

VÁLASZ

Dr. Rakonczai János, az MTA doktora opponensi véleményére

a „Tájváltozások hatása a talajok antropizációs folyamataira Magyarországon”

címmel benyújtott MTA doktori értekezésről

Mindenekelőtt szeretném megköszönni opponensemnek, hogy alaposan átolvasta és véleményezte disszertációm. Köszönöm a támogató véleményét, a dolgozat egyes részleteihez fűzött megjegyzéseit, a kritikai észrevételeit, amelyekre az alábbiakban részletesen igyekszem válaszolni.

A címválasztással kapcsolatban opponensem megjegyzi, hogy a dolgozat az ellenkező irányú folyamatokkal is foglalkozik (azaz: az antropizáció hatása a tájakra). Mégis azt gondolom, hogy a hangsúly a felszínborításnak, mint a tájak egyik legkönnyebben megragadható jellemzőjének megváltozása, illetve annak talajokra gyakorolt hatása az értekezés hangsúlyosabb eleme, emiatt döntöttem a fenti cím mellett.

A bírálat megjegyzi, hogy a távérzékelésen alapuló (CORINE adatbázisok) felszínborítás-változások értékelését és annak alapján az antropizáció jellegének minősítését bemutató fejezet kevésbé kapcsolódik koherensen a dolgozat előző két fő témakörével (antropizációs folyamatok értékelése talajszelvényekben és a regenerálódó talajok vizsgálata). Igaz, hogy a dolgozatnak ez a része módszertanát és tartalmát tekintve kevésbé talajtanos és eltérő a megelőző kettőhöz képest. Viszont a korábbiakban leírt folyamatokat ez a fejezet rendeli hozzá térben a jellemző területekhez és látja el az érintett terület kiterjedésére vonatkozóan térbeli dimenzióval. Emiatt ezt a részt a dolgozat gyakorlati szempontból is fontos részének tekintem, utólag sajnálom, ha a koherenciát a dolgozat többi részéhez nem sikerült kellő mértékben megteremtenem.

Köszönöm opponensem azon megjegyzését, hogy a térbeli elemzés csak az 1990 utáni időszakra vonatkozik, ezt a fejezetcím pontosításával szükséges lett volna jelezni.

Bírálóm felhívja a figyelmet arra, hogy a *3.1. fejezetben (Tájváltozások és hatásuk a talajfejlődési folyamatokra)* a tájváltozások modellezésére alkalmazott indikátorok között nem szerepel kiemelten a víz/vízellátottság valamilyen jellemzője. A felvetés egyrészt jogos, másrészt a vízgazdálkodási jellemzők megváltozása, még a teljes telítés időszakos, vagy állandó jelenléte/megszűnése esetén sem okoz olyan, egyértelműen azonosítható és osztályozható talajmorfológiai változást, amelyet kifejezetten és csakis az antropizációs folyamatokhoz hozzá lehetne rendelni. A vízrendezések hatására például az eredetileg vízhatású talajként leírt talajaink jelentős része mára csupán *relictigleyic*, vagy *relictistagnic* bélyegeket hordoz. Azaz: a glejességet, pangóvizességet alakító feltételek már nincsenek meg, csak a korábban kialakult bélyegek öröklődtek át a mára lényegesen megváltozott vízháztartási jellemzők mellett. Ugyanakkor ez a változás nem kis részben – az egyébként ugyancsak nagyrészt antropogén okokra visszavezethető – klímaváltozás következménye. A talajvíz szintjének változása miatt bekövetkező másodlagos szikesedés, kilúgzás szintén végbe mehet természetes, vagy antropogén okokból. Azt azonban, hogy ez egy adott helyen valóban antropogén tényezők eredménye – ellentétben a dolgozatban vizsgált robusztus antropogén bélyegekkal – pusztán a talaj vizsgálatával nem lehet eldönteni. Ehhez nagy részletességű, a

talaj környezetének tájtörténetét feltáró vizsgálatok szükségesek, amelyeket közvetett adatok alapján térképezni, jellemezni nem lehet.

Az 1. táblázat listászerű felsorolásában, amely korántsem teljes, azért nem kerültek be vízgazdálkodás alapú modellek, mert amelyekkel eddig találkoztam (Cserni & Füleký 2008, Duray & Keveiné 2009, Völgyesi 2006, Zsákovics et al. 2009), azok nem általános érvényűek, azaz egy régió, egy kisebb térség vonatkozásában elemzik a vízháztartás változásait, és nem szolgáltatnak egységes szemlélet és módszertan szerint képet a teljes országról, vagy nem adnak generalizált, bárhol alkalmazható ajánlásokat a vízháztartás megváltozásának modellezésére. Ilyen tekintetben, a növényzet indikátorként történő alkalmazása vélhetően azért is elterjedtebb, mivel annak megváltozásában számos tényező együttes hatása (pl. a vízháztartási jellemzőké is) összegződik.

A bírálatban felmerül a rossz és jó antropizáció megkülönböztetésének lehetősége, amely – mint azt bírálóm is jelzi – igencsak szubjektív megítélés kérdése. A talajok antropizációs folyamatait igyekeztem a dolgozatban értéksemleges módon, mintegy hatodik talajképző tényező által létrehozott talajtani sajátosságok összességéként értékelni és bemutatni, anélkül, hogy minősítettem volna. Ezt egyébként a természetes talajképző folyamatok esetében sem tesszük meg, pl. ahogyan domborzat befolyásolhatja a talajképződést a társadalom számára kedvező, vagy kedvezőtlen irányban is, ugyanígy a társadalom által bekövetkezett átalakítás is lehet talajtermékenységet növelő, vagy azt csökkentő hatású.

Opponensem megjegyzi, hogy az 1. ábránál a talajok és az emberiség kapcsolata „színesebb”, változatosabb, amelyen belül pozitív beavatkozásokra is lehetett volna utalni. Való igaz, az 1. ábra végtelenül leegyszerűsített módon mutatja be az egyébként szlovák, és cseh szakirodalomban elterjedt antropizáció szó jelentésének magyarázatát. Az ábra csupán az idővel egyre fokozódó és egyre nagyobb területet érintő folyamat fő tényezőire kíván figyelmeztetni, úgy vélem ebben a hatások pozitív vagy negatív értékelése nem kap hangsúlyt, ahogyan a – nyelvtanilag nem túl szerencsés – antropizáció fogalmát is csak azért vettem át, mert a degradációval ellentétben ez nem emeli ki a hatások kedvező, vagy kedvezőtlen jellegét.

A „4. Anyag és módszer” című fejezetben bírálóm nem tartja arányosnak az alfejezetek arányait azok eltérő kidolgozottsága miatt. A terepi mintavételi helyeket bemutató fejezet azért szerepel két, eltérő kidolgozottságú alfejezetre bontva (4.1.1. és 4.2.1.), mert az első a helyszíneket sorolja fel a vizsgálatok célja szerint rendszerezve (pl. felszínborítási osztályokra jellemző talaj-antropizációs bélyegeinek bemutatása, ill. regenerálódó, extenzív felszínborítási osztályok talajában megőrzött korábbi talajantropizációs bélyegek bemutatása), míg a másodikban a talajszelvények antropogén bélyegeinek leírására vonatkozó terepi módszertan ismertetése szerepel. A területek kiválasztásának szempontja egyrészt az első alfejezet rendezési szempontjai voltak, másrészt, – mivel az antropizációról előzetes információ (térkép, predikció, leírás) a legkritikább esetben áll rendelkezésre – nyilvánvalóan csak azon korábban vizsgált helyszínek közül tudtam válogatni, ahol a terepmunka során antropogén bélyegekkal szembesültem.

Opponensem – teljes joggal – hiányolja a regenerálódó talajok között a talajmegújító gazdálkodásra áttért szántóföldi területek vizsgálatát. A regeneratív gazdálkodás vizsgálata több szempontból is problémás. Egyrészt a talajmegújító (v. regeneratív) gazdálkodásnak nincs általánosan elfogadott egységes definíciója (Newton et al. 2020, Giller et al. 2021, EASAC 2022, Borovka 2024), így az számos egymástól különböző gyakorlatot takar (takarónövények alkalmazása, no-till, strip-till, mulcsozás stb.), amelyek a talaj szénmegkötő képességét sem egyforma mértékben befolyásolják (Domonkos et al. 2015). Másik problémás pont, hogy az áttérés időtartama még nem túl távoli (néhány éve jellemző) és a dolgozatban bemutatott regenerálódás időtartamához mérten (>40 év) vélhetően jóval szerényebb talaj szénmegkötés-

növekedésre lehet számítani. Más szóval az áttérés kezdete óta eltelt néhány év alatt észlelhető változás a kimutathatóság határértéke körüli lehet (*EASAC 2022*), aminek mértékét ráadásul a növénytermesztésben alkalmazott technológiák, a műtrágyázás, a baktérium- és szervesztrágyázás, talajkondicionálók használata, főnövény-takarónövény fajtaválasztás is jelentős mértékben befolyásolja. Egy beállított kísérlet esetében a szénmegkötést befolyásoló fenti tényezők (pl. N, P, K ellátottság, biomassza input, termesztett növényfaj, esetleges fungicidek, vagy bakteriális készítmények) tervezett, vagy legalább kontrollált alkalmazása a kísérleti parcellákon alapkövetelmény. Azaz: jól megtervezett kísérletekre lenne szükség, ahol hosszú távon garantált a kísérlet fenntartása, és egy esetleges visszatérés a konvencionális gazdálkodásra (pl. az első évek gyakran kedvezőlen tapasztalatai miatt) nem teszi a befektetett időt és erőforrásokat elvesztegetetté, feleslegessé, amelyet senki sem szívesen vállal egy kutatás lefolytatására vonatkozó garanciák hiányában. Másik nehezítő tényező, a megfelelő referencia (kontroll) terület szükségessége, ahol azonos talajadottságú, de a konvencionális művelést továbbra is folytató, viszont minden más tekintetben (pl. N, P, K adagok, kondicionálók, termesztett növényfajok stb.) a kísérleti parcellával azonos kezelésű terület párhuzamos vizsgálata folytatható. Erre a hazai tartamkísérletek területén (Józsefmajor, Martonvásár, Látókép) nyílik lehetőség, ezeken a területeken folynak is ilyen jellegű kutatások. Kétségtelen, hogy a szántóföldi növénytermesztésben, már csak annak hatalmas területi aránya, illetve a fenntartható gyakorlatok kialakítása miatt is óriási jelentősége van ezeknek a vizsgálatoknak.

Bírálóm felveti, hogy vajon mindig jól működik-e a választott kutatási módszertan. Ehhez kapcsolódva leginkább az antropizációs forrópontok meghatározásában lát gondokat. Már maga a fogalom megközelítése is számomra kérdéses. Nos, az elnevezésen valóban lehetne vitatkozni, hiszen ezek valójában nem pontokat jelölnek, hanem térségeket (1×1 km gridek), amelyekben az adott időszakra jellemző értékekhez képest az erősödő, vagy gyengülő antropizációt mutató felszínborítás-változás poligonok száma a felső kvartilisbe esik. Véleményem szerint, ha ezek nem is pontok valójában, de térbeli elhelyezkedésük helyzete, sűrűsége mindenképpen olyan folyamatokra figyelmeztet, amelyekre a területi tervezésben, tájvédelmi szakpolitikában fel kellene figyelni, és megfelelő módon szabályozni, illetve kompenzálni. A bírálóm által említett, nagy kiterjedésű, rekultivációval érintett bükkábrányi terület véleményem szerint ugyanígy forrópontnak számít abban a tekintetben, hogy a korábbi csupasz bányameddő felszínét egyre nagyobb arányban foglalja el a tervszerűen helyreállított, látszólag változatlan, természetközeli táj. Ez azonban egy újonnan létrehozott helyzet, amelynek talajában éppen jelenleg zajlik rendkívül intenzíven, bár nem látható módon a talaj szervesszén megkötése, szerkezetének regenerálódása, amelyre a regenerálódó talajokat bemutató fejezetekben példákat is bemutattam.

Az opponencia szerint az *Eredmények* c. fejezetnek egy táblázattal történő indítása nem túl szerencsés. Ennek azonban a tördelési megfontolásokon kívül fő oka az volt, hogy az egyébként több összefüggésben előforduló talajszelvényekről, és az azokban talált antropogén bélyegekről az osztályozási eredmények összegzésével egy áttekintést adjak, mielőtt a részletes bemutatáshoz fognék.

Kérdésként merül fel, hogy a Tokajban vizsgált talajszelvények 0–6 és 0–30 cm-es mélységre számított szervesszén-készlet, illetve szervesszén akkumulációs ráta értéke esetében a sekélyebb minta kétszer lett-e figyelembe véve. A fenti két érték (szénkészlet és akkumulációs ráta) számítása alapvetően a szénkoncentráción, a térfogattömegén és a talajréteg vázrésztartamán alapul. Az első kettő egyenközű rétegekben vett bolygatatlan mintákból, míg a harmadik genetikai szintenként, eltérő vastagságú rétegekben szitálással kerül meghatározásra. Amikor a készlet, vagy annak változása alapján az akkumulációs ráta értéke olyan rétegből kerül kiszámításra, amelyre vonatkozóan több adat is van (pl. több szintre oszlik vázrész-

tartalom, vagy térfogattömeg tekintetében) akkor a képletbe a több réteg értékeinek rétegvastagsággal súlyozott átlagértéke kerül be.

Opponensem indokoltan jegyzi meg, hogy a 22. ábrán a DNY-i szelvény adataira illesztett trendgörbe nem meggyőző, kérdezi, hogy lehet-e erre logikus magyarázat (pl. a 193 éve felhagyott szelvényben későbbi, akár természetes zavarás? Sejtésem szerint a modell valójában nem a 193 éves, hanem a 101 és 142 éve felhagyott helyszínek esetében torzul kissé, ahol éppen a bírálóm által feltételezett, természetes, vagy még valószínűbben antropogén újra-bolygatás / és erózió következtében a várhatóhoz képest (ld. D-i szelvény sor modellje) némileg kisebb szervesszén-akkumulációs rátákat kaptam. A szelvény sor összeállításához használt történeti térképek és adatsor alapján ugyan itt a 101 ill. 142 éve bekövetkezett felhagyások óta nem volt szőlőművelés, azonban pár éves időszakban térképeken, adatbázisokban meg nem jelenített újbóli művelésbe vétel, vagy más okból végzett tereprendezés nem zárható ki teljesen.

Bírálóm felhívja a figyelmet a 29. ábra esetében fennálló értékelési vagy ábrázolási problémára. Az ábrán három eltérő minősítésű (erősödő antropizációt okozó, gyengülő antropizációt okozó, és antropizáció tekintetében semleges) felszínborítás változás van feltüntetve egy kiválasztott időszakra (2000-2006) vonatkozóan. Bár az egyes ábrázolt egységek mérete kicsi, de a színek alapján vélhetően jól elválhatnak egymástól, így nem látom, hogy melyik az a negyedik, nem ábrázolt elem, amelyet bírálóm kifogásol.

Opponensem felvetése, hogy hiányol egy társadalmi-gazdasági háttérértékelést, ami a tapasztalt változásokra is magyarázat lehetne, teljesen indokolt. (Másik bírálóm is szóvá teszi.) Ugyanakkor ez az a szakterület, amelyre legfeljebb a gazdaság- és társadalomföldrajzi szakterület képviselőivel kooperációban vállalkoznák, mivel ennek sem kutatási, sem pedig elemzési módszereiben nem vagyok járatos, így az értekezésben igyekeztem a tényszerű leírásra szorítkozni.

Bírálóm hiányolta néhány konkrét helyszín, példa bemutatását részben az antropizációs, részben pedig regenerálódó, pl. élőhelyrekonstrukciókból adódó esettanulmány ismertetésével. Való igaz, hogy a dolgozatban bemutatottnál jóval több antropizációs, vagy regenerációs helyszínről van tudomásom, tapasztalatom, viszont ezek nem mindegyike kellően dokumentált ahhoz, hogy azokat a dolgozatban szerepeltetni tudtam volna.

Bírálóm megemlíti, hogy a nagy beruházások utolsó fázisa ma már jellemzően a tereprendezés, rekultiváció, parkosítás, fásítás. Ez a dolgozatban mutatott logika szerint egy újabb változás a forró pont felé. Kérdésként megfogalmazza, hogy tudja-e ezt a kedvező minőségi változást kezelni a bemutatott módszertan? Ha a minőségi változás már korábban említett nyersanyag-kitermelés (1.3.1.) helyén következik be (ahol nincs talaj), amelyből ipari vagy kereskedelmi területek keletkeznek (1.2.1.), ahol antropogén talajok jellemzőek (4. táblázat), akkor az felszínborítás változással jár. Ráadásul olyan módon, hogy ott csökkenő antropogén hatással számolhatunk (12. ábra), és így reális esély van a talaj regenerálódási folyamatainak megindulására. Az alkalmazott módszertan ezt pontosan így jeleníti meg. Ha bírálóm a gyárak, üzemek területének rendezésének utolsó fázisára kívánt rákérdezni, amely parkolók, burkolt útfelületek, rendezett parkok, vízelvezetők kialakításával jár: ez a felszínborítás tekintetében az építési munkahelyekből (1.3.3.) ipari vagy kereskedelmi területek (1.2.1.) létrejöttét jelenti. Ezek a felszínborítási osztályok az antropizáció mértéke tekintetében azonos szinten állnak (4. táblázat), így ez az –egyébként fontos és kedvező lépés – a talajok antropizációjának mértékét tekintve nem feltétlenül jelent változást (11. ábra, bal oldali oszlop). A talajok ugyanis ugyanúgy antropogén, feltöltött, áthalmazott, átalakított képződmények maradnak, annak ellenére, hogy a korábbi építési helyszínt részben zöldfelületek foglalják el. Talajtani értelemben teljesen antropogén helyszínek ezek, ugyanúgy, ahogyan pl. egy golfpálya zöld

gyepe sem jelenti, hogy természetes talajszelvény tetején helyezkedne el. A fentiek alapján, úgy gondolom, hogy az alkalmazott modell jól kezeli a kérdésben felvetett eseteket.

A formai észrevételek között jogosan kifogásolta bírálóm, hogy a 37 és 38. ábrák jelmagyarázata túlságosan nagyra sikerült, illetve azt, hogy a 4. ábra címe inkább leírás, semmint valódi cím, ezek tehát javítandók. A 3. táblázat lábjegyzetében hiányosan szerepel a ** jelölés, amely a *densic* (tömörödött) minősítőhöz tartozna, de lemaradt. A lábjegyzetben itt arra történne utalás, hogy ez a minősítő mind természetes, mind antropogén eredetű tömörödött talajréteg jelölésére szolgál. A 117. üres oldal a mellékleteket előzi meg, amelyet, mivel teljesen különálló részt képez, nem szerettem volna páratlan oldalon kezdeni.

Fentiekben igyekeztem opponensem minden kérdésére, illetve a dolgozattal szemben megfogalmazott kételyére választ adni. Szeretném ismételten megköszönöm tisztelt bírálómnak az értekezés részletes áttanulmányozását, az arra fordított idejét, bírálatát, elismerő szavait, és gondolatébresztő kérdéseit. Köszönöm a dolgozat és az abban felvetett problémakör összességében kedvező megítélését, és hogy azt bírálóm nyilvános vitára alkalmasnak tartja és – eredményes védelem esetén – az MTA doktori cím odaítélését támogatja.

Nádudvar, 2025. március 16.



Dr. Novák Tibor József
egyetemi docens

Hivatkozások:

- Borovka, Zs. 2024. Új tanulmány a regeneratív mezőgazdaság európai fogyasztói megítéléséről, NAK, <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgalattas/mezogazdasagi-termeles/107758-uj-tanulmany-a-regenerativ-mezogazdasag-europai-fogyasztoi-megiteleserol>
- Cserni, I. & Füleky, G. 2008. A Duna-Tisza közti homokhátság talajainak vízgazdálkodása. In Simon, L., ed., Talajvédelem Különszám 2008 (pp. 53-63). Nyíregyháza.
- Domonkos, M., Horváth Z., Madarász B., Biró, B. 2015. Művelési módok összehasonlító értékelése mikrobiológiai és mikromorfológiai vizsgálatokkal. In: Madarász B. (szerk.) 2015. Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon, MTA CSFK, 134. pp.
- Duray, B. & Kevei, F-né. 2009. Tájdinamikai vizsgálatok – a tájhasználat-változás és regenerációs potenciál összefüggéseinek modellezése. In: Unger j. (szerk.) 2009. Geoszféra A Szegedi Tudományegyetem Földtudományok Doktori Iskolájának eredményei. GeoLitera 10.13140/2.1.2867.7449.
- EASAC 2022. Regenerative agriculture in Europe, A critical analysis of contributions to European Union. Farm to Fork and Biodiversity Strategies. German National Academy of Sciences Leopoldina 2022. <https://easac.eu/publications/details/regenerative-agriculture-in-europe/>
- Völgyesi, I. 2006. A Homokhátság felszín alatti vízháztartása - vízpótlási és vízvisszatartási lehetőségek. MHT XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs, 2006. Retrieved from <http://volgyesi.uw.hu/dokuk/homokhatsag.pdf>.

- Zsákovics, G., Kovács, F. & Kiss, A. 2009. A szárazodás veszélyének többszemponútú térbeli elemzése a Duna-Tisza közén. Tájökológiai Lapok 7(1), 117-126. 10.56617/tl.4095
- Newton P. et al. 2020. What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. Frontiers in Sustainable Food Systems 4, 194. [https:// www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2020.577723](https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2020.577723).
- Giller K. E., Hijbeek R., Andersson JA., Sumberg J. 2021. Regenerative agriculture: an agronomic perspective. Outlook on Agriculture 50 (1), 13–25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>.