

MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**TÁJVÁLTOZÁS MAGYARORSZÁGON 1990-2018 KÖZÖTT:
AGROÖKOLÓGIAI HÁTTÉR, TÁJÖKOLÓGIAI ÉS KÖRNYEZETI
KÖVETKEZMÉNYEK**

Szilassi Péter

Szeged

2023

1. Bevezetés, célkitűzés

A táj a XIX. század eleje óta a földrajztudomány vizsgálatának tárgya, mivel a tájban zajló természeti és társadalmi tényezők közötti kapcsolatok vizsgálata csak a földrajz által kínált holisztikus szemléletmóddal lehet eredményes. Már a Humboldt-nál megjelenik, és azóta szinte az összes tájfogalomban szereplő kulcsszó az összetettség. A táj tehát egy olyan bonyolult kölcsönhatásokkal jellemezhető összetett rendszer, melyben az egyes tájalkotó tényezők szoros kölcsönhatásban állnak egymással (Csorba 1989; Mezősi et al. 1993, Kertész 2003; Kerényi 2007). A tájalkotó tényezők e bonyolult, kölcsönhatási rendszerében az emberi tevékenység egyre kiemelkedőbb szerepet kap. A tájat hajlamosak vagyunk statikus, időben állandó, vagy csak kismértékben változó területegységként értelmezni, hiszen a tájban zajló változások sokszor nem látványosak, nagyon lassúak. A táj tehát kizárólag természetföldrajzi folyamatok révén földtörténeti léptékben, év százazredek, évmilliók alatt változott, de az ember színrelépése óta ez a folyamat jelentősen felgyorsult, és jellege is alapvetően megváltozott.

A területhasználat, (és az annak földfelszíni megjelenéseként értelmezhető felszínborítás) jellege az utóbbi évszázadokban egyre erősebben befolyásolja a tájalkotó tényezők közti kapcsolatrendszerét, a tájban zajló folyamatokat. A felszínborítás változása módosítja a tájalkotó tényezők (domborzat, növényzet, talajtani adottságok, felszíni, felszín alatti vizek stb.) állapotát, bonyolult láncreakciókat elindítva az egyes tájalkotó tényezők között. Valamely tájelem (tájalkotó tényező) változása a többi tájalkotó tényező változására is hatással van, és összességében a táj felszínborításának, a táj másodlagos szerkezetének változását is eredményezheti (Csorba, 2006; Szabó et al. 2008; Kertész 2010; Ladányi 2010).

A felszínborítás (és annak térbeli jellemzőjeként megjelenő tájszerkezet) nemcsak hajtóereje, de fontos indikátora is a tájalkotó tényezők közti kölcsönhatásoknak, azaz a táj működésének (Szilassi 2012, 2015).

Disszertációmban a rendelkezésünkre álló digitális térképi adatbázisok geoinformatikai elemzése révén jellemzem a Magyarországon 1990-óta végbement felszínborítás változások tendenciáit, különös tekintettel a tájökológiai szempontból kiemelkedő jelentőségű felszínborítás változás típusokra (szántók mezőgazdasági művelés alóli felhagyása, illetve a mesterséges felszínnek területnövekedése). A Magyarországon végbement felszínborítás változások okai (hajtóerői) közül vizsgálom azok talajtani alapjait, így a felszínborítás változása és a talajok termőképességét kifejező talajértékszám közötti kapcsolatot.

A felszínborítás (és tájmintázat) változásának tájökológiai, környezeti hatásait is elemzem disszertációban. Összehasonlító elemzéseket végzek a felszínborítás mintázatát leíró tájmetriai mutatók és a növényzet természetességét jellemző Természeti Tőke Index között. Elemzem a felszínborítás (és tájmintázat) közelmúltban végbement változásai és az európai kultúrtájak karakterisztikus madárfaja, a mezei pacsirta előfordulási adatai közti kapcsolatot. Hipotézisem szerint a közelmúltban végbement tájszerkezeti változások negatív irányban befolyásolták e faj előfordulási adatait, a felszínborítás térbeli jellemvonásainak megváltozása az egyik fontos oka a mezei pacsirta utóbbi évtizedekben észlelt egyedszám csökkenésének. Mivel a szakirodalom szerint a felszínborítás változása sok inváziós faj terjedéséhez nyújt kedvező feltételeket (Wang et al. 2016; Hulme 2021), ezért a foglalkozom néhány Magyarországon elterjedt inváziós növény terjedése és a tájszerkezet közti kapcsolat elemzésével.

Dolgozatomban öt Magyarországon és az egész eurázsiai kontinensen elterjedt (Katsanevakis et al. 2015), inváziós növényfaj előfordulási adatai és a felszínborítás változások közti kapcsolatot vizsgáltam Magyarország területén belül. Alap hipotézisem szerint a felszínborítás változása sok inváziós növényfaj terjedését segítheti. A felszínborítás változása (például erdőirtás, útépítés, vasútépítés) zavarást jelenthet a természetes, vagy természet közeli ökoszisztémák számára, és e bolygatott új, sokszor kopár területeket az inváziós fajok sikeresebben és gyorsabban hódíthatják meg, mint az őshonos növényfajok egyedei. Emellett a felszínborítás változása sok esetben a fényviszonyok, valamint a mikroklimatikus adottságok

változásával is együtt jár, segítve a fénykedvelő inváziós növények térhódítását. Célom az öt Magyarországon és Európában is nagyon elterjedt inváziós növény előfordulási adatai és a felszínborítás változása és lineáris tájelemek (út vasúthálózat, ökológiai folyosók) közti kapcsolat feltárása, valamint a tájszerkezet és a felszínborítás változások inváziós növények terjedésére gyakorolt hatásainak elemzése, ezáltal a vizsgált öt özönnövény invázióját segítő földrajzi tényezők azonosítása.

A tájszerkezet (felszínborítás típusa és térszerkezete) a biodiverzitás mellett jelentős hatást gyakorol a levegő minőségére (pl. szálló por koncentrációjára) is. Dolgozatomban néhány magyarországi por immisszió (levegő terheltségi szint) mérő állomás környezetében elemzem a levegő PM10 koncentrációja és a tájszerkezet jellemzői közti összefüggést. Hipotézisem szerint a felszínborítás térbeli jellemzői részben mint szennyezőforrások (pl. ipari területek, lakóterületek, szántók), részben transzmissziót befolyásoló hatásuk (az erdők, fásítások pormegkötő hatása révén) szoros összefüggést mutatnak a szálló por (PM10) mennyiségi mutatóival. Mind a tájszerkezeti változások tendenciáival és okaival mind pedig a végbement változások tájökológiai és környezeti következményeivel kapcsolatos elemzéseimet Magyarország teljes területére készítettem el, hogy ezáltal eredményeim ne csupán kisebb mintaterületekre lehetnek érvényesek, hanem általuk reményeim szerint általánosabb, regionális léptékű összefüggéseket is meg tudjak fogalmazni.

Célom az alábbi kérdések megválaszolása:

A Magyarországon az utóbbi évtizedekben végbement tájszerkezeti változások tendenciájával és a végbement változások természetföldrajzi (talajtani) okaival kapcsolatban:

1. Milyen tendenciák voltak jellemzőek a tájszerkezet térbeli és időbeli változásaira Magyarországon 1990-2018 között? (Különös tekintettel a mesterséges felszínnek területnövekedésére és a szántóterületek felhagyására, azaz a szántó parlag átalakulásokra).
2. Milyen összefüggés mutatható ki a tájszerkezet változása, és a táj agrökológiai adottságait reprezentáló talajértékszám között?

A Magyarországon az utóbbi évtizedekben végbement felszínborítás változások tájökológiai és környezeti hatásaival kapcsolatban:

3. A tájszerkezet mely jellemzői (tájmetriai paraméterei) alkalmasak a növényzet természetesség változásának becslésére?
4. Milyen tájszerkezetet kedvel az agrárterületek madárfaunájának indikátorfaja, a mezei pacsirta?
5. Melyek azok a tájmetriai mutatók, melyek alapján becsülni lehet a mezei pacsirta előfordulási adatait?
6. Az általam vizsgált öt inváziós növényfaj közül melyek előfordulása gyakoribb a vonalas tájelemek (közutak, vasutak, vízfolyások) környékén, illetve az Országos Ökológiai Hálózat és a Natura 2000 területeken belül?
7. Az általam vizsgált öt inváziós növényfaj közül melyek előfordulása gyakoribb a változó felszínborítású területek környezetében?
8. Mely felszínborítás változás típusok befolyásolják a vizsgált öt inváziós növényfaj előfordulását Magyarországon?
9. Milyen kapcsolat mutatható ki a városi tájszerkezet jellemzői és a szálló por (PM10) immisszió koncentrációja között Magyarországon?

2. Anyag és módszer

A dolgozatban bemutatott társzerkezeti elemzések mindegyikét Magyarország teljes területére végeztem el. A városi szállópor koncentráció és a tájszerkezet közti kapcsolat elemzését 18 magyarországi levegőminőség mérő állomás 2000m-es körzetén belül vizsgáltam.

Az 1990-2018 közötti időszak tájszerkezetének jellemzéséhez, és a végbement tájszerkezeti változások tendenciájának elemzéséhez három, egymástól jelentősen eltérő méretarányú felszínborítási adatbázist használtam fel. Míg a CORINE és a Nemzeti Ökoszisztéma Alaptérkép (NÖSZTÉP) adatbázisok Magyarország teljes területének felszínborításáról adnak tájékoztatást, addig az Urban Atlas adatbázis kizárólag Magyarország 100 000 lakosságszámnál nagyobb városainak közigazgatási területére készült el. Mivel a CORINE adatbázis az 1990 és 2018-közötti évek felszínborítását több időkeresztmetszetben mutatja be, ezért kiválóan alkalmas az utóbbi három évtizedben végbement tájszerkezeti változások tendenciáinak elemzésére. Az 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 és 2012-2018 közötti időszakok CORINE felszínborítás változás térképeit használtam a felszínborítás változások talajtani háttérének (a talaj termékenysége és a felszínborítás változások közti kapcsolat) elemzéséhez is. A CORINE adatbázis országos fedettsége, és viszonylag nagy térbeli felbontása miatt ideális lehetőséget kínál a tájszerkezet CORINE 2006 évi felszínborításon alapuló tájmetriai mutatói és a növényzet természetességét reprezentáló Természeti Tőke Index közti statisztikai kapcsolat térinformatikai elemzéséhez is. A CORINE adatbázis 1990-2000 és 2012-2018 évek közötti felszínborítás változás térképeit (EEA 2006; EEA és ETC-TE 2002) használtam az öt inváziós növényfaj előfordulási adatai és a felszínborítás változása közti kapcsolat elemzéséhez.

A nagyon részletes tematikájú, 20 X 20m-es raster felbontású 2018 évi Nemzeti Ökoszisztéma Szolgáltatás Alaptérkép (NÖSZTÉP) felszínborítási adatbázist használtam a tájszerkezet (felszínborítás mintázat) és a mezei pacsirta előfordulási adatai közti kapcsolat vizsgálatához. A NÖSZTÉP felszínborítási adatbázist nagy méretaránya miatt kellően részletes adatokat szolgáltat a mezei pacsirta által kedvelt tájszerkezet (élőhelyek) azonosításához, tájmetriai módszerekkel történő elemzéséhez, valamint e faj Natura 2000 madárvédelmi területeken belüli elterjedési adatainak becsléséhez. A magyarországi nagyvárosok területhasználatán részletesen bemutató Urban Atlas adatbázis 2012 évi adatai lehetőséget kínáltak a városi PM 10 immiszió és a tájszerkezet közti kapcsolatok geoinformatikai módszerekkel történő elemzésére (1. táblázat).

1. táblázat A dolgozatban bemutatott kutatás során a tájszerkezet, és a tájalkotó tényezők (talaj, levegő, élővilág) közti kapcsolat elemzéséhez felhasznált digitális térképi adatbázisok, valamint a kutatás módszertanát és eredményeit bemutató fejezetek sorszámai

| A tájszerkezet jellemzésére szolgáló adatbázisok | | Tájalkotó tényezők jellemzésére szolgáló adatbázisok | Kutatás célja | A kutatás módszerei | A kutatás eredményei |
|--|---|--|--|---------------------|----------------------|
| kompozíció (felszínborítás típusok) | szolgáló tájmetriai mutatók | | | | |
| CORINE 1990-200, 2000-2006, 2006-2012 és 2012-2018 felszínborítás változások | A felszínborítás változás foltok területe | - | Az 1990 és 2018 között végbement felszínborítás változások tendenciáinak elemzése | 3.3.2.1 fejezet | 5.1 fejezet |
| | | TALAJOK: AGROTOPO adatbázis | Az 1990 és 2018 között végbement felszínborítás változások talajtani háttérének (talajértékszámokkal való kapcsolatának) feltárása | 3.3.2.2 fejezet | 5.2 fejezet |

| | | | | | |
|---|--|---|---|-----------------|-------------|
| CORINE 2006, 2000-2006, 2006-2012 évi változások | A felszínborítás foltok, és felszínborítás változás foltok területi és alaki mutatói | ÉLŐVILÁG: Növényzet alapú Természeti Tőke Index (2006) | A növényzet természetessége és a tájszerkezet jellemzői közti kapcsolat elemzése, a növényzet természetesség változásának becslése Magyarországon 2000-2012 között | 3.3.2.3 fejezet | 5.3 fejezet |
| NÖSZTÉP 2018 | A felszínborítás foltok területe, alaki mutatói, felszínborítás diverzitása | ÉLŐVILÁG: Mindennapi Madaraink Monitoringja | A mezi pacsirta és a tájszerkezet jellemzői közti kapcsolat feltárása, a mezei pacsirta állomány adatainak becslése Magyarország Natura 200 madárvédelmi területein belül | 3.3.2.4 fejezet | 5.4 fejezet |
| CORINE 1990-2000 és 2012-2018 felszínborítás változások | A felszínborítás változás foltok típusai, térszerkezete, | mezei pacsirta 2000-2015 közötti előfordulási adatai | A vizsgált öt inváziós növény előfordulási előfordulása és a felszínborítás változása közti kapcsolat elemzése | 3.3.2.5 fejezet | 5.5 fejezet |
| Közúthálózat, vasúthálózat, vízhálózat (Open Street Map 2016) | A lineáris tájelemek (közút, vasút és vízhálózat) térszerkezete | ÉLŐVILÁG: Öt inváziós növény 2015 és 2018 évi előfordulás adatai az Inváziós Növények Országos Térinformatikai Adatbázisa alapján | A vizsgált öt inváziós növény előfordulása és a vonalas tájelemek közti kapcsolat elemzése | 3.3.2.6 fejezet | 5.6 fejezet |
| Országos Ökológiai Hálózat, Natura 2000-es területek | Országos Ökológiai Hálózathoz, illetve a Natura 2000-es területekhez tartozó területek térszerkezete | | Az Országos Ökológiai Hálózat és a Natura 2000-es területek inváziós növények terjedésében betöltött szerepének elemzése | | |
| Urban Atlasz 2012 | A felszínborítás foltok területe, a felszínborítás diverzitása | LEVEGŐ: (PM10) immissziós adatok 2014 év havi átlagai és mediánja | A tájszerkezet és a városi PM10 immisszió közti kapcsolat elemzése | 3.3.2.7 fejezet | 5.7 fejezet |

Jelmagyarázat: ➡ felszínborítás változás térképek geoinformatikai elemzése,
 ↔ két eltérő tartalmú digitális térképi adatbázis geoinformatikai elemzése

A 1990-2000, a 2000-2006, a 2006-2012 és a 2012-2018-közötti időszakokról készült CORINE felszínborítás változás térképek poligon állományait az ArcGIS 10.7 szoftverrel olyan ponttérképekké alakítottam, melyekben minden pont egy adott felszínborítás változás poligon centroidját jelenti, majd Kernel Density módszerrel felszínborítás változás sűrűség térképeket állítottam elő.

A rendelkezésemre álló digitális felszínborítás térképek (CORINE, NÖSZTÉP, Urban Atlasz) alapján kiszámoltam az egyes felszínborítás típusok területi arányait különböző mintaterületeken (kvadrát, buffer zóna) belül, illetve a foltok alakját és méretét leíró tájmetriai mutatókat (2.táblázat).

2. táblázat a kutatás során használt, a tájszerkezet jellemzőit leíró tájmetriai mérőszámok jelentése

| Tájszerkezeti jellemző | Tájmetriai mutató | A tájmetriai mutató jelentése | Kapcsolódó kérdés |
|---|-------------------|---|---|
| A foltok területét jellemző mutató | MPS | Mean Patch Size: a teljes táj (vagy osztály) foltjainak területét elosztjuk a foltok számával. | Mekkora az átlagos foltméret? |
| A foltok szegélyhossz mutatója | TE | Total Edge a tájbantálálható összes felszínborítás folt hossza, mely magában foglalja a táj határát is). | Egy táj vagy egy folt típus mekkora részét teszik ki a szegélyek? |
| A foltok alakú komplexitást kifejező tájmetriai mutatók | SI | Shape Index egyenlő a folt kerülete osztva a, maximálisan kompakt (kör alakú) folt minimális lehetséges kerületével. | Mennyire kompaktak a foltok átlagosan (a körhöz képest)? |
| | FRACT | Fractal Dimension Index egyenlő a folt kerületének (m) logaritmusával osztva a folt területének (m ²) logaritmusával (2-szerese) | Mennyire összetett vagy szabálytalan a folt formája? |
| | NSCP | The Number of Shape Characteristic Points egy olyan tájmetriai mutató, amely kétdimenziós geometriai alakzatokat jellemez a határuk leírásához szükséges minimális pontszámmal. Az NSCP számítási algoritmus csak a 160°-nál kisebb szöget bezáró vektorok közötti csúcspontokat veszi figyelembe. | Mennyire összetett vagy szabálytalan a folt formája? |
| A folt típusok diverzitását leíró táj szintű mutató | SDI | Shannon Diversity Index értéke korlátlanul növekszik a felszínborítás típusok (osztályok) számának növekedésével, miközben a felszínborítás foltok területi arányai egyenletesen oszlanak el. | Mennyire változatos egy adott terület felszínborítása? |

A felszínborítási adatbázisokat (CORINE, NÖSZTÉP, Urban Atlas) ArcGIS 10.7. szoftverrel összemetsztem a talajértékszámot (AGROTOPO) a növényzet természetességét (MÉTA), a pacsirta egyedszámát (MMM), inváziós növények előfordulási adatait (INOTA), valamint a levegő PM10 koncentrációját (OKIR) bemutató digitális térképi adatbázisokkal. Ezt követően geoinformatikai (ArcGIS 10.7. szoftverrel) illetve statisztikai módszerekkel (R, illetve SPSS szoftverrel) elemeztem a felszínborítás adatbázisokból származó tájszerkezeti mutatók és a tematikus térképi adatbázisok (növényzet természetessége, mezei pacsirta előfordulási adatai, inváziós növények előfordulása, PM10 koncentráció) kapcsolatát.

3. Az eredmények tézispontokban történő összegzése

Értekezésemben magyarországi esettanulmányok alapján igazoltam, hogy a tájváltozás jelentősen módosítja a tájmintázatot azaz táj szerkezetét, változásokat eredményezve egyes tájalkotó tényezők (talaj, levegő, élővilág stb.) állapotában. Eredményeim az alábbi tézispontokban összegeztem:

1. tézis: Magyarországon az 1990-2018 között végbement tájszerkezeti változások közül a tájökölógiai folyamatok szempontjából meghatározó jelentőségű szántó-parlag átalakulások 1990-2000 között, míg a mesterséges felszínre változott területek kiterjedése 2000-2006 között volt a legmagasabb arányú (Szilassi 2012, 2015, 2017).

1.1. Eredményeim szerint a legyorsabb, azaz legintenzívebb tájszerkezeti dinamika, 1990-2000 között ment végbe Magyarországon, míg az évenkénti átlagos felszínborítás változás a legutóbbi általam vizsgált időszakban, (2012-2018 között) volt a legkisebb mértékű.

1.2. Kimutattam, hogy a szántó-parlag felszínborítás átalakulás a vizsgált időszakokban (1990-2000, 2000-2006, 2006-2012 és a 2012-2018-as évek) területi arányait tekintve egyre kisebb mértékű felszínborítás változást képviselt Magyarország összes változó felszínborítású területeihez képest.

1.3. Kimutattam, hogy a homoktalajokkal jellemezhető kis középtájainkon (Kiskunság, Nyírség) a felszínborítás változások dinamikája jóval meghaladta a jó termőképességű csernozjom talajokkal jellemezhető kis és középtájaink (Mezőföld, Hajdúság stb.) hasonló értékeit (Szilassi 2012, 2015).

1.4. Eredményeim szerint a felszínborítás változások típusai közül a szántó-parlag átalakulás a rendszerváltást követő 1990-2000 közötti tíz év alatt volt a legnagyobb arányú, míg a bármely felszínborítás típusból mesterséges felszínre változott területek kiterjedése 2000-2006 között növekedett a legnagyobb mértékben.

1.5. Kimutattam, hogy az általam vizsgált felszínborítás változás típusok közül a mesterséges felszínre változott területek növekedése a budapesti agglomerációban a vidéki nagyvárosok környékén, valamint az autópályák mentén volt a legjellemzőbb.

2. tézis: A táj agroökológiai potenciáljának kimutatható hatása volt a 1990-2018 között végbement szántó-parlag átalakulásokra. A szántók 2018-ra a legmagasabb talajértékszámú (agroökológiai potenciálú) területeket foglalták el Magyarországon (Szilassi et al. 2010).

2.1. A táj agroökológiai potenciálját reprezentáló talajértékszám 1990-2000, 2000-2006 és a 2006-2012 közötti időszakok során jelentős hatást gyakorolt a szántóföldek parlagterületekké történő átalakításával kapcsolatos gazdálkodói döntésekre (Szilassi et al. 2006, 2010), ezzel szemben a 2012-2018 közötti szántó-parlag átalakulásra viszont már nem volt kimutatható hatással.

2.2. Mivel a szántóföldek térszerkezete 1990-2000 között egyre inkább a Magyarország magas talajértékszámú (agroökológiai potenciálú) területei felé tolódott el, ezért a legjobb termőképességű területeinek földhasználata dominánsan szántóterület ma Magyarországon.

2.3. Eredményeim szerint a mesterséges felszín kialakítása 1990-2018 között független volt a talajértékszámától, azaz a beépített területek tervezése során a talajok termőképességét nem vették figyelembe, így azok nagyon eltérő agroökológiai potenciálú területeket fedtek le (Szilassi et al. 2010).

3. tézis: Mivel a természetközeli erdőterületek felszínborítás foltjainak méretét és alakját regionális léptékben leíró tájmetriai mutatók szignifikáns statisztikai kapcsolatot mutatnak a növényzet természetességét reprezentáló Természeti Tőke Indexszel, ezért e mutatók változása alapján becsülhető a növényzet természetességének regionális léptékű változása (Szilassi és Bata 2012; Szilassi et al. 2017a).

3.1. A vizsgált felszínborítás típusok közül az erdők és természetközeli területek (CORINE felszínborítás kategória) foltjainak alakját és méretét jellemző mutatók a legalkalmasabb tájmetriai mérőszámok (MPS, MFRAC) a növényzet természetességének jellemzésére.

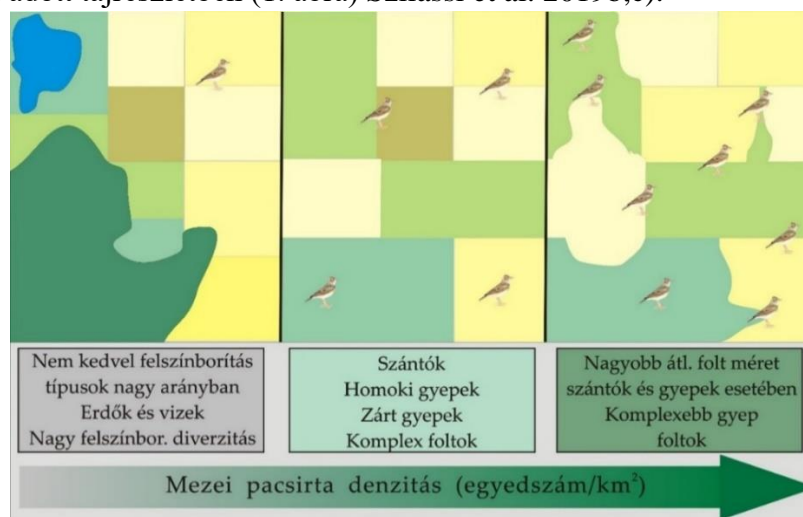
3.2. Ha a felszínborítás változások során összetettebbeké, komplexebbeké váltak a Természeti Tőke Indexszel pozitív szignifikáns korrelációt mutató erdők és természetközeli területek foltjai, és kompaktabbakká a Természeti Tőke Indexszel negatív szignifikáns

korrelációt mutató felszínborítás típusok (pl. szántók, mesterséges felszínek) foltjai, akkor az adott terület növényzetének természetessége nőtt. Ellenkező irányú tájszerkezeti változások a Természeti Tőke Index, azaz a növényzet természetességének csökkenésére utalnak.

4. tézis: Mivel a tájszerkezet jellemzői szignifikáns statisztikai kapcsolatot mutatnak a mezei pacsirta előfordulási adataival, ezért e mutatók alapján becsülhető a mezei pacsirta egyedsűrűsége (Csikós és Szilassi 2021, Szilassi et al. 2019b,c, 2022b).

4.1. Azonosítottam a NÖSZTÉP felszínborítás típusok közül a mezei pacsirta egyedszámával pozitív szignifikáns kapcsolatot mutató, azaz a pacsirta által kedvelt, és negatív szignifikáns kapcsolatot mutató, e faj által nem kedvelt felszínborítás típusokat Szilassi et al. 2019b,c).

4.2. Megállapítottam, hogy minél nagyobb a tájban a mezei pacsirta által kedvelt NÖSZTÉP felszínborítás típusok foltmérete és alakjuk minél összetettebb, annál több pacsirta él az adott tájrészletben (1. ábra) Szilassi et al. 2019b,c).



1. ábra A mezei pacsirta előfordulási adatai, és az e faj számára ideális tájszerkezet (kompozíció és konfiguráció) közötti összefüggés

4.3. A felszínborítás foltok méretét és alakját leíró tájmetriai mutatók alapján az alábbi képlet alapján jó közelítéssel becsülhető a mezei pacsirta egyedsűrűsége (egyed/km²) a tájban (Szilassi et al. 2022b):

$$PACSIRTA_{pop} = -3.24 + 1,29 * MPS_{szántó} + 0.97 * MPS_{gyep} + 0.63 * MFRACT_{gyep} + 1,65 * TER_{szántó} + 2,4 * TER_{gyep}$$

ahol $PACSIRTA_{pop}$ a mezei pacsirta állománysűrűsége (egyed/km²),

$MPS_{szántó}$ a szántóföldek átlagos foltmérete, (km²)

MPS_{gyep} a gyepek átlagos foltmérete (km²),

$MFRACT_{gyep}$ a gyepek átlagos fraktáldimenziója,

$TER_{szántó}$ a szántóföldek aránya (%),



és TER_{gyep} a gyepek aránya (%) az adott táji egységen belül.

5. tézis: A vonalas infrastruktúra (közút, vasút, vízhálózat) valamint a foltszerű tájszerkezeti elemek (Országos Ökológiai Hálózat elemei, Natura 2000-es területek, 1990-2000 és 2012-2018 között változott felszínborítású területek) térbeli jellemzői szoros kapcsolatot mutatnak az általam vizsgált inváziós növényfajok előfordulási adataival (3. táblázat). A vizsgált tájszerkezeti elemek térszerkezete tehát jelentős szerepet játszik az inváziós növények előfordulásában és terjedésében, ezért fontos figyelembe venni az inváziós veszélytérképek készítésében (Szilassi et al. 2021, 2022a).

3. táblázat A tájszerkezet jellemzői és a vizsgált inváziós növények előfordulása közötti kapcsolat Magyarországon

| Vizsgált inváziós növény | TÁJSZERKEZET | | | | | |
|---|------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------|--|----------------------------|
| | Vonalas tájszerkezeti elemek | | | Folt szerű tájszerkezeti elemek | | |
| | Közút-hálózat | Vasút-hálózat | Víz-hálózat | Felszínborítás változása | Természetvédelmi céllal lehatárolt területi egységek | |
| | | | | | Natura 2000 hálózat | Országos Ökológiai Hálózat |
| Mirigyes bálványfa (<i>Ailanthus altissima</i>) | | | | | | |
| Közönséges Selyemkóró (<i>Asclepias syriaca</i>) | | | | | | |
| Keskenylevelű ezüstfa (<i>Elaeagnus angustifolia</i>) | | | | | | |
| Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) | | | | | | |
| Aranyvessző fajok (<i>Solidagospp.</i>) | | | | | | |

Jelmagyarázat:

-  Az adott tényezőnek nincs kimutatható hatása az adott inváziós növényfaj előfordulási viszonyaira
-  Az adott tényezőnek kimutatható hatása van az adott inváziós növényfaj előfordulási viszonyaira

5.1. Az aranyvessző fajok, a fehér akác és a bálványfa fajokkal fertőzött területek (LUCAS pontok) közúthálózattól mért átlagos euklideszi távolságai szignifikánsan kisebbek, mint azon földfelszíni LUCAS pontok távolságai, melyeken nem fordulnak elő ezek a fajok. Ez a tény azzal magyarázható, hogy a közúthálózat menti vízelvezető árkok, mint nedves élőhelyek kedvező életfeltételeket teremtenek e fajkegyedeinek, emellett e fajok terjedését a gépjárművek menetszele is segíti.

5.2. Az inváziós fajok közül az aranyvessző fajok, a keskenylevelű ezüstfa és a bálványfa egyedeivel fertőzött LUCAS pontok vasúthálózattól mért átlagos euklideszi távolsága szignifikánsan kisebbek, mint azon LUCAS felmérési pontoké, ahol nem fordulnak elő ezek a fajok. E fajok tehát gyakoribbak a vasútvonalak mentén, mivel e fajok vasúthálózat szegélyén élő egyedei kifejezetten jól tűrik a vasúti töltések mentén jellemző extrém környezeti feltételeket, és a vasúti szerelvények által keltett menetszél is segíti e fajok terjedését.

5.3. Kimutattam, hogy az aranyvessző fajok és a keskenylevelű ezüstfa által fertőzött területek (LUCAS pontok) közelebb helyezkednek el a vízhálózat elemeihez (vízfolyások,

csatornák) mint az e fajokkal nem fertőzött LUCAS pontok, mivel a felszíni vizek (folyók, patakok, csatornák) környékén előforduló nedves élőhelyek kedvező környezeti adottságokat jelentenek e fajok számára.

5.4. Eredményeim szerint az aranyvessző fajok, a keskenylevelű ezüstfa, és a bálványfa előfordulása felülreprezentált az Országos Ökológiai hálózathoz tartozó ökológiai folyósókban és magterületein is, míg fehér akác kizárólag az ökológiai magterületeken belül felülreprezentált az e fajokkal nem fertőzött LUCAS pontokhoz képest, tehát e fajok terjedését az Országos Ökológiai Hálózatba tartozó terület egységek elősegítik.

5.5. Eredményeim szerint az aranyvessző fajok és a keskenylevelű ezüstfa előfordulása felülreprezentált a Natura 2000 területen belül, ezért e fajok előfordulásában és terjedésében a Natura 2000 hálózat kimutatható szerepet játszik.

5.6. Kimutattam, hogy mind az öt inváziós növényfaj előfordulásában jelentős szerepet játszott a (CORINE adatbázis alapján értelmezett) felszínborítás változása, hisz az e fajokkal fertőzött LUCAS pontok a 2012-2018 és a 1990-2000-ben változott felszínborítású területektől is jóval kisebb átlagos távolságra estek, mint a nem fertőzött pontok (azaz ahol e növények nem fordulnak elő). Eredményeim szerint a vizsgált fajok közül a selyemkóró előfordulása függ a legnagyobb mértékben a felszínborítás változásaitól, míg az ezüstfa 2015 és 2018 évi előfordulására kizárólag az 1990-2000 közötti felszínborítás változásoknak volt kimutatható hatása.

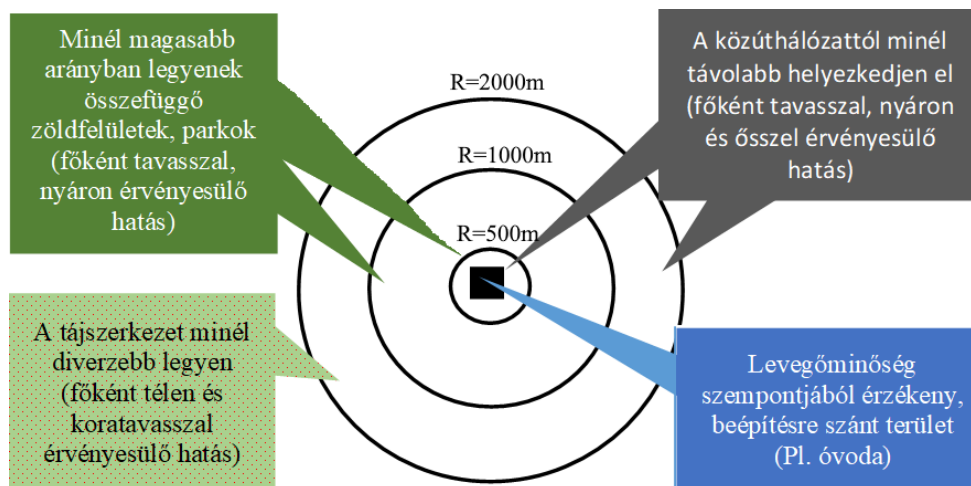
5.7. Kimutattam, hogy a felszínborítás változások főbb típusai (parlaggá változott szántóterületek, mesterséges felszínre változott és egyéb felszínborítás változások) közül 1990-2000 között és a 2012-2018 között is a mesterséges felszínre változott területek voltak azok, melyek a bálványfa előfordulásában és terjedésében szerepet játszottak. Az 1990-2000 között parlaggá változott egykori szántóterületeknek szintén kimutatható hatása volt e faj előfordulási viszonyaira. A fehér akác előfordulása mind 1990-2000, mind a 2012-2018 évi felszínborítás változások során a szántóból parlaggá változott, azaz spontán cserjésedő. majd később beerdősülő területek környezetében volt a gyakoribb. Az aranyvessző fajok, és a selyemkóró esetében az e fajok terjedését befolyásoló felszínborítás változás típusok közül mind az 1990-2000, mind az 2012-2018 évi felszínborítás változások esetében az egyéb, felszínborítás változás típusok voltak felülreprezentáltak. A keskenylevelű ezüstfa előfordulására a felszínborítás változások típusainak semmilyen kimutatható hatása nem volt.

5.8. Kimutattam, hogy a vizsgált öt növényfaj mindegyikének előfordulásában, terjedésében, a tájszerkezet jellemzőinek, a tájszerkezeti változásoknak, illetve az e változásokat indukáló antropogén folyamatoknak jelentős, ám fajonként eltérő súlyú szerepe van (2. táblázat).

5.9. Eredményeim szerint a vizsgált öt növényfaj közül négy inváziós faj egyedei az országos átlagnál magasabb arányban fordulnak elő az Európai Unió és hazai jogszabályokban természetvédelmi céllal lehatárolt terület egységeken (Natura 2000, Országos Ökológiai Hálózat) belül. A vizsgált öt inváziós növényfaj többségének terjedése számára sajnos kifejezetten kedvező feltételeket teremt a Natura 2000 és az Országos Ökológiai Hálózat jelenlegi térszerkezete (2. táblázat). További nagy léptékű, részletesebb botanikai felmérések szükségesek az inváziós fajokkal fertőzött ökológiai folyósók,

magterületek és pufferterületek terepi azonosításához, az Országos Ökológiai Hálózat magyarországi térszerkezetének esetleges módosításához.

6. tézis: Az általam vizsgált városi levegőminőség mérőállomások 2000m sugarú körzetén belül a szálló por (PM10) havi immissziója szignifikáns, évszakosan változó előjelű és erősségű statisztikai összefüggést mutat bizonyos felszínborítás típusok területi arányaival, és a felszínborítás heterogenitását (a városi táj kompozíciós heterogenitását) kifejező tájmetriai mutatóval (2. ábra).



2. ábra A tájszerkezet és a levegő PM10 koncentrációja közti kapcsolat elvi sémája egy a levegőminőség szempontjából érzékeny lakosság számára tervezett beépítésre szánt terület esetében

6.1. A PM10 mérőállomások 2000m-es sugarú körein belüli területeken minél nagyobb a városi táj kompozíciós heterogenitása, annál kevesebb a mért PM10 koncentráció, ám ez az összefüggés csak a téli, koratavaszi és őszi időszakban áll fenn. Ez alapján arra következtethetünk arra, hogy a felszínborítás típusok változatosságának (diverzitásának) főként a fűtési szezonban érvényesül a PM10 csökkentő hatása.

6.2. A közlekedési területek felszínborítás típus területi aránya a 0-500m-es és a 0-2000m-es bufferzónákon belül szignifikáns pozitív statisztikai kapcsolatot mutat a PM10 havi koncentrációival a tavaszi, nyári és őszi hónapokban. Ez arra utal, hogy a közlekedés a fűtés nélküli hónapokban válik a szálló por (PM10) koncentráció meghatározó jelentőségű szennyezőforrásává.

6.3. A városi zöldterületek (közparkok) szálló por csökkentő hatása csak az immisszió mérő állomások 0-500m-es és 0-1000m-es körzetein belül érvényesül, mivel kizárólag e zónán belül van a városi növényzetnek (szignifikáns) kimutatható hatása a PM10 koncentráció csökkentésére. Tehát a városi zöldterületek levegőminőség (PM10 koncentráció) szabályozó ökoszisztéma szolgáltatása a szállópor terhelésnek kitett területek 1000m-es sugarú körzetén belül érvényesül.

Összegzés

Hazai esettanulmányok révén sikerült igazolnom, hogy a tájszerkezet jellemzői alapvető hatást gyakorolnak a tájökológiai folyamatokra, és alapvető befolyással bírnak a szálló por koncentrációjának mennyiségére. Magyarországi esettanulmányok elemzése révén kimutattam, hogy a táj mintázata és annak térbeli és időbeli változása jelentős hatást gyakorol olyan környezet és természetvédelmi szempontból is fontos folyamatokra, mint például a növényzet természetességének változása, az inváziós növények terjedése, az agrártájak madárpopulációjának egyedszáma, vagy a városi környezet porterhelése.

Mivel a tájszerkezet manapság már legfőképp emberi (tájtervezési, területrendezési) döntések révén változik meg, ezért e döntések során figyelembe kell venni a táji mintázatok tájökológiai folyamatokra gyakorolt hatásait. A tájszerkezet konfigurációját és kompozícióját leíró tájmetriai paraméterek emellett jó indikátorai a tájban, mint összetett rendszerben zajló tájökológiai folyamatoknak is.

A másodlagos tájszerkezet tájmetriai paraméterekkel történő számszerűsített elemzése tehát nem csak a jövőbeli területhasználat tervezéséhez szolgál nélkülözhetetlen adatokat, de a táj működésének (azaz a tájalkotó tényezők komplex kapcsolatrendszerének) alaposabb megértését is célozza.

Bízom benne, hogy eredményeim jól példázzák a földrajztudomány holisztikus szemléletének gyakorlati alkalmazási lehetőségeit, és alkalmazásra kerülnek a hazai erdészeti, természetvédelmi, tájrendezési, tájtervezési gyakorlatban.

Hivatkozott irodalom:

- Csorba P. 2006. Indikátorok az ökológiai tájszerkezet és tájműködés vizsgálatához. In: Kiss A., Mezősi G., Sümegi Z. (szerk.). Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzorasszony tiszteletére. Szeged, 117-122.
- Csorba, P. 1989. Tájstabilitás és ökogeográfiai stabilitás. Földrajzi Értesítő 38 (3-4). 395-410.
- Hulme, P. E. 2021. Unwelcome exchange. International trade as a direct and indirect driver of biological invasions worldwide. *One Earth*, 4(5), 666-679. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.015>
- Katsanevakis, S., Deriu, I., D'amico, F., Nunes, A. L., Pelaez Sanchez, S., Crocetta, F., Arianoutsou, M., Bazos, I., Christopoulou, A., Curto, G. 2015. European Alien Species Information Network (EASIN). supporting European policies and scientific research. Reg. Euro-Asian Biol. Invasions Centre-REABIC 2015, 3. Management of Biological Invasions Volume 6, Issue 2. 147–157 doi. <http://dx.doi.org/10.3391/mbi.2015.6.2.05>
- Kerényi, A. 2007. Tájvédelem. Pedellus Tankönyvkiadó. Debrecen, 184 p.
- Kertész, Á. 2003. Tájökológia. Holnap Kiadó, 166 p.
- Kertész, Á. 2010. Hogyan értékelhető a tájváltozás? In: Szilassi P., Henits L. (szerk) Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. Században Tudományos konferencia és műhelymunka tanulmányai Földrajzi Tanulmányok V. SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged, 125-134. http://acta.bibl.u-szeged.hu/43781/1/ft_005_125-134.pdf
- Ladányi, Zs. 2010. Tájváltozások értékelése a Duna-Tisza közti homokhátság egy környezet- és klímaérzékeny kistáján, az Illancson. PhD Disszertáció, (Kézirat) <https://doi.org/10.14232/phd.705>

- Mezősi, G., Kevei-Bárány, I., Balogh I., Mucsi, L., Farsang, A. 1993. A geoökológia és a geoökológiai térképezés néhány elvi és gyakorlati kérdése. Földrajzi Közlemények 117(3) 163-176.
- Szabó, Sz., Csorba, P., Varga, K. 2008. Landscape indices and land use - tools for landscape management In. Plit J, Andreychouk V (szerk.) Dissertation Comissions of Cultural Landscape. Methods of Landscape Research. Sosnowiec. Polish Geographical Society, Institute of Geography and Spatial Organization PAS, pp. 7-20.
- Wang, W., Zhang C., Allen, J. M., Li W., Boyer, M. A., Segerson, K., Silander, J. A. 2016. Analysis and Prediction of Land Use Changes Related to Invasive Species and Major Driving Forces in the State of Connecticut. Land. 5(3).25. <https://doi.org/10.3390/land5030025>

Az értekezés témájában megjelent publikációk:

- Csikós, N., Szilassi, P. 2021. Modelling the Impacts of Habitat Changes on the Population Density of Eurasian Skylark (*Alauda arvensis*) Based on Its Landscape Preferences, Land 10.3 Paper. 306, 17. <https://doi.org/10.3390/land10030306>
- Szilassi, P. 2012. Változó tájak. tendenciák, okok, következmények. Tájvédelmi Füzetek 2. pp. 69-79. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/16108/1/TAJVEDELMIFUZETEK2Szilassi.pdf>
- Szilassi, P. 2015. A felszínborítás és a tájmintázat változása, mint az antropogén környezetváltozások indikátorai. In. Rakonczi, J, Blanka, Vi, Ladányi, Zs (szerk.) Tovább egy zöldebb úton. A Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport részvétele a ZENFE programban (2013-2015) Szeged, Magyarország. SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, 176., 154-163. http://acta.bibl.u-szeged.hu/646721/tovabb_egy_zoldebb_uton_154-163.pdf
- Szilassi, P. 2017. Magyarországi kistájak felszínborítás változékonysága és felszínborítás mozaikosságuk változása Tájökológiai Lapok 15. 2 pp. 131-138., 8 p. <http://real.mtak.hu/ideprint71352>
- Szilassi, P., Bata T. 2012. Tájak természetességének értékelése tájmetriai módszerekkel Magyarország példáján, In. Farsang, A, Mucsi, L, Keveiné Bárány, I. (szerk.) Táj - érték, lépték, változás. Szeged. GeoLitera, pp. 75-84. <http://real.mtak.hu/ideprint27209>
- Szilassi, P., Jordán, Gy., Kovács, F., Van Rompaey, A., Dessel W. V., 2010. Investigating the link between soil quality and agricultural land use change. A case study in the Lake Balaton catchment, Hungary Carpathian Journ. of Earth and Environ. Sci., 5, 2, p. 61-70 <http://www.cjees.ro/viewTopic.php?topicId=91>
- Szilassi, P., Bata, T., Szabó, Sz., Czúcz, B., Molnár, Zs., Mezősi, G. 2017a. The link between landscape pattern and vegetation naturalness on a regional scale Ecol. Indic. 81 pp. 252-259, 8 p. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.06.003>
- Szilassi, P., Csikós, N., Gallé, R., Szép, T. 2019b. A mezei pacsirta előfordulási adatai és a tájszerkezet közötti kapcsolat regionális léptékű vizsgálata in. Fazekas, I, Lázár, I (szerk.) Tájak működése és arculata Debrecen, Magyarország. MTA DTB Földtudományi Szakbizottság 452 p. pp. 237-242. 6 p. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/ideprint17168>

Szilassi, P., Csikós, N., Gallé, R., Szép, T. 2019c. Recent and Predicted Changes in Habitat of the Eurasian Skylark *Alauda arvensis* Based on the Link between the Land Cover and the Field Survey Based Abundance Data *Acta Ornithologica* 54. 1, 59-71., <https://doi.org/10.316100016454AO2019.54.1.006>

Szilassi, P., Soóky, A., Bátori, Z., Hábcenyus, A. A., Frei, K., Tölgyesi, Cs., van Leeuwen, B., Tobak, Z., Csikós, N. 2021. Natura 2000 Areas, Road, Railway, Water, and Ecological Networks May Provide Pathways for Biological Invasion. A Country Scale Analysis. *Plants.*, 10(12), 2670. <https://doi.org/10.3390/plants10122670>

Szilassi, P., Vizsra, G. V., Soóky, A., Bátori, Z., Hábcenyus, A. A., Frei, K., Tölgyesi, Cs., Balogh, B. M. 2022a Towards an Understanding of the Geographical Background of Plants Invasion as a Natural Hazard a Case Study in Hungary. *Geographica Pannonica* 26., 3 pp. 176-183. Paper. doi.10.5937gp26-37866, 8 p. <https://aseestant.ceon.rsindex.phpgeopanarticleview3786621289>

Szilassi, P., Gallé, R., Szép, T., Csikós, N. 2022b. Scale dependence of landscape-structure-based estimation of abundance of Eurasian skylark (*Alauda arvensis*) *Ecol. Indic.* 139 Paper. 108931 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108931>

Az értekezés témeköréhez szorosan nem kapcsolódó publikációk:

Csikós, N., Szilassi, P. 2002. Impact of Energy Landscapes on the Abundance of Eurasian Skylark (*Alauda arvensis*), an Example from North Germany. *Sustainability* 12, 664. <https://doi.org/10.3390/su12020664>

Gallé, R., Császár, P., Makra, T., Gallé-Szpisjak, N., Ladányi, Zs., Torma, A., Ingle, K., Szilassi, P. 2018. Small-scale agricultural landscapes promote spider and ground beetle densities by offering suitable overwintering sites *Landscape Ecol.* 33, 8,1435-1446. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0677-1>

Jordan, Gy., van Rompaey, A., Szilassi, P., Csillag, G., Mannaerts, C., Woldai, T. 2005. Historical land use changes and their impact on sediment fluxes in the Balaton basin (Hungary), *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Issue 2, 119-133, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.01.013>.

Papp, L., van Leeuwen, B., Szilassi, P., Tobak, Z., Szatmári, J., Árvai, M., Mészáros, J., Pásztor, L. 2021, Monitoring Invasive Plant Species Using Hyperspectral Remote Sensing Data. *Land* 10, 29. <https://doi.org/10.3390/land10010029>

Syedehmehrmanzar, S., Csikós, N., Szilassi, P. 2022. Connection between the Spatial Characteristics of the Road and Railway Networks and the Air Pollution (PM10) in Urban–Rural Fringe Zones *Sustainability*14. 16 p. 10103 <https://doi.org/10.3390/su141610103>

Szilassi, P. 2006. A területhasználat változásainak tendenciái a Balaton vízgyűjtőjén a településsoros statisztikai adatok tükrében. In. *Táj, környezet és társadalom, ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére.* SZTE Éghajlattani és Táj földrajzi Tanszék, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged. pp. 667–676.

Szilassi, P. 2010. Térképi adatbázisok összehasonlításának javítása tájmetriai elemzések révén. In. *Szilassi P., Henits L. (szerk.). Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században.* Tudományos konferencia és műhelymunka tanulmányai, Szeged, SZTE TTK

Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged, pp. 25–31. http://acta.bibl.u-szeged.hu/437771ft_005_031-039.pdf

Szilassi, P., Jordan, Gy., Van Rompaey, A., Csillag, G. 2006. Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary, CATENA,68, 2–3, 96-108, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.03.010>.

Szilassi, P., Szatmári, G., Pásztor, L., Árvai, M., Szatmári, J., Szitár, K., Papp, L. 2019a. Understanding the Environmental Background of an Invasive Plant Species (*Asclepias syriaca*) for the Future. An Application of LUCAS Field Photographs and Machine Learning Algorithm Methods. *Plants*, 8(12), 593. <https://doi.org/10.3390/plants8120593>

Szilassi, P., Tobak, Z., Van, Leeuwen B., Szatmári, J., Kitka, D. 2017b. A szárazodással kapcsolatos földrajzi tényezők és egy özönnövény terjedése közti kapcsolat vizsgálata a dél-alföldi régió területén. *Földrajzi Közlemények* 141. 1 pp. 30-43., 14 p. <http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/ideprint/12398>

Szilassi, P., Szatmári, G., Pásztor, L., Árvai, M., Szatmári, J., Szitár, K., Papp, L. 2020. Egy özönnövény az alföldi tájban. a selyemkóró (*Asclepias syriaca*) terjedését befolyásoló földrajzi tényezők vizsgálata In: Farsang, Andrea, Ladányi, Zsuzsanna, Mucsi, László (szerk.) *Klímaváltozás okozta kihívások - Globálistól lokálisig* Szeged, Magyarország. SZTE TTIK Földrajzi és Földtudományi Intézet 99-107.