz Gábor Tamás, Óbudai Egyetem, Budapest, 41-44, 2016. ISBN: 9786155460920
66. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M.: Geovisualization of domestic nature conservation areas using KML.
In: Proceedings of the 9th International Conference on Applied Informatics January 29 - Februar 1, 2014, Eger, Hungary. Ed.: by Kovács Emőd, Kusper Gábor, Kunkli Roland, Tómacs Tibor, Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 185-193, 2015. ISBN: 9786155297182

Hungarian abstracts (9)

67. Bánóczki, K., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Csorba, P.: A Debrecen környéki tájértékek állapotellenőrzése és módszertani kérdései.
In: VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia: Összefoglalók. Szerk.: Fazekás István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Kiskváda, 101, 2019. ISBN: 9789635089154





68. Kiss, E., Fazekas, I., **Balla, D. Z.**: A táji- és a természeti érték megjelenése a megyei klímastratégiákban.
In: VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia: Összefoglalók. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Kisvárd, 24, 2019. ISBN: 9789635089154
69. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: A szennyvízcsatorna hálózat kiépítését követő talajvízminőség változások.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 78, 2018. ISBN: 9789635088966
70. Szabó, Z., **Balla, D. Z.**: Nekézseny túraútvonal hálózatának kialakítása az ökoturizmus elősegítése érdekében.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 175, 2018. ISBN: 9789635088966
71. **Balla, D. Z.**, Szabó, Z., Molnár, D.: Tanösvények webes geovizualizációja az Upponyi-hegység területén.
In: IX. Magyar Földrajzi Konferencia előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 174, 2018. ISBN: 9789635088966
72. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Botos, Á., Karancsi, G., Szabó, G.: Egy lakossági szennyvízknárból kiáramló szennyvíz talajvízre gyakorolt hatásának vizsgálata.
In: LIX. Georgikon Napok : Kivonat-kötet. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 122, 2017. ISBN: 9789639639881
73. Botos, Á., Mester, T., **Balla, D. Z.**, Novák, T.: Erdőtelepítések hatása talajok egyes tulajdonságaira.
In: LIX. Georgikon Napok : Kivonat-kötet. Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 62, 2017. ISBN: 9789639639881
74. **Balla, D. Z.**: Webkartográfia, webes oktató alkalmazások megvalósítása a felsőoktatásban.
In: XXXI. OTDK, 2013 : Tanulás- és Tanítás-módszertani - Tudástechnológiai Szekció : rezümékötet : [Kaposvári Egyetem, 2013. április 3-5.]. Szerk.: Bencéné Fekete Andrea, Kaposvári Egyetem, Kaposvár, 72, 2013. ISBN: 9789639821583
75. **Balla, D. Z.**: A J 1.0 Topográfiai alkalmazás.
In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában III.. Szerk.: Lóki József, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 462-463, 2012. ISBN: 9789633182185





Foreign language abstracts (12)

76. Kiss, E., Fazekas, I., Baranyi, I., Lázár, V., **Balla, D. Z.**: Beliefs, perceptions and attitudes towards climate change: A case study in an Eastern Hungarian settlement with questionnaire survey.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben: előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 52, 2020.
77. Karancsi, G., Kiss, E., Lázár, V., Baranyi, I., **Balla, D. Z.**: Estimation of the amount of contaminants stored in groundwater using geoinformatics methods.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben : 62. Georgikon Napok : előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 49, 2020.
78. **Balla, D. Z.**, Bodroginé Zichar, M., Tóth, R., Kiss, E., Karancsi, G., Lázár, V., Baranyi, I., Mester, T.: Visualization of Water Quality Index using Keyhole Markup Language.
In: A klímaváltozás kihívásai a következő évtizedekben : 62. Georgikon Napok : Előadások kivonatai, Szent István Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 12, 2020.
79. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Application of CCME Water Quality index for assessment of groundwater contamination in rural environment of the Great Hungarian Plain.
In: International Conference on Soil and Water Resources Management for Climate Smart Agriculture, Global Food and Livelihood Security. Ed.: Suraj Bhan, Sanjay Arora, Soil Conservation Society of India, New Delhi, 62, 2019.
80. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Szabó, G.: Changes in inorganic nitrogen forms of groundwater following the construction of the sewage network.
In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 68, 2019. ISBN: 9789633961292
81. **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Baranyi, I., Lázár, V., Karancsi, G.: Estimation of spatial distribution of pollution in an industrial area from soil ecological point of view.
In: VIII. Magyar Tájökológiai Konferencia : előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szerk.: Fazekas István, Lázár István, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Kisvárd, 58, 2019. ISBN: 9789635089154
82. Bánóczki, K., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Csorba, P.: The assessment of unique natural and landscape features in the outskirts of Debrecen.
In: Innovation challenges in the 21st century : LXI. Georgikon Napok International Scientific Conference : abstract volume. Eds.: Gábor Pintér, Szilvia Csányi, Henrik Zsiborács, University of Pannonia Georgikon Faculty, Keszthely, 11, 2019. ISBN: 9789633961292
83. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: Climate change strategies in Hungary
In: Management of Water and Soil Resources under Global Climate Changes. Ed.: Omar El-Hady, Egyptian Soil Science Society (ESSS), Dokki, Giza, 20, 2018.





84. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: Comparative investigations of nitrate levels in groundwater after the construction of the sewage network.
In: Arccal vagy háttal a jövőnek? : LX. Georgikon Napok, Pannon Egyetem, Keszthely, 102, 2018. ISBN: 9789639639911
85. Mester, T., **Balla, D. Z.**, Kiss, E., Szabó, G.: Evaluation of changes in groundwater quality following the establishment of a sewage network.
In: The 13th International Conference of Egyptian Soil Science Society (ESSS) "Management of Water and Soil Resources under Global Climate Changes". Ed.: Omar El-Hady, Egyptian Soil Science Society, Dokki, Giza, 19, 2018.
86. **Balla, D. Z.**, Novák, T., Mester, T., Kiss, E., Bodroginé Zichar, M.: Evaluation of computer-assisted topography tests in the Geographer MSC program in the University of Debrecen.
In: Arccal vagy háttal a jövőnek? : LX. Georgikon Napok, Pannon Egyetem, Keszthely, 28, 2018. ISBN: 9789639639911
87. Kiss, E., **Balla, D. Z.**, Mester, T., Fazekas, I.: Waste management in Hungary and its legal background.
In: LX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia : Arccal vagy háttal a jövőnek? Szerk.: Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Keszthely, 82, 2018. ISBN: 9789639639911

Total IF of journals (all publications): 10,195

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 3,693

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

13 January, 2021

