

novak.tibor.jozsef_237_24

TÁJVÁLTOZÁSOK HATÁSA A TALAJOK ANTROPIZÁCIÓS
FOLYAMATAIRA MAGYARORSZÁGON

MTA doktori értekezés tézisei

Dr. Novák Tibor József

Debrecen

2024

BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

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 döntővé. Bár számos publikáció foglalkozik az antropogén talajok ökológiai- és talajfunkcióinak változásával, sajátosságaival, legtöbbször nem ismerjük az egyes talajváltozatok térbeli kiterjedését, átalakítottságuknak 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 átforgatásának 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, illetve a regeneráció térbeli és intenzitásbeli különbségeit, a jellemző folyamatokat, és az azok eredményeként átalakult, módosult talajokat, különösen a társadalom által meghatározott sajátosságait.

CÉLKITŰZÉSEK

A talajantropizáció mértékének ismerete a társadalom számára regionális és lokális szinten is lényeges információt hordoz, mivel a tájhasználat- és felszínborítás-változási folyamatok tervezésénél és szabályozásánál célszerű figyelembe venni a talajokra gyakorolt várható hatásokat is.

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

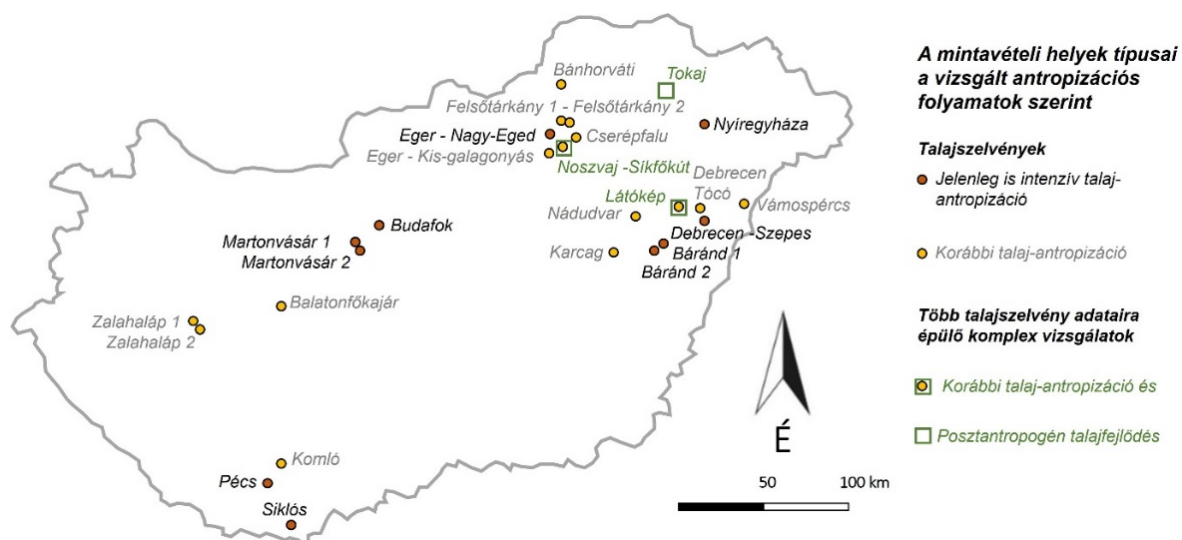
- Hogyan nyilvánul meg az antropizáció az egyes, nem intenzív felszínborítási osztályok esetén? Milyen diagnosztikus talajtani bélyegekkel (WRB 2022) járnak együtt az egyes felszínborítási osztályok, és az azokhoz kapcsolódó tájhasználatok?
- Milyen diagnosztikai, talajosztályozási sajátosságok jellemzik 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?
- Milyen eltérések mutatkoznak a regenerálódó talajok szervesszénakkumulációs-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?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Huszonöt hazai talajszelvény (*1. ábra*) feltárása, leírása és elemzése során WRB-módszertan alapján azonosítottam a talajokban előforduló antropogén diagnosztikai elemeket, mint a *diagnosztikai tulajdonságokat* (anthric), *diagnosztikai talajanyagokat* (műtermék, organotechnic talajanyag, solimovic talajanyag, technikai szilárd anyag) *diagnosztikai talajsziinteket* (anthraquic, hortic, hydragric, irrigric, plaggic, pretic, terric) illetve azok szelvényben elfoglalt helyzetét. Megvizsgáltam a mintegy 41 antropogén talajtulajdonságot kifejező *minősítő* alkalmazásának a lehetőségét, és a fentiek alapján a részletes WRB-osztályozás elemeiből kiemeltem az antropogén tulajdonságokat kifejező bélyegeket.

Három helyszínen (Tokaj: *felhagyott egykori szőlők*; Látókép: *megváltozott felszínborítású egykori szántóföldek*, Síkfőkút: *egykori művelés és településnyomok helyén regenerálódott erdők*) a talajt korábban ért jelentős antropogén hatások megszűnése, mérséklődése óta eltelt idő alatt lezajlott talaj-regenerációs folyamatokat vizsgáltam, elsősorban az osztályozásban kifejezésre juttatható, illetve a szervesszén-tartalmat érintő változásokban. Ezekben a vizsgálatokban a térképi adatbázisok alapján, vagy kormeghatározási módszerekkel kideríthető időpontban zajlott változás óta eltelt időben regenerálódó talajokat az azóta is változatlan felszínborítással (megművelt szőlő, illetve szántó) rendelkező talajokhoz hasonlítottam.

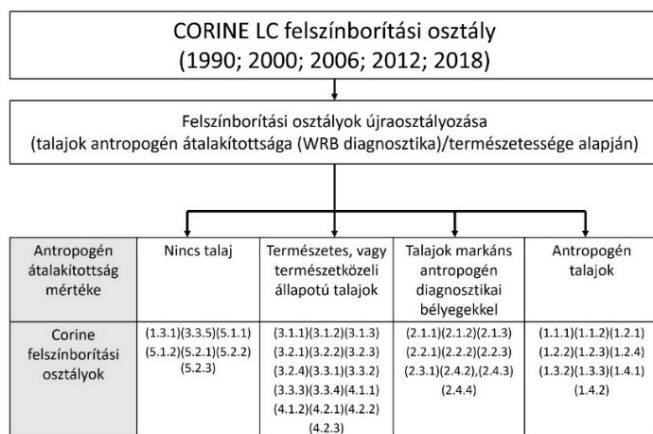


1. ábra. A vizsgált antropogén talajszelvények elhelyezkedése

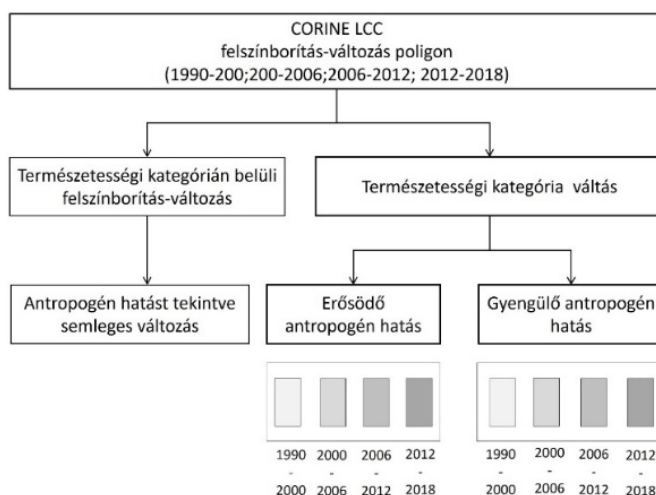
A regenerálódó talajszelvények felső 0-30 cm-es rétegeire vonatkozóan kiszámítottam a TOC felhalmozódási sebességét a $\Delta\text{TOC}_{0-30 \text{ stock}}$ és a felhagyás óta eltelt idő (év) alapján.

A felhagyott szőlőterületek regenerálódó talajaiban a szerveszén-tartalmat frakciónként vizsgáltam: külön határoztam meg a vízben oldódó szervesanyag (*dissolved organic matter*: DOM) széntartalmát, a részecskeszerű szervesanyag (*particulate organic matter*: POM) szabadon, aggregátumokhoz nem kötött előfordulásának (FPOM), az ennél védettebb, stabilabb készletet képviselő, az aggregátumok belsejébe bezárt, fizikailag védett részecskeszerű szerves anyag (*occluded organic matter*: OPOM) széntartalmát, és a lebontási folyamatokkal szemben legvédettebb, azaz legstabilabb készletet az ásványi frakción belül az agyagszemcsékhez kapcsolt szerves anyag szénkészletét.

Az egyes antropogén talajtani bélyegek és a felszínborítási jellemzők összekapcsolása révén csoportokba soroltam a CORINE felszínborítási osztályok alapján várható antropizáció mértékét a talajokban (2. ábra), elkülönítve 1. természetközeli, 2. lényegesen átalakított, és 3. teljesen antropogén talajokkal jellemezhető felszínborítási osztályokat.



2. ábra. A felszínborítási kategóriák osztályozása a talajokat ért antropogén hatások fokozatai szerint a WRB diagnosztikai elemeiben megjelenő antropogén bélyegek alapján



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

A felszínborítási adatok alapján képzett fenti három csoport térbeli kiterjedésével térképesen és adatokkal is jellemeztem talajok természetességének, illetve antropizációjának mértékét a CORINE 2018 felszínborítási adatok szerint. A talajtermészetességet a genetikai főtípusokkal és a tájhatárokkal összevetve megvizsgáltam az antropizáció eltérő mértékét talajfőtípusonként és tájanként.

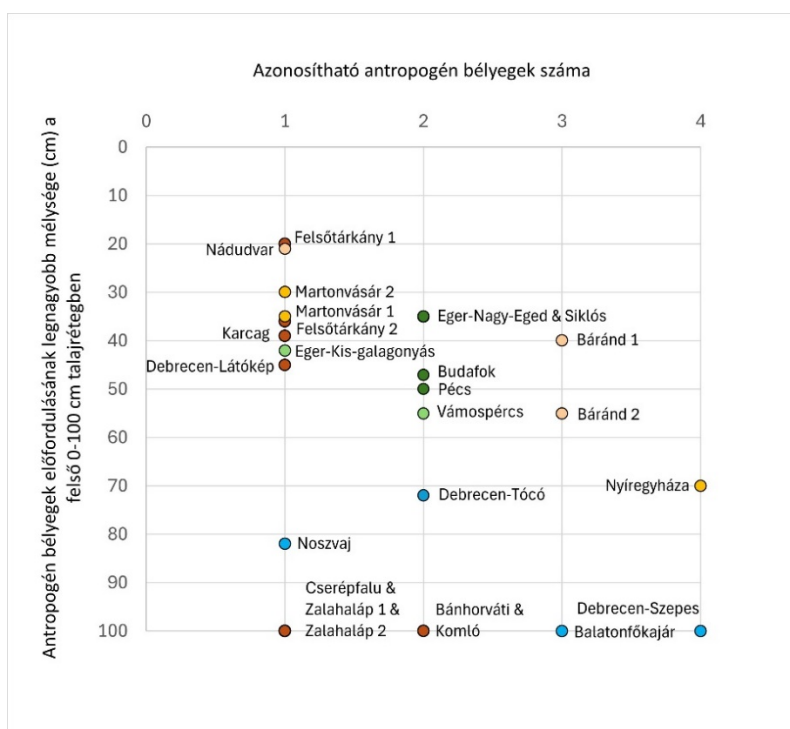
A CORINE felszínborítás-változási poligonjainak segítségével négy időszakra (1990–2000; 2000–2006; 2006–2012; 2012–2018) vonatkozóan meghatároztam a felszínborítás változással érintett területek kiterjedését. A felszínborítás alapján alkotott talajantropizációs csoportok szerint értékeltem a felszínborítás-változásokat is: erősödő, csökkenő, illetve változatlan mértékű talajantropizációval járó változásokra (3. ábra).

A több időszakban, térben egymáshoz közel lezajló, azonos irányú változások azonosítása alapján kijelöltem az erősödő és gyengülő antropizáció forrópontjait.

TÉZISEK

1. Kimutattam, hogy a felszínborítási jellemzők lényegesen meghatározzák a talajok antropogén átalakítottságának (antropizációjának) mértékét. Az antropogén talajtani bélyegeket a WRB 2022 talajosztályozás szerint értékeltem, és a felszínborítási jellemzőkhöz kapcsoltam 25 hazai talajszelvényt példáján.

Az azonosítható antropogén bélyegek száma, illetve megjelenésének maximális mélysége alapján (4. ábra) legnagyobb számú antropogén bélyeget, a talajszelvény legvastagabb rétegében a Debrecen-Szepes területén feltárt, régészeti bélyegeket tartalmazó talajban, és egy balatonfőkajári feltáráson leírt, szintén régészeti talajban találtam.



4. ábra. A vizsgált talajszelvényekben azonosítható antropogén bélyegek (WRB 2022 szerint) száma (x) és legmélyebb előfordulása a talajszelvényben (y) 0-100 cm között

A vizsgált 25 talajszelvény közül hét *Technosol*nak, kettő pedig *Anthrosol*nak bizonyult, annak ellenére, hogy tájhasználatukat, felszínborításukat tekintve egyik sem városias, vagy iparosodott körzetben található, tehát a talajban a korábbi tájhasználat nyomai archiválódtak.

Az ezekhez rendelhető minősítők között leggyakrabban a *Spolic* (ipari, bányászati törmelékot tartalmazó), *Thyric* (eltemetett technikai szilárd anyagot tartalmazó), *Isolatic* (a természetes talajszelvénytől elszigetelt), *Transportic* (áthalmozott) minősítőkkel találkozunk.

A nem antropogén referenciacsoporthoz tartozó 16 talajszelvény esetében is azonban, - kettő talajszelvény kivételével - hozzárendelhetők voltak az antropogén sajátosságokat kifejező fő-, vagy kiegészítő minősítők, amelyek korábbi vagy jelenlegi antropogén tájváltozásokhoz köthetők. Leggyakrabban az *Anthric* (antropogén úton áthalmozott, megemelt, vagy az eredeti feltalajtól elűtő sajátosságokkal rendelkező feltalaj), az *Aric* (szántott szint), a *Transportic* (áthalmozott feltalaj), a *Prototechnic* (műterméket tartalmazó feltalaj) a *Hortic* (kerti talaj, nagy biológiai aktivitással és P-tartalommal) és az *Escalic* (terasozott talaj) minősítők fordultak elő.

Megállapítottam, hogy a mezőgazdasági hasznosításhoz kapcsolható felszínborítási osztályokhoz társuló antropogén bélyegek bár jelentősek, és a WRB-osztályozással kifejezhetők, de többnyire nem érik el azt a mértéket, hogy kifejezetten antropogén referenciacsoporthoz kerüljenek, viszont antropogén sajátosságokat kifejező minősítők alkalmazását indokoltá teszi. Az antropizáció ezeknél a talajoknál a szántott szint alsó határának élessé válásában, a talajsintek tökéletlen átkeveredésében, ritkább esetben a feltalaj humusz- és foszfortartalmának növekedésében nyilvánul meg, amely a talaj taxonómiai besorolását is megváltoztathatja (pl. *Luvisol*ból →*Kastanozem*).

Kivételes, kifejezetten intenzív kertművelés hatásaként, illetve szándékos talaj-áthalmozás (kunhalmok) eredményeként *Anthrosol*okat azonosítottam. Kimutattam, hogy korábban jelentős antropogén használatnak kitett (mészégetés, tégláégetés, bányászat), és ennek megfelelő felszínborítással jellemezhető talajok esetében *Technosol*ok jönnek létre még preindusztriális folyamatok eredményeként is, és ez a sajátosság az antropogén hatás csökkenését, megszűnését követő hosszas (több száz éves) regenerálódó talajfejlődést követően is fennmarad. Azonosítottam ezeknek a talajoknak a WRB-osztályozás szerinti jellemzőit.

2. Meghatároztam a talajokban a szervesanyag-tartalom növekedésének mértékét ($0,002-0,086 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$) regenerálódó talajú területeken, és rámutattam a szervesszén-akkumulációs ráta időbeli változásainak jellegzetességeire (maximális érték 40-60 éves regenerálódást követően volt jellemző).

A gyengülő antropizációval jellemezhető, azaz regenerálódó területek talajának közös vonása a szervesszén-tartalom növekedése volt. Ennek ütemét a szervesszén-akkumulációs rátával fejeztem ki, amelynek mértéke a regenerálódó terület domborzati, litológiai és talajadottságai mellett a regenerálódás kezdete óta eltelt idő szerint is lényegesen eltért (1. táblázat).

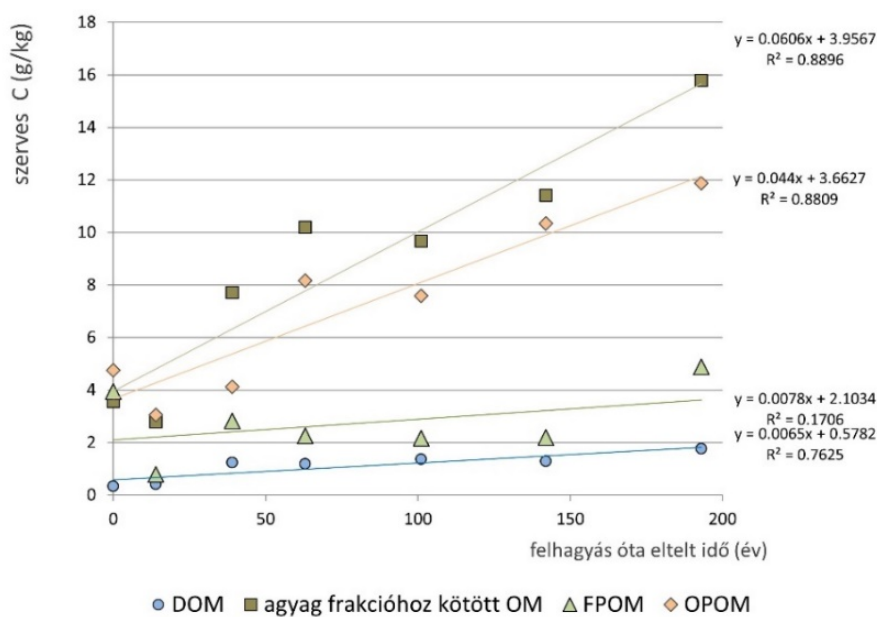
Legnagyobb szervesszén-akkumulációs rátát a csernozjom területeken poszttagrikulturális, korábban művelt talajokban tapasztaltam ($r=0,086\pm 0,010 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$) (1. táblázat). Tokaji felhagyott szőlőterületeken ennek értéke a felhagyás óta eltelt idő függvényében $0,031\pm 0,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$ és $0,070\pm 0,015 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$ között változott. A legnagyobb értéket a 63-101 éve felhagyott talajokban tapasztaltam, míg az ennél fiatalabb és idősebb parlagok esetében a szervesszén megkötésének számított üteme kisebb volt. Lejtős, erdőszűlő környezetben, a síkfőkúti mintaterületen, nagyon hosszú ideje (>800 év) regenerálódó talajok esetében a szén talajban történő megkötődésének üteme egy nagyságrenddel kisebbnek bizonyult: $0,008\pm 0,002 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$ és $0,002\pm 0,001 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$ közötti értékekkel (1. táblázat).

1. táblázat. A vizsgált regenerálódó talajszelelvények 0-30 cm-es rétegére számított szervesszén-készletek változásai a referencia (azonos körülmények között jelenleg is művelt) talajszelelvények szénkészletéhez képest ($\Delta SOC_{0-30\text{ cm}}$) és a szervesszén-akkumulációs ráták (r) értékei

Regenerálódó talajszelelvények		Regeneráció időtartama	$\Delta SOC_{0-30\text{ cm}}$	Szervesszén-akkumulációs ráta (r)
		év	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (átlag±szórás)	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{év}^{-1}$ (átlag±szórás)
Síkfőkút	lejtő, 17-25%	3200	5,816±3,081	0,002±0,001
	völgytalp	800	6,551±1,417	0,008±0,002
Tokaj	12-17% lejtő, felhagyás időpontja szerinti eltérő parlagok	14	0,550±0,230	0,039±0,016
		39	2,336±0,057	0,060±0,001
		63	4,418±0,965	0,070±0,015
		101	4,059±4,540	0,040±0,045
		142	5,228±5,823	0,037±0,041
		193	5,934±0,028	0,031±0,000
Látókép	sík	40	3,440±0,498	0,086±0,010

3. Meghatároztam az egyes szervesszén-frakciók hozzájárulásának mértékét a regenerálódó felhagyott szőlőtalajok szervesszén-tartalmának növekedésében a felhagyás óta eltelt idő függvényében. A regeneráció időtartamával legszorosabb kapcsolatot az agyagfrakcióhoz kötött, és az aggregátumokba zárt szerves anyag széntartalmával mutattam ki.

Az idősebb felhagyott (>14 éve) regenerálódó talajban a felhagyás korától függetlenül az agyagfrakció tartalmazta a legnagyobb szervesszén mennyiséget (5. ábra). A jelenleg is művelt talajban és a 14 éves parlagokon viszont az OPOM, a jelenleg művelt talajban pedig még az FPOM frakciók szervesszén-tartalma is meghaladta az agyagfrakció szervesszén-tartalmát.

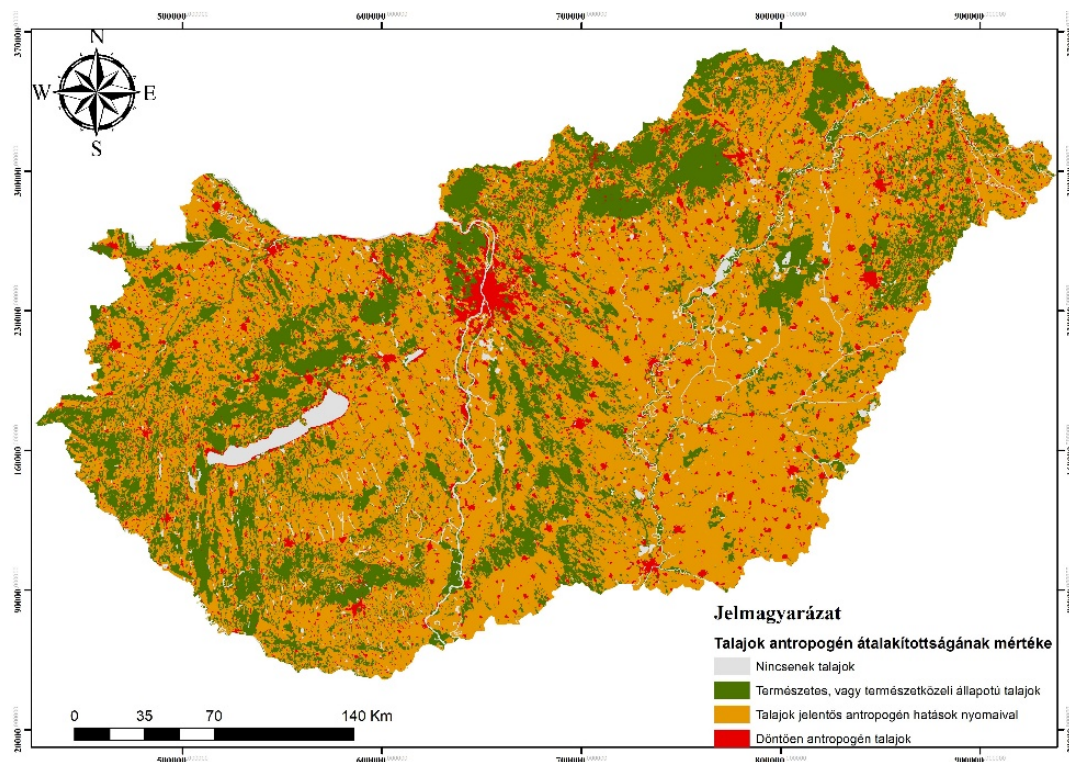


5. ábra. A szervesanyag-frakciók (OM) széntartalmának változása a talajművelés felhagyásának kezdete óta eltelt idő függvényében tokaji szőlőparlagok feltalajában (0-6 cm) (DOM=vízoldható OM, FPOM=szabad részecskeszerű OM, OPOM=aggregátumokba zárt részecskeszerű OM)

Az OPOM- és agyagfrakciók szervesszen-tartalma szignifikánsan nőtt a felhagyás óta eltelt idővel mind a déli, mind a délnyugati szelvény sorokban. Az agyagfrakció széntartalma mutatta a leggyorsabb növekedést a és legszorosabb kapcsolatot a regenerálódás időtartamával (Spearman- $r=0,889$; $p<0,01$), 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 széntartalmában nem találtunk összefüggést a regenerálódás időtartamával (5. ábra).

4. A felszínborítási adatok és a WRB-osztályozási elemek kombinált értékelése alapján a talajokat az antropizáció mértéke alapján három csoportba soroltam (természetközeli, mérsékelten átalakított, antropogén talaj) és megállapítottam a különböző mértékben átalakított talajok térbeli kiterjedését Magyarországon.

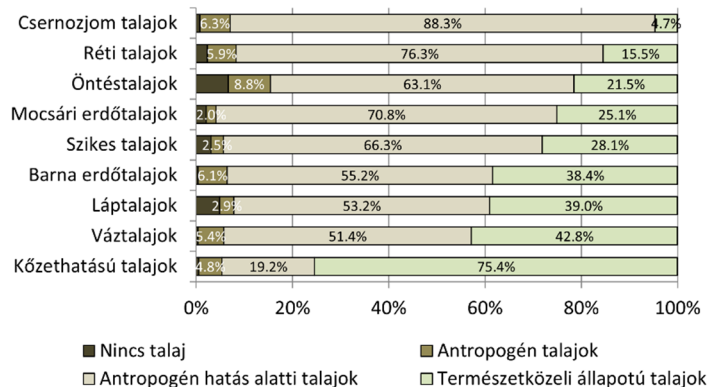
A 2018-as CORINE felszínborítási adatok alapján a döntően antropogén talajokkal borított területek aránya 6,3%-nak, a mérsékelten átalakított talajok aránya 64,9%-nak, a természetközeli állapotú talajok aránya pedig 26,8%-nak adódott Magyarországon. Az egyes csoportok térbeli eloszlását a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra. Talajok antropogén átalakítottságának CLC100 (2018) felszínborítási kategóriák alapján várható mértéke Magyarországon

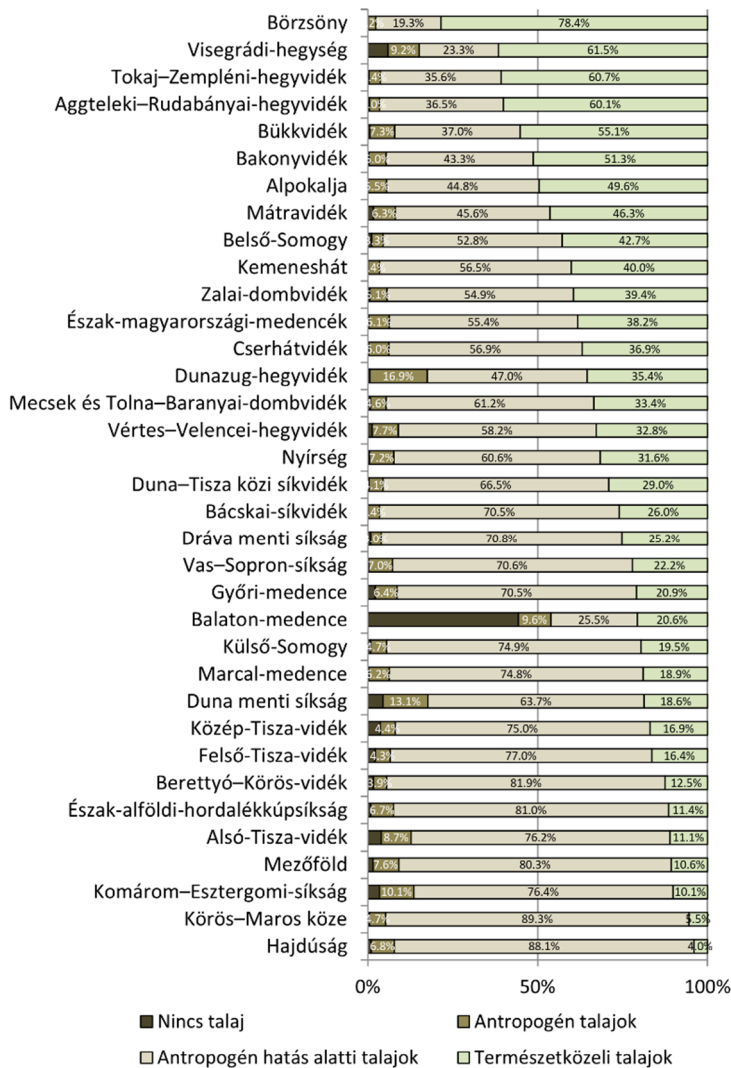
5. Az antropizáció mértékét a genetikai talajtani főtypusokkal térben összevetve megállapítottam az egyes genetikai főtypusok antropizációs érintettségének mértékét.

Antropogén talajokat legnagyobb arányban az öntéstalajok (8,8%) és csernozjom talajok (6,3%) esetében mutattam ki, legkisebb arányban pedig a mocsári erdőtalajok (2,0%) és a szikes talajok (2,5%) érintettek (7. ábra). Az antropogén hatásokkal mérsékelten átalakított talajok legnagyobb arányban a csernozjomok esetében fordulnak elő (88,3%). Természetközeli állapotú talajok legnagyobb arányban a közethatású (75,4%) és a váztalajok (42,8%) esetében maradtak meg.



7. ábra. Talajok antropogén átalakítottságának mértéke genetikai főtípusonként Magyarországon (2018)

6. Meghatároztam a talajok antropizációs folyamatainak térbeli különbségeit, az antropogén átalakítottság tájankénti eltéréseinek mértékét a 2018-as felszínborítási adatok alapján.

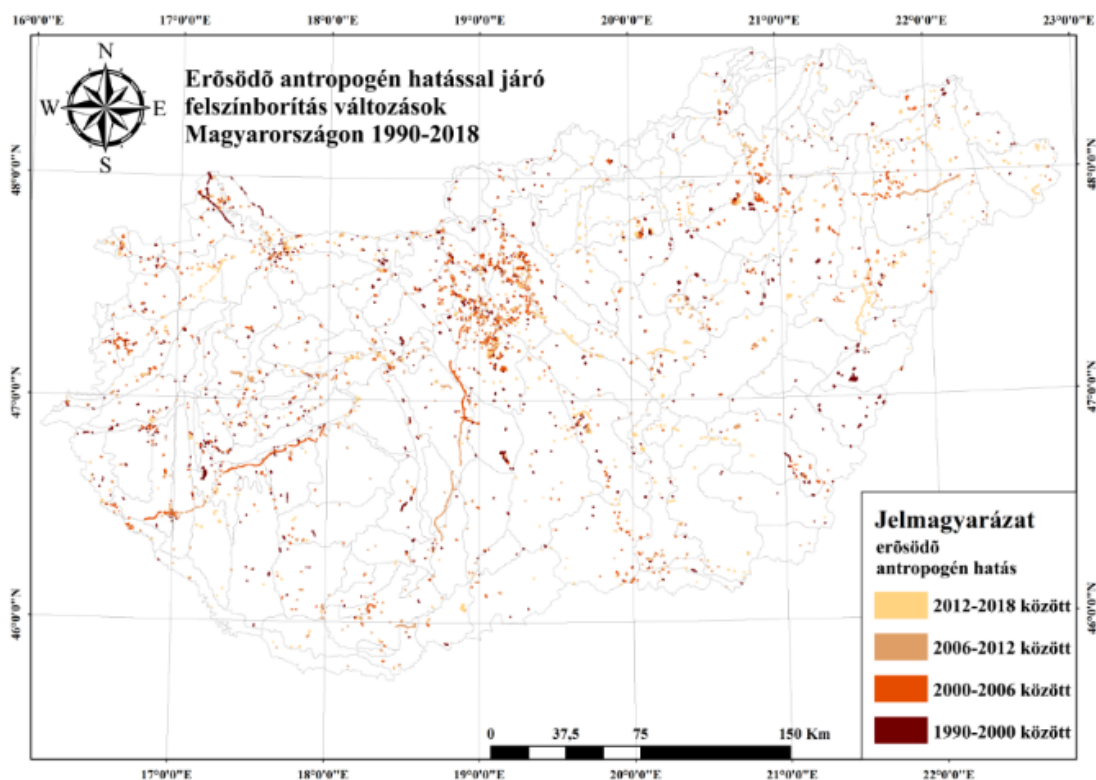


8. ábra. Talajok antropizációjának középtájankénti különbségei Magyarországon 2018

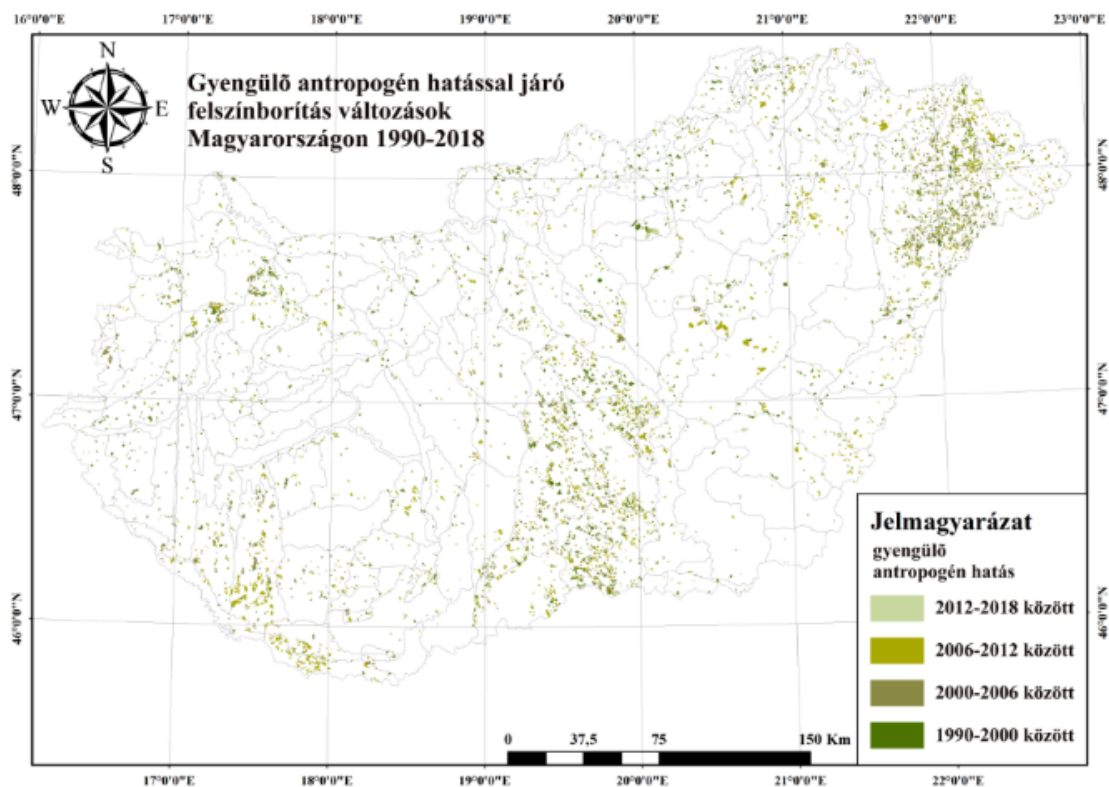
Az antropogén talajok legnagyobb arányban a Dunazug-hegyvidéken (16,9%), a Duna menti síkságon (13,1%) és a Komárom–Esztergomi-síkságon (10,1%) jelennek meg. A mérsékeltén átalakított talajok aránya a Hajdúságban (88,1%), a Körös–Maros-közén (89,3%), és a Berettyó–Körös-vidéken (81,9%) a legnagyobb. legnagyobb, míg a természetközeli állapotú talajokat a Börzsönyben (78,4%), a Visegrádi-hegységben (61,5%) illetve a Tokaj–Zempléni-hegyvidéken (60,7%) találunk legnagyobb, míg a Hajdúságon (4,0%), a Körös–Maros-közén (5,5%) és a Komárom–Esztergomi-síkságon (10,1%) a legkisebb arányban (8. ábra).

7. *Értékeltem a megváltozott felszínborítású területeket a talajokra jellemző antropizáció megváltozásának jellege alapján. Meghatároztam a gyengülő és erősödő talaj-antropizációval járó felszínborítás-változások területi kiterjedését, lehatároltam az érintett területeket az 1990–2018 közötti időszakban.*

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 (9. 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 (9. ábra).



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



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

8. Azonosítottam és rangsoroltam a hazánkban leggyakoribb erősödő és gyengülő talaj-antropizációval járó felszínborítás-változásokat a változással érintett, azt megelőző, és azt követő felszínborítási osztályok szerint.

Az erősödő antropizációval járó változások legtöbb esetben nem öntözött szántó felszínborítást érintettek, amelyek építkezési munkahelyekké, nyersanyag kitermeléssé, út- és vasúthálózatok és ahhoz csatlakozó területekké alakultak át (2. táblázat). Azaz a legtöbb építési, infrastruktúra-fejlesztési terület ebben az időszakban a korábbi szántóföldi területek helyén létesült.

2. táblázat. A talajok antropizációjának megváltozásával járó leggyakoribb felszínborítás-változások típusok az érintett terület kiterjedése (km²) és a változáspolygonok száma (db) szerint 1990 és 2018 között

Talajtermészetességi osztály*		CORINE felszínborítási osztály			Összterület (km ²)	Poligonok 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		Nyersanyagkitermelés	63.6	143
		211-121		Ipari vagy kereskedelmi területek	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- és 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

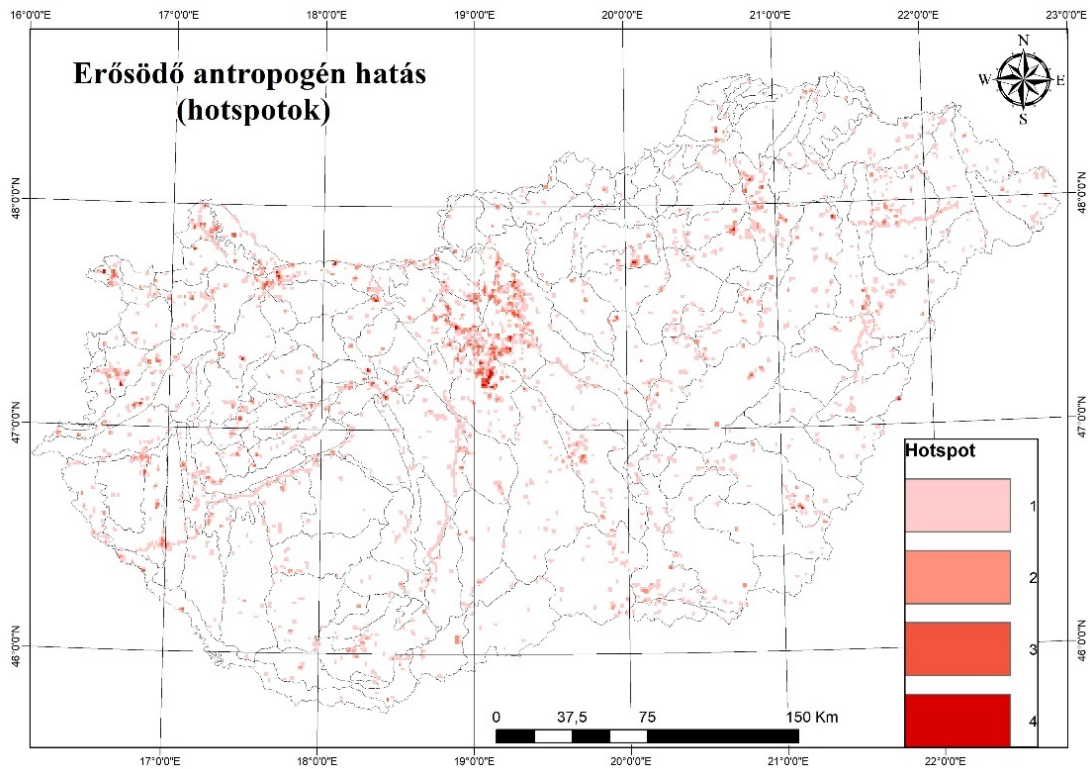
*0= nincs talaj; 1=természetes vagy természetközeli állapotú talaj; 2=talajok markáns antropogén diagnosztikai bélyegekkel; 3= antropogén talajok

Csökkenő antropizációval járó felszínborítás-változások során a legnagyobb arányban nem öntözött szántók, nyersanyagkitermelési helyszínek, és komplex művelési szerkezettel borított felszínek alakultak át átmeneti erdős-cserjés területekké, lomblevelű erdőkké.

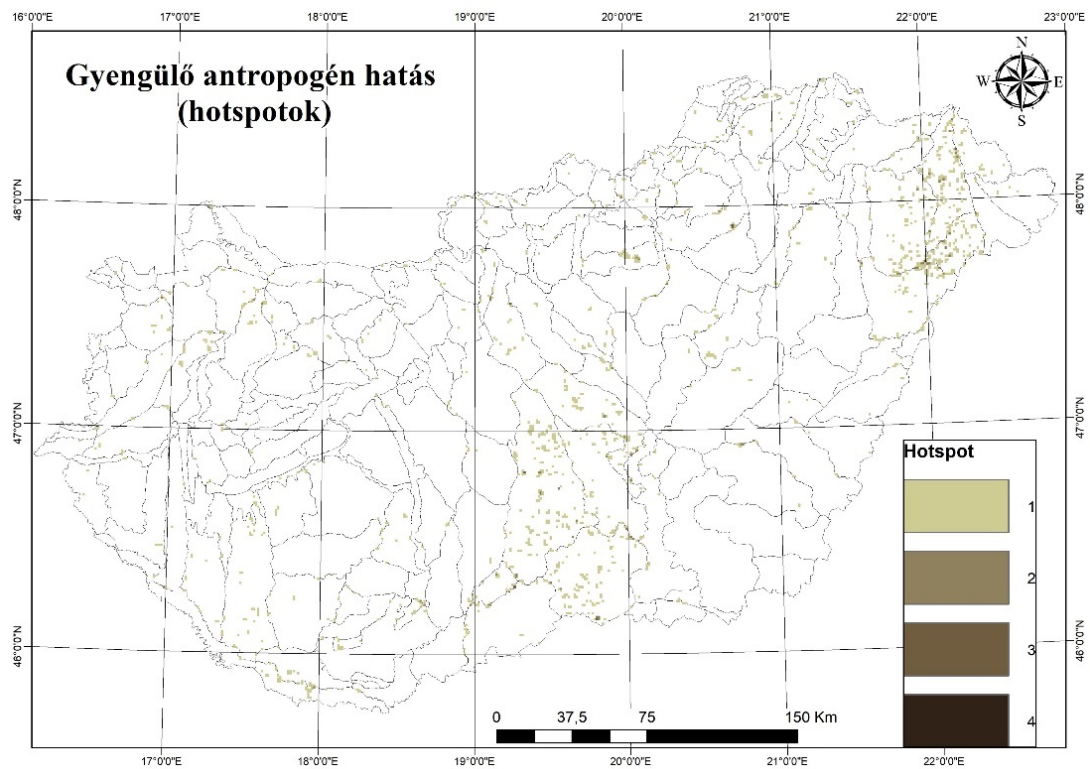
A változások az erősödő antropizáció esetében időszakonként 25-61%-ban, a gyengülő antropizáció esetében 63-93%-ban tartoztak az öt leggyakoribb konverziótípusba, azaz a gyengülő antropizáció esetében sokkal kevésbé voltak diverzek.

9. Azonosítottam a talajantropizációs folyamatok (erősödő-gyengülő) forrópontjait, ahol több időszakban, térben koncentráltan fordultak elő azonos irányú változások a talajok antropogén átalakítottóságának mértékében.

Az erősödő antropizáció tekintetében legtöbb forrópont Budapest vonzáskörzetében található: Kiskunlacháza, Bugyi, Délegyháza közelében (11. ábra). Ezen kívül Győr és Bükkábrány körül is többszörös forrópontok sűrűsödése figyelhető meg. Gyengülő antropizációval jellemezhető forrópontokat Izsákon, Ásotthalmon, Vattán és Nyírmihálydiban találtunk (12. ábra). Az azonosított forrópontokat okozó felszínborítás-változások az öt leggyakoribb felszínborítás-változás típusba tartoznak mind a gyengülő, mind pedig az erősödő antropizációt mutató forrópontokban.



11. ábra. Az erősödő talajantropizációs folyamatok forrópontjai az 1990-2018 között vizsgált 4 időszakban (1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018), 1-4= hány időszakban minősült a terület forrópontnak a felszínborítás-változások alapján



12. ábra. A gyengülő talajantropizációs folyamatok forrópontjai az 1990-2018 között vizsgált 4 időszakban (1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018), 1-4= hány időszakban minősült a terület forrópontnak a felszínborítás-változások alapján

Az értekezés témájában megjelent fontosabb publikációk

Könyvfejezetek

- 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.
- 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. & Charzynski, P. (eds.) 2018. **Soil Sequences Atlas IV**. Torun. Nicolaus Copernicus University. ISBN 978-83-951878-2-7, 262. 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. & Charzynski, P. (eds.) 2018. **Soil Sequences Atlas III**. Torun. Nicolaus Copernicus University. ISBN 978-83-951878-1-0, 218. pp.
- 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: Świtoniak, M.; Charzyński, P.(eds.) 2018. **Soil Sequences Atlas II**. ISBN 978-83-949297-7-0, Polish Society of Soil Science, Torun, Poland 248 pp.
- 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.
- Sándor, G., Szabó, Gy., Charzyński, P., Szyrkowska, E., Novák, T.J. and Świtoniak, M. 2013. Technogenic Soils In Debrecen. In: Charzyński, P., Markiewicz, M. and Świtoniak, M. (eds.) 2013. **Technogenic Soils**. Toruń, Polish Society of Soil Science, 35-74.

Nemzetközi folyóiratok

- Novák, T., Hegyi, B., Balogh, S., Czímer, B., Rózsa, P. 2023. How geocological components of a terroir can be altered by spatial changes of vineyards - A case study from Eger Wine District (Hungary). *Erdkunde*. 77 (3), 213-231. <https://doi.org/10.3112/erdkunde.2023.03.03>
- Novák, T.J. 2022. Afforestation affects vertical distribution of basic soil characteristics and taxonomic status of sodic soils. *Plant, Soil and Environment*. 68(5):245-252. <https://doi.org/10.17221/53/2022-PSE>
- Novák, T. J., Balla, D., Kamp, J. 2020. Changes in anthropogenic influence on soils across Europe 1990–2018. *Applied Geography* 124. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102294>
- Novák, T.J.; Incze, J.; McLeod, A.; Giani, L. 2020. Development of soil organic carbon pools after vineyard abandonment. *Soil Science Annual* 71(3): 236-245. <https://doi.org/10.37501/soilsa/127759>
- Rózsa P, Incze J, Balogh Sz, Novák T J. 2020. A novel approach to quantifying the degree of anthropogenic surface transformation – the concept of ‘hemeromorphy. *Erdkunde* 74(1): 45-57. <http://dx.doi.org/10.3112/erdkunde.2020.01.03>
- Novák, T., Molnár, M., & Buró, B. 2018. Reconstruction of Soil Carbon Redistribution Processes along a Hillslope Section in a Forested Area. *Radiocarbon*, 60(5), 1413-1424. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.94>
- Spohn, M., Novák, T., Incze, J., Giani, L. 2016. Dynamics of soil carbon, nitrogen, and phosphorus in calcareous soils after land-use abandonment: A chronosequence study. *Plant Soil*. 401 (1), 185-196, 2016.
- Incze, J., 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. <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1195295>

- Novák, T.J. & Tóth Cs.A. 2016. Development of erosional microforms and soils on semi-natural and anthropogenic influenced solonchic grasslands, *Geomorphology* 254. 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.11.018>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.07.017>
- Rózsa, P., Novák, T. 2011. Mapping anthropic geomorphological sensitivity on a global scale *Zeitschrift für Geomorphologie* 55 (suppl. 1): 109-117. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2011/0055S1-0041>

Hazai és regionális folyóiratok

- Balogh, Sz.; Novák, T.J. 2020. Trends and hotspots in landscape transformation based on anthropogenic impacts on soil in Hungary, 1990–2018. *Hungarian Geographical Bulletin* 69 (4): 349-361. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.69.4.2>
- Novák T.J., Balogh Sz., Incze, J. (2019): Az antropogén hatások mértékének térbeli különbségei és változásai hazai tájakon felszínborítási és talajdiagnosztikai adatok alapján. *Földrajzi Közlemények* 143 (4): 285-307. <https://doi.org/10.32643/fk.143.4.1>
- Botos, Á., Balla, D., Novák, T.J. 2019. Fásítások hatásainak vizsgálata korábbi szántók és gyepek talajára *Acta Scientiarum Transylvanica*, 25–27/1: 84-90. https://eda.eme.ro/bitstream/handle/10598/32899/EME_ActaSciBiol_2017_2019-1_005_Botos_Balla_Novak_FasitasokHatasainakVizsgalataKorabbiSzantokEsGyeppekTalajara.pdf
- Botos, Á.; Tóth Cs. A.; Novák, T.J. 2019. Tiszántúli kunhalmok talajának változásai művelés felhagyását követően. *Tájökológiai Lapok* 17 (1): 23-31. <https://doi.org/10.56617/tl.3448>
- 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. <https://doi.org/10.1556/0088.2018.00014>
- Balla, D.; Zichar, M.; Kozics, A.; Mester, T.; Mikita, T.; Incze, J.; Novák, T.J. 2019. A GIS Tool to Express Soil Naturalness Grades and Geovisualization of Results on Tokaj Nagy-Hill. *Acta Polytechnica Hungarica* 16 (6): 191–205. (<https://doi.org/10.12700/APH.16.6.2019.6.12>)
- Sándor, G., Boda P., Márta L., Novák T. J. 2017. Egykori talajművelés nyomainak vizsgálata középhegységi erdős terület mikrodomborzataiban és talajaiban. *Acta Scientiarum Transylvanica*, 25(3): 102-109. <https://eda.eme.ro/bitstreams/98638223-6450-4b97-8d63-c83ea53eaca3/download>

Konferenciakiadványok

- Novák, T. J., Márta, L., and Balogh, S.2020. Soil organic carbon stock development in chernozemic soils following agricultural abandonment, *EGU General Assembly 2020*, Online, 4–8 May 2020, European Geosciences Union 2020-15424, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-15424>
- Novák, T.J., Balogh, Sz., Incze, J. 2019. Hazai tájváltozások és térbeli különbségeik értékelése felszínborítási és talajadatok alapján. In : M. Bugyi I.Csima P., Hanyecz K. (eds.) 2019. *A táj változásai a Kárpát-medencében*, XII. táj történeti tudományos konferencia (Füleky György emlékkonferencia) tanulmánykötete 153-159.
- Márta L., Balogh Sz., Botos Á., Novák T. J., 2019. Top-and subsoil mixing due cultivation as degradation risk on chernozemic arable lands. Kaposvár Hungary, Kaposvár University, Faculty of Economic Science. 56 p. ISBN 978 615 5599 72 9 <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22369.66408>
- Novák, T.J. 2018. Szőlőültetvények talajának diagnosztikai és osztályozási kérdései. Talajtani Vándorgyűlés, Magyar Talajtani Társaság, Pécs, 2018.08.29-09.01. Absztrakt Kötet, 73-74. <https://real.mtak.hu/84126/>

- Novák, T. J.; Túri, Z. K. 2018. A városterjedés hatásainak becslése korábbi mezőgazdasági területek talajaira távérzékelt adatok alapján. In: (szerk.) Balázs B. 2018. IX.: *Térinformatikai konferencia és szakkiállítás*. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen pp. <https://real.mtak.hu/84124/>
- Botos, Á., Mester, T., Balla, D., Novák, T., 2017. Erdőtelepítések hatása talajok egyes tulajdonságaira. In: *LIX. Georgikon Napok: Absztrakt-kötet / szerk. Nagy Zita Barbara, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely*, 62.
- Mester, T., Balla, D., Botos, Á., Szabó, G., Sándor, G., Novák, T. 2017. Az antropogén hatások mértékének és jelentőségének értékelése WRB irányelvek alapján tiszántúli kertek talajaiban. *Talajvédelem Különszám* 179-187.
- 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, posvášennoj 85-letiu Agrofizičeskogo NII "Tendencii razvitiâ agrifiziki: ot aktual'nyh problem zemledeliâ i rastenievodstva k tehnologiâm budušego" / eds. Blohina, S. Ū., Ageenkova, O. A., Civilev A. Ū, Federal'noe gosudarstvennoe bûdžetnoe naučnoe učreždenie Agrofizičeskij naučno-issledovatel'skij institut, Sankt-Peterburg, 565-570, 2017.*
- 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: Borivoj Sarapatka, Marek Bednár (eds.) 2017. *Degradation and revitalization of soil and landscape / ed. r, Palacký University, Olomouc*, 57.
- Hegy B.; Szabó Sz.; Balogh Sz.; Novák T. J. 2017. Changes in extent and topography of vineyards and estimation of its influence on historic soil loss in Eger Wine Region using GIS methods In: Borivoj Sarapatka; Marek Bednár (eds.) 2017. *Degradation and revitalization of soil and landscape*. 160 p. Konferencia helye, ideje: Olomouc, Csehország, 2017.09.10-2017.09.13. Olomouc: Palacký University, 2017. p. 76. 1 p. (ISBN:978-80-244-5192-3)
- 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.
- 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.
- 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.

Tudományos ismeretterjesztő cikkek:

- Novák T. J. 2020. "Lábnymunk" a tájban - a talajképződés hatodik tényezője. *Természet Búvár*, 2020/2. 64-66.
- Novák T.J. 2020. Hatodik tényező, Élet és Tudomány 75 (37): pp.
- Novák, T. J., Balla, D., Botos, Á. 2020. Egy eltűnt szőlőskert nyomában. Avagy a hagyományos határhasználat nyomai a talajokban és a tájban. *Honismeret (A Honismereti Szövetség folyóirata)* 48 (4):106-111.