

A FELSZÍNBORÍTÁS VÁLTOZÁSA A KARCSAI KARCSA-TÓ KÖRNYEZETÉBEN 1966–2020 KÖZÖTT

NAGY BÁLINT – KWANELE PHINZI

CHANGES IN LAND COVER AROUND KARCSA LAKE IN KARCSA BETWEEN 1966–2020

Abstract

In our research, we investigated the surface cover of the Karcsa Lake, a relic of the former Tisza riverbed, by digitising and evaluating images from several dates (1966, 2000, 2005, 2007, 2011, 2020) over the past 50 years. In addition to monitoring the changes in land cover over the past decades, our results have been used to draw conclusions about the extent to which the lake environment may be pressuring the lake and the proportion of ecologically valuable areas. By evaluating the above, we can draw conclusions about the future of a valuable lake.

Keywords: land use, land cover, oxbow lake, Karcsa, Bodrogek, orthophoto, Cohen's kappa, cross-tabulation table, Python, Riparian Zones, CORINE Land Cover

Bevezetés

A vizes élőhelyek fontos szerepet töltenek be hazánk és Európa életközösségei körében (MOLNÁR Zs. 2013). Habár vizeink hazánk területének mindössze 2%-át teszik ki, az ökoszisztéma-szolgáltatások közel harmadáért felelősek (KERTÉSZ, Á. et al. 2019). A globális klímaváltozás következtében hazánkban is felerősödnek az éghajlati szélsőségek, amelyek legtöbbször kedvezőtlenül érinti álló- és folyóvizeinket. A hatások lehetnek közvetlenek, mint a csapadék csökkenő mennyisége és az időbeli eloszlásában tapasztalható egyenlőtlenségek növekedése vagy közvetettek, mint az emelkedő átlaghőmérsékletek miatt a víztestek melegedése (KERÉNYI A. 2008; DUNKEL Z. et al. 2018).

Hazánk természetföldrajzi adottságaiból adódóan kiemelt fontosságú a holtmedrek és morotvák szerepe (MOLNÁR Zs. 2013). Ezek az állóvizek a Kárpát-medence egykori kiterjedt „vadvízországának” utolsó tanúi közé tartoznak. Ökológiai jelentőségük hatalmas, hiszen fontos menedékhelyek és ökológiai folyosók a flóra és a fauna számára. Jelenlegi állapotuk fenntartása, illetve javítása a jövőben komplex kezelést igényel (KISS, T. – SIPOS, Gy. 2015).

Az egykori medreket ingadozó vízszintjük miatt nem éles, hanem sávos partvonalak jellemzik. Három egységre: a nyílt vízfelületre, a parti sávra, és a kapcsolódó, a holtág állapotát befolyásoló területre oszthatók. Az állóvizeket határoló területek vizsgálata kiemelkedő fontosságú, mivel tájhasználatuk jelentősen befolyásolhatja az élővíz állapotát (MOLNÁR Zs. 2013; GYENESE T. et al. 2019). Vizeink a környező területekben bekövetkező környezeti változásoknak kulcsfontosságú indikátorai és integrátorai (WILLIAMSON, C. E. et al. 2008). Ezek a területek nem csak a hordalék és a szennyeződések forrásai, hanem azok gátjai is lehetnek, illetve befolyásolják a morotvák mikroklímáját. A kapcsolódó terület és a vízgyűjtő felszínborításán keresztül közvetetten érvényesül az éghajlat átalakulásának hatása. Az éghajlat ugyanis befolyásolja a mezőgazdasági termelést, a növényzetet és a hordalékszállítást, közvetetten vízháztartást és a vízminőséget is. A változások monitorozása és számszerűsítése segítheti ezen állóvizek jövőjének megismerését is.

Az egykori medrek feltöltődése mértékének vizsgálata és a környezetük területhasználatának térképezése a földtudományok fontos feladata (KISS T. – SIPOS Gy. 2015). A fel-

szinborítás-változások kutatásának fontosságát hangsúlyozza, hogy az emberi hatásra történő változások nem csak helyi, hanem globális szinten is jelentősek (FOLEY, J. A. et al. 2005), amit a hazai és a külföldi szakirodalom bősége is igazol (KISS, T.–SÁNDOR, A. 2009; KADIZA, D. et al. 2019).

A hazai és a nemzetközi kutatások jellemzően a hullámtereken található morotvák vízháztartásával és feltöltődésével foglalkoznak (LÓCZY D.–KISS T. 2008; DAWIDEK, J.–FERENCZ, B. 2014; TÜRK G. et al. 2014; DÉPRET, T. et al. 2017). Feltöltődésük időtartamát a felszínborítás emberi hatásra bekövetkező változásai jelentősen módosíthatják (WREN, D. G. et al. 2008). Egy terület idősoros vizsgálata segít számunkra megérteni a jelenleg érvényesülő állapotokat, erre a GIS-elemzési módszerek kiváló lehetőséget nyújtanak (NÉMETH G. et al. 2022). A felszínborítás jövőbeli változásának modellezésére többféle módszer is alkalmazható (SINGH, S. et al. 2015). Víztesteink környezetének felszínborítása az ott zajló folyamatokat nagymértékben módosíthatja, ezért értékelése elsődleges feladat (VASS, R.–TÜRI, Z. 2021). Ezek a területek fontos élőhelyek, amelyek megóvása és helyreállítása megfelelő ismeretek hiányában nem lehetséges. ERDEI T. és munkatársai vizes élőhelyeink mentén eltérő szélességben vizsgálták a felszínborítások változását, valamint a városi területekre egy helyreállítási potenciál meghatározását is kidolgozták (ERDEI, T. et al. 2022).

Az egyes tájak változásaira az ember alapvető befolyást gyakorol. Az emberi hatás számszerűsítése a táj kutatás kezdetétől kitüntetett feladat (NOVÁK T. J. et al. 2019). Az egyes antropogén tevékenységek az elmúlt évszázadban világszinten jelentősen hozzájárultak a tavak pusztulásához. A felszínborítás átalakítása, a vízkészlet túlhasználata a nyílt vízfelszín kiterjedésének nagymértékű csökkenését okozta (MICKLIN, P. 2007; AGHAKOUCHAK, A. et al. 2015; XIE, C. et al. 2017).

Az utóbbi évtizedekben Közép-Európa és hazánk felszínborításának változásában is azt az általános trendet tapasztalhatjuk, hogy a megművelt területek aránya csökken, míg a mesterséges felszínek, az erdők és a természetközeli helyek kiterjedése növekedik (SZABÓ, G. 2003; CEGIELSKA, K. et al. 2018). A rendszerváltást követően a korábban művelés alatt álló területek elhagyása a tájmintázat átalakulásával járt, ami jelentősen befolyásolhatja a különböző értékes őshonos növény- és állatfajok további fennmaradását (SZABÓ, SZ. et al. 2015). A művelés alól kikerült területek aránya az ezredfordulót követően országoként eltérően változott Közép-Európában (CEGIELSKA, K. et al. 2018). Arányuk hazánkban csökken, ami a birtokméretek változásaival magyarázható.

A szántóföldek kiterjedésének az utóbbi évtizedekben tapasztalható csökkenésével az erózió veszélye is mérséklődik. A beérkező hordalékmennyiség fogyásával állóvizeink feltöltődése is lassul (KERTÉSZ, Á. et al. 2019). Az egyes felszínborítási típusoknak nem csak a mérete és az aránya határozhatja meg az állóvizeinkbe érkező üledék mennyiségét egy vízgyűjtő területen. A növekvő tájfragmentáció folyosókat nyithat az üledéknek a befogadó víztestbe történő szállítása előtt, míg a nagyobb egységes földhasználati foltok megakadályozzák az üledék áramlási vonalak mentén történő mozgását (SZILASSI, P. et al. 2006).

Az állóvizek környezete felszínborításának a tavak vízminőségére gyakorolt hatásáról több külföldi publikáció is született (NIELSEN, A. et al. 2012; SORANNO, P. A. et al. 2015). A legerősebb befolyást gyakorló hatósugár ideális lehatárolásával kapcsolatban többféle véleményt is megfogalmaztak. Egyes eredmények a parttól mért közeli pufferek helyett (25–400 méter) a teljes vízgyűjtő vizsgálatát javasolják. Meg kell jegyeznünk, hogy a távolság növekedésével párhuzamosan folyamatosan erősödő kapcsolatot tapasztaltak a vízminőség és a felszínborítás között (NIELSEN, A. et al. 2012). 1000–1500 méteres távolság esetén viszont már olyan szoros kapcsolatra is számíthatunk az előbbiekből, hogy

mint a teljes vízgyűjtőterület számbavétele esetén (SORANNO, P. A. et al. 2015). Mivel a felszínborítási típusok mellett számos egyéb kibocsátót is figyelembe vehetünk (például szennyvíztelepek), ezért egy teljes vízgyűjtő esetén megemelkedett számú olyan tényezővel számolhatunk, amelyek módosíthatják a környezet felszínborítási típusai és a vízminőség közötti kapcsolatról levonható következtetéseinket (NIELSEN, A. et al. 2012). A vízgyűjtő mint állandó alapegység alkalmazása a hidrológiai folyamatok tanulmányozása során tehát nem mindig tekinthető szükségszerűnek (DEVITO, K. et al. 2005; SORANNO, P. A. et al. 2015). Ha az egyes esetekre kalibrált modellt szeretnénk felállítani, akkor számításba kell vennünk olyan további tényezőket is, mint az átlagos vízmélység (NIELSEN, A. et al. 2012), a vízrendszeren belüli helyzet vagy a regionális különbségek (SORANNO, P. A. et al. 2015).

Az antropogén eredetű foszfor-, és nitrogénterhelés eutrofizációhoz, vízminőség-romláshoz és algavirágzáshoz vezethet. A tápanyagterhelés miatt a mélyebb vizekben oxigénhiányos, úgynevezett „holt zónák” is kialakulhatnak, amelyek halpusztulást okozhatnak (WILLIAMSON, C. E. et al. 2008). A műtrágyahasználat miatt az intenzív szántóföldi művelés jelentős kibocsátója a fentebb említett nitrogénnek és foszfornak. Elterő hasznosítási típusai különböző terheléseket bocsáthatnak ki vizeink irányába. Az olyan mezőgazdasági területeken, ahol a szántóföldek részesedése nagyobb, mint 90%, nagyon magas értékeiket mérhetjük, míg azokon a helyeken, ahol a legelők aránya kisebb, mint 30%, ott akár határérték közeliek is lehetnek (ARBUCKLE, K. E.–DOWNING, J. A. 2001).

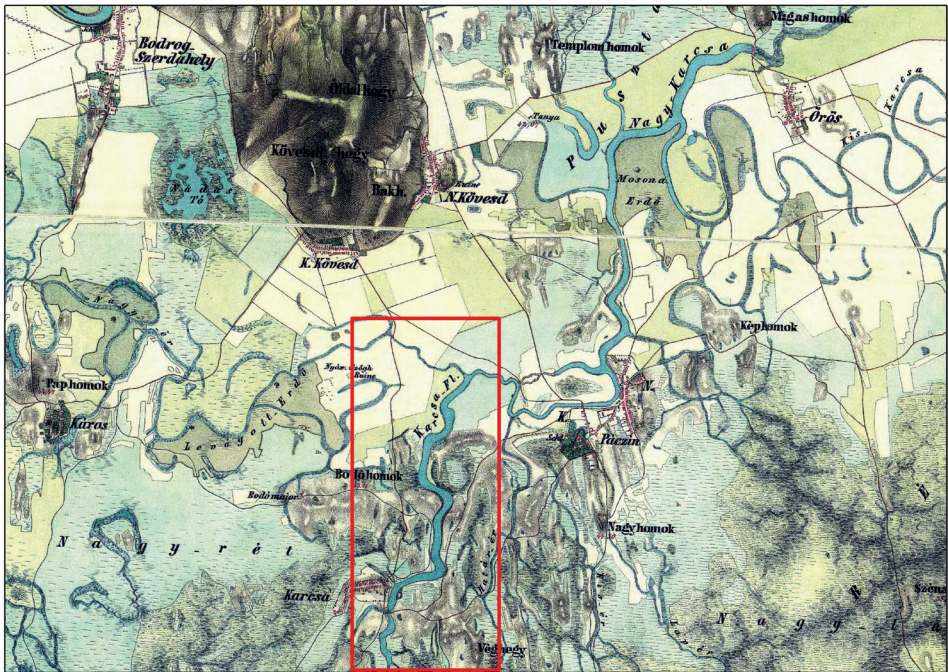
Munkánkban egy méltánytalanul kevésbé kutatott ősi holtmeder környezetének felszínborítását vizsgáljuk. Az idősoros adatok elemzésével a bekövetkezett változásokat számszerűsítjük, ezek segítségével következtetéseket vonhatunk le a beérkező hordalék mennyiségére és a vízminőségre vonatkozóan. Alapvető tájökológiai elemzésével részletesebben megismerhetjük az egyes felszínborítási típusok ökológiai értékét. Az eredmények szintézisével következtetéseket vonhatunk le a tő jövőbeli kilátásaival kapcsolatban.

A vizsgált terület

A Tisza jelenkori jellemző folyásirányának elfoglalása előtt a Bodrogek szinte teljes területét bekalandozta. Az egyes állapotait jelző formakincs és medermaradványok napjainkig megmaradtak. A Karcsa vízfolyás közvetítette a Tisza vizét a preboreális (10 200 évvel ezelőtt) és az atlantikus fázis közepe között (minimum 6000 és maximum 7500 évvel ezelőtt) mielőtt egy nagyobb áradást követően más irányba helyezte volna át medrét (BORSY Z. et al. 1988; BORSY Z. et al. 1989). A Karcsa egyértelműen minimum boreális korúnak tekinthető, amit radiokarbon kormeghatározás és a pollenanalitikai vizsgálatok is alátámasztanak. A meder mentén található nagyságú és fejlettségű morotvák létrejöttéhez legalább már ennek az időszaknak a végén élővízfolyásnak kellett itt lennie (BORSY Z.–FÉLEGYHÁZI E. 1982; CSONGOR É. et al. 1982). Több helyen még ma is tekintélyes mélységű, jól fejlett kanyarulatokkal jellemzett és Tisza szélességű szakaszokkal találkozhatunk (BORSY Z. 1953).

A Karcsa-ér a Tisza vízmennyisége nélkül is alkalmas volt jelentős infrastrukturális szerepkör betöltésére. Írásos emlékek bizonyítják, hogy a XVII. században fontos vízi kereskedelmi útvonalként használták (MAILÁTH J. 1896; TRENKÓ Gy. 1909), de a XIX. századi folyószabályozási munkálatok sem hagyhatták figyelmen kívül. A Bodrogekben kiépülő belvízelvezető hálózathoz az 1897-ben átadott karcsa–felsőberecki föcsatorna részben az egykori Karcsa-mederben (*l. ábra*) futva vezet el az ÉNy-i területekről korábban a mintaterületre érkező és ott előntésekkel fenyegető belvizeket a Bodrogba. Megépítése

a D-i csatornarendszer tehermentesítésén kívül a Karcsa-ér vízállásának szabályozását is szavaltta. A Karcsa-ér déli része a továbbiakban víztartó medenceként funkcionált (MAILÁTH J. 1896; BOROVSKY S. 1905).

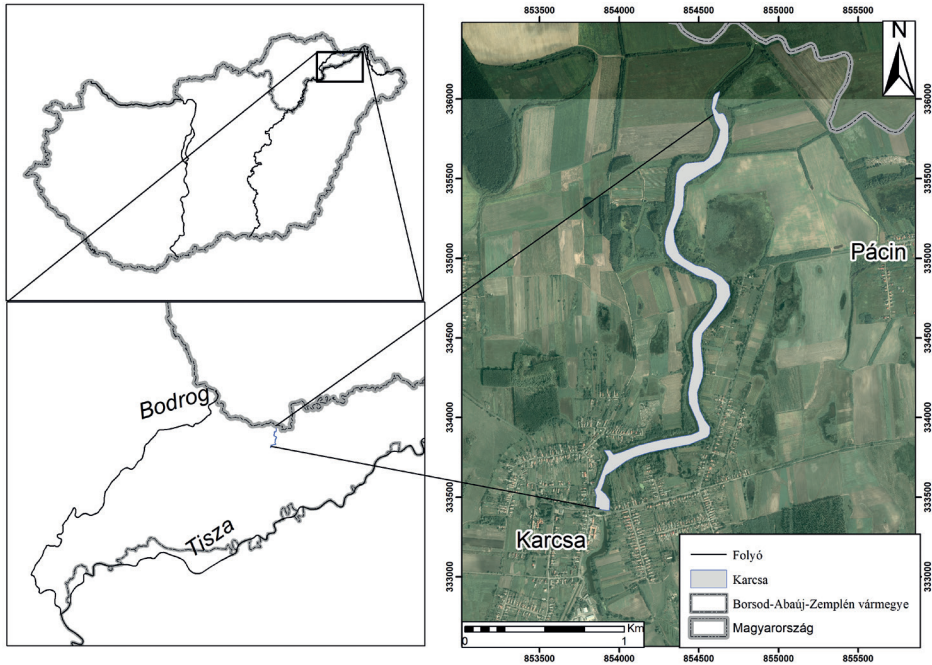


I. ábra A Karcsa-ér a második katonai felmérés idején (a mintaterület a piros poligonnal jelölve) (TIMÁR G. et al. 2006)
 Figure 1 The Karcsa Lake at the second military survey (study area marked by the red polygon) (TIMÁR, G. et al. 2006)

Mintaterületünk a Bodrogközben található, amely egy ártéri szintből álló tökéletes síkság. A kistáj éghajlata mérsékeltlen meleg, száraz, míg kisebb részén meleg, száraz. Az Országos Területrendezési Terv szerint nyugati harmada vegyes, míg a többi része mezőgazdasági területhasználatú. A jellemző felszínborítási osztályokból a szántók erősen csökkenő aránnyal 51, a gyepek 18, míg az erdők 9%-ot tesznek ki. Az 5 ha-t meghaladó nyílt vízfelszínek és a vizenyős, mocsaras területek aránya (5,5%) csaknem kétszerese az országos átlagnak. A beépített területek aránya 2000 óta jelentős mértékben, 4,7-ről 5,4%-ra emelkedett (CSORBA P. 2021).

Napjainkra a Karcsa-eret a korábbi vízi világ mára mesterségesen is módosított maradványának tekinthetjük, aminek BORSY Z. et al. (1988) szerint a legépebb állapotban megmaradt egykori mederszakasza a vizsgálatunk középpontjába állított karcsai Karcsa-tó, amely hazánk ÉK-i részén, a Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében fekvő település és a szlovák–magyar országhatár között húzódik É–D-i irányban (2. ábra). A karakteres, a táj képét döntően meghatározó holtmeder hossza 3,6 km, átlagszélessége 65 m, területe 23 ha, átlagos vízmélysége 2,5 m. A meder természetes feltöltődését befolyásolja, hogy vízállása mesterségesen szabályozható. Leürítése zsilipen keresztül, a Karcsa-csatorna irányába, míg feltöltése a Felsőberecki-csatorna irányából gravitációsan valósulhat meg. Élővízfolyással nem áll közvetlen kapcsolatban. Ökológiai szempontból kiemelendő, hogy több védett madárfajnak is otthont ad és költöző madarak számára is pihenőhely-

ként szolgál. Funkciói az üdülés mellett a horgászat, halászat és a belvíztározás (PÁLFAI I. [szerk.] 2001).



2. ábra A Karcsa-tó elhelyezkedése
 Figure 2 The location of Karcsa Lake

Adatok és módszerek

Munkánk alapja a Karcsa-tó környezete felszínborítási típusainak részletes rögzítése volt. Egy egész vízgyűjtő elemzése esetén a Corine Land Cover (CLC) adatbázis kiválóan alkalmazható (KERTÉSZ, Á. et al. 2019). Annak érdekében, hogy a legnagyobb felbontásban, tájmetriai elemzéssel is vizsgálhassuk a tó közvetlen környezetét, elvetettük a CLC adatbázisának alkalmazását, mert annak sajátosságai miatt (Copernicus honlapja – Corine Land Cover) sok fontos részletet elveszítenénk a kisebb, több keskeny tájfolttal rendelkező mintaterületünkön (NÉMETH G. et al. 2022). Noha az 1 : 50 000-es léptékű, nagy felbontású nemzeti felszínborítási adatbázis (CLC50) az előbbivel szemben sokkalta részletesebb, mégis csak egyetlen időpontot (1998–1999-es felvételek alapján készült) ölel fel (BÜTTNER G. et al. 2004), ami alkalmatlanná teszi hosszú idősoros elemzésre. Hasonló okból vetettük el a CLC50-nél nagyobb felbontású Riparian Zones (RZ) adatbázist (Copernicus honlapja – Riparian Zones), mert az csak két időpontból tartalmaz adatokat, viszont jó felbontása miatt adatbázisunk validálására használtuk. Osztályait összevonásokkal megfeleltettük az általunk felállított kategóriáknak.

Ennek következtében egy önálló adatbázis építését tűztük ki célunkul egységes osztályozási rendszerben, több időpontra. Erre a megfelelő lehetőségnek a felszínborítás manuális digitalizációját tekintettük, ami bár szubjektívvé teszi az adatbázisunkat, de

lehetővé teszi a kisebb tájelemek felvételét is. A kézi feldolgozás időigényessége miatt a tó partvonalának 500 méteres sugarában maximalizáltuk az osztályozandó területet (4,27 km²). Az említett távolság már alkalmasnak tekinthető a felszínborítás minősége és a tavat érő hatások közötti kapcsolat becslésére (NIELSEN A. et al. 2012; SORANNO P. A. et al. 2015).

Az adatbázis felépítéséhez távérzékelt felvételek ArcGIS 10.8 szoftverkörnyezetben (Redlands C.E.S.R.I. 2011) történt digitalizációja szolgált alapul. Erre a célra 6 időpontból töltöttünk le a mintaterületet lefedő, ingyenesen elérhető felvételeket (1966, 2000, 2005, 2007, 2011, 2020). Az említettek között archív légifotót (1966) a fentrol.hu, Magyarország folyamatos felvételezéséből származó ortofotókat (2000, 2005, 2007, 2011) a geoshop.hu, illetve ürfelvételt (2020) (Planet Team 2017) találhatunk. Az adatbázisok térbeli kiterjedésének lehatárolására a Karcsa-tó 2000-es felvételen látható partvonalától mért 500 méteres pufferezónát használtuk. A digitalizálás során nyolc felszínborítási osztályt határoztunk meg (erdő; szántó, kert; füves területek fákkal és bokrokkal; nyílt vízfelület; nyílt füves terület; szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület; beépített terület; gyümölcsös ültetvény). Ezt követően a digitalizálással előállított vektoros adatbázisokat először raszteressé alakítottuk az ArcGIS 10.8 Conversion Tools toolboxának Polygon to Raster eszközével. 5 méteres pixelfelbontást, míg az értékek kinyerésére a Cell center opciót használtuk.

A különböző időpontokból származó felvételek felszínborításainak elemzésére az egyes osztályok területi százalékos aránya mellett, kereszttabulációs táblázatokat és a Cohen-féle kappa együtthatót használtuk a változások jellemzésére. Utóbbi megmutatja, hogy mekkora a valószínűsége annak, hogy egy adott pixel ugyanazt az értéket veszi fel, mint amit a referenciának tekintett adatbázisban hordozott. A kappa indexnél akár jobb eredményeket is elérhetünk a fuzzy kappa és az aggregált cellák módszereivel, mert kezelni tudják a képporrekción bizonytalanságait és az élőhelyfoltok bizonytalan határait is, ugyanakkor a valós változásokat is csökkenthetik, főként a hosszúkas foltok eltüntetésével (SZABÓ SZ. et al. 2015). A mintaterületünkre jellemző keskeny foltok miatt így ezek használatától eltekintettünk.

A kappa értékek számítása során mindig az adott időperiódus kezdő évét tekintettük referenciának. Segítségével megállapíthatjuk, hogy a vizsgált területre és az egyes típusokra mennyire jellemző a változás vagy az állandóság. A kereszttabulációs táblázatokkal pedig számszerűsíthetővé válik a változások irányainak aránya az egyes felszínborítások között az adott időszakban. Az adatbázisunk validálása során a RZ adataira, illetve a hozzájuk legközelebb eső időpontra határoztuk meg a Cohen-féle kappa értékeket, ezeket tekintettük referenciának. 2011-ből származó adatbázisunkat a 2012-es, míg a 2020-ból származót a 2018-as RZ adatbázissal vizsgáltuk meg.

A számításokat Python szkriptek segítségével végeztük el. A kereszttabulációs táblázatokat a pandas library (McKINNEY W. 2010) crosstab függvénye, míg a Cohen-féle kappa (COHEN J. 1960) értékeket a sklearn.metrics modul (PEDREGOSA, F. et al. 2011) cohen_kappa score függvénye segítségével számítottuk.

A felszínborítás változásának vizsgálatára a GIS-módszerek elfogadható eredményeket nyújtanak, de ha mélyrehatóbb kutatást szeretnénk folytatni, akkor az alapvető tájmetria-mutatókból további következtetéseket is levonhatunk. A tájfoltok elemzése azért is elengedhetetlen, mert az összetettségük kapcsolatban állhat az ott élő fajokkal, mivel nagyobb területű foltok esetén kisebb a rájuk nehezedő zavarás mértéke (SZABÓ, SZ. et al. 2015).

Az egyes felszínborítás-foltok elkülönítését megnehezítette eltérő felbontásuk. Ez az utolsó időpont esetében jelenthet akadályt, mert míg az ortofotók 0,5 méter, addig

a Planet ürfelvétele 3 méter felbontású. Az utolsó 2020-as időpontot ezért nem vehetjük figyelembe a tájmetriai vizsgálatok során. Az 1966-os légi felvételt jó minősége ellenére szintén illik fenntartásokkal kezelni, mivel nem ortofotó, mint a fennmaradó 4 időpont 2000 és 2011 között. Az egyes időpontokra kiszámítottuk felszínborítás-típusonként a foltok darabszámát, területét és kerületét. Az utóbbi kettőt az átlag és a szórás értékek megállapításával elemeztük.

Eredmények

A rendszerváltást követő időszakban a tó közelében jelentős növekedésnek indultak az erdőterületek, amiből mind a telepített erdők, mind pedig a partok mentén megjelenő egyre szélesebb erdősáv is részesedik. Ezek a területek 2000-re nem csak növekedtek, hanem területileg is átrendeződtek, amit nem csak az alacsony kappa értékük igazol (1. táblázat). A 2000-ben erdővel borított területeknek ugyanis csak a 49,78%-át tették ki az olyan területek, amelyek 1966-ban is erdők voltak (2. táblázat). A mezőgazdasági szerkezetváltás következtében több kisebb parcella jött létre a szántó, kert osztály területén, amelyek egy részén felhagytak a műveléssel. Ennek tudható be, hogy a legnagyobb erdőnövekedés a szántó, kert kategória kárára történt. Az ezredforduló után az erdők területi aránya fokozatosan növekedett, ami jellemzően a már említett szántóterületek mellett főként a füves területek fákkal és bokrokkal osztály gyarapodásával történt. Egyre szélesebb sávot foglalnak el a part menti fűz-nyár puhafás ligeterdők, de a partoktól távolodva a terület bejárása során azonosított akác és nyárfa ültetvények is terjeszkedtek az elmúlt évtizedekben.

1. táblázat – Table 1

Az egyes időpontokra számított KIA-értékek
For each date calculated KIA values

	1966/2000	2000/2005	2005/2007	2007/2011	2011/2020
Erdő	0,29	0,78	0,82	0,75	0,60
Szántó, kert	0,67	0,90	0,92	0,88	0,80
Füves területek fákkal és bokrokkal	0,14	0,41	0,50	0,40	0,22
Nyílt vízfelület	0,86	0,87	0,91	0,93	0,88
Nyílt füves terület	0,12	0,41	0,32	0,30	0,14
Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	0,50	0,70	0,78	0,72	0,52
Beépített terület	0,68	0,84	0,85	0,84	0,72
Gyümölcsös ültetvény	0,13	0,37	0,95	0,90	0,76
Overall Kappa	0,69	0,85	0,87	0,84	0,77

A legnagyobb változáson a gyümölcsfa ültetvények estek át. A holt-medertől egykor keleti irányban található gyümölcsösök a rendszerváltást követően szinte teljesen eltűntek. 84,58%-uk 2000-re már a szántó, kert kategóriába került át (2. táblázat). Korábbi kiterjedésüket csak kis részben nyerték vissza a 2005-re és 2020-ra megfigyelhető telepítések révén.

1966 és 2000 felszínborításainak kereszttabulációs táblázata
Crosstabulation table of surface cover in 1966 and 2000

	Erdő	Szántó, kert	Füves területek fákkal és bokrokkal	Nyílt vízfelület	Nyílt füves terület	Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	Beépített terület	Gyümölcsös ültetvény
Erdő	49,78%	27,4%	6,42%	0,4%	2,36%	2,42%	11,2%	0,03%
Szántó, kert	5,33%	76,53%	5,97%	0,01%	3,69%	4,33%	4,13%	0,01%
Füves területek fákkal és bokrokkal	43,07%	20,25%	22,38%	1,47%	5,21%	0,35%	7,08%	0,18%
Nyílt vízfelület	4%	0,42%	0,91%	88,38%	1,1%	4,92%	0,27%	0%
Nyílt füves terület	15,11%	29,45%	11,5%	0,76%	11,64%	24,28%	7,24%	0,01%
Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	16,98%	3,88%	2,9%	11,7%	2,45%	60,16%	1,93%	0%
Beépített terület	1,77%	14,03%	2,59%	0%	2,4%	0%	79,22%	0%
Gyümölcsös ültetvény	1,82%	84,58%	0,22%	0%	2,4%	0,46%	3,18%	7,35%

Az előbbi osztályokkal szemben a szántóterületek mind nagyságukat, mind pedig helyzetüket tekintve stabilnak tekinthetők a 2000-es években (*1. táblázat*). A rendszerváltást követően kiterjedésük csökkent, amit jellemzően a felfogásban történő változásnak tudhatjuk be. A korábbi évtizedekben a kevésbé alkalmas területeket is megművelték, ezért a szántók gyakran közvetlenül a Karcsa partjáig terjedtek.

Aggodalomra adhat vizont okot, hogy a vizsgált periódusban a beépített területek aránya a másfélszeresére növekedett (*3. táblázat*). Az ezredforduló után a településen is megtörtént a zárt szennyvízcsatorna-hálózat kiépítése, amely jelentősen csökkentheti a víztestbe közvetlenül érkező szennyeződések mennyiségét. A vízmennyiség csökkenését jelzi, hogy a különböző mocsaras területek kiterjedése zsugorodott. (*3. táblázat*).

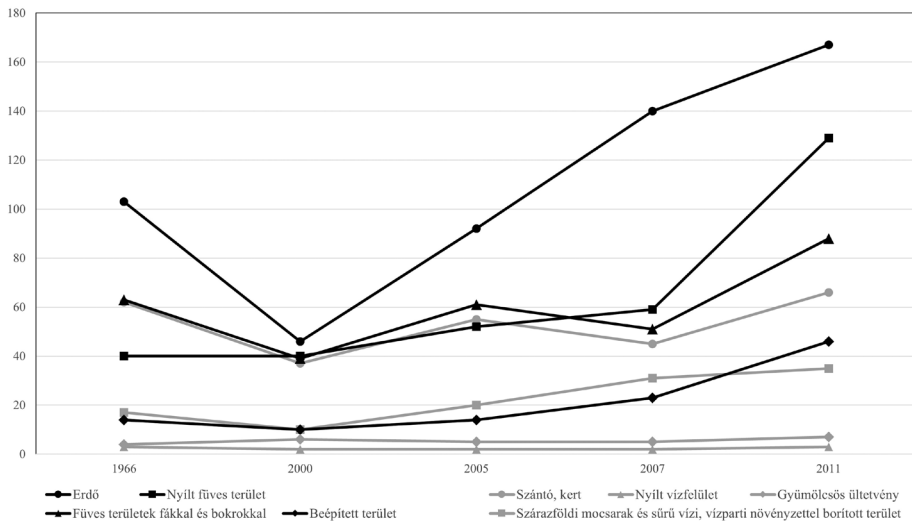
A validálás során adatbázisaink a RZ adataival közel jó egyezést (0,73) mutattak. A legkisebb értékeket a nehezebben besorolható vagy gyakran keskeny nyílt füves terület és a füves területek fákkal és bokrokkal osztályok szolgáltatták. A beépített területek (0,43 és 0,57) és az erdők (0,54 és 0,66) közepes értékeit az eltérő felbontással magyarázhatjuk, mivel a 2020-as adatbázis felbontása közelebb áll a RZ felbontásához, ami miatt kevesebb és nagyobb foltot tudunk azonosítani, amelyek így jobban egyeznek a referenciával, mint a nagyobb mennyiségű apróbb folt. A szántó, kert, a nyílt vízfelület és a gyümölcsös ültetvény osztályok minden esetben kiváló egyezést mutattak.

A 1966 és 2011 közötti időszakban a foltok száma először jelentősen csökkent a rendszerváltás után, a korábbi 62%-ára. Ebben az időszakban az erdő osztály foltjai csökkentek az átlagtól nagyobb arányban a korábbi 45%-ára. Az ortofotókat vizsgálva az ezredfordulót követően folyamatosan nőtt a foltok száma, ami 2011-ben már a 2000-es érték közel 3-szorosát tette ki. Az egyes osztályokat tekintve a legtöbbjük kisebb-nagyobb mértékben folyamatosan növekedett. Visszaesést csak a szántó, kert és a füves területek fákkal és bokrokkal kategóriák esetén tapasztalhattunk 2007-ben, illetve a gyümölcsös ültetvények esetén 2005-ben. Az erdők mindegyik időszakban nagy arányban növelték

1966 és 2020 felszínborításainak kereszttabulációs táblázata
Crosstabulation table of surface cover in 1966 and 2020

	Erdő	Szántó, kert	Füves területek fákkal és bokrokkal	Nyílt vízfelület	Nyílt füves terület	Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	Beépített terület	Gyümölcsös ültetvény
Erdő	48,94%	31,13%	0,37%	1,1%	2,58%	1,22%	14,37%	0,29%
Szántó, kert	7,69%	75,16%	3,34%	0,01%	4,85%	1,92%	5,9%	1,12%
Füves területek fákkal és bokrokkal	42,43%	28,76%	10,81%	0,69%	1,12%	1,76%	14,19%	0,23%
Nyílt vízfelület	6,48%	1,36%	0,83%	82,81%	2,4%	4,51%	1,61%	0%
Nyílt füves terület	17,99%	38,22%	15,45%	0,24%	0,79%	15,07%	11,83%	0,42%
Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	14,57%	6,37%	6,79%	15,18%	7,87%	46,86%	2,36%	0%
Beépített terület	3,43%	13,51%	0,69%	0%	0,67%	0,03%	81,66%	0%
Gyümölcsös ültetvény	9,26%	74,78%	0,64%	0%	0%	0,33%	4,88%	10,12%

foltszámukat. Természetesen fontos megjegyeznünk, hogy 2011-ben és az azt megelőző évben szélsőségesen nagy mennyiségű csapadék hullott a területen, ami erősen befolyásolta az egyes felszínborításokat (Például a nyílt füves területek és a füves területek fákkal és bokrokkal kategória számát nagymértékben gyarapíthatta a csapadékbőség.) Az ezredforduló után a felszínborítás-típusok foltjainak száma folyamatosan növekedett a csapadékos 2011-es éven kívül is (3. ábra).

3. ábra Az egyes felszínborítás-foltok számának változása a vizsgált időszakban
Figure 3 Changes in the number of individual surface cover patches over the period

Az egyes felszínborítástípus-poligonokat átlagos területük alapján három csoportra oszthattuk. Az elsőt a teljes időszakban alacsony átlag jellemezte (erdő; füves területek fákkal és bokrokkal; nyílt füves területek), a második esetén átlagos területük csökkent az időszak végére (szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület; beépített terület; gyümölcsös ültetvény), míg a harmadikat csökkenő, de továbbra is magas átlag jellemzi (szántó, kert; nyílt vízfelület) (4. táblázat). A területek szórása megmutatja számunkra, hogy mennyire különböznek az ugyanazon osztályba tartozó foltok területei az adott kategória átlagától. Viszonylagosan alacsony szórás jellemzi az erdő; füves területek fákkal és bokrokkal; nyílt füves területek; gyümölcsös ültetvény kategóriák felét. A szárazföldi mocsarak és a sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület osztály a teljes időszakban közepes szórással jellemezhető, míg a beépített terület és a szántó, kert kategóriák magas szórása az időszak végére közepes szintre csökken.

4. táblázat – Table 4

Az egyes felszínborítások foltjai területének átlagai (m²)
Averages of the area of patches of each surface cover (m²)

	1966	2000	2005	2007	2011
Erdő	1 842	8 814	4 555	3 318	2 965
Szántó, kert	41 720	64 122	42 113	51 724	31 952
Füves területek fákkal és bokrokkal	2 380	6 433	4 532	5 900	3 363
Nyílt vízfelület	77 966	122 735	116 085	120 898	87 241
Nyílt füves terület	6 860	4 068	4 233	2 138	1 751
Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	16 781	36 699	15 812	10 450	12 767
Beépített terület	25 450	45 345	33 062	19 598	8 582
Gyümölcsös ültetvény	49 270	2 514	7 811	7 878	6 167

A nyílt vízfelületek a teljes időszakban magas szórással rendelkeztek (5. táblázat). A legtöbb felszínborítás kerületére a területére vonatkozóan jellemző trendek érvényesülnek. A nyílt füves terület és a beépített terület osztályok kerülete a területükhöz képest magasabb, míg a kert, szántó osztály esetén alacsonyabb.

5. táblázat – Table 5

Az egyes felszínborítások foltjai területének szórása (m²)
Area scatter of each surface cover's patches (m²)

	1966	2000	2005	2007	2011
Erdő	3 701	15 024	10 757	9 127	8 560
Szántó, kert	127 650	94 939	87 111	103 702	64 722
Füves területek fákkal és bokrokkal	3 108	12 175	13 053	13 017	9 758
Nyílt vízfelület	120 677	164 626	141 246	149 661	140 101
Nyílt füves terület	21 949	4 881	7 776	3 630	4 719
Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	32 606	54 450	44 500	34 417	34 487
Beépített terület	89 931	137 107	116 282	86 356	47 969
Gyümölcsös ültetvény	20 172	1 723	11 320	11 865	10 047

Összefoglalás

A vizsgált terület felszínborításáról összességében megállapíthatjuk, hogy az elmúlt évtizedekben végbementek benne olyan változások, amelyek elősegíthetik az állóvíz fennmaradását, környezete ökológiai sokszínűségének növekedését, valamint csökkenthetik a terhelését. Ezek között kell megemlítenünk az erdőterületek majdnem háromszoros növekedését, illetve a szántók és kertek kiterjedésének közel 10%-os csökkenését (6. táblázat). A partok mentén szélesedő zöldfolyosók az élőlények számára több kilométer hosszan nyújthatnak zavartalan közlekedési sávot az országhatár irányából a belső területek felé. A fás szárú növényzet arányának növekedése klimatikus, vízháztartási, ökológiai és környezetvédelmi szempontokból is előnyösebb a tó közvetlen környezete számára a területveszteség nagyját viselő szántókkal ellentétben.

6. táblázat – Table 6

Az egyes felszínborítási kategóriák területének nagysága a 1966-os bázisévhez képest, %
The area of each land cover category compared to the 1966 base year (%)

	1966	2000	2005	2007	2011	2020
Erdő	100	214	243	243	260	275
Szántó, kert	100	92	89	90	82	90
Füves területek fákkal és bokrokkal	100	172	184	201	197	114
Nyílt vízfelület	100	105	99	103	112	103
Nyílt füves terület	100	59	81	47	83	60
Szárazföldi mocsarak és sűrű vízi, vízparti növényzettel borított terület	100	126	109	114	157	85
Beépített terület	100	127	117	126	111	153
Gyümölcsös ültetvény	100	6	20	20	22	26

Természetesen a tó vizének részletes vízkémiai elemzése nélkül nem vonhatunk le végleges következtetéseket azzal kapcsolatban, hogy a beépített területek és a szántók nagy aránya miatt a tavat éri-e akkora szervesanyag-, nitrát-, és foszforterhelés, ami hosszú távon a tó feltöltődését eredményező folyamatokat erősítené. Az előbbieket figyelembe véve viszont megállapíthatjuk, hogy szükséges a Karcsa-tó figyelmes kezelése, illetve védelme. Ezek nélkül az egyes felszínborítású területek jelentős aránya miatt a felőlük érkező terhelések elősegíthetik a nyílt víztükör csökkenését, a vízi növényzet elburjánzását és a vízminőség romlását.

A felszínborítás-típusok foltszáma az ezredfordulót követően fokozatosan emelkedik, az ami jelentős mértékben elősegítheti a tóba történő hordalékszállítást, mivel ezt a folyamatot a nagyszámú kisebb és többféle folt sokkal kevésbé képes mérsékelni, mint a kevesebb, de nagyobb és homogénebb területek (SZILASSI P. et al. 2006).

A mintaterületen szélsőségesen magas csapadékmennyiség hatására megnövekedhet a fűvel és bokrokkal borított területfoltok száma. Habár az erdővel borított területek foltjainak száma folyamatosan nőtt a vizsgált időszakban, ennek ellenére a legtöbbjük viszonylag kis területű. A nagy- táblás szántóföldek és az időszak során szintén növekvő beépített területek ezért a kisebb foltokra jelentős zavaró hatást gyakorolhatnak, ugyancsak magas lehet a zavarás értéke az átlagosan nagy kerületű, de rendszerint kis területű nyílt füves területek esetén is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk az „EFOP-3.9.2-16-2017-00016 Humán kapacitások fejlesztése a Bodrogtóközben” c. téma támogatásáért.

NAGY BÁLINT

DE Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen
nagy.balint@science.unideb.hu

KWANELE PHINZI

DE Földtudományok Doktori Iskola, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
Debrecen
phinzi.kwanele@science.unideb.hu

IRODALOM

- AGHAKOUCHAK, A. – NOROUZI, H. – MADANI, K. – MIRCHI, A. – AZARDERAKHSH, M. – NAZEMI, A. – NASROLLAHI, N. – FARAHMAND, A. – MEHRAN, A. – HASANZADEH, E. 2015: Aral Sea syndrome desiccates Lake Urmia: Call for action. – *Journal of Great Lakes Research* 41. 1. pp. 307–311.
- ARBUCKLE, K. E. – DOWNING, J. A. 2001: The Influence of Watershed Land Use on Lake N:P in a Predominantly Agricultural Landscape. – *Limnology and Oceanography* 46. 4. pp. 970–975.
- BORSY Z. 1953: A Bodrogtóköz felszínének kialakulása. – *Földrajzi Értesítő* 2. 3. pp. 409–419.
- BORSY Z. – FÉLEGYHÁZI E. 1982: A vízhálózat alakulása az Alföld északi részében a pleisztocén végétől napjainkig. – *Szabolcs-Szatmári Szemle* 17. 3. pp. 23–32.
- BORSY Z. – FÉLEGYHÁZI E. – LÓKI J. 1988: A Bodrogtóköz természetföldrajzi viszonyai. – In: FEHÉR A. (szerk.): *Bodrogtóköz. Ember-Táj-Mezőgazdaság*. MTA Miskolci Akadémiai Bizottsága, Miskolc. pp. 1–92.
- BORSY Z. – FÉLEGYHÁZI E. – CSONGOR É. 1989: A Bodrogtóköz kialakulása és vízhálózatának változásai. – In: SIMON I. (szerk.): *Alföldi Tanulmányok*. MTA Regionális Kutatások Központja Alföldi Kutatócsoport, Békéscsaba. pp. 65–81.
- BOROVSKY S. (szerk.) 1905: Zemplén vármegye és Sátoraljaújhely r.t. város. – *Magyarország vármegyéi és városai*. pp. 209–220.
- BÜTTNER, G. – MAUCHA, G. – BÍRÓ, M. – KOSZTRA, B. – PATAKI, R. – PETRIK, O. 2004: National land cover database at scale 1:50 000 in Hungary. – *EARSeL eProceedings* 3. pp. 323–330.
- CEGIELSKA, K. – NOSZCZYK, T. – KUKULSKA, A. – SZYLAR, M. – HERNIK, J. – DIXON-GOUGH, R. – JOMBACH, S. – VALÁNSZKI, I. – FILEPNÉ KOVÁCS, K. 2018: Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland. – *Land Use Policy* 78. pp. 1–18.
- COHEN, J. 1960: A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. – *Educational and Psychological Measurement* 20. 1. pp. 37–46.
- Copernicus honlapja – Corine Land Cover: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (Utolsó megtekintés ideje: 2022.08.25.)
- Copernicus honlapja – Riparian Zones: <https://land.copernicus.eu/local/riparian-zones> (Utolsó megtekintés ideje: 2022.08.25.)
- CSONGOR É. – FÉLEGYHÁZI E. – SZABÓ I. 1982: A Karcsa-ér medrének vizsgálata pollenanalitikai és radiokarbon módszerrel. – *Acta Geographica Debrecina* 20. pp. 51–81.
- CSORBA P. 2021: *Magyarország kistájai*. – Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány, Debrecen. pp. 100–101.
- DAWIDEK, J. – FERENCZ, B. 2014: Water balance of selected floodplain lake basins in the Middle Bug River valley. – *Hidrology and Earth System Sciences* 18. pp. 1457–1465.
- DÉPRET, T. – RIQUIER, J. – PIÉGAY, H. 2017: Evolution of abandoned channels: Insights on controlling factors in a multi-pressure river system. – *Geomorphology* 294. pp. 99–118.
- DEVITO, K. – CREED, I. – GAN, T. – MENDOZA, C. – PETRONE, R. – SILINS, U. – SMERDON, B. 2005: A framework for broad-scale classification of hydrologic response units on the Boreal Plain: is topography the last thing to consider? – *Hydrological Processes* 19. pp. 1705–1714.

- DUNKEL Z. – BOZÓ L. – GERESDI I. 2018: Az éghajlatváltozás hatására fellépő környezeti változások és természeti veszélyek. – Földrajzi Közlemények 142. 4. pp. 261–271.
- ERDEI, T. – BOROMISZA, Z. – DOMOKOS, E. 2022: Land use changes of the riparian landscape in Hungary between 1990 and 2018. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 16. 1. pp. 82–95.
- FOLEY, J. A. et al. 2005: Global Consequences of Land Use. – *Science* 309. pp. 570–574.
- GYENESE T. – ZILINSZKY A. – ALBERT G. 2019: A balatoni nádasok pusztulása és regenerációja a mederdinamika függvényében. – Földrajzi Közlemények 143. 3. pp. 197–209.
- KADIZA, D. – DIOUF, A. – SADDI, A.-S. – YAKUBU, I. B. 2019: Landuse/landcover change process in a tropical semi-arid zone: case of two rural communes (Chadakori and Saé-Saboua) in Maradi region, Republic of Niger. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 13. 1. pp. 1–12.
- KERTÉSZ, Á. – NAGY, L. A. – BALÁZS, B. 2019: Effect of land use change on ecosystem services in Lake Balaton Catchment. – *Land Use Policy* 80. pp. 430–438.
- KERÉNYI A. 2008: Éghajlatváltozás: múlt, jelen, jövő. – Földrajzi Közlemények 132. 4. pp. 419–429.
- KISS, T. – SÁNDOR, A. 2009: Land use changes and their effect on floodplain aggradation along the Middle-Tisza River, Hungary. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 3. 1. pp. 1–10.
- KISS, T. – SIPOS, GY. 2015: Mártély Lake: An Oxbow of the Lower Tisza River. – In: LÓCZY D. (szerk.): *Landscape and landforms of Hungary. World Geomorphological Landscapes*. Springer, Cham. pp. 271–277.
- LÓCZY D. – KISS T. 2008: Ártérfeljődés és holtágfeltöltődés sebességének vizsgálata. – In: KISS T. – MEZŐSI G. (szerk.): *Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. Földrajzi Tanulmányok II.* SZEK Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged. pp. 43–54.
- MAILÁTH J. 1896: A Bodrogi Tiszaszabályozó Társulat Monográfiája 1846–1896. – Légrády Testvérek, Budapest.
- McKINNEY, W. 2010: Data Structures for Statistical Computing in Python. – *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*. pp. 51–56.
- MICKLIN, P. 2007: The Aral Sea Disaster. – *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 35. pp. 47–72.
- MOLNÁR ZS. 2013: Az Alsó-Tisza-völgyi holtágak tájvizsgálata és tájrehabilitációs elvei. Doktori (PhD-) értekezés. – Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola, Budapest.
- NÉMETH G. – LÓCZY D. – GYENIZSE P. 2022: Az Alsó-Dráva-ártér földhasználati és tájmintázati változásai a 19. század közepétől napjainkig. – Földrajzi Közlemények 146. 2. pp. 93–114.
- NIELSEN, A. – TROLLE, D. – SØNDERGAARD, M. – LAURIDSEN, T. L. – BJERRING, R. – OLESEN, J. E. – JEPPESEN, E. 2012: Watershed land use effects on lake water quality in Denmark. – *Ecological Applications* 22. 4. pp. 1187–1200.
- NOVÁK T. J. – BALOGH SZ. – INCZE J. 2019: Az antropogén hatások mértékének térbeli különbségei és változásai hazai tájakon felszínborítási és talajdiagnosztikai adatok alapján. – Földrajzi Közlemények 143. 4. pp. 285–307.
- PÁLFAI I. (szerk.) 2001: Magyarország holtágai. – Közlekedési és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
- PEDREGOSA, F. et al. 2011: Scikit-learn: Machine Learning in Python. – *Journal of Machine Learning Research* 12. pp. 2825–2830.
- Planet Team 2017: Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth. – San Francisco, CA.
- Redlands C.E.S.R.I. 2011: ArcGIS Desktop: Release 10.
- SINGH, S. K. – MUSTAK, S. – SRIVASTAVA, P. K. – SZABÓ, SZ. – ISLAM, T. 2015: Predicting Spatial and Decadal LULC Changes Through Cellular Automata Markov Chain Models Using Earth Observation Datasets and Geo-information. *Environmental Processes* 2. pp. 61–78.
- SORANNO, P. A. – CHERUVELL, K. S. – WAGNER, T. – WEBSTER, K. E. – BREMIGAN, M. T. 2015: Effects of Land Use on Lake Nutrients: The Importance of Scale, Hydrologic Connectivity, and Region. – *PLoS ONE* 10. 8. e0135454.
- SZABÓ, G. 2003: Agro-environmental protection and prospects of the Hungarian agriculture on the threshold of the EU-accession. – In: CSORBA, P. (szerk.): *Landscape under the European transformation*. University of Debrecen, Debrecen. pp. 103–116.
- SZABÓ, SZ. – BERTALAN, L. – KERÉKES, Á. – NOVÁK J. T. 2015: Possibilities of land use change analysis in a mountainous rural area: a methodological approach. – *International Journal of Geographical Information Science* 30. 4. pp. 708–726.
- 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. pp. 96–108.
- TIMÁR, G. – MOLNÁR, G. – SZÉKELY, B. – BISZAK, S. – VARGA, J. – JANKÓ, A. 2006: Digitized maps of the Habsburg Empire – The map sheets of the second military survey and their georeferenced version. – Arcanum, Budapest.
- TRENKÓ GY. 1909: A Bodrogi vízrajzához. – Földrajzi Közlemények 37. pp. 295–317.
- TURK G. – BALÁZS B. – HARANGI S. – FEHÉRNÉ BARANYAI E. – GYULAI I. – SZABÓ SZ. 2014: A vízminőség vizsgálata egy Felső-Tisza menti holtmedren. – *Hidrológiai Közöny* 94. 2. pp. 41–46.

- VASS, R.–TÜRI, Z. 2021: Studying floodplain roughness in an Upper Tisza study area. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 15. 1. pp. 85–90.
- WILLIAMSON, C. E.–DODDS, W.–KRATZ, T. K.–PALMER, M. A. 2008: Lakes and streams as sentinels of environmental change in terrestrial and atmospheric processes. – *Frontiers in Ecology and the Environment* 6. 5. pp. 247–254.
- WREN, D. G.–DAVIDSON, G. R.–WALKER, W. G.–GALICKI, S. J. 2008: The evolution of an oxbow lake in the Mississippi alluvial floodplain. – *Journal of Soil and Water Conservation* 63. 3. pp. 129–135.
- XIE, C.–HUANG, X.–MU, H.–YIN, W. 2017: Impacts of Land-Use Changes on the Lakes across the Yangtze Floodplain in China. – *Environmental Science & Technology* 51. 7. pp. 3669–3677.