

novak.tibor.jozsef_237_24

TÁJVÁLTOZÁSOK HATÁSA A TALAJOK ANTROPIZÁCIÓS
FOLYAMATAIRA MAGYARORSZÁGON

MTA doktori értekezés

Dr. Novák Tibor József

Debrecen, 2024

novak.tibor.jozsef_237_24

Tartalom

1. Bevezetés	8
2. Célkitűzések	10
3. Kutatási előzmények	11
3.1. Tájváltozások és hatásuk a talajképződési és talajfejlődési folyamatokra	11
3.2. Tájváltozások jellemzése felszínborítás-változásokkal, hatásuk a talajokra	14
3.3. Az antropizáció fogalma, folyamata	16
3.4. Talajok antropizációs folyamatainak helye a különböző talajképződési koncepciókban	18
3.4.1. Antropizáció a funkcionális-faktoriális modellekben	18
3.4.2. Antropizáció a folyamat-rendszer alapú talajfejlődési koncepciókban	19
3.4.3. Antropizáció a talajfejlődési útvonalakon alapuló (determinisztikus káosz) modellekben	20
3.5. Az antropizáció hatására módosult, illetve létrejött talajszintek értékelése és jellemzése	22
3.6. Antropizációs talajtani bélyegek megjelenése a talajokban	25
3.7. Az antropogén bélyegek értékelése a talajosztályozásokban	28
3.7.1. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a hazai talajosztályozásban	28
3.7.1.1. Hazai genetikai osztályozás	28
3.7.1.2. Hazai, diagnosztikus szemléletben megújított osztályozás	29
3.7.2. Talajok antropogén bélyegeinek értékelése a WRB szerint	29
3.7.3. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a US Soil Taxonomy szerint (13th edition, 2022)	30
3.7.4. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a németországi talajosztályozásban (KA5)	30
3.7.5. Antropogén talajtani bélyegek értékelése az osztrák talajosztályozásban (SGBÖ, 2011)	31
3.7.6. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a lengyel talajosztályozásban (SgP, 2019)	31
3.7.7. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a román talajosztályozásban (SRTS, 2012)	32
3.7.8. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a francia talajosztályozásban (Référéntiel pédologique, 2008)	32
3.7.9. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a szlovák talajosztályozásban (Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska, 2014)	32
4. Anyag és módszer	34
4.1. Talajantropizációs bélyegek értékelése talajszelvényekben	34
4.1.1. A vizsgált helyszínek jellemzése és a talajszelvények kiválasztása	34
4.1.2. Antropogén bélyegek terepi azonosítása vizsgált talajszelvényekben	35
4.1.3. Alkalmazott laboratóriumi talajvizsgálati módszerek	36
4.2. Regenerálódó talajok változásainak vizsgálata	37
4.2.1. Mintavételi helyek	37
4.2.1.1. Látókép	37
4.2.1.2. Tokaj	37
4.2.1.3. Síkfőkút	38
4.2.2. A talajregeneráció időtartamának meghatározása	38

4.2.2.1. Radiokarbon kormeghatározással nyert adatok	38
4.2.3. A szervesszén-készlet kiszámítása	39
4.2.4. A szervesszén-készlet változásának kiszámítása	40
4.2.5. A talaj szervesszén-készletének frakcionált vizsgálata	40
4.3. Statisztikai elemzések	42
4.4. Az antropogén bélyegek osztályozása a WRB 2022 szerint	42
4.5. Felszínborítás-változások azonosítása CORINE adatbázis alapján	44
4.6. A CORINE felszínborítási osztályok és a WRB 2022-ben előforduló antropogén bélyegek összekapcsolása	44
4.7. A felszínborítás-változások értékelése a talajok antropizációs folyamataira gyakorolt hatás megváltozása szerint	46
4.8. Talajantropizációs forrópontok térképezése	48
5. Eredmények	50
5.1. Antropizációs bélyegeket mutató talajszelvények sajátosságai és taxonómiai helyzete	50
5.1.1. Metagenetikus antropogén talajok	51
5.1.2. Neogenetikus antropogén talajszelvények	54
5.2. Regenerálódó talajok szervesszén-készletének változásai	60
5.2.1. Látókép	60
5.2.1.1. A szervesszén-készlet változásai	60
5.2.1.2. Szervesszén-akkumulációs ráta	61
5.2.2. Tokaj	61
5.2.2.1. A talaj szervesszén-tartalmának változásai a regeneráció során	62
5.2.2.2. Szervesszén-akkumulációs ráták	64
5.2.2.3. A szervesszén-készlet változásai frakciónként a regeneráció során	64
5.2.3. Síkfőkút	66
5.2.3.1. A szervesszén-készlet változásai	66
5.2.3.2. A szervesszén-tartalom kor – talajmélység modellje	67
5.3. A talajantropizáció mértékének becslése Magyarországon felszínborítási adatok alapján	69
5.3.1. Az antropizáció mértékének táji különbségei	70
5.3.2. A genetikus talajtani antropizációs érintettsége	71
5.4. A talajok antropizációjának változásai Magyarországon 1990–2018 között a felszínborítás-változások alapján	72
5.4.1. A talajok antropizációját megváltoztató felszínborítás-változások	72
5.4.1.1. A talajok antropizációját befolyásoló felszínborítás-változások középtájként	76
5.4.1.2. A talajok antropizációját befolyásoló felszínborítás-változások kistájként	78
5.4.1.3. A talajok antropizációját befolyásoló felszínborítás-változások a felszínborítási osztályok gyakorisága szerint	80
5.5. Forrópontok a talajok antropizációs folyamataiban	83
5.5.1. Az erősödő antropizáció forrópontjai	83
5.5.2. A gyengülő antropizáció forrópontjai	84
6. Diskusszió és következtetések	86
Felhasznált irodalom	91

Ábrák jegyzéke	106
Táblázatok jegyzéke	108
Köszönetnyilvánítás	109
Mellékletek	110
I. A WRB 2022 osztályozásban alkalmazott antropogén sajátosságokat kifejező diagnosztikai és osztályozási elemek definíciói	110
I./1. Diagnosztikai elemek	110
I./1.1. Antropogén diagnosztikai talajanyagok	110
I./1.2. Antropogén diagnosztikai tulajdonságok	111
I./1.3. Antropogén diagnosztikai talajszintek	111
I./2. Osztályozási elemek	113
I./2.1. Antropogén referenciacsoportok	113
I./2.2. Antropogén tulajdonságokat kifejező minősítők	114
II. A vizsgált antropogén talajszelvények terepi, laboratóriumi, diagnosztikai és osztályozási adatai	118

novak.tibor.jozsef_237_24

„Annak oka, hogy az embert külön környezeti tényezőnek tekintjük, abból fakad, hogy az állatvilágból egyedülként rendelkezik absztrakt gondolkodásra és kultúra kifejlesztésére való képességgel. Az általános megfigyelések alapján úgy tűnik, hogy a társadalmak közötti kulturális különbségek gyökeresen eltérő hatást gyakorolnak a környezetre. Ezáltal az, amit gondolunk és hiszünk, végeredményben képes befolyásolni a fizikai világot, amelyben élünk.”

*Amundson, R. and Jenny, H. 1991.
The place of humans in the state theory of the ecosystems and their soils.
Soil Science 151 (1): 99-109.*

novak.tibor.jozsef_237_24

1. BEVEZETÉS

A tájak változásának egyik legmarkánsabb, legkönnyebben értékelhető megnyilvánulása a felszínborítás megváltozása. Ez a folyamat természetes körülmények között (szukcesszió során, természeti katasztrófákat, epizodikus geomorfológiai, geológiai változásokat követően) is előfordul. Napjainkra azonban leggyakrabban a felszínborítás jellegét a társadalom által szabályozott és ellenőrzött folyamatok határozzák meg. A felszínborítás megváltozása is legtöbbször gazdasági folyamatok által irányított, és környezetpolitikai elvek szerint szabályozott tendenciák szerint történik. A természetes tájalkotó (illetve talajképző) tényezők szerepe a tájak változásában egyre kisebb területen és egyre kisebb mértékben érvényesül.

A felszínborítás és az azzal együtt járó tájhasználat közvetlen vagy közvetett módon hat a talajok állapotára, a talajokban zajló folyamatok intenzitására is, amelyek a talajokban látható, leírható, mérhető, osztályozható bélyegekből nyilvánulnak meg.

A társadalmi tevékenységek által módosított vagy irányított antropogén talajfejlődési és talajképződési folyamatok azonban gyakran háttérbe szorultak a talajtani kutatások során, mivel gazdasági hatásukat hajlamosak vagyunk alábecsülni. Mára azonban nyilvánvaló vált, hogy a nem művelt talajok esetében is jelentős azoknak az ökológiai talajfunkcióknak (víz-, szén-, tápanyagmegkötés, klímabuffer funkció) a jelentősége, amelyeket a talajok antropizációs folyamatai lényegesen befolyásolnak. Ezeket a funkciókat egyre gyakrabban gazdasági tényezőként is figyelembe kell vennünk, hiszen a talajok egyre nagyobb területeken tapasztalható, egyre nagyobb mértékű átalakulása révén mérséklődő ökoszisztéma-szolgáltatásait más módon, mesterséges szabályozásokkal, eszközökkel, jelentős beruházásokkal vagy egyéb költségfordítással vagyunk kénytelenek kompenzálni.

A talajtan mint modern tudomány kialakulásának kezdetén [Darwin \(1881\)](#) a talaj felszínére kerülő, a talajfelszínen fekvő antropogén eredetű építési törmelék (kövek, épületmaradványok, mészegető kemencékből kikerült törmelék) eltemetődésének ütemét vizsgálta a felszínre kerülő növényi maradványok átalakulása és a földigiliszták által végzett bioturbációs folyamatok révén. Megfigyelései a felszínen lévő tárgyakat beborító talajréteg vastagságának növekedése alapján a talajképződéssel kapcsolatosan olyan lényeges és alapvető megállapításokra vezettek, amelyek mellett a viszonyítási alapként használt antropogén műtermékek jelenléte és jelentősége a későbbiekben elsikkadt. Néhány évvel korábban [Hartt \(1874\)](#) beszámol az amazóniai fekete talajokról, amelyek létrejöttének magyarázata ugyan még sokáig váratott magára, de kapcsolatukat az indián településekkel már ekkor nyilvánvalónak tekintette. Darwin megfigyelései az épületekből, ipari tevékenységből származó műtermékek felszínén lezajló talajképződést írják le a korábbi tevékenység, tájhasználat megszűnését követően. Az indián települések *terra pretáinak* esetében pedig arra láthatunk példát, hogy a korai kultúrák tájhasználatára milyen mélyreható és maradandó változást tud előidézni a talajban. Az antropogén hatásokra visszavezethető talajtani bélyegek értékelése az ezt követő évszázadon át nem képezte a talajjal foglalkozó tudomány lényeges részét, pedig a Darwin által leírt megfigyelések és Hartt beszámolója is valójában antropogén talajokra vonatkoznak.

Mára az emberi társadalom a tájak – és ezáltal a talajok – megváltozásának egyik jelentős tényezőjévé, motorjává lépett elő. Az egyre inkább társadalmi meghatározottságú felszínborítás, valamint annak változásai a talajok fejlődésében, képződésében is egyre nagyobb területen, egyre nagyobb mértékben válnak meghatározóvá. Bár számos publikáció foglalkozik az antropogén talajok ökológiai és talajfunkcióinak változásával, sajátosságaival, legtöbbször nem ismerjük az egyes talajváltozatok térbeli kiterjedését, átalakíthatóságuknak a természetes talajokhoz viszonyítható mértékét. Az antropizációval érintett területek kiterjedéséről, az átalakítás mértékéről mozaikos, korlátozott ismeretekkel rendelkezünk, és az antropogén hatások rendkívüli sokfélesége, térbeli heterogenitása miatt ezek ökológiai,

környezetvédelmi következményeinek áttekintése is nehéz. A talajok hazai osztályozási, térképezési módszerei sem könnyítették meg, hogy a talajtakaró antropogén átformálásának mértékéről képet kapjunk, mivel a hazai talajosztályozásban a legtöbb antropogén bélyeg kifejezésére egyáltalán nincs lehetőség. A növényzet, a tájak természetességének, illetve antropogén átalakítottságának mintájára, a talaj, mint alapvetően természeti képződmény antropizációjának vizsgálata, értékelése a hazai gyakorlatban nem terjedt el.

A disszertációban arra vállalkoztam, hogy a munkám során tanulmányozott talajszelvényekben azonosított antropogén bélyegek, és azok felszínborítási jellemzőkkel való kapcsolata alapján, a felszínborítási és talajtani információk összekapcsolása és rendszerezése által átfogó képet nyújtsak Magyarország talajtakarójának antropogén folyamatok következtében zajló átalakulásáról. Bemutassam az antropizáció térbeli és intenzitásbeli különbségeit, a jellemző folyamatokat, és az azok eredményeként átalakult, módosult talajokat, különösen a társadalom által meghatározott sajátosságait.

2. CÉLKITŰZÉSEK

A talajantropizáció mértékének ismerete a társadalom számára regionális és lokális szinten is lényeges információt hordoz, mivel a tájhasználat-, és felszínborítás-változási folyamatok a talajok állapotát, tulajdonságait is befolyásolják. Ezért a tájak és a talajok antropogén átalakítottságának aktuális mértéke lényegesen befolyásolja a talajok által nyújtott ökoszisztéma szolgáltatások, talajfunkciók színvonalát. Emiatt a talaj, mint legfontosabb természeti erőforrásunk jövőbeli hasznosításának tervezése, szabályozása során célszerű figyelembe venni a tájhasznosítás, felszínborítás megváltozása miatt várható talajtani hatásokat és azok környezeti, ökológiai következményeit is.

A dolgozatomban bemutatott kutatások célja a fentiek figyelembevételével az alábbi kérdések megválaszolása volt:

- Hogyan nyilvánul meg az antropizáció az egyes, nem intenzív felszínborítási osztályok esetén? Milyen diagnosztikus talajtani bélyegekkel járnak együtt az egyes felszínborítási osztályok, és az azokhoz kapcsolódó tájhasználatok?
- Milyen diagnosztikai, talajosztályozási sajátosságok jellemzik az erősödő antropizációval érintett területeket?
- Milyen diagnosztikus bélyegek jellemzőek a gyengülő antropizációjú (regenerálódó) területek talajaira?
- Hogyan változnak meg a diagnosztikus antropogén talajtani bélyegek a felszínborítás megváltozása során?
- Hogyan változik a regenerálódó (gyengülő antropizációval jellemezhető) talajokban a talaj szervesszén-készlete?
- A talaj szerves szénkészletének mely formái változnak?
- Milyen eltérések mutatkoznak a regenerálódó talajok szervesszén-akkumulációs rátáiban:
 - a regenerációra rendelkezésre álló idő és
 - a talajadottságok szerint?
- Milyen mértékű és mekkora területet érint a talajok antropogén hatásokra történő átalakulása, megváltozása a hazai talajok esetében?
- Milyen különbségek mutatkoznak a talajok antropizációjának mértékében
 - tájanként,
 - a talajok genetikai főtípusai szerint?
- Hogyan befolyásolják a felszínborítás-változások a talajok antropizációs folyamatainak megváltozását?
- Mely területeken jellemző hazánkban az erősödő, és mely területeken a gyengülő antropizáció a talajok átalakulási folyamataiban?
- Hol vannak a talajantropizációs átalakulási folyamatok forrópontjai?

3. KUTATÁSI ELŐZMÉNYEK

3.1. Tájváltozások és hatásuk a talajképződési és talajfejlődési folyamatokra

A társadalom aktív tájalakító tevékenysége a tájak működésének, változásainak meghatározó tényezőjévé lépett elő az elmúlt évszázad során (Jones 2003, Antrop 2004). Ez a meghatározó szerep a korai társadalmak megjelenését követően a szárazföldi ökológiai rendszerek egyre több pontján, egyre nagyobb területén és egyre intenzívebb hatásokkal válik döntő jelentőségűvé az ökoszisztémák anyag- és energiaforgalmában, amely a tájalkotó tényezők mindegyikének (klíma, geológia, domborzat, vízrajz, élővilág) egyre nagyobb mértékben kölcsönöz antropogén, a természetes állapothoz képest eltérő sajátosságokkal rendelkező jelleget (Ellis et al. 2010).

A természetes állapotú rendszerekhez képest eltérő sajátosságok legnyilvánvalóbban azokban a tájalkotó tényezőkben mutatkoznak meg, amelyek egyrészt érzékenyebben reagálnak a változásokra (élővilág, vízháztartás, talaj), másrészt, amelyekben több tényező együttes hatása összegződik (élővilág, talaj). Az élettelen tájalkotókhoz (litológia, klíma) képest ezen tényezők antropogén átalakítottsága nyilvánvalóbb, és könnyebben észlelhető (Hill et al. 2002).

A táj mint anyag- és energiaforgalmi rendszer változásai a társadalmi hatások következtében rendkívül szerteágazók, és nagyon nehezen jellemezhetők egységes módszerekkel (Dale és Kline 2013). Nem véletlen, hogy a változások jellemzésére a táj kutatásban leggyakrabban a változások egy jól megragadható, könnyen azonosítható elemét használják, amely ráadásul számos anyag- és energiaforgalmi folyamat szempontjából jól leírt, markánsan eltérő típusokat eredményez: a felszínborítást.

A felszínborítás szorosan kapcsolódik a tájhasználattal, és bár azonos felszínborítási osztályok között is lényeges különbségek mutatkoznak, de az anyagforgalom szempontjából meghatározó típusok elkülönítése során a felszínborítás jellemzői hasonló jelentőségűvé váltak (Forman 1995), mint az esetleg már csak korábbi hatásaiban nyomozható eredeti élővilág, az alapkőzet vagy a vízháztartás.

Az életközösségek, a növényzet társadalom általi átalakítottsága a legszembevetőbb, és mivel az élővilág az ökológiai rendszerek legaktívabb komponense, ezért lényeges hatása van a rendszerben zajló biogeokémiai folyamatok jellegére, intenzitására. Az antropogén átalakítottság mértékének jellemzésére elsőként Jalas (1953, 1955) alkalmazta a növények antropogén bolygatásokkal szembeni viselkedését indikátorként, amely alapján Sukopp (1972) dolgozott ki hemeróbia néven olyan indexet, amely elsősorban a növényzet természetességén, illetve diszturbanciateroleranciáján alapul. Az élővilág antropogén átalakítottsága Ellis és Ramankutty (2008) tanulmánya szerint olyan mértéket ért el, hogy a természetes biotopok koncepciója helyett a Föld életközösségeinek mintázatát inkább anthromok, azaz antropogén folyamatok által átalakított biotopok határozzák meg (Ellis et al. 2010).

A hemeróbia fokozatok széleskörű alkalmazása és közkezdveltsége elsősorban a növényzet könnyű megfigyelhetőségén alapul. Ugyanakkor a módszer alkalmazásának jelentős korlátot szab az, hogy részletes növényzeti adatokat igényel (Szabó és Molnár 2000; Walz és Stein 2014), amely a táji szint feletti vizsgálatokat megnehezíti, ezért a Sukopp (1972) által a növényzet értékelésére kidolgozott hemeróbia fokozatokat gyakran felszínborítási (Csorba és Szabó 2009), vagy más további adatokkal kombináltan (Szilassi et al. 2015) használják, és szintén hemeróbiának nevezik. Hazai kistájak egy csoportjának antropogén átalakítottságát a felszínborítási értékek alapján megállapított hemeróbia alapján elsőként Csorba és Szabó (2009) tanulmánya értékelte, később más tanulmányok is foglalkoztak az antropogén hatás értékelésével (Móga et al. 2014). A kizárólag a növényzet állapotán alapuló index, amely a

hemeróbia inverzeként is értelmezhető (Szilassi et al. 2015), a természeti tőke index (Czúcz et al. 2008). Az antropogén átalakítottság jellemzéséhez a növényzeti, felszínborítási adatok mellett talajtani adatokat is alkalmazott Szilassi et al. (2015; 2017), Szilassi (2017) és Centeri et al. (2012). A talaj antropogén átalakítottságának jellemzéséhez általuk felhasznált talajtani indikátorok lejtős területeken a USLE (általános talajvesztési egyenlet) alapján számított éves talajvesztés, sík területeken pedig az MTA TAKI által számított talajtömörödöttség volt (MTA TAKI 2014). A történeti tájváltozások talajokra gyakorolt hatásainak értékelését Szilassi et al. (2006) már korábbi tanulmányukban is alkalmazták.

Az élettelen tájalkotó tényezők közül a klíma megváltozásával szinte naponta szembesülünk, amelynek legalább részben antropogén eredetét ma már szinte senki sem vonja kétségbe. A domborzati adottságok antropogén átalakítottsága gyakran szembetűnő, mértékének objektív kifejezésére, összehasonlíthatóságára tett javaslatok, módszerek kidolgozásában magam is részt vettem (Rózsa és Novák 2011, Incze et al. 2013, Novák et al. 2013, Rózsa et al. 2020). Az emberi tevékenység tájra gyakorolt hatásainak ezúton történő értékelése az antropogén geomorfológia egyik aktuális kutatási kérdése.

A legkonzervatívabbnak vélt geológiai komponens antropogén átalakítottságára vonatkozóan is egyre több megközelítéssel találkozunk (Zalasiewicz et al. 2008, Waters et al. 2016), amelyekben felmerült az *Antropocén*, mint teljesen új geológiai epoch bevezetése is (Zalasiewicz et al. 2011). Az ezzel kapcsolatos tudományos viták elsősorban az *Antropocén* kezdetének időpontjára vonatkoznak. Az egyik álláspont szerint a második ipari forradalmat követő időszak tekinthető lényegesen új korszaknak (Lewis és Maslin 2015), mások már az első kerámiák és fémtárgyak készítésétől, mintegy 5000 évvel ezelőtől számítják a korai *Antropocén* és az antropogén talajok megjelenését (Monastersky 2015). A geológiai jellemzők antropogén átalakítottságának egyik megközelítése (Corcoran et al. 2014) a mikroműanyagok, illetve a műanyag tartalmú üledékek megjelenését tekinti egyértelműen antropogén marker szintnek.

A talajképződésben, talajok fejlődésében hagyományosan figyelembe vett tényezők (Jenny 1941) szerepe mellett a talajok és a társadalom kölcsönhatásának vizsgálata viszonylag újkeletű (Bidwell és Hole 1965; Yaalon és Yaron, 1966; Amundson és Jenny 1991). Ennek a kölcsönös kapcsolatnak egyik oldala, hogy a talajok által nyújtott lehetőségek, vagy éppen a talajadottságok miatti korlátok már a korai társadalmak fejlődését is nyilvánvalóan meghatározták. A talajoknak a tájak antropogén átalakítottságát is kifejező egyik lehetséges indexe a leromlottságot, azaz degradációt kifejező degradációs érték (MTA TAKI 2011), amely elsősorban a termőképesség megváltozásának jellemzéséhez használatos.

A növényzeti és felszínborítási adatokon alapuló tájváltozás-értékeléssel (Lundberg 2018) ellentétben a talajok állapotán alapuló vizsgálatok kevésbé terjedtek el a táj kutatásban. Pedig a talaj mint tájalkotó tényező használata két okból is alkalmasabbnak tűnik a tájak antropogén átalakítottságának jellemzésére a növényzetnél:

- a talajban az öt (emberi hatásokkal együtt hat) talajképző tényező (együttal tájalkotó tényező) hatása összegződik, ezáltal érzékenyen reflektál azok térben heterogén mintázatára;
- az élővilágnál konzervatívabb tájalkotó tényezőként a benne megjelenő hatások hosszabb időn keresztül megőrzik a korábbi hatások nyomait, ezért esetenként több ezer évvel ezelőtti hatásokat is archiválnak.

Annak vizsgálata, hogy a talajok tekintetében a társadalom hatása mikor válik olyan mértékűvé és/vagy minőségűvé, amely miatt a rendszer többi biológiai elemétől megkülönböztetve, azok közül kiemelve az emberi társadalom hatásait külön, egy hatodik

talajképző tényezőként kell kezelnünk (Dudal 2005; Sandor et al. 2023), a növényzet, az élővilág látványos megváltozásának tanulmányozásához képest csak későn került a figyelem középpontjába. Néhány tanulmány (Certini és Scalenghe 2011; Richter et al. 2015; Richter et al. 2019) viszont éppen az antropogén talajok, mint sztratigráfiailag megragadható entitások megjelenését tekinti az új, az emberi társadalom tevékenységei által lényegesen meghatározott földtörténeti kor, az *Antropocén* kezdetének („aranyzögének”), és azt mintegy 2000 évvel ezelőtre teszi.

1. táblázat. Tájak, ill. tájalkotók antropogén átalakítottságán alapuló indikátorok és azokat hazai tájak vonatkozásában vizsgáló tanulmányok

Tájváltozások indikátoraként alkalmazott tájalkotó tényező	Indikátor elnevezése	Az indikátor megváltozásának időléptéke	Hazai tájak állapotára vonatkozó tanulmányok
növényzet (csak erdők)	hemeróbia*	10 ⁰ -10 ² év	Bartha 1994 Frank és Bartha 1997 Mátyás 1998 Bartha et al. 2003
növényzet	természeti index	tőke 10 ⁰ -10 ² év	Bölöni et al. 2008 Czucz et al. 2008 Molnár et al. 2009
felszínborítás	hemeróbia	10 ⁰ -10 ² év	Csorba és Szabó 2009 Csorba et al. 2012 Szilassi et al. 2012
komplex (felszínborítás, növényzet, talaj erodáltsága, tömörödöttsége, domborzat átalakítottsága)	hemeróbia	10 ² -10 ³ év	Szilassi et al. 2012 Sütő et al. 2014 Szilassi et al. 2015
domborzat (átalakítottsága)	hemeromorphia	10 ³ -10 ⁴ év	Rózsa 2007 Rózsa és Novák 2011 Incze et al. 2013 Novák et al. 2013 Novák és Incze 2018
talaj	degradációs érték**	10 ² -10 ³ év	MTA TAKI 2011
	talajtömörödöttség- térkép	10 ¹ -10 ² év	MTA TAKI 2014

*az indikátor alkalmazásának célja nem táj-, hanem erdőértékelés

**az indikátor alkalmazásának célja nem a táj, hanem a talajok termőképességének értékelése

Hazai tájak antropogén átalakítottságát a tájalkotó tényezők, vagy több tényező antropogén befolyásoltságának kombinált értékelésén alapuló tanulmányokról és az alkalmazott indikátorokról az *1. táblázat* nyújt, korántsem teljes, áttekintést. Láthatjuk, hogy a talajok állapota alapján történő tájértékelés eddig nem állt a táj kutatás középpontjában, és a hazai, antropogén talajokkal foglalkozó tanulmányok száma és aránya is meglehetősen alacsony (1% alatti) a talajtannal foglalkozó publikációk között. Más európai országokkal (Németországban ez 25% feletti) való összehasonlításban ez kirívóan alacsony (Capra et al. 2015). A hazai

talajtani kutatások mezőgazdasági fókuszra ellenére az antropogén hatások elemzése még szántóföldi művelés hatására erősen átalakult talajok esetén sem jellemző, az erős antropogén hatás alatt álló, de mezőgazdaságilag nem hasznosított talajok pedig szinte teljesen kikerülnek a kutatások látóteréből. Az [1. táblázat](#)ban idézett talajdegradációs adatbázisok ([MTA TAKI 2011, 2014](#)) a talajok termőképességét korlátozó talajhibákat értékelik, tekintet nélkül arra, hogy azok természetes vagy antropogén eredetűek.

Mivel a talajdegradációs érték csak a mezőgazdasági területeken áll rendelkezésre, ezért azokon kívül a talajok antropogén átalakítottságára vonatkozóan csak közvetett információkra támaszkodhatunk. Erre leginkább a felszínborítási adatok, és az azokhoz kapcsolható talajtulajdonságok alkalmasak. Kisebb mintaterületeken szerzőtársaimmal a talajok antropogén átalakítottsága alapján határoztuk meg a tájak természetességének mértékét ([Balla et al. 2017, Balogh et al. 2019](#)).

3.2. Tájjátváltozások jellemzése felszínborítás-változásokkal, hatásuk a talajokra

A tájjátváltozások egyik legkézzelfoghatóbb indikátora a felszínborítás megváltozása ([Lambin és Geist 2006](#)), ezért a tájak állapotának, illetve változásának jellemzésére használt egyik leggyakoribb jellemző a felszínborítás ([Túri 2011, Szilassi 2017, Liska et al. 2017, Lennert 2018](#)), amely széleskörű alkalmazását nem utolsó sorban a távérzékelési módszerek, és az azon alapuló CORINE felszínborítási adatbázis fejlődésének köszönheti ([Mari és Mattányi 2002](#)). Alkalmazását nemcsak a nagy területekről homogén módszerekkel nyert, sokoldalúan tovább osztályozható információ indokolja ([Mari 2010](#)), hanem az is, hogy a vegetáció mellett a növényzetmentes felszín anyagminőségének jellemzésére is alkalmas, amellyel két, az antropogén hatások által leginkább érintett tájelemről (talajképző üledék+élővilág) kapunk információt. A CORINE felszínborítás-változások jellegének és mértékének elemzésével ezért tanulmány foglalkozik ([Feranec et al. 2000; Feranec et al. 2007; Verburg et al. 2009; Stürck et al. 2015; Kuemmerle et al. 2016; Plieninger et al. 2016; Foški et al. 2019](#)), amit a poszt szocialista országokban a rendszerváltásokat követő jelentős felszínborítás-átrendeződések indokolnak. A konverziók lehetséges típusainak száma, illetve rendkívül összetett jellege azonban megnehezíti a trendszerű folyamatok észrevételét, áttekinthetőségét.

A tájhasználat és a felszínborítás változásaival szükségszerűen együtt jár a talajok antropogén eredetű, közvetett vagy közvetlen átalakulása ([Baude et al. 2019](#)). A felszínborítás-változások és a talajok átalakulásának összefüggései régóta vizsgálat tárgyát képezik ([Britz et al. 2010](#)). [Bouma et al. \(1998\)](#) a közép-európai országok átalakulása kapcsán elemzik a várható felszínborítás-változások talajtani következményeit, veszélyeit. Figyelmeztetnek egyebek között az urbanizáció növekvő területigényéből, a mezőgazdaság fokozódó vegyszerhasználatából és a talajművelés intenzitásának növekedéséből fakadó veszélyekre, amelyek a talajok megnövekedett elszennyezéséhez, erózióhoz, tömörödéséhez, szerkezetromlásához vezethetnek. Jellemzően az autópálya-építések, az újonnan kialakított ipari körzetek és az intenzív városkörnyéki terjeszkedés által érintett területek meghatározó folyamata a felszínborítás, és ezáltal a talajok erősödő mértékű antropizációja ([Falkenberg et al. 2003; Ebels et al. 2004; Csorba 2005; Almajamaie 2017](#)), ahol a természetes talajok beazonosítása már nem is mindig lehetséges, sőt maga a talajképző üledék is vagy mesterséges (tégelből, salakból, betonból, aszfaltból álló építési törmelék), vagy ember által áthalmozott anyag (kavics, homok, kő, máshonnan származó talaj). A felszínborítás változásainak az 1990-es évtizedre utólagosan elkészített elemzése ([Feranec et al. 2010](#)) az első öt legfontosabb változástípus között az urbanizált területek növekedését és ezzel a leburkolt talajok arányának növekedését (1), a szántóföldi területek növekedését (2), a mezőgazdasági területek felhagyását (3), valamint az erdőterületek kiterjedését (4) és az erdőirtást (5) jelölte meg. A felszínborítás-

változásokat az erózióra gyakorolt hatások vonatkozásában vizsgálva [Waltner et al. 2020](#) tanulmánya viszont rámutat arra, hogy Magyarországon az elmúlt évtizedekben lezajlott felszínborítás-változások döntően az erózió mérséklődésének irányába hatottak. Azonos felszínborítási típusokat érintő, de ellentétes irányú folyamatok jelenléte (pl. erdőirtás, erdők területének növekedése; mezőgazdasági területek felhagyása, szántók arányának növekedése) figyelmeztet a folyamatok térbeli különbségeinek és összetettségének jelentőségére.

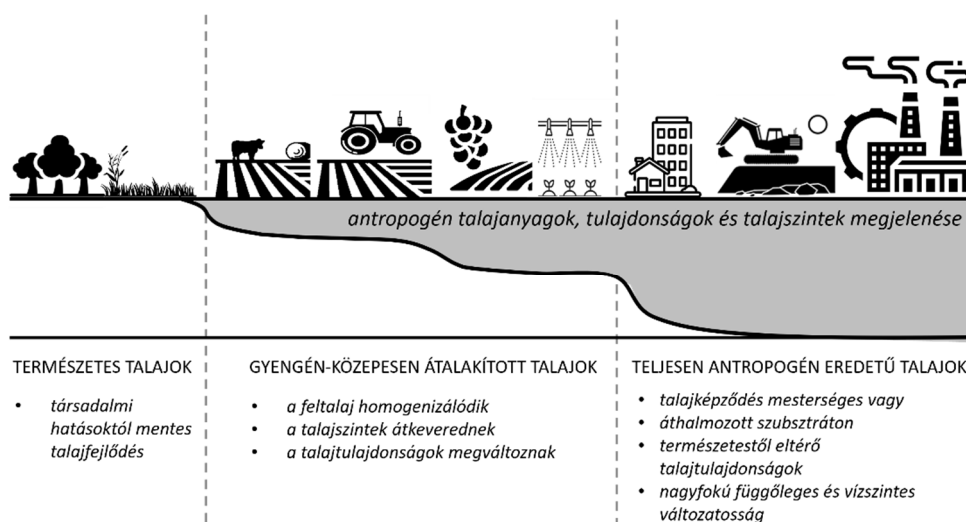
Európa egészét tekintve a földhasználat-változási scenáriók elemzői ([Rounsevell et al. 2006](#)) az urbanizált területek egyre növekvő térfoglalása ([Scalenghe és Marsan 2009](#)) mellett a megművelt mezőgazdasági területek növekvő arányú felhagyását, az erdőterületek arányának várható növekedését, azaz a tájhasználat intenzitásának csökkenését jósolták ([Vos és Meekes 1999](#); [Verburg et al. 2010](#); [Stürck et al. 2015](#)). Utóbbi folyamatok ökológiai hatásaként a növényzet és a talaj regenerálódása ([Cramer et al. 2008](#)), és ezáltal megnövekvő szénmegkötő képessége éppen ellentétes folyamatokat tesz lehetővé ([Navarro és Pereira 2015](#)), mint a korábban jellemző, egyre intenzívebbé váló talajhasználat, amely a talajok szénmegkötő képességét csökkentette. A talaj ökológiai funkcióinak javítása érdekében ugyanakkor megművelt területeken is szükségesnek látják a művelés intenzitásának csökkentését, elsősorban a szerkezetromlás és a szervesanyag-készlet csökkenésének megelőzése érdekében. A 2000-es évtized végén 16-19 millió tonna/év-re becsülték az EU 15-ök mezőgazdasági talajainak szénmegkötő képességét ([Freibauer et al. 2004](#)), amely a szerzők szerint csak kevesebb, mint ötöde az elméletileg lehetségesnek, és alig 2%-a ezen országok antropogén szénkibocsátásának.

Modellfuttatásokon alapuló tanulmányukban [Podmanicky et al. \(2011\)](#) a közép-európai országok területének nagy részén a talajban további szervesszénkészlet-csökkenést, míg az észak és nyugat-európai területek jelentős részén és egyes mediterrán térségekben szervesszéntartalom-növekedést jósoltak. A felszínborítás távérzékelte vagy térképezett adatok alapján detektált változásainak vizsgálatai a mediterrán térséghez hasonlóan a közép-európai térség számos régiójában is a tájhasználat extenzívebbé válását, ezáltal a talajokat érő antropogén terhelés csökkenését mutatták ki ([Kuemmerle et al. 2006](#); [Václavík és Rogan 2009](#)), amely a talajok vonatkozásában a regenerálódás lehetőségét, az erózió-veszélyeztetettség csökkenését ([Waltner et al. 2020](#)), a szénmegkötő képesség növekedését jelenti ([Cebecauer és Hofierka 2008](#)). Az urbanizációs centrumokban azonban a térségben is rohamosan növekszik a leburkolt talajok aránya ([Václavík és Rogan 2009](#)). A területhasználat extenzifikációja következtében várt szénmegkötés növekedését viszont számos területen a korábbi használatból adódó talajhibák (tömörödés, erózióveszélyeztetettség, szerkezetromlás stb.) korlátozzák ([Batjes 2002](#)).

3.3. Az antropizáció fogalma, folyamata

A természetes ökológiai rendszerek társadalmi hatások következtében zajló átalakulását, megváltozását antropizációnak nevezzük, amely érinti a teljes rendszer jellemzőit, illetve külön-külön a tájalkotó tényezők átalakulásában is megnyilvánul. A legtöbb tájökológiai alapmunka (Naveh és Lieberman 1994; Forman 1995; Huggett 1995; Farina 2006) a táj inherens részének tekinti az antropogén folyamatokat, azok térben megjelenő mintázatának alapegységét pedig antrotopnak (Leser 1991) nevezi. Mégis, az antropizáció alkalmazását egyes szerzők (Pinchemel 1988) leszűkítik a degradációval, leromlással járó változásokra. Más szerzők (Bertrand és Bertrand 2014) azonban mindenféle tájat érintő antropogén hatást antropizáció névvel foglalnak össze, amelyek közvetve vagy közvetlenül befolyásolják a tájakban zajló folyamatokat.

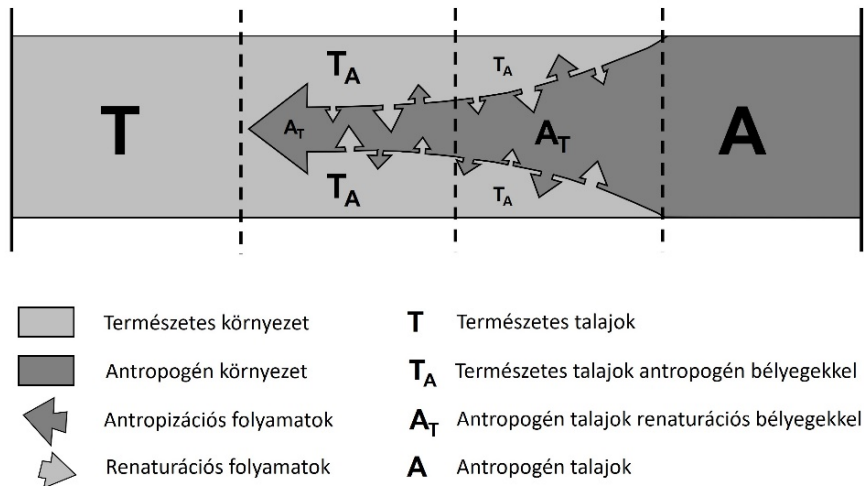
A társadalom ökológiai rendszerekre, így a talajra gyakorolt közvetlen, vagy közvetett hatásai a legkorábbi, aktív környezetalakítást végző emberi közösségek megjelenésétől számítható. A talajok antropizációjának folyamata azonban nem annyira az egyes történeti korok technikai és társadalmi fejlettségével, mint inkább a tájhasználattal és az ehhez kapcsolódó felszínborítással mutat szoros összefüggést (Rohošková et al. 2006) (1. ábra). Így a legkorábbi történeti koroktól kezdve kimutathatók erőteljesen átalakított talajok, (pl. hulladékgyűrtők, lakódombok, halomsírok formájában), ugyanakkor a technikailag fejlett társadalmakban is találkozunk kevésbé intenzíven használt, ezért természetközeli talajú területekkel. Természetesen ezek egymáshoz viszonyított térbeli aránya jelentős változásokat mutat.



1. ábra. A tájhasználat és a talajok antropizációjának kapcsolata Rohošková et al. (2006) alapján, módosítva

Az antropizáció fenti, leegyszerűsített modellje (1. ábra) kifejezi azt, hogy a társadalom a szárazföldi felszínnek egyre nagyobb részét, egyre vastagabb rétegben és egyre intenzívebben alakítja át, nem érzékelteti viszont azt, hogy az antropizáció többnyire nem egyszerűen egyirányú jellegű. A táj intenzívebbé váló vagy csökkenő társadalmi igénybevétele szerint időnként az antropizációt erősítő folyamatok uralkodnak, majd más időszakokban a talajok regenerálódására nyílik lehetőség, amely során a korábban átalakított talajokon a természetes talajképződési folyamatok dinamikája, renaturációja, regenerálódása válik meghatározóvá

(Volungevicius és Skorupskas 2011). A természetes-antropogén átalakulás váltakozása minden, valaha a társadalom által hasznosított táj és talaj esetében fennál, és valójában szubjektív döntés eredménye, hogy a talajt inkább természetes, antropogén bélyegekkal is rendelkező talajnak (N_A), vagy inkább antropogén, természetes bélyegeket is felmutató talajnak (A_N) tekintjük (2. ábra). Egyértelműen csupán a teljesen természetes, illetve teljesen antropogén talajképződmények különíthetők el, amelyekre azonban nagyon nehéz lenne példákat találni.



2. ábra. A talajok antropizációja során változó antropizációs és regenerációs folyamatok által létrehozott talajváltozatok modellje Volungevicius és Skorupskas (2011) alapján, módosítva

A talajok antropizációját (*anthrosolization*) Bockheim és Gennadiyev (2000) munkája a 17, általuk bemutatott talajképződési folyamat egyikeként azonosítja, és a társadalmi tevékenységek eredményeként megjelenő geomorfológiai és talajtani folyamatok összességéként határozza meg. Shaetzel és Thompson (2015) viszont a talajok változatos antropogén átalakulási folyamatainak bemutatása során a talajok fejlődését meghatározó anyag- és energiátranszportok, átalakulások metapedogenetikus módosítására helyezi a hangsúlyt. A társadalmi tevékenységek ezáltal a talajok fejlődését progresszív vagy regresszív talajfejlődési útvonalak irányába mozdíthatják ki a talajfejlődés folyamata során, nem pedig különálló talajképződési tényezőként hatnak (Capra et al. 2015).

Az antropizáció eltérő értelmezései megegyeznek abban, hogy annak megjelenését, a hatásai következtében megfigyelhető talajtani bélyegeket nem korlátozzák az antropogén talajok körére. Ez utóbbi egyébként is szubjektív, a talajosztályozási rendszerek által szabott merev, határértékekhez kötött elkülönítést jelent a természetes és antropogén talajképződmények között (Eswaran 2002, Capra et al. 2015). Antropizációs folyamatokkal összefüggő bélyegek azonban pl. erodált, szántott, szennyezett, de antropogén talajnak semmiképp sem minősülő talajokban is megfigyelhetők (Dazzi és Monteleone 2007), ahogyan a teljes egészében antropogén szubsztrátokon létrejött talajokban is vannak regenerálódásra utaló bélyegek.

3.4. Talajok antropizációs folyamatainak helye a különböző talajképződési koncepciókban

3.4.1. Antropizáció a funkcionális-faktoriális modellekben

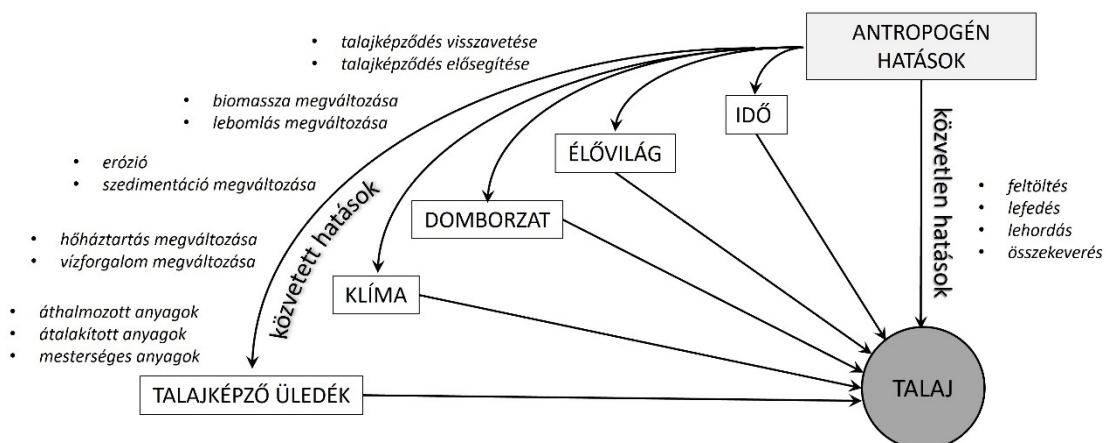
A talajok képződését leíró *funkcionális-faktoriális modellekben* (Jenny 1941) a természetes talajok esetében hagyományosan öt tájalkotó tényező játszik döntő szerepet. Ezt az öt tényezőt tekintjük a talajképződés fő tényezőinek: a talajképző üledék, az éghajlat, a felszínformák, az élővilág és a talajképződési folyamatokhoz rendelkezésre álló idő. A talajképződést függvényyszerű megközelítésben leíró egyenlet Amundsen és Jenny (1991) munkájától kezdve az antropogén tevékenységeket kifejező tényezővel egészült ki:

$$S=f(a, cl, o, r, p, t)$$

ahol:

S = talajképződés,
 a =antropogén tényező,
 cl =éghajlati tényező,
 o =biotikus tényező,
 r = domborzati tényező,
 p =litológiai tényező,
 t =időtényező.

A társadalom által a tájban végzett tevékenységek figyelembevétele ugyanakkor nem újkeletű. Jenny (1941) már a talajképződés tényezőit tárgyaló munkájában is megemlíti, hogy a biotikus tényezőre a társadalmi tevékenységek is lényeges hatást gyakorolnak, illetve számos emberi beavatkozás időben visszaveti a talajképződés folyamatát. Effland és Pouyat (1997) javaslatot tett arra, hogy az antropogén tevékenységeket az o (biotikus) tényezőbe integráltan vegyük figyelembe, illetve felveti a lehetőségét annak, hogy különálló tényezőként, az antropogén tevékenységek talajképző szerepét reprezentáló tényezőként szerepeltessük, mint *metapedogén* (Yaalon és Yaron 1966) tényezőt.

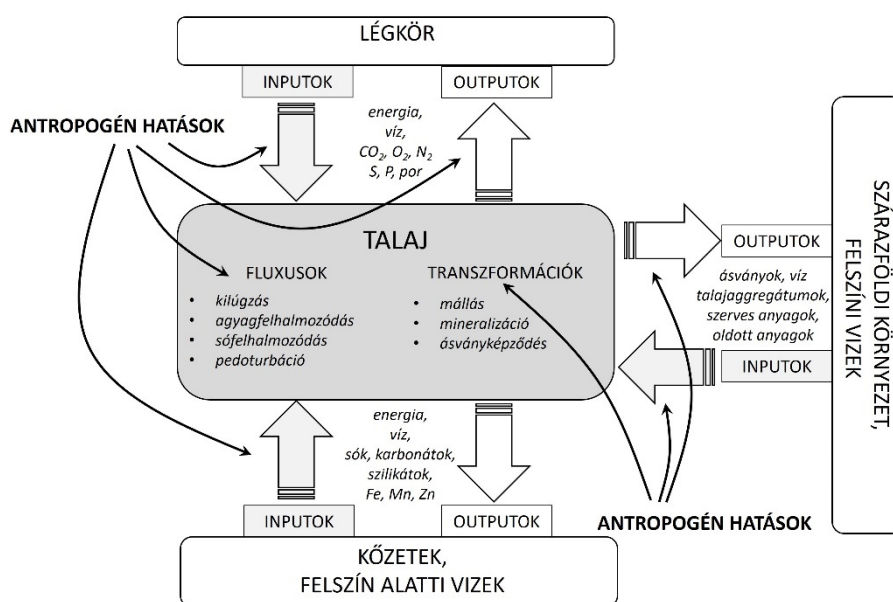


3. ábra. Az antropogén hatások érvényesülése a talajképződés funkcionális-faktoriális modellje (Amundsen és Jenny 1991) alapján. Példák az antropogén hatásokra a talajképződést közvetlenül meghatározó, illetve közvetve, a talajképződés más tényezőkön keresztül módosító szerepére (saját szerkesztés)

McPherson és Timmer (2002) tanulmányukban ugyanakkor úgy vélekednek, hogy helyesebb, ha az emberi hatást nem talajképző, csupán módosító tényezőként értékeljük. Az utóbbi jelentősége akkor sem lebecsülendő, ha a társadalmi hatások valójában gyakran ténylegesen nem különálló, teljesen új tényezőként jelennek meg a talajképződésben, hanem az öt alapvető tényező hatását, az azok által meghatározott körülményeket módosítják (3. ábra). Mindenesetre számos példát lehet hozni mind a társadalom közvetlenül a talajra kifejtett hatásainak eredményeként, mind pedig a talajképződés tényezőinek módosítása következtében megváltozott, antropizált talajokra is.

3.4.2. Antropizáció a folyamat–rendszer alapú talajfejlődési koncepciókban

A fenti modelltől lényegesen eltérő megközelítés a Simonson (1951, 1959) által alkalmazott *folyamat-rendszer központú modell*, amely a talajt mint a környezetből érkező inputok, az oda kibocsátott outputok, illetve a talajban zajló anyagtranszportok és anyagátalakulások működési rendszereként értelmezi (4. ábra).



4. ábra. A folyamat-rendszer alapú talajképződési modellekben (Simonson 1978) az antropogén hatások nem képviselnek elkülönült tényezőcsoportot, hatásuk az input-output folyamatok, illetve a fluxusok, transzformációs folyamatok módosításán keresztül érvényesül (Schaetzl és Thompson 2015 alapján, módosítva)

Ez a megközelítés ugyan kevésbé terjedt el, mégis sokkal hatékonyabb az egyes jellemző talajtani bélyegek, szintek kialakulásának magyarázatára, amelynek segítségével pl. a szerves anyagok vagy karbonátok felhalmozódása vagy lebomlása, kimosódása mint a talajszintek, talajtípusok meghatározó folyamatai, és a talajok változásai egyenletszerűen leírhatók:

$$S=f(a, r, t_1, t_2)$$

ahol:

S = talajfejlődés,
 a =inputok,
 r =outputok,
 t_1 =fluxusok, anyagtranszportok,
 t_2 =transzformációk, anyagátalakulások.

Könnyen belátható, hogy az ilyen típusú modellekben az antropogén hatások nem képviselnek markánsan új, jól elkülöníthető tényezőcsoportot, sokkal inkább az egyes input-output mennyiségek megváltoztatásával, vagy a talajban zajló transzport ill. transzformációs folyamatok módosításával írhatók le (Dror et al. 2022). Alapvetően nem alakítják át a modell működését, és ezért elkülönített megjelenítésük sem feltétlenül szükséges.

3.4.3. Antropizáció a talajfejlődési útvonalakon alapuló (determinisztikus káosz) modellekben

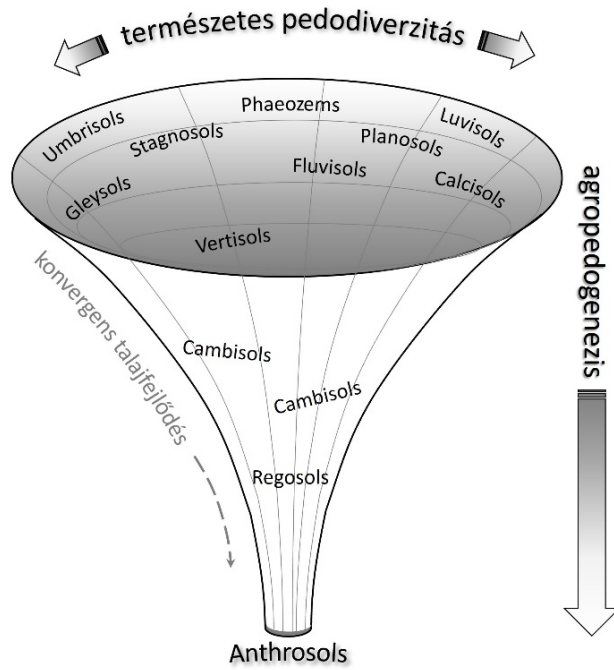
Végül érdemes megemlíteni azokat a talajfejlődési modelleket, amelyek a kezdeti kiinduló feltételek alapján lezajló determinisztikus *talajfejlődési útvonalakat*, illetve azok véletlenszerűen előforduló, lokális perturbációik szerinti kilengéseit, módosulásait helyezik koncepciójuk középpontjába. Az útvonalak kaotikusan megjelenő módosulásai végül a talajok változatosságát eredményezik. Ebbe a csoportba sorolható a Johnson et al. (1990) által felvázolt talajevolúciós modell, illetve a Philips (1993) által alkalmazott *determinisztikus káosz modell*. Utóbbi a talajfejlődést az alábbiak szerint írja le:

$$S_t = S_{t-1} + \Delta P_t - \Delta R_t$$

ahol:

S_t = talajfejlődés állapota egy tetszőleges t időpontban,
 S_{t-1} =talajfejlődés állapota a megelőző időpontban,
 ΔP_t =progresszív talajfejlődési folyamatok változása t időtartam alatt,
 ΔR_t =regresszív talajfejlődési folyamatok változása t időtartam alatt.

Az antropogén talajfejlődés szempontjából lényegében az utóbbi modelltípusba illeszkedő következtetést von le az antropogén talajképződési folyamatokat áttekintő, szintetizáló tanulmányában Kuzyakov és Zamanian (2019), amely szerint a természetes pedodiverzitás a talajművelés által irányított antropizáció (agropedogenezis) konvergens fejlődési útvonalára terelődve a homogenizáció és a pedodiverzitás csökkenése irányába halad (5. ábra).



5. ábra. A determinisztikus káosz koncepciókhoz hasonló determinisztikus útvonal vázolódik fel a mezőgazdasági hasznosítás következtében a talajok fejlődésében [Kuzjakov és Zamanian \(2019\)](#) tanulmányában, amely az antropogén talajok kialakulását konvergens talajfejlődés következtében lezajló homogenizációként mutatja be ([Kuzjakov és Zamanian 2019](#) alapján, módosítva)

3.5. Az antropizáció hatására módosult, illetve létrejött talajszerkezet értékelése és jellemzése

A társadalom talajokra gyakorolt hatásait a talajképződésben [Lebedeva et al. \(1993\)](#) tanulmánya az *abrázió, akkumulatív, turbációs, tőzeg-degradációs, aquazemic és chemozemic antropogenezis* folyamataival foglalja össze. Általánosítva a fenti folyamatok a talajszerkezetben, a talajosztályozásban alkalmazott bélyegeken [Dudal et al. \(2002\)](#), valamint [Dazzi és Lo Papa \(2015\)](#) szerint a következő sajátosságokat, módosulásokat eredményezhetik:

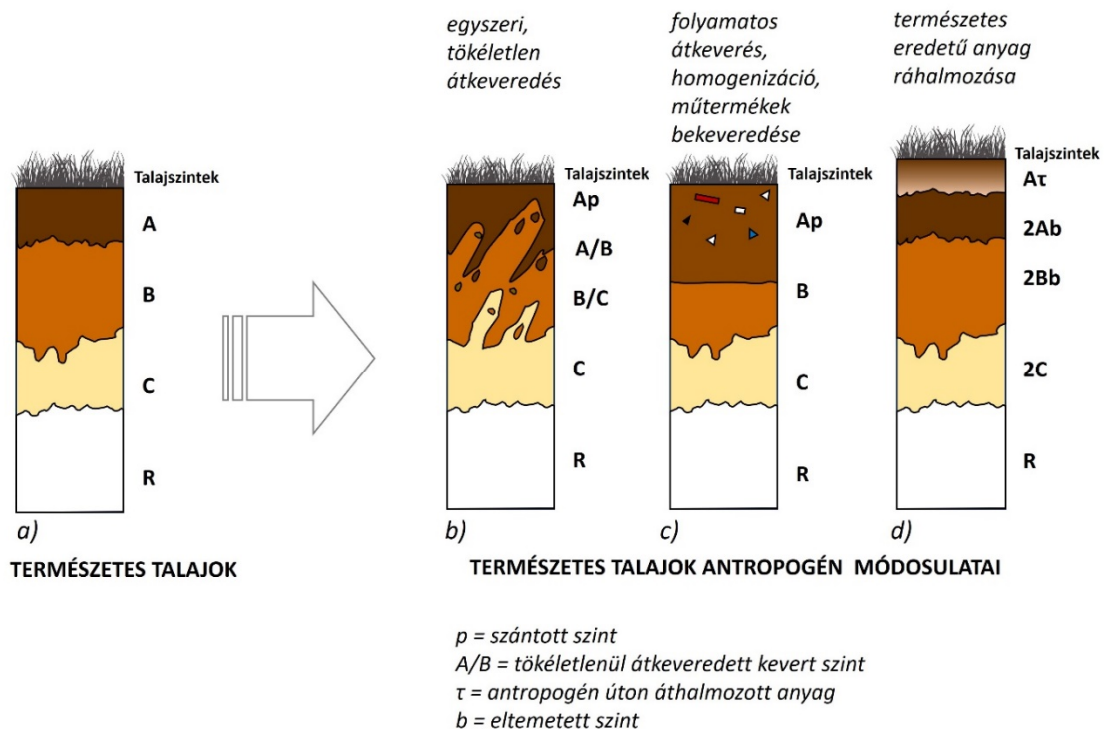
- a talajtípus (referenciacsoport, osztály stb. egyéb taxonómiai egység) antropogén okok miatt történő megváltozása,
- diagnosztikai talajszerkezet antropogén megváltozása,
- új, antropogén talajképző üledék,
- mélyreható antropogén talajbolygatás,
- felszínformák antropogén megváltozása,
- a feltalaj kémiai, fizikai jellemzőinek megváltozása antropogén folyamatok következtében,
- talaj tervszerű létrehozása, helyreállítása.

Az első két esetben a talaj megváltozását az osztályozáshoz alkalmazott rendszerben elfoglalt taxonómiai státusz megváltozása is tükrözi. Ennek megállapításához az osztályozási rendszernek nem kell feltétlenül tartalmaznia antropogén bélyegek leírására alkalmas diagnosztikai elemeket, viszont bizonyíthatóan antropogén eredetűnek kell lenni a besorolás megváltozását kiváltó oknak.

Számos antropogén hatás nem eredményez az osztályozásban antropogén talajnak minősülő talajokat, ugyanakkor a szelvényben nyilvánvaló bélyegek árulkodnak az antropizációs folyamatokról. Ilyenek a szántott szintben (Ap) az A szint és a B szint anyagának összekeveredése és homogenizációja, alsó határának éles, egyenes lefutásúvá módosulása, műtermékekkel történő keveredése ([6. c\) ábra](#)). Az egyszeri tereprendezés, mélylazítás vagy rigolozás következtében létrejövő tökéletlenül elkeveredett talajszerkezet (A/B; B/C) szintén ide sorolható ([6. b\) ábra](#)). A talajszerkezet művelés által történő összekeverése a kulturturbáció ([Fiedler 2001](#)). A kulturturbáció révén átalakult, módosult talajt nem tekintjük antropogén talajnak, ugyanakkor az antropizációs bélyegek kifejezésére rendelkezésre állnak taxonómiai eszközök (pl. minősítők, változati vagy altípus-elnevezések), vagyis antropogén talajmódosulatról beszélhetünk. A talajok antropizációs folyamatainak eredményeként létrejött antropogén talajok között [Howard \(2017\)](#) *metagenetikus* és *neogenetikus* antropogén talajokat különböztet meg.

A *metagenetikus* antropogén talajok esetében a talajképződés, talajfejlődés feltételei azáltal módosulnak lényegesen, hogy az eredeti feltalajszint megváltozott mechanikai, biológiai és domborzati feltételek közé kerül. A változás úgy jellemezhető, hogy az antropizáció a feltalaj A szintjéből egy megváltozott 'A' talajszerkezetet alakít ki, a megváltozott talajképződési feltételek által. Az osztályozásban ez gyakran abban jut kifejezésre, hogy az antropizáció eredményeként létrejött talaj az eredetihez képest eltérő diagnosztikus feltalajszinttel rendelkezik. *Metagenetikus* antropogén talajok ([7. b\) ábra](#)) esetében a feltalaj a folyamatos művelés, trágyázás, javítás, vagy éppen jobb minőségű talaj ráhordása és elkeverése által más, az eredeti feltalajtól eltérő diagnosztikus szintté alakul át (A→'A), amelynek következtében a talaj taxonómiai helyzete is megváltozik ([7. b\) ábra](#)). Ugyanakkor a fent leírt átalakulás akkor is nyilvánvaló lehet, ha az antropogén bélyegek egyik diagnosztikus osztályozási egység követelményeit sem elégítik ki, mert vagy nem elég kifejezetek, vagy más, esetleges természetes talajfejlődési folyamatok elfedik azokat. Ezekben az esetekben nem beszélünk

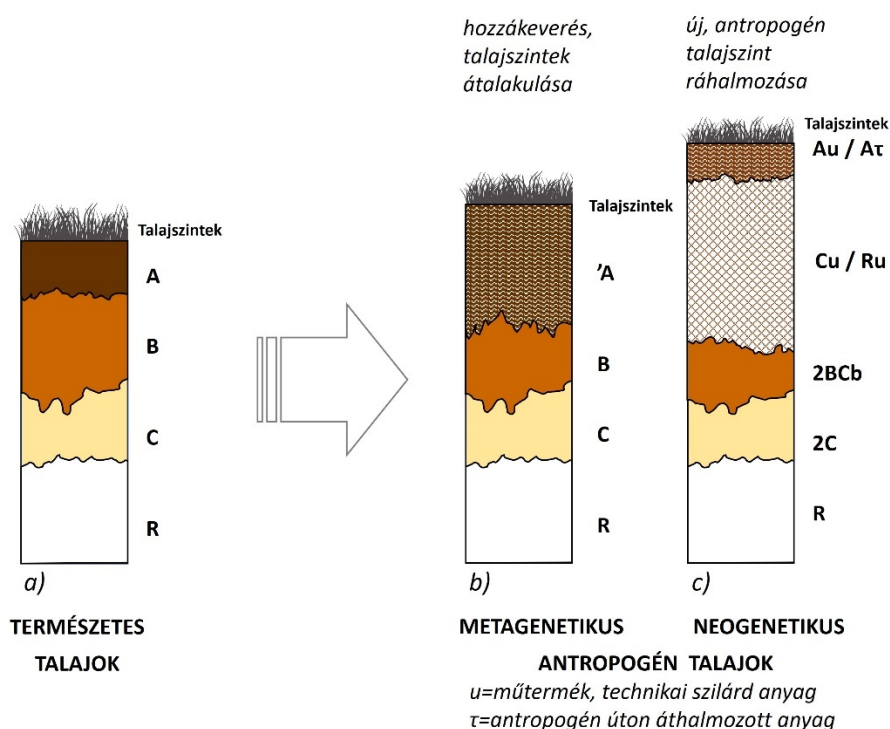
antropogén talajokról, csupán a természetes talajok antropogén módosulatairól (6. d) ábra). Ilyen talajfejlődés során is bekövetkezhet azonban olyan nagymértékű átalakulás a feltalajban, hogy a létrejött új talajszintet kifejezetten antropogén eredetűnek, a talajt pedig metagenetikus eredetű antropogén talajnak tekintjük (7. b) ábra). Ebbe a csoportba sorolhatók a legkorábban (1903-ban) antropogén talajként leírt (De Gisi et al. 2014), és antropogén talajokként osztályozott (Sombroek 1966) *terra preták* (*Pretic Anthrosol*), illetve az atlantikus európai területekről szintén korán leírt *Plaggenesch* (*Plaggic Anthrosol*) (Conry 1972, 1974) és az intenzív kertművelés hatására kialakuló *hortisol* (*Hortic Anthrosol*) (Sponagel et al. 2005) talajok.



6. ábra. A természetes talajokból (a) antropizáció eredményeként létrejövő talajmódosulatok, amelyek eredetük szerint lehetnek metagenetikusak (b és c) vagy neogenetikusak (d), de nem minősülnek antropogén talajoknak

Neogenetikus talajok esetében (7. b) ábra) az eredeti talaj fölé antropogén eredetű üledék (antropogén úton áthalmazott anyag, műtermék vagy technikai szilárd anyag: Cu) rétegződik, és a talajképződés ennek a felszínén folytatódik (Au). Az eredeti talaj, ha fennmarad, eltemetetté válik, és egészen eltér az antropogén szubsztrát felszínén esetlegesen létrejött talajszintektől. Az antropogén szubsztrát állhat *műtermékből* (bányászat által felszínre hozott anyag, építési, ipari vagy bányászati törmelék, háztartási hulladék), de lehet természetes eredetű, *antropogén úton áthalmazott anyag* is. A *műtermékből* álló vagy *műterméket* tartalmazó antropogén talajszintek u indexálást kapnak (Cu, Au), míg az *áthalmazott anyagból* álló szintek jele: τ (Aτ, Hτ, Cτ) (IUSS WG WRB 2022). A műtermék egy sajátos esete a *technikai szilárd anyag* (Ru), amikor az megfelelően folytonos, illetve konszolidált anyagból áll (pl. aszfalt, beton). A *neogenetikus* antropogén talajok esetében az eredeti talaj esetlegesen megőrzött (eltemetett) diagnosztikus vagy genetikai szintjeinek maradványai a fölöttük

felhalmozott antropogén üledéktől litológiailag különböznek (*kőzetfolytonossági hiány*), ezért az eltemetett szintet jelölő nagybetűt megelőző számozással (2BCb) különítjük el (7. c) ábra). Mivel napjainkban a legtöbb beruházást megelőzően a humuszos A szint előzetes letermelése már előírászerűen megtörténik, ezért posztindusztriális antropogén talajokban eltemetett humuszos szinttel (Ahb) csak ritkán találkozunk.



7. ábra. A természetes talajokból (a) antropizáció eredményeként létrejövő metagenetikus (b) és neogenetikus (c) antropogén talajok Howard (2017) alapján, módosítva

A neogenetikus antropogén talajokat eredményező talajfejlődést *entisolizáció*nak is nevezhetjük (Capra et al. 2013), amelynek során egy jól fejlett talaj (pl. Alfisol) fölre rétegzett áthalmazott anyag felszínén kezdetleges, a talajfejlődés korai stádiumába visszavetett antropogén Entisol jön létre (Capra et al. 2013), jól szemléltetve a regresszív pedogenezis folyamatát (Schaeztl és Thompson 2015).

Az antropogén talajok korai elnevezésében, a különböző osztályozási rendszerekben felbukkanó elnevezések, taxonok sokaságában a talajok antropogén átalakulási folyamatainak sokfélesége tükröződik. Az elnevezés gyakran nagyon speciális képződési körülményekhez kötött (pl. temetők – *Nekrosol* (Sobocká 2004), épületek, romfalak felszínén kialakult talajok – *Edifisol* (Charzyński és Hulisz 2013, Charzyński et al. 2014), amely egyúttal meg is nehezíti az antropogén talajok rendszerezését. A csatamezők bolygatott felszínén (Certini et al. 2013), malomtavakban felhalmozott antropogén üledéken (Mendyk et al. 2016), kohászati üzemek törmelékén (Fedorischak 1978) létrejött antropogén talajok leírása, képződési és diagnosztikai sajátosságai rendszerezése azonban hozzájárult az összegző, áttekintő (Galbraith és Ditzler 2007, Gerasimova et al. 2003) és osztályozást célzó (Rossiter 2007) munkák letisztulásához.

A talajokban felismerhető antropogén hatások értékelése referencia hiányában gyakran nem, vagy csak feltételesen kvantifikálható, ráadásul rendkívül sokféle, eltérő jellegű hatásban nyilvánulhat meg, ezáltal a hatás erőssége nehezen vethető össze objektív módon a különböző

taxonokba tartozó talajokban. Az értékelést tovább nehezíti, hogy számos talajosztályozási rendszer nem, vagy nem elég hangsúlyosan foglalkozik a talajok antropogén jellemzőivel, és ez nemcsak az osztályozásban, hanem néha már a terepi adatgyűjtésben, a szintek elkülönítésénél, leírásánál, illetve a mintavételi helyszínek kijelölésénél is érvényesül. A hagyományos talajtérképezés irányelvei között szerepel, hogy az emberi tevékenységgel érintett helyszíneket a szelvények, mintavételi helyek kijelölése során kerülni kell (Várallyay és Főrizs 1966; Baranyai 1989;). Éppen emiatt a talajokban megjelenő antropogén bélyegekről rendelkezésre álló információ is meglehetősen szűkös, mind azok térbeli elterjedésére, mind pedig azok jellegére vonatkozóan. A jelenleg érvényben lévő hazai osztályozásban nem is szerepelnek az antropogén talajok (Földvári 1966; Stefanovits 1992), vagy ha elkülönült egységként említésre kerülnek is, sem további csoportosításukra, sem pedig a besorolás egzakt kritériumaira vonatkozóan nincsenek pontos irányelvek. A megújuló hazai talajosztályozásban (Fuchs és Michéli, 2015; Michéli et al. 2015) publikált új, WRB-elveket követő osztályozásban az antropogén talajokra vonatkozó osztályozókulcs (Farsang et al. 2015) egyelőre még nem került be a gyakorlatba. A talajok antropogén átalakítottságát kifejező egyik index a leromlottságot, azaz degradációt kifejező degradációs érték (MTA TAKI, 2011), amely elsősorban a termőképesség megváltozásának jellemzéséhez használatos. Mivel ennek használhatósága a mezőgazdasági területeken kívül korlátozott, a talajok antropogén átalakítottságát inkább közvetett, a tájhasználatra, felszínborításra vonatkozó adatok alapján lehet értékelni (Novák et al. 2020).

3.6. Antropizációs talajtani bélyegek megjelenése a talajokban

A legkorábbi, akár több száz, vagy több ezer éve lezajlott tájváltozások tanulmányozására régészeti helyszínek talajainak tanulmányozása során nyílik lehetőség. A régészeti objektumok környezetében feltárt talajok fontos információkat hordozhatnak például a mikroszkópos méretű növényi maradványok, faszéntörmelék (Gyulai 2001, Sümegi et al. 2015), növényi sejtekben keletkezett szervesetlen zárványok (fitolitok) (Pető et al. 2012) formájában, amelyek alapján a termesztett, vagy természetes növényzet rekonstruálható. Az eltemetődés folyamán felhalmozódó talaj- és törmelékrétegek mikromorfológiai sajátosságai (Kovács 2006), pl. másodlagos karbonátok formái, szerves anyagból, agyagból képződő bevonatok, kitöltések a régészeti objektum pusztulását követően zajló talajfejlődési folyamatokra nézve szolgáltathatnak információt.

A neolitikum letelepedett életmódot folytató embere már lényegesen nagyobb hatást gyakorol a talajokra, de az térben még ekkor is csupán elenyésző területet érint, és ritkán okoz olyan változást, amely mindmáig jól megőrződött talajtani bélyegekből nyilvánul meg. A hosszú időn keresztül azonos helyen megtelepedő népesség kezdetleges lakóépületeinek maradványai helyenként folyamatosan lakódombokká, tellekké magasodnak (Ackermann et al. 2015) az évszázados, évezredes használat alatt. A réz- és bronzkortól kezdve a településnyomok mellett (Füleky 2005) gyakorivá válik a halomsíros temetkezés, amely a lakódomboknál magasabb, kisebb alapterületű temetkezési halmokat eredményez. A hazai halmokon folytatott szerteágazó tájökölógiai kutatások (Barczy et al. 2004, 2009; Barczy 2016; Klein 2012) azonban leginkább az egykori környezet, a halom által lefedett és megőrzött paleotalajok környezetrekonstrukciós vizsgálatára koncentrálnak, és kevésbé a felszínükön létrejött recens talajok jellemzőire.

Mezőgazdasági céllal végzett tereprendezések során átalakult, kultoturbált antropogén talajmódosulatokkal a római kortól kezdve találkozhatunk, amelyre példaként az Aquincum

közelében kialakított szőlőültetvények ültetőgödreinek maradványait említhetjük meg (Havas 2008, 2011).

Technogén talajokkal onnantól kezdve találkozhatunk, ahogy a fémkorszakok kezdetétől a műtermékek köre kiegészül a rézből, bronzból, majd vasból, üvegpasztából készült eszközökkel. Ezek, illetve a szilárd építőanyagok előállításához kapcsolódó korabeli ipari tevékenységek (bányászat, érckohászat, mészégetés) a talajban ipari eredetű törmeléket, salakot hagynak hátra (Honti et al. 2020), a rajtuk képződött későbbi talajok teljesen antropogén talajnak minősülnek.

A talajokban megőrzött természetes vagy antropogén bélyegekből (Kluiving et al. 2015) régészeti, környezettörténeti és tájtörténeti módszerekkel kinyerhető információk mennyiségének a kutatáshoz használt eszközeink technikai korlátai (Kovács 2006) mellett az egyes talajtani bélyegek, műtermékek fennmaradásának időtartama (Kibblewhite et al. 2015) szab határt, ami viszont talajtípustól függően szintén változatos lehet.

A talajok taxonómiai helyzetének antropogén folyamatok hatására bekövetkező megváltozására számos talajerózióval foglalkozó tanulmány szolgáltat példákat (Kerényi 1991, 1994; Jakab et al. 2015). Erózió következtében a jól fejlett, vastag humuszos rétegű barna erdőtalajokból (*Luvisol*, *Phaeozem* stb.) antropogén hatások következtében földes kopárok (*Regosol*) jöhettek létre. Ugyancsak antropogén, eróziós, de síkvidéki folyamatok eredményeként módosult a taxonómiai besorolás a réti szolonyec talajok padkás eróziója következtében (Novák és Tóth 2016), de csupán alacsonyabb szinten, azaz a referenciacsoport nem, csak a szelvényhez rendelhető minősítők ('*nudinatric*') változnak meg. Ugyancsak szikes talajokon, a talajfelszínen antropogén használat következtében felhalmozódott réteg kialakulására szolgáltatnak példát a hortobágyi jószágállások területén vizsgált réti szolonyec talajok (Novák et al. 2009), ahol a talajfelszínen, lényeges lebomlás nélkül felhalmozódó szervestrágya-réteg antropogén eredetű szerves ('*organotransportic*') talajszintet hoz létre.

Szintén taxonómiai változással járhat hazai réti talajok (*Vertisol*, *Gleysol*) vízrendezés hatására történő átalakulása, amikor másodlagosan kialakult réti szolonyec (*Solonetz*) talaj jöhet létre (Szabolcs és Rédly 1989). A két talajtípus egyikének meghatározásához sem szükségesek, és a hazai osztályozásban nem is állnak rendelkezésre antropogén bélyegeket leíró diagnosztikai elemek (pl. diagnosztikai talajszintek vagy tulajdonságok). Ám, ha a változás bizonyíthatóan emberi hatásra következett be, úgy ezek hiányában is megállapítható az antropogén átalakítottság és a talajtípus megváltozásának kapcsolata.

Antropogén felszinformákon, mélyreható bolygatást követően létrejött talajokra szolgáltatnak példát a hegyaljai teraszozott lejtőkön kialakult talajszelvények (Novák et al. 2014). A szőlőteraszok mellett kisebb területi kiterjedésben, más tájkon, gyümölcsstermesztés céljából létesített teraszok (Kiss et al. 2005) talajai is hasonló megjelenésűekké válhattak, ahol a teraszok felső szélén csonkolt, lefejezett talajszelvényeket, míg a teraszok alsó peremének közelében ráhordással felmagasított, megemelt talajszelvényeket találhatunk, amit a WRB-talajosztályozásban az *Escalic* minősítő fejez ki. A teraszozással átalakított talajok kiterjedése egyedül a tokaji Nagy-hegyen éri el a 1,2 km²-t (Novák és Incze 2014). A korábban jelentős antropogén beavatkozás eredményeként létrehozott teraszokon jelenleg Európa-szerte a művelés felhagyása, és ezt követően a talajok spontán regenerációs folyamatai jellemzőek (Arnaez et al. 2010; García-Ruiz 2010; Stanchi et al. 2012; Novák et al. 2014).

Legszélsőségesebb példája a talajszelvények antropogén átalakítottságának a városi talajok régóta tanulmányozott témaköre (Farsang et al. 2009), amelyekben az antropogén szubsztrátok, antropogén talajszintek (Sándor et al. 2013; Szolnoki et al. 2013; Horváth et al. 2015), a mesterségesen létrehozott felszíneken kialakított áthalmozott talajrétegek együtt jelennek meg

a természetes talajszintek maradványaival (Bidló et al. 2014; Vince et al. 2014). Hazai városok közül a városi talajképződmények sajátosságait legrészletesebben Szeged (Puskás és Farsang 2007, 2008a/b, 2009; Puskás et al. 2008), Debrecen (Sándor et al. 2013), Sopron (Horváth et al. 2015) esetében vizsgálták.

A felhagyott meddőhányók (Czifra és Novák 2011) szemléletesen példázzák az antropogén talajképző „közeten”, antropogén felszínforma-változást követően zajló humuszfelhalmozódási folyamatokat. A létrejött talajokat *Spolic Hyperskeletal Technosol*ként osztályozhatjuk. A Lyukó- és Pereces-patak vízgyűjtőjén a bányászati tevékenységgel érintett, azaz a lefejtett vagy meddővel borított felszíneken ezen talajok kiterjedése eléri a 20 km²-t. A bányameddő felületén, rekultivációt követően (Csicsek és Ortmanné Ajkai 2012), vagy anélkül (Sütő et al. 2014) bekövetkező talajregenerációs folyamatok minden, egykor bányászattal érintett tájon jelen vannak. Bár ezekben a talajokban igen gyors (0,1-4 t·ha⁻¹·év⁻¹) lehet a szerves vegyületek formájában történő szénmegkötés üteme (Shrestha és Lal 2006), de a jelentős térfogatarányú durva törmelék jelenléte, illetve a finomfrakció hiánya miatt a szerves anyag kapcsolata a talaj ásványi részeivel gyenge és labilis (Czifra és Novák 2011, Kumar et al. 2015).

A váltakozó antropizációs és regenerációs folyamatok következtében a humuszosodási, szerkezetképződési és egyéb folyamatok az antropogén bélyegeket elfedhetik, ugyanakkor gyakran az antropogén bélyegek alapján határozható meg a regenerálódási folyamat kezdeti állapota. Természetes állapotú talajok termőrétegének növekedési üteme 0,0001-0,6 mm/év, 0,027 mm/év középértékkel (Stockmann et al. 2014). A talajokba került anyagok tartózkodási ideje stabil állapotban terasztris kozmogén izotópok mennyiségének meghatározása alapján 47000 év (Stockmann et al. 2014). Ehhez képest a talaj felső rétegének antropogén átalakítása nagyságrendekkel gyorsabb folyamat, mind a talajréteg vastagságának változását, mind a talaj elemeinek tartózkodási idejét tekintve. Az antropogén átalakítás rendkívül gyors üteme mellett még a degradált talajok regenerációja esetén is a primer talajképződéshez képest sokkal gyorsabb folyamattal számolhatunk. A humuszos réteg vastagságának növekedését, a szervesszén-készlet regenerálódását vizsgáló tanulmányok megállapításai szerint a regeneráció első fázisában néhány évtized alatt, viszonylag gyors szervesanyag-készlet növekedés tapasztalható (Guo és Gifford 2002; Laganière et al. 2010; McLauchlan et al. 2006; Post és Kwon 2000), de a természetes talajokra jellemző szintet a talajtípus függvényében csak 150-200 év alatt éri el (Kalinina et al. 2011; 2013; 2014). Az antropogén hatásokra jellemző bélyegek azonban (bolygatott szintek, szervesanyag-felhalmozódás, műtermékek stb.) megfelelő módszerekkel még több ezer év távlatából is kimutathatók (Kibblewhite et al. 2015, Kluiving et al. 2015).

3.7. Az antropogén bélyegek értékelése a talajosztályozásokban

Az antropogén talajtani bélyegek vizsgálata, elkülönítése a természetes bélyegektől, valamint a társadalmi tevékenységek által átalakított, vagy létrehozott talajszintek elkülönítése, meghatározása, leírása csak viszonylag újonnan került bele a talajok osztályozási rendszereibe is (Fanning et al. 1978; Galbraith et al. 1999). Az első osztályozási célú értékelések az antropogén talajok sérült (Antonovic 1982), természetes talajokhoz képest degradált, bolygatott jellegét hangsúlyozták (Maechling et al. 1974). A kifejezetten városi környezetben létrejött, urbán agglomerációkhoz köthető talajok rendszerezésére Blume (1989) tett javaslatot, de a következő évtizedekben számos javaslat, vitaanyag született az antropogén talajoknak a különböző talajosztályozási rendszerekbe történő integrálásának céljával (Kosse 1980; Lebedeva et al. 1993; Sobocká et al. 2000; Sobocká et al. 2001). Időközben a városi és egyéb antropogén talajok egyre nagyobb figyelmet nyernek, részben a hasznosításukban rejlő veszélyek (Lehman és Stahr 2007; Buondonno et al. 2008), részben pedig növekvő térbeli elterjedésük következtében.

1998. augusztus 20-án, Montpellier-ben az ISSS XVI. világkongresszusán megalakult a szervezet kifejezetten antropogén talajokkal foglalkozó munkacsoportja, a SUITMA (*Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military Areas*). Ugyanez a kongresszus a talajok nemzetközi osztályozásához javasolt referencia-adatbázisként a WRB (World Reference Base) első kiadását (FAO-ISRIC-ISSS 1998) fogadja el, amelyben az antropogén talajok önálló referenciacsoportban (Anthrosols) jelennek meg. A SUITMA-munkacsoport tevékenysége és az antropogén talajok önálló referenciacsoportként történő elkülönítése nagy lendületet adott az urbán illetve antropogén talajok (Sobocká 2001, 2003) kutatásának és az osztályozásban is jelentős előrelépést váltott ki. Az antropogén talajokról felhalmozódó információ mennyisége megkövetelte a nemzeti osztályozási rendszerekben is azok megfelelő elhelyezését (Sobocká et al. 2000, 2001), ezt követően a legtöbb nemzeti osztályozás újabb kiadásában az antropogén bélyegek, illetve taxonómiai egységek a természetes talajoktól elkülönülten jelennek meg.

A WRB második kiadásában (2006) újabb antropogén referenciacsoport került bevezetésre a WRB osztályozási rendszerébe: a Technosol-ok (Rossiter és Burghardt 2003; Schad 2013, 2016), azaz WRB-osztályozásban 2006-tól (IUSS WG WRB 2006) két antropogén referencia csoport: az Anthrosol és a Technosol is jelen van (Rossiter 2007). A következő kiadások (IUSS WG WRB 2014, 2015, 2022) során az antropogén talajok osztályozása alapvetően nem változik, viszont egyre növekszik az antropogén bélyegek leírására, jellemzésére szolgáló minősítők sora, amelyek nemcsak a két antropogén referenciacsoportba tartozó talajok, hanem más referenciacsoportok esetében is alkalmazhatók. A Soil Taxonomy rendszerében az antropogén bélyegek értékelése az alsóbb hierarchiaszintekre szorítkozik. A 2022-es kiadásban legmagasabb hierarchiaszinten a *subgroup*ok esetében alkalmazhatók kifejezetten antropogén talajokat jelölő elnevezések. 2024 februárjában a SUITMA munkacsoportja önálló bizottsággá lépett elő az IUSS-en belül, amely az antropogén talajokkal foglalkozó kutatások elismertségét jelzi.

3.7.1. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a hazai talajosztályozásban

3.7.1.1. Hazai genetikai osztályozás

A jelenleg érvényben lévő hazai talajosztályozás (Földvári 1966; Stefanovits et al. 1999) alapelveiben genetikai szemléletű (Krasilnikov et al. 2009; Michéli és Krasilnikov 2009), antropogén hatásra létrejött talajszinteket, tulajdonságokat nem különböztet meg, ezért az alkalmazott talajtaxonok (*főtipusok, típusok, altípusok, változatok*) elnevezésében az

antropogén hatások nem, vagy csak ritkán jutnak kifejezésre. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a hazai talajadatbázisok semmiféle módon nem foglalkoznak a talajok antropogén átalakítottságával, csupán annyit, hogy az osztályozásban ez nem mindig tükröződik. Ha az antropogén hatásokat kívánjuk értékelni, vissza kell nyúlni a talajok leírásához használt adatbázisok adataihoz (Tóth et al. 2008), illetve összevetni azokat a táj változásaival. A talajdegradációs adatbázisban szereplő degradációs érték (MTA TAKI 2011) pedig nem mutatja meg a degradáció antropogén vagy természetes eredetét, illetve az értékelés során mellőzi a mező- és erdőgazdálkodáson kívüli területeken (települések, közlekedési, ipari, bányászati helyszínek stb.) megjelenő antropogén hatásokat.

A nevében genetikai, valójában inkább hibrid, alsóbb szinten (változat) kifejezetten diagnosztikus rendszerben (Szabolcs 1966; Jassó 1989) az antropogén hatások főtípus szintjén nem jelennek meg. Típus szinten a szikesek között a *másodlagosan* elszikesedett, láptalajok között pedig a *lecsapolt*, *telkesített* típusok képviselnek túlnyomóan, de nem kizárólagosan antropogén talajokat. Altípus-elnevezések között nem találkozunk antropogén bélyegeket kifejező elnevezésekkel, és változati szinten is csak a barna erdőtalajok és a csernozjomok főtípusában kerül értékelésre az esetleges *erodáltság* mértéke.

A hazai genetikai osztályozás taxonjainak korrelációja más, elsősorban WRB taxonómiai elemekkel a hazai talajosztályozás egyik kurrens kérdése (Michéli et al. 2006; Dobos et al. 2014). Ugyanakkor a legtöbb esetben ez a referenciacsoportok – főtípusok (típusok) szintjén is csak korlátozottan lehetséges, mert a hazai osztályozásban alkalmazott adatfelvételi struktúra eltér a WRB adatgyűjtési standardtól, és mert a változati (ill. típus- és altípus-) tulajdonságok és a WRB-minősítők határértékei nem esnek egybe (Bartha et al. 2009). A korábbi talajadatok numerikus alapú újraosztályozásán alapuló új talajtaxonok, illetve a hagyományos talajtípusok kapcsolatának vizsgálata (Fuchs et al. 2011; Pásztor et al. 2014) feltehetően lehetőséget nyújt majd a hazai talajokat ért antropogén hatások mértékének becslésére is, de pontosabb eredményre akkor számíthatunk, ha ezek értékelésének szempontjai bekerülnek az adatfelvételi protokollba.

3.7.1.2. Hazai, diagnosztikus szemléletben megújított osztályozás

A jelenleg kialakítás alatt álló új hazai osztályozás (Michéli 2011) diagnosztikai szemléletű (Michéli et al. 2014; Michéli et al. 2015; Fuchs és Michéli 2015), és számos közös eleme van a WRB-osztályozással. A rendszer a 15 talajtípus között egy antropogén meghatározottságú típust alkalmaz (Antropogén talajok). Az új rendszertan kidolgozásánál (Fuchs et al. 2007; Fuchs et al. 2010; Farsang et al. 2015; Szabari et al. 2015) javasolt ún. altípus és változati tulajdonságok listája közel sem olyan részletes, mint a WRB esetében. Antropogén talajok esetében a rendszer az altípusok szintjén 5 tulajdonságot (bolygatott, hortikus, műtermékes, szennyezett, terrikus), változati szinten pedig 7 antropogén folyamatokhoz köthető bélyeget (árasztott, digózott, eketalpas, elporosodott, rigolozott, szántott, teraszolt) különít el (Michéli et al. 2018).

3.7.2. Talajok antropogén bélyegeinek értékelése a WRB szerint

A WRB 2022-es kiadása (IUSS WG WRB 2022) 32 referenciacsoportba sorolja a világ talajait, amelyekből 2 referenciacsoport (*Anthrosol*, *Technosol*) a kifejezetten antropogén tevékenység következtében létrejött talajokat foglalja magában. Fontosabb azonban, hogy a WRB-rendszer a többi referenciacsoport esetében is lehetővé teszi az antropogén bélyegek kifejezését. A diagnosztikai bélyegek (diagnosztikai talajszieitek, diagnosztikai tulajdonságok és diagnosztikai talajanyagok) között is megkülönböztet olyanokat, amelyek kifejezetten emberi tevékenység következtében jönnek létre. Mivel a referenciacsoportokba történő

besorolás és a minősítők hozzárendelése elsősorban a diagnosztikai bélyegek megléte, hiánya, illetve szelvénybeli helyzete és vastagsága alapján történik, ezért az antropogén bélyegek kifejezésre juttatása már a tényleges osztályozási folyamat megkezdése előtt, a szelvény leírása során is érvényesül.

A WRB 2022 összesen 40 diagnosztikai talajszint, 17 diagnosztikai tulajdonság és 19 diagnosztikai anyag definícióját alkalmazza. A referenciacsoportba besorolt talajok pontosabb jellemzésére több mint 300 minősítő szolgál, amelyek túlnyomó többsége fő- illetve kiegészítő minősítőként is állhat. A kifejezetten antropogén bélyegek jellemzésére ezek közül 7 diagnosztikai talajszint, 1 diagnosztikai tulajdonság, 4 diagnosztikai talajanyag és 41 minősítő használható, amelyek tehát természetes folyamatok eredményeként elő sem fordulhatnak. A 41 minősítőből kettő ('*drainic*', '*densic*') fejez ki olyan tulajdonságot, amely ugyan döntően antropogén tevékenység eredményeként jön létre, de természetes módon is előfordulhat. A WRB 2015-ös kiadáshoz képest a 2022-es kiadásban az antropogén sajátosságokat kifejező minősítők száma jelentős mértékben gyarapodott (IUSS Working Group WRB, 2022).

A WRB-osztályozás (IUSS Working Group WRB, 2022) szerint megállapított talajtani információk részletes lehetőséget nyújtanak a talajokat, és ezáltal a tájakat ért antropogén hatások mértékének kifejezésére. Alkalmazásuk jelentős korlátja, hogy nagyon hiányos adatbázissal rendelkezünk WRB-rendszerben leírt és osztályozott talajadatok tekintetében, amely nem elegendő ahhoz, hogy az ország teljes területét, tájanként differenciált módon erre vonatkozó adatokkal jellemezzessük.

3.7.3. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a US Soil Taxonomy-ban (13th edition, 2022)

A Soil Taxonomy alapvetően hierarchikus struktúrájú, diagnosztikus elvekre épülő osztályozás, a korábbi kiadásokban antropogén talajtani bélyegek nagyon alárendelten szerepeltek, az osztályozás pedig nem alkalmazott olyan taxonokat, amelyek kifejezetten antropogén bélyegek alapján különíthetők el. A 2022-es kiadásban azonban már az egyes taxonok elkülönítésére szolgáló diagnosztikus bélyegek között számos antropogén eredetű szerepel. Két epipedon került bevezetésre, amelyek kifejezetten antropogén eredetűek: *anthropic* és *plaggen*. Az antropogén eredetű, vagy antropogén folyamatok által módosított anyagok, rétegek között 4, felszínformák és mikrobélyegek között 5 bélyeget különítenek el. Ezek alapján az osztályozásban az alábbi, antropogén sajátosságokat kifejező minősítők adhatók – általában az osztályozás alacsonyabb szintjein – a talajnevekhez: *Methanogenic*, *Asphaltic*, *Concretic*, *Gypsifactic*, *Ashifactic*, *Pyrocarbonic*, *Artifactic*, *Pauciartefactic*, *Dredgic*, *Spolic*, *Araric*. A hierarchikus felépítésű rendszer magasabb szintjei az antropogén sajátosságokat nem veszik figyelembe, az antropogén jelleget általában az osztályozás és a talajok elnevezése is a *subgroup*-ok elnevezése juttatja kifejezésre: *Anthraquic*, *Anthrodensic*, *Anthropic*, *Plaggic*, *Haploplaggic*, *Anthroptic*, *Anthraltic*.

3.7.4. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a németországi talajosztályozásban (KA5)

A talajosztályozás németországi rendszerének érvényben lévő irányelveit a *Bodenkundliche Kartieranleitung* 5. 2005-ös kiadása tartalmazza (Sponagel et al. 2005). Az új kiadás 2024-ben fog megjelenni. Ez az osztályozás alapvetően hierarchikus rendszerű, amelyben a legmagasabb hierarchiaszint 4 részleget (*Abteilung*) tartalmaz, itt még nem különítenek el kifejezetten antropogén talajokat. Az első *Abteilung*-on belül, a teresztrikus talajok között azonban osztályszinten külön osztályt (*Klasse*) képviselnek a teresztrikus antropogén talajok (*Klasse Y*), amelyeken belül 5 antropogén talajtípust (*Typ*) különítenek el: *Kolluvisol*, *Plaggenesch*, *Hortisol*, *Rigosol*, *Treposol*. Közülük a *Plaggenesch* és a *Hortisol* jól

párhuzamba állítható a WRB egyes egységeivel (Plaggic és Hortic Anthrosol) míg a másik három típus számos referenciacsoportban kisorolhat, inkább csak a minősítők tekintetében lesznek egységesek (Colluvic – 2014, Solimovic 2022, Terric, Transportic, Novic). A *Kolluvisolok*, *Plaggenschek* és *Treposolok* között altípusokat (*Subtyp*) is elkülönítenek, általában a kiindulási, természetes talajtípus szerint (pl. *Podsol-Kolluvisol*, *Gley-Kolluvisol*, *Gley-Treposol*, *Fahlerde-Treposol*). Szintén a teresztrikus talajok közé sorolódnak a *Reduktosolok* (*Klasse X*), amelyek természetes vagy antropogén okok miatt redukтивak. Ez az osztály tartalmaz antropogén talajokat, de nem kizárólag azok tartoznak ide.

Az erősen hierarchikus rendszer alacsonyabb szintjein elkülöníthető változatok (*Varianten*), illetve alváltozatok (*Subvarianten*) között kifejezetten antropogén jelleget kifejező változati elnevezés a *kultotroph* (mesterséges tápanyagpótlással javított) és részben antropogén beavatkozás eredménye lehet az *entwässerter* (lecsapolt) változati elnevezés.

Mivel az osztályozás alapvetően talajértékelési és térképezési szempontrendszer szerint készült, ezért nem szerepelnek benne a kifejezetten ipari, urbán és közlekedési területekre jellemző, a WRB-ben Technosol referenciacsoportba sorolt talajok.

A németországi talajosztályozási rendszer alapvetően diagnosztikus rendszer, és az antropogén talajok közül ennek megfelelően az azonos módon diagnosztizálhatók vannak egy csoportban, de ez azt is jelenti, hogy egy taxonba kerülnek természetes eredetű talajokkal. A nem hasznosított talajokat egyáltalán nem tárgyalja a rendszer.

3.7.5. Antropogén talajtani bélyegek értékelése az osztrák talajosztályozásban (SGBÖ, 2011)

A Systematische Gliederung der Böden Österreichs (Nestroy et al. 2011) alapvetően genetikai szemléletű, hierarchikus szerkezetű talajosztályozási rendszer. A legmagasabb szinten elkülönített két talajrend (*Ordnung*) közül az antropogén bélyegeket hordozó talajok többsége a teresztrikus talajok rendjébe tartozik. Az ezen belül elkülönített 7 osztályból (*Klasse*) az áthalmozott talajok (*Umgelagerte Böden*) osztályán belül kialakított 7 talajtípusból (*Bodentyp*) 5 teljes egészében antropogén talajokat tartalmaz. Ezek a típusok a *Kultur-Rohboden*, *Gartenboden*, *Rigolboden*, *Schüttungsboden*, *Deponieboden*. Egy további típus, a *Kolluvisol*, döntően szintén antropogén hatásra keletkezik. A karbonáttartalom, illetve egyéb kémiai jellemzők alapján altípusok (*Subtyp*) és változatok (*Varietät*) is elkülöníthetők. A talajszintek között az osztályozás Y jelöléssel mesterségesen áthalmozott természetes anyagokból vagy technogén anyagokból álló antropogén szintet különböztet meg. Az egyéb talajszintek indexálása során alkalmazható y és *tec* jelölés szintén technogén, illetve áthalmozott eredetű anyagok jelenlétének kifejezésére alkalmas.

3.7.6. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a lengyel talajosztályozásban (SgP, 2019)

A lengyelországi nemzeti talajosztályozás legújabb kiadása 2019-es (Kabala et al. 2019), amelyben a korábbi osztályozási rendszerhez képest jelentős változásokat vezettek be, elsősorban a nemzetközi, WRB-osztályozással való harmonizáció és a korreláció megkönnyítése érdekében. Az osztályozási rendszer itt is hierarchikus, legmagasabb szinten 9 rendet (*Rzqd*) tartalmaz, amelyekből a 9. az antropogén talajokat (*Gleby antropogeniczne*) foglalja össze.

Az antropogén talajok rendjén belül 2 típust (*Typ*) különböztetnek meg, amelyek közül a *gleby kulturozemne* elsősorban a mezőgazdasági talajokat, a *gleby technogeniczne* pedig az ipari, városi eredetű antropogén talajokat foglalja magában. Az előbbi típuson belül 4 altípust (*Podtyp*) különítenek el (*Hortisole*, *Antrossole*, *Rigosole* és erősen glejes antropogén talajokat),

az utóbbi típusba 10 altípus (*Ekranosole*, *Urbisole*, *Industralisole*, *Edifisole*, *Konstruktole*, *Aggerosole*, *Turbisole*, *humuszos technogén talajok*, *erősen glejes technogén talajok*, *pangóvízes technogén talajok*) tartozik, amelyek besorolása elsősorban az antropogén diagnosztikai talajanyagok (műtermékek, föltöltő anyagok) mennyisége és minősége alapján történik.

Alapvetően genetikai rendszer, de az antropogén talajok taxonjai poligenetikusak, illetve nem minden esetben az antropogén folyamat a domináns a kialakulásukban, csupán jól diagnosztizálható bélyeget eredményez.

3.7.7. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a román talajosztályozásban (SRTS, 2012)

A Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (Florea és Munteanu 2012) hierarchikus rendszer, a korábbi nemzeti osztályozás WRB-harmonizációja és korrelálhatósága szerinti átdolgozása. A legmagasabb osztályozási szinten (*Clasa de sol*) 12 osztályt különböztet meg, ezek között utolsó helyen áll az antropogén talajok osztálya (*Anthrissolurile*). Ezen belül két talajtípusba (*Tipuri genetice de sol*) sorolódnak: *Anthrissoluri* és *Tehnosoluri*. A hierarchia következő fokán elkülönülő altípusok (*Subtipuri de sol*) osztályozása minősítők hozzáadásával, a WRB analógiájára történik. Az *Anthrissoluri* belül 5 (*hortic*, *antracvic*, *aric*, *erodic*, *decopertic*), a *Tehnosoluri* belül 10 (*rudic*, *spolic*, *garbic*, *urbic*, *mixic*, *copertic*, *reductic*, *antroplicic*, *litic*, *ecranic*) altípust különítenek el. Az osztályozás alacsonyabb szintjén változatokat fajokat és családokat különböztetnek meg. Az osztályozás számos antropogén talajanyagot használ diagnosztikai bélyegként.

A rendszer jellegzetesen hibrid: a legmagasabb szinten diagnosztikai elemek a meghatározóak a taxonok elkülönítésében, de alsóbb szinten, a talajtípusok elkülönítésénél genetikai, talajképződési folyamatok az irányadók. Figyelemreméltó vonása a rendszernek, hogy nem csupán az emberi tevékenység által létrehozott talajanyagokkal rendelkező talajokat értékeli antropogén talajként, hanem azokat is, amelyek éppen antropogén hatásra veszítették el termőrétegük bizonyos részét (*erodic*, *decopertic*).

3.7.8. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a francia talajosztályozásban (Référéntiel pédologique, 2008)

A diagnosztikus alapú francia osztályozási rendszer (Baize és Girard 2008) nem hierarchikus felépítésű. A talajokat referenciákhoz sorolja, ezeket pedig nagy referenciaegységekbe rendezi. Az egyes talajtulajdonságok alapján a talaj neve végén minősítőket alkalmaz. A 34 nagy referenciaegységen (*grands ensembles de références*) belül külön egységet képeznek az antropogén (*Anthroposols*) talajok, amelyen belül 5 referenciaelnevezés szerepel: *Anthroposols transformés*, *Anthroposols artificiels*, *Anthroposols reconstitués*, *Anthroposols construits*, *Anthroposols archéologiques*. A WRB-hez hasonló vonás, hogy az antropogén bélyegek kifejezésére alkalmazott minősítők más referenciaegységeken belül is alkalmazhatók, és nagy számban állnak rendelkezésre.

3.7.9. Antropogén talajtani bélyegek értékelése a szlovák talajosztályozásban (Morfologetický klasifikačný systém pôd Slovenska, 2014)

Az alapvetően hierarchikus, de egyes talajjellemzők tekintetében mellérendelő elemeket is alkalmazó, diagnosztikus szemléletű rendszer (Societas Pedologica Slovaca 2014) öt hierarchikus szinten különíti el a talajcsoportokat (*Skupina pôd*), talajtípusokat (*Pôdny typ*), altípusokat (*Pôdny subtyp*), változatokat (*Varieta*) és formákat (*Forma*). Ezen túlmenően számos talajtulajdonság (pl. textúra, talajképző üledék, vázrész tartalom) mellérendelő módon

jelölhető bármely taxonómiai egység neve mellett. Az antropogén sajátosságok kifejezésére (a WRB mellett) talán ez a rendszer rendelkezik a legrészletesebb eszköztárral.

Az antropogén diagnosztikai talajszinteket a rendszer a szerves talajszintek között (On) is elkülönít. Az ásványi talajszintek között pedig külön tárgyalja a megművelt talajszinteket (Ak), az antropogén feltalajszinteket (Ad) és az antropogén altalajszinteket (Hd). Megművelt diagnosztikai talajszintek (Ak) között három talajszint változatot megjelölésére van lehetőség szántott (Akp), meliorált (Akj) és kerti feltalajszintek (Ako) formájában. Kifejezetten antropogén eredetű feltalajszintek (Ad) között iniciális (Adi: 1-10 cm vastag) és rekultivált (Adr: 10 cm-nél vastagabb) feltalaj változatokat különböztetnek meg, amelyekben belül további alváltozatok megadása is lehetséges. Antropogén altalajszintek között (Hd) természetes talajképző üledékből származó (Hdy), természetes és mesterséges eredetű üledékből származó (Hdw) és mesterséges eredetű anyagból származó talajszint változatok (Hdx) jelölhetők meg.

A rendszerben szereplő 24 talajtípusból négy teljesen antropogén eredetű: *Kultizem*, *Hortizem*, *Antrozem*, *Technozem*. Az első kettőt in situ átalakított antropogén talajnak tekintik, a második két típus pedig ex situ antropogén üledékeken alakul ki. Ezen túl szinte minden talajtípus esetében lehetőség van az altípus, vagy a forma szintjén a talajokat ért antropogén hatások jellegének megjelenítésére: antropogén (aa), technogén (ax), kerti (az), teraszozott (at), rigolozott (ar), álteraszos (ao), lecsapolt (av), tömörödött (ah), urbanogén (au), hulladék eredetű (ap), meddő (ad), ekranic (leburkolt) (ae), szerves antropogén üledék eredetű (ha). Az antropogén eredetű szubsztrátok és kombinációik osztályozására további részletes kulcs áll rendelkezésre.

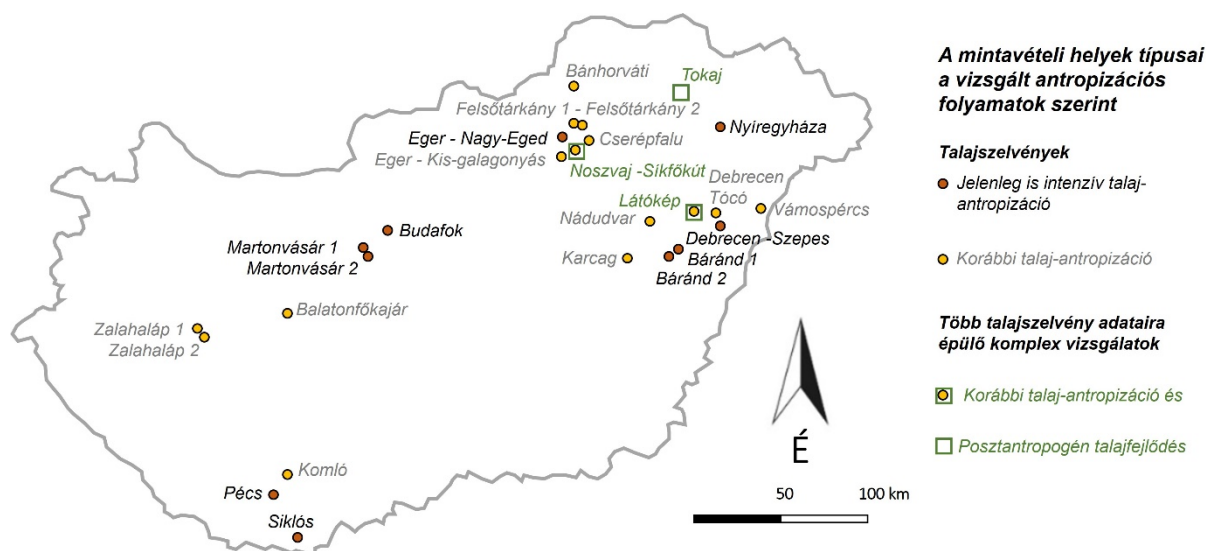
4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Talajantropizációs bélyegek értékelése talajszelvényekben

4.1.1. A vizsgált helyszínek jellemzése és a talajszelvények kiválasztása

Annak vizsgálatára, hogy hogyan kapcsolódnak egyes felszínborítási osztályok sajátosságai és a talajokban azonosítható antropizációs bélyegek, olyan helyszíneket és talajszelvényeket vontam be a vizsgálatokba, amelyeknél a felszínborítás jellege alapján nem feltétlenül nyilvánvaló, hogy a talajok fejlődésében az antropogén folyamatok meghatározó szerephez jutottak, ugyanakkor a szelvényben ennek jól látható jelei voltak.

A vizsgálatba bevont helyszínek elhelyezkedését a [8. ábra](#) mutatja be, felszínborítás szerinti megoszlását pedig a [2. táblázat](#) foglalja össze. A szelvények elhelyezkedése térben nem egyenletes, és nem tájtypusokhoz igazodik, viszont reprezentálja az összes, változásokkal érintett felszínborítási osztályt.



8. ábra. A vizsgált antropogén talajszelvények és szelvénytörzsek elhelyezkedése

A szelvények nagyobb részében (14 talajszelvény, [2. táblázat](#)) a vizsgálat célja az volt, hogy a jelenlegi hasznosítás és felszínborítás által kiváltott, tipikus, a felszínborítási osztályra jellemző antropogén talajtani bélyegeket azonosítsam. Ezzel a céllal választottam ki a látóképi szelvényt (1.2.2. *Út- és vasúthálózatok és csatlakozó területek*), amely közvetlenül a 33-as főúthoz csatlakozó gyeves sávban található, amelyet a felszínen az útburkolati elemek még nem befolyásolnak. Szintén a jellemző hasznosítás által létrehozott antropogén bélyegek feltárása és azonosítása volt a célja a mezőgazdasági hasznosítású (2.1.1. *Nem öntözött szántóföldek*, 2.2.1 *Szőlők*, 2.4.2. *Komplex művelési szerkezet*) területeken kiválasztott talajszelvények (Bánd 1-2, Balatonfőkajár, Budafok, Debrecen-Szepes, Debrecen-Tócs, Eger, Nagy-Eged, Martonvásár 1-2, Nyíregyháza, Siklós, Pécs, Vámpércs) vizsgálatának.

A kevésbé intenzív hasznosítású területek (3.1.1. *Lomblevelű erdők*, 3.2.1. *Természetközeli gyepek*, 3.2.4. *Átmeneti erdős-cserjés területek*) esetében a talajszelvények és helyszínek (Bándhorváti, Cserépfalu, Eger-Galagonyás, Felsőtárkány 1-2, Karcag, Komló, Nádudvar, Noszvaj, Zalahaláp 1-2) kiválasztása azzal a céllal történt, hogy olyan területeken mutassak rá a talajokban fellelhető antropogén bélyegek jelenlétére, ahol a jelenlegi tájhasználat,

felszínborítás alapján erre kevésbé számíthatunk. Ezeken a helyeken archív tájtörténeti adatok, illetve saját terepi tapasztalataink alapján korábban a maitól eltérő felszínborítás mellett a jelenleginél intenzívebb antropizáció volt jellemző. A vizsgált talajszelvények ezen kisebb csoportja (11 talajszelvény, [2. táblázat](#)) arra is lehetőséget nyújtott, hogy a megváltozott tájhasználat és felszínborítás óta eltelt idő alatt végbement talajregenerációs folyamatokat értékeljük. A tájváltozás révén a talajszelvényeknek ebben a csoportjában a jelenlegi felszínborítás nem utal közvetlenül az antropizációs bélyegek jelenlétére, így azok előfordulása egyben a korábbi tájhasználatok talajban megőrzött bizonyítékának is tekinthető.

2. táblázat. A vizsgált talajszelvények megoszlása felszínborítási osztályok és a vizsgálatuk célja szerint

Jelenlegi felszínborítás	Antropizációt meghatározó (korábbi) felszínborítás	Szelvény helye, neve	Vizsgálat célja
1.2.2. Út- és vasúthálózatok és csatlakozó területek	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	Látókép, 33-as főút	Jelenlegi felszínborítás antropizációs folyamatainak jellemzése
2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	Martonvásár 1	
		Martonvásár 2	
		Nyíregyháza, Westsik	
	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	Balatonfőkajár	
		Debrecen, Szepes	
2.2.1 Szőlők	2.2.1 Szőlők	Pécs, Szent-Miklós-telep	
		Siklós, Göntér	
		Budafok, tangazdaság	
		Eger, Nagy-Eged	
2.4.2. Komplex művelési szerkezet	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	Báránd 1	
		Báránd 2	
		Debrecen, Tócsó-völgy	
		Vámospércs	
3.1.1. Lomblevelű erdők	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek	Cserépfalu, Hór-völgy	Korábbi tájállapot antropizációs folyamatainak kimutatása
		Felsőtárkány 1	
		Felsőtárkány 2	
3.3.3. Ritkás növényzet	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	Noszvaj, Síkfőút	
		Nádudvar, Szelencs	
3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek	Karcag, téglagyár	
		Zalahaláp, bányaudvar	
		Bánhorváti	
	1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)	Komló, Zobák-bánya	
		Zalahaláp, meddőhányó	
		Eger, Kis-galagonyás	
	2.2.1 Szőlők		

Szándékosan nem szerepeltek a felvételek között az aktuális felszínborításuk alapján kifejezetten beépített, városi, bányászati, illetve ipari területek, amelyek jelenleg is intenzív ipari, városi, közlekedési vagy katonai használat alatt állnak, azaz az antropogén hatás pusztán a felszínborítás alapján is nyilvánvaló, és a talajok vizsgálata nélkül is megállapítható.

4.1.2. Antropogén bélyegek terepi azonosítása vizsgált talajszelvényekben

A talajtani térképezési és egyéb terepi munkák alkalmával feltárt, antropogén bélyegeket magukon viselő talajszelvényeket a részletes értékelés és az antropogén hatások vizsgálata céljából részletes terepi leírással vettem fel és jellemeztem a WRB terepi módszertani követelményei szerint (FAO 2006).

A talajszelvényeket 100 centiméter mélységig értékeltem, kivéve, ha ennél sekélyebben feltárult a változatlan talajképző üledék, vagy ha azt valamely limitáló tényező (összefüggő kőzet, technikai szilárd anyag) megakadályozta. A terepen leírt jellemzők az alábbiak voltak: talajszintek mélysége, határaik alakja, az átmenet jellege, fizikai féleség, vázrészek (beleértve az antropogén eredetű durva vázrészeket és műterméket is) hozzávetőleges térfogataránya, a földes rész szerkezete, száraz, nedves szín, gyökérzet sűrűsége, fejlettsége. A WRB 2022 ([IUSS WG WRB 2022](#)) alapján azonosítottam terepi viszonyok között meghatározható diagnosztikai elemeket (diagnosztikus szintek, diagnosztikus talajanyagok, diagnosztikus tulajdonságok). A laboratóriumi vizsgálatok céljára szintenként talajmintákat gyűjtöttem.

4.1.3. Alkalmazott laboratóriumi talajvizsgálati módszerek

A begyűjtött talajmintákat a DE Földtudományi Intézet laboratóriumába szállítást követően 2-3 napon át 60°C-on kiszárítottuk. A szerves maradványok, gyökerek eltávolítását követően a földes rész és a durva vázrészek elkülönítését száraz szitálással, 2 mm-es szitával végeztük. A 2 mm-nél nagyobb átmérőjű vázrészeket elkülönítve lemértük, a tömeg %-os arányuk kifejezése céljából. A műterméknek, antropogén úton áthalmozott anyagnak minősülő vázrészek arányát a terepen végzett becslés pontosítása céljából a többi vázrésztől elkülönítve térfogat %-os becsléssel határoztuk meg. A műtermékeket eredet szerinti osztályozás (kézműipari, gyáripari, bányászati, települési) és további vizsgálatok céljából elkülönített mintaként tároltuk. A földes részt a makroszkópos növényi maradványok eltávolítását követően dörzsmozsárban porítottam és homogenizáltam, majd a további vizsgálatokig légszáraz állapotban tároltuk.

A földes részből minden minta esetén meghatározásra került a pH(H₂O), pH(KCl), EC_{1:2,5}, az Arany-féle kötöttség, a CaCO₃-tartalom és a humusztartalom (szervesszén-tartalom). A pH meghatározása 1:2,5 arányú szuszpenziókban, egy napos állást követően standard üvegelektóddal történt. A vezetőképesség meghatározása szintén 1:2,5 talaj-deszt. víz szuszpenzióban történt. A CaCO₃-tartalmat volumetrikusan, Scheibler kalciméterrel határoztuk meg ([Chaney et al. 1982](#)). Az Arany-féle kötöttséget (K_A) 100 g talaj fonalpróba eléréséig történő telítéséhez elhasznált desztillált víz mennyiségében adtuk meg. A szervesszén-tartalom mennyiséget K₂Cr₂O₇-os oldattal történt nedves oxidációt követő titrálás alapján számítottuk ki ([Ponomareva és Plotnikova 1980](#)). A nedves oxidációs módszerrel kapott széntartalmat szükség esetén a *van Bemmelen*-formulával ($\approx 1,724$) számítottuk át humusztartalomra.

A talajok osztályozásához szükséges további vizsgálatok az osztályba soroláshoz szükséges információszükséglet szerint kerültek kiválasztásra.

A szemcseösszetétel részletes meghatározása nedves szitálással (2-0,2 mm frakciók) és iszapolással (<0,2 mm frakciók) történt ([Pansu és Gatheyrout 2006](#)). A részletes szemcseösszetételi adatokat többnyire a textúra meghatározásához szükséges három fő frakcióra összegezve (homok=2-0,06 mm; közetliszt=0,06-0,002 mm; agyag<0,002 mm) adtuk meg. A textúraosztályt a FAO talajleírási irányelvei alapján számítottuk az előbbi három frakció alapján ([FAO 2006](#)).

A kálium és a foszfor meghatározása a magyar szabvány szerint készített (MSZ 20135) ammónium-laktátos (AL) (dm³-enként 0,1 mol ammónium-laktátot és 0,4 mol ecetsavat tartalmazó oldat, 3,70 pH-ra beállítva) talajkivonatból történt. Az előkészített talajmintákból 5 g-ot 100 cm³ ammónium-laktát-oldattal két órán át rázattunk, majd a kétórás rázatást követően leszűrt szuszpenzióból történt a meghatározás spektrofotométerrel (ortofoszfát) illetve lángfotométerrel (K).

A nitrit-nitrát-nitrogén meghatározását KCl-os talajkivonatból (MSZ 20135) spektrofotometriás módszerrel végeztük. A kivonathoz 40 g talajt 100 cm³ 1 molos KCl oldattal egy óras rázatással előállított szuszpenzióból készült szűrletet használtunk.

A kicserélhető kationok meghatározására létező módszerek közül a módosított Mehlich-módszert alkalmaztuk (Darab és Ferencz, 1969)(MSZ-08 0214:1978). A módszer lényege, hogy a talajmintákat Schachtschabel-csőbe, kvarchomok közé rétegezve meghatározott idő alatt 8,6 pH-jú túltelített BaCl₂ oldattal áramoltatjuk át. Az átáramoltatás során a kicserélőoldat Ba²⁺-ionjai a talajminta Na⁺-, K⁺-, Ca²⁺- és Mg²⁺-ionjait a kicserélőoldatba szorítják, miközben a Ba²⁺-ionok a talajkolloidokon adszorbeálódnak. A 8,6-re beállított pH-érték kiküszöböli a talajban finoman diszpergált CaCO₃ oldódását, így ezúton nem növekszik a mért kicserélhető Ca²⁺-tartalom a talajban nem kicserélhető, hanem CaCO₃-ban kötött formában lévő Ca²⁺ mennyiségével. A kicserélőoldat iontartalmának meghatározását Perkin–Elmer-típusú atomabszorpciós spektrofotométerrel végeztük. A Na⁺ meghatározást $\lambda=589,0$ nm, a K⁺ mérését $\lambda=769,9$ nm, a Ca²⁺ mérését $\lambda=422,7$ nm, a Mg²⁺ $\lambda=285,2$ nm hullámhosszon végeztük.

4.2. Regenerálódó talajok változásainak vizsgálata

4.2.1. Mintavételi helyek

Három helyszínen (Látókép, Síkfőkút, Tokaj) lehetőségünk nyílt arra, hogy azonos talajképző közetten, azonos domborzati viszonyok mellett kialakult talajok megművelt és felhagyott, illetve megművelt és különböző, ismert időpontokban felhagyott talajszelvényein vizsgáljuk meg a talajok regenerálódási folyamatait. A vizsgálatokkal elsősorban a talajok szervesszén-tartalmának változását kívántuk kimutatni a művelés felhagyását követő időszak során. A talajok jelenlegi állapotában mérhető széntartalmát egy leromlott kiindulási állapotban jellemző széntartalom és a regenerálódáshoz rendelkezésre álló idő alatt megkötött széntartalom összegének tekintettük.

4.2.1.1. Látókép

Látóképi alföldi mészlepedékes csernozjom területen, szántóföldi környezetben három szántóföldi, rendszeresen öntözött, három szántóföldi, nem öntözött, továbbá három posztagrikulturális talajszelvényt (felhagyott tanyahely, mezőgazdasági telephely kertjének nem művelt része és közlekedési területhez csatlakozó, út melletti gyepe) mintáztunk meg (Novák et al. 2020). Látóképen az újonnan kialakított birtokközpont, felhagyott tanyahely és út menti zöldterület létesítése miatt indulhatott regenerálódási folyamat a korábban forgatásos szántóföldi műveléssel hasznosított talajokon, mindhárom esetben mintegy 40 évvel ezelőtt.

4.2.1.2. Tokaj

A tokaji Nagy-Kopasz felhagyott szőlőterületein egy É-D-irányú, déli kitettségű lejtőn elhelyezkedő (S1-S6 talajszelvények) és egy ÉK-DNy-i irányú, délnyugati kitettségű lejtőn elhelyezkedő (SW1-SW6 talajszelvények) szelvényláncot jelöltünk ki, hat-hat, azaz összesen 12 talajszelvényt, amelyek a felhagyás időpontja szerint különböztek (193 és 14 év között, a két szelvény sorban páronként megegyező felhagyási időpontokkal) (Novák et al. 2014). A korábbi szőlőművelés miatt lecsökkent szervesszén-tartalom a felhagyást követő spontán szukcesszió során indult növekedésnek. Az eltérő időpontokban felhagyott talajok az eltérő időtartamú regeneráció alatt bekövetkezett szénkészlet-növekedés kiszámítására nyújtottak lehetőséget. Referenciaként ebben az esetben is azonos meredekségű lejtőn és azonos talajképző üledéken (lössön) kialakult talajon jelenleg is megművelt szőlőterület szolgált (SSW0).

4.2.1.3. Síkfőkút

Síkfőkúton jelenleg erdő által visszahódított felszínborítás alatt egykori erdőirtás, kezdetleges település- és gazdálkodásnyomok utalnak az egykor erős eróziót követő talaj-regenerációra. A regeneráció jellemzésére hat talajszelvényben volt lehetőségünk. Három talajszelvény a középső lejtőszakaszon, részben láthatóan erózió által csonkolt jellegű, részben nyilvánvaló emberi hatásokkal, talajbolygatás nyomaival és magas szénkoncentrációval (részben műtermékek formájában) rendelkezik. Másik három talajszelvény pedig lejtőalji helyzetben, egy esetben mintegy 95-120 cm mélységben azonosítható eltemetett feltalajszinttel, felette több rétegben lerakódott, mélyrétegű kolluviális üledékkel jellemezhető talajszelvény (Novák et al. 2018). Minden talajszelvényből genetikai szintenként vett mintákból végeztük el az alapvizsgálatokat, illetve a szervesszén-készlet meghatározása céljából bolygatatlan mintákból a térfogattömeget is meghatároztuk. További egy talajszelvényt mintáztunk meg a mintaterület közelében található, jelenleg is megművelt szőlőterületen, amely a lejtőközépi helyzetben lévő talajszelvényeinkkel azonos meredekségű, kitettségi és alapkőzetű lejtőszakaszon helyezkedett el. A szervesszéntartalom-változás modelljében ennek a talajszelvénynek az adatait tekintettük a regenerálódást megelőző, kiindulási időpontra jellemző állapotnak.

Típusonként egy-egy talajszelvényből (S8/B és S9/B) teljes talajmintákból, valamint további talajszelvényekből (S7, S8) gyűjtött faszéndarabokból és műtárgyakból radiokarbon kormeghatározás is történt, az abból nyert koradatokat vontuk be a regenerálódási folyamat során történt szénmegkötés folyamatának értékelésébe.

4.2.2. A talajregeneráció időtartamának meghatározása

A regenerálódáshoz rendelkezésre álló időtartam meghatározása a tokaji talajszelvények esetében a szőlőművelés felhagyása óta eltelt időt jelentette (mindkét szelvényt sorban rendre 193, 142, 101, 63, 39 és 14 év), amelyet térképi adatok alapján azonosítottunk (Novák et al. 2014). A látóképi területen ezek szintén ismert időpontban történt művelésiág-, illetve tájhasználat-váltást jelentettek 40 évvel ezelőtt (Novák et al. 2020).

4.2.2.1. Radiokarbon kormeghatározással nyert adatok

A síkfőkúti szelvények esetében a talajok antropizációját előidéző, eróziós esemény időpontjának megállapításához történeti adatok hiányában ^{14}C AMS kormeghatározási módszerekkel nyertünk adatokat. A kormeghatározást a HEKAL AMS laboratóriuma végezte el.

A ^{14}C AMS elemzéshez a szén-, tégl- és teljes talajmintákból származó korolható anyagokat előkezelik a HEKAL AMS laboratóriumában (Molnár et al. 2013a). A talajmintákban és téglákban lévő szervesetlen karbonátokat 1 N sósavval távolítják el 75 °C-on, legalább 2 órán keresztül tartó kezeléssel. A széndarabokat optikai mikroszkóp alatt vizuálisan elválasztják, és a standard sav-bázis-sav (ABA) módszerrel kezelik, azaz 1 N HCl, desztillált víz, 1 M NaOH, desztillált víz, majd 1 N HCl HCl szekvenciájában 75 °C-on, lépésenként 1-2 órán keresztül (Molnár et al. 2013a). Az utolsó savas mosás után a mintát desztillált vízzel semleges kémhatásúra mossák, majd fagyasztva szárítják. Minden típusú mintaanyag (szén, talaj és tégl) esetében kétlépéses módszert alkalmazva: először alacsony hőmérsékletű égetéssel (400 °C, „LT” frakció), majd ugyanazon mintát magas hőmérsékletű (800 °C) égetéssel „HT” frakció) nagy tisztaságú oxigéngáz jelenlétében kezelik (Jull et al. 2006; Molnár et al. 2013a), a keletkező CO_2 gázt ezt követően külön-külön összegyűjtik és tisztítják, hogy LT- és HT-frakciókat alakítsanak ki egy on-line égetőrendszerrel, majd később a lezárt csöves Zn-grafitózási módszerrel grafittá alakítják (Rinyu et al. 2015). A grafitizált mintákon minden ^{14}C mérést az ETH Zürich által kifejlesztett kompakt radiokarbon AMS rendszerrel

(EnvironMICADAS) végeznek (Synal et al. 2007; Wacker et al. 2010), amely 2011 óta a Hertelendi Környezettudományi Laboratóriumban működik (Molnár et al. 2013b). Az IAEA–C9 (fosszilis fa) standardokat a mintákkal párhuzamosan kezelték és mérték, hogy ellenőrizzék a készítmény minőségét. A MICADAS normalizálásához NIST SRM 4990C standard és fúróluk CO₂ mintákat használtak. Az eredményeket a standard bomlásával és a $\delta^{13}\text{C}$ izotópfractionálással korrigálják. A mért értékek adatsökkentésére a „BATS” szoftvert (Wacker et al. 2010) használják. A hagyományos radiokarbon korokat a Calib 7.0.4 szoftver (Stuiver és Reimer 1993) és az IntCal13 kalibrációs görbe (Reimer et al. 2013) segítségével alakítják át naptári korokká. A legtöbb szelvény esetében a teljes talaj magas C-koncentrációja lehetővé tette az SOC radiokarbonos kormeghatározását és az emberi hatás datálását is. A radiokarbonos kormeghatározás célja a lejtőközépi (eróziós) és lejtőalji (akkumulációs) talajszelvények vertikális SOC-kor szerinti mintázata, valamint az eróziót okozó események és ezáltal az első intenzív emberi hatás időpontjának azonosítása volt.

4.2.3. A szervesszén-készlet kiszámítása

A talajok szénkészletének kiszámítása érdekében a vizsgált talajszintekből (Tokaj: 0-6 cm, 0-30; Látókép: 0-6, 0-10, 10-30, 50-60, 50-70 cm; Síkfőkút: 0-6, 0-30 cm) egységnyi (100 cm³) térfogatú fémhengerekben bolygatatlan talajmintákat vettünk a térfogattömeg meghatározása céljából. A bolygatatlan mintákat minden talajszelvény minden vizsgált szintjében háromszoros ismétlésben gyűjtöttük. A térfogattömeget laboratóriumban a szárítószekrényben 5 napon át tartó, 40 °C-on történő kiszáritás után mért száraz tömeg és a térfogat hányadosaként adtuk meg (g·cm⁻³). A szervesszén-készlet számításokhoz a bolygatatlan mintákkal azonos mélységből származó talajmintákból meghatározott szervesszénkoncentráció-értékeket használtuk, amelyet a már korábban említett, K₂Cr₂O₇ jelenlétében végzett nedves oxidációs módszerrel, majd Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ -tal történő titrimetriás méréssel határoztuk meg.

A regeneráció kiindulási állapotát jellemző szénkészletet minden esetben a jelenleg is megművelt (Tokaj: szőlő, Látókép: szántó, Síkfőkút: szőlő) referencia-talajszelvények azonos mintázási rétegeire vonatkoztatott értékeivel tekintettük megegyezőnek.

Az egyes talajrétegek teljes szervesszén-készletét (TOC_{stock}) a talajréteg átlagos szervesszén- (SOC) koncentrációja (g/100 g), térfogattömege (g·cm⁻³), a talajréteg vastagsága (m), a durva frakció (természetes+mütermék >2 mm) térfogataránya (v/v%) alapján kg·m⁻²-ben fejeztük ki az alábbi egyenlet szerint (Neufeldt 2005; Gerzabek et al. 2005; Chiti et al. 2012; IPCC 2003):

$$\text{TOC}_{0-6 \text{ stock}} = \text{SOC}_{0-6} \cdot \text{BD}_{0-6} \cdot 0.06 \cdot \left(1 - \frac{\text{CF}_{0-6}}{100}\right)$$

ahol:

TOC _{0-6 stock}	=	a felső 0-6 cm-es talajréteg szénkészlete (kg · m ⁻²);
SOC ₀₋₆	=	az i talajréteg szervesszén-tartalma (g · kg ⁻¹);
BD ₀₋₆	=	a 0-6 cm-es talajréteg térfogattömege (g · cm ⁻³);
CF ₀₋₆	=	a durva frakció aránya 0-6 cm rétegben (amely nem tartalmaz szerves szenet, ezért nem vettük figyelembe) (v/v%).

Az egyes talajrétegekre (0-6 cm, TOC_{0-6 stock}, 0-30 cm, TOC_{0-30 stock} stb.) számított szénkészletekből a teljes talajszelvény szénkészletét (TOC_{p stock}) az alábbi egyenletek (Egli et al. 2012; Chiti et al. 2012) alapján számítottuk:

$$\text{TOC}_p \text{ stock} = \sum_{i=1}^n \text{SOC}_i \cdot \text{BD}_i \cdot D_i \cdot \left(1 - \frac{\text{CF}_i}{100}\right)$$

ahol:

$\text{TOC}_p \text{ stock}$	=	a teljes p talajszelvény TOC készlete ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$);
SOC_i	=	az i talajréteg szervesszén-tartalma ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$);
BD_i	=	az i talajréteg térfogattömege ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$);
D_i	=	az i talajréteg vastagsága (m);
CF_i	=	a durva frakció aránya az i talajrétegben (amely nem tartalmaz szerves szenet, ezért nem vettük figyelembe) (v/v%).

4.2.4. A szervesszén-készlet változásának kiszámítása

Mindegyik felhagyott, posztagrikulturális talajszelvény felső 0-6, (továbbá ugyanilyen módszerrel a 0-10 és 0-30 cm-es) rétegére vonatkozóan kiszámítottuk a TOC felhalmozódási sebességét a $\text{TOC}_{0-6 \text{ stock}}$ és a felhagyás óta eltelt idő (év) alapján, [Kurganova et al. \(2014\)](#) egyenlete szerint:

$$r_{i,0-6} = \frac{\text{TOC}_{i,0-6} - \text{TOC}_{0,0-6}}{A_i}$$

ahol:

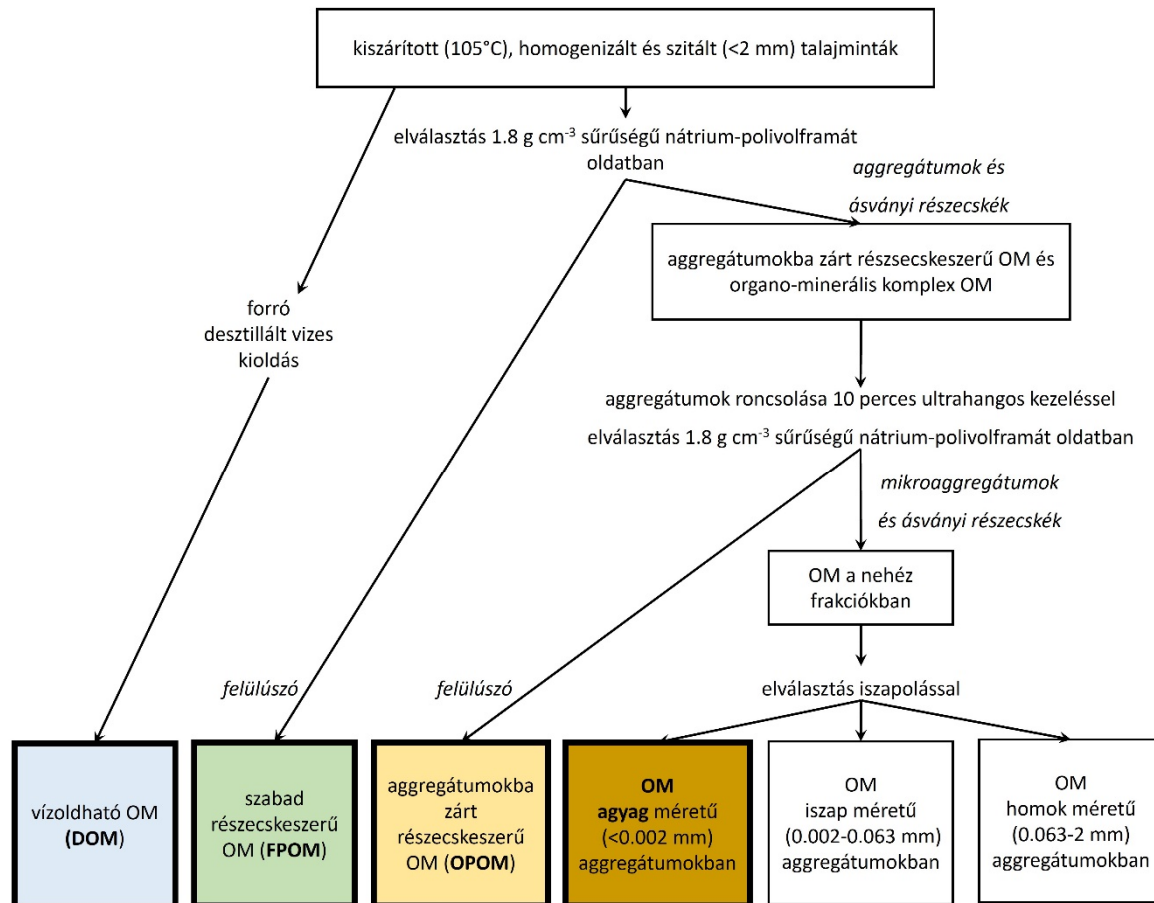
$r_{i,0-6}$	=	a TOC akkumulációs rátája i szelvényben a 0-6 cm talajrétegben ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$);
$\text{TOC}_{i,0-6}$	=	a TOC készlet a 0-6 cm talajrétegben az i talajszelvényben ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$);
$\text{TOC}_{0,0-6}$	=	a TOC készlet a 0-6 cm talajrétegben az 0 (referencia, jelenleg is művelt) talajszelvényben ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$);
A_i	=	a felhagyás óta eltelt évek száma az i talajszelvényben (év)

4.2.5. A talaj szervesszén-készletének frakcionált vizsgálata

A talaj szervesszén-tartalma a primer produkció során keletkező és felhalmozódó szerves anyagból származik. A talaj ásványi anyagához való kapcsolódása a talajban való tartózkodási idővel folyamatosan növekszik. A szervesszén-tartalom egyes frakcióit ezért azok mikrobiális mineralizációs folyamatokkal szembeni védetségére alapján szokás elkülöníteni. A legkevésbé védett készletet a vízben oldódó szervesanyag (*dissolved organic matter*: DOM) széntartalma jelenti. Szintén labilis, és könnyen változó készlet a részecskeszerű szerves anyag (*particulate organic matter*: POM) szabadon, aggregátumokhoz nem kötött előfordulása (FPOM). Ennél védettebb, stabilabb készletet képvisel az aggregátumok belsejébe bezárt, fizikailag védett részecskeszerű szerves anyag (*occluded organic matter*: OPOM). A lebontási folyamatokkal szemben legvédettebb, azaz legstabilabb készletet az ásványi frakciókhoz, elsősorban az agyagszemcsékhez kapcsolt szerves anyag szénkészlete jelenti.

A forró vízzel extrahálható DOM-ban tárolt szerves szén meghatározásához 5 g 25 ml forrásban lévő desztillált vízzel előnedvesített talaj 60 percen át történő átöblítésével nyert oldatot használtunk ([Methodenbuch I \(2004\)](#) / [Bodenuntersuchung / A 4.3.2](#)). Ezt követően a mintákat vízfürdőben szobahőmérsékletűre hűtöttük le, majd 2 csepp MgSO_4 -oldatot ($490 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$) adtunk hozzá, és 10 percig 2600 g-vel centrifugáltuk. A felülúszót 0,45 μm -es nitrocellulóz szűrőn (Millipore) szűrtük, pH 2-re savanyítottuk, és 4 °C-on tároltuk. A DOM széntartalmát TOC-analizátorral (TOC-V CSH, Shimadzu) mértük, és $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ -re számítottuk ki.

A nem oldható szerves anyagok frakcionálást úgy végeztük, hogy könnyű ($<1,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) frakciókat (FPOM és OPOM) és az ásványi anyaghoz erősen kötődő, nehéz ($>1,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) frakciókat különítettünk el (amelyek a szemcseméretű homok, iszap és agyag frakciókhoz kapcsolódnak) [Kalinina et al. \(2009; 2010; 2011; 2015\)](#) módszere szerint ([9. ábra](#)).



9. ábra. A szervesanyag- (OM) frakciók szétválasztásának folyamata [Kalinina et al. \(2015\)](#) alapján, módosítva

A frakcionálást szárított (105°C), dörzsmozsárban homogenizált és szitált (2 mm) talajmintákon végeztük mérésenként 7 g-os részletekben. A frakcionálást és a méréseket három párhuzamos ismétlésben végeztük. A könnyű és nehéz frakciók szétválasztására $1,8 \text{ g cm}^{-3}$ speciális sűrűségű nátrium-polivolfamát oldatot használtunk a talajaggregátumok és talajrészecskék 12 órás áztatását követően. Az FPOM-frakciót a felülúszóból ($1,8 \text{ g cm}^{-3}$ -nél könnyebb) cellulóz-nitrát membránszűrővel ($1,2 \mu\text{m}$) végzett szűréssel választottuk el. A szűrőn maradt könnyű frakció tömegének meghatározása előtt a szűrletből a nátrium-polivolfamát oldatot el kellett távolítani ([Ahmed és Oades 1984](#)), ezért minden szűrés után a talajt ioncserélt vízzel mostuk, és a mosóvíz elektromos vezetőképességét folyamatos méréssel ellenőriztük, $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ -nél kisebb értékek eléréséig. A szeparátum tömegének meghatározásához a leszűrt és átmosott talajfrakciót 105°C -on szárítottuk.

A következő lépésben az OPOM-frakciók nyeréséhez a nehéz frakciót ($1,8 \text{ g cm}^{-3}$ -nél nehezebb) ultrahangos kezelésekkel diszpergáltuk az aggregátumok feltörése és az OPOM felszabadítása érdekében ([9. ábra](#)). Annak érdekében, hogy elkerüljük az organo-ásványi komplexumok tönkretételét, és a szemcseméret-eloszlás megváltozását a nagy energiaközlés

hatására, vagy a feltöretlen aggregátumok fennmaradását, és ezáltal az OPOM alábecslését az alacsony energiaközlés miatt, az ultrahangos kezelés energiaintenzitásának optimalizálására volt szükség (Leifeld és Kögel-Knabner, 2005; Schmidt et al. 1999; Steffens et al. 2009). Az optimális kezelési idő meghatározásához szonotródát végeztünk 100 ml H₂O melegedésének mérésével 120 másodpercen keresztül. A minták kezelési idejét 10 percre állítottuk be, így körülbelül 450 J·ml⁻¹ energiaközlést sikerült elérni. A kezelés hatására feltört aggregátumokból az 1,8 g cm⁻³-nél könnyebb OPOM-ot felszabadítottuk. Az ultrahangos diszperziót centrifugálás (15 perc, 10 000 furdulat·min⁻¹ sebességgel) követte, majd ismét szűrés, mosás, szárítás.

A három párhuzamos ismétlésből megmaradt nehéz (1,8 g cm⁻³-nél nehezebb) talajfrakciókat összekevertük szemcseméret-elemzés céljából, (H₂O₂ előkezelés nélkül, hogy elkerüljük a szerves ásványi komplexek tönkretételét). Az így elkülönített frakciók valójában nem ásványi szemcsék, hanem homokméretű (2-0,63 mm), iszapméretű (0,63-0,002 mm) és agyagméretű (<0,002 mm) mikroaggregátumok (Blume 2011). Az egyes frakciókból a szerves anyag C-tartalmát TOC-analizátorral (TOC-V CSH, Shimadzu) mértük, és g·kg⁻¹-re számítottuk ki. A frakciók közül az értékelésbe az agyagfrakció szervesszén-tartalmát vontuk be, mivel a másik két frakcióban elenyészően kis mennyiséget kaptunk. Ezen kívül az iszap- és homokfrakcióban meghatározott széntartalom nagy része szervetlen szénformának bizonyult, amit a frakciónként meghatározott CaCO₃ alapján kiszámított értékkel végzett korrekció után kihagytunk az értékelésből.

A szerves szén mennyiségét (g·kg⁻¹ talaj) az egyes frakciókban a következőképpen számítottuk ki:

$$OC_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i} \cdot C_i \cdot 100$$

ahol

OC _i	=	az OC mennyisége i frakcióban g-ban 1 kg talajban (g · kg ⁻¹),
F _i	=	az i frakció tömege kg-ban,
C _i	=	a szerves C koncentrációja az i frakcióban g · -ben kg ⁻¹ .

4.3. Statisztikai elemzések

Mivel számos alkalmazott változók esetében legtöbbször ordinális skálás változókkal dolgoztam, illetve a normál eloszlás feltételei nem teljesültek, ezért az időbeli változások, illetve azonos idősorokból rendelkezésre álló változások elemzése során Spearman-rangkorrelációt használtam. Az adatcsoportok egyezésének, illetve különbözőségének megállapításához a Man–Whitney-tesztet és a Kruskal–Wallis-tesztet használtam, amelyeket SPSS 17.0 szoftverrel végeztem el.

4.4. Az antropogén bélyegek osztályozása a WRB 2022 szerint

Az antropogén talajtani bélyegeknél a WRB osztályozási rendszeren (IUSS WG WRB, 2022) belül meghatározott pontos definícióját alkalmaztam a vizsgált talajszelvények osztályozásában, és az antropizáció mértékének jellemzésében. A WRB a talajleírás, osztályozás folyamata során *diagnosztikus talajanyagokat*, *diagnosztikus talajtulajdonságokat* és *diagnosztikus talajszinteket* azonosít és határoz meg, amelyeken az osztályozási folyamat alapul. Mindhárom diagnosztikus bélyeg között találunk olyanokat, amelyek kifejezetten antropogén hatásra, antropogén folyamatok eredményeként jönnek létre. Az osztályozás során a szelvényben azonosított diagnosztikai bélyegek alapján kerül megállapításra a *referenciacsoport* és a hozzárendelhető *minősítő*k. Ezen osztályozási egységek között szintén találunk olyanokat, amelyek kizárólag antropogén talajokhoz köthetők.

A WRB 2022-es kiadásának antropogén bélyegekhez köthető diagnosztikai elemeit a [3. táblázat](#) foglalja össze.

[3. táblázat.](#) Antropogén talajjellemzőket kifejező diagnosztikai elemek a WRB (IUSS Working Group WRB, 2022) talajosztályozási rendszerben

Diagnosztikai elemek			Osztályozási (taxonómiai) elemek	
Diagnosztikai tulajdonság	Diagnosztikai talajanyagok	Diagnosztikai szintek	Minősítők	Referenciacsoportok
1. Anthric tulajdonság	1. Mütermék 2. Organotechnik talajanyag* 3. Solimovic talajanyag* 4. Technikai szilárd anyag	1. Anthraquic 2. Hortic 3. Hydragric 4. Irragric 5. Plaggic 6. Pretic 7. Terric	1. Anthraquic 2. Anthric 3. Anthromollic 4. Anthroumblic 5. Archaic 6. Aric 7. Carbonic 8. Densic 9. Drainic 10. Ekranic 11. Escalic 12. Garbic 13. Hortic 14. Hydragric 15. Hyperartefactic 16. Hyperspolic 17. Hypertechnic 18. Hyperurbic 19. Immissic 20. Irragric 21. Isolatic 22. Kalaic 23. Linic 24. Mahic 25. Murshic 26. Organotransportic 27. Plaggic 28. Pretic 29. Protokalaic 30. Prototechnic 31. Pyric 32. Relocatic 33. Skeletotransportic 34. Solimovic 35. Spolic 36. Technic 37. Terric. 38. Thyric 39. Toxic 40. Transportic 41. Urbic	1. ANTHROSOL 2. TECHNOSOL

* a 2022-es kiadásban bevezetett, a 2015-ös kiadásban még nem szereplő diagnosztikai elemek

** antropogén és természetes eredetű is lehet

A [3. táblázat](#)ban feltüntetett antropogén bélyegek kifejezésére rendelkezésre álló 1 diagnosztikai talajtulajdonság, 4 diagnosztikus talajanyag, 7 diagnosztikus talajszint, valamint az ezek alapján az osztályozásban szereplő 2 antropogén referenciacsoport és 41 antropogén minősítő osztályozási követelményeinek általam készített magyar fordítását az [1. számú melléklet](#) tartalmazza.

4.5. Felszínborítás-változások azonosítása CORINE-adatbázis alapján

A WRB diagnosztikai bélyegei alkalmasak arra, hogy az egyes felszínborítás típusokhoz kapcsolva a talajokban bekövetkező jellegzetes antropogén hatásokat szemléletesen jellemezzék, és az osztályozás szintjén is megjelenítsék. Erre a WRB talajosztályozási rendszerben alkalmazott antropogén diagnosztikus bélyegek (FAO, 2006) nyújtottak lehetőséget, amelyekben az egyes antropogén bélyegek, anyagok minőségi jellemzői, mennyiségi határértékekkel, és az antropogén bélyegekkel érintett szintek vastagsági határértékeivel kombinálva diagnosztikus elemekké alakulnak (IUSS WG WRB, 2022).

4.6. A CORINE felszínborítási osztályok és a WRB 2022-ben előforduló antropogén bélyegek összekapcsolása

A CORINE (CLC100) nomenklátúra 1.42 verzió standard 3. hierarchiaszintjének részletességével vizsgálva a hazai területeken 32 különböző területhasználati kategória fordul elő (FÖMI, 2002, MARI ÉS MATTÁNYI, 2002; MARI, 2010). Ezekhez a 4. táblázatban szereplő módon számos talajdiagnosztikai elem már a felszínborítási adatok alapján is hozzárendelhető, jósolható. A talajok természetességének rangsorolásához a WRB talajosztályozási rendszerben az antropogén hatás kifejezésére alkalmas diagnosztikai elemeket hozzákapcsoltam a CORINE (CLC100) felszínborítási osztályokhoz (FÖMI, 2002), majd olyan csoportokba rendeztem újra, amelyekben a talajokat ért antropogén hatások mértéke hasonló (2. táblázat), és ezeket a WRB-diagnosztikából a hozzákapcsolható referenciacsoportok, diagnosztikai talajszintek, talajanyagok, és tulajdonságok is megjelenítik.

4. táblázat. A CORINE (CLC100) Magyarországon előforduló felszínborítási osztályai alapján képzett csoportok a talajok antropizációja szerint és a rájuk jellemző WRB diagnosztikai bélyegek

Felszínborítási kategóriák (CLC100)	Talajok antropizációjának mértéke	A felszínborítási osztályra jellemző antropogén diagnosztikai elemek a WRB alapján		
		Referencia-csoport	Talajszint, Tulajdonság, Talajanyag	Minősítő
- Nyersanyag-kitermelés (1.3.1.) - Folyóvizek, vízi utak (5.1.1.) - Állóvizek (5.1.2.)	Nincs talajtakaró			
- Összefüggő települési szerkezet (1.1.1.) - Nem összefüggő települési szerkezet (1.1.2.) - Ipari vagy kereskedelmi területek (1.2.1.) - Út- és vasúthálózatok (1.2.2.) - Kikötők (1.2.3.) - Repülőterek (1.2.4.) - Lerakóhelyek (meddőhányók) (1.3.2.) - Építési munkahelyek (1.3.3.) - Városi zöldterületek (1.4.1.) - Sport-, szabadidő- és üdülőterületek (1.4.2.)	Antropogén talajok	ANTHROSOL TECHNOSOL	Hortic szint Terric szint Anthric tulajdonság Műtermék Technikai szilárd anyag	Anthric Archaic Densic Drainic Ekranic Garbic Hortic Hyperartefactic Isolatic Linic Relocatic Spolic Technic Toxic Transportic Urbic

• Nem öntözött szántóföldek (2.1.1.) • Állandóan öntözött szántóföldek (2.1.2.) • Rizsföldek (2.1.3.) • Szőlők (2.2.1.) • Gyümölcsösök, bogyósok (2.2.2.) • Intenzív legelők és erősen degradált gyepterületek (2.3.1.) • Komplex művelési szerkezet (2.4.2.) • Elsődlegesen mezőgazdasági területek (2.4.3.)	Talajok jelentős antropogén hatással	ANTHROSOL	Anthraquic szint Hortic szint Hydragric szint Irragric szint Terric szint Anthric tulajdonság	Anthraquic Anthric Aric Densic Drainic Escalic Hortic Hydragric Irragric Murshic Novic Relocatic Terric
• Lomblevelű erdők (3.1.1.) • Tülevelű erdők (3.1.2.) • Vegyes erdők (3.1.3.) • Természetközeli gyepek (3.2.1.) • Átmeneti erdős-cserjés terület (3.2.4.) • Homokpadok, zátonyok, dűnék (3.3.1.) • Csupasz sziklák (3.3.2.) • Ritkás növényzet (3.3.3.) • Leégett területek (3.3.4.) • Szárazföldi mocsarak (4.1.1.) • Tőzeglápok (4.1.2.)	Természetes vagy természetközeli állapotú talajok	,	,	Densic Drainic Murshic Novic

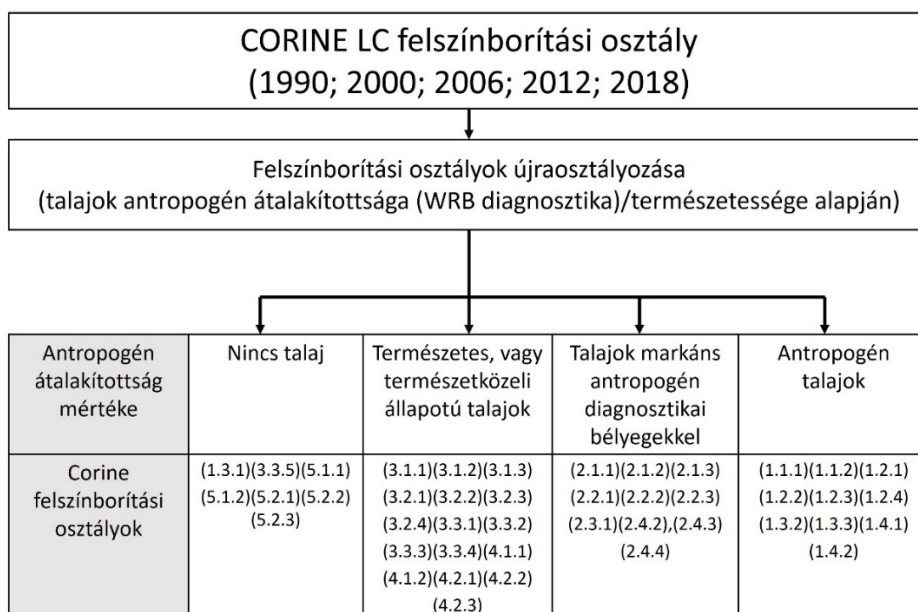
Ennek felhasználásával a CORINE (CLC100) felszínborítási kategóriákat (FÖMI 2002) olyan csoportokba rendeztem, amelyekben a talajokat ért antropogén hatások mértéke hasonló, és ezt a WRB-diagnosztika által használható hasonló referenciacsoportok, diagnosztikai talajszintek, talajanyagok és tulajdonságok is megjelenítik (Novák és Incze 2018).

A felszínborítási osztályok és a WRB diagnosztikai elemek alapján képzett talajantropizációs csoportok az alábbiak (4. táblázat):

Azok a területek, ahol:

0. nincs talajtakaró (IUSS WRB 2007, definíció szerint)
1. természetes vagy természetközeli állapotú talajok találhatók (nincs diagnosztikus mértéket elérő antropogén bélyeg, minősítő)
2. antropogén hatások nyomait viselő talajok találhatók (természetes referencia csoportok, antropogén minősítőkkal)
3. döntően antropogén talajok találhatók (*Technosol*, *Anthrosol*).

Az egyes csoportokba tartozó CORINE felszínborítási osztályok kódját a 10. ábra tartalmazza.



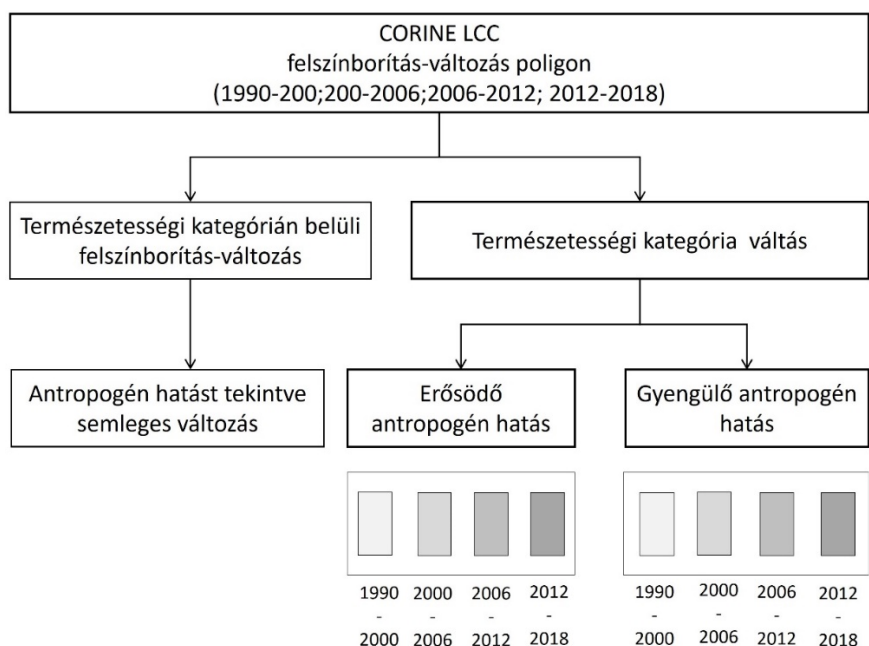
10. ábra. A felszínborítási osztályok csoportosítása a talajokat ért antropogén hatások fokozatai szerint a WRB diagnosztikai elemeiben megjelenő antropogén bélyegek alapján

4.7. A felszínborítás-változások értékelése a talajok antropizációs folyamataira gyakorolt hatás megváltozása szerint

A CORINE-adatbázis az 1990–2018 időszakban az 1990-es bázisúvra következően négy alkalommal került ismételt felvételre azonos módszertannal és térbeli felbontással: 2000-ben, 2006-ban, 2012-ben és 2018-ban. Az adatbázisban nemcsak az egyes időszakok felszínborítási térképei, hanem az ún. változáspolygonok is hozzáférhetőek (CORINE Land Cover Change (LCC)). Azaz: külön tartalmazza az adatbázis azokat a polygonokat, amelyekben az előző felvételhez képest a következő felvétel időpontjáig a felszínborítás megváltozott. A változásokat az antropizáció mértékére gyakorolt hatás alapján szintén csoportosítottuk, újraosztályoztuk (*11. ábra*).

Az összes lehetséges változástípus (LCC) esetén a kezdeti és a változást követő időpontban detektált felszínborítási osztály is minősíthető aszerint, hogy a felszínborítási kategória melyik csoportba tartozott a talajok antropogén átalakítottsága alapján. A változás folyamatát így a talajok antropogén átalakítottságának változása szempontjából is értékelni lehetett (*5. táblázat*). Az antropogén hatás mértékét illetően:

- közömbösnek (0) tekinthetők azok a változások, ahol a felszínborítás megváltozása olyan új felszínborítás létrejöttét eredményezte, amely a talajok antropogén átalakítottsága szempontjából ugyanabba a csoportba tartozott, mint a változást megelőzően,
- erősödő antropizációt (+1) tételezhetünk fel a változás során, ha a korábbi és a későbbi felszínborítási osztály eltérő csoportba tartoztak, és a későbbi felszínborítás intenzívebb emberi hatásokkal érintett csoportba tartozott,
- gyengülő antropogén hatást (-1) tételezhetünk fel, ha a korábbi és a későbbi felszínborítási osztály eltérő csoportba tartoztak, és a változást követő felszínborítás a kevésbé intenzív emberi hatásokat viselő csoportba tartozott.



11. ábra. A CORINE LCC felszínborítás-változási poligonok újraosztályozási folyamata az antropogén hatás mértékének megváltozása alapján

5. táblázat Felszínborítás-változások értékelési mátrixa a felszínborítási adathoz rendelt talajtermészetességi osztály megváltozása alapján

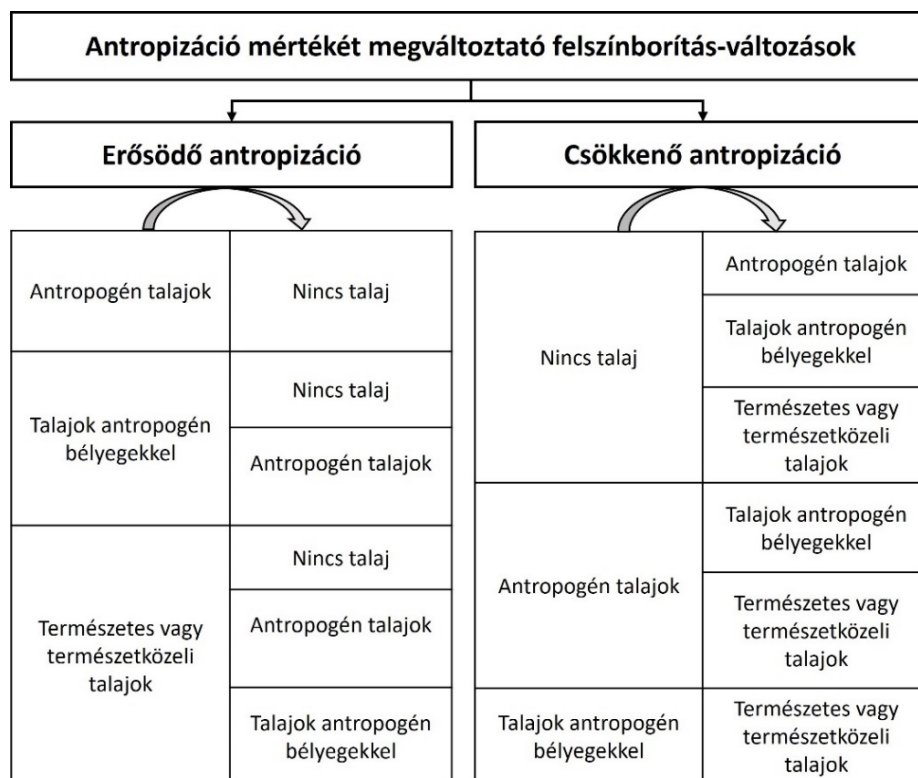
Tájváltozást megelőző / követő állapot	Nincsenek talajok	Antropogén talajok	Antropogén hatás alatti talajok	Természetközeli talajok
Nincsenek talajok	0	+1	+1	+1
Antropogén talajok	-1	0	+1	+1
Antropogén hatás alatti talajok	-1	-1	0	+1
Természetközeli talajok	-1	-1	-1	0

0 = antropizáció mértéke szempontjából indifferens felszínborítás-változás
+1 = erősödő antropizációt jelző felszínborítás-változás
-1 = gyengülő antropizációt jelző felszínborítás-változás

A természetességi csoport megváltozásának lehetséges eseteit, és ez alapján a változás értékelését csökkenő vagy növekvő mértékű antropizációs folyamatként, részletezve a 12. ábra tartalmazza.

Amennyiben a kiindulási időpont felszínborítása olyan kategóriába esett, amelyben a WRB-meghatározás értelmében nincsen talaj, és a kezdeti felszínborítás álló- vagy folyóvíz volt, akkor a változást az antropogén hatások szempontjából erősödőnek ítéldhetjük, amennyiben nem a természetes vagy természetközeli talajok dominanciájával jellemezhető csoportba tartozó kategória (pl. szántóföld, beépített terület stb.) lett a konverzió eredménye. Ilyen konverziók ugyanis csak mesterséges feltöltés, lecsapolás eredményei lehetnek. Erdők, mocsarak, homokpadok, zátonyok azonban a vízfelületek természetes feltöltődésével foglalják el azok helyét, amely folyamat következtében talajképződési folyamatok kezdődhetnek meg. Amennyiben a kezdeti felszínborítás nyersanyag-kitermelés volt, abban az esetben az antropogén hatást gyengülőnek értékelhetjük, mivel a kitermelés megszűnését követően bármilyen felszínborítás jöjjön is létre, konszolidált felszín kialakulásával új talajképződési folyamatok indulhatnak be. Azokban az esetekben viszont, amikor a későbbi időpont

felszínborítási kategóriája került abba a csoportba, amelynél a WRB meghatározása értelmében nincsen talaj, olyankor az antropogén hatás változását a kezdeti időpont felszínborításától függetlenül erősödőnek értékelhetjük, mivel ez lényegében a talajok teljes megsemmisülésével járt.



12. ábra. A természetességi csoportok változásának lehetséges esetei és besorolásuk a csökkenő vagy növekvő mértékű antropizációt képviselő felszínborítás-változások közé

A felszínborítás-változásokat megjelenítő poligonok külön-külön értékelve kerültek besorolásra valamely fenti típusba. A változások térbeli eloszlásának vizsgálata céljából az egyes típusoknak a tájak területéhez viszonyított kiterjedését kistájanként és középtájanként is megvizsgálva, térképes ábrázolás is készült. A térképeken elkülönítve jelenítettük meg a semleges, az erősödő, illetve csökkenő antropizációval jellemezhető poligonokat. A fenti összes elemzés külön-külön mind a négy vizsgált intervallumra (1990–2000; 2000–2006; 2006–2012; 2012–2018), illetve 1990–2018 között összegezve is elkészült. A kistájak és középtájak szintjén megjelenő különbségek térképezése során az egyes tájakon belül előforduló, különböző típusokba tartozó poligonok száma alapján négyfokozatú színezést alkalmaztunk aszerint, hogy az adott időszakon belül a táj a hazai tájak változáspoligonjainak száma alapján melyik kvartilisbe tartozik. Az elemzések Quantum GIS szoftverrel készültek.

4.8. Talajantropizációs forrópontok térképezése

A növekvő és csökkenő antropizáció forrópontjainak azonosítására 1×1 km-es cellaméretű rácsot helyeztünk az LCC változási térképekre, ugyanazt a rácsot minden típusra és időszakra. Minden 1×1 km-es rácsban számba vettük azokat a felszínborítás-változással érintett poligonokat, amelyek a megváltozott antropizációs mértéket eredményezték. Minden LCC-változáspoligont csak egy cellához rendeltünk, ahhoz, amelyekhez a poligon nagyobb része

tartozott. Ez biztosította azt, hogy egy felszínborítás-változási poligont csak egyszer térképezzünk fel (*Balogh és Novák, 2020*).

A változatlan antropizációs mértékű felszínborítás-változási poligonokat a későbbi elemzésekből kizártuk. A változás típusára (növekvő és csökkenő antropizáció) és vizsgálati periódusonként külön-külön számítottuk a rácscellák statisztikai alapadatait. A rácscellánkénti felszínborítás-változási poligonok számának felső kvartiliseit alsó határnak tekintettük egy rácscella forrópontként való értékeléséhez, azaz az antropizáció változásának tekintetében forrópontnak azokat a cellákat tekintettük, amelyekben az LC változási poligonok száma magasabb volt, mint a cellák összességét jellemző felszínborítás-változási poligonok számának felső kvartilise azonos időszakon (1990–2000; 2000–2006; 2006–2012; 2012–2018) és változástípuson (erősödő-gyengülő antropizáció) belül. Az erősödő és gyengülő antropizáció forrópontjait külön térképeken ábrázoltuk. Az ábrázolásban a többszörös forrópontokat is feltüntettük, mivel számos cella nemcsak egy periódusban, hanem több vizsgált periódusban is forrópontnak bizonyult. A növekvő és csökkenő mértékű antropizáció többszörös forrópontjait mélyebb színintenzitással ábrázoltuk a térképeken.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Antropizációs bélyegeket mutató talajszelvények sajátosságai és taxonómiai helyzete

6. táblázat. Az antropizáció mértékének jellemzésére kiválasztott talajszelvények osztályozása (WRB 2022) az antropizáció folyamatát meghatározó felszínborítás szerinti csoportosításban

Az antropizációt meghatározó felszínborítás	Szelvény helye, neve	Talaj besorolása a WRB 2022 szerint (az osztályozás antropogén bélyegeket kifejező elemei félkövérrel kiemelve)
1.2.2. Út- és vasúthálózatok és csatlakozó területek	Debrecen, Látókép, 33-as főút	<i>Haplic KASTANOZEM (Humic, Loamic, Pachic)</i>
1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek	Cserépfalu, Hór-völgy	<i>Isolatic Spolic Thyric TECHNOSOL</i> (Loamic, Calcaric, Ochric, Solimovic)
	Felsőtárkány, Hárskúti leágazás 1	<i>Isolatic Spolic Ekranic TECHNOSOL</i> (Loamic, Amphidystric, Raptic, Panpaic, Endoskeletal)
	Felsőtárkány, Hárskúti leágazás 1 2	<i>Isolatic Spolic Thyric TECHNOSOL</i> (Amphidystric, Loamic, <i>Kalaic</i> , Mollic, Epicalcaric, Epiraptic, Endoskeletal)
	Karcag, volt téglagyár	<i>Isolatic Spolic Thyric TECHNOSOL</i> (Siltic, Calcaric)
	Zalahaláp, bányaudvar	<i>Coarsic Hyperspolic TECHNOSOL</i> (Eutric, <i>Hyperartefactic</i> , Loamic, Ochric)
1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)	Bánhorváti, Chorin-telep	<i>Coarsic Hyperspolic TECHNOSOL</i> (Calcaric, Ochric, <i>Hyperartefactic</i> , Fractiskeletic)
	Komló, Zobák-bánya	<i>Hyperspolic TECHNOSOL</i> (Calcaric, Loamic, Ochric, <i>Pyric</i> , Epiraptic, <i>Transportic</i>)
	Zalahaláp, meddőhányó	<i>Dystric Skeletic, Coarsic LEPTOSOL</i> (Loamic, Ochric, <i>Skeletoransportic</i>)
2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	Martonvásár 1	<i>Endocalcic CHERNOZEM (Anthric, Aric, Pantoloamic)</i>
	Martonvásár 2	<i>Haplic KASTANOZEM (Anthric, Aric, Loamic)</i>
	Nyíregyháza, Westsik kísérleti terület	<i>Calcaric PHAEZEM (Anthromollic, Anoarenic, Endoloamic, Aric, Areninovic, Panpaic)</i>
2.2.1 Szőlők	Pécs, Szent-Miklós-telep	<i>Endoluvic Endocalcic KASTANOZEM (Epianthric, Epiaric, Loamic, Endoraptic, Solimovic)</i>
	Siklós, Göntér-dűlő	<i>Endoskeletal CALCISOL (Aric, Anosiltic, Endoloamic, Ochric)</i>
	Budafok, tangazdaság	<i>Cambic CALCISOL (Aric, Humic, Pantosiltic)</i>
	Eger, Nagy-Eged	<i>Skeletal Cambic Rendzic PHAEZEM (Aric, Pantoloamic, Solimovic)</i>
	Eger, Makány	<i>Amphicalcaric LUVISOL (Cutanic, Endoclayic, Escalic, Ochric, Loaminovic Bathystagnic)</i>
2.4.2. Komplex művelési szerkezet	Báránd, Újkert 1	<i>Hortic CHERNOZEM (Humic, Loamic, Pachic, Protoclastic, Prototechnic)</i>
	Báránd, Újkert 2	<i>Hortic ANTHROSOL (Loamic, Protocalcic)</i>
	Debrecen, Tócsa-völgy	<i>Terric ANTHROSOL (Calcaric, Loamic/Siltic)</i>
	Vámospércs	<i>Dystric Aeolic ARENOSOL (Ochric, Areninovic)</i>
	Balatonfőkajár	<i>Calcaric PHAEZEM (Anthric, Aric, Relocatic, Protokalaic, Siltic)</i>
	Debrecen, Szepes	<i>Calcaric PHAEZEM (Anthric, Aric, Loamic/Siltic, Pachic, Relocatic, Prototechnic)</i>
	Noszvaj, Síkfőkút	<i>Luvic PHAEZEM (Clayic, Humic, Pachic, Solimovic, Prototechnic)</i>
3.3.3. Ritkás növényzet	Nádudvar, Szelencés	<i>Albic SOLONETZ (Clayic, Humic, Hypernatric, Organotransportic)</i>

Az antropizációs folyamatok jellemzésére kiválasztott 25 talajszelvényt a FAO-irányelvek szerint leírtam és a WRB 2022 szerint osztályoztam. Az osztályozás eredményét és az antropizációt meghatározó (korábbi vagy jelenlegi) felszínborítás adatait a [6. táblázat](#) foglalja össze. A talajszelvények környezetének jellemzését, a szelvényleírásokat, laboratóriumi adatokat, illetve a WRB-osztályozás szerint megállapított diagnosztikus bélyegek adatait a [II. melléklet](#) tartalmazza.

5.1.1. Metagenetikus antropogén talajok

Metagenetikus eredetű antropogén talajszelvények közé tartoznak azok a talajok, amelyeknél az antropizáció a felszíni talajszintek átalakulásában jut kifejezésre. Az átalakulás leggyakrabban az eredeti feltalajszint rendszeres művelése, szántása miatt következik be. A szántást kísérő, annak következtében megjelenő folyamatok a talajszerkezet és a szervesanyag-tartalom megváltozása. Ha a talajművelés szervesztrágya, háztartási hulladék kijuttatásával is együtt járt, akkor jellemző a műtermékek bekeveredése a talajba, a megnövekedett szervesanyag, illetve P-tartalom. Állandó kultúrák esetén (szőlő, gyümölcsös) az ültetvények előkészítése, a tereprendezés, esetleg teraszozás további átalakulásokat eredményezhetnek a szintek elkeveredésével, bolygatásával. A vizsgált metagenetikus antropogén talajok osztályozási sajátosságait a [7. táblázat](#) foglalja össze.

[7. táblázat.](#) A vizsgált metagenetikus antropogén talajok antropizációs folyamatai és értékelésük WRB-diagnosztikában

Talajszelvény	Jellemző antropogén folyamatok	Referencia-csoport	Diagnosztikus feltalajszint átalakulása	Antropogén minősítők
			WRB 2022 szerint	
Báránd 2	• P-tartalom növekedése • szerkezet átalakulása • műtermékek bekeveredése	ANTHROSOL	chernic A → hortic 'A	-
Báránd 1	• P-tartalom növekedése • szerkezet átalakulása • műtermékek bekeveredése	CHERNOZEM	chernic A → hortic 'A	Prototechnic
Martonvásár 1	• szerkezet átalakulása • éles alsó szinthatár kifejlődése	CHERNOZEM	chernic A → chernic 'A	Anthric Aric
Debrecen, Látókép	• műtermékek bekeveredése • szerkezet átalakulása • szervesanyag-tartalom csökkenése	KASTANOZEM	chernic A → mollic 'A	-
Martonvásár 2	• szerkezet átalakulása • szervesanyag-tartalom csökkenése • éles alsó szinthatár kifejlődése	KASTANOZEM	chernic A → mollic 'A	-
Debrecen, Szepes	• műtermékek bekeveredése • szerkezet átalakulása	PHAEZEM	chernic A → mollic 'A	Anthric Aric Relocatic Prototechnic
Balatonfőkajár	• műtermékek bekeveredése • szerkezet átalakulása • szervesanyag-tartalom csökkenése • talajszintek összekeverése	PHAEZEM	mollic A → mollic 'A	Anthric Aric, Protokalaic

Eger, Nagy-Eged	talajszintek összekeverése	PHAEOZEM	$mollic\ A \rightarrow mollic\ 'A$	Aric
Budafok	- szerkezet átalakulása - szervesanyag-tartalom csökkenése - talajszintek összekeverése	CALCISOL	$mollic\ A \rightarrow \emptyset$	Aric
Pécs, Szent-Miklós-telep	- szervesanyag-tartalom növekedése - szerkezet átalakulása	KASTANOZEM	$\emptyset \rightarrow mollic\ 'A$	Anthrhc Aric
Nyíregyháza, Westsik	- talajszintek összekeverése - szervesanyag-tartalom növekedése - műtermékek bekeveredése - szerkezet átalakulása	PHAEOZEM	$\emptyset \rightarrow mollic\ 'A$	-
Noszvaj, Síkfőkút	- szervesanyag-tartalom növekedése - műtermékek bekeveredése - szerkezet átalakulása	PHAEOZEM	$\emptyset \rightarrow mollic\ 'A$	Prototechnic
Vámspércs	talajszintek összekeverése	ARENOSOL	$\emptyset \rightarrow \emptyset$	-
Siklós, Göntér	talajszintek összekeverése	CALCISOL	$\emptyset \rightarrow \emptyset$	Aric

A vizsgált talajszelvények közül a feltalaj diagnosztikus mértéket elérő átalakulása kifejezetten antropogén talajszintet eredményezett a Báránd 2 talajszelvény esetében (7. táblázat), ahol az eredeti *chernic* A szint *hortic* 'A szintté alakult át. A szint átalakulása 85 cm vastagságig eredményezett $\geq 120\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ P-tartalmat, a megnövekedett biológiai aktivitás miatt 55 cm vastagságban $\geq 25\%$ -ban jelen lévő állatjáratokat, és a teljes vizsgált mélységben (150 cm) $\geq 1\%$ szervesszén-tartalmat. Ezek alapján 55 cm vastagságig *hortic* szintnek minősül, így nem csak a talajszint alakult át, hanem a *hortic* szint vastagsága ($\geq 50\text{ cm}$) alapján az *Anthrosol* referenciacsoportba sorolható át. Hasonló átalakulással találkoztunk a Báránd 1 talajszelvény esetében is, azzal a különbséggel, hogy az újonnan kialakult talajtulajdonságok közül a P-tartalom csak 40 cm mélységig elégti ki a *hortic* szint osztályozási követelményeit, emiatt a szelvény nem sorol át másik referencia csoportba, csupán a *hortic* minősítő jelzi az osztályozásban az átalakulást. A talajban előforduló műtermékek mennyisége alapján ($\geq 5\%$, 0-100 cm között) viszont *prototechnic* minősítőt kap.

A Martonvásár 1 talajszelvényben a művelés hatása a szántott szintben a szerkezet átalakulását eredményezte, a környező vastagabb talajszelvények feltalajának morzsás szerkezeti elemei helyett itt sarkosabb szerkezeti elemeket találtunk. Ezek mérete (5-15 mm, és a szint vastagsága (30 cm) viszont még így is kielégíti a *chernic* szint követelményeit ($\leq 2\text{ cm}$; $\geq 30\text{ cm}$). Az antropogén átalakítottság az osztályozásban itt az *anthric* tulajdonságok (a szántás következtében kialakult éles alsó határ (*aric* minősítő), és a szintek anyagának keveredése, állatjáratok kis ($< 5\%$) térfogataránya) diagnosztikus megjelenésében nyilvánul meg.

A Látóképen feltárt talajszelvény, amely egy út menti, gyepes térségen található, a környező talajok *chernic* A szintjével ellentétben, csak *mollic* A szinttel rendelkezett. A feltalaj csak 25 cm vastagságig elégti ki a *chernic* szinthez megkövetelt szerkezeti sajátosságokat (morzsás, vagy enyhén szögletes szerkezeti elemek, $< 2\text{ cm}$ átmérővel a szint térfogatának $\geq 90\%$ -ában). Ez alatt a mélység alatt a szerkezetet a jelenlévő műtermék megtöri, durvább és szögletesebb szerkezet jellemző, amely ráadásul nem művelés következtében jött létre, hanem feltehetően korábbi tereprendezés, elegyengetés eredménye. Az átalakulás itt a *chernic* szintből degradáció révén létrejött *mollic* szinttel jellemezhető, amelynek következtében a referencia csoport is módosul, de az nem árulkodik a szelvény antropogén eredetéről (*Kastanozem*). A

nyilvánvalóan jelenlévő műterméktartalom viszont nem éri el azt a mennyiséget ($\geq 5\%$, 0-100 cm között), amely alapján ez az osztályozásban is tükröződne.

Szintén a *chernic* szint degradációja útján létrejött *mollic* szinttel jellemezhető a Martonvásár 2 talajszelvény. A szántás és erózió együttes hatásaként a szántott szint itt fokozatosan az eredeti talajképző üledékréteggel (lössz) keveredik el, emiatt a szántott szint átlagos szervesanyag-tartalma fokozatosan csökken, színe fakul, és a szerkezete is romlik. Ebben az esetben a 30 cm vastagságú szántott szint már sem a szín (10YR 4/2, nedvesen), sem a szerkezet tekintetében (közepes szemcsés) nem felelt meg a *chernic*, csak a *mollic* szint követelményeinek. Ez a referencia csoportra is hatással van, hiszen emiatt az eredeti *Chernozem* talaj *Kastanozem*ként osztályozódik.

A Debrecen, Szepes határrészen feltárt talajszelvény kiindulási talaja, amely a környező térszínen továbbra is meghatározó, szintén *Chernozem* volt. A talajszelvény nagy mélységben bolygatott antropogén üledékek tetején található, emiatt sem *calcic* szint, sem *protocalcic* tulajdonságok nem maradtak fenn. A feltalajszint *chernic*ből *mollic* szintté történő degradációja miatt így a referenciacsoport *Phaeozem*mé módosult. A régészeti feltárás szerint szarmata, illetve kora Árpád-kori kemencemaradványok, illetve települési rétegek jelentős mértékű műterméket hagytak hátra a talajban, egészen 170 cm mélységig. A későbbi betemetődés, majd művelés következtében a diagnosztikailag releváns 100 cm-es mélységben belül a műtermékek mennyisége nem kimagasló (0-50 cm: $< 5\%$, 50-100 cm: 20%), de indokolja a *prototechnic* minősítőt.

Szintén nagy térfogatarányban található műtermék, településnyomokból származó antropogén törmelék a Balatonfőkajáron feltárt szelvényben. A sötét, jó szerkezetű és szerves anyagban gazdag feltalaj vastagsága (25 cm) alapján *mollic* szintnek minősül, de az antropogén anyaggal kevert altalajban itt sincs kimutatható nyoma *calcic* szintnek vagy *protocalcic* tulajdonságoknak, emiatt ez a szelvény is *Phaeozem* referenciacsoportba tartozik. A műtermékek mennyisége alapján, amely 25-80 cm között $> 30\%$, a *protokalaic* minősítő alkalmazható.

A feltalaj átalakulása a Nagy-Eged lejtőjén ásott talajszelvényben a szőlőtelepítés, művelés és az erózió együttes következménye. A szántás az erózióval társulva a szint alsó határát egyenessé és élessé alakította, amelyet megtörnek a mélyforgatás során az altalajból felkapott, illetve a feltalajból alulra beforgatott bezsákolódások. Mindezek ellenére a feltalaj továbbra is kielégíti a *mollic* szint osztályozási követelményeit (10YR 3/2 szárazon, szemcsés szerkezet, $> 1,4\%$ szerves C-tartalom, átlagosan 22,5 cm vastagság), és a másodlagos karbonátok hiányában *Phaeozem*ként osztályozható.

Szintén szőlőművelés alakította át a budafoki tangazdaság területén létesített talajszelvényt. A telepítéssel, ültetvény-előkészítéssel járó munkálatok során itt a feltalajt szerves maradványokkal együtt a mélybe forgatták (30-47 cm mélység között), ahol csak tökéletlenül keveredett el az altalaj anyagával. A későbbi rendszeres művelés a feltalajt 0-30 cm között homogenizálta. Emiatt, bár a talaj korábban rendelkezett *mollic* szinttel (a leforgatott altalaj színe, szerkezete, szerves C-tartalma alapján), az altalajjal történő keveredés miatt annak színkövetelményeit a felszínen ma már nem elégíti ki (szín: 10YR 4/4 nedvesen). Mivel a *mollic* szint felszíni talajszint, emiatt lényegében a szőlőművelés annak degradációjával, mélyre keveredésével járt, így a diagnosztikus *calcic* szint jelenléte miatt *Calcisolk*ként osztályozható.

Sajátos csoportot alkotnak azok a metagenetikus talajszelvények, amelyekben az antropizáció hatására az eredetileg diagnosztikus feltalajszinttel nem rendelkező talajokban *mollic* szintek jöttek létre a tudatos művelés és folyamatos javítás, vagy a talajhoz keveredett antropogén műtermék, faszén és egyéb szerves maradványok hatására. A szándékos, javító célú művelésre példa a pécsi szőlőültetvényen feltárt *Kastanozem* talajszelvény, illetve a

nyíregyházi Westsik kísérleti állomáson többszörös talajterítés (homokjavítás) és évtizedek óta folyó talajjavítási célú kísérleti gazdálkodás következtében létrejött *Phaeozem* talajszelvény. A szőlőültetvényben az eredeti *Luvisol* szelvény *argic* szintje felett létrejött vastag, sötét (10YR 3/3, nedves), 50 cm vastagságig 1,1-1,2% szervesszén-tartalmú *mollic* szint, és az altalajban (>85 cm) megjelenő *calcic* szint együttesen *Kastanozem* osztályozást indokol. A *mollic* szint antropogén eredetéről a kimagasló P-tartalom (>120 mg·kg⁻¹) is árulkodik. A nyíregyházi szelvényben a szintek összekeveredése és a szomszédos, humuszos feltalajú, vályog textúrájú talajjal végzett réteges javítás, valamint a feltalaj szántás általi homogenizációja *mollic* szint létrejöttét (10YR 3/2 nedvesen, 0,6% C_{org}, gyenge aggregátumszerkezet), ezáltal egy *Arenosol* talaj *Phaeozem*-má alakulását eredményezte. A síkfőkúti talajszelvényben az egykori tüzhelynyomokból, illetve leégett építési törmelékkel kevert épületmaradványokból felhalmozódó, részben kolluviálisan áttelepített anyagból létrejött szint szintén kielégíti a *mollic* szint osztályozási követelményeit, és a *protocalcic* bélyegek hiányában a *Phaeozem* referenciacsoportba sorol. Mindhárom szelvény közös jellemzője, hogy eredetileg nem rendelkeztek diagnosztikus feltalajszinttel.

Szintén metagenetikusként tekinthető, mert a feltalaj átalakulásával (alsó határán az altalajjal történő, tökéletlen keveredéssel) járt a vámospércsi, egykori szőlőskertekben feltárt talajszelvény, akkor is, ha semmiféle diagnosztikus talajszint nem jellemzi sem az antropizáció előtt, sem utána. Az *Arenosol* referenciacsoportba tartozó talajszelvény egykori felszíni humuszos szintjét mintegy 30-35 cm vastag homokráfúvás temette be, de az eltemetett humuszos szint alsó határán láthatóak a korábbi művelés következtében kialakult *Aric* bélyegek. A homokráfúvás miatt ez a bélyeg eltemetetté vált, és a jelenlegi állapotban az osztályozásban nem alkalmazható, a ráfújt (*Areninovic*) jelleg miatt a szelvény egyben neogenetikus fejlődést is mutat, de közvetlen antropogén hatásként azt nem értékelhetjük (7. táblázat).

Számos tekintetben mutat antropizációra utaló tulajdonságokat Siklóson, a Göntér-dűlő szőlőültetvényében létesített talajszelvény. A talajszintek tökéletlen elkeveredése az ültetvény talajelőkészítése során jött létre, szereves maradványok tudatos mélyre forgatásával. A feltalaj szerves maradványokkal beforgatott részleteinek kimagasló szerves C (3,4%) és P (247 mg·kg⁻¹) -tartalma *anthric* tulajdonságokra utal, de az a *mollic* szint hiányában nem alkalmazható. A diagnosztikus szintek és bélyegek hiányában a talajosztályozásban az antropizáció nem jut kifejezésre, bármennyire nyilvánvaló is az a szelvényleírás és az adatok alapján.

5.1.2. Neogenetikus antropogén talajszelvények

A neogenetikus antropogén talajszelvények közös jellemzője, hogy az eredeti talajszelvényre, vagy annak csonkolt felszínére nem talajosodott (vagy legalábbis nem helyben talajosodott), antropogén talajképző üledék települ, amelynek a felszínén teljesen új, az antropogén szubsztrát által meghatározott talajképződési folyamat kezdődik. A vizsgált neogenetikus antropogén talajok osztályozási sajátosságait a 8. táblázat foglalja össze.

Hét talajszelvény esetében (Cserépfalu, Felsőtárkány 1-2, Karcag, Komló, Zalahalápbányaudvar, Bánhorváti) a korábbi felszínborítás és területhasználat valamilyen ipari, bányászati tevékenységhez kapcsolódott, és emiatt a természetes talajok felszínére, vagy azok eltávolítását követően jelentős vastagságban antropogén eredetű, műterméknek minősülő szubsztrát került (13. ábra). A jelenlegi talajképződés, ha van ilyen egyáltalán, valamilyen áthalmozott anyagon, antropogén eredetű, műterméknek minősülő törmeléken (Cu) zajlik, amely esetenként egyben a *technikai szilárd anyagok* (Ru) diagnosztikus követelményeit is kielégíti. Ezeknek a *Technosol*-oknak a jellemzőit a korábbi technogén antropizáció,

tájhasználat és felszínborítás, valamint az annak felhagyása, megváltozása óta eltelt idő során lezajlott kezdetleges talajosodási folyamatok együtt határozták meg.

8. táblázat. A vizsgált neogenetikus antropogén talajok antropizációs bélyegei és értékelésük WRB-diagnosztikában

Talajszelvény	Ráhalmozott antropogén talajképző szubsztrát		Referencia-csoport	Antropogén szubsztrát minősítése	Antropogén minősítők
	jellege	vastagsága			
Bánhorváti, Chorin-telep	részben kiégett szénbányameddő	>100 cm (400-500 cm)	TECHNOSOL	műtermék	Hyperspolic Hyperartefactic Fractiskeletic
Komló, Zobák-bánya	kiégett szénbányameddő, felette: áthalmazott márga	>100 cm 30 cm	TECHNOSOL	műtermék, áthalmazott anyag*	Hyperspolic Pyric Transportic
Zalahaláp, bányaudvar	építési törmelék, áthalmazott kőbányameddő	>100 cm	TECHNOSOL	műtermék	Spolic Hyperartefactic
Cserépfalu, Hór-völgy	részben kiégett mészkő, salak, faszén	90 cm	TECHNOSOL	műtermék technikai szilárd anyag	Isolatic Spolic Thyric
Karcag	átégett és cementált agyag, salak	38 cm	TECHNOSOL	műtermék technikai szilárd anyag	Isolatic Spolic Thyric
Felsőtárkány 2	részben kiégett mészkő, salak, faszén	23 cm	TECHNOSOL	műtermék technikai szilárd anyag	Isolatic Spolic Thyric Kalaic
Felsőtárkány 1	részben kiégett mészkő, salak, faszén	18 cm	TECHNOSOL	műtermék technikai szilárd anyag	Isolatic Spolic Ekranic
Debrecen, Tóció-völgy	áthalmazott feltalaj	>100 cm (300-400 cm)	ANTHROSOL	áthalmazott anyag*	Terric
Zalahaláp, meddőhányó	áthalmazott vázталaj	>100 cm	LEPTOSOL	áthalmazott anyag*	Skeletoransportic
Eger, Kisgalagonyás	áthalmazott feltalaj és áthalmazott altalaj	42 cm	LUVISOL	áthalmazott anyag*	Escalic Loaminovic
Nádudvar, Szelencés	áthalmazott szervestrágya	20 cm	SOLONETZ	áthalmazott anyag*	Organo-transportic

*nem diagnosztikus talajanyag, de rendelkezik WRB-definícióval

A szénbányászati meddőhányók tetején létesített talajszelvények esetében (Bánhorváti, Komló) a kiégett bányameddő műterméknek minősülő anyaga messze meghaladja az osztályozás során alapul vett 100 cm-es vastagságot. A szelvény teljes egészében bányameddőből áll, amelynek mennyisége (100%, vagyis >50%) a *Hyperartefactic*, eredete (szénbányameddő) a *Hyperspolic* minősítőt indokolja. A törmelék méreteloszlása alapján a *Fractiskeletic* minősítő is alkalmazható. A tervszerű rekultiváció hiányában spontán fejlődő, teljesen benövényesedett bánhorváti meddőhányó esetében a finomfrakció kis aránya nem teszi lehetővé stabil és tartós szerves anyag felhalmozódását, ezért a talajosodás iniciális fázisban van.

A komlói Zobák-bánya meddőhányóján tervszerű rekultiváció történt, amelynek keretében a meddő felszínét 2002-ben elegyengették, tömörítették, és 60 cm vastagságú, mésztartalmú,

márgás altalaj terítéssel borították be. Ez utóbbi antropogén úton áthalmozott anyagnak, míg a bányameddő műterméknek minősül. Előbbi vastagsága (30 cm, vagyis >20 cm) a *Transportic*, utóbbi mennyisége (70% v/v, 100 cm-en belül, vagyis >50%) a *Hyperartefactic*, eredete pedig (bányameddő) a *Hyperspolic* minősítők alkalmazását indokolják. A rekultiváció folyamatát erdészeti fajokkal végzett növénytelepítéssel támogatták. Az azóta eltelt időben az áthalmozott anyag tömörödött és erodálódott, vastagsága az eredeti vastagság felére csökkent. Ugyanakkor a növényi biomaszaprodukció hatására 8 cm vastagságban megnövekedett szervesanyag-tartalmú (2,9% SOC) szint jött létre. Kis vastagsága miatt ez csak az *Ochric* minősítő (a felső 10 cm-en belül >0,2% SOC) alkalmazását indokolja. A szénbányameddő sajátos jellemzője, hogy még a kiégetést követően is viszonylag jelentős a széntartalma (7,3% SOC), amely a szemmel látható sötét színben is megnyilvánul és a *Pyric* minősítő (>5%) alkalmazását indokolja.

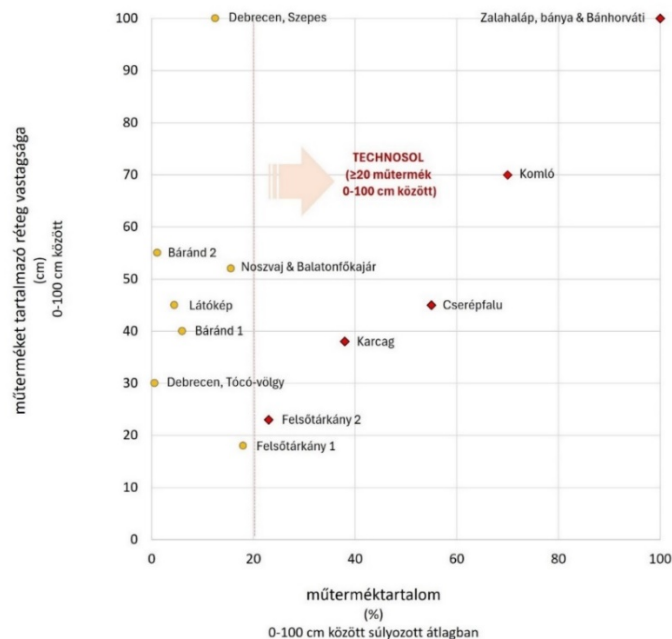
Az 1980-as évek végén bezárt bazaltbánya udvarán található talajszelvény Zalahalápon szintén nagy vastagságban (>100 cm) műterméknek minősülő bazalttörmeléken létesült. A szelvényben nem csak bányászati melléktermék van jelen, hanem 25-35 cm között építési törmelék is, amely a bányához tartozó egykori épületek romjaiból tereprendezés során keveredett a bányászati meddőhöz. Mindkettő műterméknek minősül, a meddőeredet miatt a *Spolic*(*Hyperspolic*) és a *Hyperartefactic* minősítő indokolt, az *Urbic* minősítő alkalmazása az építési törmelék kis összvastagsága (<20 cm) miatt nem alkalmazható. A humuszosodási folyamat gyenge, de ennek ellenére az *Ochric* minősítő követelményeit (a felső 10 cm-en belül >0,2% SOC) kielégíti (0-25 cm: 0,4% SOC), bár elkülönült feltalaj kialakulásáról itt nem beszélhetünk.

Kemény, összeégett és cementált mészégetési melléktermékből kialakult *technikai szilárd anyag* található a felhagyott mészégető boksák környezetében kialakult antropogén talajokban (Cserépfalu, Felsőtárkány 1, Felsőtárkány 2) (14. ábra). A *technikai szilárd anyag* szelvénybeli vertikális helyzete alapján a cserépfalui (a felszíntől 45 cm-re kezdődő *technikai szilárd anyag*) és a felsőtárkányi 2 szelvény (a felszíntől 16 cm-re kezdődő *technikai szilárd anyag*) *Thyric* minősítőt (a felszíntől >5 cm és <100 cm-en belül kezdődő *technikai szilárd anyag*) kapnak, míg a felsőtárkányi 1 szelvény (a felszíntől 2 cm-re kezdődő *technikai szilárd anyag*) *Ekranic* (a felszíntől <5 cm-re kezdődő *technikai szilárd anyag*) minősítésű. A felhagyást követő neopedogenezis minden esetben a természetes szubsztráttól eltérő anyagon, attól a *technikai szilárd anyag* által teljesen izoláltan zajlik, így mindhárom esetben alkalmazható az *Isolatic* minősítő. Az ennek eredményeként létrejött sekély, de eltérő vastagságú (2, 16 és 45 cm) új talajszint a szubsztrát magas mésztartalma, a szekunder szukcesszió által szolgáltatott nagy biomasz és a mineralizációnak kedvező éghajlat miatt erősen humuszos, jó szerkezetű. A felhagyást követő talajfejlődés során a Felsőtárkány 2 szelvény esetében a technogén talajszint tetején *mollic* talajszint (Au) is kifejlődött a felhagyás óta eltelt 150-200 év alatt. A csupán 60-100 éve felhagyott cserépfalui mészégető esetében a nagy szervesanyag-tartalmú feltalaj vastagsága (2 cm) alapján csak az *Ochric* minősítő alkalmazását indokolta, diagnosztikus szint kialakulása nem volt megfigyelhető. A két felsőtárkányi szelvény olyan platformon helyezkedik el, ahol a topográfia alapján nem valószínűsíthető, hogy a technogén anyag felszínén lejtő menti áthalmozás révén kerülne talajanyag, így a 2 ill. 16 cm vastag felszíni talajréteg a *technikai szilárd anyag* mállásából, aprózódásából, és a helyben képződött szerves törmelékekkel történő keveredéséből jött létre. A cserépfalui szelvény feltalaja ezzel szemben, lejtőn elfoglalt pozíciója alapján, felszínen mozgó lejtőhordalékkal is keveredett. Így a felső 45 cm-es talajréteg *Solimovic* anyagnak is minősül és nem kizárólag technogén eredetű.

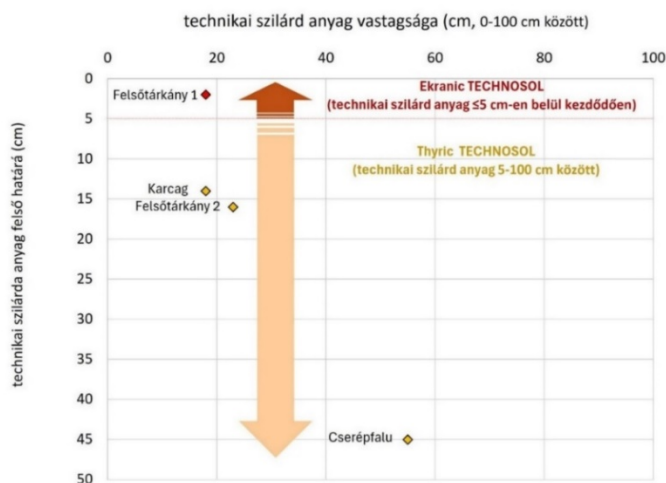
Technikai szilárd anyag előfordul a karcagi egykori téglagyár területén létesített talajszelvényben is, ahol a téglaegetés folyamata során a hő hatására a löszös aljzat is vastagon átégett. Ennek egy része az égetéshez használt egyéb anyagokkal kevert, salakos törmelék, de

egy 18 cm-es rétegben repedésekkel is alig tagolt, kemény, konszolidált *technikai szilárd anyag* keletkezett. Ennek vertikális helyzete *Thyric* minősítő (a felszíntől 18 cm-re, vagyis a >5 cm és <100 cm-en belül kezdődő *technikai szilárd anyag*) (14. ábra), eredete (ipari melléktermék, salak) pedig a *Spolic* minősítő alkalmazását indokolja. A neogenetikus talajképződés (0-2 cm) emiatt az eredeti szubsztráttól izoláltan, a technikai szilárd anyag felett zajlik, amit az *Isolatic* minősítő fejez ki.

A fent említett neogenetikus antropogén talajok esetében az antropogén sajátosságok az osztályozásban a *Technosol* referenciacsoportba sorolással jutnak kifejezésre, mivel annak diagnosztikai követelményei kifejezetten a műtermékek, illetve azon belül technikai szilárd anyagnak minősülő anyagok mennyiségéhez és szelvénybeli helyzetéhez kötődnek (13. ábra).



13. ábra. Az átlagos műterméktartalom és a műterméket tartalmazó réteg vastagsága a vizsgált talajszelvények esetében (ahol műtermék előfordult)



14. ábra. A technikai szilárd anyag vertikális szelvénybeli helyzete és vastagsága alapján alkalmazható minősítők a vizsgált talajszelvényekben (ahol technikai szilárd anyag előfordult)

Debrecenben, a Tóció-völgyben feltárt talajszelvény egy kunhalom „szoknyájának” átvágása során létesült, amelyre egy útépités adott alkalmat. Bár a szelvény csak a halom szegélyét tárta fel, az eredeti feltalaj tetejére áthalmozott humuszos talaj, amely *terric* szintnek minősül, vastagsága 72 cm, emiatt a talajszelvény *Terric Anthrosolként* osztályozható (≥ 50 cm *terric* szint). A ráhalmozott talajanyag alatt feltárt eltemetett feltalajréteg a bioturbáció miatt nehezen bár, de azonosítható, viszont a szervesszén-tartalomban mutakozó $<25\%$ különbség, és a közetfolytonosság miatt nem elégíti ki diagnosztikus eltemetett talajszintként (*panpaic* szint) történő osztályozását.

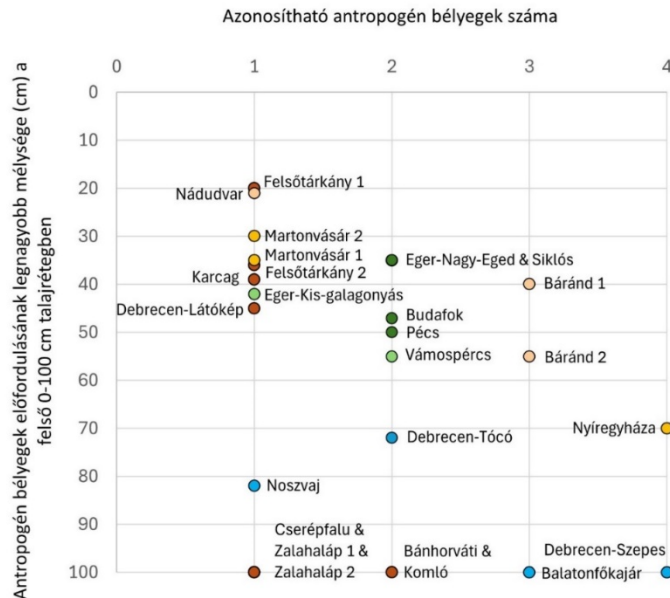
A zalahalápi bazaltbánya peremén lévő meddőhányó felszínén feltárt talajszelvényben a talaj *áthalmozott anyagból*, nem pedig a meddőhányókra jellemző módon *műtermékből* áll. Az eredeti felszínre ugyanis nem frissen kibányászott, és ezáltal újonnan felszínre hozott meddő közetanyagot, hanem a felszínről lehántott eredeti talaj mállott, talajosodott közettörmelékét halmozták át. Erről a közettörmelékben lévő vázrészek (különböző minőségű bazaltok) vastag mállási kérge, és a talajosodott aggregátumok tanúskodnak. A vázrész mérete és minősége alapján a felhalmozás nem egy ütemben zajlott, és nem azonos helyről származik. A 0-50 cm-es rétegben a közettörmelék apróbb (2-8 cm) méretű, több földesrészt tartalmaz, és a közetanyag tömör bazaltkavicsokból áll, amelyek mállási kéreggel rendelkeznek. Az 50-90 cm közötti talajréteg jóval nagyobb tömböket (10-30 cm) is tartalmaz, a földes rész aránya kisebb, és a vázrész döntően erősen elmállott hólyagos bazaltból áll. Bármennyire nyilvánvaló ennek a talajszelvénynek a technogén eredete, de mivel *műterméket* nem tartalmaz, az *áthalmozott anyag* pedig egyetlen megkövetelt diagnosztikus szint feltételeit sem teljesíti, nem minősül *Technosolként*. A *Leptosolként* osztályozott szelvényben egyetlen minősítő árulkodik annak antropogén eredetéről, a kiegészítő minősítőként alkalmazott *Skeletotransportic* (≥ 20 cm vastag, műterméket $<10\%$ -ban tartalmazó, a szelvény közvetlen környezetén túlról áthalmozott anyag, amely $\geq 40\%$ vázrészt tartalmaz).

Az egri Kis-galagonyás völgy felhagyott szőlőültetvényében létesített talajszelvényben szintén *áthalmozott anyag* települ az eredeti *Luvisol* talaj felszínére, de csupán 42 cm vastagságban. Az áthalmozás oka a felszín teraszos átalakítása volt, és a teraszsíkokon belül történt, így az *áthalmozott anyag* az eredeti lejtő más lejtőszakaszain képződött feltalajból, illetve részben altalajból áll. Az eredeti feltalajszint jól elkülöníthető 42-55 cm mélységben, szervesanyag-tartalma is lényegesen nagyobb ($>0,2\%$ -kal) a felette lévő áthalmozott anyagnál, de mivel közöttük nincs közetfolytonossági hiány, ezért *panpaic* szintnek nem minősül. Az eredeti felszínre települő új talajanyag miatt a *Loaminovic* minősítő adható, amely a ráhalmozás mellett a ráhalmozott anyag textúráját is kifejezi, de alkalmazásának nem feltétele a ráhalmozás antropogén eredete. Az antropogén hatást egyértelműen csak az *Escalic* minősítő jelzi, amely a teraszozott felszínre utal.

A szikes legelő egykori jószágállásán létesített nádudvari talajszelvény legfelső talajszintje a környező hodályokból kihordott, és a felszínen nagy vastagságban felhalmozott, elbomlatlan juh-, és kisebb részben marhatrágyából áll. Ennek vastagsága átlagosan eléri a 20 cm-t, emiatt az *Albic Solonetz* talaj elnevezése az *Organotransportic* minősítővel is kiegészíthető, amely az olyan ≥ 20 cm vastagságú áthalmozott talajanyag jelenlétét jelzi, amely *szerves talajanyagból* (szervesszén-tartalom $>20\%$) áll.

Az azonosítható antropogén bélyegek száma, illetve megjelenésének maximális mélysége alapján diagramba rendezett (15. ábra) talajszelvények között legnagyobb számú antropogén bélyeget, a talajszelvény legvastagabb rétegében mutató talajszelvények közé a Debrecen-Szepes területén feltárt, régészeti bélyegeket tartalmazó talajban, a balatonfőkajári feltáráson leírt, szintén régészeti talajban találkozhatunk. Közös jellemzőjük, hogy mindkettő egykori

településmaradványok feletti neopedogenezis eredménye, bár jelenlegi felszínborításuk (szántó) nem indokolná a nagyfokú antropizációt. A bányászati meddőhányókon létrejött Technosolok esetében a jelenlegi felszínborítás (erdő, szukcessziós terület, cserjés, gyepek terület) szintén nem jelzi előre a talajok nagy mértékű antropizációját. A diagram alapján (15. ábra) a kisebb mértékben antropizált talajok közé a sekély rétegben, kisebb mennyiségű műterméket vagy áthalmozott anyagot tartalmazó talajszelvények (Nádudvar, Felsőtárkány 1) tartoztak.



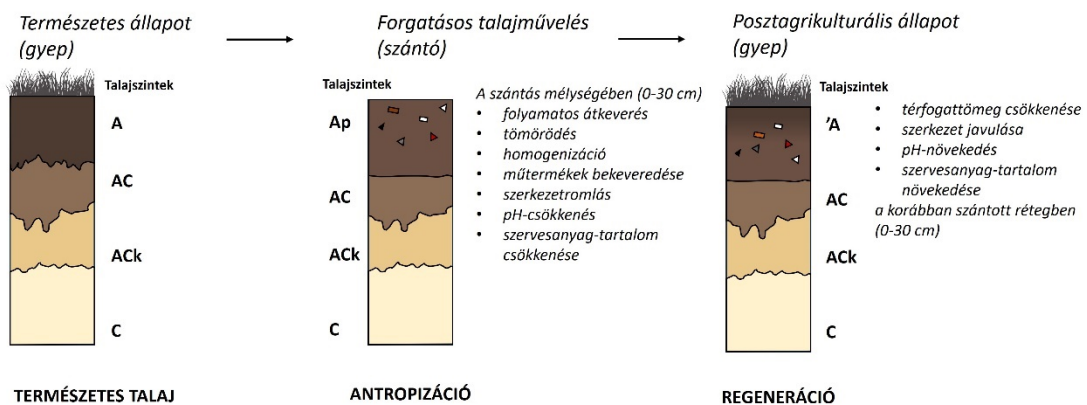
15. ábra. A vizsgált talajszelvényekben azonosítható antropogén bélyegek száma (x) és legmélyebb talajszelvénybeli előfordulása (y) 0-100 cm között

5.2. Regenerálódó talajok széntartalmának és szénkészletének változásai

5.2.1. Látókép

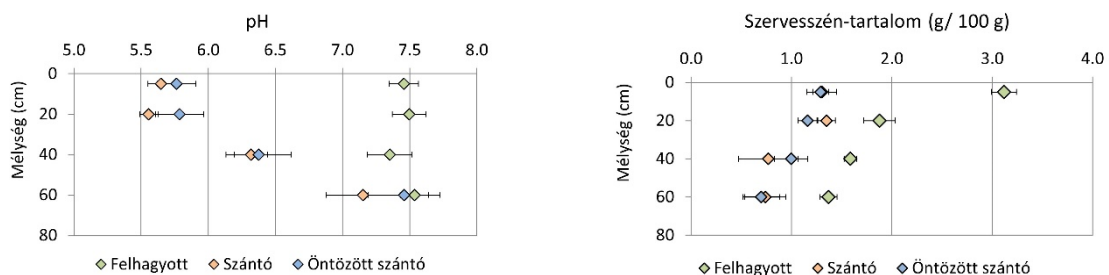
A látóképi területen mintegy 40 éves regenerálódási folyamat zajlott korábban forgatásos szántóföldi művelés alatt álló talajokon. A regenerálódás folyamata, amely a talajművelés teljes megszűnése és folyamatos gyepterítés mellett zajlott, három helyszínen volt tanulmányozható. A talajok korábbi antropizációs és a felhagyást követő regenerációs folyamatait a [16. ábra](#) foglalja össze. Referenciaként azonos térszíni helyzetből három öntözött és három nem öntözött szántóföldi helyszín adatai szolgáltak.

ANTROPIZÁCIÓ ÉS FELHAGYÁST KÖVETŐ REGENERÁCIÓ FOLYAMATA LÁTÓKÉPI TALAJOKBAN



[16. ábra.](#) A Látóképen vizsgált talajok antropizációs, és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak sematikus összefoglalása

A 40 éves regenerálódási folyamat eredményeként azt tapasztaltuk, hogy a talaj felső, korábban szántott rétegében nőtt a pH, csökkent a térfogattömeg, és egyéb, főként a talajszerkezetet érintő regenerációs folyamatok mellett, nőtt a szerveszén-tartalom és -készlet ([17. ábra](#)).

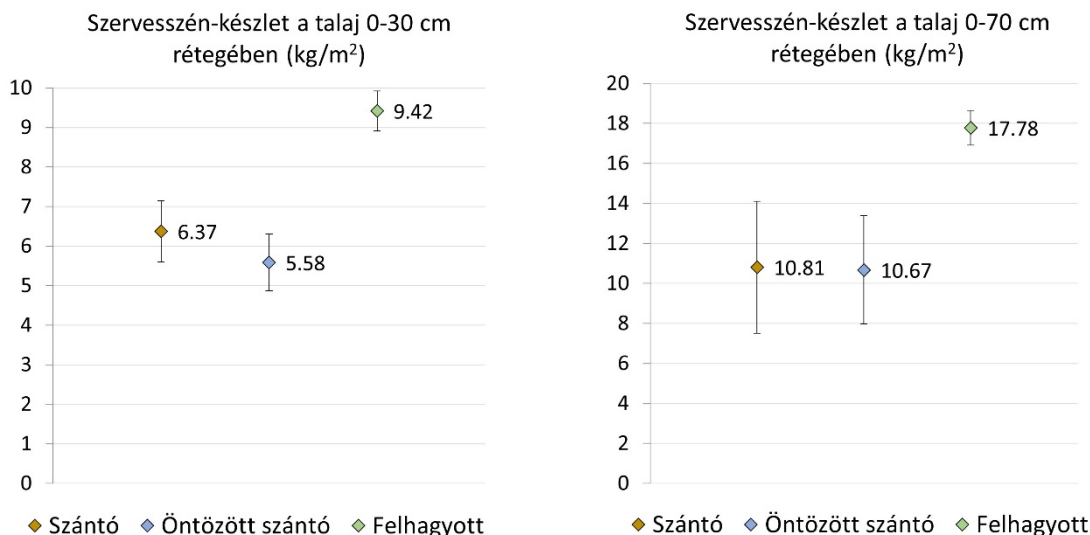


[17. ábra.](#) A felhagyott és a továbbra is szántóként (öntözött, illetve nem öntözött) hasznosított talajok pH (balra) és szerveszén-tartalom (jobbra) értékei a Látóképen vizsgált talajszelvényekben (mindhárom típus esetén $N=3$)

5.2.1.1. A szerveszén-készlet változása

A 0-30 cm-es talajrétegre számított szerveszénkészlet-értékek (TOC_{0-30}) szignifikánsan magasabbnak bizonyultak a poszttagrikulturális, gyeppel borított talajokban ($9,4 \pm 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), mint a továbbra is szántóföldként használt, nem öntözött ($6,4 \pm 0,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) és öntözött

($5,6 \pm 0,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) szántóföldeken létesített talajszelvényeken (18. ábra). A különbség nem csak a művelt réteg mélységéig (30 cm), hanem a teljes megmintázott 0-70 cm mélységre számítva is szignifikánsnak bizonyult (TOC₀₋₇₀ poszttagrikulturális talajok: $17,8 \pm 0,9$; TOC₀₋₇₀ szántók: $10,8 \pm 3,3$ és TOC₀₋₇₀ öntözött szántók $10,6 \pm 2,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). Az értékek azt mutatják, hogy az eredetileg is termékeny szántóföldi talajok poszttagrikulturális fejlődésük során, a művelésből történő kivonást követően nagy szénvisszanyerő potenciállal rendelkeznek.



18. ábra. A felhagyott és a továbbra is szántóként (öntözött, illetve nem öntözött) hasznosított talajok szerveszén-készlete 0-30 cm (balra) és 0-70 cm talajrétegre számítva a Látóképen vizsgált talajszelvényekben (mindhárom típus esetén $N=3$)

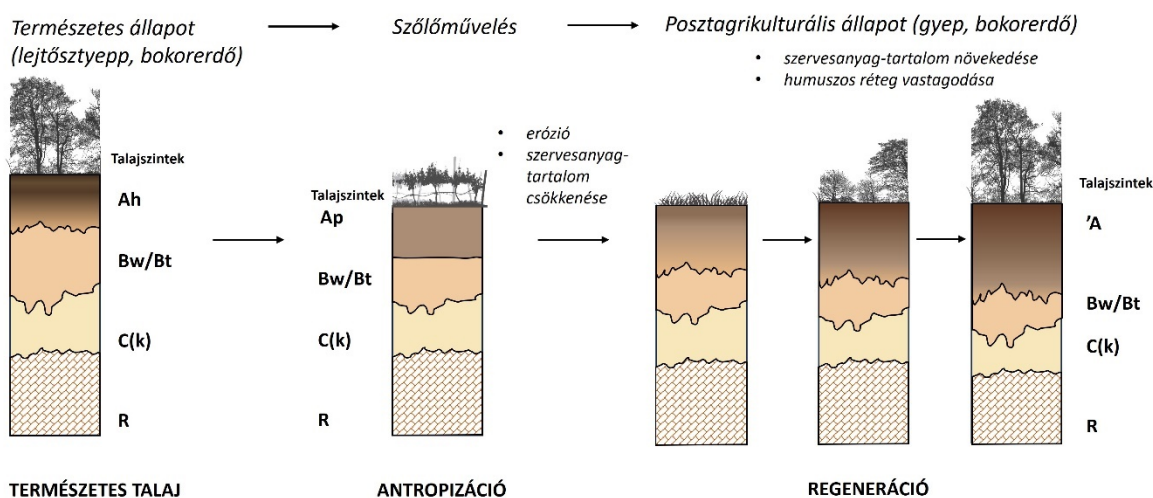
5.2.1.2. Szerveszén-akkumulációs ráta

A felhagyott talajok szerveszén-készletének és a továbbra is művelt talajok átlagos szerveszén-készletének és különbségei alapján, a negyvenéves regenerációs időtartamot figyelembe véve a talaj szántott (0-30 cm-es) rétegre vonatkoztatott C-akkumulációs ráta értéke $r_{0-30} = 0,086 \pm 0,010 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ -nek adódott. A teljes vizsgált mélységre számított C-akkumulációs ráta értéke $r_{0-70} = 0,176 \pm 0,018 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$.

5.2.2. Tokaj

A déli lejtőn kialakított talajszelvénytörzsek talajaiban a lösztakaró sekély maradványain képződött feltalaj és a sekély lösz alatt a mállott vulkáni kőzet is feltárul, amely 15-65% durva vázrészt tartalmaz, gyakran, főleg alsó oldalukon másodlagos kalcium-karbonátokkal bevonva. A vázrész mennyisége, illetve a talajok szilárd kőzet által limitált mélysége lényegesen befolyásolja a regeneráció során zajló szerveszén-akkumuláció folyamatát. A délnyugati lejtőn húzódó szelvénylánc talajszelvényei mély löszön vagy áthalmazott löszszármazékokon alakultak ki. A kalcium-karbonát-tartalom magasabb volt a déli lejtő szelvényeiben ($18,1 \pm 10,4\%$), mint a délnyugati szelvénytörzsek talajaiban ($6,7 \pm 2,7\%$); következésképpen a talaj pH-ja is magasabb volt a déli, mint a délnyugati oldal talajaiban. A kémhatás szignifikánsan negatívan korrelált a felhagyás óta eltelt idő hosszával mindkét szelvénytörzsek talajaiban ($r = -0,893$; $p = 0,01$ a déli és $r = -0,739$; $p = 0,05$ a délnyugati oldalon). A Tokajban vizsgált talajok antropizációs és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak vázlatos összefoglalását a 19. ábra tartalmazza.

ANTROPIZÁCIÓ ÉS FELHAGYÁST KÖVETŐ REGENERÁCIÓ FOLYAMATA TOKAJI TALAJOKBAN



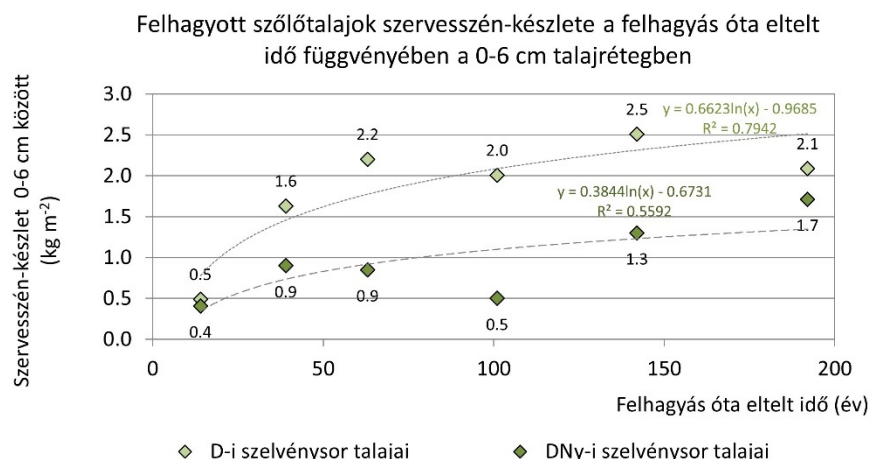
19. ábra. A Tokajban vizsgált talajok antropizációs, és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak sematikus összefoglalása

5.2.2.1. A talaj szerveszén-tartalmának változásai a regeneráció során

A feltalaj (0-6 cm talajréteg) szerveszén-tartalma többnyire magasabb volt a déli, mint a délnyugati szelvény sor talajaiban (déli szelvény sor átlagosan: $6,08 \pm 2,96\%$; délnyugati szelvény sor: $2,43 \pm 1,37\%$). A legmagasabb értékeket a két legkorábbi felhagyásnál találtuk, $8,31\%$ $9,4\%$ a déli szelvény sorban (193 és 142 év). A legalacsonyabb szerveszén-tartalom a 14 éve felhagyott szelvényben volt mérhető ($1,15\%$). A délnyugati szelvény sorban a legnagyobb szerveszén-tartalmat ($4,6\%$) szintén a legkorábbi felhagyás helyén mértük (193 év), a legfrissebb felhagyás helyszínén (14 év) pedig a legkisebbet ($0,94\%$). A felhagyás időtartama és a szerveszén-tartalom mindkét szelvény sorban szignifikánsan korrelál (D-i szelvény sor: Spearman $r=0,943$; $p=0,01$; DNy-i szelvény sor: Spearman $r=0,771$; $p=0,05$).

A szerveszén-készlet változása 0-6 cm között

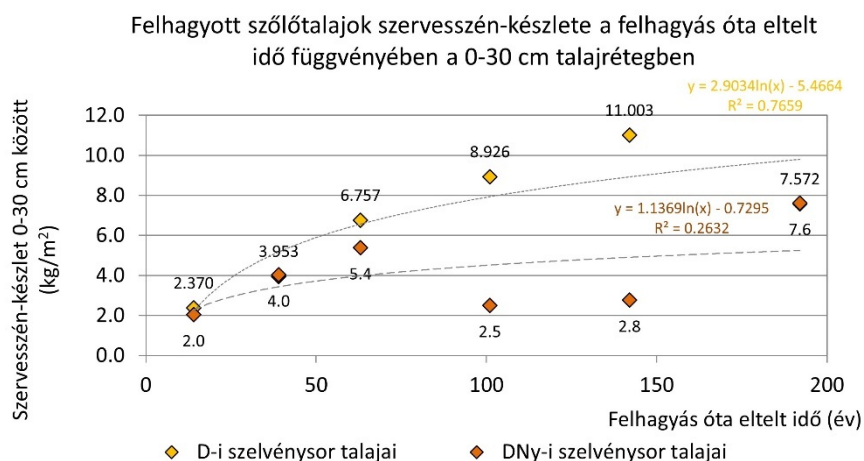
A TOC_{0-6} készletek mennyiségére átlagosan $1,821 \pm 0,712 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ adódott a D-i, és $0,946 \pm 0,492 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ a DNy-i szelvény sorban. Az D-i szelvény sor TOC_{0-6} értékei csökkenő sorrendben 142 éve ($2,509 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), 63 éve ($2,202 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), 193 éve ($2,088 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) és 101 éve ($2,008 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) felhagyott talajokban volt mérhető (20. ábra). A legkésőbbi felhagyásban (14 év) mértük a legkisebb TOC_{0-6} készletet ($0,489 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), de ez az érték is meghaladja a jelenleg is szőlőtermesztéssel hasznosított referencia-talajszelvény TOC_{0-6} készletét ($0,348 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). A DNy-i szelvény soron belül a legkorábbi két felhagyás mutatta a legnagyobb szerveszén-felhalmozódást: $1,713 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (193 év) és $1,302 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (142 év). A legkésőbbi felhagyás (14 év) rendelkezett a legkisebb TOC_{0-6} készlettel ($0,409 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), ami alig haladta meg a jelenleg is művelt, referencia-szőlőtalajok azonos vastagságú talajrétegében mért szerveszén-készletének értékét. A felhagyás óta eltelt idő szignifikáns pozitív korrelációt mutat a TOC_{0-6} szerveszén-készlettel, amelyet Spearman $r=0,821$ ($p=0,05$) korrelációs együttható jellemez a D-i, és Spearman $r=0,857$ ($p=0,01$) a DNy-i szelvény sor esetében.



20. ábra. A Tokajban vizsgált talajok szervesszén-készletének változása a talaj legfelső 0-6 cm-es rétegében

A szervesszén-készlet változása 0-30 cm között

A TOC_{0-30} készletek mennyiségére átlagosan $6,764 \pm 2,901 \text{ kg m}^{-2}$ -nek adódott a D-i, és $3,479 \pm 1,938 \text{ kg m}^{-2}$ -nek a DNY-i szelvénytör talajban. Az D-i-szelvénytör TOC_{0-30} értékei csökkenő sorrendben a 142 éve ($11,003 \text{ kg m}^{-2}$), 101 éve ($8,926 \text{ kg C m}^{-2}$) 192 éve ($7,572 \text{ kg m}^{-2}$), 63 éve ($6,757 \text{ kg m}^{-2}$) és 39 éve ($3,953 \text{ kg m}^{-2}$) felhagyott talajokban volt mérhető (21. ábra). A legkésőbbi felhagyásban (14 év) mértük a legkisebb TOC_{0-30} készletet ($2,370 \text{ kg C m}^{-2}$), de ez az érték is meghaladja a jelenleg is szőlőtermesztéssel hasznosított referencia-talajszelvény TOC_{0-30} készletét ($1,657 \text{ kg m}^{-2}$).



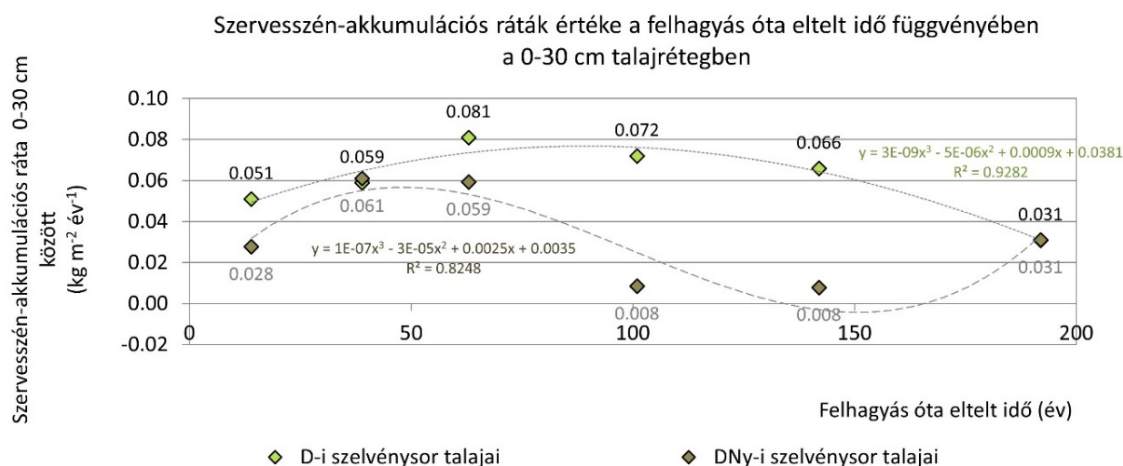
21. ábra. A Tokajban vizsgált talajok szervesszén-készletének változása a talaj legfelső 0-30 cm-es rétegében

A DNY-i szelvénytör talajon belül a legkorábbi felhagyás mutatta a legnagyobb szervesszén-felhalmozódást $7,611 \text{ kg m}^{-2}$ (193 év), ezt sorrendben a 63 éve felhagyott talaj TOC_{0-30} készlete $5,393 \text{ kg m}^{-2}$, majd a 39 éve felhagyott talaj TOC_{0-30} készlete követte ($4,034 \text{ kg m}^{-2}$). A legkésőbbi felhagyás (14 év) rendelkezett a legkisebb TOC_{0-30} készlettel ($2,045 \text{ kg m}^{-2}$), amely azonban így is meghaladta a jelenleg is művelt referencia-szőlőtalajok azonos vastagságú

talajrétegében mért szervesszén-készletének értékét ($1,657 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). A felhagyás óta eltelt idő és a TOC_{0-30} szervesszén-készlet kapcsolatát a Spearman $r=0,822$ ($p=0,01$) korrelációs együttható jellemzi a D-i, és Spearman $r=0,649$ ($p=0,05$) a DNy-i szelvénytörzsek esetében, amely mindkét esetben szignifikánsnak bizonyult.

5.2.2.2. Szervesszén-akkumulációs ráták

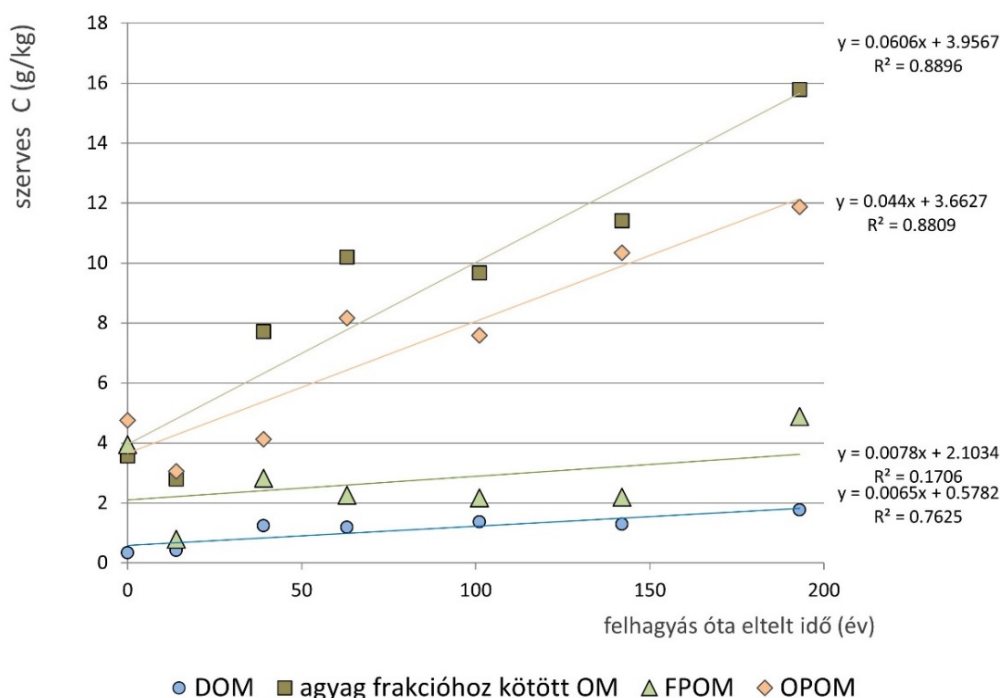
A referenciaként figyelembe vett, jelenleg is művelt szőlőtalaj szervesszén-készlet adatai és a különböző időben felhagyott talajokban talált szervesszén-készlet különbsége, valamint a felhagyás óta eltelt idő alapján a 0-30 cm-es talajrétegre kiszámolt szervesszén-akkumulációs ráták (r_{0-30}) értéke lényeges különbséget mutatott a két szelvénytörzsekben. Az $r_{0-30}=0,060 \pm 0,016 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ -nek adódott a D-i, míg csak $r_{0-30}=0,033 \pm 0,023 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ -nek a DNy-i szelvénytörzsekben. A kezdeti értékekhez képest ($r_{0-30}=0,051 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ a D-i, és $r_{0-30}=0,028 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ a DNy-i szelvénytörzsekben) a későbbi értékek növekednek, és a legnagyobb értéket a D-i szelvénytörzsekben a 63 éves felhagyásban ($r_{0-30}=0,081 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$), míg a DNy-i szelvénytörzsekben a 39 éves felhagyásban ($r_{0-30}=0,061 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$) érik el (22. ábra). Az ennél idősebb felhagyásokra számított r_{0-30} értéke fokozatosan csökken, és mindkét szelvénytörzsek esetében a 193 éves felhagyás esetében $r_{0-30}=0,031 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ -et ér el. A DNy-i szelvénytörzsek 101 és 142 éves felhagyott területén meglehetősen alacsony, $r_{0-30}=0,008 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{év}^{-1}$ érték adódott (22. ábra).



22. ábra. A Tokajban vizsgált talajok 0-30 cm-es rétegére számított szervesszén-akkumulációs rátájának különbségei a felhagyás óta eltelt idő függvényében

5.2.2.3. A szervesszén-készlet változásai frakciónként a regeneráció során

A vízzoldható szervesszén-tartalom a szervesszén-készlet viszonylag állandó arányú, de kis részét képviselte. Legmagasabb értékeket a legrégebben felhagyott területek talajából vett mintákban mértük, és mennyisége az idő előrehaladtával folyamatos, de nem szignifikáns növekedést mutat (23. ábra). Egyébként is csak nagyon kis mennyiségben járul hozzá a teljes szervesszén-készlethez, felhagyott talajban $0,38$ és $1,83 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ között változik, a jelenleg is művelt talajban kaptuk a legalacsonyabb értéket ($0,34 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$).



23. ábra. A szervesanyag- (OM) frakciók szénttartalmának változása a talajművelés felhagyásának kezdete óta eltelt idő függvényében tokaji szőlőparlagok feltalajában (0-6 cm) (DOM=vízoldható OM, FPOM=szabad, részecskeszerű OM, OPOM=aggregátumokba zárt OM)

Az idősebb felhagyott (>14 éve), regenerálódó talajokban – a felhagyás korától függetlenül – az agyagfrakció tartalmazta a legnagyobb szerveszén-mennyiséget. A jelenleg is művelt talajban és a 14 éves parlagokon viszont az OPOM, a jelenleg művelt talajban pedig még az FPOM frakciók szerveszén-tartalma is meghaladta az agyagfrakció szerveszén-tartalmát. Az agyag méretű részecskék után a második legnagyobb szénkészlet az OPOM-frakcióban található, amely az agyagfrakció szénttartalmához hasonlóan igen jó korrelációt mutatott a felhagyás óta eltelt idővel.

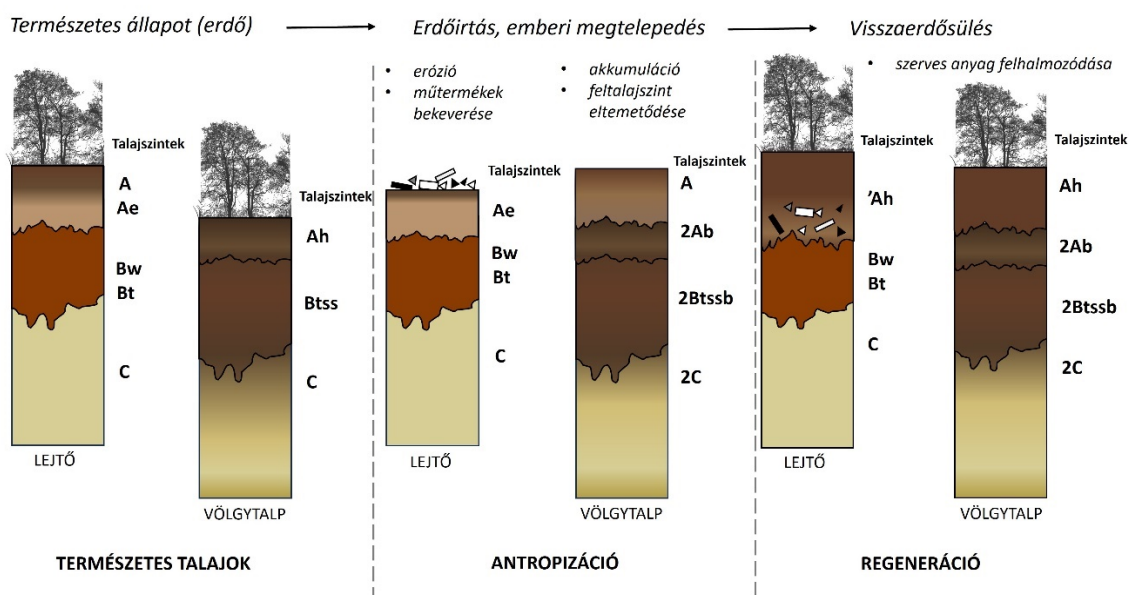
A könnyű frakciók (OPOM és FPOM) legnagyobb arányban a jelenleg is művelt területen alkotják a talaj szerveszén-készletét: 52,5%. Felhagyott talajokban a könnyű frakciók részesedése a teljes szerveszén-tartalomhoz lényegesen kisebb volt, átlagosan 26,3% a déli szelvény sorban és 11,8% a délnyugati szelvény sorban. A nehéz frakcióban, az agyaghoz kötött OM-ban tárolt szerveszén részesedése ennek megfelelően legalacsonyabb (47,5%) a jelenleg is művelt talajban volt, míg a felhagyott talajoknál jóval nagyobb arányú: a déli szelvény sorban 73,3%-a, a délnyugatiiban 88,2%-a a teljes szerveszén-készletnek.

Az OPOM- és agyagfrakciók szerveszén-tartalma szignifikánsan nőtt a felhagyás óta eltelt idővel mind a déli, mind a délnyugati szelvény sorokban. Az agyagfrakció széntartalma mutatta a leggyorsabb növekedést és a legszorosabb kapcsolatot a regenerálódás időtartamával (Spearman-féle $r=0,889$; $p<0,01$), amelyet az OPOM-frakció széntartalma esetében is hasonlóan magas és szoros kapcsolat jellemzett (Spearman- $r=0,880$; $p<0,05$). Az FPOM és a DOM frakciók szénttartalmában nem találtunk összefüggést a regenerálódás időtartamával (23. ábra).

5.2.3 Síkfőkút

A mintaterületen vizsgált talajszelvények két nagy csoportba oszthatók: három-három talajszelvényen a talaj erdőirtást, korábbi művelt, illetve beépített állapotát követő talajregeneráció folyamata a lejtő középső, illetve alsó szakaszán ment végbe. A két típusra jellemző antropizációs és regenerációs folyamatokat a 24. ábra mutatja be. A lejtő középső szakaszán feltárt talajszelvények változatosabbak voltak: előfordult köztük erodált talaj, egykori településnyomok műtermékeit és tömörödött, szerves anyagokban feldúsult rétegét megőrző akkumulációs talajszelvény, illetve kolluviális felhalmozódási szinttel rendelkező talajszelvény is. A lejtőalji pozícióban feltárt szelvényeket egyöntetűen az akkumuláció jellemezte, de itt is találhattunk különböző mélységben megőrzött műtermékeket, illetve a kolluviális rétegek gyors felhalmozódása által eltemetett feltalajszintet. A kolluviális rétegek vastagsága nagy változatosságot mutatott, de a jelenlegi viszonyok mellett a folyamat feltehetően nem túlságosan aktív, amiről a felső néhány cm-es talajrétegeknek az erősebben humuszos, a kolluviális talajokhoz képest nagyobb szerveszén-tartalma árulkodik.

ANTROPIZÁCIÓ ÉS KÉSŐBBI REGENERÁCIÓ FOLYAMATA SÍKFŐKÚTI TALAJOKBAN



24. ábra. A Síkfőkúton vizsgált talajok antropizációs, és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak sematikus összefoglalása

5.2.3.1. A szerveszén-készlet változása

A regenerálódási folyamatok során a talajok felső 0-30 cm-es rétegére számított szerveszén-tartalom értékét, illetve annak változásait a 9. táblázat mutatja be. A talaj szerveszén-készlet értékei csak kicsivel bizonyultak kisebbnek a lejtő középső szakaszán $6.791 \pm 3.081 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, mint a lejtő alji helyzetben lévő szelvények esetében $6.551 \pm 1.417 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. A regenerálódás során történt szerveszéntartalom-változás értékét a fenti értékek és a jelenleg is művelt referencia-talajszelvény értékeinek különbségéből számítottuk. A regenerálódáshoz rendelkezésre álló időt az egyes szelvényekben található műtermékek kora alapján számított legutóbbi bolygatási kor alapján, illetve az eltemetett szelvények felett felhalmozódott kolluviális üledék esetében az eltemetett talaj széntartalmának radiokarbon kora alapján adtuk

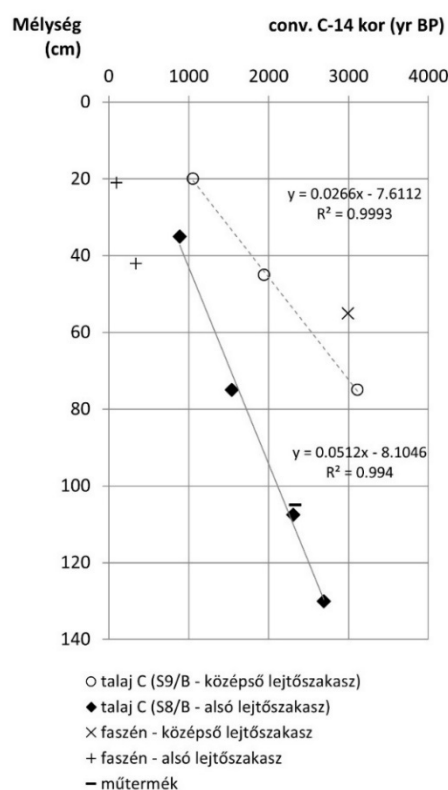
meg. A fentiek alapján számított változások alapján kiszámított szervesszén-akkumulációs ráta (r) értékeit a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat. A Síkfőkúton vizsgált talajszelvények 0-30 cm-es rétegére számított szervesszén-készletek ($SOC_{0-30\text{ cm}}$), a készletek változásai ($\Delta SOC_{0-30\text{ cm}}$) és a szervesszén-akkumulációs ráták (r) különbségei a lejtőn elfoglalt pozíció függvényében

Talajszelvények típusa	$SOC_{0-30\text{ cm}}$	$\Delta SOC_{0-30\text{ cm}}$	t	r
	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	év	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$
Regenerálódó, lejtő középső szakasz	$6,791\pm 3,081$	$5,816\pm 3,081$	3200	$0,0018\pm 0,0009$
Regenerálódó, lejtő alsó szakasz	$7,526\pm 1,417$	$6,551\pm 1,417$	800	$0,0081\pm 0,0017$
Megművelt szőlő, lejtő középszakasz	$0,975\pm 0,088$			

5.2.3.2. A szervesszén-tartalom kor–talajmélység modellje

A talaj szénmegkötő képessége alapján, beleértve a primerprodukcióból származó és a szervesszén-tartalom kolluviális folyamatok általi újraelosztásából származó felhalmozódást is, a völgytalpi helyzetben eltemetett korábbi feltalaj eltemetődési ütemének ismerete alapján kiszámítottuk a szervesszén-tartalom kora és a talajmélység közötti összefüggést minden talajrétegre. Az általunk alkalmazott egyszerű módszer az adott rétegben a teljes talaj széntartalmából meghatározott radiokarbon kor és a minta talajfelszíntől számított távolságának (cm) hányadosán alapult. Ez a hányados hasonlít a kifinomultabb kor–mélység modellekhez (Simonneau et al. 2013; Gierga et al. 2016), amelyek a SOC mérhető korának növekedését fejezik ki a talajmélység cm-enkénti növekedésével (25. ábra).



25. ábra. A lejtő középszakaszán, illetve alsó szakaszán lévő talajszelvények szervesszén-tartalmának kor–mélység modelljei a síkfőkúti mintaterületen

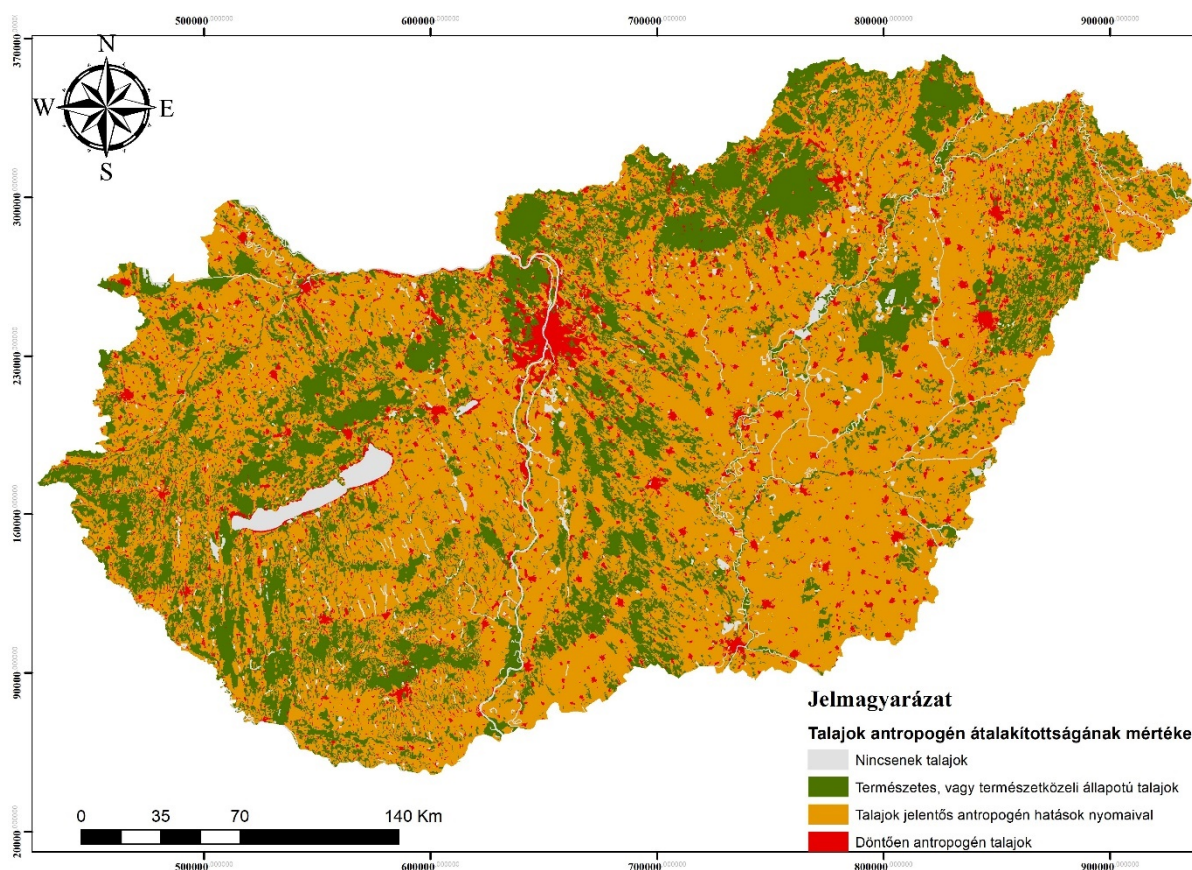
Az általunk vizsgált szelvénytörzsek esetében ennek a hányadosnak a mértéke lényegesen eltért a lejtő középső szakaszán vizsgált, váltakozóan eróziós-kolluviális lejtőszakaszon, és a völgytalpi helyzetben lévő, kolluviális szelvénytörzsekben. A középső lejtőszakasz és a völgytalpi szelvénytörzsek összehasonlításával azt találtuk, hogy a talaj széntartalmának átlagos radiokarbon kora a mélységgel a lejtőn átlagosan $48,0 (\pm 6,5)$ év·cm⁻¹-rel, a lejtő alján pedig átlagosan $22,0 (\pm 2,2)$ év·cm⁻¹ értékkel növekszik.

Várakozásaink szerint a középső lejtőszakasz talajszelvényeiben a széntartalom radiokarbon kora a mélységgel gyorsabban növekszik, mint a völgytalpi szelvényben, a középső lejtőszakaszon megfigyelhető kisebb oldalirányú fluxus és korlátozott akkumuláció következtében. Feltételezhető, hogy a területhasználati változások okozta erdőirtási és újraerdősülési időszakok változása miatt a szénakkumuláció és szénvesztesség epizodikus változása volt jellemző a vizsgált időszakban. A lejtő középsőszakaszán lévő szelvénytörzsekben a váltakozóan eróziós-kolluviális szelvényekben tapasztalt nagyobb szórás is azt jelzi, hogy a szervesszén-tartalom újraelosztási folyamatai nagyobb változékonyságot mutatnak az időben, mint a kolluviális talajszelvények esetében. A mélyebb talajszintekben talált szervesszén-készletek hirtelen megnövekvő ¹⁴C-os kora azt sugallja, hogy a szerves anyag eltérő összetétele (primer produkcióból származó, illetve talajanyag áthalmozásából származó) eltérő mértékben járulhat hozzá a szervesszén-tartalom növekedéséhez (Ellerbrock et al. 2016; Premrov et al. 2017) a lejtő helyzetétől függően. A talajszintek vertikális átkeveredését kiváltó bioturbációs folyamatok a SOC-kor modellek eredményeit is lényegesen befolyásolhatják, különösen, ha azok eltérő intenzitása a lejtő közép- és alsó szakaszán lényegesen eltér. A vizsgálati területre vonatkozóan nincs információ ezeknek a folyamatnak a relevanciájáról, de az mindenképpen kevésbé intenzív, mint gyepnövényzetű, vastag mollic talajszintekkel rendelkező talajokban.

A kolluviális rétegek vastagsága és történelmi kiváltó okai hasonlóan bizonyultak más közép-európai lelőhelyekéhez (Reiß et al. 2009; Dreibrodt et al. 2010; Dreibrodt et al. 2013), de ez a tanulmány hasznos volt a mintaterületet érintő tájváltozások időpontjának, és az általuk kiváltott talajanyag- és szervesszén-áthalmozási folyamatainak rekonstrukciójában.

5.3. A talajantropizáció mértékének becslése Magyarországon felszínborítási adatok alapján

A módszertanban részletezett módon elkészítettük az ország területének talajtermészetességét, illetve ellenkező megközelítésben: a talajok antropizációjának mértékét bemutató térképét. Elsőként a 2012-es CLC100 felszínborítási adatok alapján jellemeztük a négy kategória megoszlását (Incze és Novák, 2018). Ekkor Magyarország területének 2,06%-át (1918 km²) olyan felszínborítási kategóriák jellemezték, ahol egyáltalán nincs talaj, 6,00%-ot (5581 km²) tettek ki a döntően antropogén talajokkal (*Technosol*, *Anthrosol*) jellemezhető felszínborításba tartozó területek. Azon területek aránya, ahol a természetes talajokat a WRB-osztályozás szintjén is kifejezhető antropogén hatások érték, 65,91% (61312 km²) volt. Itt az antropizáció mértéke nem érte el azt a diagnosztikai szintet, hogy WRB alapján valamelyik antropogén referenciacsoportba kerüljenek, legfeljebb a talaj referenciacsoportjához olyan minősítők alkalmazása vált szükségessé, amelyek antropogén sajátosságokat fejeznek ki. A felszínborítási kategóriák alapján várhatóan döntően természetes vagy természetközeli talajok jellemezték az ország területének 26,03%-át (24217 km²). A fenti kategóriák jellemzését és területi eloszlásának különbségeit a 2012-es adatok alapján egy korábbi publikációnkban (Incze és Novák, 2018) mutattuk be.



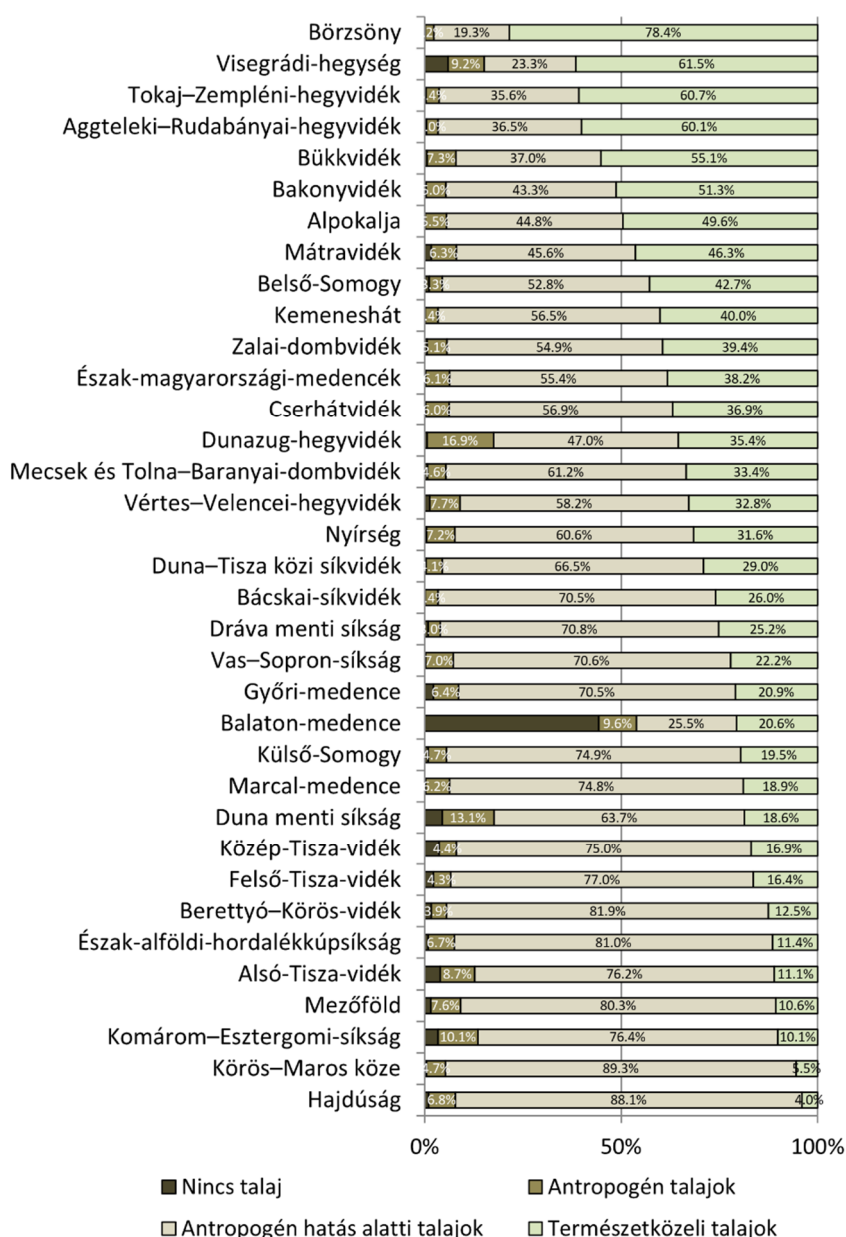
26. ábra. Talajok antropogén átalakíthatóságának CLC100 (2018) felszínborítási osztályok alapján várható mértéke Magyarországon

A kategóriák megoszlása és térbeli mintázata kis mértékben változott a 2018-as adatok alkalmazásával (26. ábra) (Novák et al. 2019). A 2018-as CLC100 felszínborítási adatok alapján Magyarország területének 2,01%-át (1865,4 km²) olyan felszínborítási kategóriák jellemzik, ahol egyáltalán nincs talaj, 6,34%-ot (5890,6 km²) tesznek ki a döntően antropogén

talajokkal jellemezhető felszínborításba tartozó területek. Azon területek aránya, ahol a természetes talajokat a WRB-osztályozás szintjén is kifejezhető antropogén hatások érték 64,88% (60286,7 km²). A felszínborítási kategóriák alapján várhatóan döntően természetes vagy természetközeli talajokkal rendelkező területek aránya 26,78% (24884,4 km²). A négy kategória 2018-as felszínborítási adatok alapján szerkesztett térképét mutatja be a [26. ábra](#).

5.3.1. Az antropizáció mértékének táji különbségei

A négy talajantropizációs kategória elterjedésének földrajzi különbségeit középtájakra bontva is megvizsgáltuk, a középtájakra lebontott területi arányokat a [27. ábrán](#) látható diagram mutatja be.

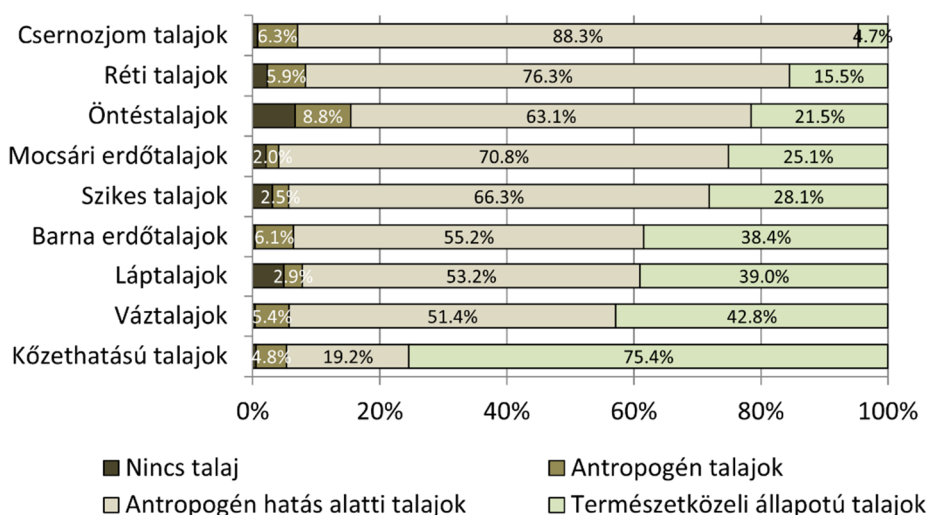


27. ábra. Talajok antropizációjának középtájankénti különbségei Magyarországon 2018

Az antropogén talajok legnagyobb arányban a Dunazug-hegyvidéken (16,9%), a Duna menti síkságon (13,1%) és a Komárom–Esztergomi-síkságon (10,1%), míg a legkisebb arányban az Aggtelek–Rudabányai-hegyvidéken (3,0%), a Dráva menti síkságon (3,0%) és a Börzsönyben (2,2%) fordulnak elő. Az antropogén hatásokkal erőteljesen érintett, de nem antropogén referenciacsoportba tartozó talajok aránya a Hajdúságban (88,1%), a Körös–Maros-közén (89,3%), és a Berettyó–Körös-vidéken (81,9%) a legnagyobb, míg a Börzsönyben (19,3%), a Visegrádi-hegységben (23,3%) illetve a Tokaj–Zempléni-hegyvidéken (35,6%) a legkisebb. Az utóbbi három középtájban találjuk ugyanakkor legnagyobb arányban a természetes, vagy természetközeli állapotú talajokat is (sorrendben: 78,4%; 61,5%; 60,7%). Természetes állapotú talajok legkisebb arányban a Hajdúságon (4,0%), a Körös–Maros-közén (5,5%) és a Komárom–Esztergomi-síkságon (10,1%) fordulnak elő.

5.3.2. A genetikus talajtani főtípusok antropizációs érintettségének különbségei

A természeti erőforrásokkal való gazdálkodás szempontjából fontosnak tartottuk megvizsgálni, hogy az antropizáció milyen mértékben érinti az ország jellemző talajtani főtípusait, mivel ezek eltérő mértékű mezőgazdasági, illetve egyéb potenciállal rendelkeznek. Főtípusok szerinti megoszlás (28. ábra) alapján arányait tekintve legnagyobb részesedéssel az öntéstalajokon fordulnak elő antropogén talajok (8,8%), amelyet a csernozjomok (6,3%) és a barna erdőtalajok (6,1%) követnek. Eredményeink alapján ez azt jelzi, hogy itt valójában már egyáltalán nem ezeknek a főtípusoknak megfeleltethető WRB-referenciacsoportokat, hanem a megadott területi részesedésben antropogén talajokat (*Technosol*, *Anthrosol*) találunk. Antropogén talajok legkisebb arányban a mocsári erdőtalajokból (2,0%) és a szikes talajokból (2,5%) foglalnak el területet. A referenciacsoport szerint nem antropogén, de jelentős antropogén bélyegeket viselő talajok legnagyobb arányban csernozjomok (88,3%) és réti talajok (76,3%) között találhatók. Természetes állapotú talajok legnagyobb arányban a közethatású (75,4%) és a váztalajokból (42,8%), legkisebb arányban a csernozjomokból (4,7%) maradtak meg.



28. ábra. Talajok antropogén átalakítottságának (2018) megoszlása a genetikai főtípusok AGROTOPO adatbázisban ábrázolt területére (Pásztor et al. 2018 alapján) vetítve Magyarországon

5.4. A talajok antropizációjának változásai Magyarországon 1990–2018 között a felszínborítási adatok alapján

A CORINE-adatbázis (CLC100) alapján az ország területének 1990–2000 között 4,4%-át érintette bármilyen felszínborítás-változás, amely összesen mintegy 4091,5 km²-re terjedt ki. Ez az arány a következő évtizedben ugyan csökkent, 2000 és 2006 között 2,8% (2635,0 km²), majd 2006–2012 között 2,9% (2751,4 km²), 2012–2018 között pedig 1,8% (1702,7 km²), de még így is jelentősnek nevezhető. Az összes felszínborítás-változás térbeli kiterjedése tehát 1990–2000 között volt a legnagyobb, majd ehhez képest lényegesen csökkent a 2000–2006 és 2006–2012 közötti időszakban, de mindkét időszakban közel azonos mértékű marad, majd tovább csökkent a 2012 és 2018 közötti időszakban (*10. táblázat*).

5.4.1 A talajok antropizációját megváltoztató felszínborítás-változások

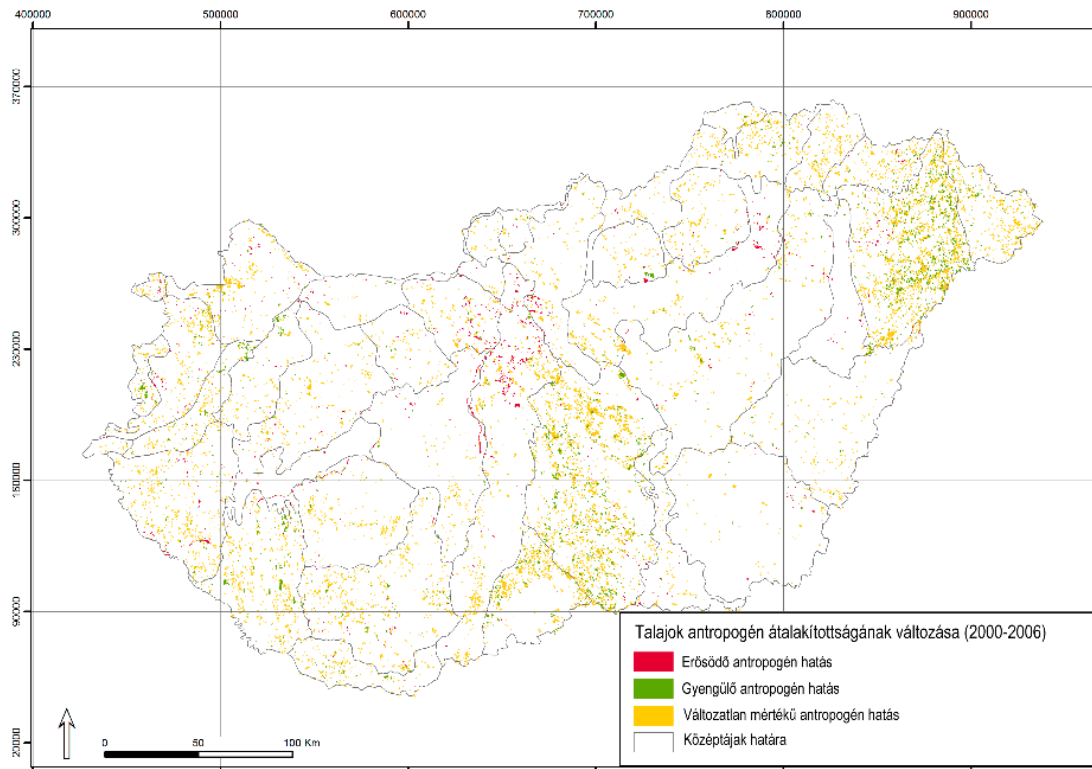
A felszínborítás-változások a vizsgált négy időszak között, tájanként, illetve a változások típusát tekintve is lényegesen különböznek. A változásokat a módszertani fejezetben bemutatott módon a talajok antropizációs folyamataira nézve semleges, erősödő és gyengülő változásokra bontva, a négy, CORINE-adatbázis által szabott időszakra (1990–2000; 2000–006; 2006–2012; 2012–2018) elkülönítve, a változási poligonok pontos elhelyezkedése, illetve a változások közép- és kistájankénti aránya szerint is megvizsgáltuk.

10. táblázat. A felszínborítás-változások által érintett területek megoszlása a talajok antropizációs folyamataira gyakorolt hatás szerinti típusonként a négy vizsgált időszakban Magyarországon

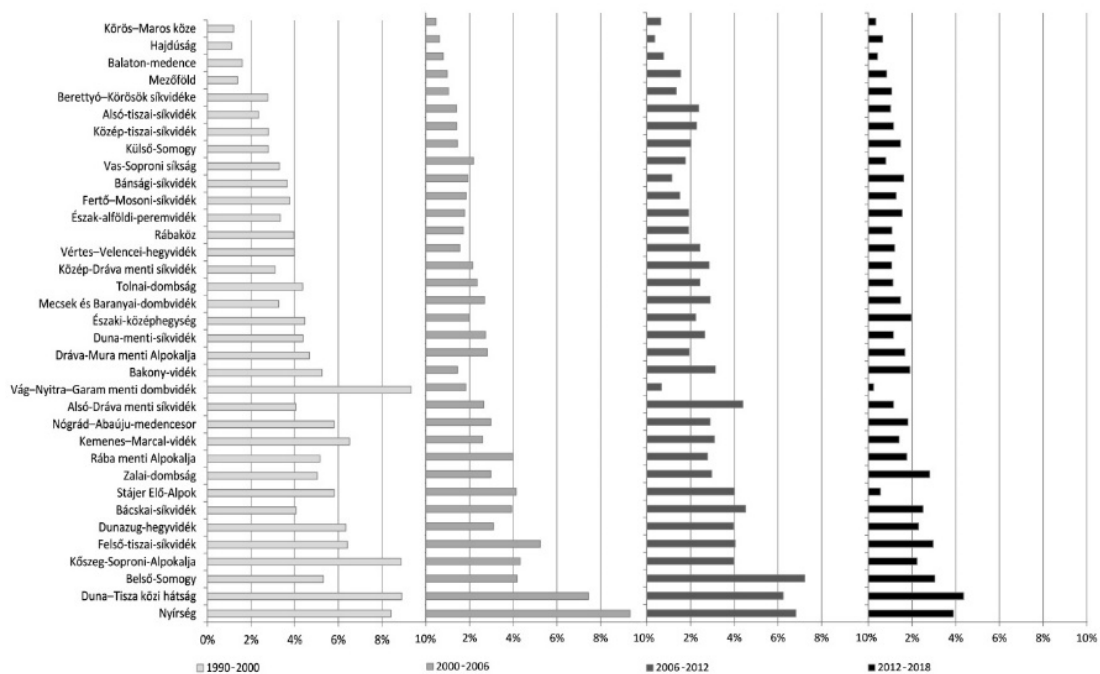
Felszínborítás-változás jellege	Felszínborítás-változások területe (km²)			
Időszak	1990-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018
Antropogén hatás szempontjából semleges	3520,4	1969,5	2072,2	1470,1
Csökkenő antropogén hatás	394,7	481,4	549,3	106,7
Erősödő antropogén hatás	176,2	184,1	129,9	125,9
Összes felszínborítás-változás	4091,3	2635,0	2751,3	1702,7

A megváltozott felszínborítási poligonokat az antropizáció tekintetében semleges, erősödő és gyengülő antropizáció szerint elkülönítve, továbbá négy vizsgálati időszakra bontva térképesen is ábrázoltuk (*29. ábra*). Országos szinten mind a négy vizsgált időszakban azok a felszínborítás-változások voltak jelentős többségben, amelyek nem okoztak változást az antropogén hatás erősségében, azaz azonos talajtermészetesség-kategórián belül maradtak (*30. ábra*), így az antropizáció tekintetében semlegesnek nevezhetők.

A hazai középtájak területéhez viszonyított felszínborítás-változások mértéke alapján vannak középtájak, amelyekre mindhárom időszakban rendkívül kismértékű változás volt jellemző. A vizsgált időszakok mindegyikében 0,34-1,54% körüli, vagy annál kisebb változás volt tapasztalható a Körös–Maros-köze, a Hajdúság és a Mezőföld esetében (*29. ábra*). Az első időszakot leszámítva hasonlóan alacsony felszínborítás-változási arányok jellemzik a Balaton-medencét, a Berettyó, és a Körösök síkvidékét is. Ezek a középtájak a felszínborítás-változás szempontjából konzervatív, kevésbé dinamikusán változó tájaknak tekinthetők (*30. ábra*). Ezzel szemben néhány középtáj esetében a változások aránya mindhárom időszakban meghaladta a 3%-ot. Ezek közé tartoznak a Nyírség, a Duna–Tisza közti hátság és a Belső-Somogy.



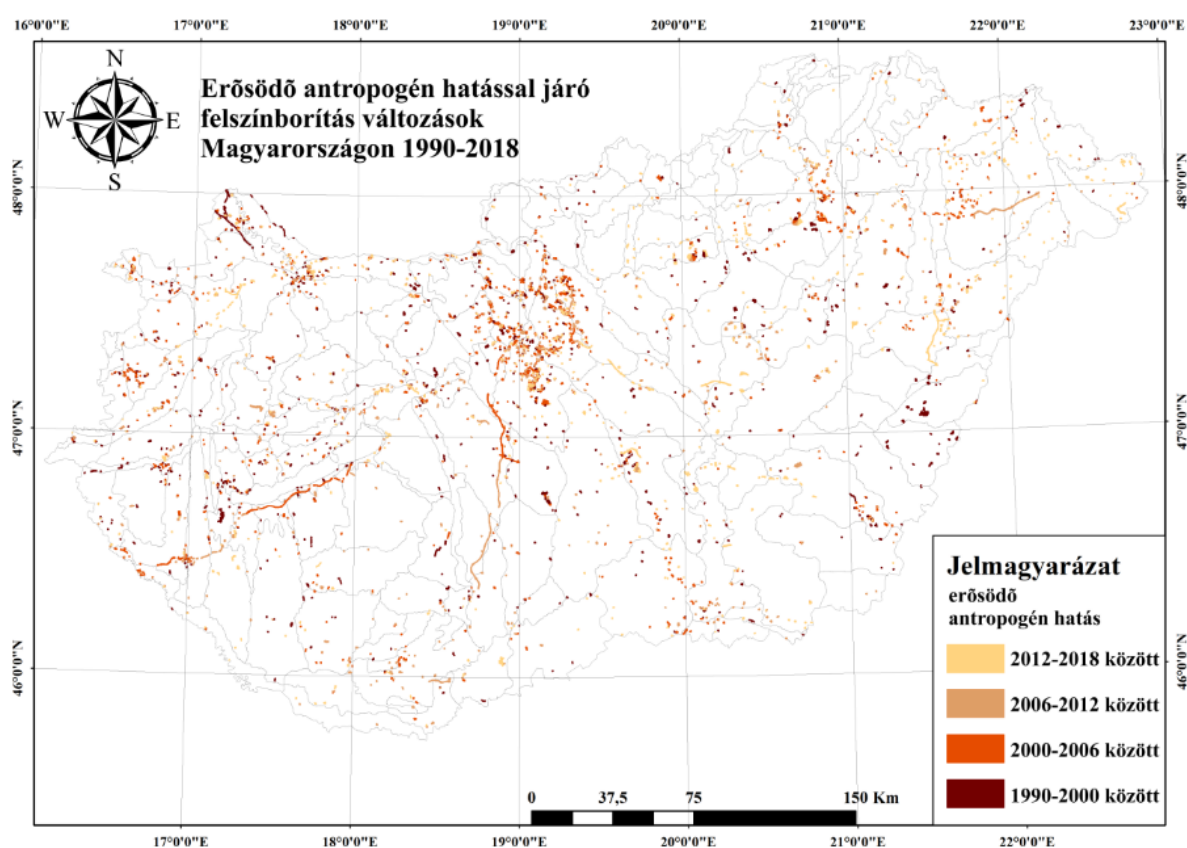
29. ábra. A felszínborítás megváltozását jelző poligonok a tájváltozás jellege (erősödő, gyengülő vagy változatlan mértékű antropizáció) alapján 2000–2006 között. A felszínborítás megváltozása az esetek többségében (sárga kitöltés) nem járt az antropogén hatás erősségének lényeges megváltozásával



30. ábra Az összes felszínborítás-változás területi aránya a hazai középtájakon, a középtájak területének %-ában a négy vizsgált időszakban

A térképi ábrázolás alapján (29. ábra) határozottan elkülönültek olyan területek, ahol minden időszakban jellemző volt az antropizáció erősödése (fővárosi agglomeráció, autópályák nyomvonala, Tiszaújváros, Győr, Nyíregyháza, Debrecen iparosodó körzetei), illetve más területek, ahol inkább a gyengülő antropizációval járó felszínborítás-változások voltak jellemzőek (Nyírség, Délnyugat-Dunántúl, Kiskunság, Cserehát).

A talajok antropizációját befolyásoló változások közül az erősödő antropogén hatással járó felszínborítás-változások az első két időszakban voltak a legkiterjedtebbek országos szinten, ekkor 176,2 (1990–2000 között) és 184,1 km²-t (2000–2006 között) érintettek. A legkisebb mértékű változás (106,7 km²) 2012–2018 között volt detektálható. A teljes négy időszak alatt összesen 616,1 km²-et érintett erősödő antropogén hatás, amely az ország területének 0,7%-át teszi ki (31. ábra). Gyengülő antropogén hatást az ország teljes területén a négy vizsgált időszak közül 2006–2012 között találtunk legnagyobb kiterjedésben (549,3 km²) és 2012–2018 között volt a legkevesebb (106,7 km²) ilyen jellegű változás. A teljes 1990–2018 közötti időszakban ez 1532,1 km²-et jelentett, amely az ország területének 1,6%-át teszi ki (32. ábra).



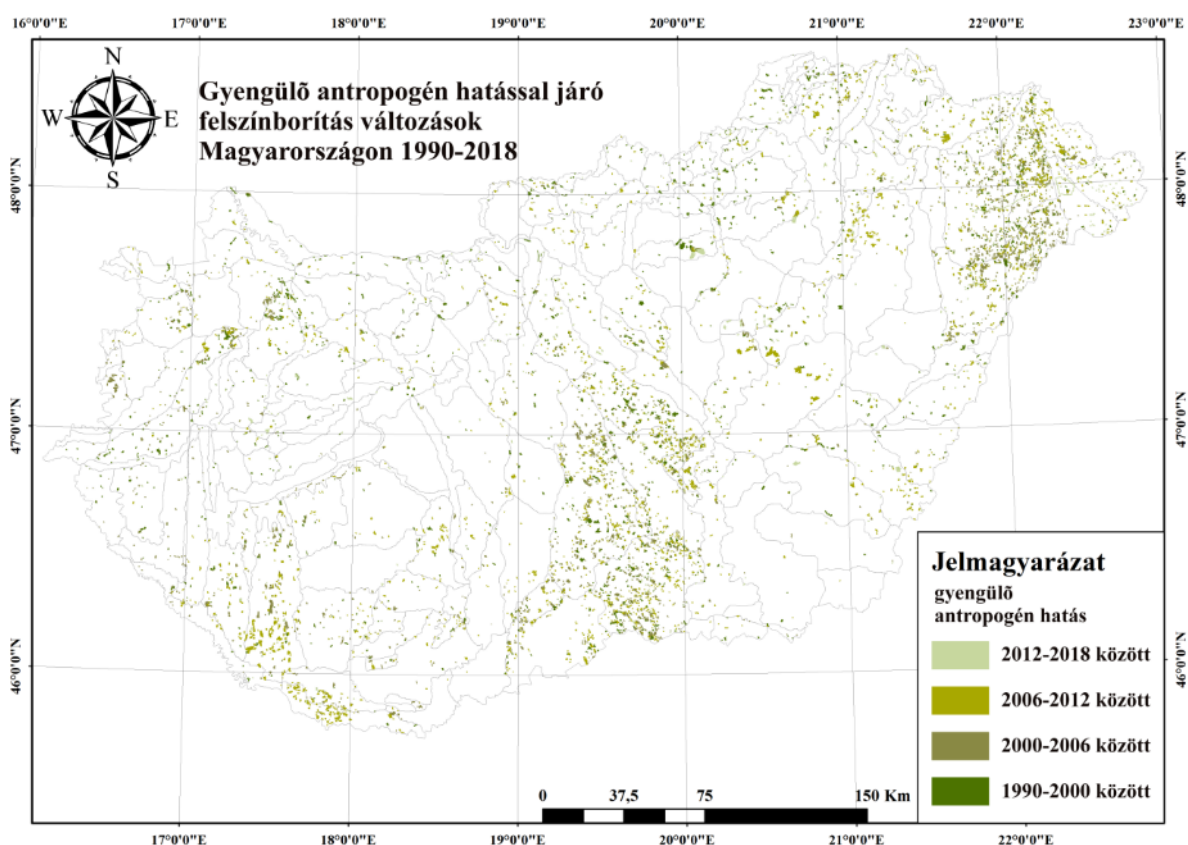
31. ábra. Az erősödő antropogén hatással járó felszínborítás-változások térbeli eloszlása Magyarországon 1990–2018 között 4 vizsgált időszakban

Az egyes időszakokat külön vizsgálva, a gyengülő antropizációval járó felszínborítás-változások 1990-től 2012-ig meghaladták az erősödő antropizációval járó változások mértékét, majd 2012 és 2018 között ezek kiterjedését megelőzték az erősödő antropogén hatást okozó felszínborítás-változások. Figyelemre méltó és Európában kevésbé jellemző, hogy a csökkenő antropogén hatással érintett terület kiterjedése az első három vizsgált időszakban messze meghaladja az erősödő antropogén hatást okozó felszínborítás változások területét. Ez az arány csak az utolsó, 2012–2018 közötti időszakban változik meg. A térbeli elkülönülés szemléletesebb ábrázolása céljából az erősödő, illetve gyengülő antropogén

hatással érintett területeket külön térképen ábrázoltuk (31-32. ábra), eltérő színárnyalatokkal megjelenítve a négy vizsgált időszak változásait.

Az erősödő antropizációval járó változások jellemzően (31. ábra) a fővárosi agglomeráció és a nagyobb városok (Győr, Miskolc, Debrecen) körül, valamint a főbb közlekedési vonalak, autópályák mentén csoportosulnak. Emellett a Balaton térsége is kiemelkedő. Ezekben a térségekben a természetes talajok egyre nagyobb arányban kerülnek lefedésre, leburkolásra, feltöltésre, antropogén átalakítottságuk mértéke, és az antropogén átalakítottsággal érintett terület kiterjedése is növekszik. Szinte egyáltalán nem, vagy alig találunk ilyen jellegű változást jelző poligonokat az infrastruktúra hiányos, aprófalvas, előregedő térségekben (Cserehát, Dráva mente, Dél-Békés).

A csökkenő antropizációval járó változások (32. ábra) számos esetben szinte az első térkép komplementer területein jelentkeznek. A Nyírség, a Duna-Tisza köze számos területén, az Északi-középhegység tájain, valamint Somogyban és a Dráva mentén találjuk legnagyobb számban ezeket a területeket. A térképen jelölt területeken a korábban erősebb antropogén használatot (szántás, művelés stb.) extenzívebb használat vagy felhagyás váltotta fel, amelynek következtében a korábban kialakult antropogén bélyegek (szántott réteg, áthalmozott törmelék stb.) humuszanyagokban gazdagodhatnak, szerkezetük, vízgazdálkodásuk javul, és egyfajta természetesebb talajfejlődési folyamat irányába mozdulhatnak el.



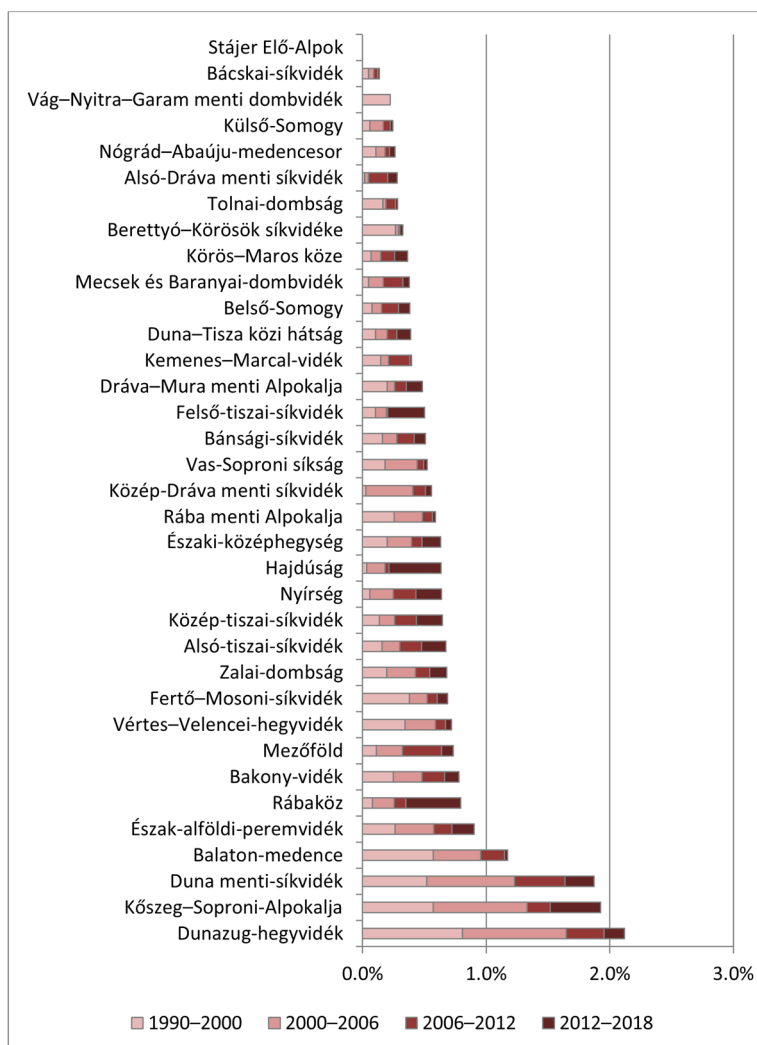
32. ábra. A gyengülő antropogén hatással járó felszínborítás-változások térbeli eloszlása Magyarországon 1990–2018 között 4 vizsgált időszakban

A megváltozott antropogén hatáserősséget eredményező felszínborítás-változások között három időszakban a gyengülő antropogén hatást kiváltó konverziók területe bizonyult nagyobbak, még hozzá az első vizsgált időszakhoz képest folyamatosan növekvő arányban,

leszámítva az utolsó időszakot (2012–2018), amikor az erősödő antropogén hatás kiterjedése volt nagyobb. Ez az eredmény rámutat arra, hogy nem csupán az egyre nagyobb területeken érvényesülő, erősödő antropogén hatással (beépítés, leburkolás) kell számolnunk, hanem a felhagyás és a területhasználat extenzifikációja következtében a talajok regenerációja (szénmegkötés, szerkezet javulása stb.) is egyre nagyobb területeken jellemző folyamat.

5.4.1.1. A talajok antropizációját befolyásoló felszínborítás-változások középtájanként

A felszínborítás-változások mértékét a négy vizsgált időszakra összegezve, illetve időszakonként szétbontva elsőként középtájanként vizsgáltuk, és diagramokon ábráztuk (33-34. ábra). A tájak között lényeges különbségek vannak abban a tekintetben, hogy a bekövetkezett tájváltozások elsősorban a gyengülő vagy az erősödő antropogén hatások irányába mutatnak.

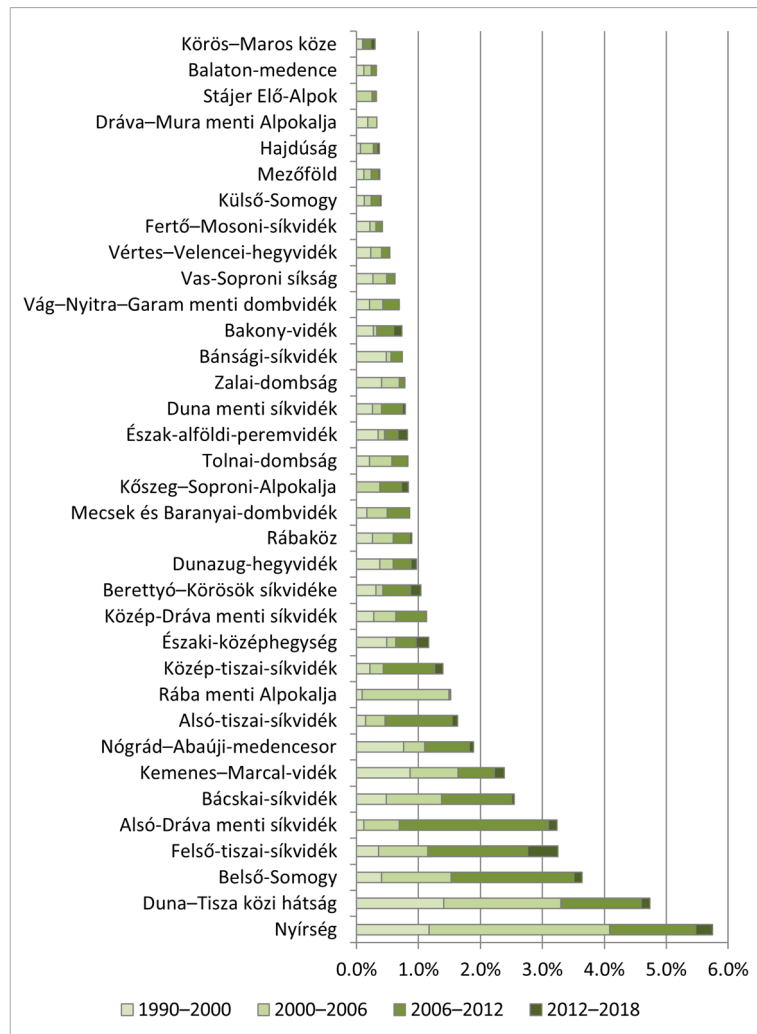


33. ábra. Erősödő antropogén hatással járó felszínborítás-változások területi aránya középtájanként, a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban

A négy időszakra összegzett erősödő antropogén hatást mutató tájváltozások terén középtájak közül és a Dunazug-hegyvidék (2,1%), a Kőszeg–Soproni-Alpokalja (1,9%) és a Duna menti síkvidék (1,9%) állnak első helyen, ugyanakkor középtájaink közül a Stájer Elő-

Alpokban egyáltalán nem történt erősödő antropogén hatást jelentő változás, és annak mértéke a Bácskai-síkvidék területén is szinte elhanyagolható (0,1%) (33. ábra).

Gyengülő antropogén hatást mutató tájváltozások középtájak szintjén a teljes 1990–2018-as időszak adatai alapján a Nyírség (5,8%), a Duna–Tisza közti hátság (4,7%), a Belső-Somogy (3,6%) és a Felső-tiszai-síkvidék (3,3%) emelhetők ki. Legkisebb értékeket pedig a Körös–Maros köze (0,3%), a Balaton-medence (0,3%) és a Stájer Elő-Alpok (0,3%) esetében kaptuk (34. ábra).



34. ábra. Csökkenő antropogén hatással járó felszínborítás-változások területi aránya középtájanként, a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban

A legtöbb középtáj esetén a legnagyobb mértékű felszínborítás-változás 1990–2000 között következett be, és a rákövetkező három vizsgált időszakban kisebb mértékű volt, de például a Belső-Somogy és az Alsó-Dráva menti síkvidék esetében éppen a 2006–2012 közötti időszak felszínborítás-változásai voltak a legjelentősebbek.

A teljes vizsgált időszakra (1990–2018) vonatkozóan az országos átlag feletti arányban következett be gyengülő antropogén hatást eredményező tájváltozás a Duna-Tisza közti síkvidéken, a Bácskai-síkvidéken, a Nyírségben és a Kemenesháton. A három időszak átlagos értékeit tekintve gyengülő antropogén hatást jelentő tájváltozások jellemzik még a fenti tájakon

túl a Felső-Tisza-vidéket, Belső-Somogy és a Dráva menti síkság területét. Ezzel szemben mindhárom időszakban az országos átlagot meghaladó volt az erősödő antropogén hatást eredményező tájváltozások aránya a Duna menti síkságon, az Észak-alföldi-hordalékkúp-síkságon, a Komárom–Esztergomi-síkságon és a Dunazug-hegyvidéken, a három időszak átlaga alapján pedig szintén az erősödő antropogén átalakítottságot eredményező felszínborítás-konverziók domináltak a Mezőföldön, a Visegrádi-hegységben, és a Balaton-medence területén.

A gyengülő antropogén hatásként értékelt felszínborítás-változások kiterjedése, illetve középtájkénti aránya átlagosan a 2006–2012-es időszakban volt a legmagasabb, amikor a középtájak területének átlagosan 0,5%-án volt észlelhető ilyen jellegű változás (11. táblázat), maximális értéke azonban 2,4%-ot tett ki. Erősödő antropogén hatással járó felszínborítás-változások középtáji átlagban az első két vizsgált időszakban voltak a legnagyobbak, és ekkor átlagosan a középtájak területének 0,19%-át érintették.

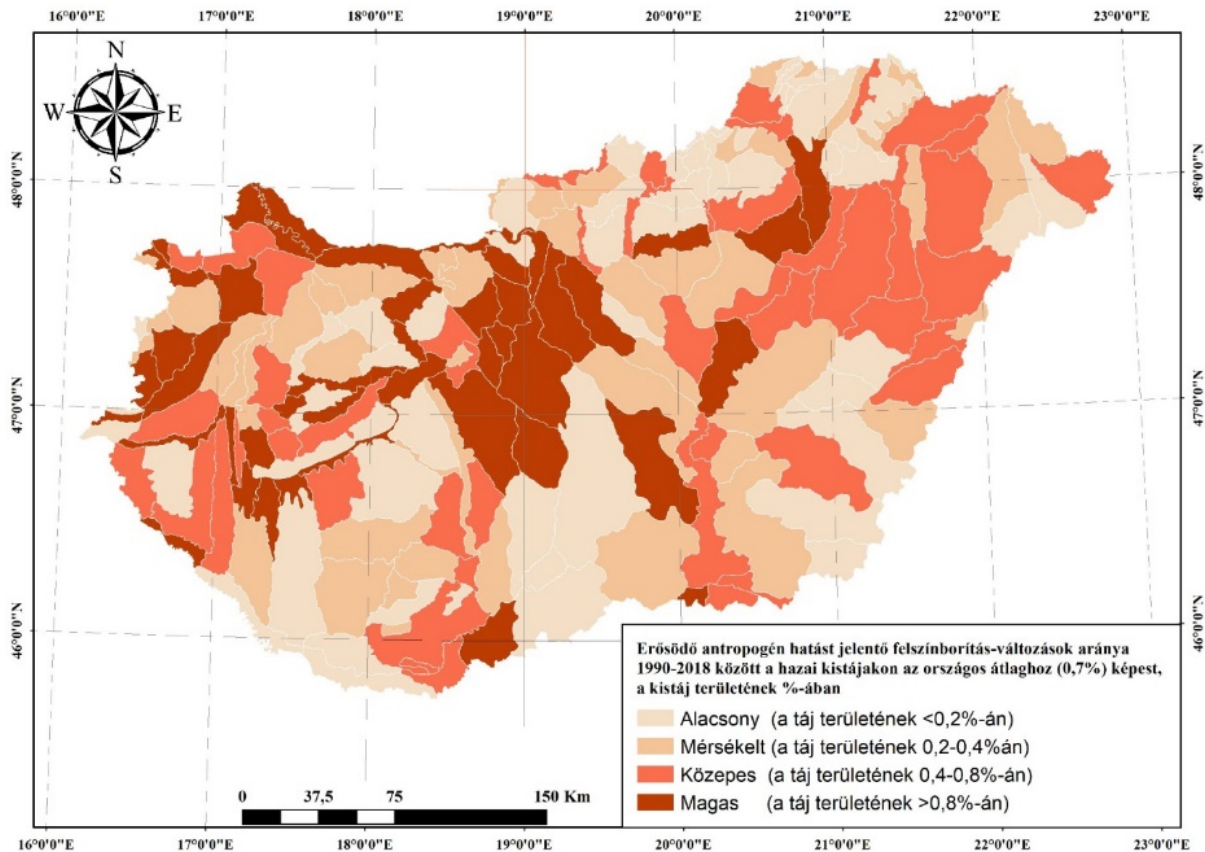
11. táblázat. A gyengülő és erősödő antropogén hatást jelző felszínborítás-változások középtájkénti területének átlag- és maximum értéke km²-ben, illetve a középtáj területének %-ában az egyes vizsgált időszakokban, illetve összesítve az 1990–2018-as időszakra

Felszínborítás-változás jellege	Középtájkénti		Időszak				
			1990-2000	2000-2006	2006-2012	2012-2018	1990-2018
Erősödő antropogén hatást jelző változások	területe (km ²)	átlag	4,9	5,1	3,6	3,5	17,6
		max.	30,7	42,0	24,2	16,4	110,8
	aránya (%)	átlag	0,19%	0,19%	0,12%	0,12%	0,64%
		max.	0,81%	0,84%	0,41%	0,44%	2,12%
	területe (km ²)	átlag	11,0	13,4	15,3	3,0	43,8
		max.	98,5	132,3	90,9	17,3	331,2
Gyengülő antropogén hatást jelző változások	aránya (%)	átlag	0,32%	0,44%	0,50%	0,08%	1,38%
		max.	1,41%	2,91%	2,41%	0,49%	5,75%

5.4.1.2. A talajok antropizációját befolyásoló felszínborítás-változások kistájanként

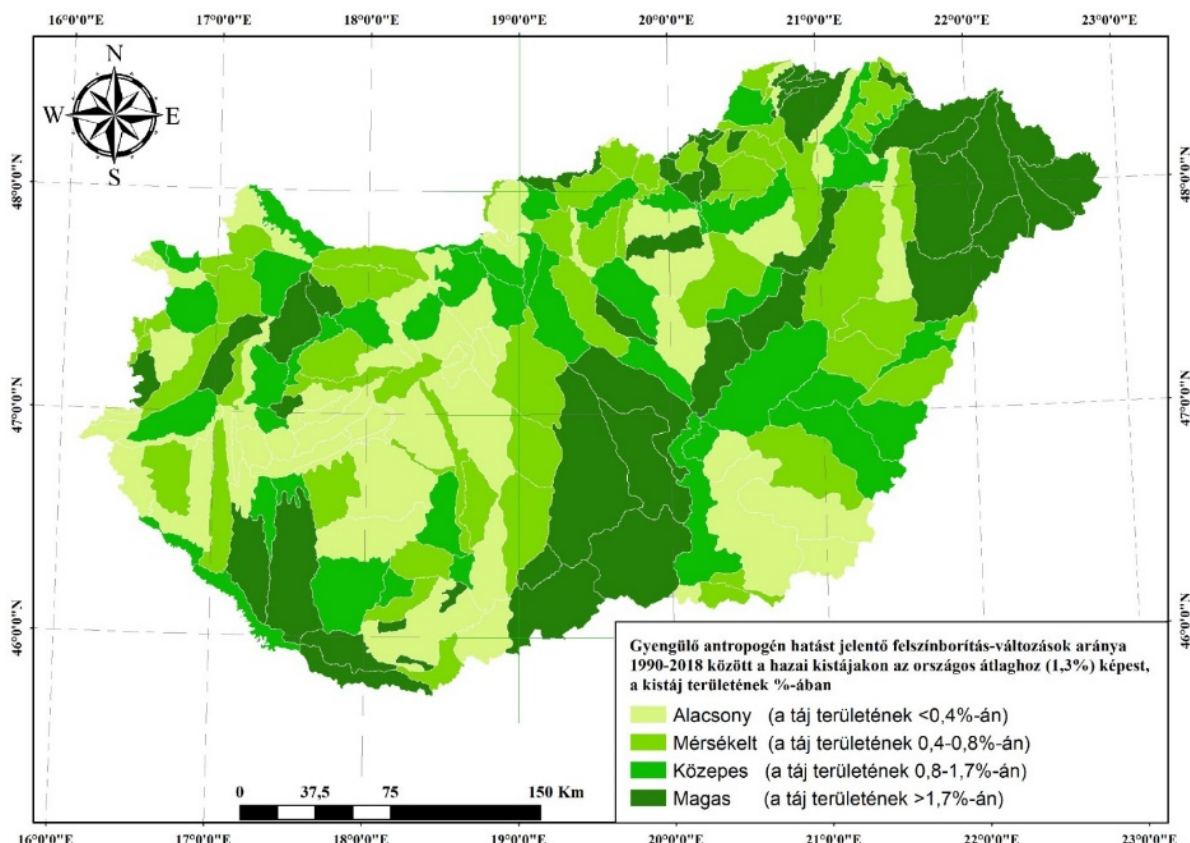
A változások kistájankénti megoszlását térképesen (35-36. ábra) szemléltettem. A térképes ábrázolásnál az adott kistájra jellemző változások országos átlaghoz képest magas, közepes, mérsékelt vagy alacsony arányát eltérő színintenzitással jelenítettem meg aszerint, hogy az adott táj a változások térbeli aránya alapján az összes hazai tájak között melyik kvartilisbe tartozik.

Erősödő antropogén hatással járó tájváltozások kistájankénti területi arányát a 35. ábra mutatja be. Kistajak szintjén legerősebben a Soproni-medence (5,9%) és a Budai-hegység (5,2%) területén jelentkezett. Az élmezőnyben van még a Pesti-sík (4,5%), Mátraalja (4,1%), Csepeli-sík (3,6%), Komárom–Esztergomi-sík (3,3%). Ugyanakkor tizenkettő azon kistajak száma, ahol ilyen jellegű változás egyáltalán nem volt kimutatható 1990–2018 között, ezek pedig: a Németújvári-dombság, a Kőszegi-hegység, a Soproni-hegység, a Pétervásárai-medence, a Tokaji (Kopasz)-hegy, a Vajdavár-vidék, a Losonci-medence, a Gömöri-Erdőhát, a Szendrői-rögvidék, a Rudabányai-hegység, a Rakacai-völgy-medence és a Szalonnai-karszt.



35. ábra. Erősödő antropogén hatást jelentő felszínborítás-változások aránya 1990–2018 között a hazai kistájakon az országos átlaghoz (0,7) képest, a kistáj területének %-ában

Csökkenő antropogén hatás tekintetében a 1990–2018-as időszakot összesítve a 196 kistáj közül első két helyen a Bátorligeti-Nyírség (10,0%) és Nyírbátor–Kisvárdai-Nyírség (9,1%) áll, amelyeknél a csökkenő antropogén hatás mértéke az időszakra összegezve 10 %, vagy ahhoz közelít. Emiatt középtájszinten, a teljes Nyírség területére vetítve is a táj területének 5,7%-án jellemző a gyengülő antropogén hatás. Kistájak szintjén 5% felet van a gyengülő antropogén hatás területi aránya a Mátraalján (7,0%), a Szabadka–Majsai-homokháton (6,0%), a Beregi-Tisza-háton (5,7%), a Pilis–Alpári-homokháton (5,6%), a Pécsi-medencében (5,3%), a Baranya–Eszéki-Dráva-síkon (5,3%), az Illancs (5,2%) és az Alsó-Kemeneshát (5,0%) területén. A csökkenő antropizáció kistájankénti eltéréseit a 36. ábra szemlélteti. Kistájak közül a Balaton, a Velencei-hegység, a Velencei-tómedence és a Soproni-hegység területén nem volt a vizsgált időszakban egyáltalán ilyen jellegű (gyengülő antropogén hatást mutató) felszínborítás-változás.



36. ábra. Gyengülő antropogén hatást jelentő felszínborítás-változások aránya 1990–2018 között a hazai kistájakon az országos átlaghoz (1,3%) képest, a kistáj területének %-ában

5.4.1.3. A talajok antropizációját befolyásoló felszínborítás-változások az érintett felszínborítási osztályok gyakorisága szerint

Az antropizáció mértéke alapján képzett csoportok egymáshoz viszonyított aránya csak kismértékben változott 1990 és 2018 között. Azok a felszínborítási osztályok jellemzőek a legnagyobb kiterjedésű területeken, amelyekben a talajok antropogén jellemzői (talajszintek zavarása, talajszerkezet módosulása, ill. mesterséges vagy áthalmazott anyagok előfordulása) felismerhetők, de maga a talaj alapvetően természetes talajképződési folyamatok terméke. 1990-ben az ország területének 68,3%-át fedték le, arányuk 3,2%-kal 64,9%-ra csökkent 2018-ra (12. táblázat).

Azok a felszínborítási osztályok, amelyek teljesen az antropogén módon áthalmazott vagy ipari eredetű anyagokon létrejött antropogén talajokhoz kapcsolódnak, 1990-ben 5,5%-ot foglaltak el az ország területéből, részesedésük pedig 2018-ig 0,8%-kal, 6,3%-ra nőtt. A talajfejlődés és a talajok színtezettsége szempontjából főképp a természetes talajképző tényezők (a vegetáció, a domborzat és az éghajlat változásai) által meghatározott felszínborítási osztályok összesített aránya 24,3% volt 1990-ben, és 2018-ra 2,5%-kal, 26,8%-ra nőtt. Ezek a változások azt jelzik, hogy a mérsékeltan antropizált talajok aránya csökken, és mindkét szélsőség: a talajok erősödő és gyengülő antropizációja is egyre nagyobb területet érint. Mindenesetre az erősödő antropizáció a felszín kisebb összterületű részét érintette 1990 és 2018 között, mint a gyengülő antropizációt mutató változások.

Összesítettük az erősödő és csökkenő antropizációval járó felszínborítás-változások területét, és a változáspolygonok darabszámát a négy vizsgálati periódusra elkülönítve (12. táblázat). Általánosan jellemző, hogy az erősödő antropizációval érintett felszínborítás-

változások területe mind a négy vizsgált időszakban kisebb, míg az ilyen típusú változásokat jelentő poligonok darabszáma nagyobb volt, mint a csökkenő mértékű antropizációt képviselő tájfoltoké. Ebben a típusban a foltok átlagos területe 0,24 km² (2012–2018) és 0,29 km² (2000–2006) között változott. A csökkenő antropizációt mutató felszínborítás-változási poligonok ugyanakkor kisebb számban fordultak elő, de az összterületük és a foltok átlagos területe mind a négy vizsgált időszakban nagyobb volt. Az ebbe a típusba tartozó tájfoltok átlagos területe 0,45 km² (2012–2018) és 1,34 km² (2006–2012) között változott.

A változáspolygonokat a változást megelőző, illetve azt követő felszínborítási osztály alapján összterületük és darabszámuk alapján is rangsoroltuk. Az így nyert rangsor alapján a [12. táblázat](#) adatai mellett feltüntettük az öt leggyakoribb változástípus területét és változáspolygonjaik darabszámát is. Ebből egyrészt láthatóvá vált, hogy mely felszínborítási osztályokat érintették legnagyobb mértékben az erősödő, illetve a gyengülő antropizációval járó változások, másrészt képet kaphattunk az erősödő, illetve gyengülő antropizációval járó változások diverzitásáról a kiindulási és a változást követő felszínborítási osztályok szerint. A vizsgált négy időszak összes felszínborítás-változásainak, és azon belül felszínborítási osztályok szerint az öt leggyakoribb típusba tartozó változások adatait a [12. táblázat](#) tartalmazza a változások területe (km²) és az érintett poligonok száma (db) szerint.

12. táblázat. A csökkenő és az erősödő antropizációval járó felszínborítás-változások és azon belül az öt leggyakoribb változástípusba tartozó változások a négy vizsgált időszakban Magyarországon a változáspolygonok összterülete (km²) és darabszáma (db) szerint

Időszak	Felszínborítás-változások							
	csökkenő antropizációval				erősödő antropizációval			
	összesen		ebből az öt leggyakoribb típus együtt		összesen		ebből az öt leggyakoribb típus együtt	
	terület (km ²)	tájfolt (db)	terület (km ²)	tájfolt (db)	terület (km ²)	tájfolt (db)	terület (km ²)	tájfolt (db)
1990–2000	401,1	593	316,0	355	185,9	677	76,0	171
2000–2006	483,7	447	437,7	267	189,6	651	115,9	239
2006–2012	532,7	398	493,1	264	136,4	570	67,5	190
2012–2018	107,4	238	83,3	151	131,2	551	62,3	201

A kezdeti és a változást követő felszínborítási osztályok tekintetében az erősödő antropizációval járó változások mutattak nagyobb változatosságot. Ezek között az öt leggyakoribb osztályt érintő változások az összes változásnak 41% (1990–2000) – 61%-át (2000–2006) tették ki területük alapján, és 25% (1990–2006) – 37%-át (2000–2006) a változáspolygonok darabszáma szerint. A gyengülő antropizációt eredményező változások ezzel szemben kevésbé diverzek, hiszen az öt leggyakoribb típusban koncentrálnak a változások 77% (2012–2018) – 93%-a (2006–2012) a változással érintett terület, illetve 63% (2012–2018) – 66%-a (2006–2012) a változáspolygonok darabszáma alapján.

A teljes vizsgált időszakra (1990–2018) összesítve az antropizáció mértékének megváltozásával járó változások esetében érdemesnek tartottuk megvizsgálni, hogy melyek azok a felszínborítás-változások, amelyek a leggyakoribbak voltak, a kezdeti, illetve a változást követő felszínborítási osztály típusa szerint. A leggyakoribb felszínborítási osztály-változásokat az érintett terület kiterjedésével és a poligonok darabszámával a [13. táblázat](#) tartalmazza. Az összesített adatok azt mutatják, hogy 1990 és 2018 közötti teljes időszakban a csökkenő mértékű antropizációval járó felszínborítás-változásokat képviselő poligonok száma ugyan

kisebb, mint azoké, amelyekben az antropizáció mértéke növekedett (1676 és 2449 db), de az összterületük jóval nagyobb (1524,9 km² és 643,0 km²).

Az erősödő antropizációval járó változások legtöbb esetben nem öntözött szántó felszínborítást érintettek, és építkezési munkahelyekké, nyersanyag-kitermeléssé, út- és vasúthálózatokká és ahhoz csatlakozó területekké alakultak át. Azaz a legtöbb építési, infrastruktúra-fejlesztési terület ebben az időszakban is a korábbi szántóföldi területek helyén létesült. Ez a tény egyrészt kedvezőnek értékelhető az alapján, hogy nem természetközeli területek kerültek beépítésre, ugyanakkor sajnálatos, hogy ilyen mértékben még továbbra is a legfőbb természeti erőforrásunknak számító termőföldek területén létesültek új beruházások, és nem a már korábban beépített területeken. Magyarázatra szorul az a tény, hogy a szárazföldi mocsarak területén létrejött állóvizeket szintén ebbe a kategóriába soroltuk. Ilyen esetekhez többnyire a korábbi vizeslőhelyek helyén létesített víztározók tartoznak. A tározó létesítése során felduzzasztott víztömeg alatt a korábbi talajtakaró lényegében megszűnik talajként funkcionálni, és a WRB definíciója (IUSS WG WRB 2006) szerint sem minősül talajnak, tehát lényegében megsemmisül, amelyet szintén az erősödő antropizáció velejárójának tekinthetünk.

13. táblázat. A talajok antropizációjának megváltozásával járó leggyakoribb felszínborítás-változások típusai az érintett terület kiterjedése (km²) és a változás-polygonok száma (db) szerint 1990 és 2018 között

Talajtermészetes-ségi osztály		CORINE felszínborítási osztály			Összterület (km ²)	Polygonok száma (db)
Változás előtt	Változás után	Változás kódja	Változás előtt	Változás után		
Felszínborítás-változások erősödő antropizációval 1990–2018 között					643,0	2449
2	3	211-133	Nem öntözött szántóföldek	Építési munkahelyek	89,8	186
		211-131		Nyersanyag-kitermelés	63,6	143
		211-121		Ipari kereskedelmi területek vagy	49,0	187
2	0	211-512	Nem öntözött szántóföldek	Állóvizek	41,1	96
1	2	321-211	Természetközeli gyepek	Nem öntözött szántóföldek	31,5	65
2	3	231-133	Intenzív legelők és erősen degradált gyepterületek	Építési munkahelyek	20,2	75
1	0	411-512	Szárazföldi mocsarak	Állóvizek	15,0	31
2	3	211-122	Nem szárazföldi mocsarak öntözött szántóföldek	Út-vasúthálózatok és csatlakozó területek	11,6	18
Felszínborítás-változások csökkenő antropizációval 1990–2018 között					1524,9	1676
2	1	211-324	Nem öntözött szántóföldek	Átmeneti erdős-cserjés területek	874,5	450
		231-324	Intenzív legelők és erősen degradált gyepterületek		269,2	357
		211-311	Nem öntözött szántóföldek	Lomblevelű erdők	96,9	81
		243-324	Elsődlegesen mezőgazdasági területek, jelentős természetes formációkkal	Átmeneti erdős-cserjés területek	23,3	54
		221-324	Szőlők		21,7	16
		242-324	Komplex művelési szerkezet		12,2	25
		213-324	Rizsföldek		8,3	2

		222-324	Gyümölcsösök, bogyósok		7,9	23
0	2	131-231	Nyersanyag-kitermelés	Intenzív legelők és erősen degradált gyepterületek	6,4	17
0	3	131-132	Nyersanyag-kitermelés	Lerakóhelyek (meddőhányók)	5,8	2
3	2	132-231	Lerakóhelyek (meddőhányók)	Intenzív legelők és erősen degradált gyepterületek	3,8	10

Csökkenő antropizációval járó felszínborítás-változások során a legnagyobb arányban nem öntözött szántók, nyersanyag-kitermelési helyszínek, és komplex művelési szerkezettel borított felszínek alakultak át átmeneti erdős-cserjés területekké, lomblevelű erdőkké (13. táblázat). Ez a felszínborítás-változás természetesen nem jelenti azt, hogy a talajban az antropogén bélyegek hirtelen eltűntek volna, de az ilyen jellegű változások csökkenő talajbolygatással és kevésbé intenzív talajhasználattal járnak, így hosszútávon lehetőséget nyújtanak a talajok regenerációjára az arra vonatkozó fejezetben bemutatott módon.

5.5. Forrópontok a talajok antropizációs folyamataiban

Az elemzéshez felhasznált 93 000 1×1 km-es rácscelláinak túlnyomó többségében nem találtunk olyan felszínborítás-változási poligont, amely az antropizáció mértékének megváltozásával is együtt járna. Ahol azonban előfordultak, ott gyakran egy rácscellán belül több is jelen volt. A megváltozott antropizációval járó felszínborítás-változási poligonok térben sűrűsödő előfordulásai a változó (erősödő vagy gyengülő) antropizáció forrópontjainak tekinthetők. Forrópontnak azokat a cellákat tekintettük, amelyekben az antropizáció változása tekintetében az adott típusra (erősödő vagy gyengülő) és időszakra (1990–2000; 2000–2006; 2006–2012; 2012–2018) kiszámított felső kvartilis értékénél több felszínborítás-változási poligon volt megtalálható. Többszörös forrópontnak tekintett cellák azok voltak, amelyek nem csak egy időszakban bizonyultak forrópontnak a fenti módszer szerinti lehatárolás alapján.

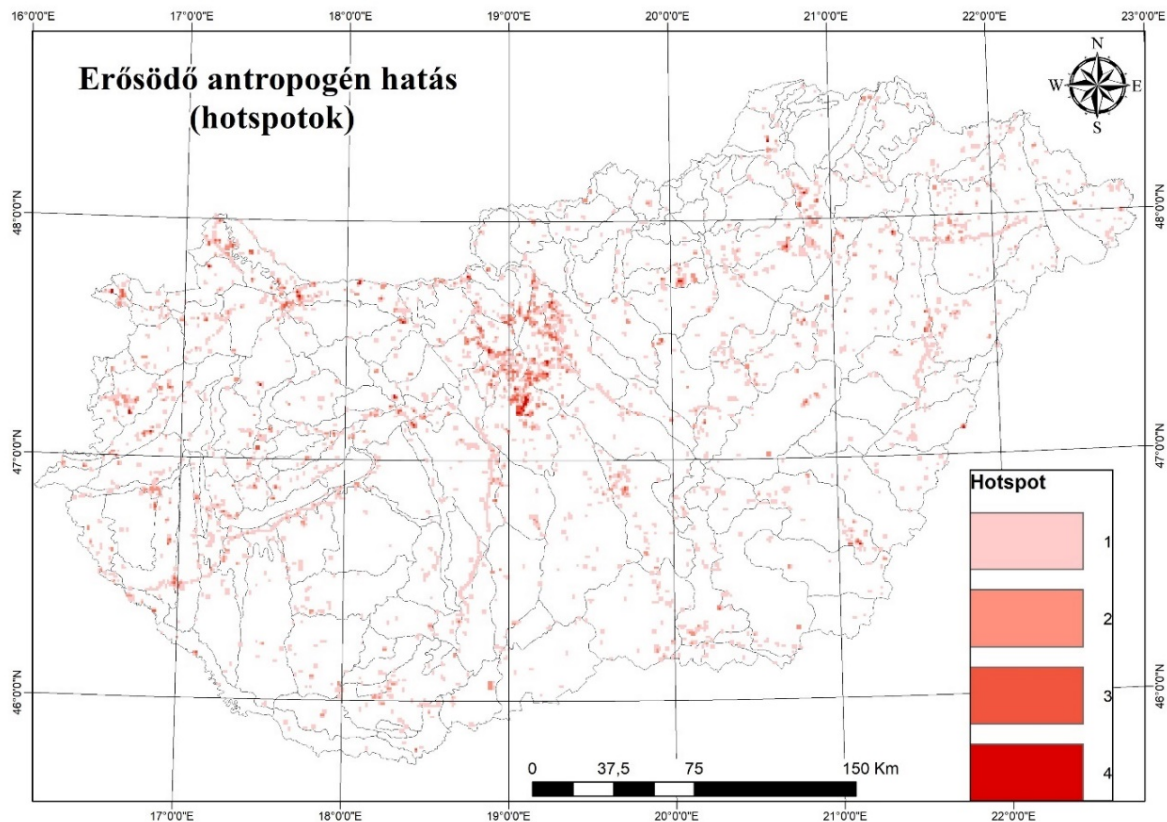
5.5.1. Az erősödő antropizáció forrópontjai

Az erősödő antropizációval együtt járó felszínborítás-változási poligonok cellánkénti számának felső kvartilise a négy vizsgált időszakban rendre: 1, 2, 2, 1 volt az 1990–2000; 2000–2006; 2006–2012; 2012–2018 időszakokban. Azaz minden olyan cella, amelyben ennél nagyobb számban fordultak elő erősödő antropizációt jelző felszínborítás-változások, forrópontnak számított.

Ennek alapján a vizsgált négy időszak alatt 677, 651, 570 és 551 forrópontot azonosítottunk erősödő antropogén hatás tekintetében. A teljes 1990 és 2018 közötti időszakban összesen 2449-et. Legnagyobb számban a Pesti-síkon (67), a Csepeli-síkon (64) és a Nagykállói-Nyírségen (60) fordultak elő.

Az erősödő antropizációval járó felszínborítás-változások forrópontjainak térbeli eloszlását a 37. ábra mutatja. Számos forrópont nemcsak egy vizsgált időszakban bizonyult forrópontnak, hanem több időszakban is. Az erősödő antropizáció tekintetében 1012 cellában a felszínborítás-változási poligonok száma két periódusban is meghaladta a forrópontok alsó határának tekintett, felső kvartilis értékében megállapított küszöbértékét. Ezek kétszeres forrópontok, amelyeket a 37. ábra intenzívebb színekkel szemléltet. Háromszoros forrópontot 223 rácsban, négyszeres forrópontot 45-ben találtunk. Ezeket a többszörös hotspotokat sötétebb színintenzitással mutatjuk be a 37. ábrán. A térképen a három- vagy négyszeres forrópontoknak több aggregációja is azonosítható. A legtöbb Budapest vonzáskörzetében található: Kiskunlacháza, Bugyi, Délegyháza közelében. Ezenkívül Győr és Bükkábrány körül is

többszörös forrópontok sűrűsödése figyelhető meg. Az itt azonosítható felszínborítás-változások az öt leggyakoribb erősödő antropizációt kiváltó felszínborítás-változás-típusba tartoznak (13. táblázat).



37. ábra. Az erősödő antropizáció forrópontjai és többszörös forrópontjai Magyarországon a felszínborítás-változások alapján 1990–2018 között

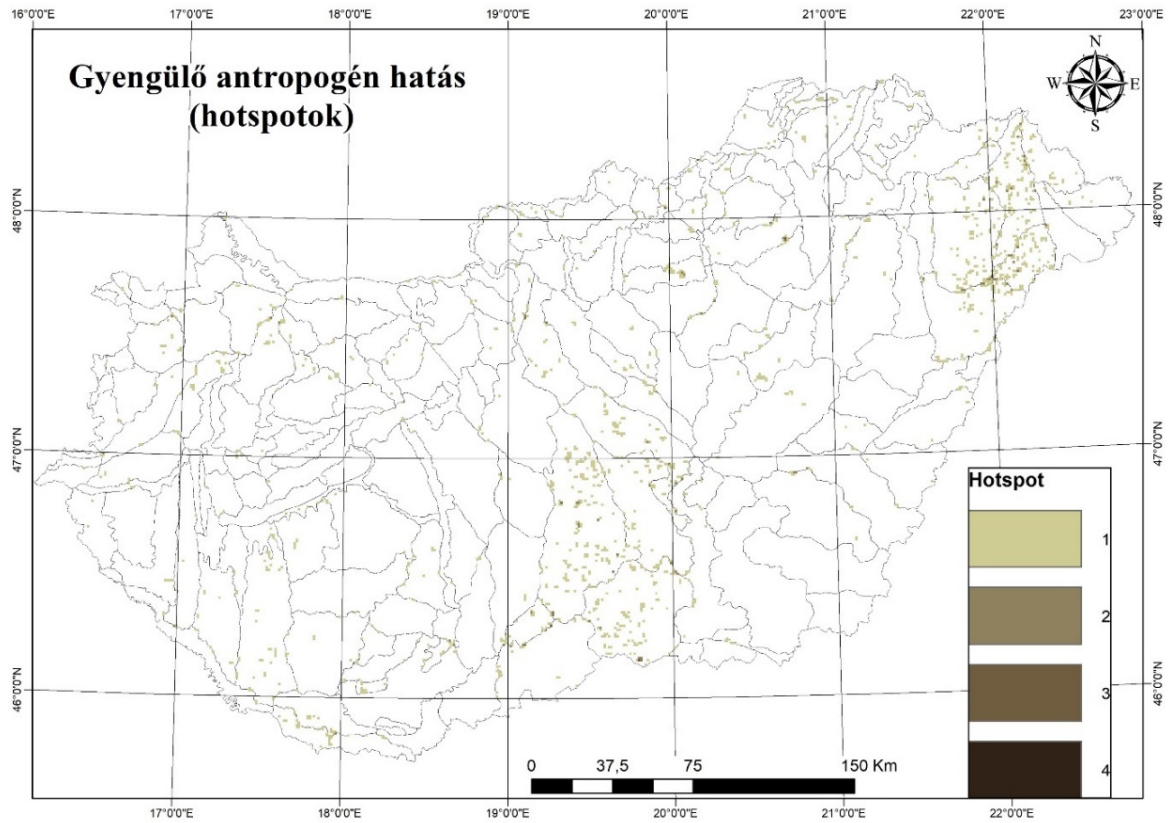
5.5.2. A gyengülő antropizáció forrópontjai

A csökkenő mértékű antropizációval járó felszínborítás-változási poligonok 1×1 grid cellánkénti számának felső kvartilise mind a négy vizsgált időszakban (1990-2000; 2000-2006; 2006-2012; 2012-2018) 1 volt. Ez azt jelenti, hogy minden időszakban forrópontnak minősültek azok a grid cellák, amelyekben >1 , gyengülő antropogén hatással járó felszínborítás-változás-poligon fordult elő. Ezek száma a négy időszakban a fenti sorrendben 593, 447, 401 és 238 volt.

Gyengülő antropizációval járó felszínborítás-változások tekintetében összesen 1679 cella minősült forrópontnak az 1990 és 2018 közötti négy vizsgálati időszak bármelyikében. Legnagyobb számban a Kiskunsági-homokháton (38), a Szabadka–Majsai-homokháton (37) és a Nagykállói-Nyírségen (36) fordulnak elő.

A 38. ábra a csökkenő antropizáció forrópontjainak elhelyezkedését mutatja. Mivel itt is előfordult, hogy egy-egy cella nem csak egy, hanem akár négy különböző időszakban is forrópontnak bizonyult, azaz minden vizsgált időszakban >1 csökkenő antropizációt mutató felszínborítás-változási poligont tartalmazott, itt ezeket tekintettük többszörös ($2\times$, $3\times$, $4\times$) forrópontnak. Az egyszeres forrópontok száma a négy időszakot összegezve 2379 volt, kétszeres forrópontnak minősült 135 rácscella, háromszoros forrópontnak 15, négyszeres forrópontot pedig nem találtunk a gyengülő antropizáció tekintetében. A 38. ábrán a forrópontok színintenzitása a többszörös forrópontokat jelöli. A leginkább érintett területek Izsákon, Ásotthalmon, Vattán és Nyírmihálydiban találhatók. Ezen települések körül az 5

leggyakoribb típusba tartozó gyengülő antropizációt eredményező felszínborítás-változás volt jellemző (13. táblázat).



38. ábra. A gyengülő antropizáció forrópontjai és többszörös forrópontjai Magyarországon a felszínborítás-változások alapján 1990–2018 között

6. DISZKUSSZIÓ ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A felszínborítás-változásának jellemzésére olyan módszert alkalmaztam, amely a talajok állapotának várható megváltozása alapján újraosztályozott CORINE felszínborítási osztályokon alapul. A tájváltozások megváltozásának jellemzésére korábban is számos tanulmány alkalmazta a felszínborítás-változások elemzését (Feranec et al. 2007, Foški et al. 2019, Kuemmerle, et al. 2016, Plieninger et al. 2016, Stürck et al. 2015, Verburg et al. 2009). A konverziós típusok nagy száma, kis egyedi kiterjedése és nagy variabilitása azonban nehezíti az áttekintést és az értékelést abban a tekintetben, hogy ezek a változások milyen következményekkel járnak a tájállapot, illetve a talajok antropogén átalakítottságának mértékére, ezért azt a felszínborítási jellemzőkhöz köthető antropogén talajtani bélyegekkkel kapcsoltam össze.

A talajokon keresztül akkor kaphatnánk pontosabb képet a tájak antropizációjának mértékéről és annak változásairól, ha az antropogén bélyegeket is értékelő, rögzítő talajfelvételek állnának rendelkezésre nagy térbeli sűrűségben. A dolgozatban bemutatott példák és korábban publikált tanulmányok illusztrálják a talajok antropizációja és a felszínborítási jellemzők szoros kapcsolatát.

A WRB-osztályozás antropogén elemeinek és a felszínborítási jellemzőknek az összekapcsolásával nemcsak a talajok aktuális antropizációjának mértéke fejezhető ki (Balla et al. 2017, Novák és Incze 2018), hanem a felszínborítás megváltozása alapján a talajok antropizációjának várható változása is. A talajok antropizációjának értékét közvetlenül jellemző adatforrás hiányában a konverziókat az antropizáció mértékének megváltozása alapján három típusba sorolva, az erősödő és gyengülő mértékű antropizációs folyamatokkal érintett területek azonosítása megfelelő lehetőséget kínál arra, hogy a tájak és talajok antropogén átalakítottságának mértékét megítéljük. A módszer természetesen csak becslésre alkalmas, mégis jó áttekintést ad a hazai talajok antropogén átalakítottságának mértékéről, intenzitásának térbeli eloszlásáról, amely a hazai talajtani adottságoknak egy eddig kevésbé vizsgált aspektusa. Az erősödő vagy gyengülő antropogén hatás fentiekben vázolt tájankénti különbségei, tájanként eltérő dinamikája viszont komplex társadalmi-gazdasági folyamatok kivetülései a földrajzi tájakra (Mezősi és Bata T. 2011, Csorba et al. 2012), így a táj antropogén átalakítottságának, és ennek időbeli változásainak kifejezésére is alkalmas indikátorként alkalmazhatók.

Az erősödő antropizáció folyamatai a talajban a talajművelés során átalakított talajszinttel rendelkező (metapedogén) talajok (*Anthrosol*), illetve az *ember által áthalmozott* rétegekkel feltöltött vagy antropogén eredetű, *műtermék*nek minősülő építési vagy ipari törmelékkel borított felszíneken létrejövő (neopedogén) talajok (*Technosol*) diagnosztikus bélyegeivel fejezhető ki, amelyek felszínborítási jellemzőkhöz is kapcsolódnak. Ugyanakkor, ha a talaj nem teljesíti az antropogén referenciacsoportok osztályozási határértékeit, viszont teljesíti a fő- vagy kiegészítő minősítők hozzáadásához elegendő feltételeket, akkor a talaj referenciacsoportja nem változik meg, de a talaj részletes elnevezésében megjelenik az antropogén átalakítottság ténye a fő- vagy a kiegészítő minősítők alkalmazásával (pl. *Technic Leptosol* vagy *Kastanozem (Anthric)* (Hateffard et al. 2022), *Hortic Chernozem*) (Balla et al. 2017, Mester et al. 2017). A régóta, intenzív művelés alatt álló területek talajában az eredeti referenciacsoport megmarad (pl. *Chernozem*), de antropogén minősítőkkel egészül ki (pl. *Technic Chernozem*) (Balogh et al. 2019). A települési, ipari területeken, ahol a talajképző közet is antropogén úton *áthalmozott* vagy *műtermék*, amely alapján a talaj referenciacsoportja is antropogén lesz (*Anthrosol*, vagy *Technosol*). A természetes talajú területeken sem a minősítőkben, sem a talaj referenciacsoport elnevezésében nem szerepelnek antropogén bélyegre utaló elemek, és ez az antropizációval kevésbé érintett talajokban is jellemző,

ahol az antropogén bélyegek mértéke nem éri el az osztályozásban megkövetelt határértékeket (Botos et al. 2017a, Botos et al. 2017b, Rásó et al. 2017), de megnyilvánul a talaj referenciacsoportjának antropogén okokra visszavezethető megváltozásában.

Számos olyan antropogén bélyeg azonosítható önmagában a felszínborítási osztály alapján, amely a WRB-ben diagnosztikai elem. Így például a beépített, városi területeken, közlekedési helyszíneken az eredeti talajfelszín lefedése, elegyengetése szilárd burkolata alapján a talajban a *műtermékek*, *technikai szilárd anyagok* jelenléte egyértelmű összefüggést mutat, mennyiségüktől függően a talajok *Technosol* referenciacsoportba sorolását, vagy a *Technic*, illetve *Prototechnic* minősítő alkalmazását indokolják (Novák et al. 2020). Mezőgazdasági, szántóföldi környezetben a szántott szintek hosszan tartó művelés hatására átalakulnak, amit az *Aric* minősítő fejez ki (Novák et al. 2018). Az intenzíven művelt kertek esetében a talajszint teljes mértékben átalakulhat *Hortic* szintté, ezáltal *Anthrosol* referenciacsoportot, vagy *Hortic* minősítő alkalmazását teheti indokoltá. Lerakóhelyek, meddőhányók nagy vastagságban tartalmaznak olyan műterméket, amely *Spolic* minősítőt indokol (Czifra és Novák 2011, Novák és Szepesi 2018), városi területeken ezzel szemben a műterméktartalom jellege alapján az *Urbic* minősítő indokolt (Sándor et al. 2013).

A csökkenő antropogén hatás következtében regenerálódó talajok változásait nem egyedi szelvényekben, hanem hasonló feltételek mellett, eltérő ideje regenerálódó talajsorokban, csoportokban vizsgálva képet kaphattunk a szervesszén-tartalom növekedésének mértékéről, időbeli változásának különbségeiről, illetve az egyes szervesszén-frakciók közötti arányok változásának jellegzetességeiről. A feltalajra (0-30 cm) számított szervesanyag akkumulációs ráták értéke ($0,002 \text{ kg m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ és $0,0817 \text{ kg m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ között, a talajtípus, lejtés és a vizsgált időtartam szerint jelenős szórással) általában magasabbnak bizonyult, mint hasonló földrajzi szélességen, szubalpin másodlagos szukcessziós vizsgálatokban vizsgált talajoknál ($0,004\text{--}0,030 \text{ kg m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) (Egli et al. 2001; Dümig et al. 2011), maximális értéke (Látókép, csernozjom talajok) hasonló a kontinentális sztyeppe körülmények között, másodlagos szukcesszióban felhagyott termőföldeken ($0,078 \text{ kg m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) (Kurganova et al. 2014), és jóval kisebb, mint a hideg kontinentális éghajlati viszonyok között szántóföldekből gyepekké történt alakulás során ($0,120\text{--}0,160 \text{ kg m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) talált érték (Mensah et al. 2003; McLauchlan et al. 2006). Mediterrán környezetben, szőlőültetvények felhagyását követő másodlagos szukcessziós vizsgálatokban (Boix-Fayes et al. 2009; Novara et al. 2013) a talaj felső 6-10 cm-es rétegében hasonló akkumulációs rátáról számoltak be, mint amit a mi eredményeink mutattak a tokaji felhagyott szőlőkben ($0,107 \text{ kg m}^{-2} \text{ y}^{-1}$, Boix-Fayes et al. 2009). A felhalmozódási ráták jellemzően a mérsékelt övi erdőkre és a mérsékelt övi sztyeppére jellemző intervallumon belül jellemző értékeknek (Post és Kwon 2000; Fekete et al. 2011) adódtak. Az akkumulációs ráta más vizsgálatokhoz hasonlóan regenerálódás az elsődleges (Kabala és Zapart 2012) vagy a másodlagos szukcessziós (Kurganova et al. 2014) vizsgálatok önrestaurációjának kezdeti szakaszában volt a legmagasabb. A szervesanyag akkumulációjában az egyes frakciók általunk talált részesedése nem mindenben vág egybe a máshol tapasztalt folyamatokkal. A részecskeszerű szerves anyagok (POM) gyorsabban reagálnak a földhasználat átalakítására vagy a gazdálkodási gyakorlat változásaira (Six et al. 1998; Leifeld és Kögel-Knabner 2005), mint a nehéz frakciók. Erdőtalajok regenerációja során John et al. 2005, valamint Poeplau és Don (2013) tanulmányai az FPOM-frakció lényegesen nagyobb részesedését mutatta ki, amely a regenerálódásra rendelkezésre álló idővel növekedett, ezzel szemben a mi vizsgálataink csak igen csekély FPOM-arányt mutattak, amely nem mutatott korrelációt az idővel. Ez valószínűleg a szukcesszió során megtermelt biomassza minőségének különbségével, illetve az eltérő mineralizációs folyamatokkal magyarázható. A megművelt területek erdővé vagy gyeppé való átalakítása a POM gyors növekedését eredményezte nedves mérsékelt éghajlati viszonyok között (Poeplau és Don 2013). A POM gyorsan növekvő arányáról más tanulmányok,

kontinentális sztyepei talajok esetében is beszámolnak (Kalinina et al. 2014, 2015). Más vizsgálatokhoz hasonlóan (Coneição et al. 2013) a legkisebb részesedést a TOC-hoz a DOM-ban és a FPOM-ban, a legnagyobbat az ásványi (agyag) és OPOM-frakciókban találtuk. Úgy tűnik, hogy az általunk vizsgált talajokban az FPOM vagy lebomlik, vagy igen hamar az OPOM-ba és a nehéz (agyaghoz kötött) OM-frakciókba kerül át.

A felszínborítási adatok alapján meghatározott talajtermészetességi fokozatok megoszlása alapján az ország területének 2%-án nem számolhatunk a WRB (2022) és FAO (2006) által definiált értelemben talaj létevel, 6%-án várhatóan antropogén talajok (*Anthrosol* vagy *Technosol*) fordulnak elő, 66%-án a természetes talajok antropogén átalakítottasága eléri a WRB diagnosztikai határértékeit, ezáltal antropogén sajátosságot kifejező minősítők adódnak a referencia csoportok nevéhez, és mindössze 26% azon talajok aránya, amelyekben antropogén hatások a diagnosztikában nem jelennek meg, azaz természetes vagy természetközeli állapotúként értékelhetők. Talajtípusok tekintetében legnagyobb mértékű emberi hatással a csernozjomok, réti és öntéstalajok esetében számolhatunk, míg természetközeli állapotú talajok legnagyobb kiterjedésben a közethatású és váztalajokon maradtak fenn. A területi különbségek is jelentősek: míg legnagyobb arányban a Hajdúságon és a Körös–Maros-közén találunk antropogén hatásokkal érintett talajokat, addig a természetközeli állapotú talajok aránya az Északi-Középhegység egyes hegyvidéki területein a legnagyobb.

A 1990–2018 között lezajlott hazai felszínborítás-változásokat négy időszakban (1990–2000; 2000–2006; 2006–2012; 2012–2018) az antropogén hatások megváltozása szempontjából semleges, azaz az antropogén hatás mértékét lényegesen nem befolyásoló, valamint erősödő és gyengülő antropogén hatást kiváltó csoportokba osztályoztuk újra. A teljes 1990–2018 közötti időszakban összesen 289 féle különböző felszínborítás-változás történt, amelyekből 71 a fenti besorolás alapján a talajok antropizációjának csökkenésével járt, 186 konverziótípus esetében a talajok antropizációjának növekedése, 32 konverziótípus esetén pedig a talajok antropizációjának tekintetében közömbös felszínborítás-változást jelentett.

Összességében a felszínborítás-változások területe a négy időszakban folyamatosan csökkent. Az antropogén hatás mértékét tekintve gyengülő és erősödő tájváltozásokat összegezve, a legnagyobb mértékű változás 2006–2012 között zajlott, amely 692,8 km²-re terjedt ki, a legkisebb pedig 2012–2018 között volt tapasztalható, amely 242,3 km²-t érintett. A csökkenő antropogén hatást eredményező felszínborítás-változások mértéke 2006–2012 között, míg az erősödő hatást eredményezőké 1990–2000 között bizonyult legnagyobbak.

Országos szinten az érintett terület nagysága alapján mind a négy vizsgált időszakban az antropogén hatás szempontjából semleges konverziók domináltak, azaz a felszínborítás-változások legnagyobb része nem jár az antropizáció mértékének megváltozásával. Ugyanakkor a változó mértékű emberi hatást okozó felszínborítás-változások között Magyarországon 1990–2012 között folyamatosan növekvő területi kiterjedéssel a csökkenő antropizációval járó változások domináltak. Ez a tendencia számos más európai országban vagy régióban is jellemző, elsősorban a mediterrán térségben, illetve a volt szocialista országok perifériális térségeiben (Feranec et al. 2007; Verburg et al. 2009; Ceausu et al. 2015). Az utolsó vizsgált időszakban (2012–2018 között) az összes felszínborítás-változás területe az első időszakhoz (1990–2000) képest kevesebb, mint felére esett vissza, de az érintett terület kiterjedését tekintve az erősödő antropogén hatást kiváltó változások megelőzték a csökkenő antropogén hatást okozó változásokat. Ezt semmiképpen sem tekinthetjük kedvező irányú változásnak.

Korábbi vizsgálatainkban (Novák és Incze 2018; Novák et al. 2019) rámutattunk a magyarországi tájváltozások regionális különbségeire kis- és középtájszinten. Ezeket a nagyobb térbeli egységeket tekintve meglehetősen gyakran voltak megfigyelhetők a

megnövekedett vagy csökkent mértékű antropizációs nyomással járó tájváltozások ugyanazon kis- vagy középtáj határain belül, másrészt az alapján a változások pontos azonosítása nem volt lehetséges. A térbeli sűrűsödések, és az időben ismétlődően azonos irányba mutató változások forrópontként történő azonosításának módszerével (Balogh és Novák 2020) lehetővé vált az erősödő és csökkenő antropogén hatással jellemezhető területek pontosabb lehatárolása, és a forrópontok elhelyezkedésének azonosítása a négy vizsgálati időszakban rávilágított a változások térbeli koncentrációjára. A jól ismert intenzív antropizációs folyamatokhoz képest (pl. talajlefedés, építkezések, anyagkitermelés) (van Eetvelde et al. 2009; Sándor et al. 2013; Horváth et al. 2015) a csökkenő intenzitású talaj-regenerációs folyamatok számára lehetőséget nyújtó felszínborítás-változások térben kevésbé koncentráltan fordultak elő, bár egyes tájak (Nyírség, Homokhátság) jellemzően több forróponttal rendelkeztek minden vizsgált időszakban. Ezeken a helyeken a tájváltozások lehetővé teszik a talajfejlődés újbóli beindulását egy kevésbé degradált talajállapot irányába, a szerves szén talajban történő megkötése, a talaj tápanyag-utánpótlása, az aggregátumszerkezet regenerációja és a talajszintek fejlődése által. A lehető legnagyobb térbeli pontossággal kívántuk azonosítani azokat a helyeket, ahol ezek a változások megjelennek, mivel úgy gondoljuk, hogy a tájakon az antropizáció mértékének fokozott erősödése és csökkenése is egyaránt megköveteli a változások kezelését, irányítását, esetleg kompenzációját a helyi társadalom részéről. Míg azonban az erősödő antropizáció következtében fellépő (többnyire degradációs) talajtani folyamatok hazánkban is már korábban a tudományos érdeklődés középpontjába kerültek, addig a gyengülő antropizáció, a regenerálódás hatásai a talajokban (szénmegkötés, szerkezetjavulás, biológiai jellemzők javulása stb.) csak újabban, a regeneratív mezőgazdasági gyakorlatok iránti érdeklődés élénkülésével kerültek a vizsgálatok fókuszába.

A növekvő antropizációnak kitett térségek nagyobb figyelmet érdemelnek a talajra gyakorolt negatív következmények (mint például a felgyorsult erózió, a talajtömörödés, a szervesszén-készlet csökkenése, a talajszintek keveredése, talajlefedés, talajszennyezés, a talajok megsemmisülése) mérséklése érdekében (Gailing 2014). Az antropizáció kevés kivételes esettől eltekintve a talajok degradációs folyamataiban nyilvánul meg. Az érintett területek elsősorban a gyorsan urbanizálódó térségekben, infrastruktúra- és iparfejlesztési területeken koncentrálnak. A táj- és talajmenedzsment elsődleges feladata itt a kedvezőtlen, vagy éppen káros környezeti következmények kockázatainak csökkentése, kompenzációja (Klijn 2004). Az antropizáció forrópontjain a tájak és a talajok környezeti kockázatokkal és az éghajlatváltozással szembeni rezilienciája csökken, ugyanakkor az ott rögzült rugalmatlan térbeli struktúrák és az intenzív társadalmi igénybevétel rendkívüli mértékben korlátozza a rugalmas válaszlépések lehetőségeit (Kertész 2009). Az antropogén hatások megnövekedett mértékével járó felszínborítás-változások többszörös forrópontjai a talajok időben folyamatos, fokozódó degradációjára figyelmeztetnek az érintett területeken, ahol a kedvezőtlen környezeti következmények, illetve kockázatok is folyamatosan halmozódnak.

Ezzel szemben a csökkenő antropogén hatással jellemezhető területeken és azok forrópontjain olyan progresszív talajfejlődési folyamatok válnak lehetővé, amelyek szervesanyag-felhalmozódással, szénmegkötéssel, az aggregátumszerkezet regenerációjával, a termékeny talajréteg vastagságának növekedésével, végső soron hosszú távon a talajok regenerálódásával járnak. Ezek a folyamatok, még ha térben elkülönülten és nem a legmegfelelőbb helyen, de kompenzálhatják a növekvő antropizációjú területek kedvezőtlen irányú változásait (Klijn 2004). Ugyanakkor a tájak és talajok csökkenő mértékű antropizációja ugyanúgy körültekintő tervezést és szabályozást igényelne, amit valójában kevésbé vesznek figyelembe. A volt ipari, bányászati, katonai és települési területeken zajló regenerációs, renaturációs folyamatok összefüggésbe hozhatók a talajvízbe vagy a légkörbe történő hosszan tartó szennyezőanyag-kibocsátással. A korábbi intenzív használat megszűnése gyakran a korábban folyamatos monitoring, kockázatkezelés és kontroll megszűnését vagy mérséklődését

is jelenti. Ezáltal nem csupán a regenerációs folyamatok beindulása jellemző itt, hanem az ott zajló folyamatok feletti áttekintés és ellenőrzés gyengülése vagy teljes megszűnése is. Ezáltal bár a közvetlenül regenerációval érintett területeken az antropogén nyomás mértéke folyamatosan mérséklődik, mégis folyamatos környezetterhelést, kockázatot jelenthetnek közvetlen környezetükre.

Végezetül fontosnak tartom kiemelni, hogy a talajok antropogén sajátosságainak objektív, diagnosztikai alapon történő értékelését a dolgozatban a [WRB \(2022\)](#) osztályozási rendszer szerint végeztem, amelynek legfőbb oka az, hogy a hazai genetikus talajosztályozásban az antropogén talajtani bélyegek legnyilvánvalóbb előfordulásainak (műtermékek, áthalmozott anyagok, összekevert talajszieintek) figyelembevételére nincs lehetőség, ezáltal a hazai talajtani adatbázisok erre vonatkozóan nem tartalmaznak egységes szemléleten alapuló, összehasonlítható adatokat. Az antropogén folyamatok által létrehozott bélyegek egységes szempontok szerint végzett rögzítését és értékelését célszerű lenne a jövőben a hazai talajosztályozásban is bevezetni, alkalmazni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ackermann, O. Greenbaum, N., Osband, M. Almogi-Labin, A., Ayalon, A. Bar-Matthews, M., Boaretto, E., Bruins, H., Cabanes, D., Horwitz, L., Neumann, F., Porat, N., Schilman, B., Weiss, E., Maeir, A. 2015. Soil and Sediments as an Archive of Landscape History - The Case Study of Tell es Safi/Gath, in the East Mediterranean. *Erlanger Geographische Arbeiten*. 42.
- Amundson, R., Jenny, H. 1991. The place of humans in the state factor theory of ecosystems and their soils. *Soil Science* 151 (1): 99-109.
- Antonovic, G.M. 1982. Classification of damaged soils. *Soil Plant* 31:365–375
- Antrop, M. 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning* 67. (1-4): 9, 26.
- Arnaez, J., Lasanta, T., Errea, M.P., Ortigosa, L. 2010. Land abandonment, landscape evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean mountain region: The case of Camero Viejo, Land degradation és development. 22. (6) 537-550.
- Baize, D. Girard, M-C. (eds.) 2008. Référentiel pédologique. Association française pour l'étude du sol (Afes). Éditions Quæ. Versailles Cedex, France. pp. 407.
- Balla, D., Incze, J., Kozics, A., Barkóczy, N., Novák, T., 2017. 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.
- Balla, D., Mester, T., Botos, Á., Bodroginé Zichar, M., Szabó, G., Novák, T., 2017. 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.
- Balogh, Sz., Ilyés, B., Márta, L. and Novák, T. J. 2019. From the agricultural landscape to agricultural monoculture - changes in the landscape of Hajdúhát. In: *Tájtörténeti Konferencia tanulmánykötet* Ed.: Csima P., Hanyecz K. and Pálóczy-Horváth A (in Hungarian)
- Baranyai F. (szerk.) 1989. Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. *Melioráció-öntözés és talajvédelem.*, Agroinform. Budapest pp. 51-55.
- Barczy A. 2016. Kunhalmok eltemetett talajainak vizsgálata. Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 179.pp.
- Barczy A., Sümegi P., Joó K. 2004. Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálata alapján. *Földtani Közöny* 131: 421-431.
- Barczy, A., Tóth, Cs., Tóth, A., Pető, Á. 2009. A Bán-halom komplex tájökológiai és paleotalajtani felmérése. *Tájökológiai Lapok* 7 (1): 191-208.
- Bartha D. 1994. A magyarországi erdők degradáltsága, *Erdészeti Lapok* 129. pp. 366-367.
- Bartha D., Bölöni J., Odor P., Standovár T., Szmorad F., Tímár G. 2003. A magyarországi erdők természetességének vizsgálata. *Erdészeti Lapok* 138. 3. p. 73-75.
- Batjes, N.H. 2002. Carbon and nitrogen stocks in the soils of Central and Eastern Europe., *Soil Use and Management* 18. 4. pp. 324-329.
- Baude, M., Meyer, B.C. and Schindewolf, M. 2019. Land use change in an agricultural landscape causing degradation of soil based ecosystem services. *Science of the Total Environment* 659. 1526, 1536.
- Bertrand, C. és Bertrand, G. 2014. La nature-artefact : entre anthropisation et artialisisation, l'expérience du système GTP (Géosystème-Territoire-Paysage). *L'Information géographique* 78: 10-25. <https://doi.org/10.3917/lig.783.0010>
- Bidló A, Gálos B, Horváth A. 2014. The impact of climate change on carbon storage of urban soils *Geophysical Research Abstracts*. 16. Paper EGU2014-13493.
- Bidwell, O. W., Hole, F. D. 1965. Man as a factor of soil formation. *Soils Science* 99: 65-72.
- Blume, H. P. 1989. Classification of soils in urban agglomerations. *Catena* 16, 269–275.
- Bockheim, J.G. 1974. Nature and properties of highly-disturbed urban soils. In: *Agronomy abstracts*. ASA, CSSA, and SSSA, adison, WI, 161.
- Bockheim, J.G., Gennadiyev, A.N. 2000. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in *Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base*. *Geoderma* 95:53–72.

- Boix-Fayos, C., de Vente, J., Albaladejo, J., Martínez-Mena, M., 2009. Soil carbon erosion and stock as affected by land use changes at the catchment scale in Mediterranean ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133, 75–85.
- Botos Á., Novák T. J., Tóth Cs. A. 2019. Művelésből kivont tiszántúli halmok feltalaj változásának vizsgálata (Studying the changes of the topsoil of not cultivated mounds in the Tiszántúl region) In: Tóth A., Tóth Cs. (szerk.) 2019. A Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor 45 éve. Alföldkutatásért Alapítvány, Kisújszállás. pp. 336-349.
- Botos, Á., Mester, T., Balla, D., Novák, T., 2017. Erdőtelepítések hatása talajok egyes tulajdonságaira. In: LIX. Georgikon Napok: Kivonat-kötet / szerk. Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 62, 2017.
- Botos, Á., Tóth, C., Balla, D., Mester, T., Novák, T., 2017. Művelésből kivont tiszántúli 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.
- Bouma, J., Varallyay G., Batjes, N.H. 1998: Principal land use changes anticipated in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 67. (2-3). pp. 103-119.
- Bölöni, J., Molnár, Zs., Horváth, F., Illyés, E. 2008. Naturalness-based habitat quality of the Hungarian (semi-)natural habitats., *Acta Botanica Hungarica* 50 (Suppl.). pp. 149-159.
- Britz, W., Verburg, P.H., Leip, A. 2010. Modelling of land cover and agricultural change in Europe: Combining the CLUE and CAPRI-Spat approaches. *Agriculture, Ecosystems & Environment*
- Buondonno, A., Colella, A., Coppola, E., Langella, A., Leone, A.P. 2008. Mineralogical, chemical-physical, and mechanical implications of soil contamination. In: Dazzi, C., Costantini, E.A.C. (eds.) 2008. *The soils of tomorrow. Soils changing in a changing world. Advances in GeoEcology*, vol 39. Catena Verlag, Reiskirchen, pp 503–518
- Capra, G. F., Vacca, S., Cabula, E., Grilli, E., Buondonno, A. 2013. Through the decades: taxonomic proposals for human-altered and human-transported soil classification. *Soil Horizons* 54, 1–9.
- Capra, G.F., Ganga, A., Grilli, E., Vacca, S. Buondonno, A. 2015. A review on anthropogenic soils from a worldwide perspective. *Journal of Soils and Sediments* 15:1602–1618. DOI 10.1007/s11368-015-1110-x
- Ceașu, S., Steve, C., Peter, H., Verburg, H. U., Kuechly, F. H., Lluís, B. and Henrique, M. P. 2015. European Wilderness in a Time of Farmland Abandonment. In *Rewilding European Landscapes*. Ed.: Pereira H. and Navarro L., Springer, Cham, 22-45.
- Cebecauer, T., Hofierka, J. 2008. The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia., *Geomorphology* 98. 3-4. pp. 187-198.
- Centeri, Cs., Akac, A., Jakab, G. 2012. Land use change and soil degradation in a nature protected area of East-Central Europe. In: Aubrecht, C., Freire, S., Steinnocher, K. (szerk.) *Land Use: Planning, Regulations, and Environment*. 252 p. New York: Nova Science Publishers, pp. 211, 241.
- Certini, G., Scalenghe, R. 2011. Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene. *The Holocene*. 21. (8) 1269-1274.
- Certini, G., Scalenghe, R., Woods, I.W. 2013. The impact of warfare on the soil environment, *Earth-Science Reviews* 127: 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.08.009>
- Charzyński P., Hulisz P., 2013. Soils forming on the buildings in Toruń. In: Charzyński P., Hulisz P., Bednarek R. (eds.) 2013. *Technogenic soils of Poland*. Polish Society of Soils Science, Toruń: 81.84.
- Charzyński, P., Hulisz, P., Bednarek, R., Piernik, A., Winkler, M., Chmurzyński, M. 2014. Edifisols— a new soil unit of technogenic soils. *J Soils Sediments*. doi:10.1007/s11368-014-0983-4
- Chiti, T., Gardin, L., Perugini, L., Quarantino, R., Primo Vaccari, F., Miglietta, F., Valentini, R., 2012. Soil organic carbon stock assessment for the different cropland land uses in Italy. *Biology and Fertility of Soils* 48, 9–17.
- Christensen, B.T., 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *Eur. J. Soil Sci.* 52, 345–353.
- CLC100 Copernicus Land Monitoring Services, Pan-European CORINE Land Cover Database (<http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>)

- Coneição, P.C., Dieckow, J. Bayer, C. 2013. Combined role of no-tillage and cropping system in soil carbon stocks and stabilization. *Soil & Tillage Research* 129: 40-47.
- Conry, M. J. 1972. Pedological evidence of man's role in soil profile modification in Ireland. *Geoderma* 8, 139–146.
- Conry, M.J. 1974. Plaggen soils. A review of man-made raised soils. *Soils Fertil* 37:319–326.
- Corcoran, P.L., Moore, C.J., Jazvac, K. 2014. An anthropogenic marker horizon in the future rock record. *GSA Today* 24(6):4–8
- Cramer, V.A., Hobbs, R.J., Standish, R.J. 2008. What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly., *Trends in Ecology & Evolution* 23. 2. pp. 104-112.
- Czifra L., Novák T. J. 2011. Spontán rekultiválódó meddőhányók talajának és növényzetének fejlődési sajátosságai a Bán-patak völgyében. In: Wanek F. (ed.) 2011. XIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia absztraktkötete, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, pp. 292-293.
- Czúcz B., Molnár Zs., Horváth F., Botta-Dukát 2008. The natural capital index of Hungary., *Acta Botanica Hungarica* 50 (Suppl.). pp. 161-177.
- Csicsek, G., Ortmanné Ajkai, A. 2012. Rekultivált meddőhányó szekunder szukcessziójának vizsgálata a gyepszint alapján. *Természetvédelmi Közlemények*, 18. pp. 105-114. ISSN 1216-4585
- Csorba P. 2005. The ecological fragmentation of our micro-regions due to the network of settlements and transport infrastructure. *Földrajzi Értesítő* 54, (3-4): 243-263. (in Hungarian)
- Csorba P. and Szabó Sz. 2009. Degree of human transformation of landscapes: a case study from Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 58 (2): 91, 99.
- Csorba P., Blanka V., Vass R., Nagy R., Mezősi G., Burgahrd M. 2012. Hazai tájak működésének veszélyeztetettsége új klímaváltozási előrejelzés alapján. *Földrajzi Közlemények* 136. 3. pp. 237, 253.
- Dale, V.H. and Kline, K.L. 2013. Issues in using landscape indicators to assess land changes. *Ecological Indicators* 28. 91, 99.
- Darwin, Ch. 1881. The formation of vegetation mould, through the action of worms with observations of their habits. John Murray, London, 315 p.
- Dazzi, C. and Monteleone, S. 2007. Anthropogenic processes in the evolution of a soil chronosequence on marly-limestone substrata in an Italian Mediterranean environment. *Geoderma*, 141: 201–209, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.05.016>
- Dazzi, C., Lo Papa, G. 2015. Anthropogenic soils: general aspects and features. *Ecocycles*. 1. (1) 3-8.
- De Gisi, S.; Petta, L.; Wendland, C. 2014. History and Technology of Terra Preta Sanitation. *Sustainability* 2014, 6, 1328-1345. <https://doi.org/10.3390/su6031328>
- 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.
- Dreibrodt, S., Jarecki, H., Lubos, C., Khamnueva, SV., Klamm, M., Bork, H-R., 2013. Holocene soil formation and soil erosion at a slope beneath the Neolithic earthwork Salzmünde (Saxony-Anhalt, Germany). *Catena* 107:1-14. <http://dx.doi.org/10.1016/catena.2013.03.002>
- Dreibrodt, S., Lubos, C., Terhorst, C., Damm, B., Bork, H.-R., 2010. Historical soil erosion by water in Germany: Scales and archives, chronology, research perspectives. *Quaternary International* 222: 80-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2009.06.014>
- Dror, I., Yaron, B., Berkowitz, B. 2022. The Human Impact on All Soil-Forming Factors during the Anthropocene. *ACS Environmental* 2: 11-19. <https://doi.org/10.1021/acsenvironau.1c00010>
- Dudal, R 2005. The sixth factor of soil formation. *Eurasian Soil Science*. 38. 60.
- Dudal, R., Nachtergaele, F., Purnell, M.F. 2002. The human factor of soil formation. In: 17th World Congress of Soil Science Paper No. 93. Bangkok, Thailand (CD-ROM) (IUSS).
- Dümig, A., Smittenberg, R., Kögel-Knabner, I., 2011. Concurrent evolution of organic and mineral components during initial soil development after retreat of the Damma glacier, Switzerland. *Geoderma* 163, 83–94.
- Ebels, L.J., Lorio, R. and van der Merwe, C. 2004. The importance of compaction from an historical perspective. In: *Proceedings of the 23rd southern African transport conference (SATC 2004)*. Pretoria, South Africa. pp. 1-10.

- Effland, W.R., Pouyat, R.V. 1997. The genesis, classification, and mapping of soils in urban areas. *Urban Ecosystems* 1: 217-228.
- Egli, M., Favilli, F., Krebs, R., Pichler, B. Dahms, D., 2012. Soil organic carbon and nitrogen accumulation rates in cold alpine environments over 1 Ma. *Geoderma* 183-184, 109-123.
- Egli, M., Fitze, P., Mirabella, A., 2001. Weathering and evolution of soils formed on granitic, glacial deposits: results from chronosequences of Swiss alpine environments. *Catena* 45, 19-47
- Ellerbrock, R.H., Gerke, H.H., Deumlich, D., 2016. Soil organic matter composition along a slope in an erosion-affected arable landscape in North East Germany. *Soil and Tillage Research* 156: 209-218. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.08.014>.
- Ellis, E.C. and Ramankutty, N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6. 439, 447.
- Ellis, E.C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D. and Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, 19. 589, 606.
- Eswaran, H. 2002. Time zero in modern soil classification. In: Galbraith JM, Ditzler C, Scheyer JM (eds) 2002. *Anthropogenic soils*. ICOMANTH Report no. 1, Ver. 1.0. USDA-NRCS, Lincoln. http://clis.cses.vt.edu/icomanth/02-AS_Classification.pdf. Accessed 30 Oct 2014
- Falkenberg, J.A., Persson, B., Hojsholt, U., Rokjaer, A., Wahid, M., Andersen, J.S. 2003. Characterization of urban soil pollution. Report, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 12. 138-150.
- Fanning, D.S., Stein, C.E., Patterson, J.C. 1978. Theories of genesis and classification of highly man-influenced soils. In: 11th proceeding Int Congr Soil Sci, Edmonton, vol. 1, pp 283-284.
- FAO 2006. Guidelines for soil description. Fourth edition, Rome, FAO, pp. 97.
- FAO-ISRIC-ISSS 1998. World Reference Base for Soil Resources, World Soil Resources Reports, No. 84. FAO, Rome, pp. 88.
- Farina, A. 2006. Principles and methods in landscape ecology. Towards a science of landscape. Springer, Dordrecht.
- Farsang, A., Puskás, I., 2009. A talajok sajátosságai a városi ökoszisztémában – Szeged talajainak átfogó elemzése. *Földrajzi Közlemények*. 133. 397-409.
- Farsang, A., Szolnoki, Zs., Barta, K., Puskás, I. 2015. Javaslat az antropogén talajok osztályozására a hazai, megújuló osztályozási rendszer keretei között. *Agrokémia és Talajtan*. 64. (1) 299-316.
- Fedorishchak, M. R.P. 1978. Anthropogenic soil changes in the zone of influence of metallurgical plants. *Sov. Soil Sci.* 11:133-137.
- Fekete, I., Kotroczó, Zs., Varga, Cs., Veres, Zs., Tóth, J. A., 2011. The effects of detritus input on soil organic matter and carbon dioxide emission in a central European deciduous forest. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 7. 87-96.
- Feranec, F., Šúri, M., Ot'ahel', J., Cebecauer, T., Kolář, J., Soukup, T., Zdeňková, D., Waszmuth, J., Vájdea, V., Vįjdea, A-M., Nítica, C. 2000. Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s – 1990s. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 2(2): 129-139. [https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(00\)85006-0](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(00)85006-0).
- Feranec, J., Hazeu, G., Christensen, S., Jaffrain, G. 2007. Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy* 24(1): 234-247. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2006.02.002>.
- Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T., Hazeu, G. 2010. Determining changes and flows in European landscapes 1990, 2000 using CORINE land cover data., *Applied Geography* 30.1. pp. 19-35.
- Fiedler, H.J. 2001. Böden und Bodenfunktionen, in *Ökosystemen, Landschaften und Ballungsgebieten*. Expert-verlag, Renningen-Malmsheim, p. 158 (pp. 593)
- Florea, N., Munteanu, I. 2012. Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor, (Romanian System of Soil Taxonomy) Ed Sitech, Craiova, pp. 207.
- Forman, R.T.T. 1995. Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge, University Press
- Foški, M. and Zavodnik Lamovšek A. 2019. Monitoring land-use change using selected indices. *Acta geographica Slovenica* 59. (2): 161, 175.

- Földvári, Gy. 1966. Magyarország genetikus talajtípusainak, altípusainak és változatainak szisztematikus jegyzéke. In: Szabolcs I.(szerk.)1966: A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve., Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, pp.165-254.
- FÖMI 2002. Az 1:50.000 léptékű országos CORINE Felszínborítási (LandCover) Projekt nomenklatúrája., FÖMI, Budapest, (CLC50 1.42 verzió, 2002. január 10.) pp. 20.
- Frank, N., Bartha D. 1997. A magyarországi erdők értékelése a hemeróbia-fokozatok segítségével. In: IV. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és Poszterek összefoglalói, Pécs, p. 64.
- Freibauer, A., Rounsevell, M.D., Smith, P., Verhagen, J. 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe., *Geoderma* 122. 1. pp. 1-23.
- Fuchs, M., Michéli E. 2015. Javaslat a hazai genetikai talajszintek leírásának a FAO irányelveknek megfelelő módosítására., *Agrokémia és Talajtan* 64. 1. pp. 273-285.
- Fuchs, M., Michéli, E. 2015. Javaslat a hazai genetikai talajszintek leírásának a FAO irányelveknek megfelelő módosítására. *Agrokémia és Talajtan*. 64. (1) 273-285.
- 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 folyamatársulások alapján., *Agrokémia és Talajtan* 60. 1. pp. 33-44.
- Füleky, GY. 2005. Soils of the Bronze Age tell in Százhalombatta. In: Poroszlai, I. & Vicze, M. (szerk.) SAX, Százhalombatta Archaeological Expedition, Annual Report 2-Field Season 2000-2003. "Matrica" Múzeum. Százhalombatta. 89-110.
- Gailing, L. 2014. Kulturlandschaftspolitik: Die gesellschaftlicheKonstituierung von Kulturlandschaft durch Institutionen und Governance. Planungswissenschaftliche Studien zu Raumordnung und Regionalentwicklung No. 4, ISBN978-3-939486-82-4, Verlag Dorothea Rohn, Detmold
- Galbraith, J. M., Ditzler, C., Scheyer, J. M. 2007. Anthropogenic Soils: Human-Altered and -Transported Soils. ICOMANTH Rep. 2, Ver. 2.0. USDA-NRCS, Lincoln, NE, USA.
- Galbraith, J.M., Bryant, R.B., Russell-Anelli, J.M. 1999. Major kinds of humanly altered soils. In: Kimble JM, Ahrens RJ, Bryant RB (eds) Classification, correlation, and management of anthropogenic soils, proceedings. USDA-NRCS-NSSC, Lincoln, pp 115–119
- García-Ruiz, J.M. 2010. The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review. *Catena* 81 (1), 1-11.
- Gerasimova, M. I., Stroganova, M. N., Mozharova, N. V., Prokofyeva, T. V. 2003. Anthropogenic Soils: Genesis, Geography, and Remediation. Oikumena, Smolensk, Russia (in Russian).
- Gerzabek, M. H., Streb, F., Tulipan, M., Schwarz, S., 2005. Quantification of organic carbon pools for Austria's agricultural soils using a soil information system. *Canadian Journal of Soil Science* 85, 491-498.
- Gierga, M., Hajdas, I., van Raden, U.J., Gilli, A., Wacker, L., Sturm, M., Bernasconi, S.M., Smittenberg, R.H., 2016. Long-stored soil carbon released by prehistoric land use: Evidence from compound-specific radiocarbon analysis on Soppensee lake sediments. *Quaternary Science Reviews* 144: 123-131.<http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.05.011>
- Guo, L.B., Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8, 345, 360.
- Gyulai, F. 2001. *Archaeobotanika*, Budapest: József Műhely Kiadó, 221 p.
- Hartt, C. F. 1874 Preliminary Report of the Morgan Exhibitions, 1870-71 Report of a Reconnaissance of the Lower Tapajós. *Bulletin of the Cornell University (Science)* 1:1-37. 1885 Contribuições para a Ethnologia do Valle do Amazonas. *Achivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro* 6:1-174. In: Kawa, N. & Oyuela-Caycedo, A. 2008. Amazonian Dark Earth. *The International Journal of Environmental, Cultural, Economic, and Social Sustainability: Annual Review*. 4. 9-16. <https://doi.org/10.18848/1832-2077/CGP/v04i03/54453>.
- Hateffard, F., Márta, L., Novák, T.J. 2022. Anthrosequence of soils on Aeolian Sand Dunes in Westsik's experimental field, Nyíregyháza, Hungary In: Świtoniak, M. Charzyński, P. (eds.) 2022. *Soil Sequences Atlas V. Nicolaus Copernicus University, Torún*, 167-181.
- Havas, Z. 2008. Aquincum szőlői, *Ókor* 2008 7(3): 98-100.
- Havas, Z. 2011. Új adalékok a római kori szőlőműveléshez Aquincum környékén. (New data on viticulture around Aquincum in the Roman era) *Budapest Régiségei* 44 :183-197.

- Hill, M. O., Roy, D. B. and Thompson, K. 2002. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. *Journal of Applied Ecology* 39. 708-720.
- Honti, Sz., Balogh Cs., Belényesi K., Gallina, Zs., Gulyás, Gy., Molnár, I., Németh, P.G., Somogyi, K., Végh, A. 2020. Régészeti kutatások Somogy megyében 2018-2019-ben (Felsőmocsolád-Kisbábai-mező feltárása). *A Kaposvári Rippl-Rónai Múzeum Közleményei* 07: 183-232. <https://doi.org/10.26080/krrmkozl.2020.7.183>
- Horváth, A., Szűcs, P. and Bidló, A. 2015. Soil condition and pollution in urban soils: evaluation of the soil quality in a Hungarian town. *Journal of Soils and Sediments* 15. (8): 1825-1835.
- Howard, J. 2017. *Anthropogenic Soils*. Springer, New York, NY, USA pp. 231.
- Huggett, J. 1995: *Geocology*. Routledge, London.
- Incze J., Novák T., Rózsa P. 2013. Az antropogén geomorfológiai hatás mértékének jellemzése a tokaji Nagy-hegy példáján (Characterizing anthropic geomorphic impact on the Tokaj Nagy Hill, a case study). In: Wanek F., Gagy Pálffy A. 2013: XV. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, ISSN 1842-9440, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Beszterce, pp. 201-202.
- Incze, J. and Novák, T.J. 2016. Identification of extent, topographic characteristics and land abandonment process of vineyard terraces in the Tokaj-Hegyalja wine region between 1784 and 2010. *Journal of Maps* 12. (1): 507-513.
- IUSS Working Group WRB 2006. *World Reference Base for Soil Resources 2006*, World Soil Resources Reports, No. 103. FAO, Rome, pp. 93.
- IUSS Working Group WRB, 2014. *World Reference Base for Soil Resources 2014*, World Soil Resources Reports, No. 106. FAO, Rome, pp. 181.
- IUSS Working Group WRB, 2015. *World Reference Base for Soil Resources 2014 update 2015*, World Soil Resources Reports, No. 106. FAO, Rome, pp. 192.
- IUSS Working Group WRB. 2022. *World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition*. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Jakab, G., Szabó, J., Szalai, Z. 2015. A review on sheet erosion measurements in Hungary., *Tájökológiai Lapok* 13. 1. pp. 89-103.
- Jalas, J. 1953. Hemerokrit ja hemerobit., *Luonnon Tutkija* 57. pp. 12-16.
- Jalas, J. 1955. Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch., *Acta Soc., Flora Fauna Fennica* 72. pp. 1-15.
- Jenny, H. 1941. *Factors of soil formation*. McGraw-Hill Book Co., New-York
- John, B., Yamashita, T., Ludwig, B., Flessa, H., 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma* 128, 63–79.
- Johnson, D.L., Keller, E.A., Rockwell, T.K. 1990. Dynamic pedogenesis: New views on some key soil concepts, and a model for interpreting quaternary soils, *Quaternary Research* 33(3): 306-319. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(90\)90058-S](https://doi.org/10.1016/0033-5894(90)90058-S)
- Jones, M. 2003. The Concept of Cultural Landscape: Discourse and Narratives. In: Palang H., Fry G. (eds) *Landscape Interfaces*. Landscape series, vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0189-1_3
- Jull, A.J.T., Burr, G.S., Beck, J.W., Hodgins, G.W.L., Biddulph, D.L., Gann, J., Hatheway, A.L., Lange, T.E., Lifton, N.A. 2006. Application of accelerator mass spectrometry to environmental and paleoclimate studies at the University of Arizona. *Radioactivity in the Environment* 8: 3–23.
- Kabała, C., Charzyński, P., Chodorowski, J., Drewnik, M., Głina, B., Greinert, A., Hulisz, P., Jankowski, M., Jonczak, J., Łabaz, B., Łachacz, A., Marzec, M., Mazurek, R., Mendyk, Ł., Musiał, P., Musielok, Ł., Smreczak, B., Sowiński, P., Świtoniak, M., Uzarowicz, Ł., Waroszewski, J. (eds.) 2019. *Systematyka gleb Polski*. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Komisja Genezy Klasyfikacji i Kartografii Gleb. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Wrocław–Warszawa, Poland. pp. 235.
- Kabala, C., Zapart, J., 2012. Initial soil development and carbon accumulation on moraines of the rapidly retreating Werenskiöld Glacier, SW Spitsbergen, Svalbard archipelago. *Geoderma* 175–176, 9–20.

- Kalinina, O., Barmin, A.N., Chertov, O., Dolgikh, A.V., Goryachkin, S.V., Lyuri, D.I., Giani, L. 2014. Self-restoration of post-agrogenic soils of Calcisol, Solonetz complex: Soil development, carbon stock dynamics of carbon pools. *Geoderma* 237, 238. pp. 117, 128.
- Kalinina, O., Chertov, O., Dolgikh, A.V., Goryachkin, S.V., Lyuri, D.I., Vormstein, S., Giani, L. 2013. Self-restoration of post-agrogenic Albeluvisols: Soil development, carbon stocks and dynamics of carbon pools., *Geoderma* 207-208. pp. 221-233.
- Kalinina, O., Krause, S.-E., Goryachkin, S.V., Karavaeva, N. A., Lyuri, D.I., Giani, L., 2011. Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools. *Geoderma*. 162. 196, 206.
- Kerényi, A. 1991. Talajérózió, térképezés, laboratóriumi és szabadföldi kísérletek., Akadémiai Kiadó, Budapest, 219 p.
- Kerényi, A. 1994. Loess erosion on the Tokaj Big-Hill. *Quaternary International*. 24. 47-52.
- Kertész, Á. 2009. The global problem of land degradation and desertification. *Hungarian Geographical Bulletin* 58. (1): 19, 31.
- Kibblewhite, M., Tóth, G., Hermann, T. 2015. Predicting the preservation of cultural artefacts and buried materials in soil, *Science of The Total Environment*, Volume 529: 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.036>
- Kiss, A., Barta, K., Sümeghy, Z., Czinege, A., 2005. Historical land use and anthropogenic features, a case study from Nagymaros. *Acta Climatol. Chorologica Univ. Szeged*. 38, 39. 111, 124.
- Klein P. 2012. Magyarországi kunhalmok paleotalajának összehasonlítása. Szakdolgozat. Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet. pp. 42.
- Klijn, J.A. 2004. Driving forces behind landscape transformation in Europe, from a conceptual approach to policy options. In. *The New Dimensions of the European Landscape*. Ed.: Jongman R.H.G., Wageningen, Springer, 201-218.
- Kluiving, S., Mourik, J.M., Zaccane, C. 2015. Man versus nature: Natural and anthropogenic footprints recorded in the soil archives. *Catena*. 132. 69-71. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.01.026>
- Kosse, A.D. 1980. Anthrosols: proposals for a new soil order. In: *Agronomy abstracts*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, p 182
- Kovács, G. 2006. A talajban előforduló régészeti anyagok mikromorfológiai vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* 55 (2): 499-514.
- Krasilnikov, P., Marti, J. J. I., Arnold, R., Shoba, S. (eds.) 2009. A handbook of soil terminology, correlation and classification., Earthscan Publ., UK, London, ISBN 978-1-84407-683, pp. 440.
- Kuemmerle, T., Levers, C., Erb, K., Estel, S., Jepsen, M.R., Müller, D., Plutzer, C., Stürck, J., Verkerk, P.J., Verburg, P.H. and Reenberg, A. 2016. Hotspots of land use change in Europe. *Environmental Research Letters* 11. (6): 064020.
- Kuemmerle, T., Radeloff, V.C., Perzanowski, K., Hostert, P. 2006. Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique., *Remote Sensing of Environment* 103. 4. pp. 449-464.
- Kumar, S., Maiti, S.K., Chaudhuri, S. 2015. Soil development in 2-21 years old coalmine reclaimed spoil with trees: A case study from Sonapur-Bazari opencast project, Raniganj Coalfield, India. *Ecological engineering*. 84. 311-324.
- Kurganova, I., Gerenyu, V. L. de, Six, J., Kuzyakov, J., 2014: Carbon cost of collective farming collapse in Russia. *Global Change Biology* 20(3), 938-947.
- Kuzyakov, Y., Zamanian, K. 2019. Reviews and syntheses: Agropedogenesis – humankind as the sixth soil-forming factor and attractors of agricultural soil degradation. *Biogeosciences*, 16, 4783–4803. <https://doi.org/10.5194/bg-16-4783-2019>
- Laganière, J., Angers, D. A., Paré, D. 2010. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global Change Biology*. 16. 439, 453.
- Lambin, E.F. and Geist, H.J. and Rindfuss, R.R. 2006. Local Processes with Global Impacts In *Land-Use and Land-Cover Change: Local Process and Global Impacts* Ed.: Lambin, E.F. and Geist, H.J., Berlin, Springer-Verlag, 1-8.
- Lebedeva, I.I., Tonkonogov, V.D., Shishov, L.L. 1993. Taxonomic position and systematics of anthropogenically changed soils. *Pochvovedenie* 9:98–106

- Lehmann, A., Stahr, K. 2007. Nature and significance of anthropogenic urban soils. *J Soils Sediments* 7(4):247–260
- Leifeld, J., Kögel-Knabner, I. 2005. Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under different land-use? *Geoderma* 124: 143-155.
- Lennert, J. 2018. Felszínborítás-változás a visegrádi országokban a rendszerváltás után (Land Cover Change in the Visegrad Countries after the Regime Change)., *Magyar Tudomány* 179. 3. pp. 319-330. DOI: 10.1556/2065.179.2018.3.2
- Leser, H. 1991: *Landschaftsökologie*. UTB 521, Ulmer, Stuttgart.
- Lewis, S.L., Maslin, M.A. 2015. Defining the Anthropocene. *Nature*. 519. 171-180.
- Liska, Cs.M., Mucsi, L., Henits, L. 2017. Hosszútávú felszínborítás-változások vizsgálata Csongrád-megyében idősoros adatok felhasználásával, Random Forest módszerrel. *Földrajzi Közlemények* 141. 1. pp. 71, 83.
- Lundberg, A. 2018. Recent methods, sources and approaches in the study of temporal landscape change at different scales, a review. *Hungarian Geographical Bulletin* 67. (4): 309, 318.
- Maechling, P., Cooke, H., Bockheim, J.G. 1974. Nature and properties of highly-disturbed urban soils. In: *Agronomy abstracts*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, p 161
- Mari, L. 2010. Tájváltozás elemzés a CORINE adatbázisok alapján. In: Szilassi P.& Henits L. (szerk.) 2010. Tájváltozás értékelési módszerei a 21. században. Tudományos konferencia es műhelymunka tanulmányai, 2010, Szeged, pp. 226-234.
- Mari, L., Mattányi, Zs. 2002. Egységes európai felszínborítási adatbázis a CORINE Land Cover program, *Földrajzi Közlemények*. 126/50. (1-4) 31, 38.
- McLauchlan, K.K., Hobbie, S.E., Post, W. 2006. Conversion from agriculture to grassland builds soil organic matter on decadal time scales. *Ecological Applications*. 16. (1) 143, 153.
- McPherson, T.S. és Timmer, V.R. 2002. Amelioration of degraded soils under red pine plantations on the Oak Ridges Moraine, Ontario. *Canadian Journal of Soil Science* 82:375-388.
- Mendyk, L. Hulisz, P., Kusza, G., Świtoniak, M. Gersztyn, L. Kalisz, B. 2016 Sediment origin and pedogenesis in the former mill pond basin of Turznice (north-central Poland) based on magnetic susceptibility measurements *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, No. 11 (2016): 55–69. <http://dx.doi.org/10.1515/bgeo-2016-0015>
- Mensah, F., Schoenau, J.J., Malhi, S.S., 2003. Soil carbon changes in cultivated and excavated land converted to grasses in east-central Saskatchewan. *Biogeochemistry* 63, 85–92.
- 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* 179-187., 2017.
- Mezősi, G., Bata, T. 2011. A földrajzi tájak határai. *Földrajzi Közlemények* 135. 1. pp. 33, 43.
- 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., Fuchs, M., Láng, V., Szegi, T., Dobos, E., Szabóné Kele, G. 2015. Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. *Agrokémia és Talajtan*. 64. (1) 285-297.
- Michéli, E., Fuchs, M., Láng, V., Szegi, T., Szabóné Kele, G. 2014. Methods for modernizing the elements and structure of the Hungarian Soil Classification System., *Agrokémia és Talajtan* 63. 1. pp. 69-78.
- Michéli, E., Fuchs, M., Szegi, T., Csorba, Á., Dobos, E., Szabóné Kele, G. 2018. A diagnosztikus szemléletben megújított hazai talajosztályozási rendszer. Alapelvek, felépítés, osztályozási szabályok. *Vitaanyag* 2018.10.10. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő pp. 48.
- Michéli, E., Krasilnikov, P. 2009. The Hungarian Soil Classification System In: Arnold, R., Shoba, S., Krasilnikov, P., Marti, J. J. I. 2009. A handbook of soil terminology, correlation and classification., London, Earthscan, (ISBN: 978-84407-683-3) pp. 171-176.

- Móga, J., Szabó, M., Mari, L., Borsodi, A., Kéri, A., Knáb, M., Kiss, K., Iván, V. 2014. Természetes és antropogén hatásokra végbemenő tájváltozások vizsgálata a Bakonyban. Földrajzi Közlemények 138. 2. pp. 89, 106.
- Molnár, M., Janovics, R., Major, I., Orsovski, J., Gönczi, R., Veres, M., Leonard, A.G., Castle, S.M., Lange, T.E., Wacker, L., Hajdas, I., Jull, A.J.T. 2013a. Status report of the new AMS ¹⁴C sample preparation lab of the Hertelendy Laboratory of Environmental Studies (Debrecen, Hungary). Radiocarbon 55: 665–676.
- Molnár, M., Rinyu, L., Veres, M., Seiler, M., Wacker, L., Synal, H.A. 2013b. ENVIRONMICADAS: a mini ¹⁴C AMS with enhanced gas ion source interface in the Hertelendi Laboratory of Environmental Studies (HEKAL), Hungary. Radiocarbon 55: 338–344.
- Molnár, Zs., Barthá, S., Horvath, F., Bölöni, J., Botta-Dukát, Z. Czúcz, B., Török, K. 2009. Növényzeti örökségünk állapota és várható jövője az MTA ÖBKI MÉTA adatbázisa alapján., Magyar Tudomány, 1. pp. 4-57.
- Monastersky, R. 2015. Anthropocene, the human age. Nature. 519. 144-147.
- MTA TAKI 2009. Magyarország genetikai talajtérképe, főtípusok. 1:100 000, Az 1:100 000 AGROTOPO és OTAB adatbázisok alapján, MTA TAKI GIS Laboratórium
- MTA TAKI 2011. Az Országos Környezeti Információs Rendszer (OKIR) talajdegradációs alrendszerének (TDR) kialakítása. Tájökológiai Lapok. 9. (1) 203-205.
- MTA TAKI 2014: Talajtömörödöttség térkép (1:100 000)
- Navarro, L. és Pereira, H. 2015. Rewilding abandoned landscapes in Europe. In Rewilding European Landscapes Ed.: Navarro, L. and Pereira, H., International Publishing, Springer Cham, 3, 23.
- Naveh, Z., Lieberman A. S. 1994: Landscape Ecology: Theory and Application. 2nd edn. Springer-Verlag, New York.
- Nestroy, O., Aust, G., Blum, W.E.H., Englisch, M., Hager, M., Herzberger, E., Kilian, W., Nelhiebel, P., Ortner, G., Pecina, E., Pehamberger, A., Schneider, W., Wagner, J. 2011. Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft. Wien. pp. 98.
- Neufeldt, H., 2005. Carbon stocks and sequestration potentials of agricultural soils in the federal state of Baden-Württemberg, SW Germany. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 168, 202-211.
- Novák, T. J., Incze, J., Rózsa, P. 2013. Quantifying anthropogeomorphological transformation by using the concept of “hemeromorphy” a case study from Hungary. In: 8th IAG International Conference on Geomorphology Abstract Book, Paris 2013. p. 466.
- Novák, T. J.; Árendás, T.; Switoniak, M. 2018. Soils of an undulating, cultivated loess plateau in North Mezőföld, Central Hungary. pp. 113- 123. In: Switoniak, M. és Charzynski, P. (eds.) 2018. Soil Sequences Atlas IV. Torun. Nicolaus Copernicus University. ISBN 978-83-951878-2-7, 262. pp.
- Novák, T., Becker, K., Giani, L. 2009. Modification of solonetz soil profile characteristics caused by organic matter influx on the livestock resting sites of Hortobágy, Hungary, In: Tóth, T. (ed.) (2009): IUSS Salinization Conference Presentations, RISSAC-MTA TAKI, Budapest. pp. 33.
- Novák, T.J. és Tóth Cs.A. 2016. Development of erosional microforms and soils on semi-natural and anthropogenic influenced solonetzic grasslands, Geomorphology 254. 121-129.
- Novák, T.J., Balogh, Sz., Incze, J. 2019. Estimation of Hungarian landscape changes and their spatial differences based on land cover and soil data. In: Táj történeti Konferencia tanulmánykötet Ed.: Csima P., Hanyecz K. and Pálóczi-Horváth A., (in Hungarian)
- Novák, T.J., Incze J. 2014. A tokaji Nagy-hegy felhagyott szőlőteraszainak támfalai, Retaining walls of abandoned vineyard terraces on Tokaj Nagy Hill. 4D Tájépítészeti és kertművészeti folyóirat, Journal of Landscape Architecture and Garden Art. 35. 20-35.
- Novák, T.J., Incze J. 2018. Antropogén hatások becslése hazai talajokban felszínborítási adatok és WRB diagnosztika alapján. Agrokémia és Talajtan 67. 2 pp. 179, 199.
- Novák, T.J., Incze, J., Spohn, M., Glina, B., Giani, L. 2014. Soil and vegetation transformation in abandoned vineyards of the Tokaj Nagy-Hill. Catena. 123. 88-89.
- Novák, T.J.; Mester, T.; Balla, D.; Szabó, Gy. 2018. Culti-sequence of village garden soils on the Great Hungarian Plain. pp. 127-139. in: Switoniak, M.; Charzyński, P.(eds.) 2018. Soil sequences Atlas II. ISBN 978-83-949297-7-0, Polish Society of Soil Science, Torun, Poland 248 pp.

- Novák, T.J.; Szepesi, J. 2018. Soils of the abandoned gold and silver mining area on volcanic-hydrothermal rocks (Hungary) pp. 137-148. In: Switoniak, M. és Charzynski, P. (eds.) 2018. Soil Sequences Atlas III. Torun. Nicolaus Copernicus University. ISBN 978-83-951878-1-0, 218. pp.
- Novara, A., Gristina, L., La Mantia, T., and Rühl, J., 2013: Soil carbon dynamics during secondary succession in a semi-arid Mediterranean environment. *Geoderma* 193-194, 213-221.
- Pásztor, L., Dobos, E., Szatmári, G., Laborczi, A., Takács, K., Bakacsi, Zs., Szabó, J. 2014. Application of legacy soil data in digital soil mapping for elaboration of novel, countrywide maps of soil conditions., *Agrokémia és Talajtan* 63. 1. pp. 79-88.
- Pásztor, L., Laborczi, A., Bakacsi, Zs., Szabó, J., Illés, G. 2018. Compilation of a national soil-type map for Hungary by sequential classification methods. *Geoderma* 311: 93-108. doi: 10.1016/j.geoderma.2017.04.018
- Pető, Á., Kenéz, Á., Baklanov, Sz., Ilon, G., Füleky, Gy. 2012. Talajtani paraméterek alkalmazása régészeti térhasználat elemzésben. Módszertani esettanulmány Győr, Ménfőcsanak-Szélesföldek lelőhelyről. *Agrokémia és Talajtan* 61. (1) pp. 57-76.
- Philips, J.D. 1993. Progressive and regressive pedogenesis and complex soil evolution. *Quaternary Research* 40(2):169-176.
- Pinchemel, P., és Pinchemel, G. 1988. La face de la terre. Paris: Arman Colin, pp. 519.
- Plieninger, T., Draux, H., Fagerholm, N., Bieling, C., Bürgi, M., Kizos, Th., Kuemmerle, T., Primdahl, J. and Verburg, P.H. 2016. The driving forces of landscape change in Europe: A systematic review of the evidence. *Land Use Policy* 57. 204, 214.
- Podmanicky, L., Balázs, K., Belényesi, M., Centeri, Cs., Kristóf D., Kohlheb, N. 2011. Modelling Soil Quality Changes in Europe. An Impact Assessment of Land Use Change on Soil Quality in Europe., *Ecological Indicators* 11. pp. 4, 15.
- Poeplau, C., Don, A., 2013. Sensitivity of soil organic carbon stocks and fractions to different land-use changes across Europe. *Geoderma* 192, 189–201.
- Post, W. M., Kwon, K. C., 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential., *Global Change Biology* 6. 3. pp. 317, 328.
- Post, W. M., Kwon, K. C., 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* 6(3), 317–328.
- Premrov, A., Cummins, T., Byrne, K.A. 2017. Assessing fixed depth carbon stocks in soils with varying horizon depths and thicknesses, sampled by horizon. *Catena* 150: 291-301. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2016.11.030>
- Puskás, I, Farsang, A 2008b. Evaluation of human-impacted soils in Szeged (SE Hungary) with special emphasis on physical, chemical and biological properties. In: Dazzi, C, Costantini, EAC (eds) The soils of tomorrow. Soils changing in a changing world. *Advances in GeoEcology*. Vol. 39. Catena Verlag, Reiskirchen, pp 117–147.
- Puskás, I., Farsang, A. 2007. A városi talajok osztályozása, az antropogén hatás indikátorainak elkülönítése Szeged talajtípusainak példáján. *Tájökológiai Lapok*. 5. 371–379.
- Puskás, I., Farsang, A. 2008a. Városaink talajai: szegedi talajok besorolása a WRB (2006) rendszerébe. *Földrajzi Közlemények*. 132. 71–82.
- Puskás, I., Farsang, A. 2009. Diagnostic indicators for characterising urban soil of Szeged, Hungary. *Geoderma*. 148. 267–281.
- Puskás, I., Prazsák, I., Farsang, A., Maróy, P. 2008. Antropogén hatásra módosult fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságok értékelése Szeged és környéke talajaiban. *Agrokémia és Talajtan*. 57. 261–280.
- 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, posvâsennoj 85-letiu Agrofizičeskogo NII "Tendencii razvitiâ agrifiziki: ot aktual'nyh problem zemledeliâ i rastenievodstva k tehnologiâm budușego" / eds. Blohina, S. Ű., Ageenkova, O. A., Civilev A. Ű, Federal'noe gosudarstvennoe bûdžetnoe naučnoe učreždenie Agrofizičeskij naučno-issledovatel'skij institut, Sankt-Peterburg, 565-570, 2017.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Warren, Beck, J., Blackwell, P.G., Bronk, Ramsey, Ch., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafliason, H., Hajdas, I., Hatté, Ch., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W.,

- Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, Ch.S.M., van der Plicht, J., 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 55: 1869–1887.
- Reiß, S., Dreibrodt, S., Lubos, C.C.M., Bork, H.R. 2009. Land use history and historical soil erosion at Albersdorf (northern Germany) – Ceased agricultural land use after the pre-historical period. *Catena* 77: 107-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2008.11.001>
- Richter, D. de B., Bacon, A.R., Brecheisen, Z., Mobley, M.L. 2015. Soil in the Anthropocene. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 25. pp. 1-11.
- Richter, D.D. 2019. Game Changer in Soil Science - The Anthropocene in soil science and pedology. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2019, 000, 1–7. <https://doi.org/10.1002/jpln.201900320>
- Rinyu L, Orsovszki G, Futó I, Veres M, Molnar M. 2015. Application of zinc sealed tube graphitization on sub-milligram samples using EnvironMICADAS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interaction with Materials and Atoms* 361: 406–413.
- Rohošková, M.; Penížek, V.; Borůvka, L. 2006. Study of Anthropogenic Soils on a Reclaimed Dumpsite and their Variability by Geostatistical Methods. *Soil & Water Res.*, 1 (2006): 72-78. <https://doi.org/10.17221/6508-SWR>
- Rossiter, D.G. 2007. Classification of urban and industrial soils in the World Reference Base for Soil Resources. *J Soils Sediments* 7(2): 96–100.
- Rossiter, G., Burghardt, W. 2003. Classification of urban & industrial soils in the World Reference Base for Soil Resources: working document. Second Internat. Conf. Soils in Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. ISSS-AISS-SICS, 9-11 July 2003, Nancy, pp 1–24
- Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Araújo, M.B., Carter, T.R., Dendoncker, N., Ewert, F., House, J.I., Kankaanpää, S., Leemans, R., Metzger, M.J., Schmit, C., Smith, P., Tuck, G. 2006. A coherent set of future land use change scenarios for Europe., *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114. 1. pp. 57-68.
- Rózsa, P. 2007. Attempts at qualitative and quantitative assessment of human impact on the landscape., *Geographia Fisica e Dinamica Quaternaria* 30. pp. 233-238.
- Rózsa, P., Novák, T. 2011. Mapping anthropic geomorphological sensitivity on a global scale., *Zeitschrift für Geomorphologie* 55. 1. pp. 109, 117.
- Sándor, G., Szabó, Gy., Charzyński, P., Szyrkowska, E., Novák, T.J. and Świtoniak, M. 2013. Technogenic Soils In Debrecen. In: *Technogenic Soils*. Ed.: Charzyński, P., Markiewicz, M. and Świtoniak, M., Toruń, Polish Society of Soil Science, 35-74.
- Sándor, G., Szabó, Gy., Charzyński, P., Szyrkowska, E., Novák, T.J. and Świtoniak, M. 2013. Technogenic Soils In Debrecen. In: *Technogenic Soils*. Ed.: Charzyński, P., Markiewicz, M. and Świtoniak, M., Toruń, Polish Society of Soil Science, 35-74.
- Sandor, J.A., Burras, C.L., Thompson, M., Wills, S.A. 2023. Factors of soil formation—Human impacts, In: Goss, M.J., Oliver, M. (eds.) 2023. *Encyclopedia of Soils in the Environment* (Second Edition), Academic Press pp. 54-68. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00029-X>.
- Scalenghe, R., Marsan, F.A. 2009. The anthropogenic sealing of soils in urban areas., *Landscape and Urban Planning* 90. 1-2. pp. 1-10.
- Schad, P. 2013 Classification of Technosols and related soils in WRB: from 2006 to 2014. In: Seventh Internat. Conf. Soils in Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. ISSS-AISS-SICS, 16–20 September 2013, Toruń
- Schad, P. 2018. Technosols in the World Reference Base for Soil Resources—History and definitions. *Soil Sci. Plant Nutr.* 64: 138–144.
- Schaetzl, R.J., Thompson, M. L. 2015. *Soils: Genesis and Geomorphology*. 2nd Edition. Cambridge University Press. pp. 778.
- Shrestha, R.K., Lal, R. 2006. Ecosystem carbon budgeting and soil carbon sequestration in reclaimed mine soil. *Environment International*. 32. 781-796.
- Simonneau, A., Doyen, E., Chapron, E., Millet, L., Vannière, B., Di Giovanni, C., Bossard, N., Tachikawa, K., Bard, E., Albéric, P., Desmet, M., Roux, G., Lajeunesse, P., Berger, J.F., Arnaud, F., 2013. Holocene land-use evolution and associated soil erosion in the French Prealps inferred from Lake Paladru sediments and archaeological evidences. *Journal of Archeological Science* 40: 1636-1645. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2012.12.002>
- Simonson, R. W. 1951. The soil under natural and cultural environments. *J. Soil Water Cons.* 6: 63–69.

- Simonson, R.W. 1959. Outline of a generalized theory of soil genesis. SSSAP23: 152-156.
- Simonson, R.W. 1978. A multiprocess model of soil genesis. In: Mahaney, W.C. (ed.) 1978. Quaternary Soils. Geo Abstracts, Norwich UK. pp. 1-25.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., Doran, J.W., 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 65, 1367–1377.
- Societas Pedologica Slovaca 2014. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. Druhé upravené vydanie. Bratislava: NPPC – VUPOP Bratislava 2014, 96 p.
- Sobocká, J., Bedrna, Z., Jurani, B., Račko, J. 2000. Anthropogenic Soils in the Morphogenetic Soil Classification System of Slovakia. In: Burhardt, W., and Ch. Dornauf (eds): Proceedings 1st International SUITMA Conference, vol. 1. University of Essen, 277-281.
- Sobocká, J., 2001. New Trends in Anthropogenic Soil Groups Formation. In: Soil Anthropization VI. Proceedings of the Int. Workshop. VÚPOP, Bratislava, 39-42.
- Sobocká, J., 2003. Urban soils vs. anthropogenic soils, their characteristics and functions. Phytopedon (Bratislava) 2. No. 2, 76 – 80.
- Sobocká, J., 2004. Necrosol as a new anthropogenic soil type. In: Sobocká (ed.) 2004. Soil Anthropization VIII. Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava, 107-113.
- Sobocká, J., Tonkonogov, V., Gerasimova, I., Lebedeva, I., 2001. A Comparative Analysis of Approaches to Anthropogenic Soils Classification in Slovakia and Russia. In: Soil Anthropization VI. Proceedings of the Int. Workshop. VÚPOP, Bratislava, 32-48.
- Sombroek, W.G. 1966. Amazon soils: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region (phd). Vol. 672. Pudoc. p. 283.
- Sponagel, H.; Grottenthaler, W.; Hartmann, K.-J.; Hartwich, R.; Janetzko, P.; Joisten, H.; Kühn, D.; Sabel, K.-J.; Traidl, R. (eds.) 2005. Bodenkundliche Kartieranleitung. KA5 [Manual of soil mapping. 5th Ed. (KA5)], Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe & Staatliche Geologische Dienste, Hannover, pp. 438.
- Stanchi, S., Freppaz, M., Agnelli, A., Reinsch, T., Zanini, E. 2012. Properties, best management practices and conservation of terraced soils in Southern Europe (from Mediterranean areas to the Alps): A review. Quaternary International. 265. 90, 100.
- Stefanovits, P. 1992. Talajtan (3. kiadás) Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 p.
- Stefanovits, P., Filep Gy., Fülek Gy. (szerk.) 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 p.
- Stockmann, U., Minasny, B., McBratney, A.B. 2014. How fast does soil grow? Geoderma. 216. 48-61.
- Stuiver, M., Reimer, P.J., 1993. Extended ¹⁴C data base and revised Calib 3.0 ¹⁴C age calibration program. Radiocarbon 35, 215–230
- Stürck, J., Levers, Ch., van der Zanden, E.H., Schulp, C. J. E., Verkerk, P.J., Tobias Kuemmerle, T., Helming, J., Lotze-Campen, H., Tabeau, A., Popp, A., Schrammeijer, E. and Verburg, P. 2015. Simulating and delineating future land change trajectories across Europe. Regional Environmental Change 18. (3): 733-749.
- Sukopp, H. 1972. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. Berichte über Landwirtschaft 50. pp. 112-139.
- Sümegei, P., Náfrádi, K., Töröcsik, T. 2015. Bevezetés. A komplex régészeti növénytan (archeobotanika) tárgya, módszertana és kutatástörténete. In: Komplex archeobotanika. Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Szeged, pp. 13-21.
- Sütő, L., Dobány, Z., Novák T. J., Incze J., Rózsa P. 2014. Antropogén tájak összehasonlító elemzése, esettanulmányok Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből. Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek. 11. (2) 45-52.
- Synal HA, Stocker M, Suter M. 2007. MICADAS: a new compact radiocarbon AMS system. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 259: 7–13.
- 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.
- Szabó, M., Molnár, E. 2000. Landscape changes in the Szigetköz region NW Hungary. In: Gallé, L., Körmöczy, L. (eds.): Ecology of River Valleys. Szeged. pp. 37-42.
- Szilassi, P. 2017. Land cover variability and the changes of land cover pattern in landscape units of Hungary., Tájökológiai Lapok 15. 2. pp. 131-138.

- Szilassi, P., Bata, T., Molnár, Zs. 2015. A táj antropogén átalakítottságának térképezése országos léptékben Magyarország példáján., VI. Magyar Tájökológiai Konferencia. Absztraktkötet.
- Szilassi, P., Bata, T., Molnár, Zs., Czúcz, B. 2012. Magyarországi kistájak hemeróbiaszintjének értékelése tájmetriai mutatók és a természeti tőke index közti kapcsolat elemzésével., V. Magyar Tájökológiai Konferencia, Sopron, előadás.
- Szilassi, P., Bata, T., Szabó, Sz., Czúcz, B., Molnár, Zs., Mezősi, G. 2017. The link between landscape pattern and vegetation naturalness on a regional scale. *Ecological Indicators* 81. 252, 259.
- Szilassi, P., Jordán, Gy., Rompaey, A., Csillag, G. 2006. Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary., *Catena* 68. pp. 96, 108.
- Szolnoki Zs., Farsang, A., Puskás I. 2013. Cumulative impacts of human activities on urban garden soils: Origin and accumulation of metals. *Environmental Pollution*. 177. 106–115.
- Tóth, G., Hermann, T., Máté, F. 2008. Megjegyzések a magyar talajosztályozási egységek információtartalmáról (Notes on the information stored in the lower levels of the hungarian soil taxonomy, in hungarian)., *Journal of Central European Agriculture* 9. 3. pp. 589, 598.
- Túri, Z. 2011. A tájmintázat vizsgálata a Tiszazugban., *Tájökológiai Lapok*, 9. 1. pp. 43, 51.
- Václavík, T. és Rogan, J. 2009: Identifying Trends in Land Use, Land Cover Changes in the Context of Post-Socialist Transformation in Central Europe: A Case Study of the Greater Olomouc Region, Czech Republic., *GIScience & Remote Sensing* 46. 1. pp. 54-76.
- Van Eetvelde, V. és Antrop, M. 2009. Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium). *Land Use Policy* 26. 901, 910.
- Várallyay Gy., Fórizs J.-né 1966. A helyszíni talajfelvételezés In: Szabolcs I. (szerk.) (1966): A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve, Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest. pp. 19-160.
- Verburg, P.H. and Overmars, K.P. 2009. Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape Ecology* 24. 1167, 1181.
- Verburg, P.H., Berkel, D.v., Doorn, A.v., Eupen, M.v. and Heiligenberg, H.A.R.M.v., 2010. Trajectories of land use change in Europe: a model-based exploration of rural futures. *Landscape Ecology* 25(2): 217-232.
- Vince, T., Szabó, Gy., Csoma, Z., Sándor, G., Szabó, Sz. 2014. The spatial distribution pattern of heavy metal concentrations in urban soils — a study of anthropogenic effects in Berehove, Ukraine. *Central European Journal of Geosciences*. 6. (3) 330-343.
- Volungevicius, J., Skorupskas, R. 2011. Classification of anthropogenic soil transformation. *Geologija*. 53 (4): 165-177. <https://doi.org/10.6001/geologija.v53i4.1904>
- Vos, W., Meekes, H., 1999. Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future. *Landscape and Urban Planning* 46(1–3): 3-14., [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00043-2)
- Wacker L, Bonani G, Friedrich M, Hajdas I, Kromer B, Némec M, Ruff M, Suter M, Synal HA, Vockenhuber C. 2010. MICADAS: Routine and high-precision radiocarbon dating. *Radiocarbon* 52: 252–262.
- Waltner, I., Saeidi, S., Grósz, J., Centeri, C., Laborczi, A., Pásztor, L. 2020. Spatial Assessment of the Effects of Land Cover Change on Soil Erosion in Hungary from 1990 to 2018. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*. 9: 667. <https://doi.org/10.3390/ijgi9110667>
- Walz, U., Stein, C. 2014. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany., *Journal of Nature Conservation* 22. pp. 279, 289.
- Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Galuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Richter, D. D., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Waples, M., Williams, M., Zhisheng, A., Grinevald, J., Odada, J., Oreskes, N., Wolfe, A. P. 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>.
- Yaalon, D.H., Yaron, B. 1966. Framework for man-made soil changes, an outline of metapedogenesis. *Soil Science* 102: 272-277.

- Zalasiewicz J., Williams M., Smith A., Barry T. L., Coe A. L., Bown P. R., Brenchley P., Cantrill D., Gale A., Gibbard P., Gregory F. J., Hounslow M. W., Kerr A. C., Pearson P., Knox R., Powell J., Waters C., Marshall J., Oates M., Rawson P., Stone P. 2008. Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today* **18**, 4–8. <https://doi.org/10.1130/GSAT01802A.1>
- Zalasiewicz, J., Williams. M., Haywood, A., Ellis M.l 2011.The Anthropocene: a new epoch of geological time?Phil. Trans. R. Soc. A.369835–841. <http://doi.org/10.1098/rsta.2010.0339>

novak.tibor.jozsef_237_24

ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

Ábrák jegyzéke

1. ábra. *A tájhasználat és a talajok antropizációjának kapcsolata Rohošková et al. (2006) alapján, módosítva*
2. ábra. *A talajok antropizációja során váltakozó antropizációs és regenerációs folyamatok által létrehozott talajváltozatok modellje Volungevicius és Skorupskas (2011) alapján, módosítva*
3. ábra. *Az antropogén hatások érvényesülése a talajképződés funkcionális-faktoriális modellje (Amundsen és Jenny, 1991) alapján. Példák az antropogén hatások mint a talajképződést közvetlenül meghatározó, illetve közvetett, a talajképződés más tényezőit módosító szerepére (saját szerkesztés)*
4. ábra. *A folyamat-rendszer alapú talajképződési modellekben (Simonson 1978) az antropogén hatások nem képviselnek elkülönült tényezőcsoportot, hatásuk az input-output folyamatok, illetve a fluxusok, transzformációs folyamatok módosításán keresztül érvényesül (Schaetzl és Thompson 2015 alapján, módosítva)*
5. ábra. *A determinisztikus káosz koncepciókhoz hasonló determinisztikus útvonal vázolódik fel a mezőgazdasági hasznosítás következtében a talajok fejlődésében Kuzyakov és Zamanian (2019) tanulmányában, amely az antropogén talajok kialakulását konvergens talajfejlődés következtében lezajló homogenizációként mutatja be (Kuzyakov és Zamanian 2019 alapján, módosítva)*
6. ábra. *A természetes talajokból (a) antropizáció eredményeként létrejövő talajmódosulatok, amelyek eredetük szerint lehetnek metagenetikusak (b és c) vagy neogenetikusak (d), de nem minősülnek antropogén talajoknak*
7. ábra. *A természetes talajokból (a) antropizáció eredményeként létrejövő metagenetikus (b) és neogenetikus (c) antropogén talajok Howard (2017) alapján, módosítva*
8. ábra. *A vizsgált antropogén talajszelvények és szelvénytörzsek elhelyezkedése*
9. ábra. *A szervesanyag-frakciók (OM) frakciók szétválasztásának folyamata*
10. ábra. *A felszínborítási osztályok csoportosítása a talajokat ért antropogén hatások fokozatai szerint a WRB diagnosztikai elemeiben megjelenő antropogén bélyegek alapján*
11. ábra. *A CORINE LCC felszínborításváltozás-poligonok újraosztályozási folyamata az antropogén hatás mértékének megváltozása alapján*
12. ábra. *A természetességi csoportok változásának lehetséges esetei, besorolásuk a csökkenő vagy növekvő mértékű antropizációt képviselő felszínborítás-változások közé.*
13. ábra. *Az átlagos műterméktartalom és a műterméket tartalmazó réteg vastagsága a vizsgált talajszelvények esetében (ahol műtermék előfordult)*
14. ábra. *A technikai szilárd anyag vertikális szelvénybeli helyzete, és vastagsága alapján alkalmazható minősítők a vizsgált talajszelvényekben (ahol technikai szilárd anyag előfordult)*
15. ábra. *A vizsgált talajszelvényekben azonosítható antropogén bélyegek száma (x) és legmélyebb talajszelvénybeli előfordulása (y) 0-100 cm között*
16. ábra. *A Látóképen vizsgált talajok antropizációs, és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak sematikus összefoglalása*
17. ábra. *A felhagyott és a továbbra is szántóként (öntözött, illetve nem öntözött) hasznosított talajok pH (balra) és szerveszén-tartalom (jobbra) értékei a Látóképen vizsgált talajszelvényekben (mindhárom típus esetén N=3)*
18. ábra. *A felhagyott és a továbbra is szántóként (öntözött, illetve nem öntözött) hasznosított talajok szerveszén-készlete 0-30 cm (balra) és 0-70 cm talajrétegre számítva a Látóképen vizsgált talajszelvényekben (mindhárom típus esetén N=3)*

19. ábra. A Tokajban vizsgált talajok antropizációs, és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak sematikus összefoglalása
20. ábra. A Tokajban vizsgált talajok szervesszén-készletének változása a talaj legfelső 0-6 cm-es rétegében
21. ábra. A Tokajban vizsgált talajok szervesszén-készletének változása a talaj legfelső 0-30 cm-es rétegében
22. ábra. A Tokajban vizsgált talajok 0-30 cm-es rétegére számított szervesszén-akkumulációs rátájának különbségei a felhagyás óta eltelt idő függvényében
23. ábra. A szervesanyag-frakciók (OM) széntartalmának változása a talajművelés felhagyásának kezdete óta eltelt idő függvényében tokaji szőlőparlagok feltalajában (0-6 cm) (DOM=vízoldható OM, FPOM=szabad, részecskeszerű OM, OPOM=aggregátumokba zárt OM)
24. ábra. A Síkfőkúton vizsgált talajok antropizációs, és a felhagyást követő regenerációs folyamatainak sematikus összefoglalása
25. ábra. A lejtő középszakaszán, illetve alsó szakaszán lévő talajszelvények szervesszén-tartalmának kor-mélység modelljei a síkfőkúti mintaterületen
26. ábra. Talajok antropogén átalakítottságának CLC100 (2018) felszínborítási kategóriák alapján várható mértéke Magyarországon
27. ábra. Talajok antropizációjának középtájankénti különbségei Magyarországon 2018
28. ábra. Talajok antropogén átalakítottságának (2018) megoszlása a genetikai főtípusok AGROTOPO adatbázisban ábrázolt területére (Pásztor et al. 2018 alapján) vetítve Magyarországon
29. ábra. A felszínborítás megváltozását jelző poligonok a tájváltozás jellege (erősödő, gyengülő vagy változatlan mértékű antropizáció) alapján 2000–2006 között. A felszínborítás megváltozása az esetek többségében (sárga kitöltés) nem járt az antropogén hatás erősségének lényeges megváltozásával
30. ábra. Az összes felszínborítás-változás területi aránya a hazai középtájakon a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban
31. ábra. Az erősödő antropogén hatással járó felszínborítás-változások térbeli eloszlása Magyarországon 1990–2018 között 4 vizsgált időszakban
32. ábra. A gyengülő antropogén hatással járó felszínborítás-változások térbeli eloszlása Magyarországon 1990–2018 között 4 vizsgált időszakban
33. ábra. Erősödő antropogén hatással járó felszínborítás-változások területi aránya középtájanként, a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban
34. ábra. Csökkenő antropogén hatással járó felszínborítás-változások területi aránya középtájanként, a középtáj területének %-ában a négy vizsgált időszakban
35. ábra. Erősödő antropogén hatást jelentő felszínborítás-változások aránya 1990–2018 között a hazai kistájakon az országos átlaghoz (0,7) képest, a kistáj területének %-ában
36. ábra. Gyengülő antropogén hatást jelentő felszínborítás-változások aránya 1990–2018 között a hazai kistájakon az országos átlaghoz (1,3%) képest, a kistáj területének %-ában
37. ábra. Az erősödő antropizáció forrópontjai és többszörös forrópontjai Magyarországon a felszínborítás-változások alapján 1990–2018 között
38. ábra. A gyengülő antropizáció forrópontjai és többszörös forrópontjai Magyarországon a felszínborítás-változások alapján 1990–2018 között

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. *Tájak, ill. tájalkotók antropogén átalakítottságán alapuló indikátorok és azokat hazai tájak vonatkozásában vizsgáló tanulmányok*
2. táblázat. *A vizsgált talajszelvények megoszlása felszínborítási osztályok és a vizsgálatuk célja szerint*
3. táblázat. *Antropogén talajjellemzőket kifejező diagnosztikai elemek a WRB (IUSS Working Group WRB, 2022) talajosztályozási rendszerben*
4. táblázat. *A CORINE (CLC100) Magyarországon előforduló felszínborítási osztályai alapján képzett csoportok a talajok antropizációja szerint és a rájuk jellemző WRB diagnosztikai bélyegek*
5. táblázat. *Felszínborítás-változások értékelési mátrixa a felszínborítási adathoz rendelt talajtermészetességi osztály megváltozása alapján*
6. táblázat. *Az antropizáció mértékének jellemzésére kiválasztott talajszelvények osztályozása (WRB 2022) az antropizáció folyamatát meghatározó felszínborítás szerinti csoportosításban*
7. táblázat. *A vizsgált metagenetikus antropogén talajok antropizációs folyamatai és értékelésük WRB-diagnosztikában*
8. táblázat. *A vizsgált neogentikus antropogén talajok antropizációs bélyegei és értékelésük WRB-diagnosztikában*
9. táblázat. *A Sikkfőúton vizsgált talajszelvények 0-30 cm-es rétegére számított szervesszén-készletek ($SOC_{0-30\text{ cm}}$), a készletek változásai ($\Delta SOC_{0-30\text{ cm}}$) és a szervesszén-akkumulációs ráták (r) különbségei a lejtőn elfoglalt pozíció függvényében*
10. táblázat. *A felszínborítás-változások által érintett területek megoszlása a talajok antropizációs folyamataira gyakorolt hatás szerinti típusonként a négy vizsgált időszakban Magyarországon*
11. táblázat. *A gyengülő és erősödő antropogén hatást jelző felszínborítás-változások középtájkénti területének átlag és maximum értéke km^2 -ben, illetve a középtáj területének %-ában az egyes vizsgált időszakokban, illetve összesítve az 1990-2018-as időszakra*
12. táblázat. *A csökkenő és az erősödő antropizációval járó felszínborítás-változások és azon belül az öt leggyakoribb változástípusba tartozó változások a négy vizsgált időszakban Magyarországon a változáspolygonok összterülete (km^2) és darabszáma (db) szerint*
13. táblázat. *A talajok antropizációjának megváltozásával járó leggyakoribb felszínborításváltozás-típusok az érintett terület kiterjedése (km^2) és a változás-polygonok száma (db) szerint 1990 és 2018 között*

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném hálámat és köszönetemet kifejezni mindazoknak, akik akár a tőlük megvont figyelem, idő és türelem elviselésével, akár aktív hozzájárulásukkal segítették a disszertáció megírását. Így elsősorban köszönöm *szüleimnek és öcsémnek* a végtelen türelmet és támogatást, amelyet a dolgozat megírása során, és azt megelőzően, az eredmények, adatok létrejöttéhez szükséges munkám során részükről megtapasztalhattam.

Sajnos személyesen már nem mondhatok köszönetet annak a két legfontosabb személynek, *Prof. Dr. Kerényi Attilának* (DE TTK, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék), egykori PhD témavezetőmnek, és *Prof. Dr. Luise Gianinak* (Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg, IBU, AG Bodenkunde), külföldi kutatói munkám témavezetőjének, akiknek a tudományos munkám folytatásában, kutatástervezésben, és a kritikus gondolkodás alakításában a legtöbbet köszönhetek.

Hálás vagyok azoknak a külföldi (*Prof. Dr. Aldis Karklins, Prof. Dr. Cezary Kabala, Dr. Przemław Charzyński, Dr. Marcin Świtoniak, Dr. Olga Kalinina, Dr. Blaž Repe, Prof. Dr. Piotr Hulisz, Dr. Vít Penížek*) és hazai (*Dr. Tóth Csaba Albert, Dr. Czigány Szabolcs, Dr. Tóth Tibor, Prof. Dr. Szabó Szilárd*) kollégáknak, akikkel számos terepen eltöltött nap és hasznos diskurzus során elmélyíthettem a tájakról és talajokról szerzett ismereteimet.

Köszönöm a munkáját azoknak a laboratóriumi munkatársaknak (*Sósné Mező Krisztina, Tóth Csilla*) és földrajzos hallgatóknak, akiknek a laboratóriumi és terepi segítsége nélkül nem születhetett volna meg a disszertáció. Köztük is különös hálával tartozok azoknak az egykori hallgatókból lett kollégáknak, akikkel korábban hallgatóként, majd munkatársként dolgoztam együtt, ezáltal motivációt és értelmet adtak az oktatási feladatoknak (*Dr. Incze József, Dr. Botos Ágnes, Balogh Szabolcs, Dr. Buró Botond, Dr. Négyesi Gábor, Dr. Sándor Gábor, Dr. Hateffard Fatemeh, Dr. Balla Dániel*).

Köszönöm jelenlegi munkahelyemen (DE MÉK, Agrokémiai és Talajtani Intézet) az új kollégáimnak, hogy a dolgozat megírásának ideje alatt türelmesek és elnézőek voltak velem szemben.

Köszönöm a *Bolyai ösztöndíj* (2017-2020; BO/00448/17) és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4-DE-129 kódszámú *Új Nemzeti Kiválóság Programjának* a disszertáció kutatási témájához nyújtott szakmai támogatását.

MELLÉKLETEK

I. A WRB 2022 OSZTÁLYOZÁSBAN ALKALMAZOTT, ANTROPOGÉN SAJÁTOSSÁGOKAT KIFEJEZŐ DIAGNOSZTIKAI ÉS OSZTÁLYOZÁSI ELEMÉK DEFINÍCIÓI

Az alábbiakban a WRB-talajosztályozás antropogén bélyegeket kifejező diagnosztikai és osztályozási elemeinek részletes ismertetése következik a WRB 2022-es kiadása alapján (IUSS WG WRB 2022) a szerző fordításában. A definícióval és számszerű osztályozási követelményekkel rendelkező antropogén diagnosztikus elemek és taxonómiai egységek nevét *dőlt* szedéssel, a diagnosztikai követelmények logikai formáját meghatározó kötőszavakat pedig *félkövér dőlt* szedéssel emeltem ki, a *Referenciacsoportok* nevét a WRB irányelveinek megfelelően nagy kezdőbetűvel írtam.

I/1. ANTROPOGÉN DIAGNOSZTIKAI ELEMÉK

I/1.1. ANTROPOGÉN DIAGNOSZTIKAI TALAJANYAGOK

Műtermék (Artefact)

1. Lehetnek olyan folyékony vagy szilárd halmazállapotú anyagok, amelyek rendelkeznek az alábbi tulajdonságok legalább egyikével:
 - a. emberi tevékenység által, ipari, kisüzemi, vagy kézműipari tevékenység folyamán létrehozott, vagy alapvetően átalakított anyagok; **vagy**
 - b. emberi tevékenység során mélyből felszínre hozott anyagok, amelyeket felszíni folyamatok nem befolyásoltak, jelenlegi felhalmozási helyük környezetétől lényegesen eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek, és ott közönséges körülmények között nem fordulnak elő; **és**
2. lényegében ugyanazon kémiai és ásványtani jellemzőkkel rendelkeznek, mint közvetlenül az előállításukat, átalakításukat, vagy kibányászásukat követően.

Organotechnic talajanyag

1. a teljes talaj térfogatában $\geq 35\%$ olyan *műtermék* van, amelynek *szervesszén-tartalma* $\geq 20\%$; **és**
2. $< 20\%$ *szervesszén-tartalom* a földes részre és a benne lévő ≤ 5 mm átmérőjű bármilyen holt növényi maradványokra vonatkoztatva.

Solimovic talajanyag

A *solimovic* talajanyag *ásványi talajanyag és*:

1. lejtőkön, lejtőalji helyzetben, völgytalpakon, hordalékkúpokon, mélyedésekben, lokális akadályok, árkok mentén vagy hasonló domborzati helyzetben fordul elő, és a felsőbb lejtőszakaszokról származik, ahonnan felületi rétegerózió halmozta át; **és**
2. felhalmozása nem kapcsolódik fluviális, lakusztikus, tengeri vagy lejtős tömegmozgásos folyamatokhoz; **és**
3. jellemzi legalább az alábbiak egyike:
 - a. ha ásványi talajra települ, akkor a térfogattömege kisebb, mint az általa eltemetett talaj legfelső rétegének; **vagy**
 - b. $\geq 0.6\%$ *szervesszén-tartalma* van; **vagy**
 - c. Munsell-színtelítettsége ≥ 3 (nedvesen); **vagy**
 - d. bármilyen méretű műterméket és/vagy faszenet tartalmaz; **vagy**
 - e. ≥ 100 mg kg⁻¹ P-tartalom a Mehlich-3 kivonatban; **és**
4. nem képezi részét *cambic*, *chernic*, *mollic* vagy *umbric* szinten kívül más diagnosztikai szintnek.

Technikai szilárd anyag

1. ipari tevékenység eredményeként létrehozott konszolidált anyag; **és**
2. természetes anyagokétól lényegesen különböző sajátosságokkal rendelkezik; **és**
3. összefüggő *vagy* horizontális kiterjedésének csak $< 5\%$ -ában tartalmaz réseket.

I/1.2. ANTROPOGÉN DIAGNOSZTIKAI TULAJDONSÁGOK

Anthric tulajdonságok

1. *mollic* vagy *umbric* szintekkel rendelkező talajokban, azokkal együtt jelenik meg; **és**
2. az emberi bolygatás nyilvánvaló jeleit viseli, amely az alábbiak legalább egyikében megnyilvánul:
 - a. a szántás mélységében megjelenő éles alsó határ és a homokszemcsék $\geq 10\%$ -ában szerves bevonatok hiánya; **vagy**
 - b. a szántás mélységében megjelenő éles alsó határ és a humuszban gazdag, illetve humuszban szegény talajanyagok nyilvánvaló keveredése a művelés következtében; **vagy**
 - c. meszezéshez alkalmazott mészszerűk, csomók előfordulása; **vagy**
 - d. $\geq 430 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Mehlich-3 kivonatban meghatározott P-tartalom a felső 20 cm-ben; **és**
3. feltárt felületének $< 5\%$ -ában tartalmaz állatjáratokat, gilisztajaratokat, koprolitokat vagy más állati aktivitásra utaló nyomokat az alábbi mélységek egyikében:
 - a. a *mollic*, vagy *umbric* szint legalsó 5 cm-ében; **vagy**
 - b. ha a talaj szántott, akkor a szántott réteg alatti 5 cm vastag rétegben.

I/1.3. ANTROPOGÉN DIAGNOSZTIKAI TALAJSZINTEK

Anthraquic talajszint

Az *anthraquic* szint ásványi talajanyagból álló feltalajszint, amelynek:

1. szétiszapolódot rétege van, amelyet feltárt felületének $\geq 80\%$ -ában az alábbi Munsell-színárnyalatok jellemeznek (nedvesen):
 - a. színárnyalata 7,5YR vagy sárgább, színértéke ≤ 4 , színtelítettsége ≤ 2 ; **vagy**
 - b. színárnyalata GY, B vagy BG, színértéke ≤ 4 , **és**
2. a szétiszapolódot rétege alatt eketalp rétege van, amelyre jellemző az alábbiak mindegyike:
 - a. az alábbiak közül legalább az egyik jellemzi:
 - i. lemezes, táblás szerkezete van térfogatának $\geq 25\%$ -ában; **vagy**
 - ii. masszív szerkezetnélküliség jellemzi térfogatának $\geq 25\%$ -ában, **és**
 - b. térfogattömege $\geq 10\%$ -kal nagyobb, mint a szétiszapolt felső rétegé; **és**
 - c. feltárt felületének $\geq 5\%$ -ában oximorf bélyegei vannak (a földes rész és a bármilyen kiterjedésű és fokú cementáló anyag oximorf bélyegei), amelyek:
 - i. uralkodóan a biopórusok falán, vagy ha aggregátumok vannak, akkor azok felületén és annak közelében fordulnak elő; **és**
 - ii. Munsell-színárnyalatuk $\geq 2,5$ színárnyalattal vörösebb és színtelítettségük ≥ 1 értékkel nagyobb (nedvesen), mint a környező anyagé, **és**
3. vastagsága $\geq 15 \text{ cm}$.

Hortic talajszint

A *hortic* talajszint olyan ásványi talajanyagból álló feltalajszint, amelynek:

1. Munsell-színértéke és színtelítettsége nedvesen ≤ 3 ; **és**
2. szervesszén-tartalma súlyozott átlagban $\geq 1\%$; **és**
3. a felső 20 cm-ben a Mehlich-módszerrel kioldható P-tartalma $\geq 120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$; **és**
4. bázistelítettsége ($1 \text{ M NH}_4\text{OHAc}$, pH 7) $\geq 50\%$; **és**
5. térfogatának $\geq 25\%$ -át teszik ki állatjáratok, koprolitok vagy más, talajlakó állatok aktivitására utaló nyomok; **és**
6. vastagsága $\geq 20 \text{ cm}$.

Hydragric talajszint

A *hydragric* szint ásványi talajanyagból álló, emberi hatásra, öntözéses gazdálkodás következtében kialakuló altalajszint, amely:

1. *anthraquic* talajszint alatt helyezkedik el; **és**
2. egy vagy több alszintből áll, amelyek mindegyike rendelkezik az alábbiak egyikével:

- a. reduktimorf jellemzők ≥ 4 Munsell-színértékkel és ≤ 2 szintelítettséggel (mindkettő nedvesen), a biopórusok falai körül; **vagy**
 - b. $\geq 15\%$ oximorf jellemzők (a kitett területre vonatkoztatva, a földes rész, valamint bármilyen kiterjedésű és mértékű cementáció oximorf jellemzőire vonatkoztatva), amelyek:
 - i. túlnyomórészt talajaggregátumokon belül vannak; **és**
 - ii. Munsell-színárnyalata $\geq 2,5$ egységgel vörösebb, és színárnyalata ≥ 1 egységgel nagyobb (nedvesen), mint a környező anyagé; **vagy**
 - c. $\geq 15\%$ oximorf jellemzők (a kitett területre vonatkoztatva, a földes rész, valamint bármilyen kiterjedésű és mértékű cementáció oximorf jellemzőire vonatkoztatva) olyan, amelyek:
 - i. túlnyomórészt a biopórusok falán, és ha aggregátumok vannak, akkor túlnyomórészt azok felületén, vagy annak közelében vannak; **és**
 - ii. Munsell-színárnyalata $\geq 2,5$ egységgel vörösebb és színárnyalata ≥ 1 egységgel nagyobb (nedvesen), mint a környező anyagé;
 - d. dithionit-citrátban oldódó Fe-tartalma $\geq 1,5\times$ -ese, dithionit-citrátban oldódó Mn-tartalma pedig $\geq 3\times$ -osa a felette lévő *anthraquic* szintének; **és**
3. ≥ 10 cm vastag.

Irragric talajszint

Az *irragric* szint ásványi feltalajszint, amely:

1. térfogatának $\geq 90\%$ -át külön, vagy együtt:
 - a. aggregátumszerkezet **vagy**
 - b. rögös vagy egyéb, mezőgazdasági művelési gyakorlat által létrehozott szerkezet jellemzi;
2. rendelkezik legalább az alábbiak egyikével:
 - a. $\geq 10\%$ -kal (relatív) és $\geq 3\%$ -kal (abszolút) nagyobb agyagtartalom, mint az *irragric* szint által közvetlenül eltemetett rétegé; **vagy**
 - b. finom agyagtartalom $\geq 10\%$ -kal (relatív) és $\geq 3\%$ -kal (abszolút) nagyobb, mint az *irragric* szint által közvetlenül eltemetett rétegé;
3. a középszemű, finomszemű és nagyon finom homok, az agyag- és a karbonáttartalom relatív különbségei nem érik el a 20% -ot, vagy abszolút értékben a 4% -ot a szint különböző részei között; **és**
4. az alábbiak mindegyike:
 - a. szervesszén-tartalom $\geq 0,3\%$, **és**
 - b. a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga $\geq 0,5\%$, **és**
5. feltárt felületének átlagosan $\geq 25\%$ -át teszik ki feregjáratok, üregek, koprolitok vagy állati aktivitásra utaló egyéb nyomok; **és**
6. a talajfelszín felmagasodásának egyértelmű jeleit mutatja;
7. ≥ 20 cm vastag.

Plaggic talajszint és Pretic talajszint

Az osztályozási követelmények és a diagnosztikai talajszintek leírását ebben a két esetben mellőztem, mivel ez a két diagnosztikai talajszint Magyarországon nem fordul elő. Mindkét talajszint sajátos klimatikus (óceáni, illetve trópusi nedves) viszonyok mellett létrejött, szerves szénvegyületekben gazdag antropogén eredetű feltalajszint.

Terric talajszint

A *terric* talajszint ásványi feltalajszint, amely:

1. egyértelmű jeleit mutatja az elhelyezés környezetétől lényegesen különböző anyag hozzáadásának, **és**
2. ha műterméket tartalmaz, annak aránya $< 10\%$ a talaj teljes térfogatához viszonyítva; **és**
3. szervesszén-tartalma $\geq 0,6\%$; **és**
4. bázistelítettsége ($1\text{ M NH}_4\text{OHAc}$, pH 7) $\geq 50\%$; **és**
5. egyértelmű jeleit mutatja a felszín megemelkedésének; **és**
6. ≥ 20 cm vastag.

I/1.2. ANTROPOGÉN OSZTÁLYOZÁSI ELEMEL

I/1.2.1. ANTROPOGÉN REFERENCIACSOPORTOK

A legmagasabb osztályozási szinten antropogén jellemzők által meghatározott két referenciacsopott, az *Anthrosol* és a *Technosol* szerepel. Mindkettő a rendszer elején (másodikként és harmadikként) sorol ki. Meghatározásuk antropogén eredetű diagnosztikai szintek, diagnosztikai tulajdonságok, illetve diagnosztikai talajanyagok meglétén, illetve megkövetelt minimális vastagságán és szelvényben elfoglalt vertikális helyzetén alapul. Az antropogén talajok referenciacsopott szinten történő elkülönítése azt juttatja kifejezésre, hogy az ilyen talajszelvények felépítésében, tulajdonságaiban az antropogén tevékenység következtében létrejött szintek, anyagok, tulajdonságok a legmeghatározóbbak.

Az *Anthrosol* referenciacsopott talajai elsősorban tartós, hosszú időn keresztül tartó, vagy speciális technológiát alkalmazó talajművelés hatására jönnek létre (metagenetikusak), míg a *Technosol* csoportba tartozóként osztályozott talajok elsősorban urbanizált, ipari, bányászati, közlekedési vagy katonai területeken, vastag antropogén szubsztrát felszínén jellemzőek (neogenetikusak).

Anthrosol

Azok a talajok tartoznak ide, amelyek nem felelnek meg a *Histosol* referenciacsopott osztályozási követelményeinek és

1. ≥ 50 cm vastagságú *hortic*, *irragric*, *plaggic* vagy *terric* diagnosztikai talajszinttel rendelkeznek; **vagy**
2. együttesen ≥ 50 cm vastagságot elérő *anthraquic* és alatta lévő *hydragric* diagnosztikai talajszinttel rendelkeznek; **vagy**
3. *Pretic* diagnosztikai talajszinttel rendelkeznek a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül, amely ≥ 50 cm összegzett vastagságot elérő rétegekből áll.

Technosol

Azok a talajok tartoznak ide, amelyek nem felelnek meg sem a *Histosol*, sem az *Anthrosol* referenciacsopott osztályozási követelményeinek és

1. jellemző rájuk az alábbi három feltétel mindegyike:
 - a. jellemző rá legalább az alábbiak egyike:
 - i. a talajfelszíntől számított 100 cm-ig vagy az *összefüggő szilárd kőzetig*, *technikai szilárd anyagig*, vagy *cementált rétegig*, súlyozott átlagban térfogatuknak $\geq 20\%$ -át kitevő mennyiségben tartalmaznak műterméket; **vagy**
 - ii. a talajfelszíntől számított ≤ 50 cm-en belül kezdődően ≥ 10 cm vastagságú rétegük van, amely súlyozott átlagban a teljes talaj térfogatának $\geq 80\%$ -át kitevő mennyiségben tartalmaznak műterméket; **és**
 - b. a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül kezdődően nincs olyan *műterméket* is tartalmazó rétegük, amely *argic*, *chernic*, *duric*, *ferralic*, *ferric*, *fragric*, *hydragric*, *natric*, *nitic*, *petrocalcic*, *petroduric*, *petrogypsic*, *petroplinthic*, *pisoplinthic*, *plinthic*, *spodic* vagy *vertic* szintnek is minősül, hacsak nem eltemetve; **és**
 - c. a talajfelszíntől számított ≤ 10 cm-en belül kezdődően nem fordul elő limitáló réteg, hacsak nem *műtermékből* áll; **vagy**
2. a talajfelszíntől számított ≤ 100 cm-en belül összefüggő, nagyon rossz áteresztőképességű vagy át nem eresztő, bármilyen vastagságú, mesterséges geomembránt *vagy technikai szilárd anyagot* tartalmaznak.

I/1.2.2. ANTROPOGÉN TULAJDONSÁGOKAT KIFEJEZŐ MINŐSÍTŐK

Az antropogén sajátosságokat kifejező minősítők az egyes referenciacsoporthoz tartozó lista szerint bármely referenciacsoporthoz adhatók, ha a talaj sajátosságai alapján a megkövetelt diagnosztikus feltételeknek megfelel. Amennyiben a referenciacsoporthoz tartozó listában az adott minősítő nincs feltüntetve, de a talaj mégis kielégíti az ahhoz megkövetelt feltételeket, akkor kiegészítő minősítőként tüntethető fel a talaj nevének legvégén.

Anthraquic: *anthraquic* diagnosztikai talajszinttel rendelkezik, de nincs *hydragric* diagnosztikai talajszintje.

Anthric: rendelkezik *anthric* diagnosztikai tulajdonságokkal.

Anthromollic: *mollic* szinttel és *anthric* tulajdonságokkal rendelkezik.

Anthroumbic: *umbric* szinttel és *anthric* tulajdonságokkal rendelkezik.

Archaic: a felszíntől számított 100 cm-en belül van ≥ 20 cm vastagságú olyan rétege, amely térfogatának $\geq 20\%$ -ában olyan műterméket tartalmaz, amelynek térfogatarányában $\geq 50\%$ -ot preindusztriális folyamatok által létrehozott műtermékek, azaz kézzel készített kerámia, könnyen törhető cserép, vagy alapanyagában homokot is tartalmazó kerámia található.

Aric: ≥ 20 cm vastagságú szántott rétege van a felszínen.

Carbonic: a talajfelszíntől számított ≤ 100 cm-en belül van olyan ≥ 10 cm vastag rétege, amelynek szerves szén tartalma $\geq 5\%$ és műterméknek minősül.

Densic: a felszíntől számított 100 cm-en belül természetes, vagy antropogén hatásra kialakult tömörödött réteg van, amin a gyökerek egyáltalán nem, vagy csak igen nehezen tudnak áthatolni.

Drainic: mesterségesen lecsapolt.

Ekranic: a felszíntől számított ≤ 5 cm-en belül *technikai szilárd anyag* fordul elő.

Escalic: ember által létesített teraszokon jelenik meg.

Garbic: a felszíntől számított 100 cm-en belül ≥ 20 cm vastagságú olyan rétege van, amely térfogatának $\geq 20\%$ -ában (súlyozott átlag) olyan műterméket tartalmaz, amely térfogatának $\geq 35\%$ -a szerves hulladék (csak *Technosol*oknál).

Hortic: *hortic* diagnosztikai talajszinttel rendelkezik.

Hydragric: *anthraquic* szintje, és alatta *hydragric* szintje van, utóbbi a felszíntől számított 100 cm-es mélységen belül kezdődően.

Hyperartefactic: a felszíntől számított 100 cm-es rétegében, vagy ha sekélyebben *összefüggő szilárd közet*, *technikai szilárd anyag* vagy cementált réteg található akkor annak felső határáig térfogatának $\geq 50\%$ -ában műterméket tartalmaz (csak *Technosol*oknál).

Hyperurbic: a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül van olyan ≥ 50 cm vastag rétege, amely $\geq 35\%$ (súlyozott átlagban a talaj teljes térfogatára vonatkoztatva) műterméket tartalmaz, amely törmelékből és emberi települések hulladékából áll.

Immissic: van olyan ≥ 10 cm vastagságú rétege közvetlenül a talajfelszínen, amely $\geq 20\%$ (térfogat) kiülepedett port, kormot vagy hamut tartalmaz, amely teljesíti a műtermékek osztályozási követelményeit.

Irragric: *Irragric* diagnosztikai talajszinttel rendelkezik.

Isolatic: a felszíntől számított 100 cm-en belül olyan *technikai szilárd anyag*, geomembrán vagy összefüggő műtermékréteg felett kialakult földes részt tartalmazó talajanyaga van, amelynek nincs kapcsolata más, földes részt tartalmazó talajanyaggal.

Kalaic: a talajfelszíntől számított ≤ 90 cm-en belül kezdődően van olyan ≥ 10 cm vastagságú rétege, amely $\geq 50\%$ műterméket tartalmaz súlyozott átlagban, a talaj teljes térfogatához képest.

Linic: a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül összefüggő, nagyon rossz áteresztőképességű vagy át nem eresztő, bármilyen vastagságú, mesterséges geomembránt tartalmaz.

Mahic:

- van olyan rétege, amely ≥ 10 cm vastag, és a talajfelszíntől számított ≤ 50 cm-en belül kezdődik, és $\geq 80\%$ -ban (súlyozott átlagban, a talaj teljes térfogatára vonatkoztatva) *műtermékből* áll; és
- a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül, vagy ha sekélyebben talajképződést gátló rétege van, akkor annak felső határáig $< 20\%$ (súlyozott átlagban, a talaj teljes térfogatára vonatkoztatva) műterméket tartalmaz.

Murshic: a felszíntől számított ≤ 10 cm-en belül, vagy $\geq 0,2 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ térfogattömegű *folic* diagnosztikai talajszint alatt kezdődően ≥ 20 cm vastagságú lecsapolt *histic* diagnosztikai talajszinttel rendelkezik, és jellemző rá az alábbiaknak legalább az egyike:

- a. közepesen vagy erősen szerkezetes, morzsás, vagy szemcsés szerkezeti elemek
- b. repedések.

Plaggic: *plaggic* diagnosztikai talajszinttel rendelkezik.

Pretic: *pretic* szintje van.

Protokalaic: a talajfelszíntől számított ≤ 90 cm-en belül kezdődően van olyan ≥ 10 cm vastagságú rétege, amely $\geq 25\%$ (súlyozott átlagban, a talaj teljes térfogatára vonatkoztatva) *műterméket* tartalmaz.

Pyric: a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül van egy vagy több olyan rétege, amelyeknek együttes vastagsága ≥ 10 cm és $\geq 5\%$ (a feltárt felületén, a földes részre plusz az előforduló bármilyen méretű fekete széntartalom vonatkozásában) látható fekete széntartalommal rendelkezik, és nem képezi részét *pretic* talajszintnek.

Relocatic: emberi tevékenység során ≥ 100 cm mélységig helyben vagy közvetlen közelségből áthalmozott (pl. mélyművelés, feltöltés, elegyengetés következtében) anyagot tartalmaz, amelyben az áthalmozást követően *mollic* vagy *umbric* szinteken kívül más diagnosztikai talajszint nem alakult ki (*Technosolok* esetében a *relocatic* minősítő redundáns, kivéve az *ekranic*, *thyric* vagy *linic* minősítőkkal kombináltan alkalmazva); az áthalmozott, megbontott diagnosztikai szint neve (kivéve a felszíni talajszintekként definiált szinteket) kötőjellel hozzáadható, pl. *Spodi-Relocatic*, *Spodi-Epirelocatic*, ehhez a kiegészítéshez mindenestre nem állnak rendelkezésre térképezési kódok.

Solimovic: az ásványi talajfelszíntől kezdődően ≥ 20 cm vastagságú *solimovic talajanyaga* van.

Spolic: a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül ≥ 20 cm vastag réteggel rendelkezik, amely térfogatának $\geq 20\%$ -ában tartalmaz *műterméket*, és annak $\geq 35\%$ -a ipari hulladék (bányameddő, kotrási törmelék, kötöttmélék, salak, hamu stb.) (csak *Technosolok*nál).

Hyperspolic: a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül ≥ 50 cm vastag réteggel rendelkezik, amely térfogatának $\geq 35\%$ -ában tartalmaz ipari hulladékból álló *műterméket*.

Technic: a felszíntől számított 100 cm-en belül, vagy ha ennél sekélyebben *összefüggő kőzet*, cementált vagy tömődött rétege van, akkor a teljes felette lévő rétegben térfogatának $\geq 10\%$ -ában tartalmaz *műterméket*.

Hypertechnic: a felszíntől számított 100 cm-en belül, vagy ha ennél sekélyebben *összefüggő kőzet*, cementált vagy tömődött rétege van, akkor a teljes felette lévő rétegben térfogatának $\geq 20\%$ -ában tartalmaz *műterméket*.

Prototechnic: a felszíntől számított 100 cm-en belül, vagy ha ennél sekélyebben *összefüggő kőzet*, cementált vagy tömődött rétege van, akkor a teljes felette lévő rétegben térfogatának $\geq 5\%$ -ában tartalmaz *műterméket*.

Terric: *Terric* szintje van, és

- a. *Anthrosolok* esetében: nem rendelkezik ≥ 50 cm vastagságú *hortic*, *irragric*, *plaggic* vagy *pretic* szinttel, és
- b. más talajok esetében: egyáltalán nincs *hortic*, *irragric*, *plaggic* vagy *pretic* szintje.

Thyric: a talajfelszíntől számított > 5 cm és ≤ 100 cm között kezdődően *technikai szilárd anyaggal* rendelkezik.

Toxic: a felszíntől számított 50 cm-en belül toxikus koncentrációban tartalmaz szerves vagy szervetlen összetevőket az Al^{3+} , Fe^{3+} , Na^+ , Ca^{2+} és Mg^{2+} ionokon kívül, vagy emberre nézve veszélyes mértékben radioaktív.

Transportic: ≥ 20 cm vastagságú, vagy ha a felszíntől számított 40 cm-en belül összefüggő kőzetréteg vagy technikai szilárd anyag kezdődik, akkor az afelett lévő talaj vastagságának $\geq 50\%$ -ában olyan szilárd vagy folyékony anyagból álló felszíni réteggel rendelkezik, amelyet kitermelési helyének közvetlen környezetéből eltérő helyre szándékos emberi tevékenység folyamán halmoztak át, rendszerint gépi segítséggel, és azt természeti folyamatok nem alakították, vagy halmozták újra át lényeges mértékben.

Organotransportic: a talajfelszínen vagy az újonnan képződött szerves felszíni talajszint alatt van olyan rétege, amely

- ≥ 20 cm vastagságú, **vagy**
- ha a talajfelszíntől számított ≤ 40 cm-en belül kezdődően talajképződést gátló rétege van, akkor a talaj teljes vastagságának $\geq 50\%$ -át kitevő vastagságú,

és olyan szerves talajanyagból áll, amely $< 10\%$ (a teljes talaj térfogatára vonatkoztatva) műterméket tartalmaz; és amelyet szándékos emberi tevékenység során mozdítottak el származási helyének közvetlen közeléből, rendszerint gépi segítséggel, és azt természeti folyamatok nem alakították, vagy halmozták újra át lényeges mértékben.

Skeletotransportic: a talajfelszínen vagy az újonnan képződött szerves felszíni talajszint alatt van olyan rétege, amely

- ≥ 20 cm vastagságú, **vagy**
- ha a talajfelszíntől számított ≤ 40 cm-en belül kezdődően talajképződést gátló rétege van, akkor a talaj teljes vastagságának $\geq 50\%$ -át kitevő vastagságú,

és olyan talajanyagból álló rétege van, amely $< 10\%$ (a teljes talaj térfogatára vonatkoztatva) műterméket és $\geq 40\%$ (súlyozott átlagban, a teljes talaj térfogatára vonatkoztatva) durva törmeléket tartalmaz; és amelyet szándékos emberi tevékenység során mozdítottak el származási helyének közvetlen közelségéből, rendszerint gépi segítséggel, és azt természeti folyamatok nem alakították vagy halmozták újra át lényeges mértékben.

Urbic: a felszíntől számított 100 cm-en belül rendelkezik ≥ 20 cm vastag olyan réteggel, amely térfogatának súlyozott átlagban $\geq 20\%$ -a műtermék, $\geq 35\%$ -ban emberi települések építési törmeléke (csak Technosolok esetében).

novak.tibor.jozsef_237_24

MELLÉKLETEK

II. A VIZSGÁLT ANTROPOGÉN TALAJSZELVÉNYEK TEREPI, LABORATÓRIUMI,
DIAGNOSZTIKAI ÉS OSZTÁLYOZÁSI ADATAI

II/1. táblázat. A vizsgált szelvények száma, neve és felszínborítási adatai

Szelvény száma, neve	Jelenlegi CORINE felszínborítás	Antropizációt meghatározó korábbi felszínborítás
1. Balatonfőkajár	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
2. Bánhorváti	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)
3. Báránd 1	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	
4. Báránd 2	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	
5. Budafok, tangazdaság	2.2.1 Szőlők	
6. Cserépfalu, Hór-völgy	3.1.1. Lomblevelű erdők	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
7. Debrecen, Szepes	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
8. Debrecen, Tócsa-völgy	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	
9. Eger, Makány	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	2.2.1 Szőlők
10. Eger, Nagyeged	2.2.1 Szőlők	
11. Felsőtárkány 1	3.1.1. Lomblevelű erdők	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
12. Felsőtárkány 2	3.1.1. Lomblevelű erdők	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
13. Karcag, téglagyár	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
14. Komló, Zobák bánya	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)
15. Látókép, 33-as főút	1.2.2. Úthálózatok és csatlakozó területek	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek
16. Martonvásár 1	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	
17. Martonvásár 2	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	
18. Nádudvar, Szelencés	3.2.1. Természetközeli gyepek	3.3.3. Ritkás növényzet
19. Noszvaj, Síkfőkút	3.1.1. Lomblevelű erdők	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
20. Nyíregyháza, Westsik	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	
21. Pécs, Szent-Miklós-telep	2.2.1 Szőlők	
22. Siklós, Göntér	2.2.1 Szőlők	
23. Vámospercs	2.4.2. Komplex művelési szerkezet	
24. Zalahaláp, bányaudvar	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
25. Zalahaláp, meddőhányó	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek	1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)

Balatonfőkajár 1, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°00'16.5"	Kistáj	Sió – Sárvíz köze
	E.:	18°11'48.4"	CORINE felszínborítási osztály	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek
Magasság tszf.		111 m	Területhasználat	forгатásos szántóföldi művelés
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	majorság, lakó- és gazdasági épületek
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	löss
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	kelta és római kori gazdálkodás és településmaradványok

Balatonfőkajár 1, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ah	0-25	Nagyon sötét szürkés barna 10YR 3/2 (nedves), erősen szerkezetes, közepesen, durván szemcsés, poliéderes iszapos vályog, mollic szint
	Cu	25-60	Világos barna – barna 7.5YR 6/3 (nedves) 5YR 5/2 (nedves), gyengén szerkezetes, közepes, poliéderes, szemcsés, tömődött iszapos vályog
	Aub/2Cu	60-80	Szürke 10Y 5/1 (nedves), gyengén szerkezetes, közepes, poliéderes, szemcsés, tömődött, iszapos vályog
	2Cu2	80-100	Szürke 5GY 5/1 (nedves) gyengén szerkezetes, közepes, poliéderes, szemcsés, erősen tömődött agyagos vályog,

Balatonfőkajár 1, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ah	0-25	18,6	67,2	18,7	iszapos vályog	38
Cu	25-60	14,2	68,6	17,2	iszapos vályog	42
Aub/2Cu	60-80	12,6	68,3	19,1	iszapos vályog	44
2Cu2	80-90	15,3	66,5	18,2	iszapos vályog	41

Balatonfőkajár 1, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	P ₂ O ₅	NO ₃ ⁻	K
	(cm)	(H ₂ O)	KCL	μS/cm	m%			(mg·kg ⁻¹)		
Ah	0-25	7,2	7,0		4,3	1,66	0,9	740	46	
Cu	25-60	7,4	7,1		3,6	0,82	0,5	120	22	
Aub/2Cu	60-80	6,9	6,8		2,4	0,91	0,5	108	21	
2Cu2	80-90	7,3	7,1		2,6	0,63	0,4			

Balatonfőkajár 1, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	<i>ásványi talajanyag: 0-90 cm</i> <i>szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-25 cm</i> <i>műtermék: (=30%) 25-80 cm</i> <i>calcaric talajanyag: 0-90 cm</i> <i>anthric tulajdonság: 0-25 cm</i> <i>Mollic szint: 0-25 cm</i>
Osztályozás (WRB 2022)	Calcaric PHAEZEM (Anthric, Aric, Relocatic, Protokalaic, Siltic)

Bánhorváti, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	48°13'01.2"	Kistáj	Bükkhát
	E.:	20°29'50.9"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		178 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)
			Korábbi területhasználat	szénbányameddő lerakása
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	antropogén üledék (műtermék, bányameddő)
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	

Bánhorváti, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Auh	0-4	Sötét vörösesbarna 5YR 3/4 (nedves) 5YR 5/2 (száraz) erősen kötörmelékes homokos vályog, gyengén szerkezetes, apró szemcsés, vékony-nagyon vékony sűrű gyökérszál, átmenet a következő szintbe egyenes, fokozatos
	ACu	4-10	Sötét vörösesbarna 5YR 2.5/2 (nedves) 5YR 3/2 (száraz) erősen kötörmelékes homokos vályog, szerkezet nélküli, vékony, közepes fejlettségű gyökérszál, átmenet hullámos, fokozatos
	Cu	10-70	Sötét vörösesbarna 5YR 2.5/2 (nedves) 5YR 3/2 (száraz) kiégett, helyenként széntartalmú erősen kötörmelékes szénbányameddő, szerkezet nélküli, földes rész <10%

Bánhorváti, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	v/v%
Auh	0-4	70	16	4	homokos vályog	11
ACu	4-10	72	27	2	homokos vályog	67
Cu	10-70	75	21	4	vályogos homok	85

Bánhorváti, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	dS/m	m/m%			cmol/kg		%
Auh	0-4	7,5	7,4	1,377	9,7	4,1	2,4			
ACu	4-10	6,9	6,6	1,427	4,9	6,2	3,6			
Cu	10-70	7,8	7,6	1,621	6,1	0,8	0,5			

Bánhorváti, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-70(>100) cm műtermék: (100%), 4-70(>100) cm calcaric talajanyag: 0-70 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-10 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Coarsic Hyperspolc TECHNOSOL (Calcaric, Ochric, Hyperartefactic, Fractiskeletic)

Báránd 1, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°28'74.4"	Kistáj	Nagy-Sárrét
	E.:	21°23'89.9"	CORINE felszínborítási osztály	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
Magasság tszf.		92 m	Területhasználat	belterjes művelésű zöldséges kertek, gyümölcsösök
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	kertek
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	negyedidőszaki ártéri löszös üledék
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	

Báránd 1, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ah1	0-40	Nagyon sötét barna 10YR 2/2 humuszos agyagos vályog, erősen szerkezetes, morzsás hortic szint, chernic szint része, sűrű vékony gyökérzet, állattajáratok (túrások és giisztajáratok) <25%, műtermék tartalom(tégla) 15% <, átmenet a következő szintbe egyenes vonalú, fokozatos
	Ah2	40-80	Barnásfekete 10YR 3/2(nedvesen), iszapos agyagos vályog, apró szemcsés- morzsás, vékony, sűrű gyökérzet, gilisztajáratok, pocok- és vakondjáratok, átmenet a következő szintbe egyenes, fokozatos; műtermék 2-5 tf%, chernic szint része
	ABh	80-100	Fekete 10YR 2/1, (nedvesen) agyagos vályog, szemcsés szerkezet, sűrű gyökérzet, átmenet egyenes, fokozatos; mészerek, puha konkréciók, műtermék 2-5%
	B	100-120	Nagyon sötét szürke (10YR 3/1 nedvesen) iszapos agyagos vályog, szemcsés, erősen karbonátos, mész kiválások, mészerek, puha góccok, műtermék < 2%
	Bck	120-140	Szürkésbarna (10YR 5/2 nedvesen), iszapos vályog, mész kiválások

Báránd 1, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ah1	0–40	5	75	20	iszapos vályog	46
Ah2	40–80	4	65	31	iszapos, agyagos vályog	48
ABh	80–100	5	65	30	iszapos, agyagos vályog	47
B	100–120	5	68	27	iszapos, agyagos vályog	51
Bck	120–140	7	64	29	iszapos, agyagos vályog	48

Báránd 1, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység (cm)	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	P ₂ O ₅	NO ₃ ⁻	
		(H ₂ O)	KCL	µS/cm	m%			(mg·kg ⁻¹)		
Ah1	0–40	7,8	7,5	192	7,0	4,3	2,5	182,5	8,8	
Ah2	40–80	8,0	7,5	138	5,6	3,1	1,8	70,7	8,7	
ABh	80–100	7,9	7,7	2250	5,0	2,2	1,3	37,7	6,2	
B	100–120	8,1	7,9	1563	12,4	3,2	0,9	15,0	8,5	
Bck	120–140	8,3	8,0	2820	18,2	3,2	0,9	14,9	6,2	

Báránd 1, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	<i>ásványi talajanyag: 0-140 cm</i> <i>műtermék: (<5%) 0-100 cm</i> <i>calcaric talajanyag: 0-140 cm</i> <i>szervesszén-tartalom: (>1%) 0-100 cm</i> <i>protocalcic tulajdonságok: 80-140 cm</i> <i>Chernic szint: 0-80 cm</i> <i>Hortic szint: (0-40 cm)</i>
Osztályozás (WRB 2022)	<i>Hortic CHERNOZEM (Humic, Loamic, Pachic, Protoclastic, Prototechnic)</i>

Báránd 2, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°28'19.5"	Kistáj	Nagy-Sárrét
	E.:	21°23'94.2"	CORINE felszínborítási osztály	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
Magasság tszf.		92 m	Területhasználat:	belterjes művelésű zöldséges, gyümölcsös kertek
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	kertek
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	negyedidőszaki ártéri löszös üledék
			Talajvízszint	115 cm
			Egyéb információ	

Báránd, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ap1	0-20	Nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2 (nedves), iszapos vályog, apró szemcsés-morzsás, állatjáratok >25%, átmenet szabálytalan, fokozatos; műtermék (apró téglátörmelék <2%), mollic (chernic), közepesen karbonátos hortic szint
	Ah1	20-55	Fekete (10YR 2/1), apró szemcsés iszapos vályog, állatjáratok >25%, átmenet zezugos, fokozatos, műtermék <2%, csontok, mollic, karbonátos, hortic szint
	Ah2	55-85	Fekete 10YR 2/1 (nedves), apró-közepes morzsás, iszapos vályog, mészlepedék, finom, vékony mészerek, gyengén karbonátos, állatjáratok <25%
	Ah3	85-120	Fekete 10YR 2/1 (nedves), közepes morzsás szerkezet, puha karbonátbevonatok, lepedék, karbonátos
	AC1	120-150	Szürkésbarna 10YR 5/2 (nedves), átmeneti szint, apró-közepes szemcsés, közepesen szerkezetes, iszapos vályog, mészlepedék, puha gócos másodlagos karbonát kiválások
	Clk	150-160	Szürkésbarna 10YR 5/2 (nedves) iszapos vályog, gyenge szemcsés szerkezet, sok másodlagos karbonát, puha és kemény gócek, mészgöbcecsek

Báránd 2, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2–0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ap1	0-20	11	69	20	iszapos vályog	
Ah1	20-55	9	71	20	iszapos vályog	
Ah2	55-85	7	72	21	iszapos vályog	
Ah3	85-120	9	65	26	iszapos vályog	
AC1	120-150	4	67	29	iszapos, agyagos vályog	

Báránd 2, talajszelvény, talajkémiai adatok									
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1,2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	P ₂ O ₅	NO ₃ ⁻
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m%			(mg·kg ⁻¹)	
Ap1	0-20	8,1	7,6	216	10,5	4,1	2,4	216,3	23,3
Ah1	20-55	8,0	7,5	249	8,9	3,9	2,3	197,1	19,4
Ah2	55-85	8,0	7,4	215	5,3	3,6	2,1	167,1	29,2
Ah3	85-120	8,1	7,5	599	5,1	3,0	1,8	71,3	185,7
AC1	120-150	8,2	7,8	1105	12,8	2,0	1,2	32,8	134,5

Báránd 2, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-150 cm szervesszén-tartalom: (>1%) 0-150 cm műtermék: (<2%) 0-55 cm protocalcic tulajdonságok: 55-120 cm Hortic szint: 0-55(85) cm Mollic szint: 0-120 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Hortic ANTHROSOL (Loamic, Protocalcic)

Budafok, Borászati Szakképző talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°25'53.1"	Kistáj	Budai-hegység
	E.:	19°01'34.3"	CORINE felszínborítási osztály	2.2.1 Szőlők
Magasság tszf.		168 m	Területhasználat	szőlőművelés, gyepes sorköz
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.2.1 Szőlők
			Korábbi területhasználat	szőlőművelés, kézi művelés, rigolozás
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	löss
			Talajvízszint	-

Budafok, Borászati Szakképző talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Ap	0-30	Sötét sárgásbarna 10YR 4/4 (nedves), erősen szerkezetes, apró – nagyon apró szemcsés szerkezet, erősen karbonátos, humuszos iszapos vályog, átmenet szabálytalan, határozott
	C/Ak	30-47	Barna 2.5Y 4/3 és 10YR 4/3 (nedves), erősen szerkezetes, apró-nagyon apró szemcsés, erősen karbonátos, iszapos vályog, kevert szint, átmenet szabálytalan-zegzugos, határozott
	Ak	47-75	Barna 10YR 4/3 (nedves), közepesen szerkezetes apró, közepes szemcsés-morzsás, erősen karbonátos, mészlepedék, iszapos vályog, átmenet egyenes, fokozatos
	ACk	75-90	Olivabarna 2.5Y 4/3 (nedves) gyengén szerkezetes, apró szemcsés, erősen karbonátos, porszerű mészkiválások, iszapos vályog, átmenet egyenes, fokozatos
	Ck	90-110	Olivabarna 2.5Y 4/3 (nedves) gyengén szerkezetes közepes szemcsés, erősen karbonátos, iszapos vályog puha, gócszerű mészkiválások, mészlepedék

Budafok, Borászati Szakképző talajszelvény, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ap	0-30	16,6	69,5	13,9	iszapos vályog	
C/Ak	30-47	16,6	69,4	14,0	iszapos vályog	
Ak	47-75	13,6	75,5	10,9	iszapos vályog	
ACk	75-90	14,3	73,2	12,4	iszapos vályog	
Ck	90-110	14,5	75,7	9,8	iszapos vályog	

Budafok, Borászati Szakképző talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Ap	0-30	7,7	7,3		28,1	2,15	1,2			
C/Ak	30-47	7,7	7,6		31,9	2,08	1,2			
Ak	47-75	7,8	7,6		28,1	1,33	0,8			
ACk	75-90	7,8	7,6		30,8	0,94	0,5			
Ck	90-110	7,9	7,7		32,9	0,31	0,2			

Budafok, Borászati Szakképző talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-110 cm calcaric talajanyag: 0-110 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-75 cm protocalcic properties: 75-110 cm Calcic szint: 75-110 cm Cambic szint: 47-75 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Cambic CALCISOL (Aric, Humic, Pantosiltic)

Cserépfalu, Hór-völgy, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°57'56.1"	Kistáj	Bükk
	E.:	20°31'48.7"	CORINE felszínborítási osztály	3.1.1. Lomblevelű erdők
Magasság tszf.		263 m	Területhasználat	erdőgazdálkodás
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
			Korábbi területhasználat	mészégető
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	Ipari törmelék és lejtőhordalék (patakhordalék felett)
			Talajvízszint	
			Egyéb információ	egykori szén- és mészégető depójának helyén

Cserépfalu, Hór-völgy, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	O	5-0	Elbomlatlan avarból álló szerves talajszint, alsó részén erősen felaprózódott, gombafonalakkal és gyökerekkel jól átszőtt
	Au1	0-16	Sötét barna 7.5YR 3/3 (nedvesen) gyengén szerkezetes, apró nagyon apró szemcsés homokos vályog, vázrész kb. 15%, átmenet egyenes, fokozatos
	Auh1	16-23	Fekete 10YR 2/1 (nedvesen) gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, vályog, vázrész kb. 5%, átmenet egyenes, fokozatos
	Au2	23-26	Fekete 2.5Y 2.5/1 (nedvesen) nagyon gyengén szerkezetes, homokos vályog, vázrész kb. 20 %, átmenet egyenes, fokozatos
	Auh2	26-45	Nagyon sötét szürke 10YR 3/1 (nedves) gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, vályog, átmenet egyenes, éles
	Ru	45-135	Erősen, térfogatának nagy részében (95%) cementált, salak, faszén, mészke és kiégett mész törmelék, műtermék (100%) 5YR 4/6 – 10YR 8/2
	2C	135-	Fluviális (patak) hordalék,

Cserépfalu, Hór-völgy, talajszelvény, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	v%
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Au1	0-16	67,2	22,7	10,1	homokos vályog	15
Auh1	16-23	70,3	17,2	12,5	homokos vályog	5
Au2	23-26	63,8	27,0	9,2	homokos vályog	20
Auh2	26-45	58,3	29,3	12,4	homokos vályog	10
Ru	45-135					

Cserépfalu, Hór-völgy, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH(1:2,5)		EC _{SE} [*]	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	H ₂ O	KCL	dS/m	m/m%			cmol/kg		%
Au1	0-16	7,7	7,4	1,12	23,3%	2,35	1,36			
Auh1	16-23	8,1	8,6	0,88	45,8%	3,96	2,30			
Au2	23-26	7,9	7,7	0,74	53,0%	3,68	2,13			
Auh2	26-45	7,9	7,6	0,96	46,7%	3,87	2,24			
Ru	45-135				59,4%					

Cserépfalu, Hór-völgy, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	<i>ásványi talajanyag: 0-135</i> <i>szervesszén-tartalom (>0,2%) 0-45 cm</i> <i>calcaric talajanyag: 0-135 cm</i> <i>technikai szilárd anyag: 45-135 cm</i> <i>műtermék: (<10%) 0-45 cm</i> <i>és (100%) 45-135 cm</i> <i>fluvic talajanyag: 135- cm</i> <i>solimovic talajanyag: 0-45 cm</i>
Osztályozás (WRB 2022)	Isolatic Spolic Thyric TECHNOSOL (Loamic, Calcaric, Ochric, Solimovic)

Debrecen, Szepes, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°28'27.7"	Kistáj	Szoboszlói-Hajdúság
	E.:	21°37'04.5"	CORINE felszínborítási osztály	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek
Magasság tszf.		110 m	Területhasználat	forгатасos szántóföldi művelés
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	régészeti korokban települési környezet
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	áthalmazott talaj, antropogén törmelék, lösz
			Talajvízszint	
			Egyéb információ	szarmata, és árpád-kori település és gazdálkodás nyomai

Debrecen, Szepes, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Ap	0-30	Sötét barna 10YR 3/3 (nedves), erősen szerkezetes, közepes- durva szemcsés (rögös), iszapos agyagos vályog, átmenet határozott, egyenes
	Au1	30-45	Sötét barna 7.5Y 3/3 (nedves) erősen szerkezetes, durva szemcsés, iszapos agyagos vályog, áthalmazott, műtermék <2% (apró téglá törmelék), átmenet egyenes, határozott
	Au2	45-60	Nagyon sötét szürkés barna 10YR 3/2 (nedves) szemcsés, poliéderez szerkezet, iszapos agyagos vályog, áthalmazott, átmenet éles, egyenes
	Au3	60-65	Barna 7.5Y 4/4 (nedves) iszapos agyagos vályog, műtermék 5- 7 % apró téglá törmelék, faszén, áthalmazott, átmenet éles, egyenes
	Au4	65-80	Barna 7.5Y 4/2 (nedves) iszapos agyagos vályog, átmenet éles, egyenes
	Au5	80-90	Sötét barna 7.5Y 3/3 (nedves) áthalmazott iszapos agyagos vályog, műtermék 15-20 % apró téglá, patics törmelék, faszén, csont
	Au6	90-135	Olíva barna 2.5Y 5/3 (nedves) és szürkés barna 2.5Y 5/2 iszapos agyagos vályog

Debrecen, Szepes, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	K _A *
Ap	0-30	17,1	55,8	27,1	iszapos agyagos vályog	48
Au1	30-45	15,3	57,5	27,2	iszapos agyagos vályog	46
Au2	45-60	12,6	59,2	29,2	iszapos agyagos vályog	38
Au3	60-65	8,9	63,0	28,1	iszapos agyagos vályog	49
Au4	65-80	11,1	57,8	31,1	iszapos agyagos vályog	50
Au5	80-90	9,1	63,4	27,5	iszapos agyagos vályog	46
Au6	90-135	14,0	60,8	26,2	iszapos vályog	43

Debrecen, Szepes, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH(1:2,5)		EC1:2,5	CaCO3	SOM	Corg	Tápanyagok		
		P2O5	NO3 ⁻					K		
	(cm)	(H2O)	KCl	dS/m	m/m%			mg/kg		
Ap	0-30	6,3	5,9	0,12	0,0	3,1	1,8	741,2	22,5	
Au1	30-45	7,1	6,7	0,08	1,9	1,5	0,9	623,8	8,1	
Au2	45-60	6,8	6,1	0,28	0,0	1,9	1,1	121,3	8,2	
Au3	60-65	7,4	6,7	0,17	2,9	0,7	0,4	80,4	7,3	
Au4	65-80	7,1	6,2	0,34	1,7	1,0	0,6	65,9	8,9	
Au5	80-90	7,9	6,8	1,02	3,4	1,55	0,9	823,5	14,7	
Au6	90-135	7,8	7,2	1,82	4,8	0,7	0,4	114,0	5,1	

Debrecen, Szepes, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztika	ásványi talajanyag: 0-170 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-60 cm calcaric talajanyag: 30-170 cm műtermék: (<5%) 0-50 cm (20%) 50-100(170) cm anthric tulajdonságok: 0-60 cm Mollic szint: 0-60 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Calcaric PHAEZEM (Anthric, Aric, Loamic/Siltic, Pachic, Relocatic, Prototechnic)

Debrecen, Csillagvirág utca, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N:	47°31'17.3"	Kistáj	Hajdúhát
	E:	21°35'23.8"	CORINE felszínborítási osztály	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
Magasság tszf.		110 m	Területhasználat	házikert
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	régészeti korokban laza beépítésű települési környezet
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	áthalmazott talaj, lösz
			Talajvízszint	
			Egyéb információ	Kunhalom szegélyén, útépités során létesített bevágásban

Debrecen, Csillagvirág utca, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	A _{th}	0-22	Nagyon sötét szürkés barna 10YR 3/2 (nedves) erősen szerkezetes, közepes, apró szemcsés, morzsás, iszapos agyagos vályog, gyökerekkel átszőtt, átmenet fokozatos, egyenes
	A _{τ1}	22-40	Sötét barna 10YR 3/3 (nedves) jól szerkezetes, szemcsés, morzsás, gyökerekkel átszőtt, iszapos agyagos vályog, átmenet fokozatos, egyenes
	A _{τ2}	40-60	Nagyon sötét szürkés barna 10YR 3/2 (nedves), közepesen szerkezetes, közepes szemcsés, iszapos agyagos vályog, átmenet fokozatos, egyenes
	A _{τ3}	60-72	Oliva barna 2.5Y 4/3 (nedves), gyengén-közepesen szerkezetes, szemcsés, iszapos agyagos vályog, átmenet hullámos, fokozatos
	Ab	72-110	Nagyon sötét szürkés barna 10YR 3/3 (nedves), közepesen szerkezetes, szemcsés, iszapos vályog, eltemetett talajszint, átmenet fokozatos, egyenes
	Bb	110-135	Oliva barna 2.5Y 4/3 (nedves) gyengén szemcsés, iszapos agyagos vályog, gyengén karbonátos
	BC	135-150	Világos oliva barna 2.5Y 5/3 (nedves), gyengén szerkezetes, szemcsés, iszapos vályog, közepesen karbonátos, mészkiválások

Debrecen, Csillagvirág utca, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
A _{th}	0-22	6,0	65,3	28,7	iszapos agyagos vályog	41
A _{τ1}	22-40	4,2	66,0	29,8	iszapos agyagos vályog	38
A _{τ2}	40-60	6,1	62,3	31,6	iszapos agyagos vályog	34
A _{τ3}	60-72	5,2	71,2	33,6	iszapos agyagos vályog	45
Ab	72-110	7,7	63,2	29,1	iszapos agyagos vályog	42
Bb	110-135	7,1	70,5	22,4	iszapos vályog	37
BC	135-150	5,9	73,1	21,0	iszapos vályog	38

Debrecen, Csillagvirág utca, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaC O ₃	SOM	C _{org}	Kicsérélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCL	dS/m	m/m%			cmol/kg		%
A _{th}	0-22	6,8	6,5		0	3,1	1,8			
A _{τ1}	22-40	7,3	6,8		1,8	2,7	1,6			
A _{τ2}	40-60	7,1	6,4		0	2,4	1,4			
A _{τ3}	60-72	7,1	6,8		2,7	1,9	1,1			
Ab	72-110	7,8	7,4		4,7	2,4	1,4			
Bb	110-135	8,4	8,2		8,7	1,5	0,9			
BC	135-150	9,1	8,3		11,2	1,2	0,7			

Debrecen, Csillagvirág utca, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztika	ásványi talajanyag: 0-150 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-110 cm calcaric talajanyag: 0-150 cm műtermék (<2%) 0-40 cm protocalcic tulajdonságok: 110-150 cm Mollic szint: 0-110 Terric szint: 0-72 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Terric ANTHROSOL (Calcaric, Loamic/Siltic)

Eger, Kis-galagonyás, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°52'27.3"	Kistáj	Bükkalja
	E.:	20°22'36.1"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		309 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.2.1 Szőlők
			Korábbi területhasználat	teraszozott szőlőültetvény
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	agyagmárga
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	korábban teraszozott, majd felhagyott szőlőültetvény

Eger, Kis-halagonyás, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Aτ	0-22	Sötét szürkés barna 10YR 4/2 (nedves), közepesen szerkezetes, közepes szemcsés, diós, iszapos agyagos vályog, átmenet egyenes, fokozatos
	B/Cτ	22-42	Sárgás barna 10YR 5/6 (nedves) közepesen szerkezetes, apró szemcsés-diós, gyenhen karbonátos iszapos agyagos vályog, átmenet egyenes, határozott
	Ab	42-55	Sötét sárgás barna 10YR 3/4 (nedves), jól szerkezetes, apró szemcsés, diós, karbonátmentes, iszapos agyagos vályog, átmenet egyenes, fokozatos
	2Bt1	55-66	Sötét sárgás barna 10YR 4/6 (nedves) erősen szerkezetes, apró szemcsés, poliédes agyag, átmenet fokozatos, egyenes
	Bt2	66-99	Barna (7.5YR 4/4) erősen szerkezetes, poliédes agyag, agyaghártyák, átmenet fokozatos, egyenes
	Ck1	99-110	Barnás sárga 10YR 6/6, gyengén szerkezetes, tömődött apró poliédes, agyag, karbonátkiválások
	Ckg	110-133	Sárga 10YR 7/6 (nedves) erősen tömődött, agyag, karbonátkiválások, kemény csomók, vas-mangánszeplők

Eger, Kis-galagonyás, talajszelvény, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
A _τ	0-22	10,1	52,3	37,6	iszapos agyagos vályog	44
B/C _τ	22-42	8,1	54,8	37,1	iszapos agyagos vályog	48
Ab	42-55	9,2	57,8	33,0	iszapos agyagos vályog	52
2Bt ₁	55-66	9,1	36,1	54,8	agyag	68
Bt ₂	66-99	11,6	33,1	55,3	agyag	71
Ck ₁	99-110	16,1	41,0	42,9	iszapos agyag	65
Ck _g	110-133	18,4	35,1	46,5	agyag	68

Eger, Kis-galagonyás, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH(1:2,5)		EC1:2,5	CaCO3	SOM	Corg	Kicszerélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H2O)	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Aτ	0-22	6,8	6,2		0	1,0	0,6			
B/Cτ	22-42	6,5	6,0		0	0,7	0,4			
Ab	42-55	5,9	5,7		0	1,0	0,6			
2Bt1	55-66	6,3	6,1		0	0,5	0,3			
Bt2	66-99	7,1	6,6		0	0,5	0,3			
Ck1	99-110	7,9	7,6		7,6	0,3	0,2			
Ckg	110-133	7,8	7,6		9,4	0,9	0,5			

Eger, Kis-galagonyás, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-133 cm szervesszén-tartalom: (>0,2%) 0-22 cm és 42-55 cm protocalcic tulajdonság: 99-133cm stagnic tulajdonság: 10-133 cm Argic szint: 55-99 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Amphicalcaric LUVISOL (Cutanic, Endoclayic, Escalic, Ochric, Loaminovic, Bathystagnic)

Eger, Nagy-Eged, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°55'14.1"	Kistáj	Bükkalja
	E.:	20°25'10.2"	CORINE felszínborítási osztály	2.2.1 Szőlők
Magasság tszf.		309 m	Területhasználat	szőlőültetvény, gépi művelés
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.2.1 Szőlők
			Korábbi területhasználat	szőlőültetvény, kézi művelés
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	karbonátos lejtőhordalék, alatta agyagmárga, kavicsos, homokos, foraminiferás mészkő (Egri formáció)
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	

Eger, Nagy-Eged, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ap	0-10	Sötét szürkés barna 10YR 4/2 (száraz), közepesen szerkezetes, apró, nagyon apró szemcsés, agyagos vályog, durva törmelék 30%, átmenet fokozatos, egyenes
	Ah/Bw	10-35	Sötét szürkés barna 10YR 4/3 (száraz), közepesen szerkezetes, apró, nagyon apró szemcsés, agyagos vályog, durva törmelék ca. 30%, mélyműveléssel bolygatott
	Ah/Bw	10-35	Barna 7.5YR 5/3 (száraz), közepesen szerkezetes, apró, nagyon apró szemcsés, agyagos vályog, durva törmelék ca. 40%
	Bw	35-55	Barna 7.5YR 5/4 (száraz), közepesen szerkezetes, apró szemcsés, agyagos vályog, durva törmelék ca. 40%
	C	55-85	Világos barna 7.5YR 6/4 (száraz) gyengén szerkezetes, apró szemcsés-poliéderes, vályog, durva törmelék >60%
	C/R	85-	Durva törmelék >80%

Eger, Nagy-Eged, talajszelvény, a földes rész textúrája						
Szint	Méllység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ap	0-10	28,5	37,7	33,8	agyagos vályog	44
Ah/Bw	10-35	30,5	34,5	35,0	agyagos vályog	44
Ah/Bw	10-35	29,9	40,2	29,9	agyagos vályog	55
Bw	35-55	36,8	36,0	27,2	agyagos vályog	48
C	55-85	34,4	41,8	23,8	vályog	46

Eger, Nagy-Eged, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicszerélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Ap	0-10	8,2	7,3		17,8	3,1	1,8			
Ah/Bw	10-35	8,3	7,3		19,4	2,9	1,7			
Ah/Bw	10-35	7,8	7,5		4,0	2,4	1,4			
Bw	35-55	8,1	7,7		62,2	1,4	0,8			
C	55-85	8,6	7,9		63,0	1,0	0,6			

Eger, Nagy-Eged, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-85 cm calcaric talajanyag: 0-85 cm szervesszén-tartalom: (>06%) 0-55 cm solimovic talajanyag: 0-55 cm Mollic szint: 0-10(35) cm / átlag: 0-22,5 cm Cambic szint: (10)35-55 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Skeletal Cambic Rendzic PHAEOZEM (Aric, Pantoloamic, Solimovic)

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 1, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	48°03'02.2"	Kistáj	Bükk
	E.:	20°28'53.4"	CORINE felszínborítási osztály	3.1.1. Lomblevelű erdők
Magasság tszf.		633 m	Területhasználat	erdőgazdálkodás
		Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek	
		Korábbi területhasználat	mészégető	
		Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció	
		Talajképző üledék	mésztartalmú kisipari törmelék (palás- agyagos aleurolit felett)	
		Talajvízszint		
		Egyéb információ	egykori szén- és mészégető depójának helyén	

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 1, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Auh	0-2	Nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2 (nedves), nagyon gyengén szerkezetes, apró-nagyon apró szemcsés homok, vázrész (műtermék, antropogén eredetű törmelék): <5%,
	Ru	2-20	Világos szürke 10YR 7/2 (nedvesen), erősen, csaknem összefüggően (95 tf%) cementált, tömörödött, tökéletlenül kiegészített mészpor, mészkőtörmelék, salak
	2Auhb	20-27	Fekete 10YR 2/1 (nedvesen), gyengén-nagyon gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, homokos vályog, faszén, műtermék és antropogén eredetű áthalmazott anyag: mészke és salak kavicsok (15%),
	3AC	27-35	Sötét barna 10YR 3/3 (nedvesen), gyengén humuszos, nagyon gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, kötőrmelékes (palás, agyagos aleurolit: 20%) agyagos vályog
	3C	35-100	Talajképző üledék: nagyon gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, erősen kötőrmelékes (palás, agyagos aleurolit, vázrész: >45%) agyagos vályog,

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 1, talajszelvény, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység g (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	v/v%
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Auh	0-2	82,1	12,8	5,1	vályogos homok	15
Ru	2-20					
2Auhb	20-27	76,3	15,4	8,3	homokos vályog	15
3AC	27-35	29,0	32,8	38,2	agyagos vályog	25
3C	35-100					55

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 1, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	H ₂ O	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Auh	0-2	7,5	7,1	3,16	33,3	14,8	8,6			
Ru	2-20				77,4					
2Auh2	20-27	7,7	7,3	1,48	44,0	18,0	10,5			
3ACb	27-35	7,8	7,4	0,65	4,2	1,2	0,7			
3C	35-100	6,9	6,3	0,98	0,0	1,0	0,6			

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 1, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-100 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-2 cm és 20-27 cm calcaric talajanyag: 0-27 cm technikai szilárd anyag: 2-20 cm műtermék: 2-20 cm kőzetfolytonossági hiány: 27 cm Panpaic szint: 22-27 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Isolatic Spolic Ekranic TECHNOSOL (Loamic, Amphidystic, Raptic, Panpaic, Endoskeletal)

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 2, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	48°03'02.2"	Kistáj	Bükk
	E.:	20°28'53.4"	CORINE felszínborítási osztály	3.1.1. Lomblevelű erdők
Magasság tszf.		633 m	Területhasználat	erdőgazdálkodás
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
			Korábbi területhasználat	mészégető
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	ipari törmelék (palás-agyagos aleurolit felett)
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	bükk és gyertyán elegyes kocsánytalan tölgyes erdő egykori szén- és mészégető depójának helyén

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 2, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Auh	0-16	Nagyon gyengén szerkezetes, apró-nagyon apró szemcsés, vázrész, műtermék, (antropogén eredetű vázrész <5%), nagyon sötét 10YR 2/1 (nedvesen) humuszos feltalaj, sok szerves maradvánnyal és sűrű, vékony gyökérszettel
	Ru	16-39	Erősen, összefüggően (>95 v/v%) cementált, tömörödött, tökéletlenül kiégett mészipor, mészkőtörmelék, salak, 10YR 7/2 (nedvesen)
	2ACb	39-45	Gyengén humuszos, nagyon gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, kötőrmelékes (palás, agyagos aleurolit: 20%) agyagos vályog, 10YR 3/3 (nedvesen)
	2C	45-80	Mállott talajképző kőzet, palás, agyagos aleurolit, vázrész: 65%

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 2, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	v/v%
Auh	0-16	67	19	14		
Ru	16-39					
2ACb	39-45	15	52	32	iszapos, agyagos vályog	30
2C	45-80	8	5	37	iszapos, agyagos vályog	50

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 2, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicsérélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Auh	0-16	7,6	7,2	2,18		10,9	6,3			
Ru	16-39									
2ACb	39-45	7,2	6,8	0,78		2,0	1,2			
2C	45-80	6,8	6,3	0,68		0,5	0,3			

Felsőtárkány, Hárskúti elágazás 2, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	<i>ásványi talajanyag: 0-80 cm</i> <i>szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-16 cm</i> <i>calcaric talajanyag: 0-39 cm</i> <i>technikai szilárd anyag: 16-39 cm</i> <i>kőzetfolytonossági hiány: 39 cm</i> <i>műtermék: (100%) 16-39 cm</i> <i>Mollic szint: 0-16 cm</i>
Osztályozás (WRB 2022)	<i>Isolatic Spolic Thyric TECHNOSOL (Amphidystric, Loamic, Kalaic, Mollic, Epicalcaric, Epiraptic, Endoskeletal)</i>

Karcag, egykori téglagyár, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°17'55.4"	Kistáj	Mezőtúr–Karcagi-sík
	E.:	20°55'19.4"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		85 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
			Korábbi területhasználat	téglagyár telephelye
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	ipari törmelék (folyóvízi agyagon)
			Talajvízszint	
			Egyéb információ	runderális gyomtársulások, spontán felnőtt gyomfák, cserjék

Karcag, egykori téglagyár, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Au	0-2	Sötét vörösesbarna 5YR 3/3 (nedves), homokos vályog, nagyon gyengén szerkezetes, nagyon apró szemcsés, gyökerekkel jól átszőtt, átmenet éles, egyenes
	Cu1	2-14	Vörösesbarna 2.5YR 4/4 (nedves), erősen tömődött, cementált, összeégett téglasalak törmelék, talajszerkezettel nem rendelkezik,
	Cu2	14-18	Feketésvörös 10R 3/2 – fehéres rózsaszín 5YR 8/2 durva törmelék
	Ru1	18-30	Vörössárga 7.5YR 6/6 – barnás sárga 10YR 6/6 – fehéres rózsaszín 10YR 8/2 repedezett, tömör, átégett agyag, technikai szilárd anyag
	Ru2	30-36	Sárgászörös 5YR 5/8 – világos barna 7.5YR 6/4 erősebben repedezett, átégett agyag,
	Cu3	36-40	Sötét sárgásbarna 10YR 4/6 – sárgászörös 5YR 4/6 iszapos agyagos vályog, tömörödött, lemezes,
	2C	40-100	Erős barna 7.5YR 5/6, iszapos agyagos vályog, szemcsés, erősen szerkezetes, közepes poliéderez,

Karcag, egykori téglagyár, talajszelvény, a földes rész textúrája						Vázrész
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	v/v%
Au	0-2	65,7	18,1	16,2		
Cu1	2-14					80
Cu2	14-18					80
Ru1	18-30					100
Ru2	30-36					100
Cu3	36-40	8,4	64,3	27,3	iszapos, agyagos vályog	20
2C	40-100	11,8	56,1	32,1	iszapos, agyagos vályog	10

Karcag, egykori téglagyár, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	H ₂ O	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg	%	
Au	0-2	7,4	7,2	2,52	8,5%	3,1	1,8			
Cu1	2-14	7,9	8,4	8,23	6,8%	0,8	0,4			
Cu2	14-18									
Ru1	18-30	7,9	7,8	6,91	69,4%	0,4	0,3			
Ru2	30-36									
Cu3	36-40									
2C	40-100	8,1	7,7	11,23	5,1%	0,2	0,1			

Karcag, egykori téglagyár, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-100 cm szervesszén-tartalom: (>0,2%) 0-14 cm calcaric talajanyag: 0-100 cm műtermék: (100%) 2-40 cm technikai szilárd anyag: 18-36 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Isolatic Spolic Thyric TECHNOSOL (Siltic, Calcaric)

Komló, Zobák-bánya talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	46°11'30.2"	Kistáj	Mecsek
	E.:	18°17'23.2"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		316 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)
			Korábbi területhasználat	szénbányászati meddőhányó, rekultiváció
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	mésztartalmú áthalmazott laza törmelékes üledék (C) kiégett szénbányameddő(2C)
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	rekultiváció 2002-ben, eredetileg 60 cm vastag földterítéssel

Komló, Zobák-bánya talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Auh	0-8	Sötét szürkésbarna 10YR 4/2 (nedves) gyengén szerkezetes, közepes, apró szemcsés, iszapos vályog, gyengén humuszos, erősen karbonátos, durva vázrészecskék kb. 10 %, ember által áthalmazott anyag, átmenet fokozatos, hullámos
	Cu	8-30	Olivabarna 2.5Y 4/3 – világos barnás szürke 2.5Y 6/2 (nedves) gyengén szerkezetes, közepes-apró szemcsés, iszapos vályog, erősen karbonátos, durva vázrészecskék kb. 40 %, ember által áthalmazott anyag, átmenet egyenes, éles
	2Cu	30-60	Fekete 10YR 2/1 kiégett szénbánya meddő, gyengén szerkezetes, durva vázrészecskék kb. 60 %

Komló, Zobák-bánya talajszelvény, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	v/v%
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Auh	0-8	22,9	67,3	9,8	iszapos vályog	10
Cu	8-30	22,0	67,1	10,9	iszapos vályog	38
2Cu	30-60	18,2	61,8	20,0	iszapos vályog	62

Komló, Zobák-bánya talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicsérélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCL	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Auh	0-8	7,18	7,13		19,6	5,1	2,9			
Cu	8-30	7,51	7,21		18,8	1,5	0,9			
2Cu	30-60	7,49	7,17		2,5	12,6	7,3			

Komló, Zobák-bánya talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-60(100) cm műtermék: 30-60(100) cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-8 cm (>5%) 30-60 cm calcaric talajanyag: 0-30 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Hyperspolic TECHNOSOL (Carbonic, Calcaric, Loamic, Ochric, Pyric, Epiraptic, Transportic)

Látókép, útszegély, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°33'43.9"	Kistáj	Hajdúhát
	E.:	21°26'48.1"	CORINE felszínborítási osztály	1.2.2. Út- és vasúthálózatok és csatlakozó területek
Magasság tszf.		114 m	Területhasználat	útszegély, kezelt gyeplő
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.1.1. Nem-öntözött szántóföldek
			Korábbi területhasználat	szántóföld
			Tájképzés típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	áthalmozott talaj (alföldi mészeledékes csernozjom, löszön)
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	gyomos szárazgyeplő a 33-as főút szegélyében

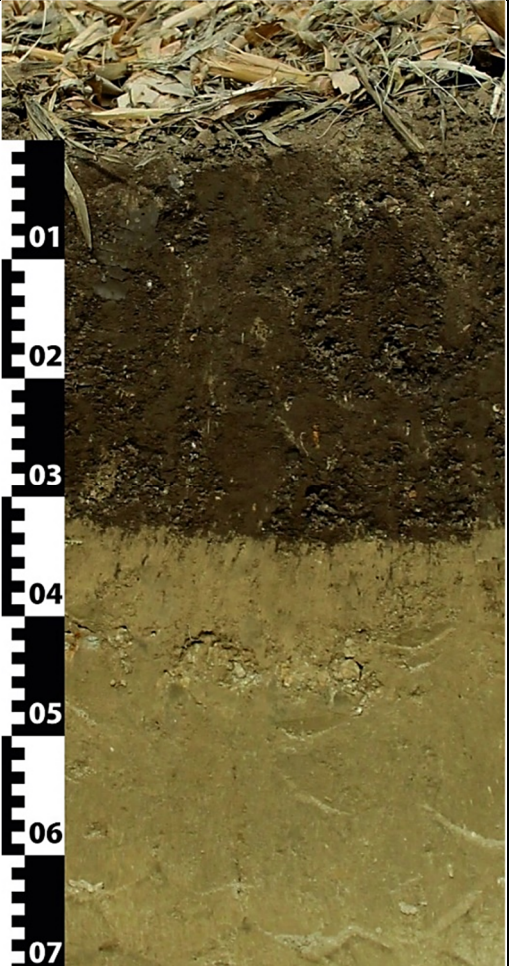
Látókép, útszegély, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Auh1	0-25	Sötét szürkésbarna, 10YR 3/3 (nedves), erősen szerkezetes, morzsás szemcsés, gyengén karbonátos iszapos vályog, műtermék 2-5%, átmenet fokozatos, egyenes
	Auh2	25-45	Nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2 (nedves) erősen szerkezetes, közepes-durva szemcsés, gyengén karbonátos iszapos vályog, műtermék 15%, átmenet egyes, fokozatos
	Ahb	45-75	Nagyon sötét barna 10YR 2/2 (nedves), erősen szerkezetes, durva szemcsés gyengén karbonátos iszapos vályog, átmenet fokozatos, egyenes
	ACk	75-85	Sötét barna 10YR 3/3 (nedves) gyengén-közepesen szerkezetes, közepes szemcsés, gyengén-közepesen karbonátos, iszapos vályog

Látókép, útszegély, talajszelvény, a földes rész textúrája						Vágrész, (műtermék)
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	v/v%
Auh1	0-25	23,7	69,2	7,1	iszapos vályog	<5
Auh2	25-45	20,5	68,4	13,7	iszapos vályog	15
Ahb	45-75	16,3	67,4	16,3	iszapos vályog	-
ACk	75-85	8,7	64,4	8,7	iszapos vályog	-

Látókép, útszegély, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Tápanyagok		
								N	P	K
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			mg/kg		
Auh1	0-25	7,5	6,7	401	7,4	10,2	5,9	9,6	30,2	
Auh2	25-45	7,7	7,2	268	8,5	4,5	2,6	5,6	16,3	
Ahb	45-75	7,5	6,5	137	6,5	4,3	2,5	5,4	3,0	
ACk	75-85	7,6	6,5	117	6,4	3,9	2,3	5,2	6,0	

Látókép, útszegély, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-85 cm szervesszén-tartalom: (>1%) 0-85 cm calcaric talajanyag: 0-85 cm protocalcic tulajdonságok: 85 - cm műtermék: (5-10 %) 0-45 cm Mollic szint: 0-75 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Haplic Kastanozem (Humic, Loamic, Pachic)

Martonvásár 1, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°19'45.3	Kistáj	Érd-Ercsi-hátság
	E.:	18°47'31.5	CORINE felszínborítási osztály	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek
Magasság tszf.		113 m	Területhasználat	forгатасos szántóföldi művelés
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek
			Korábbi területhasználat	forгатасos szántóföldi művelés
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	homokos lösz
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	

Martonvásár 1, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ap	0-35	Nagyon sötét szürkés barna 2.5Y 5/2 (száraz) 2.5Y 3/2 (nedves), jól szerkezetes, közepes-apró morzsás, szemcsés, erősen karbonátos agyagos vályog, ritka vékony gyökérzet, átmenet egyenes, éles, chernic szint
	Bck	35-60	Világos olivabarna 2.5Y 5/3 (száraz), gyengén szerkezetes, közepesen-durván szemcsés, erősen karbonátos vályog, puha és kemény göcs másodlagos karbonát kiválások, mészgöbcecsek, mészlepedékek, vékony, ritka gyökérzet, átmenet egyenes, fokozatos
	Ck	60-80	Világos sárgásbarna 2.5Y 6/4, gyengén szerkezetes, közepes-durva szemcsés, erősen karbonátos, homokos vályog, változatos másodlagos karbonátkiválások: mészlepedék, puha és kemény konkréciók, mészgöbcecsek

Martonvásár 1, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ap	0–35	41,5	31,5	27,0	agyagos vályog	
BCK	35–60	52,7	28,3	19,0	vályog	
Ck	60–(80)	60,0	22,0	18,0	homokos vályog	

Martonvásár 1, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Tápanyagok		
								NO ₃ ⁻	P	K
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			mg/kg		
Ap	0–35	8,0	7,6		13,6	2,7	1,6	81,0		
BCK	35–60	8.6	7,8		22,2		na.	na.		
Ck	60–(80)	8.7	7,9		20,8		na.	na.		

Martonvásár 1, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-80 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-35 cm calcaric talajanyag: 0-80 cm protocalcic tulajdonság: 35-80 cm anthric tulajdonság: 0-35 cm Chernic szint: 0-35 cm Calcic szint: 60-80 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Endocalcic CHERNOZEM (Anthric, Aric, Pantoloamic)

Martonvásár 2, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°19'56.9"	Kistáj	Érd-Ercsi-hátság
	E.:	18°47'36.3"	CORINE felszínborítási osztály	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek
Magasság tszf.	128 m		Területhasználat	forгатасos szántóföldi művelés
	Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás		2.1.1. Nem öntözött szántóföldek	
	Korábbi területhasználat		forгатасos szántóföldi művelés	
	Tájváltozás típusa		erősödő antropizáció	
	Talajképző üledék		löss	
	Talajvízszint		-	
	Egyéb információ			

Martonvásár 2, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Apk	0-30	Barna 10YR 5/3 (szárazon), sötét barna 10YR 3/3 (nedvesen), közepesen szerkezetes, közepes-durva szemcsés, poliéderes, erősen karbonátos vályog, kemény másodlagos karbonát kiválások és puha csomók, nagyon vékony gyökerekkel közepesen átszőtt. Átmenet a következő szintbe éles, egyenes vonalú. Mollic szint, és Calcic szint
	Ck	30-50	Fakó sárga 2.5YR 7/3 (szárazon), 2.5YR 6/3 (nedvesen), közepesen-gyengén szerkezetes közepes szemcsés-poliéderes iszapos vályog, erősen karbonátos, kemény mészgöbcecsek és puha karbonátcsomók, vékony gyökerekkel gyengén átszőtt. Calcic szint

Martonvásár 2, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Apk	0–30	29,3	45,7	25,0	vályog	
Ck	30–50	25,0	56,0	19,0	iszapos vályog	

Martonvásár 2, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}			
										N
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%					(mg·kg ⁻¹)
Apk	0–30	8,0	7,3		21,8	2,4	1,4			870
Ck	30–50	8,3	7,6		31,0		na.			na.

Martonvásár 2, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-50 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-30 cm calcaric talajanyag: 0-50 cm protocalcic tulajdonság: 30-50 cm Mollic szint: 0-30 cm Calcic szint: 0-50 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Haplic KASTANOZEM (Anthric, Aric, Loamic)

Nádudvar, Szelencés, jószágállás, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°28'33.6"	Kistáj	Hortobágy
	E.:	21°09'46.0"	CORINE felszínborítási osztály	3.3.3. Ritkás növényzet
Magasság tszf.		88 m	Területhasználat	jószágállás, hodályból kihordott trágya deponálása
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	3.2.1. Természetközeli gyepek
			Korábbi területhasználat	legeltetés
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	ártéri löszös üledék, szikes (kérges réti szolonyec) talaj
			Talajvízszint	350 cm
			Egyéb információ	gyér borítású gyomos sziki gyepek

Nádudvar, Szelencés, jószágállás, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Atβ	0-20	Nagyon sötét barna 10YR 2/2 (nedves), lebomlatlan trágyából és alommaradványokból álló szerves talajanyag, átmenet egyenes, éles
	Ae	20-25	Világos barnásszürke 10YR 6/2 (nedves) poros, vékony lemezes, közepesen szerkezetes vályog, a szint alsó részén rozsda és mangánszeplők, átmenet hullámos, fokozatos
	Btn	25-65	Nagyon sötét szürke 10YR 3/1 (nedves), erősen szerkezetes, hasábos, oszlopos agyagos vályog
	BC	65-80	Szürkésbarna 2.5Y 5/2 (nedves) közepesen szerkezetes, durva diós-poliéderes, agyagos vályog

Nádudvar, Szelencés, jószágállás, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	K _A *
Aτβ	0-20					
Ae	20-25	26,5	35,2	38,3	agyagos vályog	42
Btn	27-65	15,0	31,1	53,9	agyag	71
BC	65-80	17,3	30,2	52,5	agyag	68

Nádudvar, Szelencés, jószágállás, talajkémiai adatok									
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok	
		(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			T	ESP
	(cm)							cmol/kg	%
Aτβ	0-20	6,2	5,8	2,55	0	38,5	22,3	46,5	10,9
Ae	20-25	7,6	6,4	2,00	0	2,0	1,2	16,3	27,0
Btn	27-65	8,7	8,2	3,77	0,1	5,6	3,3	20,8	48,9
BC	65-80	9,0	8,6	3,73	1,6	2,8	1,6	19,9	32,3

Nádudvar, Szelencés, jószágállás, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	szerves talajanyag: 0-20 cm ásványi talajanyag: 20-80 cm claric talajanyag: 20-25 cm protocalcic tulajdonságok: 65-80 cm szervesszén-tartalom: (>20%) 0-20 (>0,6%) 20-65 cm Albic szint: 20-25 cm Natric szint: 27-65 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Albic SOLONETZ (Clayic, Humic, Hypernatric, Organotransportic)

Noszvaj, Síkfőkút, talajszelvénykörnyezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°55'39.2"	Kistáj	Bükk
	E.:	20°26'53.1"	CORINE felszínborítási osztály	3.1.1. Lomblevelű erdők
Magasság tszf.		295 m	Területhasználat:	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	régészeti korokból ritkás településnyomok
			Tájváltozás iránya	csökkenő antropizáció
			Alapkőzet	agyagmárga,
			Talajvíz	-
			További információk	Cseres-kocsánytalan tölgyes erdő (védett erdő, tudományos kutatás, monitoring)

Noszvaj, Síkfőkút, talajszelvény leírása	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	O	2-0	
	A1	0-15	Nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2 (nedves), 10YR 3/3 (száraz), szemcsés, erősen szerkezetes vályog, átmenet fokozatos
	A2	15-30	Nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2 (száraz), 10YR 2/2 (nedves), erősen szerkezetes apró morzsás, agyagos vályog, átmenet egyenes, fokozatos
	Aub1	30-46	Fekete 10YR 2/1 (nedves), nagyon sötét barna 10YR 2/2 (száraz), poliéderez, agyag, erősen szerkezetes, patics, téglátörmelék 10 %
	Aub2	46-58	Fekete 10YR 2/2 (nedves), 10YR 2/2 (száraz), erősen szerkezetes, diós agyag, patics, téglátörmelék 15 %
	ABuwb	58-82	Fekete 10YR 2/2 (nedves), 10YR 3/2 száraz, agyag erősen szerkezetes, patics, téglátörmelék 30 %
	Btb	82-	Nagyon sötét barna 10YR 2/2 (száraz), erősen szerkezetes, közepes poliéderez, diós, agyaghártyák

Noszvaj, Síkfőkút, talajfizikai adatok						Vázrés z
Szintek	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	v/v%
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
A1	0-15	12,0	53,1	34,9	iszapos, agyagos vályog	
A2	15-30	7,9	54,0	38,1	iszapos, agyagos vályog	
Aub1	30-46	6,3	45,1	48,6	iszapos agyag	10
Aub2	46-58	11,4	42,1	46,5	iszapos agyag	15
ABuwb	58-82	5,1	42,1	52,8	iszapos agyag	30
Btb	82-	4,7	40,0	55,3	iszapos agyag	

Noszvaj, Síkfőkút, talajkémiai adatok										
Szintek	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _(1:2,5)	CaCO ₃	Humusz	C _{org}	Tápanyagok		
								NO ₂ ⁺ + NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(cm)	H ₂ O	KCl	mS/cm	m/m%			mg/kg		
A1	0-15	5,8	5,5	0,98	0,0	3,8	2,2			
A2	15-30	5,4	4,2	0,45	0,0	1,9	1,1			
Aub1	30-46	5,4	4,6	0,36	0,0	1,9	1,1			
Aub2	46-58	5,5	4,6	0,36	0,0	2,1	1,2			
ABuwb	58-82	5,9	4,9	0,51	0,0	1,3	0,7			
Btb	82-									

Noszvaj, Síkfőkút, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-100 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-82 cm solimovic talajanyag: 0-30 cm műtermék: (15-30%) 30-82 cm Mollic szint: 0-58 cm Cambic szint: 58-82 cm Argic szint: 82-100 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Luvic PHAEZEM (Clayic, Humic, Pachic, Solimovic, Prototechnic)

Nyíregyháza, Westsik Kísérleti Telep, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°58'40.9"	Kistáj	Nagykállói-Nyírség
	E.:	21°42'10.1"	CORINE felszínborítási osztály	2.1.1 Nem öntözött szántóföldek
Magasság tszf.		102 m	Területhasználat	forгатásos szántóföldi művelés
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.1.1 Nem öntözött szántóföldek
			Korábbi területhasználat	forгатásos szántóföldi művelés
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Talajképző üledék	fluviális-eolikus homok
			Talajvízszint	>250 cm
			Egyéb információ	többszörös talajjavítás

Nyíregyháza, Westsik Kísérleti Telep, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Ap	0-10	Sötét szürkés barna (10YR 4/2 száraz), vályogos homok, gyengén szerkezetes, apró és közepes morzsás - szemcsés, gyengén karbonátos, vékony, közepesen sűrű gyökérszövet, átmenet egyenes, fokozatos
	Aup	10-30 (70)	Sötét szürkés barna (10YR 3/2 nedves), homok, gyengén szerkezetes, apró szemcsés, közepesen karbonátos, műtermék (2-5%): téglacserép törmelék, műanyag, üveg, éles, szabálytalan lefutású átmenet
	Au/2Ab	30-70	Nagyon sötét barna és nagyon sötét szürkés barna (10YR 2/2 és 3/2 és 4/3 nedves), vályogos homok, gyengén szerkezetes, apró és közepes szemcsés-diós, határozott és egyenes átmenet, mélyebb rétegeiben elkülönülnek a tökéletlenül elkeveredett alsóbb és felsőbb talajszintek rögei
	2Ab	70-100	Fekete (10YR 2/1, nedves) homokos vályog, gyengén szerkezetes, közepes szemcsés, eltemetett feltalajszint

Nyíregyháza, Westsik Kísérleti Telep, talajszelvény, a földes rész textúrája						
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ap	0-10	74,3	21,5	4,2	vályogos homok	
Aup	10-30	82,5	13,8	3,7	homok	
Au/2Ab	30-70	76,4	18,7	4,9	vályogos homok	
2Ab	70-100	62,4	25,9	11,7	homokos vályog	

Nyíregyháza, Westsik Kísérleti Telep, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	H ₂ O	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Ap	0-10	7,9	7,4	247	6,5		1,3			
Aup	10-30	7,9	7,5	187	7,7		0,6			
Au/2Ab	30-70	8,2	7,8	285	9,5		0,4			
2Ab	70-100	7,9	7,6	1322	8,2		0,9			

Nyíregyháza, Westsik Kísérleti Telep, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	<i>ásványi talajanyag: 0-100 cm</i> <i>szervesszén-tartalom: (≥0,6%) 0-30 cm</i> <i>calcaric talajanyag: 0-100 cm</i> <i>anthric tulajdonság 0-30(70) cm</i> <i>kőzetfolytonossági hiány: 70 cm</i> <i>Mollic szint: 0-30 cm</i> <i>Panpaic szint: 70-100 cm</i>
Osztályozás (WRB 2022)	Calcaric PHAEOZEM (Anthromollic, Anoarenic, Endoloamic, Aric, Areninovic, Panpaic)

Pécs-kutató, Szent-Miklós telep, talajszelvénykörnyezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	46° 4'16.01"	Kistáj	Mecsek
	E.:	18° 9'28.02"	CORINE felszínborítási osztály	2.2.1. Szőlők
Magasság tszf.		190 m	Területhasználat	szőlőművelés (gépi)
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.2.1. Szőlők
			Korábbi területhasználat	szőlőművelés (kézi)
			Tájváltozás típusa	erősödő antropizáció
			Alapkőzet	lejtőüledék, áthalmazott lösz, lösz felett,
			Talajvíz	-
			További információk	

Pécs-kutató, Szent-Miklós telep talajszelvény leírása	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ap	0-20	Erősen szerkezetes, szemcsés, sárgás barna 10YR 5/3, (száraz), sötét barna 10YR 3/3, (nedves), agyagos vályog. Apró kavicsok, törmelék, műtermék (<5 v/v%). Átmenet egyenes, fokozatos.
	Ap2	20-50	Erősen szerkezetes, apró szemcsés, poliéderes, sötétbarna 10YR 5/4, (száraz), nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2, (nedves) agyagos vályog. Apró kavics, műtermék (<5%). Átmenet hullámos, fokozatos.
	Bt	50-85	Erősen szerkezetes, szemcsés, poliéderes, barna 7.5YR 4/4, (száraz), sötét barna 7.5YR 3/4, (nedves) iszapos agyagos vályog. Agyag-humuszártyák. Gilisztajáratok. Átmenet egyenes, fokozatos.
	2Ck	85-130	Gyengén szerkezetes, szemcsés, világos olíva-barna 2.5Y 5/4, (nedves), erősen karbonátos agyagos vályog. Mész kiválások, konkreciók (>5 v/v %).

Pécs-kutató, Szent-Miklós telep, talajfizikai adatok						
Szintek	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ap	0-20	22,1	45,2	32,7	agyagos vályog	39
Ap2	20-50	21,6	45,4	33,0	agyagos vályog	40
Bt	50-85	13,2	48,0	38,8	iszapos, agyagos vályog	33
2Ck	85-130	21,5	55,4	23,1	iszapos vályog	33

Pécs-kutató, Szent-Miklós telep, talajkémiai adatok									
Szintek	Mélység	pH _(1:2,5)	Só	CaCO ₃	Humusz	C _{org}	Tápanyagok		
							NO ₂ ⁺ + NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(cm)	(KCl)	m/m%				mg/kg		
Ap	0-20	7,1	<0,02	2,3	1,8	1,1	3,8	4320	722
Ap2	20-50	7,0	<0,02	2,3	2,0	1,2	11,6	4090	771
Bt	50-85	7,1	<0,02	0,0	0,8	0,5	1,9	1280	613
2Ck	85-130	7,8	<0,02	30,0	0,5	0,3	2,3	388	337

Pécs-kutató, Szent-Miklós telep, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	<i>ásványi talajanyag: 0-130 cm</i> <i>szervesszén-tartalom (>1%) 0-50 cm</i> <i>solimovic talajanyag: 0-50 cm</i> <i>anthric tulajdonságok: 0-50 cm</i> <i>Mollic szint: 0-50 cm</i> <i>Argic szint: 50-85 cm</i> <i>Calcic szint: 85-130 cm</i>
Osztályozás (WRB 2022)	<i>Endohuvic Endocalcic KASTANOZEM (Epianthric, Epiaric, Loamic, Endoraptic, Solimovic)</i>

Siklós, Göntér-dűlő talajszelvény, szelvénykörnyezet				
Koordináták (WGS 84):	N.:	45°51'41.61"	Kistáj	Villányi-hegység
	E.:	18°19'33.57"	CORINE felszínborítási osztály	2.2.1 Szőlők
Magasság tszf.	150 m		Területhasználat	szőlőművelés
	Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás		2.2.1 Szőlők	
	Korábbi területhasználat		szőlő	
	Tájváltozás típusa		erősödő antropizáció	
	Alapkőzet		sekély löszréteg (~50 cm) törmelékes mészkövön	
	Talajvíz		-	
	További információk			

Siklós, Göntér-dűlő talajszelvény, szelvényleírás	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	Ck	0-(7)20	Gyengén szerkezetes, szemcsés, apró szemcsés, világos olíva-barna 2.5Y 5/4, (száraz) iszapos vályog, erősen karbonátos. átmenet hullámos-megszakított, éles.
	A/Cbk	20-35	Közepesen szerkezetes, szemcsés, apró szemcsés, nagyon sötét szürkésbarna 10YR 3/2, (száraz) és világos olíva-barna (2.5Y 5/4, száraz) vályog. karbonátos, átmenet hullámos, fokozatos.
	Ck2	35-55	Gyengén szerkezetes, szemcsés, aprószemcsés, olíva-barna 2.5Y 4/4 (száraz) iszapos vályog, karbonátos, átmenet egyenes, fokozatos.
	C/2Rk	55-85	Gyengén szerkezetes, szemcsés, , világos olíva-barna 2.5Y 5/4 (száraz), közettörmelékes vályog. Erősen karbonátos, a vázrészén mészkérgek, bevonatok, átmenet hullámos, fokozatos.
	2R	85-	Durva törmelékes, olíva-barna (2.5Y 4/3, száraz) vályog. Másodlagos karbonátkiválások, kérgek, bevonatok

Siklós, Göntér-dűlő, talajfizikai adatok						
Szintek	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Ck	0-7(20)	21,0	57,3	21,7	iszapos vályog	39
A/Cbk	20-35	36,2	47,5	16,3	vályog	44
Ck2	35-55	17,6	59,7	22,7	iszapos vályog	38
C/2Rk	55-85	33,5	44,5	22,0	vályog	30
2R	85-					-

Siklós, Göntér-dűlő, talajkémiai adatok									
Szintek	Mélység (cm)	pH _{1:2,5}	EC _{1:2,5}	CaCO ₃	Humusz	C _{org}	Tápanyagok		
							NO ₂ ⁺ + NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O
		(KCl)	mS/cm	m/m%			mg/kg		
Ck	0-7(20)	7,4		19	1,5	0,8	8,7	383,0	447
A/Cbk	20-35	6,9		14	5,9	3,4	41,0	577,0	389
Ck2	35-55	7,4		8	0,9	0,5	1,9	61,6	326
C/2Rk	55-85	7,9		57	0,6	0,4	1,0	86,6	177
2R	85-	-	-	-	-	-	-	-	-

Siklós, Göntér-dűlő talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-100 cm szervesszén-tartalom: (>0,6%) 0-35 cm protocalcic tulajdonságok: 20-55 cm Calcic szint: 55-100 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Endoskeletal CALCISOL (Aric, Anosiltic, Endoloamic, Ochric)

Vámspércs, szelvénykörnyezet				
Koordináták (WGS 84):	N.:	47°31'53.7"	Kistáj	Debreceni-Ligetalja
	E.:	21°53'39.0"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		132 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	2.4.2. Komplex művelési szerkezet
			Korábbi területhasználat	szőlő, kert
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Alapkőzet	futóhomok
			Talajvíz	-
			További információk	felhagyott szőlők, kertek mozaikja

Vámspércs talajszelvény, szelvényleírás	Szint	Mélység (cm)	Leírás
	C1	0-30	Barna 10YR 4/3 (nedves) sárgás barna 10YR 5/4 (száraz), a szint egyes részeiben vékony (5-10 mm) rétegzettséget mutató, váltakozóan humuszos és világosabb rétegekből felépülő, szél általi ráfúvásból frissen felhalmozott szerkezet nélküli homok, átmenet zegzugos, határozott
	Ahb	30-55	Sötét barna 10YR 3/3 (nedves), sötét sárgás barna 10YR 3/4 (száraz) nagyon gyengén szerkezetes, apró, közepes szemcsés homok, kultoturbáció révén gyengén átkevert egykori feltalajszint, átmenet megtört-zegzugos, határozott
	C2	55-75	Világos sárgás barna 10YR 6/4 (száraz) sötét sárgás barna 10YR 4/4 (nedves) szerkezet nélküli homok
	C3	75-100	Világos sárgás barna 10YR 6/4 (száraz) sötét sárgás barna 10YR 4/4 (nedves) szerkezet nélküli homok

Vámospércs, talajfizikai adatok						
Szintek	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	K _A *
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
C1	0-30	95,3	2,7	4,0	homok	23
Ahb	30-55	95,3	2,0	4,7	homok	27
C2	55-75	95,0	3,0	4,7	homok	27
C3	75-100	95,2	2,1	2,7	homok	25

Vámospércs, talajkémiai adatok									
Szintek	Mélység	pH(1:2,5)		CaCO ₃	Humusz	C _{org}	Tápanyagok		
							NO ₂ ⁺ + NO ₃ ⁻	P	K ₂ O
	(cm)	H ₂ O	KCl	m/m%			mg/kg		
C1	0-30	5,3	4,2	1,1	0,5	0,3	4,8	20,3	
Ahb	30-55	5,7	4,5	0	0,8	0,5	9,1	41,1	
C2	55-75	6,4	5,7	0	0,5	0,3	3,5	27,7	
C3	75-100	6,7	5,7	1,6	0,4	0,2	6,0	18,2	

Vámospércs, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-100 cm szervesszén-tartalom: (<0,6%, >0,2%) 0-30 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Dystric Aeolic ARENOSOL (Ochric, Areninovic)

Zalahaláp, bányaudvar, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	46°55'21.1"	Kistáj	Tapolcai-medencevidék
	E.:	17°27'26.9"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		272 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
			Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás	1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek
			Korábbi területhasználat	telephely, bányaudvar
			Tájváltozás típusa	csökkenő antropizáció
			Talajképző üledék	ipari törmelék (bazalttufa felett)
			Talajvízszint	-
			Egyéb információ	ruderalis gyomnövényzet, cserjés elhagyott telephely területén

Zalahaláp, bányaudvar, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	Au	0-25	Világos barnás szürke 10YR 6/2 (száraz) felszínén gyengén humuszosodott, kevés finom frakciót tartalmazó, apró (2-6 mm) bazalt közettörmelék, átmenet ferde lefutású, határozott
	Cu1	25-35	Sötét sárgás barna 10YR 4/4 építési törmelék, homok, vas csövek, kábeldarabok, kerámia, átmenet megtört, határozott-éles
	Cu2	35-80	Apró szemcséjű, mállatlan bazalt zúzalék (100% műtermék)

Zalahaláp, bányaudvar, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység (cm)	Homok	Kőzetliszt	Agyag	Textúraosztály	v/v%
		2-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm		
Au	0-25	84,0	13,6	2,4	vályogos homok	85
Cu1	25-35					100
Cu2	35-80					100

Zalahaláp, bányaudvar, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Au	0-25	5,9	5,4		0	0,7	0,4			
Cu1	25-35									
Cu2	35-80									

Zalahaláp, parkoló, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-80cm szervesszén-tartalom: (>0,2%) 0-25 cm műtermék: (100%) 0-80 (100) cm kőzetfolytonossági hiány: 25 cm és 35 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Coarsic Spolic TECHNOSOL (Eutric, Hyperartefactic, Loamic, Ochric)

Zalahaláp, meddőhányó, talajszelvény környezete				
Koordináták (WGS 84):	N.:	46°55'26.3"	Kistáj	Tapolcai-medencevidék
	E.:	17°27'18.3"	CORINE felszínborítási osztály	3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek
Magasság tszf.		291 m	Területhasználat	nem használt, nem kezelt
	Talajfejlődést befolyásoló, korábbi felszínborítás		1.3.2. Lerakóhelyek (meddőhányók)	
	Korábbi területhasználat		kőtörmelék depó, kőbányászati meddőhányó	
	Tájváltozás típusa		csökkenő antropizáció	
	Talajképző üledék		bazalttufából álló bányászati törmelék (bazalttufa felett)	
	Talajvízszint		-	
	Egyéb információ		spontán beerdősült meddőhányó	

Zalahaláp, meddőhányó, talajszelvény	Szint	Mélység (cm)	Leírás, diagnosztika
	A _τ	0-5	Sötét szürkés barna 10 YR 4/2 (nedves) nagyon gyengén szerkezetes, apró morzsás-szemcsés homokos vályog, sűrű vékony, közepesen sűrű vastagabb gyökerek, változatos méretű mállott kőzettörmelékkel >40%, áthalmozott, gyengén talajosodott kőzettörmelék
	C _τ	5-50	Csekély földes részt tartalmazó, változatos méretű gyökerekkel jól átszőtt, áthalmozott, gyengén talajosodott kőzettörmelék
	2C _τ	50-90	Döntően durva kőzettörmelékből (>10 cm átmérő) álló, áthalmozott, gyengén talajosodott törmelék, földes rész <20%

Zalahaláp, meddőhányó, talajszelvény, a földes rész textúrája						Vámrész
Szint	Mélység (cm)	Homok 2-0,06 mm	Kőzetliszt 0,06-0,002 mm	Agyag <0,002 mm	Textúraosztály	v/v%
A _τ	0-5	61,1	24,8	14,1	homokos vályog	>40
C _τ	5-50	55,8	33,0	11,2	homokos vályog	>40
2C _τ	50-90					>80

Zalahaláp, meddőhányó, talajszelvény, talajkémiai adatok										
Szint	Mélység	pH _(1:2,5)		EC _{1:2,5}	CaCO ₃	SOM	C _{org}	Kicserélhető kationok		
								S	T	ESP
	(cm)	(H ₂ O)	KCl	mS/cm	m/m%			cmol/kg		%
Aτ	0-5	5,4	4,1		0	6,2	3,6			
Cτ	5-50	5,8	4,3		0	0,7	0,4			
2Cτ	50-90									

Zalahaláp, meddőhányó, talajszelvény-osztályozás	
Diagnosztikai elemek	ásványi talajanyag: 0-90 cm szervesszén-tartalom (<0,2%) 0-5 cm
Osztályozás (WRB 2022)	Dystric Skeletic, Coarsic LEPTOSOL (Loamic, Ochric, Skeletotransportic)