

VÁLASZ

Dr. Pásztor László, az MTA doktora opponensi véleményére

*a „Tájváltozások hatása a talajok antropizációs folyamataira Magyarországon”
címmel benyújtott MTA doktori értekezésről*

Mindenekelőtt szeretném megköszönni opponensem idejét és türelmét, hogy alaposan átolvasta és véleményezte az értekezésemet. Köszönöm a megerősítést abban, hogy a témát időszerűnek, ígéretesnek és társadalmi jelentőségét tekintve hasznosnak tartja. Köszönöm továbbá megjegyzéseit, kritikai észrevételeit és elismerő szavait. Az alábbiakban főként a bírálatában felvetett kritikai észrevételekre és a pontokban megfogalmazott kérdésekre igyekszem válaszolni.

1. *„A dolgozat 24. oldalán, „Az antropizáció hatására módosult, illetve létrejött talajszintek értékelése és jellemzése” című alfejezetben szerepel egy megállapítás, mely szerint: „Mivel napjainkban a legtöbb beruházást megelőzően a humuszos A szint előzetes letermelése már előírászerűen megtörténik, ezért posztindusztriális antropogén talajokban eltemetett humuszos szinttel (A_{hb}) csak ritkán találkozunk.” A hazai gyakorlatban reménykedünk ennek minél hatékonyabb teljesülésében. Ugyanakkor kíváncsi lennék, hogy az ilyen jellegű szabályozás, de főképp annak teljesülése mennyire jellemző globálisan.”*

A feltalaj mentésének és másutt hasznosításának elve nagyon régóta megjelent FAO ajánlasként (FAO 1971), hiszen régóta felismerték, hogy a humuszos termőréteg, különösen ipari, urbanizált térségekben, értékes természeti erőforrás, ráadásul a megújulás üteme messze nem vethető össze a felhasználás mértékével. A mentett (és remélhetőleg máshol felhasznált) feltalajtól megfosztott terület kiterjedéséről adatbázis közvetlenül nem áll rendelkezésre. Kiterjedését a leburkolt (*sealed soil*) felületek kiterjedésével és növekedésével lehetne közelíteni. A nemzeti szintű szabályozás ugyanakkor vélhetően nagyon nagy változatosságot mutat, aminek áttekintésére nem mertem vállalkozni, a gyakorlati megvalósulás mértékének felmérésére még kevésbé. Példaként, a hazai szabályozásnál is részletesebb olasz esettanulmányt (Marchi és Ungaro 2019) említenék meg, amelyben a talajfizikai és kémiai jellemzők értékeitől függően az eltávolítás, deponálás és újra felhasználás messzemenően szabályozott. Ez a gyakorlat az EU-ban hasonlóan szigorú irányelveket követ (Ronchi et al. 2019). Talajhiányban szenvedő, erősen urbanizált világvárosi térségben (New York city) a hatóság által ellenőrzött egészséges/biztonságos talajbank (NYC OER 2025) intézménye is előfordul, amely a feltalajjal való gazdálkodásnak általam ismert legszervezettebb formája. Vélhetően ez számos kevésbé tehető ország illetve régió esetében még a jogszabályi előírások tekintetében is sokkal kevésbé szigorú előírásokat jelent.

2. *„Az antropizált talajok tekintetében szerzett és a dolgozatban (is) bemutatott hatalmas tapasztalattal, gyakorlattal és tudással milyen ajánlásokat tenne a hazai, diagnosztikus szemléletben megújított osztályozás finomhangolására az antropogén tényezők részletesebb figyelembevételére céljából.”*

A hazai talajosztályozás (mind a hagyományos, genetikus, mind pedig a megújított, diagnosztikus) egyelőre adós az antropogén talajok következetes és gyakorlati módszertannal

megtámogatott osztályozásával, illetve az egyéb talajtaxonómiai egységek antropogén módosulatainak értékelésére kidolgozott rendszertannal. A diagnosztikus szemléletben kidolgozott megújítási javaslat, amelynek a dolgozat megírása óta egy újabb változata jelent meg (*Michéli et al. 2024*) a rendszer második helyén, egy típuson belül helyezi el az antropogén talajokat („antropogén talajok”), amely nem feltétlenül következetes, hiszen együvé kerülnek az emberi tevékenység eredményeként tudatosan megjavított, számos talajfejlődési, diagnosztikus bélyeget mutató talajok, a városi vagy ipari törmeléken létrejött kezdetleges romtalajokkal (*Technosolokkal*), amelyek egyáltalán nem rendelkeznek diagnosztikus bélyegekkel. A rendszer bonyolultságának, összetettségének növelése nyilván nem kívánatos, de a diagnosztikus elveket következetesen szemmel tartva, a diagnosztikusan is különböző taxonok szétválasztása elkerülhetetlen. Ugyanakkor számos talaj esetében a szembeötlő antropogén átalakítás sem jelent diagnosztikusan (és funkcionálisan) lényeges eltérést a talaj eredeti állapotához, vagy egyéb, természetes eredetű talajokhoz képest, ezért azok a természetes eredetű talajtípusokon belül, antropogén altípusokban is elhelyezhetők. A diagnosztikus szemléletben kidolgozott megújítási javaslat (*Michéli et al. 2024*) szerzőivel jelenleg is folyamatban van egy áttekintő, rendszerező munka, amely később alapját képezheti az antropogén talajoknak a rendszerben történő elhelyezésére.

„Viszonylag közvetlenebb társadalmi hasznosulás szempontjából legjelentősebb eredménynek a vizsgált regenerálódó talajok szervesszén akkumulációs rátáira levezetett értékek meghatározását tekintem.

3. *Vannak-e folyamatban további vizsgálatai regenerálódó és/vagy degradálódó talajokon (esetleg tervez-e a későbbiekben), melyekből a földhasználathoz, netán gazdálkodáshoz köthető szervesszén növekedési, illetve csökkenési rátákat lehetne minél nagyobb számban és megbízhatósággal származtatni?”*

A regenerálódó helyszínek vizsgálatához alkalmas területeket találni nem egyszerű. Egyik nehézsége, a felszínborítás megváltozásának időpontjára vonatkozó adatgyűjtés, amely akár térképi (vagy távérzékelte), akár más dokumentumokon alapul néhány éves bizonytalanságot tartalmaz (mire az új állapot megjelenik az adatbázisokban). Ráadásul a változások néha fluktuációt jelentenek: az első változásra gyakran néhány éven belül, akár éppen ellenkező irányú változás következik be. Emiatt kifejezetten gyors, rövid idő alatt bekövetkező változások vizsgálata helyett a hosszabb távon, tartósan megváltozott felszínborítású területek vizsgálata hozhat megbízhatóbb eredményt. Ebben az irányban két további kutatás van folyamatban: a talaj szerves szénkészletének vizsgálata korábban szántott kunhalmok visszagyepesedő területén, illetve a beerdősített területek talajában. Előbbi alapján remélhetőleg hamarosan tudunk adatokat publikálni, viszont ez éppen a halmok talajának antropogén eredete miatt, nem biztos, hogy nagy területre reprezentatív adatokat szolgáltat. Az erdőterületeken pedig az előzetes eredmények alapján a korábbi felszínborítástól függően nem feltétlenül növekvő, hanem éppen csökkenő szénkészleteket is tapasztalhattunk. Növekvő társadalmi igény mutatkozik a talajban a regeneratív gazdálkodásra történő átállást követő – remélhetően kedvező irányú – változások számszerűsítésére, jellemzésre, amelynek nehézségeit másik opponensem bírálatára adott válaszban részleteztem, emiatt ez egyelőre csak tervként szerepel.

4. *„Felmerült-e a térbeli kiterjesztésnek egyéb módszere, mint a CORINE kategóriák antropizációs szempontú interpretációja?”*

Bírálóm kérdésére elég egyértelműen azt tudom válaszolni, hogy az országos értékelést megcélzó vizsgálat tervezése során, más adatbázis talaj-antropizációs interpretációja fel sem merült a térbeli kiterjesztés vizsgálatára. Tisztában vagyok vele, hogy sokkal pontosabb, részletesebb adatok (légifotók, műholdfelvételek) állnak rendelkezésre, egyes időszakokról,

egyes területekről, de a CORINE alkalmazásának előnyét abban láttam, hogy viszonylag hosszú időn át, többé-kevésbé változatlan, sztandardizált módszerekkel jellemzi a teljes területet, ráadásul az azonos módon ismételt adatfelvétel miatt a változások követésére is alkalmas, és az egészen eltérő adottságú tájak változásait egységesen kezeli. A talaj-antropizációs bélyegek más, részletesebb, pontosabb adatbázisok (akár történeti térképek, vagy multispektrális műholdfelvételek, archív légifotók stb.) általi kiterjesztése viszont alkalmas módszer lehet kisebb területek (pl. urbán, szuburbán területek) részletes vizsgálata esetén.

5. *„Meg tudná-e becsülni, hogy a dolgozatban bemutatott térbeli kiterjesztés alapján levezetett eredmények (néhány helyen akár két tizedes százaléktértekre megadva) milyen bizonytalanságot hordoznak, illetve össze tudná-e foglalni ezek mire, milyen lépésekre vezethetők vissza? Hogyan lehetne újragondolni, felépíteni, kiegészíteni, átstrukturálni a vizsgálatokat, gondolatmenetet a megbízhatóság növelése érdekében?”*

A dolgozatban bemutatott területi értékek pontossága egyrészt a CORINE felszínborítási adatok pontosságát tükrözi. Az egyik bizonytalanság tehát evidens módon a CORINE felszínborítási osztályok elkülönítésének, lehatárolásának módszertanából adódó bizonytalanság. Erre vonatkozóan számos tanulmány jelent meg, amelyek gyakran kritizálják az adatbázis robusztusságát, illetve hibáit.

A bizonytalanság első szintje a CORINE adatbázis pontosságán alapul, amelyről az adatbázis készítéséhez készült útmutató is beszámol (Büttner et al. 2002). A CLC100 módszertana az első 1990-es felvételhez képest némileg változott, így a felvétel pontossága is eltérő, jellemzően javult (Szabó 2010). A legkisebb térképezett egység 25 hektáros, vagyis pl. 500×500 méteres mezőgazdasági táblák kerültek térképezésre. A vonalas elemek esetében 100 méteres szélességű az ábrázolt minimális tájelem. A megengedett RMS hiba mértéke 20 méter alatti, a tematikus pontosság 90%-os (Büttner et al. 2004).

Másik bizonytalansági forrás, az eltérő felszínborítási osztályok talajviszonyait érintő kezelések, tájhasználatok heterogenitásában rejlik, amely CORINE felszínborítási osztályonként az osztályon belül eltérő mértékű. Míg pl. a nem öntözött szántóföldek (2.1.1.) esetében nagyon pontosan jellemezhető mértékű és jellegű antropogén hatásokat viselnek a talajok, addig pl. a nem összefüggő települési szerkezet (1.1.2), vagy a komplex művelési szerkezet (2.4.2) nagyon eltérő antropizáltsági fokú talajokat foglalhat magába. A változások elemzése során, amelyből az ipari és urbán területeket – amelyek esetében az antropogén hatás egyébként is evidens – kihagytam, a bizonytalanság mértéke kisebb. Itt is számolni kell azonban azzal, hogy esetenként a jelenlegi felszínborítás és az ahhoz kapcsolódó antropogén hatások korábbi, akár intenzívebb antropizáció nyomait fedik el (pl. régészeti területek erősen antropizált talajait, jelenlegi szántóföldek, kevésbé antropizált talajai közé sorolják). Ugyanakkor ezt a bizonytalanságot számszerűsíteni nagyon nehéz lenne, ha mégis szükség lenne rá, akkor felszínborítási osztályonként végzett talajmintavételek találati arányával, külön-külön lehetne jellemezni az egyes felszínborítási osztályokat. A pontosításra természetesen számos eszköz, lehetőség áll rendelkezésre, a légifelvételek, multispektrális felvételek, és gépi tanulási módszerek alkalmazásával. Első lépésben azonban ezek mindegyikét nagy részletességű távérzékelési adatok kis mintaterületeken végzett elemzésével kellene tesztelni, mielőtt országos léptékű becslésre használhatóvá válnak.

A két tizedesjegy pontosságig feltüntetett %-os értékek (0,01%) a kistájak területétől (amely 2600 km² és 15 km² között változik) függően 0,26 illetve 0,0015 km²-t jelentenek, és mivel az adatok bizonytalansága vélhetően ezt meghaladó mértékű, ezért valójában elegendő lett volna az értékeket egy tizedesjegy pontossággal feltüntetni.

Opponensem megjegyzi, hogy sosem használta korábban a címben is szereplő „*antropizáció*”, kifejezést. Úgy vélem, hogy nagyon jól tette, és ha találtam volna helyette megfelelőbbet, magam is elkerültem volna a használatát. Mivel a dolgozatnak kulcsfogalma a társadalmi hatásokra történő talaj átalakulás, a hosszas és körülmenyes leírások elkerülése érdekében végül mégis ennek átvétele, használata mellett döntöttem.

Bírálóm által észrevételezett, a szervesszén akkumulációs ráták mértékegységeként alkalmazott $kg \cdot m^{-2} \cdot y^{-1}$ valójában a módszertannál fordul elő ilyen formában, sajnos hibásan, az eredmények és értékek ismertetésénél már a bírálóm által is javasolt $kg \cdot m^{-2} \cdot év^{-1}$ formában szerepel.

A bíráló tézisekhez kapcsolódó észrevételei

Köszönöm opponensem javaslatát, az 1. és 4. tézis átfogalmazására vonatkozóan, amelyek az opponensem által javasolt formában valóban elegánsabban tükrözik azok mondanivalóját!

Bírálóm javasolja az 5. és 6. tézisek összevonását egy tézissé, valamint a 7., 8. és 9. tézisek összevonását, mivel mindkét esetben alapvetően azonos elemzésnek más-más vetületeit mondják ki. A tézisek elkülönített megjelenítését azok eltérő talaj-, vagy tájjellemzőkre vonatkozó információtartalma alapján véltem indokoltnak. Ugyanakkor jogos felvetés, hogy azonos adatbázisok alapján, azonos vagy hasonló módszerrel nyert megállapítások szerepelnek az 5. és 6. tézisekben, emiatt ezek valóban összevonhatók. Ugyanígy, a felszínborítás-változáspolygonok elemzésén alapuló állításokat tartalmaznak a 7. 8 és 9. tézisek, tehát a hasonló módszertani megközelítés miatt ezek is összevonhatók. A téziseket az előadásban már a bírálóm által javasolt, összevont formában mutattam be.

Végül ismételtlen megköszönöm bírálómnak az értekezés alapos és gyors áttanulmányozását, és azt, hogy annak alapján a disszertáció téziseit a javasolt módosításokkal nyilvános vitára alkalmasnak, eredményeit több mint elegendőnek tartja, valamint, hogy eredményes védés esetén az MTA doktori cím odaítélését támogatja.

Nádudvar, 2025. március 14.



Dr. Novák Tibor József
egyetemi docens

Hivatkozások:

- Büttner, Gy., Feranec, J., Jaffrain, G. 2002. Corine land cover update 2000, Technical guidelines, European Commission Joint Research Centre, European Environment Agency, Copenhagen, 56. pp.
https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/technical_report_2002_89
- Büttner, Gy., Maucha, G., Bíró, M., Kosztra, B., Pataki, R., Petrik, O. 2004. National land cover database at scale 1:50000 in Hungary. EARSeL eProceedings 3(3): 8 p.
- European Commission 2012. Guidelines on Best Practice to Limit, Mitigate or Compensate Soil Sealing, Commission Staff Working Document, Publications Office of the European Union, Luxembourg (2012), 10.2779/75498

- FAO 1971. Legislative principles of soil conservation FAO Soils Bulletin 15
<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/c3439e>
- Marchi, N. & Ungaro, F. 2019. Guidelines for the removal, management and re-use of topsoil at construction sites Deliverable Action B2.4 Project SOS4LIFE - LIFE15 ENV/IT/000225
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.sos4life.it/wp-content/uploads/SOS4Life-Guidelines-for-the-management-of-topsoil_B2.4.pdf&ved=2ahUKEwizioW5nfiLAXXNGhAIHU3lAgkQFnoECA0QAAQ&usg=AOvVaw059_f2ej7MXLVcZh80u6Cu
- Michéli E., Fuchs M., Láng V., Csorba Á., Dobos E., Szegi T., Kele G., 2024. A diagnosztikus szemléletű hazai talajosztályozási rendszer. Útmutató. Második közelítés. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő.
- New York City Mayor's Office of Environmental Remediation, Clean Soil Bank, (OER)
<https://www.nyc.gov/site/oer/safe-land/clean-soil-bank.page>
- Ronchi, S., Salata, S., Arcidiacono, A., Piroli, E., Montanarella, L. 2019. Policy instruments for soil protection among the EU member states: A comparative analysis, Land Use Policy 82:763-780.<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.01.017>.
- Szabó Sz. 2010. A CLC2000 ÉS CLC50 adatbázisok összehasonlítása tájmetriai módszerekkel. Tájökológiai Lapok 8 (1): 23–33.