

# Doktori (PhD) értekezés tézisei

## HAZAI TÁJAK ANTROPOGÉN ÁTALAKÍTOTTSÁGÁNAK GEOINFORMATIKAI MODELLEZÉSE

Balogh Szabolcs

Témavezetők:

Dr. Novák Tibor József, egyetemi docens

Dr. Sütő László, egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM  
Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2025

## 1. BEVEZETÉS

Az antropogén tájformálás a tájak változásait irányító folyamatok között a XXI. századra döntő tényezővé lépett elő. A távérzékelés segítségével naprakész információkat kaphatunk a világ bármely pontján történő felszíni változásokról. Mindez lehetőséget teremt az antropogén tájváltozások pontosabb becslésére és a felhasználás célja szerinti rendszerezésére.

Egyes globális modellek az ember által átformált felszíneket vizsgálják, mások éppen a kevésbé átalakított felszínek kimutatására helyezik a hangsúlyt. Ezek azonban nem használhatók a részletesebb és pontosabb térbeli felbontást megkövetelő kiértékelés során.

A Magyarországra vonatkozó antropogén táji folyamatok időbeli és térbeli változásainak mérőszámokkal történő megjelenítésére többféle módszerrel találkozhatunk (Csorba *et al.* 2006; Rózsa 2010, Rózsa *et al.* 2020; Sütő 2013; Gyenizse *et al.* 2014). Ezek a tanulmányok általában az embernek, mint tájalkotó tényezőnek a hatásait értékelték, rangsorolták és osztályozták.

## 2. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásom célja egy olyan térinformatikai modell létrehozása, amelynek segítségével az antropogén folyamatok tájra gyakorolt hatásait jellemezhetjük, tipizálhatjuk, következményeit felmérhetjük. Olyan mutatók alkotására törekedtem, amelyek eltérő kiterjedésű, felbontású és adottságú területeken is alkalmazhatóak, valamint összehasonlításra alkalmas eredményeket biztosítanak. Ehhez eltérő kiterjedésű és különböző táji jellemzőkkel rendelkező mintaterületeket jelöltem ki. Ilyen volt a Bükk-vidék kistájcsoport, a hajdúsági tájrészlet látóképi területe, valamint Monorierdő települése. Disszertációmban a következő konkrét kutatási kérdésekre kerestem a válaszokat:

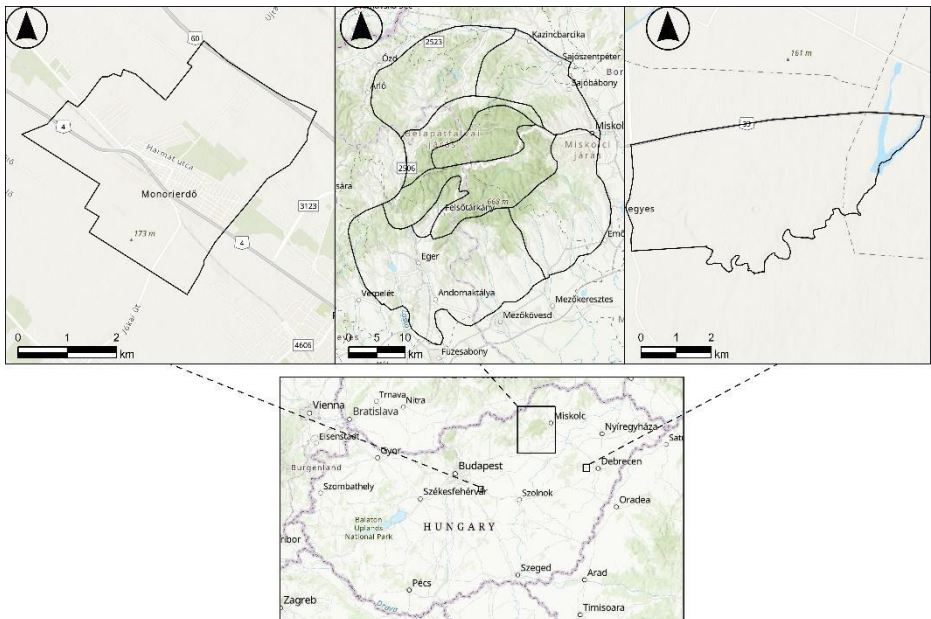
1. Mennyire pontosan kapcsolhatók össze a különböző korokban készült történeti katonai térképek és a mai modern technológiával készült műholdfelvételeken látható felszínborítási adatok egy egységesen értelmezhető térinformatikai rendszerbe?
2. Lehetséges-e térinformatikai módszerek segítségével létrehozni olyan antropogén bolygatás mérésével foglalkozó táji mutatókat, modelleket magyarországi mintaterületekre, amelyek pontosabban és gyakorlati munkák során is hatékonyan becsülik az antropogén átalakítottság mértékét?
3. Összefűzhető-e egy komplex bolygatottsági indexben az antropogén táji hatások egyes részterületein alkalmazott, különböző dimenziójú mutatók?

4. Végezetül arra is szerettem volna választ kapni, hogy az így megalkotott mutatók – Antropogén Bolygatottsági Index (ABI), Tájai Antropogén Bolygatottsági Index (TABI) – milyen gyakorlati alkalmazásokban és milyen feltételek mellett alkalmazhatók?

### 3. MINTATERÜLETEK

A mintaterületek kiválasztása során az volt a fő szempont, hogy eltérő karakterű tájrészletek kerüljenek összehasonlításra. Ez a tájak méretében, eltérő fejlődéstörténetük alapján kialakult természeti viszonyaikban, felszínborításban, a tájhasználat módjában és az antropogén átalakítottság várható mértékében jelentett különbséget (1. ábra).

A mezorégiók azonos domborzati viszonyokkal, fejlődéstörténettel, valamint felépítésükben megegyező adottságokkal rendelkező olyan alapegységek, amelyek a tájtényezők szintjén a szomszédos mezorégióktól szorosabban összefüggenek. Ezen a szinten a Bükk-vidék egykoron erdőelés, továbbá bányászati, kisipari tevékenységek során formálódott, napjainkra védetté vált karsztos mészkőfelszínét és változatosan hasznosított hegylábi területeit vizsgáltam.



1. ábra A kutatás mintaterületei (Forrás: Saját szerkesztés)

Kistáj (mikrorégió) szinten a Hajdúhát szántóföldi földhasznosítás által erősen átalakított látóképi tanyavilágának tájrészletét választottam. A magas löszös síkságon jellemző mezőgazdasági tájhasználat már igen korán kialakulhatott.

Legrészletesebb felbontásban (szub-mikroregionális szinten) Monorierdő külterületét vizsgáltam, amely a Gödöllői-dombság előterében található XX. században kialakult település. A kijelölt mintaterület hasznosításában a középkorra jellemző mezőgazdasági tevékenységek a meghatározóak egészen az 1594. évi pusztulásáig. A XVIII. század közepétől az újratelepülés, majd a XX. század első felétől fokozódó urbanizáció jellemzi.

#### **4. ANYAG ÉS MÓDSZER**

Kutatási céljaimnak megfelelően a három bemutatott tájtípus antropogén bolygatottságának összehasonlítására alkalmas indexek kidolgozásához az alábbi eljárásokat és módszereket alkalmaztam, illetve fejlesztettem tovább.

A térinformatikai adatbázis kialakításához első lépésben ArcGIS PRO 3.0.3. szoftverben polygon és polyline formátumban bedigitalizáltam és vektorizáltam a katonai felvételezések felszínborítási foltjait és közlekedési hálózatát. Mindhárom mintaterületen az elmúlt 240 év térképei közül a monarchia két katonai felvételezésének (Második Katonai Felmérés 1819–1869, Harmadik Katonai Felmérés 1872–1884), Magyarország 1941. évi Katonai térképezésének, valamint a Corine Felszínborítási Rendszer 2018. évi (CLC50) projektjének felszínborítási adatait használtam fel. A hosszú kutatási időszak eltérő térképészeti módszerei miatt, a felszínborítási adatok egységesítéséhez több történeti földrajzi kutatás módszereit tanulmányoztam. Közülük Nagy Dezső történeti katonai térképekhez szerkesztett felszínborítási kódrendszerét (Nagy 2004) tartottam legalkalmasabbnak arra, hogy a Corine felszínborítási rendszer CLC50 projekt nomenklatúrájával összevetve egységes kategóriarendszert készítsék az antropogén befolyás kimutatására. Az egyik megoldandó problémát a két osztályozási rendszer szinkronizálása jelentette. A CLC 50 osztályozás 5 főcsoportból és 44 osztályból áll, míg a történeti térképeken azonosítható felszínborítási adatok kategorizálása 6 főcsoportban, egyenként 9 alosztályban történt.

Ehhez a térképi generalizálás eszközeit használtam, figyelembe véve a katonai térképek léptékét, a korabeli felvételezés pontatlanságát, a használt osztályok és alosztályok felvételezéstől független térképi ábrázolásának egységes felismerhetőségét. Kutatásom során arra figyeltem, hogy az emberi tevékenység által okozott változások érzékeltetéséhez leginkább alkalmas felszínborítási kategóriák megmaradjanak (Út és vasúthálózat területe,

agrárterületek változása, Zárt- Nyílt beépítésű területrészek stb.). Ezután megvizsgáltam a vektorizált, illetve saját nomenklatúra rendszerbe illesztett eredménytérképek használhatóságát, Incze József tájtörténeti térképekre alkalmazott módszerei alapján (*Incze 2012*).

Külön megoldandó módszertani feladatot jelentett a transzportogén tájelemek hatásának becslése, mert ezek térképi ábrázolása nem teszi lehetővé az elfoglalt területtől antropogén bolygatottságra vonatkozó következtetések levonását. Szakirodalmi forrásokból ismert, hogy a közlekedési pályák mentén a változó ökológiai feltételek miatt a természetes felszínborítás átalakul, amelyben a közlekedési eredetű szennyezésnek is jelentős szerepe van. Éppen ezért a közlekedési eredetű lineáris tájelemek és hatásterületük térbeli kiterjedésének vizsgálatához *Odzuck (1987)* és *Naszradi (2007)* által mért szennyezési hatástávolságokat vettem alapul. Az időbeli összehasonlítás miatt felmerült a kérdés, hogy a motorizáció előtt milyen szennyezési értékek vehetők alapul. E tekintetben a katonai felmérés esetében az adott utak nyomtávjában kizárólag a talaj tömörödésével számoltam, amelyhez az *Ebels et al. (2004)* által leírt paramétereket alkalmaztam. A módszertani elemzésekre alapozva megalkottam az antropogén lineáris tájelemekhez köthető Szennyezési Hatástávolság Indexet.

Ezt követően elemeztük a talajok emberi átalakítottságának mértéke és a felszínborítás közötti kapcsolatot (Balogh és Novák 2020). A vizsgálatok eredményeként össze tudtam kapcsolni antropogén hatás szempontjából az adott terület talajtípusát és a térképekről leolvasható felszínborítás típusokat. Ezeket csoportosítva megalkottam a Talajok Antropogén Átalakítottságának Mértéke, azaz a TAAM indexet.

Az antropogén hatások komplex jellemzéséhez megvizsgáltam a Vadvédelmi Társaság (Wildlife Conservation Society – WCS) és a Columbiai Egyetem Földtudományi Intézete (Center for International Earth Science Information Network Columbia University) által készített Human Influence Index (HII) kialakítását, amelynek elveit felhasználtam az Antropogén Bolygatottsági Index (ABI) létrehozásához. Ezt végül továbbfejlesztettem Táj Antropogén Bolygatottsági Indexé, az ABI adatok térinformatikai összegzésével. Az új mutatókat az eredmények fejezetben részletezem.

## **5. EREDMÉNYEK**

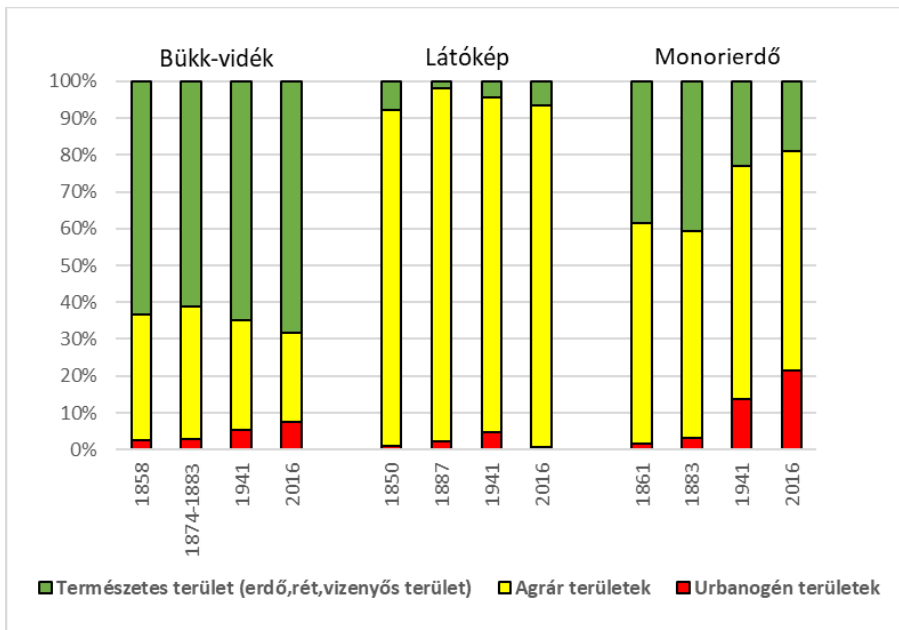
A kutatás jellegéből adódóan eredményeimet két nagy csoportba osztottam. Az első eredmények az antropogén bolygatottságot jelző mutatók kialakítási folyamatához köthetők. A másik csoportba azok tartoznak, amelyek a mintaterületeken lefuttatott bolygatottsági mutatók konkrét értékeinek

elemzéséből következnek. Azokban az esetekben, amikor a felhasznált módszerek továbbfejlesztése, valamint a kiszámolt bolygatottsági indexek újszerű módszertani vagy tudományos eredményhez vezettek téziseket fogalmaztam meg.

## 1. TÉZIS

A különböző időpontokban készült történeti térképek és műholdfelvételek felszínborítási adatai egységes térinformatikai adatbázisba rendezhetők, amely alapján a felszínborítás területi változásai időben követhetők.

Az egységes felszínborítási nomenklatúrát a bedigitalizált tájelemekre a felhasznált térképek jelkulcsának módosításával alakítottam ki. A legkisebb még elkülöníthető digitalizálási méretet 1 hektáros értékhatárnál adtam meg (például tanyák). A létrehozott eredménytérképek alapján az antropogén hatások erőssége szempontjából összevont három legfontosabb felszínborítási kategóriacsoport területi arányai a mintaterületeken az alábbi változásokat mutatták (2. ábra).



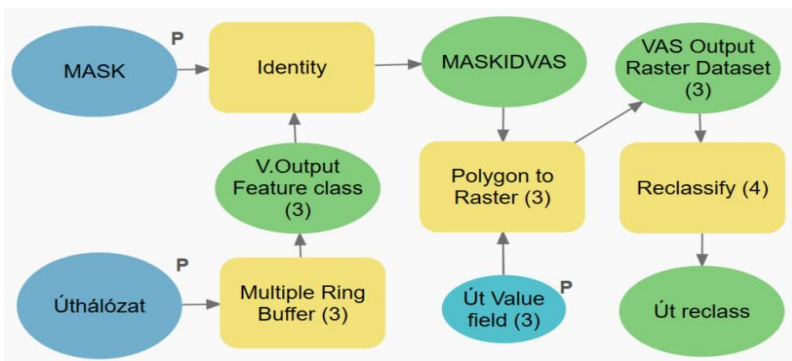
2. ábra Mintaterületek felszínborítás változásának aránya antropogén bolygatottsági csoportok alapján (Forrás: saját szerkesztés)

A kapott eredmények tükrében a különböző tájtypusok és azok változásai számszerűsíthetőek. Míg a természetvédelmi intézkedések nyomán a Bükk-vidéknek a táj típusából eredően eleve magasabb erdősültsége és egyéb természetközeli tájrészletei fennmaradtak és abszolút többséget alkotnak, addig a szántóföldi földhasznosítás típus tájként jellemezhető hajdúsági mintaterületen a nagyüzemi mezőgazdaság nyomán további homogenizálódás zajlott, ami a közepesen bolygatott felszínek növekedésével járt. A Budapest tágabb agglomerációs övezetébe tartozó Monorierdő mutatja igazán jól, hogy az erősen antropogén bolygatottságot mutató lakott területek terjeszkedése az átmeneti tájakon gyakran a természetközeli tájrészletek rovására történik, miközben a mezőgazdasági térszínek földhasznosítása is átalakulhat, amely a térképsorozaton jól megmutatkozik (a felszínborítás kategóriacsoportos diagramján ez utóbbi nem látható).

## 2. TÉZIS

A közlekedési eredetű lineáris tájelemekre Szennyezési Hatástávolsági Indexet (SZHI) dolgoztam ki, amely a közlekedési eredetű szennyezések általi érintettséget és annak területi hatáserősségét mutatja. Az SZHI alapján erősen érintett területeket legnagyobb arányban Látóképen, legkisebb arányban a Bükk-vidéken találtam.

Kutatásom során a módszertani részben részletezett módon a transzportogén lineáris tájelemekre alapozva ArcGis Pro 3.0.3 szoftverben megalkottam a Szennyezési Hatástávolsági Indexet. A mutató alapját a közlekedési eredetű szennyezéseket vizsgáló szakirodalmi eredmények adták, amelyek felhasználásával a számított pufferezónán belül folytonos skálán adtam meg a szennyezés erősségét (3. ábra).



3. ábra Az SZHI algoritmus részlete az ArcGis Pro 3.0.3. szoftverben  
(Forrás: Saját szerkesztés)

A térinformatikai eszköztárból meghagytam a jól használható scripteket (a 3. ábrán sárgán jelöltek), amelyeket beállítottam az algoritmus helyes működéséhez. Ezekhez paramétereztem a módszertanban elemzett szakirodalmak segítségével a sötétkék cellába az adatokat, majd pedig a világoskékkel jelölt funkciókkal kalibráltam.

A létrehozott SZHI adatbázis számításai alapján a mintaterületekre a következő eredményeket kaptam. A lineáris tájelemek környezetében mind a szennyezéssel érintett, ezen belül pedig az erősebben szennyezett területek aránya jól láthatóan nő a védett, hegyvidéki terület alacsonyabb értékeitől az urbanizálódó térségben kapott magasabb értékekig (1. táblázat). Míg a Bükk-vidéken a szennyezéssel érintett területek aránya alig 1%, a gyengén és erősen érintett részek aránya kiegyenlített. Látókép mintaterületén már jól látszik, hogy nagyobb forgalommal rendelkező utak – a 33-as főút és bekötő útjai – is áthaladnak a tájon, azonban a nagyüzemi mezőgazdasági földhasználat miatt összterületi arányuk így is csekély (1. táblázat). A csaknem 1500 hektár területű, egyre erősebben urbanizálódó Monorierdő településnek pedig közel 90%-a valamilyen antropogén vonalas tájelem által erősen érintett az algoritmus szerint.

*1. táblázat SZHI algoritmus alapján számított bolygatottsági arányok a mintaterületeken (Forrás: Saját szerkesztés)*

SZHI fokozatai	Mintaterületek érintettsége SZHI index alapján (a vizsgált terület %-ában)		
	Bükk-vidék	Látókép	Monorierdő
Gyengén	0,42	2,61	85,04
Erősen	0,58	3,85	2,55

### 3. TÉZIS

A felszínborítási kategóriákra alapozva kidolgoztam a Talajok Antropogén Átalakítottságának Mértékét jelző TAÁM indexet. A kapott adatok alapján mind az erősen átalakított mind a gyengén bolygatott területek aránya a Bükk-vidéken a legnagyobb. Bár legkisebb arányban Látóképen fordultak elő az erősen átalakított talajú térszínnek, a közepesen átalakítottak legnagyobb arányban a Hajdúságban és Monorierdőn fordultak elő. Mindez összességében a két utóbbi táj erősebb bolygatottságát jelzi a Bükk-vidékkel szemben.

A Talajok Antropogén Átalakítottságának Mértéke (TAÁM) elnevezésű mutató létrehozása során a felszínborítási kategóriákat újraosztályoztam úgy, hogy a talajok területhasználatból eredő bolygatottságát vizsgáltam, melynek hátterét Novák Tibor témavezetőmmel végzett WRB osztályozás szerinti terepi talajtani vizsgálatok biztosították. Az antropogén átalakítás mértékét három fokozatú skálán határoztam meg. Az egyes felszínborítási folttípusokhoz a térinformatikai modellben a bolygatottságra jellemző számértéket generáltam, amelyhez hozzákapcsoltam az SZHI adatbázison alapuló lineáris tájelemek pufferrónáiból származtatott hatáserősséget is.

2. táblázat TAÁM index értékei a vizsgált mintaterületeken (Forrás: Saját szerkesztés)

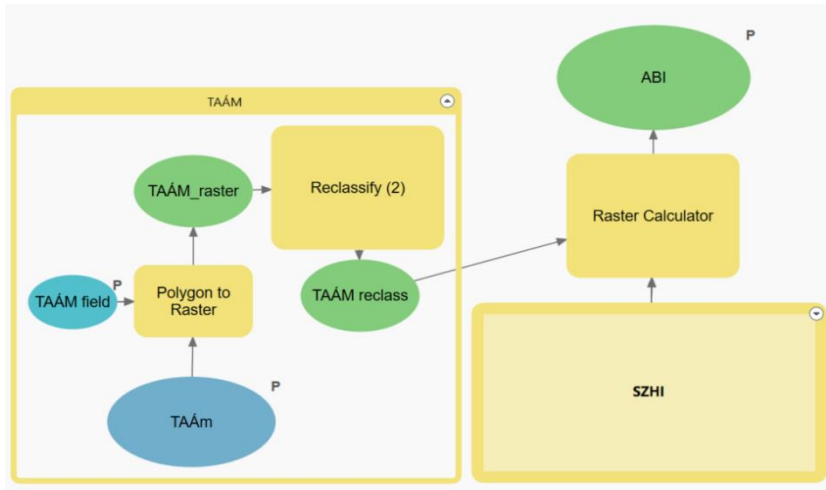
TAÁM index fokozatai	Mintaterületek érintettsége TAÁM index alapján (a vizsgált terület %-ában)		
	Bükk-vidék	Látókép	Monorierdő
Gyengén	58,18	4,52	15,10
Közepesen	28,14	91,10	74,13
Erősen	16,65	2,31	10,77

A TAÁM index alapján a Bükk-vidék területének abszolút többségén a talajok ember által gyengén (2. táblázat) és közepesen átalakítottak. Az erősen (16,65%) befolyásolt területek nagy része a hegység völgyeiben és hegylábi kistájakon elhelyezkedő iparosítás miatt átalakult helyzetet mutatja. Látókép esetében a közepesen érintett területek közel teljes dominanciája jelzi az agrártáj jellegét. Monorierdőn érdekes adatsorokat kaptunk. A gyengén érintett és az erősen bolygatott értékek tükrözik a bolygatástól megőrződött és a teljesen beépített területek kisebb arányát. A közepesen bolygatott területek dominanciája ebben az esetben is az egykori agrár területek eloszlásával függ össze a település külterületén. Összességében a TAÁM területi súlyozása alapján Monorierdő erősebb érintett, mellyel megközelítőleg azonos Látókép indexe, s a legnagyobb bolygatottság ellenére a gyengén érintett területek abszolút többségéből eredően a Bükk-vidéken a legkisebb a TAÁM területi átlaga.

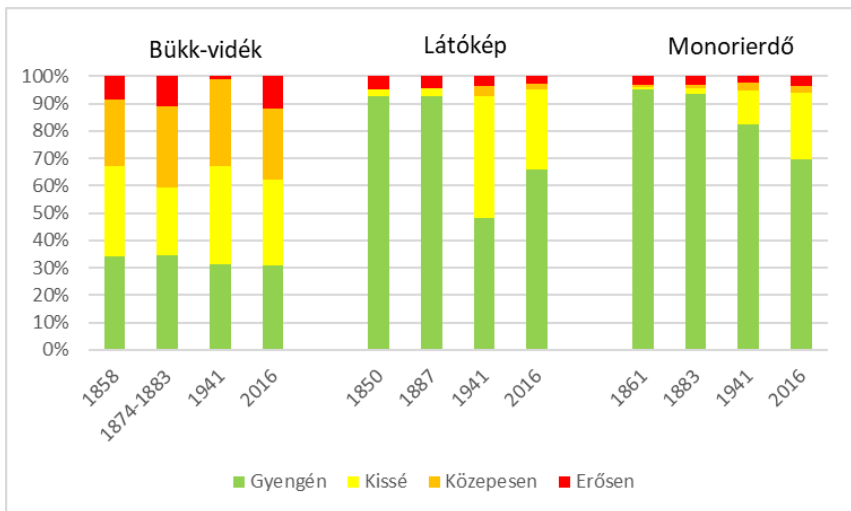
#### 4. TÉZIS

Kidolgoztam a tájak antropogén bolygatottságának mértékét komplex módon jellemző Antropogén Bolygatottsági Indexet (ABI), amely alkalmas az időbeli és térbeli változások követésére.

Az Antropogén Bolygatottsági Index térinformatikai modell első verziója az ArcGis 10.8.2-es térinformatikai szoftver „Modell builder” eszköz segítségével készült, amelyet az ArcGis Pro 3.0.3 verzióban véglegesítettem. Elvi háttérmodellként a Human Influence Indexet használtam. Az ABI háttérváltozóit az SZHI és a TAÁM indexek tényezői alkották, amelyek értékeinek összegzéséből készült a modell (4.ábra).



4. ábra Antropogén Bolygatottsági Index sematikus modellje  
(Forrás: Saját szerkesztés)



5. ábra A mintaterületek Antropogén Bolygatottsági Index értékei  
(Forrás: Saját szerkesztés)

Az eredmények alapján a Bükk-vidéken az antropogén hatástól gyengén és kissé érintett foltok a terület közel kétharmadát uralják. A XVIII. század derekán a tájhasználatban az antropogén bolygatás csak a hegység peremén, a völgyekben és a hutatelepeleéseken erősebben bolygatott, nem éri el a területi arány tizedrészét (8,45%). Azonban a Harmadik Katonai Felmérést követő időszakban mind a területhasználatban, mind a földhasznosításban jelentős átrendeződés zajlott, amely a bolygatás növekedésével járt (5. ábra). Ekkor indult be az iparosodás, az erdőterületek is ekkor érik el legkisebb kiterjedésüket. A második világháborúig lezajlott változások után kimondható, hogy a modern gyáripar megjelenésével a tájban határozott antropogén karakterű vonások rajzolódtak ki. A bolygatási gócpontok átrendeződése a történelmi korszakok trendjeihez igazodott, a kisléptékű, térben szórt beavatkozásokot felváltották a koncentrált antropogén típusfelszínek. A területhasználati formák között megjelenő mesterséges tájelemek kis területi koncentrációja is elegendő volt ahhoz, hogy az index által kimutatható minőségi változás következzen be a középtáj karakterében. Az addigi agrár tájkarakter, ipari-agrár jellegűvé alakult át, amelyet manapság a posztindusztrialitás jellemez.

Látókép ABI értékei alapján is szembetűnő az antropogén bolygatottság növekedése a mintaterületen az elmúlt 176 év alatt (5. ábra). A XIX. századi állapotok még egy természetesebb, ember által gyengén érintett, rétekekkel és kaszálókkal tagolt területet jelölnek, amelyet a második világháborút követően az erőszakos kollektivizálás során létrejött agrár monokultúra követett. A XXI. századra a szántók egyre erőteljesebben felhagyása mellett – a disszertáció készítése közben – jelentős mértékben kibővülő iparosítás jelentkezett. Az ABI modell segítségével a látóképi mintaterület esetében az elmúlt századok finom változásai és azok nyomon követése is számszerűsíthetővé vált.

Monorierdő esetében az egykori Egri Káptalan birtokában lévő, birkalegelőkkel tagolt szőlőbirtok szinte 100% természetesnek volt mondható. Azonban az 1931. évi felparcellázást követő tanyavilág kialakulása, majd a település létrejötte a gyengén bolygatott területek lassú visszaszorításával járt, összterületük aránya 25%-kal csökkent (5. ábra). A szántók, később az ipari, lakóterületi beépített térszínek növekedése az ABI modell segítségével jól szemléltethető. A települési szintű modellezés során a nagy felbontás lehetővé teszi a parcella vagy telek szintű bolygatás megállapítását is, amely az eredménytérképen jól megfigyelhető. Ez tudatos településtervezés esetén lehetővé teszi a bolygatás mértékét kedvezően befolyásoló intézkedések meghozatalát.

## 5. TÉZIS

A felszínborítás-változási adatbázisra alapozott, Antropogén Bolygatottsági Index (ABI) eredménytérképei időben összekapcsolhatók egy a bolygatottságot komplex módon jellemző Táji Antropogén Bolygatottsági Indexben (TABI).

A Bükk-vidék területén az úthálózat és a különböző települések nyomai rendkívül markánsan elkülönülnek. Ezeket a TABI közepesen (4,2%), illetve erősen (4,16%) bolygatottnak jelöli. Az ember által gyengén (42,44%) és kissé érintett (49,2%) területek jól tükrözik az egykori ipari területek és irtásföldek természetközelibbé válásának folyamatát, amely a természetvédelmi intézkedéseknek is köszönhető.

3. táblázat A TABI értékei a mintaterületeken (Forrás: Saját szerkesztés)

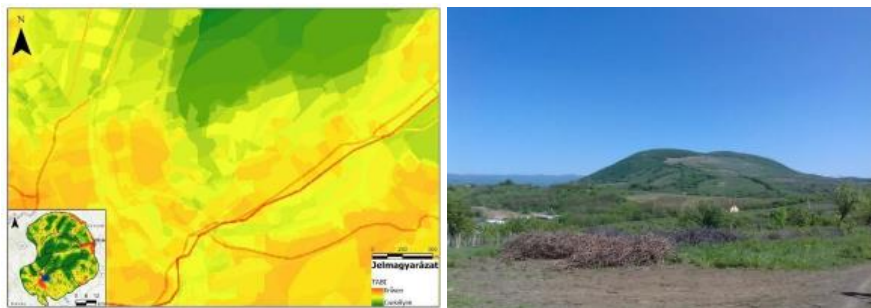
TABI fokozatai	érték	Mintaterületek érintettsége a TABI alapján (a vizsgált terület %-ában)		
		Bükk-vidék	Látókép	Monorierdő
Csekély		42,44	7,80	12
Alacsony		49,20	87,40	40,50
Közepesen		4,20	4,22	34,50
Erősen		4,16	0,58	13

Látókép esetében Debrecen közelsége és az intenzív mezőgazdaság, valamint a tanyahelyek felszámolása szinte mindenhol táji szintű antropogén bolygatottságot idézett elő. A gyengén érintett területek közel 8%-os értéke csalóka, a szántóterületeket kiterjedését jól mutatja az alacsony bolygatottságú térszínnek 87,4%-os aránya. A közepesen (4,22%) és erősen (0,58%) érintett területek a csomópontok és különböző tsz központok környékén kialakult sűrű úthálózat mentén sok helyen már betonozott műutakat jelölik. Monorierdő esetében a gyengén érintett területek a térképen 12%-ot jelölnek. Azonban a terület nagyrésze kissé és közepesen bolygatott (75%), ami annak köszönhető, hogy a település még rendkívül fiatal. Ugyanakkor az urbanizáció tényét jelzi, hogy ennek ellenére itt a legnagyobb a közepesen és erősen bolygatott térszínnek aránya, amely folyamatosan növekvő értéket mutat. Összességében jól elkülöníthetők a különböző antropogén érintettségű tájrészletek, az arányok kirajzolják a táji karakter antropogén bolygatottságának egyedi vonásait, miközben az összesített mutatók alapján különböző léptékben megmutatható a bolygatottság mértéke is.

## 6. TÉZIS

Az antropogén bolygatottságot komplex módon kifejező indexek (Antropogén Bolygatottsági Index (ABI), valamint a Tájai Antropogén Bolygatottsági Index (TABI) a gyakorlatban is alkalmazhatók az erősebben, vagy éppen kevésbé bolygatott élőhelyek azonosításában, táji tervezés során.

A különböző tájak vizsgálata során a történeti adatok és a történelmi események tükrében a ABI modellből kapott adatokat a helyszíni terepi megfigyelések során validáltam. Az antropogén befolyásolttság a Bükk-vidéken az 1941-es és 2016-os felmérések között nem növekedett, összességében az eredménytérképeken megfigyelhető foltváltozások táji szintű átrendeződése figyelhető meg. A gyengén befolyásolt területek kiterjedése enyhén növekedett, amely elsősorban a nemzeti park megalakulásának köszönhető (1977).



6. ábra A Bükk-vidék nyugati részén található Nagy-Eged hegy bolygatottsága, ahol a felhagyott szőlőterületet, kőfejtő és friss szőlőparcellák tagolják (Forrás: Saját szerkesztés)

Ehhez a folyamathoz köthető az ABI térképen az egyes települések, valamint a bányászati-ipari övezetek markánsan elváló erősen bolygatott foltjai a gyengén használt felszínek övezetében, a természetközeli mátrix szövedékében (6. ábra).

Monorierdő település területére a löszös-erdőszyepp-vegetáció volt a jellemző, de manapság az eredeti fás társulások maradványai csak elvétve lelhetők fel, az erdőterületek aránya (11%). Település tervezési szinten érdemes a többi kevésbé bolygatott, féltermészetesnek jelzett foltot is megvizsgálni (7. ábra). A település észak-északnyugati határában található az egykori kaszálórét és legelő hajdani homokpusztagyepekkel borított buckavidék egyik utolsó, közel természetes állapotban megmaradt részlete. A TABI modell alapján a

terület a kissé bolygatott foltokkal (II. világháborús lövészárkok, kiszáradt tórendszer, vízelvezető csatornák maradványai) mozaikossá vált tájrészletek közé tartozik. A terület, a hagyományos legeltető állattenyésztést alkalmazó természetvédelmi kezelésnek köszönhetően képes megőrizni alacsony bolygatottságát.



*7. ábra Bogárczó rét és annak természetesen megmaradt társulásai  
(Forrás:saját felvételek)*

A TABI modell a magyarországi mintaterületeken akár a jelenlegi táji bolygatottsági állapot felmérésére, akár a múltból eredő bolygatottság mértékének megállapítására alkalmas. A modell olyan térbeli és időbeli felbontásra képes, amely lehetővé teszi a gyakorlati természet- és tájvédelem, a települési és regionális területi menedzsmentben történő felhasználását. Ilyen lehet például egy település területi funkcióinak kijelölése során a természetközeli, táji jelleget őrző felszínborítás felderítése, lehatárolása, védelem alá helyezésének előkészítése. A disszertációmban bemutatott monorierdei Bogárczó-rét esetében is az általam kialakított TABI modellt alkalmaztuk a helyi jelentőségű védett természeti terület javasolt határainak kijelölésére a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság munkatársaival.

## 6. ÖSSZEGZÉS

Disszertációmban felszínborítás-változási és talaj bolygatottsági adatok alapján képzett táji bolygatottsági mutatók alkalmazására, és értelmezésére tettem kísérletet, három eltérő adottságú tájrészleten. A kidolgozott klasszifikációs eljárások és az alkalmazott részmutatók önmagukban is jelzik az emberi hatások egy-egy részelemét. A mutatók összesítésével megalkotott komplex Táji Antropogén Bolygatottsági Index alkalmas a térben és időben változó emberi zavarás mértékének kimutatására és a táji tervezés során a gyakorlati alkalmazásra.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Balogh Sz., Novák T. J. (2020). Trends and Hotspots in Landscape Transformation Based on Anthropogenic Impacts on Soil in Hungary, 1990–2018. *HunGeoBull* 2020, 69, pp. 349-361.
- Csorba, P., Szabó, Sz., Csorba, K., (2006). Tájmetriai adatok tájökölógiai célú felhasználása. In: Demeter, G.(Ed.): Földrajzi tanulmányok Dr. Lóki József tiszteletére, Debrecen, pp. 24–34.
- Ebels, L. J, Lorio, R. 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.
- Gyenezse, P., Bognár, Z., Czigány, S., Elekes, T. (2014). Landscape shape index, as a potencial indicator of urban development in Hungary. *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series*, 8(2), pp. 78-88. <https://ojs.lib.unideb.hu/landsenv/article/view/2311>
- Incze, J., Novák T., Rózsa P. (2012). 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., Gagyí Pálffy A. 2013. XV. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, ISSN 1842-9440, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Beszterce, pp. 201-202.
- Nagy D. (2004). A történeti tájhasználat és felszínborítás rekonstrukciójának lehetőségei archív térképek feldolgozásával, Környezetállapot értékelés Program Pályázati tanulmányok 2003–2004.
- Naszradi T. (2007). A közúti járműforgalom nehézfém-szennyező hatása az utak melletti talajra és növényzetre, Doktori értekezés, Gödöllő, Szent István Egyetem, p. 229.
- 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://doi.org/10.3112/erdkunde.2020.01.03>

- Odzuck W. (1987). Meddig szennyezhető a föld? Mezőgazdasági kiadó, Budapest, p. 256.
- Rózsa, P. (2010). Guide to Man-Made Landform. In: Anthropogenic Geomorphology: A Szabó, J., Dávid, L., Lóczy, D. Ed.; Springer Science: Dordrecht-Heidelberg-London-New York, 2010; pp 273–291.
- Sütő L. (2013). A szénbányászat felszínfejlődésre és területhasználatra gyakorolt hatásai a Kelet-Borsodi-szénmedencében. Gprint, Nyíregyháza, 177 p. ISBN 9789630872676



Nyilvántartási szám: DEENK/22/2025.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Balogh Szabolcs  
Doktori Iskola: Földtudományok Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10060976

## A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

### Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. Sütő, L., **Balogh, S.**, Rózsa, P.: Antropogén bolygatottság a Bükk-vidéken.  
In: Földrajzi Tanulmányok 2018. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA  
DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 239-241, 2018. ISBN: 9789635088973

### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

2. Novák, T., **Balogh, S.**, Incze, J.: Az antropogén hatások mértékének térbeli különbségei és változásai hazai tájakon felszínborítási és talajdiagnosztikai adatok alapján.  
*Földr. Közl.* 143 (4), 285-307, 2019. ISSN: 0015-5411.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.32643/fk.143.4.1>

### Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

3. Sütő, L., **Balogh, S.**, Novák, T., Homoki, E., Rózsa, P.: A historic geographic approach to the anthropic disturbance in the Bükk region.  
*Acta geogr. Debr., Landsc. environ. ser.* 15 (1), 58-65, 2021. ISSN: 1789-4921.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21120/LE/15/1/8>
4. **Balogh, S.**, Novák, T.: Trends and hotspots in landscape transformation based on anthropogenic impacts on soil in Hungary, 1990-2018.  
*HunGeoBull.* 69 (4), 349-361, 2020. ISSN: 2064-5031.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15201/hungeobull.69.4.2>

### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

5. Novák, T., Hegyi, B., **Balogh, S.**, Czímer, B., Rózsa, P.: 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, 2023. ISSN: 0014-0015.  
DOI: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.3112/erdkunde.2023.03.03>  
IF: 0.8





6. Rózsa, P., Incze, J., **Balogh, S.**, Novák, T.: A novel approach to quantifying the degree of anthropogenic surface transformation: the concept of 'hemeromorphy'.

*Erdkunde*. 74 (1), 45-57, 2020. ISSN: 0014-0015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3112/erdkunde.2020.01.03>

IF: 2.184

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

7. Novák, T., Márta, L., **Balogh, S.**: Soil organic carbon stock development in chernozemic soils following agricultural abandonment.

In: EGU General Assembly Conference Abstracts, [s.n.], [s.l.], 1, 2020.

8. Márta, L., **Balogh, S.**, Novák, T.: Changes of the cultural landscape on Hajdúhát (Hungary)-from agricultural landscape to the monoculture.

In: X. International Scientific Agriculture Symposium, AGROSYM 2019 : Book of abstracts / editor in chief Dušan Kovačević, Faculty of Agriculture, Istočno Sarajevo, 804, 2019. ISBN: 9789997678713

### További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

9. Németh, G., **Balogh, S.**, Rózsa, P., Sütő, L., Novák, T.: Szőlők a városban: szőlőterületek változásai Eger és Pécs város területén 1783-2018 között = Vineyards in the town: changes of vineyard plantations in the urban area of Eger and Pécs between 1783 and 2018.

*Földr. Közl.* 148 (2), 156-167, 2024. ISSN: 0015-5411.

DOI: <http://dx.doi.org/10.32643/fk.148.2.7>





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

10. Mika, J., Apró, A., **Balogh, S.**, Hankovszki, M., Kertész, A., Novák, R., Pintér, I., Sütő, L.:  
Measuring inhabitants' knowledge on technical features and physiological effects of light  
pollution.  
*JATES*. 10 (3), 115-128, 2020. EISSN: 2560-5429.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.24368/jates.v10i3.199>

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 2,984**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre):  
2,984**

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

Debrecen, 2025.01.24.



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

**GEOINFORMATICS MODELLING OF THE ANTHROPOGENIC  
TRANSFORMATION OF HUNGARIAN LANDSCAPES**

by Balogh Szabolcs

Supervisors:

Dr. Tibor József Novák, associate professor

Dr. László Sütő, associate professor



**UNIVERSITY OF DEBRECEN**  
Doctoral School of Earth Sciences

Debrecen, 2025

## 1. INTRODUCTION

By the twenty-first century, anthropogenic landscaping had become the decisive factor among the processes governing changes in landscapes. With the help of remote sensing, we can get up-to-date information about surface changes anywhere in the world. All this provides an opportunity to more accurately estimate anthropogenic landscape changes and systematize them according to the purpose of use.

Some global models look at human-transformed surfaces, while others focus on detecting less transformed surfaces. However, they should not be used for evaluation that requires more detailed and accurate spatial resolutions. There are several methods for displaying the temporal and spatial changes of anthropogenic processes in Hungary (*Csorba et al. 2006; Rózsa 2010, Novák et al. 2013; Sütő 2013; Gyenizse et al. 2014*). These studies generally evaluated, ranked and classified the effects of humanity as a landscape factor.

## 2. OBJECTIVES

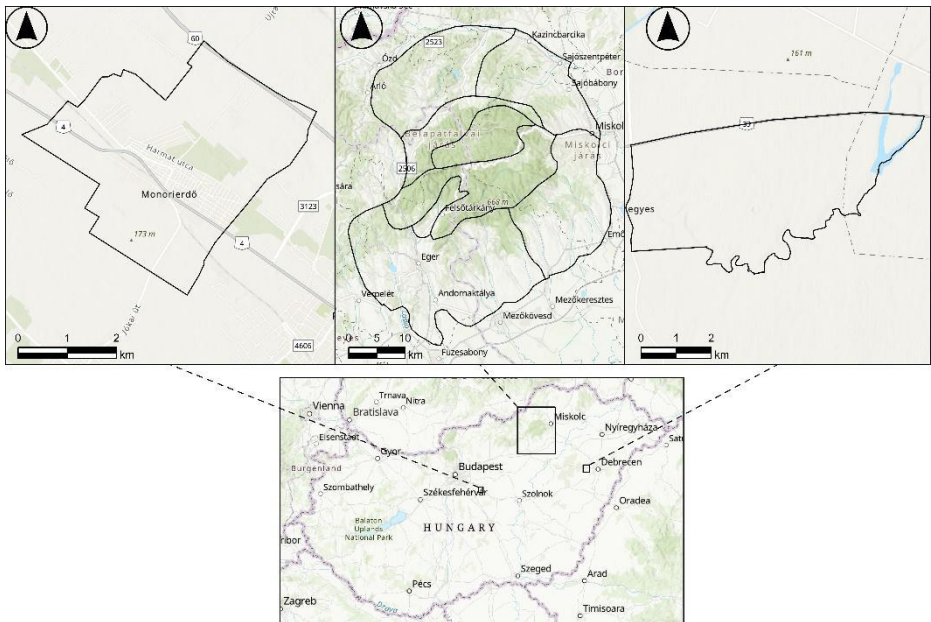
The aim of my thesis is to create a GIS model which we can characterize, typify and assess the effects of anthropogenic processes on the landscape. I aimed to create indicators that can be applied in areas of different scopes, resolutions and capabilities, which are provide results suitable for comparison. For this, I selected plots with different dimensions and landscape characteristics. My pilot areas the Bükk-region, Látókép within the Hajdúság microregion and the settlement of Monorierdő. In my dissertation I sought answers to the following specific research questions:

1. How accurately can historical military maps made in different eras and land cover data on satellite images taken with today's modern technology be combined into a uniformly interpretable GIS system?
2. Is it possible to create indicators and models for Hungarian areas dealing with the measurement of landscape anthropogenic disturbance with the help of GIS methods, which are accurately and efficiently estimate the extent of anthropogenic transformation?
3. Can indicators of different dimensions applied to each subfield of anthropogenic disturbance be combined in an index to assess the anthropogenic landscape disturbance?
4. Finally, I also wanted to know in what practical applications and under what conditions can the models created in this way (Anthropogenic Disturbance Index (ADI) and Landscape Anthropogenic Disturbance Index (LADI)) be applied.

### 3. OBSERVATION PLOTS

The main criterion for selecting pilot sites was to compare landscape details with different characteristics. This meant differences in the size of landscapes, their natural conditions based on their different development history, land cover, land use mode and expected degree of anthropogenic transformation (*Figure 1*).

Mesoregions are basic units with the same topographical conditions and a defined history of development, as well as the same features in their structure, which are closely related. At this level, I examined the karst limestone surface and the variously utilized foothill areas of the Bükk-region, which were once formed by forestry, mining and small-scale industrial activities.



*Figure 1* The study areas of the dissertation

At the level of small landscape (microregion), I chose the landscape detail of the former homestead world of Hajdúhat, strongly transformed by arable land use. Typical agricultural land use on the high loess plain may have developed very early.

In the most detailed resolution (sub-micro-regional level) I examined the administrative borders of Monorierdő Municipality, which is a settlement

developed in the 20th century in the foreground of the Gödöllő hills. The agricultural activities typical of the Middle Ages are dominant in the utilisation of the designated plot until its destruction in 1594. It is characterized by resettlement from the middle of the 18th century and increasing urbanization from the first half of the 20th century.

#### **4. MATERIAL AND METHOD**

In accordance with my research goals, I used and developed the following procedures and methods to develop indexes suitable for comparing the anthropogenic disturbances of the three presented landscape types.

In first step I gave an overview about landscape characteristics of the chosen pilot areas. Next I compared the map legend structure of the historic military maps with the legend of cover classes within the CORINE CLC50 nomenclature system. I carried out these reviews with the help of the works of Nagy (2004) and the methods developed during my research so far. The CLC 50 system successfully combined a nomenclature consisting of 5 main groups and 44 classes and the system of 6 main groups and 9 subclasses each on historical maps. During digitization and the vectorization, I encountered obstacles several times due to the coloring and inaccuracy of military maps. Therefore, in the process of re-coding in GIS software, I also proved the historic land-use conditions of the area supported by a review of the contemporary references of the landscape history and land use to select the proper land cover class. After finishing the digitalization, I revised the applicability of the result maps which are inserted into my the cartographic land use-land cover class structure, based on the methods that was applied to compile maps of historic land cover (Incze 2012).

It was a special methodological task to be solved to estimate the impact of transportogenic landscape elements, because their mapping does not allow conclusions to be drawn about anthropogenic disturbance from the occupied area. It is known from literature sources that natural land cover is also transformed along transport tracks due to changing ecological conditions, in which pollution from transport also plays a significant role. Therefore, to examine linear landscape elements of transport origin and the spatial extent of their areas of influence, the pollution impact distances measured by *Odzuck (1987)* and *Naszradi (2007)* were used. The comparison over time raised the question of what pollution values could be taken as a basis before motorisation. In this respect, in the case of the military survey, only soil compaction was calculated in the gauge of the given roads, for which the parameters described

by Ebels et al. (2004). Based on the methodological analyses, I created the Pollution Distance Index (PDI) related to anthropogenic linear landscape elements. I connected the human transformation of soils with the land cover types, which I grouped together to create the Degree of Anthropogenic Transformation of Soils (DoAToS).

For the complex characterization of anthropogenic effects, I examined the development of the Human Influence Index (HII) prepared by the Wildlife Conservation Society (WCS) and the Center for International Earth Science Information Network (CIESIN - Columbia University), the principles of which I used to create the Anthropogenic Disturbance Index (ADI). This was eventually further developed into the Landscape Anthropogenic Disturbance Index (LADI), by geospatial summation of ADI data. The new indicators are detailed in the results section.

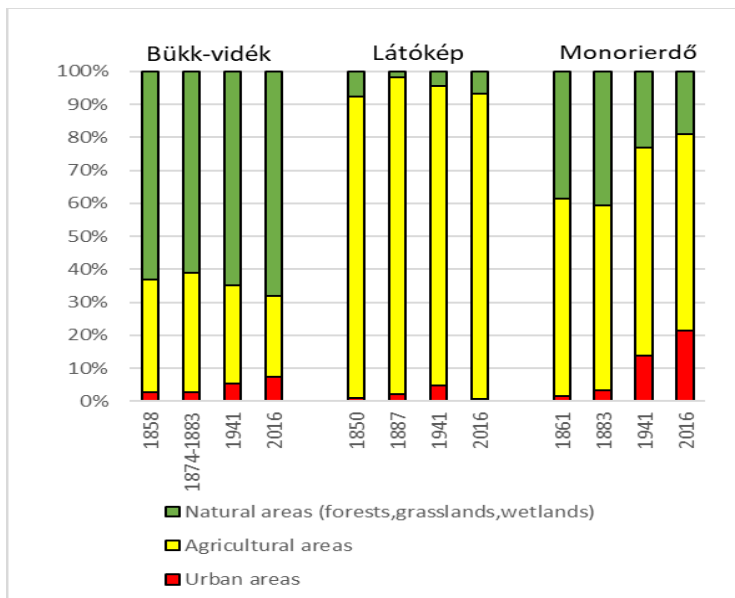
## **5. OUTCOMES**

Due to the nature of the research, I divided my results into two large groups. The first results can be linked to the process of developing indicators which are indicating anthropogenic disturbance. The other group consists of those resulting from the analysis of specific values of disturbance indicators run on the plots. In cases where the further development of the methods used and the calculated disturbance indices led to novel methodological or scientific results, I formulated theses.

# 1. THESIS

The land cover data of historical maps and satellite images made at different times can be organized into a unified GIS database, based on which the territorial changes of land cover can be tracked over time.

The uniform land cover nomenclature was created for the digitized landscape elements by modifying the legend of the maps I used. The smallest digitization size that can still be separated is given at the value limit of 1 hectare. Based on the results maps created, the territorial proportions of the three most important land cover category groups combined in terms of the strength of anthropogenic impacts showed the following changes in the plots (*Figure 2*). In the light of the results obtained, the different types of landscapes and their changes can already be quantified.



*Figure 2 Rate of land cover change of plots based on anthropogenic disturbance groups*

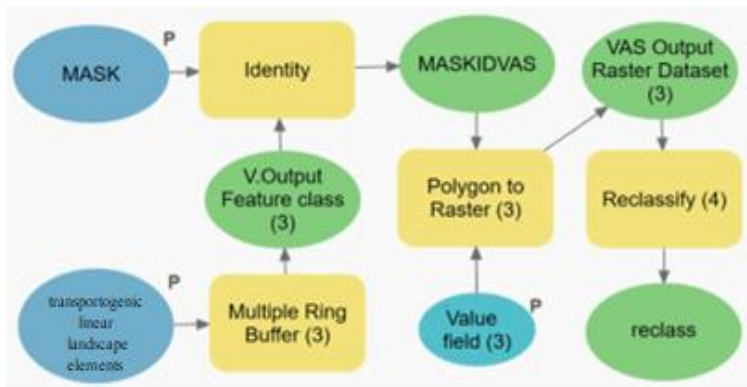
While as a result of the nature conservation measures, the already higher forest cover and other close-to-nature landscape details of the Bükk region due to the type of landscape have been preserved and form an absolute majority, further homogenization took place with large-scale agriculture in the pilot area

of Látókép, representing the landscape type of arable land use, with the expansion of arable land cover, which can be considered moderately disturbed. Monorierdő which belongs to the wider agglomeration zone of the Budapest, shows very well that the expansion of populated areas in transitional landscapes often occurs at the expense of near-natural landscape details, while the land use of agricultural land may also be transformed, but this is not reflected in the categories of land cover organized into anthropogenic disturbance groups (Figure 2).

## 2. THESIS

For linear landscape elements of transport origin, I developed a Pollution Distance Index (PDI), which shows the impact of pollution from transport and its territorial strength. Based on PDI, I found the highest proportion of heavily affected areas in Látókép, and the smallest proportion in the Bükk-region.

During my research, based on transportogenic linear landscape elements, I created the pollution distance index in ArcGis Pro 3.0.3 software, as detailed in the methodological part. The indicator was based on the results of the literature examining pollution from transport, using which the intensity of pollution was given on a continuous scale within the calculated buffer zone (Figure 3).



3. Figure Detail of the PDI algorithm in ArcGis Pro 3.0.3

During the algorithm process in the PDI model, I kept the well-usable scripts from the toolbox (marked in yellow in Figure 3), parameterized the data to them

in the dark blue rubrics with the help of the literature which I analyzed in the methodology, and then calibrated them with the functions (marked in light blue).

Based on the calculations of the established PDI database, the following results were obtained for the sample areas. In the vicinity of linear landscape elements, the proportion of areas affected by pollution, including those affected by more pollution, increases visibly from lower values in the protected mountainous area to higher values obtained in the urbanising area (*Table 1*). While in the Bükk region the proportion of areas affected by pollution is barely 1%, but the proportion of weakly and heavily affected parts is balanced. In the sample area of Látókép, it can already be clearly seen those roads with higher traffic (like main road 33 and its access roads) also pass through the landscape, but its total area ratio is still small due to large-scale agricultural land use (*Table 1*). On the map with the most detailed resolution, nearly 90% of the settlement of Monorierdő (with an area of almost 1500 hectares) is strongly affected by some anthropogenic linear landscape element.

*Table 1: disturbance rates calculated on the basis of the PDI algorithm in the plots*

<b>PDI degrees</b>	<b>Involvement of plots based on PDI index</b> (% of area examined)		
	<b>Bükk-region</b>	<b>Látókép</b>	<b>Monorierdő</b>
Weakly	0,42	2,61	85,04
Strongly	0,58	3,85	2,55

### 3. THESIS

Based on the land cover categories, I developed the Degree of Anthropogenic Transformation of Soils (DoAToS), indicating the potential degree of anthropogenic disturbance of soils, according to which the highest proportion of heavily modified areas occurred in the Bükk-region and the least in Látókép. At the same time, the highest proportion of moderately modified areas occurred in Látókép and Monorierdő. The proportion of poorly modified areas is the highest in the Bükk-region.

During the creation of the indicator called the Degree of Anthropogenic Transformation of Soils (DoAToS), the land cover categories were classified according to the degree of anthropogenic disturbance of soils, which was supported by field soil studies according to WRB classification performed with my supervisor Tibor Novák. I determined the degree of conversion on a scale

of three grades. For each land cover patch type, I generated a numerical value characteristic of disturbance in the GIS model, including buffers of linear landscape elements based on the PDI database.

*Table 2: DoAToS index values in the examined plots*

<b>DoAToS index grades</b>	<b>Involvement of plots based on DoAToS index</b> (% of area examined)		
	<b>Bükk-region</b>	<b>Látókép</b>	<b>Monorierdő</b>
Weakly	58,18	4,52	15,10
Moderately	28,14	91,10	74,13
Strongly	16,65	2,31	10,77

Based on the DoAToS index, soils in the absolute majority of the area of the Bükk-region are weakly modified by man (Table 2) and moderately transformed in a quarter. Most of the areas strongly influenced (16.65%), show the situation transformed due to industrialization located in mountain valleys and the foothills. In Látókép, the near-total dominance of moderately affected areas indicates the character of the agricultural landscape. In Monorierdő we received interesting data series. Weakly affected and heavily disturbed values reflect a smaller proportion of areas preserved from disturbance and fully built-up (Table 2.). In this case too, the dominance of moderately disturbed areas is related to the distribution of former agrarian areas on the outskirts of the settlement.

#### **4. THESIS**

I developed the Anthropogenic Disturbance Index (ADI), which characterizes the degree of anthropogenic disturbance of landscapes in a complex way, which is suitable for tracking changes in time and space.

The first version of the anthropogenic disturbance index GIS model was created using the "Model builder" tool of ArcGis 10.8.2 GIS software, but in the research it was, I finalized in ArcGis Pro 3.0.3. I used the Human Influence Index as a theoretical background model. The background variables of ADI consisted of the factors of the PDI and DoAToS indices, the values of which were summed up in the model (*Figure 4*).

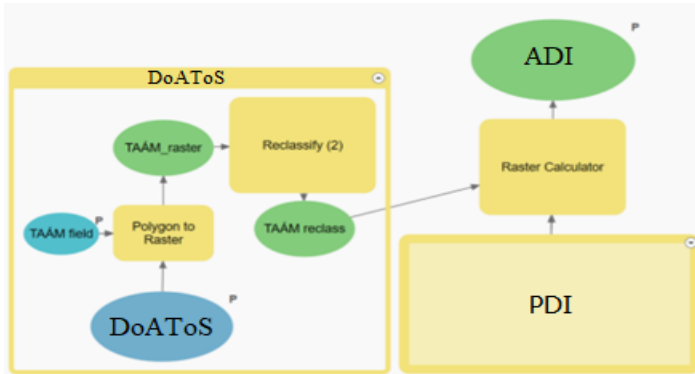


Figure 4 Schematic model of the Anthropogenic Disturbance Index.

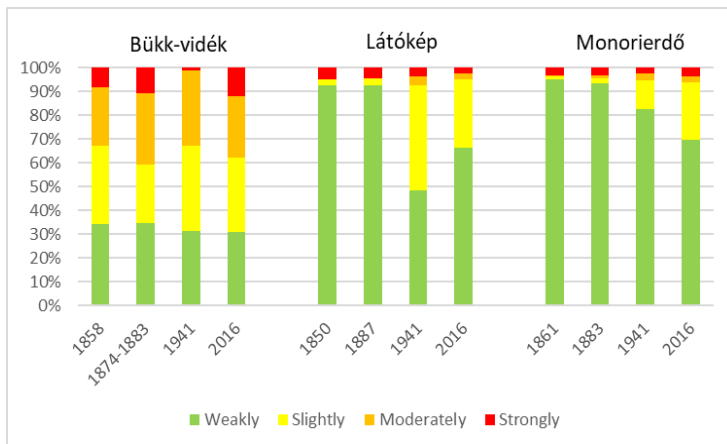


Figure 5 Anthropogenic Disturbance Index values of the plots

Based on the results, spots weakly and slightly affected by anthropogenic influence dominate almost two-thirds of the territory. It can be said that in the middle of the 18th century, anthropogenic disturbances in land use were not so significant, only on the edge of the Bükk region, in the valleys and in the „huta” settlements, it was heavily disturbed, reaching less than one-tenth of the territorial ratio (8.45%). However, in the period following the Third Military Survey, significant territorial shifts took place in both land use (Figure 5). This is when industrialization started, and forest areas also reached their smallest extent. After the changes that took place until World War II., it can be said that with the advent of modern manufacturing industry, definite changes occurred in the landscape. The rearrangement of focal points was in line with the trends of historical periods, small-scale, spatially dispersed interventions were replaced by concentrated anthropogenic type surfaces. Even the small territorial

concentration of artificial landscape elements appearing among land-use forms was sufficient to bring about a qualitative change in the character of the middle landscape. The former agrarian landscape character has been transformed into an industrial-agrarian character, which today is characterized by post-industriality.

Based on the ADI data of Látókép, the increase in anthropogenic disturbance in the plot area over the past 176 years is striking (*Figure 5*). Conditions in the 19th century indicate an even more natural, humanly affected area, divided by meadows and hayfields, followed by an agrarian monoculture created by forced collectivization after World War II. By the 19th century, the area was increasingly abandoned, and industrialization significantly expanded during the preparation of the dissertation. With the help of the ADI model, the subtle changes of the past centuries and their tracking have become quantifiable in the case of the visual observation plot.

Monorierdő in the 19th century was a vineyard owned by the former Chapter of Eger, divided by sheep pastures, was almost 100% natural. However, the development of the homestead world following the parcelling up in 1931 and the establishment of the settlement resulted in a slow reduction of natural areas, the proportion of their total area decreased by 25% (*Figure 5*). In addition to these processes, the growth of the settlement, the growth of arable land, and later the industrial and residential built-up areas can be well illustrated with the help of the ADI model. During settlement-level modelling, high resolution also makes it possible to determine plot or plot-level disturbance, which can be observed in the case of Monorierdő.

## 5. THESIS

Anthropogenic Disturbance Indicators (ADI) which are based on the land cover change database can be linked to a landscape anthropogenic disturbance index (LADI) that characterizes disturbance in a complex way.
---

In the area of the Bükk region, the road network and the traces of different settlements are very markedly separated. These are identified by the index as areas of medium (4.2%) and strong (4.16%) influence. However, the size of the areas affected weakly (42.44%) and slightly (49.2%) already reflects the sites of rewilding of a former industrial areas and cleared areas.

*Table 3: LADI values in the plots*

<b>LADI value grades</b>	<b>Bükk-region</b>	<b>Látókép</b>	<b>Monorierdő</b>
Weakly	42,44	7,80	12
Slightly	49,20	87,40	40,50
Moderately	4,20	4,22	34,50
Strongly	4,16	0,58	13

In the case of Látókép, the proximity of Debrecen and the intensive agriculture and the elimination of farmsteads caused anthropogenic disturbance at the landscape level almost everywhere. Nearly 8% of the weakly affected areas are deceptive, and we could certainly have expected much stronger values around the spot (for example the gas eruption of 24 August 1961). However, the extent of arable land is already well illustrated by the low figure of 87.4%. The areas moderately affected (4.22%) and heavily affected (0.58%) mark already concreted/asphalted roadways in many places along the dense road network around junctions and various social security centres.

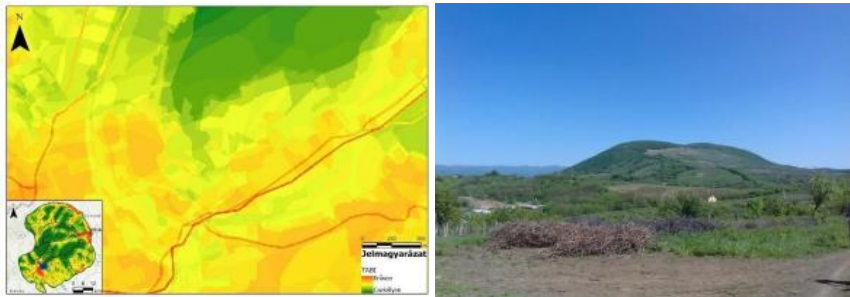
In the case of Monorierdő, the weakly affected areas represent only 12% on the map. However, most of the area is slightly and moderately disturbed (75%), which is due to the fact that the settlement is still extremely young. Although the linear networks almost span the whole settlement, apart from the settlement streets, 4 major trails can be seen in the landscape, which make up a total of 13% of the territory of the settlement.

## **6. THESIS**

The indices expressing anthropogenic disturbance in a complex way (Anthropogenic Disturbance Index (ADI) and the Landscape Anthropogenic Disturbance Index (LADI)) can be applied in practice in identifying more or less disturbed habitats.

During the examination of different landscapes, the data obtained from the ADI model in the light of historical data and historical events were validated during field observations on site. Anthropogenic influence in the Bükk region did not increase between the surveys of 1941 and 2016, but changes in patches at landscape level can be observed on the result maps as well. In contrast, the extent of weakly affected areas increased slightly, mainly due to the establishment of the national park (1977).

On the map of ADI related to this process, markedly separated patches of individual settlements and mining-industrial zones can be clearly observed in the zone of poorly used surfaces, in the web of the near-natural matrix (*Figure 6*).



*Fig. 6 Nagy-Eged Mountain located on the western slope of the Bükk region. Former vineyard area, then mine at the bottom of the slope, and again hillside divided by vineyard plots*

The area of Monorierdő was characterized by loess-forest-steppe vegetation, but unfortunately the remains of the original woody associations can only be found sparsely. In the immediate vicinity of the settlement, as the name suggests, there was and still is a significant proportion of forest area (11%). However, after 1932, due to parcelling, the original stands of Tatar maple loess oak (*Aceri tatarici-Quercetum roboris*) were cut down, and then a cultural forest interspersed with acacia and mixed poplar varieties.

At settlement level, it is worth examining other less disturbed spots marked as semi-natural (*Figure 7*). On the north-northwestern border of the settlement there is one of the last pieces of the former mow and pasture area covered with former sandplain grasslands. Based on the LADI model, the area belongs to the section with slightly influenced sections. During World War II, the former trenches also had traces of landscape here, and with the drying of the lake system and artificial drainage channels running along the edge of the area, the landscape was transformed. Thanks to the traditional management of the area (sheep grazing has been taking place on it for almost 500 years, according to the descriptions), it was able to recover quickly.



*Fig. 7 Bogárczó meadow and its naturally preserved associations*

The LADI model is suitable for assessing the current state of disturbance in the Hungarian pilot areas or for determining the extent of disturbance resulting from the past. The model is capable of spatial and temporal resolution, which allows its use in practical nature and landscape conservation, territorial and regional management. For example, the exploration, demarcation and preparation for the protection of the last areas close to nature, preserving landscape features or "natural" areas of a given area. In the case of the Bogárczó pasture delimited in my dissertation, we used the LADI model to define the proposed boundaries of the protected natural area of local importance with the colleagues of the Duna-Ipoly National Park Directorate.

## **SUMMATION**

In my dissertation, I tried to apply and interpret disturbance indicators based mainly on land cover change data, which I presented on three Hungarian landscapes with different characteristics. The developed classification procedures and the applied sub-indicators in themselves indicate each of the individual sub-elements of human impacts. The complex landscape anthropogenic disturbance index created by merging the sub-indicators is suitable for detecting the degree of human disturbance that varies in space and time.

## BIBLIOGRAPHY

- Balogh Sz., Novák T. J. (2020). Trends and Hotspots in Landscape Transformation Based on Anthropogenic Impacts on Soil in Hungary, 1990–2018. *HunGeoBull* 2020, 69, pp. 349-361.
- Csorba, P., Szabó, Sz., Csorba, K., (2006). Tájmetriai adatok tájökölógiai célú felhasználása. In: Demeter, G.(Ed.): Földrajzi tanulmányok Dr. Lóki József tiszteletére, Debrecen, pp. 24–34.
- Ebels, L. J, Lorio, R. 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.
- Gyenezse, P., Bognár, Z., Czigány, S., Elekes, T. (2014). Landscape shape index, as a potencial indicator of urban development in Hungary. *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series*, 8(2), pp. 78-88. <https://ojs.lib.unideb.hu/landsenv/article/view/2311>
- Incze, J., Novák T., Rózsa P. (2012). 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., Gagyí Pálffy A. 2013. XV. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, ISSN 1842-9440, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Beszterce, pp. 201-202.
- Nagy D. (2004). A történeti tájhasználat és felszínborítás rekonstrukciójának lehetőségei archív térképek feldolgozásával, Környezetállapot értékelés Program Pályázati tanulmányok 2003–2004.
- Naszradi T. (2007). A közúti járműforgalom nehézfém-szennyező hatása az utak melletti talajra és növényzetre, Doktori értekezés, Gödöllő, Szent István Egyetem, p. 229.
- 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://doi.org/10.3112/erdkunde.2020.01.03>

- Odzuck W. (1987). Meddig szennyezhető a föld? Mezőgazdasági kiadó, Budapest, p. 256.
- Rózsa, P. (2010). Guide to Man-Made Landform. In: Anthropogenic Geomorphology: A Szabó, J., Dávid, L., Lóczy, D. Ed.; Springer Science: Dordrecht-Heidelberg-London-New York, 2010; pp 273–291.
- Sütő L. (2013). A szénbányászat felszínfejlődésre és területhasználatra gyakorolt hatásai a Kelet-Borsodi-szénmedencében. Gprint, Nyíregyháza, 177 p. ISBN 9789630872676



Registry number: DEENK/22/2025.PL  
Subject: PhD Publication List

Candidate: Szabolcs Balogh  
Doctoral School: Doctoral School of Earth Sciences  
MTMT ID: 10060976

### List of publications related to the dissertation

#### Hungarian book chapters (1)

1. Sütő, L., **Balogh, S.**, Rózsa, P.: Antropogén bolygatottság a Bükk-vidéken.  
In: Földrajzi Tanulmányok 2018. Szerk.: Fazekas István, Kiss Emőke, Lázár István, MTA  
DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen, 239-241, 2018. ISBN: 9789635088973

#### Hungarian scientific articles in Hungarian journals (1)

2. Novák, T., **Balogh, S.**, Incze, J.: Az antropogén hatások mértékének térbeli különbségei és változásai hazai tájakon felszínborítási és talajdiagnosztikai adatok alapján.  
*Földr. Közl.* 143 (4), 285-307, 2019. ISSN: 0015-5411.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.32643/fk.143.4.1>

#### Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

3. Sütő, L., **Balogh, S.**, Novák, T., Homoki, E., Rózsa, P.: A historic geographic approach to the anthropic disturbance in the Bükk region.  
*Acta geogr. Debr., Landsc. environ. ser.* 15 (1), 58-65, 2021. ISSN: 1789-4921.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21120/LE/15/1/8>
4. **Balogh, S.**, Novák, T.: Trends and hotspots in landscape transformation based on anthropogenic impacts on soil in Hungary, 1990-2018.  
*HunGeoBull.* 69 (4), 349-361, 2020. ISSN: 2064-5031.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15201/hungeobull.69.4.2>

#### Foreign language scientific articles in international journals (2)

5. Novák, T., Hegyi, B., **Balogh, S.**, Czímer, B., Rózsa, P.: How geoecological 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, 2023. ISSN: 0014-0015.  
DOI: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.3112/erdkunde.2023.03.03>  
IF: 0.8





6. Rózsa, P., Incze, J., **Balogh, S.**, Novák, T.: A novel approach to quantifying the degree of anthropogenic surface transformation: the concept of 'hemeromorphy'.

*Erdkunde*. 74 (1), 45-57, 2020. ISSN: 0014-0015.

DOI: <http://dx.doi.org/10.3112/erdkunde.2020.01.03>

IF: 2.184

Foreign language abstracts (2)

7. Novák, T., Márta, L., **Balogh, S.**: Soil organic carbon stock development in chernozemic soils following agricultural abandonment.

In: EGU General Assembly Conference Abstracts, [s.n.], [s.l.], 1, 2020.

8. Márta, L., **Balogh, S.**, Novák, T.: Changes of the cultural landscape on Hajdúhát (Hungary)-from agricultural landscape to the monoculture.

In: X. International Scientific Agriculture Symposium, AGROSYM 2019 : Book of abstracts / editor in chief Dušan Kovačević, Faculty of Agriculture, Istočno Sarajevo, 804, 2019. ISBN: 9789997678713

### List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (1)

9. Németh, G., **Balogh, S.**, Rózsa, P., Sütő, L., Novák, T.: Szőlők a városban: szőlőterületek változásai Eger és Pécs város területén 1783-2018 között = Vineyards in the town: changes of vineyard plantations in the urban area of Eger and Pécs between 1783 and 2018.

*Földr. Közl.* 148 (2), 156-167, 2024. ISSN: 0015-5411.

DOI: <http://dx.doi.org/10.32643/fk.148.2.7>





Foreign language scientific articles in international journals (1)

10. Mika, J., Apró, A., **Balogh, S.**, Hankovszki, M., Kertész, A., Novák, R., Pintér, I., Sütő, L.:  
Measuring inhabitants' knowledge on technical features and physiological effects of light  
pollution.  
*JATES*. 10 (3), 115-128, 2020. EISSN: 2560-5429.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.24368/jates.v10i3.199>

**Total IF of journals (all publications): 2,984**

**Total IF of journals (publications related to the dissertation): 2,984**

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

24 January, 2025

