

SZAKDOLGOZAT

Botár Márta

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

természetvédelmi mérnöki alapképzési szak

Az Olt revitalizációs vizsgálatának tájökölógiai megközelítése a folyó csíki-medencei szakaszán

Belső konzulens: Dr. Grónás Viktor Péter
egyetemi docens
Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék

Külső konzulens: Dr. Bakó Gábor
ügyvezető, tudományos igazgató, távérzékelési
szakember, mérnök

Készítette: Botár Márta

Gödöllő

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések.....	4
2. Szakirodalmi áttekintés.....	6
2.1. Az emberi tevékenység környezetalakító hatásai.....	6
2.1.1. Szárazföldi vizes élőhelyek főbb változásai.....	6
2.1.2. Folyóvizek főbb változásai.....	7
2.2. A vizes élőhelyek védelmének jelentősége.....	8
2.3. Nemzetközi megoldások a folyószabályozás és vízrendezés okozta problémákra.....	10
3. Anyag és módszer.....	13
3.1. Kutatási módszer és felhasznált adatbázisok.....	13
3.1.1. Térinformatikai felmérések.....	13
3.1.2. Mintaterületek kiválasztása, UAV felmérés és élőhelytérkép-készítés.....	16
3.2. Vizsgálati terület bemutatása.....	17
3.2.1. Az Olt és a Csíki-medence természetföldrajzi bemutatása.....	17
3.2.2. Az Olt szabályozása, az ártér vízrendezése.....	19
3.2.3. Az Olt és az ártér vízrendezésének hatása az ökoszisztémákra.....	21
3.2.4. A Csíki-medence védett és Natura 2000-es területei és természeti értékei.....	23
4. Eredmények és értékelésük.....	25
4.1. Vizsgálati terület lehatárolása.....	25
4.2. Az Olt medrének és árterének morfológiai és kiterjedésbeli változásai.....	25
4.3. Revitalizációra potenciálisan alkalmas területek.....	26
4.4. Mintaterületek vizsgálata.....	28
5. Következtetések és javaslatok.....	31
6. Összefoglalás.....	34
7. Irodalomjegyzék.....	35
8. Köszönetnyilvánítás.....	41
9. Mellékletek.....	42

1. Bevezetés és célkitűzések

A vizes élőhelyek számos olyan ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtanak, amelyek a klímaváltozással, aszályokkal és egyéb természeti problémákkal küzdő 21. században különösen fontosak: édesvízforrás, árvíz- és klímaszabályozás, szénmegkötés, szűrés és tisztítás (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Az elmúlt évszázadokban mégis töredékére csökkentek a vízi és vizes élőhelyek. Erre adott válaszként a 2024-ben elfogadott természet-helyreállítási rendeletben az Európai Unió 2030-ig *“a felesleges akadályok eltávolítása, valamint az árterületek és lápok rehabilitációja révén”* 25.000 km-nyi szabályozatlan folyóvíz helyreállítását tűzte ki célul (EU 2024/1991 rendelete). Ahogy a rendeletről szóló szakpolitikai összefoglalóban szerepel, *“a vízgyűjtő területeken ki kell jelölni a vízmegtartásra és a víz elszivárgására legalkalmasabb helyszíneket”* (Halassy, 2024).

Az Olt folyó jelentős vízrendezésen esett át a 20. század második felében a Csíki-medencében: medrét több helyen kiegyenesítették, árterét lecsapolták. Ezáltal ökoszisztéma-szolgáltatásainak minőségében jelentős visszaesés következett be, ami természetvédelmi problémákat is okozott: a folyó öntisztulásának mértéke lecsökkent, a talaj vízháztartása felborult és növekvő vízhiányhoz vezetett, számos glaciális reliktumfaj fennmaradása veszélybe került a vizes életterek megszűnése vagy degradálódása által (Kerekes, 2010).

A Csíki-medence az otthonom, ezért szeretnék hozzájárulni értékeinek feltárásához és védelméhez. Emiatt fontos számomra az Olt, a vizes élőhelyek, a hozzájuk kötődő élővilág, gazdálkodási módok és hagyományok minden szereplője. Ebből az indíttatásból született a dolgozat témája. Az Olt és ártere, bár drasztikus emberi behatások érték, aminek következtében az ökoszisztémák számos eleme sérült, sok értéket megőrzött faji, élőhelyi és táji szinten. Ezek természetvédelmi és kulturális szempontból is kiemelkedőek, de napjainkban is hanyatló tendenciát mutatnak. Jelentőségük miatt Románia és az EU figyelmét is kiérdemelték, országosan védett és Natura 2000-es területeket hoztak létre a védelmükre. Megőrzésük további céltudatos emberi beavatkozást igényel, természetvédelmi kezelés nélkül rövid időn belül teljesen eltűnnének.

Jelen kutatásban az előntésre és vízvisszatartásra potenciálisan alkalmas területek kijelölését végeztem el az Olt vízgyűjtőjének csíki-medencei szakaszán, a folyó és árterének revitalizációja céljából. A kitűzött céloom elérése érdekében feldolgoztam a nemzetközi és hazai releváns szakirodalmat, feldolgoztam és értékeltem a történeti, szabályozás előtti állapotokat és a jelenkori földhasználatot bemutató térképi adatbázisokat, kijelöltem az előntésre és vízvisszatartásra potenciálisan alkalmas területeket, lehatároltam és részletes terepi felmérést

végeztem két mintaterületen, következtetéseket és javaslatokat fogalmaztam meg. A vizsgálat során három kérdésre kerestem a választ. Milyen mértékben változott meg az Olt medrének morfológiája és árterének kiterjedése a folyószabályozás során? Melyek azok a területek, amelyeken tájökológiai szempontból javasolt az eredetihez hasonló ártéri környezet helyreállítása, és ezeken milyen módon lehetséges a revitalizáció? A kiválasztott mintaterületeken milyen, az eredetihez hasonló vizes élőhelyet lehetne helyreállítani?

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Az emberi tevékenység környezetalakító hatásai

2.1.1. Szárazföldi vizes élőhelyek főbb változásai

Az ember a történelem során először a könnyebben hozzáférhető területeken telepedett meg, így alakultak át először a gyepeink és erdőink művelt területté, elveszítve természetes állapotukat. Amikor az emberi populáció és az igények növekedése miatt az élelmiszerszükséglet is megnőtt, következtek a nehezebben elérhető és megművelhető régiók, mint a vizes élőhelyek, magasan fekvő vagy meredek lejtésű területek. A lecsapolások sora már a római korban elkezdődött. Egyes kutatók szerint a Murakeresztúrnál a Drávába ömlő, szinte 50 km hosszú Principális-csatornát a völgy mocsarainak lecsapolására építették Galerius császár (293-311) idejében (Ihrig, 1973). Szép lassan ezeken is az ember vált uralkodóvá, visszafordíthatatlanul megváltoztatva a táj arculatát.

E folyamat hatására a vizes élőhelyek megszűnése napjainkra ijesztő méreteket öltött (Mitsch & Gosselink, 1993). 1970 és 2015 között a szárazföldi és tengerparti vizes élőhelyek területe is 35%-kal csökkent, ez az erdőpusztulás nagyságának háromszorosa (FAO, 2016). Ezzel szemben, ebben a periódusban megduplázódott a mesterséges vizes élőhelyek (rizsföldek, víztározók) területe, ma ezek teszik ki az összes vizes élőhely 12%-át (Davidson & Finlayson, 2018).

A vizes élőhelyek pusztulása magával hozta az ökológiai folyamatok, növény- és állatpopulációk változásait is. A mocsarak és lápok, amelyek hatalmas mennyiségű szén-tárolnak (Mitsch et al., 2013), szén-dioxid-kibocsátóvá válhatnak, amint elkezdenek kiszáradni vagy felolvadni a permafroszt zónában. Ezáltal pozitív visszacsatolást idéznek elő, a klímaváltozás mérséklése helyett előmozdítják azt (Mitsch, 2016). Veszélybe kerültek az olyan ökoszisztéma-szolgáltatások, mint az ivóvíz, a hidrológiai rendszerek egyensúlya, a beporzás és a katasztrófaveszély csökkentése. 1970 óta az édesvízi taxonok 81%-a csökkenő tendenciát mutat (WWF, 2016). A világon élő ≈ 19.500 , vizes élőhelyekhez kötődő faj 25%-át kihalás veszélyezteteti az IUCN Vörös Listája szerint (Ramsar Convention on Wetlands, 2018). Az Red List Index alapján a legnagyobb veszélyben a kételtűek vannak, de a többi vizes élőhelyekhez kötődő taxon (édesvízi hüllők, kételtűek, puhatestűek, rákok, megafauna tagjai) populációi is hanyatlanak (Butchart et al., 2007).

Románia, közép-európai szomszédaihoz viszonyítva, lápokban szegény ország. Eredetileg területének 0,03%-át borították lápok (Pop, 1960), amely napjainkra 0,01 %-ra

csökkent (Kerekes, 2010). Vizes élőhelyek az ország felszínének 1,59%-át ($\approx 3800 \text{ km}^2$) teszik ki (Ciobotaru et al., 2016), és a lápterületek 38%-án már nem a természetes vizes élőhelyi művelési ág a meghatározó (Ciobotaru et al., 2016). A mesterséges vízfelületek jelentős része is eltűnt: a Mezőség egykor kiterjedt „halastóvilága” mára csupán néhány halastóra és „tósrét”-maradványra korlátozódik (Jakab, 2010).

A változások fő okozója az emberi tevékenység. A *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) szerint a vízi és vizes élőhelyek degradációjának legfontosabb antropogén hajtóerői a gátépítés, folyószabályozás, mezőgazdasági terjeszkedés és művelésiág-váltás, öntözőrendszerek és infrastrukturális elemek létesítése, hidrológiai rendszerek módosítása, szennyezés, erdőirtás, inváziós fajok megjelenése, valamint a vízi fauna túlhasználata.

2.1.2. Folyóvizek főbb változásai

A folyóvizek geomorfológiai változásait a holocén előtt főként természetes, klimatikus tényezők váltották ki (Hoffmann et al., 2008). A neolitikum idején végbemenő mezőgazdasági fejlődés és erdőirtás fordulópontot jelentett (Dotterweich, 2008), a megnövekedett földhasználat először feliszapolódást eredményezett, megváltoztatva a medrek morfológiáját (Brown, 2018). Majd következtek a vízimalom-csatornák, tavak, védő- és duzzasztógáták kiépítése, különböző hidraulikai és műszaki beavatkozások, a folyók kiegyenesítése (Kaiser et al., 2018). A valóban jelentős folyószabályozások azonban csak az ipari forradalomtól kezdődtek, a technológiai fejlődés vívmányait kihasználva (Wolf et al., 2021).

A Kárpát-medencében a vizes élőhelyekkel párhuzamosan a folyóvizek mesterséges szabályozása is századokkal ezelőtt elkezdődött. Már Széchenyi és Vásárhelyi tervei előtt, az osztrák birodalom idején, 1728-ban átvágták a Béga folyó kanyarulatait, létrehozva 70 km hajózható csatornát, és (az ezzel együtt járó vízrendezések eredményeként) a Kárpát-medence egyik legkiemelkedőbb mezőgazdasági területét (Alföldi, 1998; Alföldi, 2002). Ezután következett a Kárpát-medence két legnagyobb folyója: 1770-ben a sárközi Duna-szakasz szabályozásának határozata, majd a Tisza-völgy vízrendezési célú felmérése (Alföldi, 2005). 1802-re megépült a Dunát és Tiszát összekötő Ferenc-csatorna, 1834-ben kirobbantották a vaskapui zátonyokat, így az Al-Dunán is lehetővé vált a hajózás (Alföldi, 2005). Ebben az időszakban (1845 környékén) még szakmai vita folyt a folyószabályozás céljáról: mi a fontosabb, a vízi közlekedés fejlesztése vagy új mezőgazdasági területek nyeresége? Végül

mindkettőre sor került. A Tisza szabályozását 1846-ban kezdték el, és 1905-ben fejezték be, legalábbis első lépésben (Alföldi, 2005).

Romániában a folyók szabályozásának fő célja új szántóterületek létrehozása és az árvízvédelem volt. A Dunán végrehajtott beavatkozások a leglátványosabbak, de ugyanezek a folyamatok zajlottak kisebb nagyságrendben a többi folyó esetében is. A romániai Duna-szakaszon végzett első beavatkozást 1895-ben végezték, 476 ha-on (Turtureanu et al., 2017). A kommunista időszak során összesen 64 kanyart vágtak át a Dunán, visszafordíthatatlan károkat okozva (Turtureanu et al., 2017). Az 1950-es évektől jelentőssé vált a víztározó tavak építése is, főként a vízigényes iparágak és mezőgazdasági kultúrák szükségleteinek biztosítása céljából (Turtureanu et al., 2017).

2.2. A vizes élőhelyek védelmének jelentősége

A természetvédelmi és ökológiai szempontok mellett számos más, szociológiai és gazdasági érv is indokolja a vizes élőhelyek védelmét.

Az első a klímaváltozás mérséklése. Habár a vizes élőhelyek természetes metán-kibocsátásuk által kis mértékben hozzájárulnak az üvegházhatás kialakulásához, redukív viszonyaik miatt CO₂ tározóként és elnyelőként működnek (Mitsch et al., 2013). A kutatások azt bizonyítják, hogy a vizes élőhelyek metánkibocsátása 300 éves időintervallumban nézve eltörpül a széntározó képességük mellett. A világ vizes élőhelyei, bár csak a szárazföldi tájak 5-8%-át teszik ki, évi nettó 830 Tg szenet nyelnek el (Mitsch et al., 2013). De az arány a kibocsátás és elnyelés között a vizes élőhelyek állapotától függ - a földrajzi pozíciójuk után, hiszen a trópusi és szubtrópusi vizes élőhelyek alapvetően nagyságrendekkel több szenet képesek tárolni, mint az északabra fekvő tőzeglápok (Mitsch, 2016). Ha a jelenlegi degradációs röppálya folytatódik, 2021 és 2100 között a vizes élőhelyek 408 gigatonna CO₂-nak megfelelő mennyiségű üvegházhatású gázt fognak kibocsátani. De ha ezek a területek megfelelően nedves állapotba kerülnek, a CH₄ és N₂O kibocsátásuk annyira lecsökken, hogy a CO₂-felvételük teljes mértékben kompenzálja azt (Zou et al., 2022). Ez is az emberi döntések és tevékenységek hatalmas felelősségét jelzi.

A globális perspektíva mellett a vízi és vizes élőhelyek lokális szinten is mérséklik a klímaváltozás hatásait. Párologtatásuk által folyamatosan hőt vonnak el a környezetükből, ezáltal hűvös mikroklímát alakítanak ki (Hesslerová et al., 2019). Ez a sajátosságuk nem csak a hidegkedvelő lápi és mocsári fajok fennmaradását teszi lehetővé, de egy település közelében

akár a városi hősziget effektust is csökkenthetik, élhetőbbé téve közvetlen környezetüket (Wenguang et al., 2020).

Az utóbbi évtizedekben előtérbe került a vizes élőhelyek szabályozó ökoszisztéma-szolgáltatásai közül a szűrés/tisztítás. A vizes élőhelyeket a “táj veséjének” is szokták nevezni (Mitsch & Gosselink, 1993), hiszen a vízi növények abszorbeálják a táp- és toxinanyagokat. Ezáltal ezek az élőhelyek a szennyvízkezelésben is jelentős szerepet játszhatnak (Brij, 1999). A makrofiták szennyvízkezelésben való felhasználására vonatkozó első kísérleteket Németországban kezdte el Käthe Seidel az 1950-es években (Vymazal, 2010). Azóta számos tanulmány (például Brix, 1994; Vymazal, 2010) bizonyítja, hogy a mesterségesen kialakított, őshonos növényeket (például nád, széleslevelű gyékény) alkalmazó vizes élőhelyek is hatásos eszközei lehetnek a szennyvíztisztításnak. A mesterségesen kiépített rendszerek nagy előnye, hogy szabályozhatóak, szemben a természetes vizes élőhelyekkel (Lakatos et al., 2016). Más kutatók (mint például Brij, 1999) hangsúlyozzák, hogy emellett továbbra is elsősorban az egykor létezett vizes élőhelyek (főleg folyóárterek, tóparti és tengerparti élőhelyek) helyreállítására kell törekedni, mert ezek a nem pontszerű forrásokból érkező szennyező anyagokat is képesek megszűrni és káros hatásaikat csökkenteni.

Rengeteg különféle technológia létezik e területen. Viszonylag elterjedt a nádágyas módszer, amely megfelelően alkalmazva a jogszabályi előírások által elfogadott minőségűre tisztítja a szennyvizet (Conte et al., 2001). Egy másik lehetőség a gyökérszűrés tisztító rendszer, amelyet Seidel kezdett el fejleszteni. Ez, bár a megszokott biológiai tisztítórendszerekhez képest nagyobb területigényű, nem igényel gépészeti berendezést, elektromos energiát és állandó felügyeletet, tisztítási hatásfoka magas, több lépésben is építhető, könnyen tájba illeszthető, tiszta megoldás, hiszen a kémiai folyamatok a talajszint alatt zajlanak, így a szaghatás sem zavaró (Németh, 2004).

Szintén közvetlen gazdasági és társadalmi hatásokat előidéző komponens a turizmus, amely a vizes élőhelyek egyik fontos ökoszisztéma-szolgáltatása (Ramsar Convention on Wetlands, 2018). Az ökoturizmus fejlődésével egyre népszerűbbek azok a rekreációs tevékenységek, amelyek teljesen vagy részben vízi és vizes élőhelyekhez kötődnek, mint a horgászat, evezés, madarászat, túrázás stb. Ezek a turisztikai lehetőségek különösen a gyéribben lakott, kevésbé iparosodott tájakon járulhatnak hozzá nagymértékben a turizmusfejlesztéshez (Győri et al., 2022).

A turizmus egyik nagy előnye, hogy kibővíti a vizes élőhelyek érintett feleinek körét. Egyrészt a helyi lakosokon túl más társadalmi csoportoknak is érdeke lesz az élőhelyek jó természetességi állapotának megőrzése (vagy javítása), másrészt a helyiek számára is

fontosabbá válik az adott vizes élőhely védelme, hiszen a turizmus bevételi- és munkalehetőséget jelent számukra (Aazami & Shanazi, 2020). Természetesen ez esetben is kényes az egyensúly megtalálása, hiszen a turizmus idegenhonos fajok behurcolását eredményezheti (Anderson et al., 2015), és növeli az élőhelyre gyakorolt emberi nyomást (Ramsar Convention on Wetlands, 2018). Ez figyelhető meg számos magyarországi vizes élőhely (Dinnyés-Fertő, Bodrog-zug, pusztaszeri szikések, stb.) esetében is (Böhm, 2013), de helyes menedzsmenttel a turisták, a helyi lakosok és maga a vizes élőhely és élővilága is profitálhat a turizmus kialakulásából (Bacon, 1987; Khoskham & Marzuki, 2011).

2.3. Nemzetközi megoldások a folyószabályozás és vízrendezés okozta problémákra

A vízi és vizes élőhelyek csökkenése és degradációja nem csak egy országot érintő probléma. Már számos megoldási javaslat és kivitelezett helyreállítás is született az elmúlt évtizedekben, és ezeknek a száma valószínűleg a közeljövőben nagymértékben növekedni fog az EU 2024-es természet-helyreállítási jogszabályának következtében, amelynek 9. cikkének 1. pontja előírja, hogy 2030-ig 25.000 km-nyi szabad vízáramlású folyószakaszt kell visszaállítani (EU 2024/1991 rendelete).

A nagy európai folyók esetében már régóta zajlanak a helyreállításukat célzó projektek, mint például a Rhine Action Program vagy a Danube Green Corridor program (Coops & van Geest, 2007). Amerikai példa az 1997-ben kezdődő Comprehensive Everglades Restoration Project (CERP), ami az egyik legnagyobb ilyen jellegű kezdeményezés, célja a közép- és dél-floridai természetes vízfolyások helyreállítása. Többek között 90 km-en rekonstruálták a Kissimmee folyó egykori, meanderező medrét (Coops & van Geest, 2007).

Folyó-revitalizációban iránymutató a Skjern folyó esete, amely sok tekintetben hasonló az Oltéhoz, bár jóval nagyobb léptékű, hiszen a folyó, amely a Ringkøbing Fjordba ömlik, Dánia legnagyobb medencéjét hozta létre. A Skjern-t is az előző század végén egyenesítették ki, alsó folyását az 1960-as években szabályozták, így árterének nagy része mezőgazdasági területté vált. Helyreállítását 1987-ben kezdeményezték azzal a fontos kikötéssel, hogy az árvízvédelem mértéke nem csökkenhet a projektterületen kívül (Coops & van Geest, 2007).

1999 és 2002 között 19 km-en visszaállították az egykori meandereket, így 26 km-nyi kanyarokkal teli folyószakasz keletkezett. Feltöltötték a kiegyenesített medret, eltávolítottak egy gátat és két szivattyútelepet. A 40 km²-nyi, gáttal körülvett rétekből 22 km²-et

visszanedvesítettek, előntható területeket alakítottak ki sekély mélységű ásással. Egy állandó tavat is létrehozta a folyóvölgy alsóbb részén. A munkálatok befejezése után a rétek nagy részén extenzív legeltetéssel kezdtek el kezelni a területet. A revitalizáció eredményességét vizsgálva úgy találták, hogy rövid távon mindenképp kedvező hatást gyakorolt a biodiverzításra, ami főleg a növényborítás kialakulásában és a makrogerinctelen fauna regenerációjában jelentkezett (Pedersen et al., 2007). A tápanyagterheltség tekintetében szintén pozitív hatásokat figyeltek meg: a befogadó vízrendszerbe érkező N és P arányát $\approx 10\%$ -kal alacsonyabbnak becsülték a helyreállítás után, mint előtte. Ugyanakkor rövid távú negatív hatásokkal is járt: az új mederben az üledék elrendeződése megnehezítette az élőlények alkalmazkodását, még bizonytalan hosszúságú időbe telik, amíg helyreáll az új hidromorfológiai egyensúly (Coops & van Geest, 2007).

A Skjern revitalizációja társadalmi előnyökkel is járt: növekedett a vízminőség és mennyiség, csökkent az árvízveszély, lehetőség nyílt különböző halászati és rekreációs tevékenységekre. A helyreállítás után a társadalomnak nyújtott hasznát évi nettó 30 millió euróra becsülték (Dubgaard et al., 2002), ami azt jelenti, hogy szinte egy év alatt megtérült a rászánt összeg, hiszen a teljes projekt becsült költsége 37,7 millió euró volt.

Ártér-revitalizációra jó példa a Nagykörűn kidolgozott modell, amely szakít az ármentesített Tisza-ártéren alkalmazott ipari mezőgazdaság módszereivel, helyette a hagyományos ártéri vagy fokgazdálkodást vezet be. A koncepció alap gondolata, hogy *“minél teljesebben vissza kell adni a meglévő természetadta szinteknek a természetadta funkcióját, és azt felhasználni jövedelemtermelésre”* (Balogh, 2001). Áradáskor az egykori fokok segítségével a Tisza holtmedreibe vezetik a vizet, ahol megtartják a nyári aszályok idejére a többletvizet. Ezek a víztározók halkeltető és ivadéknevelő tavakként is funkcionálnak, a parti növénytársulások (fűz, gyékény, nád) pedig nemcsak a táj természetességi értékét növelik, hanem biotermékek termelését is lehetővé teszik. Az elárasztott területek a leapadás után tavaszi mezőgazdasági kultúrák termesztésére vagy legeltető állattartásra is lehetőséget nyújtanak. Az ökológiai előnyök mellett a modell szociológiai haszonnal is bír: helyi munka- és ökoturszitikai lehetőségeket biztosít (Balogh, 2001; Kovács & Balogh, n.a.).

Az Alsó-Tisza-vidéken a Víz a tájba! országos vízviszataratási program keretében 2024-2025-ben a Tisza és a Maros vízgyűjtőjének több pontján végeztek beavatkozásokat: vízlevezető csatornákat és vízkivételi pontokat zártak le ideiglenesen, legelőt árasztottak el, vizes élőhelyet alakítottak ki (http12). Ez a program jó példa arra, hogy a már létező, eredetileg lecsapolás céljából épült csatornák hogyan használhatók fel vízviszataratásra, amely ökológiai és gazdasági szempontokból is számos előnnyel jár.

Az EU által elindított MERLIN projekt pedig kifejezetten édesvízi ökoszisztémák helyreállítását tűzte ki zászlajára, már 18 élőhelyen végeztek revitalizációs munkálatokat: lápokon, kisebb folyó- és patak völgyekben, illetve határokon átnyúló folyókon is. Magyarországon a Dunán a Szabadság-szigetet közrefogó mellékágat állították helyre, illetve a már bemutatott nagy körű Tisza-ártér revitalizációját végezték el. Az Olt szempontjából releváns példák a Sorraia (Portugália), az Emscher (Németország) és a Deba (Spanyolország) folyók, illetve a Scheldt (Belgium) és a Lima (Portugália) folyó vízgyűjtőjének revitalizációja ([http9](http://9)). A MERLIN egyik társprojektje a WaterLANDS, amely szintén a Green Deal hatására indult el 2021-ben kifejezetten vizes élőhelyek helyreállítására. A WaterLANDS akcióterületei többek között a bulgáriai Dragoman mocsár, a Yorkshire-i Great North Bog tőzepláp és az észtországi Pärnu vízgyűjtője ([http10](http://10)).

A vizes élőhelyek helyreállítási módszereinek tekintetében a kutatások azt mutatják, hogy a leggyakoribb tevékenységek a partok természetesebbé tétele, az oldalirányú kapcsolatok növelése, élőhelyek építése és a vízszint növelése. Az eredeti morfológiai állapot visszaállításával csak az esetek 6%-ánál foglalkoztak (Coops & van Geest, 2007).

Romániában a vizes élőhelyek védelmével vagy helyreállításával foglalkozó kutatások és projektek nagy százaléka a Dunát és a Duna-deltát célozza (mint például Gómez- Baggethun et al., 2019). A delta Európa egyik legkiterjedtebb és legkiemelkedőbb vizes élőhelye, bioszféra-rezervátum. Itt található a romániai vizes élőhelyek több mint 78%-a (Ciobotaru et al., 2016). 2015-ben a Regionális Fejlesztési és Közigazgatási Minisztérium önálló stratégiát készített a delta megóvására (MDRAP, 2015). A többi vizes élőhelyre és folyóvízre jóval kisebb figyelem jut. Két kutató 14 folyó-helyreállítási projektet vizsgált meg Romániában, ebből nyolcnak az Al-Duna és a delta, háromnak a Prut, egynek a Jijia, egynek az Argeş, egynek pedig a Neajlov volt a célterülete (Ioana-Toroimac & Zaharia, 2016). Az egyéb vizes élőhelyekkel foglalkozó kezdeményezések egyike a RePeat projekt, amelynek célja vizes élőhelyek és tőzeplápok rehabilitációja Románia középső régiójában ([http8](http://8)).

A revitalizációs projektek megvalósítását nehezíti, hogy a romániai társadalom nincs tudatában, milyen előnyökkel jár a természetes állapotok fenntartása vagy visszaállítása. Egy, az ökoszisztéma-szolgáltatások társadalmi fontosságát vizsgáló kutatásban azt találták, hogy a kérdezettek az ökoszisztéma-szolgáltatások 25,5%-át kötötték a természetes víztestekhez, 36,7%-át pedig a jelentősen módosított víztestekhez (Ioana-Toroimac et al., 2018), vagyis a társadalom még mindig úgy gondolja, az emberi hatásra kialakuló víztestek hasznosabbak és támogatandók.

3. Anyag és módszer

3.1. Kutatási módszer és felhasznált adatbázisok

Kutatásom négy lépésből állt. Első lépésben a vizsgálati területet határoztam meg, amely az Olt vízgyűjtőjének csíki-medencei része (melléklet 5. ábra). Ennek határvonalát a *Copernicus Land Monitoring Service* (CLMS) adatbázisából (<http5>) letöltött vízgyűjtő területek poligonjai alapján jelöltem ki.

Második lépésben négy időpontban hasonlítottam össze térképek alapján, térinformatikai módszerekkel az Olt medrének és árterének morfológiai és kiterjedésbeli változásait a vizsgálati területen belül. Harmadik lépésben három szempont alapján kijelöltem a tájökológiai szempontból revitalizációra potenciálisan alkalmas területeket. Negyedik lépésben ezek közül két mintaterületet választottam ki, ahol terepi vizsgálatot is végeztem UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) felmérés alapján. A térinformatikai műveletekhez a QGIS szoftver 3.34 'Prizren' és 3.40 'Bratislava' verzióját használtam.

3.1.1. Térinformatikai felmérések

A meder és ártér időbeli változásainak összehasonlítására és a további térinformatikai analízishez négy archív térképet és hét digitális fedvényt használtam fel. Ezek legfontosabb adatait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A felhasznált térképek legfontosabb jellemzői
(Forrás: saját szerkesztés Kovács, 2002; Koszta, 2024; ABA Olt, 2016; CLMS, 2025 alapján)

Térkép	Vizsgált adat	Keletkezés éve	Méretarány, felbontás	Vetületi rendszer	Forrás
Első katonai felmérés	meder és ártér	1769-1773	1:28.800	Cassini-vetület	Hadtörténeti Térképtár
Harmadik katonai felmérés	meder és ártér	1869-1873	1:28.800	maros-vásárhelyi rendszer	Hadtörténeti Térképtár
Magyarország katonai felmérése	meder és ártér	1941	1:50.000	Gauss-Krüger	Hadtörténeti Térképtár
Direcția Topografică Militară	meder és ártér (szemléltetés céljából)	1983	1:25.000	Stereo 70	MAN (Ministerul Apărării Naționale)

<i>TopRO50</i>	meder és vízfolyások	2007	1:50.000	EPSG:3844	ANCPI (Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară) (http16)
<i>Water and Wetness Status 2018</i>	vizes élőhelyek	2018	10 m	EPSG:3035	CLMS (http6)
magas árvíz-kockázatu zónák	könnyen elönthető területek	2011-2014	1 m	Stereo 70	ANAR (Administrația Națională Apele Române)
<i>CLCplus Backbone 2023</i>	felszínborítás	2023	10 m	EPSG:3035	CLMS (http7), WEKEO (http13)
digitális domborzat-modell (DEM)	domborzat	2000	30 m	EPSG:4326	SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) (http2)
lecsapoló-csatornák térképe	csatorna-hálózat	2022-2023	nincs adat	Stereo 70	ANIF (Agenția Națională de Îmbunătățiri Funciare)
UAV felmérés	élőhelyfoltok	2024	3,5 cm	EPSG:4326	saját drónfelvétel

Az egykori, érintetlen Olt-medret és az ártér területét az első katonai felmérés alapján rajzoltam meg. Ezen tisztán kirajzolódnak a jelentős vízhatás alatt álló mocsaras területek az Olt és fontosabb mellékvízfolyásai, például a Fiság mentén is. Ez a térkép topográfiailag pontatlan és nem elég részletes, mivel még nem volt szabályos geodéziai alapja, így nem tekinthetők szabványosan vetítetteknek (Timár et al., 2004). Ennek ellenére topológiailag ez is megfelel a kutatásom szempontjainak, mivel ábrázolja az Olt akkori medrét és az ártér megközelítőleges kiterjedését. A harmadik katonai felmérés és az 1941-es térkép is jól jelöli a vízhatás alatt álló területeket, és az Olt medre is szépen követhető, így ezek méretei könnyen számszerűsíthetőek voltak.

A jelenkori állapotok meghatározásához a *Water and Wetness Status 2018* raszteres állomány ([http6](http://6)) szolgáltatja az alapot. Ez a réteg 5 kategóriába sorolja a földfelszín: állandóan vízborított (1), időszakosan vízborított (2), állandóan nedves (3), időszakosan nedves (4), száraz (0). A mai vizes élőhelyek kiterjedésének lehatárolásához az időszakos vízborított és állandóan nedvesként jelölt felületeket adtam össze.

Mind a négy időpontban három paramétert vizsgáltam, amelyek a folyót és ártérét módosító antropogén beavatkozások mértékét jelzik: folyó hossza, kanyarulatok száma, ártér kiterjedése.

A vizsgálat harmadik lépésében térinformatikai módszerekkel, boolean eljárással meghatároztam a Csíki-medence revitalizációra potenciálisan alkalmas területeit. Azokat a foltokat kerestem, amelyeket mindhárom archív térkép (az 1773, 1873 és 1941-es is) ártérként ábrázol, jelenleg időszakosan vízborítottak, vagy állandóan nedvesek, vagy időszakosan nedvesek, és magas árvíz kockázatúak.

Az első szempont garantálja, hogy a revitalizáció eredménye a táj történetében egykor létező állapot helyreállítása legyen. A második kritérium azokat a területeket jelöli ki, amelyek még részben megőrizték vizesélőhely-jellegüket. A harmadik szűkítési fok a gazdasági szempont. A magas árvíz kockázatú területek már most is, minden beavatkozás nélkül, elhelyezkedésükből és mélységükből adódóan, hajlamosak a többletvíz megtartására, vagyis mesterséges beavatkozás esetén ezekre a legkönnyebb alacsony erőforrás-felhasználással vizet vezetni.

Az árvíz kockázat megállapítására az ANAR által rendelkezésemre bocsátott vektorréteget használtam, amely a magas valószínűséggel (átlagosan 10 évente egyszer) bekövetkező áradási scenáriók által érintett területeket jelzi (ABA Olt, 2016). A fedvény a 2011 és 2014 között megvalósított *Planul de Prevenire, Protecție și Diminuaire a Efectelor Inundațiilor pe bazine hidrografice* (Árvízi megelőzés, védelem és hatásmérséklés a vízgyűjtő területeken) országos program részeként készültek, topográfiai, geodéziai, hidrológiai és hidraulikai mérések eredményeként (ABA Olt, 2016).

A kapott foltokat rávetítettem a *CORINE Land Cover* termékcsalád *CLCplus Backbone 2023* raszterrétegére, így számszerűsíthetővé vált, hogy milyen felszínborításúak ezek a területek. Ebből pedig a területhasználatra következtettem. A *CORINE* felszínborítási térképe és a magas árvíz kockázatú területek térképe között jelentős a felbontás-különbség, és ez statisztikailag növeli a hibák valószínűségét. De mivel jelen kutatásban csupán megközelítő értékeket akartam kapni a revitalizációra potenciálisan alkalmas területek jelenkori hasznosításáról, elfogadtam ezt a módszert tudatában annak, hogy emiatt a technikai hiba miatt az eredményeim nem fedik teljes mértékben a valóságot. A pontosság növeléséhez más adatbázis használatára (amely nem állt rendelkezésemre) vagy terepi vizsgálatokra van szükség a művelési ágak pontos meghatározásához.

A területeket három kategóriába soroltam aszerint, hogy egy esetleges revitalizáció esetén a többletvíz forrása az Olt, vagy a már létező, eredetileg lecsapolás céljából épített csatornák lehetnek. Az elsődlegesen revitalizációra javasolt területek olyan zónák, ahol az egykori meanderek még ma is megtalálhatók természetesen lefűződött vagy mesterségesen levágott holtágként, így a vízutánpótlás történhet közvetlenül az Oltból. Alacsony energiaráfordítással

egy folyókanyarulat visszaállítása és ezáltal a többletvízhatás alatt álló ártéri ökoszisztéma létrehozása is lehetséges. A másodlagosan revitalizációra javasolt területek olyan gyepek, ahol a vízpótlás a lecsapoló csatornákból származhat. Ha azokat elzárják, elvezetés helyett megtartják a lehulló csapadékot és feltöltik a környező területet. Ezt a módszert alkalmazták az Alsó-Tisza vidékén is a Vízet a tájba! program keretében. A harmadlagos területek pedig szintén a csatornák elzárása által feltölthető, jelenleg szántóként hasznosított területek.

3.1.2. Mintaterületek kiválasztása, UAV felmérés és élőhelytérkép-készítés

A negyedik lépésben két mintaterületet választottam ki az elsődlegesen revitalizációra javasolt területek közül, és ezeket vizsgáltam. A kiválasztás első feltétele az volt, hogy olyan területek legyenek, ahol több természetközeli állapotban megmaradt élőhelytípus található viszonylag kis (10 ha) felületen belül, így revitalizáció esetén alkalmasak egy diverz vizes élőhely kialakítására. A kiválasztás másik szempontja az volt, hogy az egyik Natura 2000-es legyen, a másik pedig semmilyen természetvédelmi oltalom alatt ne álljon. Ez a kikötés azt hivatott bemutatni, hogy milyen különbség van hasonló adottságú, de különböző védelem alatt álló területek természetességi állapota között.

A kritériumok alapján a Csíkdánfalvától keletre eső Olt-szakasz mentén és Csíkmadarastól délre, a Kőd patak torkolatától északra választottam ki a mintaterületeket. A csíkmadarasi mintaterület nagysága 9,9 ha, a csíkdánfalvié 5,9 ha. A csíkmadarasi Natura 2000-es terület, a Csíki-medence és Csíki-havasok (ROSPA0034) része.

A két mintaterületen UAV, vagy köznyelven drón felmérés készült 2024. július 1-én 70 m repülési magasságból. A párhuzamos repülési sorokat időzített intervallumonkénti fényképezéssel manuálisan valósítottuk meg, mert erre volt jogi és műszaki lehetőségünk. A 12 MP felvételeket Dr. Bakó Gábornak adtam át, aki sugárnyaláb kiegyenlítéses, egy blokkban kezelt fotogrammetriai módszerrel a direkt tájékozódás földrajzi- és dőlésadataira alapozott feldolgozással készítette el az ortofotó mozaikot és a felületmodellt.

A felvételek terepi felbontása 3,5 cm, 24 bit radiometriai színmélység jellemzi a mozaikokat. Az ortofotókat geoTIF + tfw formátumban vettem át, és QGIS térinformatikai szoftverrel vettem fel teljes területfedéssel, hézagmentesen a HRAMN (*High Resolution Aerial Monitoring Network*) eljárás útmutatása alapján (Bakó et al., 2021) a vektorgrafikus céltérképet.

A vizsgálatom során élőhelytérképet készítettem: lehatároltam az ÁNÉR szerinti élőhelyeket (Bölöni et al., 2011), illetve a területhasználatok szerint eltérő részterületeket,

megállapítottam a foltok természetességi értékét (Németh & Seregélyes, 1989), a domináns növényfajokat, a védett és inváziós fajokat. Az így készített téradatbázis egyetlen részletes térképfedvény geometriarendszerében tartalmazza az élőhely-, fiziognómia-, természetesség- és vegetációadatokat, így bármely céltérkép színezése szerint meg lehet jeleníteni, ugyanakkor nincs felbontáskülönbség és torzítás az egyes céltérképek között, mivel egyszerre készültek. A terepi felvételezéseket 2025. június 13-án és 16-án végeztem.

A mintaterületek vizsgálatának célja az volt, hogy megállapítsam, van-e szükség revitalizációra ezeken a területeken, és milyen típusú vizes élőhely kialakítására nyújtanak lehetőséget. Ugyanakkor ez egy alapállapot-felmérés is. Egy esetleges revitalizáció esetén ez lehet a kiindulópont, amelyhez viszonyítva majd mérhető a helyreállítás sikeressége.

3.2. Vizsgálati terület bemutatása

3.2.1. Az Olt és a Csíki-medence természetföldrajzi bemutatása

Az Olt a Gyergyói-havasokban, a Kovácspéter nevű falu tanyavilágában ered, 1238 m tengerszint feletti magasságban (http1). A folyó 699 km hosszan (ABA Olt, 2016), többnyire déli irányba folyik, a Vöröstoronyi-szorosnál áttöri a Déli-Kárpátokat, és Islaz-nál ömlik a Dunába. Románia negyedik leghosszabb folyója, 615 mellékvízfolyással rendelkezik.

A Csíki-medence a Keleti-Kárpátokban, Románia középső vidékén fekszik, Hargita megyében. Egy felső-pliocén kori tektonikus medence 630-750 tengerszint feletti magasságban (Demeter et al., 2011). A többi kárpát-közi medencéhez hasonlóan a negyedkor folyamán jött létre, lépcsőzetes süllyedés hatására, vulkanizmus és tektonikus mozgások egyaránt alakították. A medence aljzatát a lesüllyedt felszínnek ősközetei, kristályos palák képezik (Kristó, 1980). Az erre lerakódott üledéksor fő közete az andezit piroklasztit (Kristó, 1994), amit tavi és folyóvízi eredetű finomabb üledékek (homok, agyag és iszap vékony lignit- és tőzegrétegekkel) tagolnak (Kerekes, 2010).

A medence az Olt felső folyásának észak-dél irányú völgye. Nyugatról a Hargita, északról a Hagymás-hegység, keletről a Csíki-havasok veszik körül (melléklet 5. ábra) (Botár, 2019). Északon a Marosfői-küszöb, délen a Tusnádi-szoros jelzi a határát (Imecs & Ujvári, 2013). A kárpáti ökorégió része, az Olt vízgyűjtő területének felső szekciójába tartozik (ABA Olt, 2022).

A Csíki-medencét három részmedencére (Felcsíki, Középcsíki és Alcsíki) tagolják a hegységekből benyúló alacsonyabb vonulatok Csíkrákosnál és Zsögödnél. A medencesort

átszelő Olt síkja Csíkszentdomokosnál 757 m, a Rákosi-szorosnál 684 m, a Zsögödi vonalnál 654 m, míg az Alcsíki-medence legdélibb, legalacsonyabb pontján, a Tusnádi-szorosnál 638 m tengerszint feletti magasságban van (Jánosi, 2002).

A Csíki-medence területe teljes egészében az Olt vízrendszeréhez tartozik (Imecs, 2012), a folyót 89 km hosszúságú csíki-medencei szakaszán száznál is több patak táplálja (melléklet 5. ábra) (Botár, 2019), amelyek jelenleg is fejlődő hordalékkúpokat építenek az ártér síkjára (Kristó, 1957; Kristó, 1994). A legjelentősebb mellékvízfolyások: Madaras, Rákos, Vár, Fitód, Fiság, Tusnád és Mitács pataka. A folyóhálózat átlagos sűrűsége $2,2 \text{ km/km}^2$ (Ilaş & Bartha, 2012). A folyó átlagvízhozama Csíkszentkirálynál $4,76 \text{ m}^3/\text{s}$ (Újvári, 1972), déli kifolyójánál, Tusnádnál $7,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kristó, 1994). Vízhözama áprilisban a legmagasabb, januárban a legalacsonyabb (Kerekes, 2010). A Csíki-medencében három állandó jellegű, mesterségesen kialakított állóvíz van: a balánbányai és a szépvízi víztározó, illetve a fitódi Suta-tó (ABA Olt, 2022).

A talajvízszint magas, 0,2-1,0 m mélységben található, a mélyebb, süllyedő területeken a felszín is eléri (Kerekes, 2010). A felszín közeli talajvízszint, a medence nagyon enyhe (1%) lejtése, az Olt középszakasza jellege és gyakori áradásai folyamatos víztöbbletet eredményeztek, ami tőzegképződéshez, minerogén lápok kialakulásához vezetett (Kristó, 1994). Ezek a lápok sok esetben a folyó lefűződött meandereiben jöttek létre (Kristó, 1957). Az Alcsíki-medence a romániai lapterületek közel 25%-ának ad otthont (Pop, 1960).

A medencét réti-, láp-, öntés- és hordaléktalajok és barna erdőtalajok borítják. Az ártér homokos agyagból, sárból, kavicsból és tőzegből áll. A tőzegréteg 1,55-1,75 m mély, amit vékony (átlagosan 25 cm) talajréteg borít (Ilaş & Bartha, 2012).

A vidék klímája országos viszonylatban is hideg, a tengerszint feletti magasságnak és a medencejellegnek köszönhetően. Az évi átlaghőmérséklet $6 \text{ }^\circ\text{C}$, a tél hideg és hosszú, emiatt a vegetációs időszak számottevően rövidebb, mint a szomszédos vidékeken (Botár, 2019). Az évi átlagcsapadék 600-700 mm, a legtöbb csapadék június-júliusban hull, főleg nyugat felől érkezik (Kerekes, 2010). Az uralkodó szélirány északi és északnyugati, gyakori a ködképződés, évente átlagosan 87 nap ködös (Kristó, 1994).

A hegyvidéki elhelyezkedés ellenére az Olt menti települések alföldi jellegűek, nagy kiterjedésű mezőségekkel, széles ártérrel (Botár, 2019). Az enyhe lejtés miatt az Olt eredetileg széles kanyarokban folyt keresztül a medencén, tavaszonként elöntötte az egész árteret (Kristó, 1994), amit főként kaszálóként és legelőként hasznosították, lovat, szarvasmarhát és juhot tartottak (Botár, 2019). A medence környezeti viszonyai kedvezőek az állattartásnak, de már kevésbé a szántóföldi művelésnek, ahogy Orbán Balázs is írja: *“ekként állítá elő (...) az Olt*

Csíkot, (...) mely a termékeny áradmányu rétegekből feléledt gazdag tenyészetükkel csábiták az embert a megtelepülésre. (...) Csík talaja sovány és a művelhető föld csekély, (...) rozs, buza és zab jól terem, de már a török-buza (tengeri) nem érik meg, gyümölcsfák, a hideg szelek miatt, csak csenevésznek, pityóka (burgonya) és kender igen sok terem” (Orbán, 1868).

A csíki lakosság a történelem során az ártéri gazdálkodás több módszerét eredményesen alkalmazta az Olt alakította tájban: csíkásztak, fokrendszert működtettek, varsával, szigonnyal és még számos más eszközzel halásztak, Csíkszentkirályon vízimalom működött már a 17. században. Erre utalnak a helynevek is: maga a Csík szó valószínűleg a csík halra és annak halászatára utal, amely gyakori volt az Olt ártereiben. Csíkrákos település az azonos nevű patakról kapta nevét, vagyis a patak mentén rákokat gyűjtöttek. Az egyes fokokra név szerinti említések vannak Tusnád, Szentsimon, Taploca, Verebes és Csátószeg környékéről. A lakosság étrendjének fontos részét képezték az ártér gyümölcsei. Erre utal, hogy egy régészeti feltárás során a csíkkozmasi Becz-kúria egyik 16. századi szemétködrében halpikkelyeket, rákollókat, kagylót találtak (Botár, 2019).

A Csíki-medence gazdag magas vastartalmú, szénsavas ásványvizekben (ún. borvizekben) és különböző vizes élőhelyekben (tőzeglápok, mocsarak, nedves rétek, időszakos tavacsák). A hűvös klíma lehetővé tette számos boreális és jégkori reliktumfaj túlélését ezeken az élőhelyeken, több közöttük védett, illetve Natura 2000-es faj (Pop, 1960). A medence flóráját gazdagítják a főként mészkőből és dolomitből képződött domboldalakon kialakult szárazságtűrő sziklagyeppek is, amelyeken sztyepei fajok is megjelennek, mint a hegyi kökörcsin (*Pulsatilla montana*) és a henye boroszlán (*Daphne cneorum*) (Demeter et al., 2011)

3.2.2. Az Olt szabályozása, az ártér vízrendezése

Bizonyos szintű vízrendezési munkálatok már a középkorban elkezdődtek az Olt csíki-medencei szakaszán: egy 1406-os oklevél említi az Olt és a Csorgó nevű patak *“lefolyásának fõntartását és áradásaik meggátlását”* Csíkjenõfalván. Egy 1496-os forrás, szintén Jenõfalváról, az Olt vizén mûködõ malmok ügyérõl szól (Szabó, 1872).

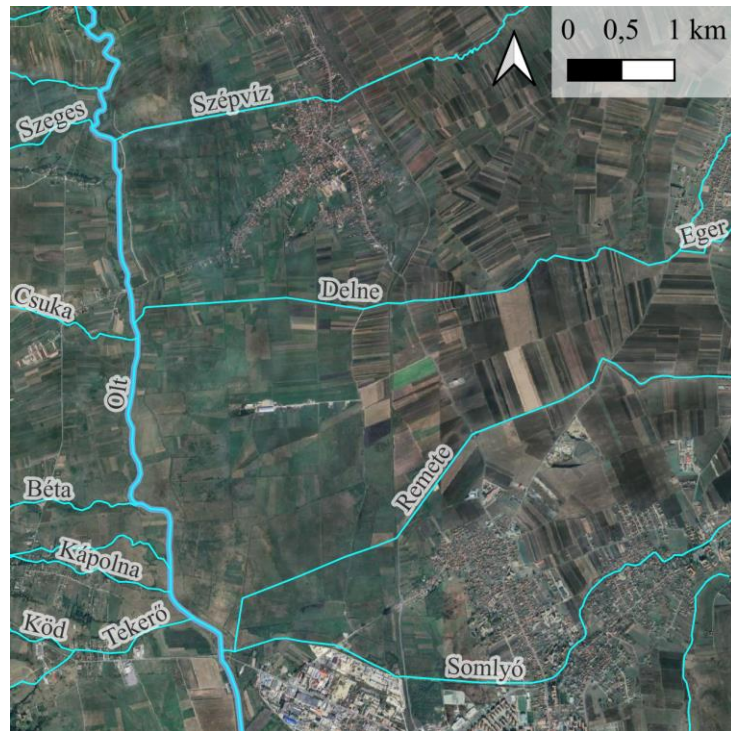
A szabályozás oka szántóföldi mûvelésre alkalmas területek szerzése és az árvízvédelem volt. Az Olt árvizei már a korábbi századokban is gyakran okoztak jelentõs károkat a Csíki-medencében, ahogy Orbán Balázs is említi: *“gyakran veszélyesen nagygyá is lesz, a mennyiben részint mederpartjának csekély magassága, részint kevés esése, de leginkább a számos havasi*

patakok áradata által felduzzadva, igen gyakran tülhajt medrén s az egész vidéket elönti, elusztatja, eliszapolja a földművelők szorgalmának gyümölcsét” (Orbán, 1868).

Csíkmadaras és Tusnád között 1985-ben kezdődött a folyószabályozás és a gáttal leválasztott ártér lecsapolása, 1901 óta íródott tervek alapján (Ilaş & Bartha, 2012). Csíkszereda és Tusnád között új, megerősített folyómeder készült védőgátakkal. A kiegyenesített folyómeder trapéz alakú, fenékszélessége 10-20 m (Cotiuşcă et al., 2012). Ezen a szakaszon az Olt elvesztette hosszának 34%-át, a 32 km hosszúságú folyómeder 21,44 km-re csökkent. Az új csatorna lejtése Csíkszereda mellett 1,24%, Csíkszentsimonnál 0,8%, Tusnádnál pedig 0,6%. A hullámteret határoló töltés az egyenes szakaszokon 5-55 m-re húzódik a medertől (Ilaş & Bartha, 2012). A hullámtér csatornázása 13 rendszerből áll, nyílt csatornákkal és zárt lefolyókkal. A levezető csatornáknak csak a kifolyójuknál van elzáró szelepük (Cotiuşcă et al., 2012).

A medret dupla trapéz alakúra formálták, de semmilyen fenékvédő elemet nem kapott. Az új meder kialakítása különböző bel- és külterületeken, a jelentős szakaszokat (beépített területek, utak, vasút, közlekedési csomópontok, vízkivételi helyek mentén) oldalsó védelemmel is megerősítették. Ezeken a szakaszokon a part védelmét többféle megoldással biztosították. Legalul egy 45 cm vastag, 3 m széles gallyszőnyeget helyeztek el a mederben, fölötte egy 1,5 m vastag, 150-500 kg tömegű kövekből álló réteg található, amely 30 cm-rel az átlagos vízállás fölé emelkedik, legfelül pedig egy 15 cm vastag sóderágyon egy 30 cm vastag kavicsréteg fekszik (Ilaş & Bartha, 2012).

A szabályozások során több mellékvízfolyás medrét is kiegyenesítették a beépített területeken, főleg a keleti irányból befolyókat (például Szépvíz, Fitód, Delne pataka, Remete-patak, 1. ábra), és beton- vagy kőtöltésekkel látták el (Ilaş & Bartha, 2012).



1. ábra: A Csíkszeredától északra folyó szabályozott patakok
(Forrás: saját szerkesztés)

Az Olt csíki-medencei szakaszának nagy részét és egyik fő mellékvízfolyását, a Fiságot is a „jelentősen átalakított” kategóriába sorolják. A medence vízfolyásainak ökológiai állapota a VKI szerinti „jó” és „közepes” minősítésűek (ABA Olt, 2022).

3.2.3. Az Olt és az ártér vízrendezésének hatása az ökoszisztémákra

A vízrendezés környezeti hatásai hamar megmutatkoztak. Árvizek után parteróziót, eldeformálódást, fenékeróziót, feliszapolódást észleltek. A felső szakaszon medererózió és fenékmélyülés következett be, a lentebbi szakaszokon az üledék-felhalmozódás a meder 1,21 m-es emelkedéséhez vezetett (Ilaş & Bartha, 2012).

Az erózió a vízszint csökkenéséhez vezetett, ez pedig a mellékvízfolyókra és a talajvízszintre is hasonló hatással volt. Csíkszentkirálytól felfele a talajvízszint néhol 70 cm-rel csökkent 1985 és 2008, tehát alig 23 év alatt, Szentkirálytól lefele pedig az üledékfelhalmozódás rontotta a vízmentesítési lehetőségeket (Cotiuşcă et al., 2012).

Emiatt a Csíkszereda és Csíkszentkirály között mesterséges csatornarendszer teljesen el is vesztette a funkcióját, hiszen a csatornák alja a talajvíztábla fölé került, így ezek már csak a felszíni lefolyást gyűjtik össze és vezetik az Oltba (Ilaş & Bartha, 2012). Mivel a csatornák

nincsenek megfelelően felszerelve szintszabályozó berendezésekkel, túl gyorsan vezetik le a vizet, ezáltal kiszárítják a környék tőzegrétegeit (Ilaş & Bartha, 2012).

A folyószabályozás egy emberi fenntartásra szoruló hidrológiai rendszert hozott létre. A rövidülés és a csökkenő érdesség a hosszirányú lejtés és az áramlás sebességének növekedését okozta. Mindezek a jelenségek összességében a folyómeder instabilitásához vezetnek, vagyis a folyó dinamikája a potenciális teljesítményének határértékét meghaladva azt eredményezi, hogy emberi beavatkozás hiányában visszatér eredeti karakteréhez, visszaalakítja az eredetihez hasonló medermorfológiát (Ilaş & Bartha, 2012). A Csíkszeredánál mért érték ($32,5 \text{ W/m}^2$) közel jár a 35 W/m^2 határértékhez. Ez azt jelenti, hogy további megerősítések nélkül a meder jelentős eróziót fog elszenvedni, fokozatosan visszaalakítja eredeti lejtését és alakját. A szabályozott meder csak új küszöbök és partvédelem által tartható fenn (Ilaş & Bartha, 2012).

A lecsapolás hatására gyakorivá vált a leszáradó tőzegterületek spontán öngyulladás. Ahogy a tőzeg elveszíti víztartalmát, az anaerob biokémiai folyamatok átalakulnak aerobokká, gyúlékony gázok (metán) szabadul fel, ami gyakran magától begyullad. A tőzegégés 1987 előtt egyáltalán nem volt jellemző a területre, az első esetek néhány évvel a hidraulikai beavatkozások után jelentek meg, amikor a talajvízszint drasztikusan lecsökkent. Manapság gyakran megfigyelhető késő ősszel és télen Csiba, Csicsó és Madéfalva határában, amikor a terület medence jellegéből adódóan alig van szélmozgás, így a mérgező füst a lakott területek közelében marad (Ilaş & Bartha, 2012). Ennek eredményeként Csíkszereda légterében megnövekedett a szén-monoxid-, a benzén- és az ammónia-koncentráció (Cotiuşcă et al., 2012).

A vízrendezés károsan hatott a folyó és árterének ökológiai állapotára is: az Olt öntisztulása meggyengült a megnövekedett lefolyási sebesség miatt (Kerekes, 2010), a vizes élőhelyek száma és kiterjedése nagymértékben lecsökkent, az ártér ívóhely funkciója megszűnt (Imecs & Ujvári, 2013), jelentősebbé váltak az aszály okozta károk, mert eltűntek azok a függővíz lencsék, amelyek addig a száraz időszakokban pótolták a talaj vízhiányát (Pásztohy, 1996).

Az ártéri erdők állományai szignifikánsan lecsökkentek, sok fa- és cserjefaj visszaszorult, mint a vénicszil (*Ulmus laevis*), fekete nyár (*Populus nigra*), fekete galagonya (*Crataegus nigra*) (Cotiuşcă et al., 2012). A hidrofil lágyszárú fajok, mint a palka (*Scirpus*), gyékény (*Typha*), sás (*Carex*) fajok, békaszittyó (*Juncus effusus*), réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) és nyugati kékperje (*Molinia caerulea*) által dominált gyepek helyét ma nagy területeken búza, rozs, árpa, zab, len, kender, burgonya, cukor- és takarmányrépa foglalja el (Cotiuşcă et al., 2012). A vízrendezés előtt az Olt csíki holtágaiban széleskörűen elterjedt volt a sárga vízitök

(*Nuphar lutea*), a folyószabályozás óta egyetlen helyről, egy mesterséges halastóból került elő (Demeter et al., 2011).

Egy másik antropogén hatás eredménye a halfauna drasztikus hanyatlása a 20. század végén. Egy kutató az Olt csíki-medencei szakaszán 1997–98-ban mindössze hat fajt talált, a fajszegénységet a balánbányai és csíkszeredai ipari, kommunális és nehézfém-szennyezésnek tulajdonította (Bănăduc, 1999). Azóta egyes fajok (fejes domolykó, csapósünger) állománya gyarapodik, de mások (ezüstkárász, sebes pisztráng) fokozatosan visszaszorulnak (Cotiușcă et al., 2012).

Gazdasági-szociológiai szempontból a folyószabályozásnak voltak pozitív hatásai: az árvízveszély lecsökkent, a mentesített ártérben lehetővé vált a földhasználati mód megváltoztatása. A réteket, legelőket, mocsarakat szántófölddé, mezőgazdasági területté alakították, amely rövid távon az életminőség javulásához vezetett (Cotiușcă et al., 2012).

Történtek már lépések az Olt revitalizációja érdekében. 2014-ben Csíkszentsimonnál helyreállítottak egy holtágat: kikotorták a medret eltömő anyagokat, lehetővé téve a vízáramlást. Fűz- és égerfákat ültettek, mesterséges madárodúkat helyeztek ki, és egy tanösvény is kiépült (<http://11>).

3.2.4. A Csíki-medence védett és Natura 2000-es területei és természeti értékei

A romániai jogrendszerben a “természeti rezervátum” a magyarországi “természetvédelmi terület” kategória megfelelője (OUG 57/2007). A medence természeti (botanikai) rezervátumai mind vizes élőhelyek: a csíkszentkirályi Borsáros láp, a verebesi Csemő láp és Benes rétláp, továbbá az újtusnádi Nyírkert láp, Középpatak láp és Nádasfürdő. Ezek mindegyike Natura 2000-es területen fekszik, számos glaciális reliktumfajt őriznek. A területeket az 1980-as és ‘90-es években nyilvánították védetté, de természetvédelmi kezelés nem történt, így ezek a lápok azóta is degradálódnak, zsugorodnak, vízhiányban szenvednek (Kerekes, 2010).

A Csíki-medencében három Natura 2000-es terület található: az Alcsíki-medence SCI (ROSCI 0007), a Csíki-havasok SCI (ROSCI 0323), illetve a Csíki-medence és Csíki-havasok SPA (ROSPA 0034). E két utóbbi részben átfed egymással. A jelölő élőhelyek és fajok között szép számban szerepelnek vízi és vizes élőhelyek kötődők. Ezek listáját az 1. melléklet tartalmazza.

Az Olt csíki-medencei szakasza része a közép-európai–bulgáriai és az orosz–adriai-tengeri madárvonulási útvonalnak, így vonulási időszakban megfordulnak itt lúd-, réce-, cankó-, partfutó- és lilefajok is (Cotiușcă et al., 2012).

Az EU természetvédelmi törekvéseinek hatására már az Olt vízgazdálkodási terve is érinti a természetvédelmet, így hivatkozási alapja lehet egy jövőbeli folyó- és ártér-revitalizációnak. Az országos vízgazdálkodási terv egyik védettségi kategóriája a víztől függő élőhelyek és fajok számára védett zónák. Az Olton végzett intézkedések között megjelenik a vadon élő madarak megőrzése, a természetes élőhelyek, növény- és állatvilág megőrzése, a növényvédőszeres használatának korlátozása, a biodiverzitás megőrzése és a védelem mértékének növelése, a degradált ökoszisztémák helyreállítása (ABA Olt, 2022).

4. Eredmények és értékelésük

4.1. Vizsgálati terület lehatárolása

Első lépésként meghatároztam a vizsgálati területet, az Olt vízgyűjtőjének csíki-medencei részét, amelynek területe 1367 km² (melléklet 5. ábra). Nyugatról a Hargita, keletről a Csíki-havasok vízválasztója határolja, északon az Olt forrásvidéke, délen pedig a Tusnádi-szoros jelzi a határát. Keletről a Szeret, nyugatról a Maros vízgyűjtőjével szomszédos. Összesen 51 település található a területén, ebből három város (Csíkszereda, Balánbánya és Tusnádfürdő).

4.2. Az Olt medrének és árterének morfológiai és kiterjedésbeli változásai

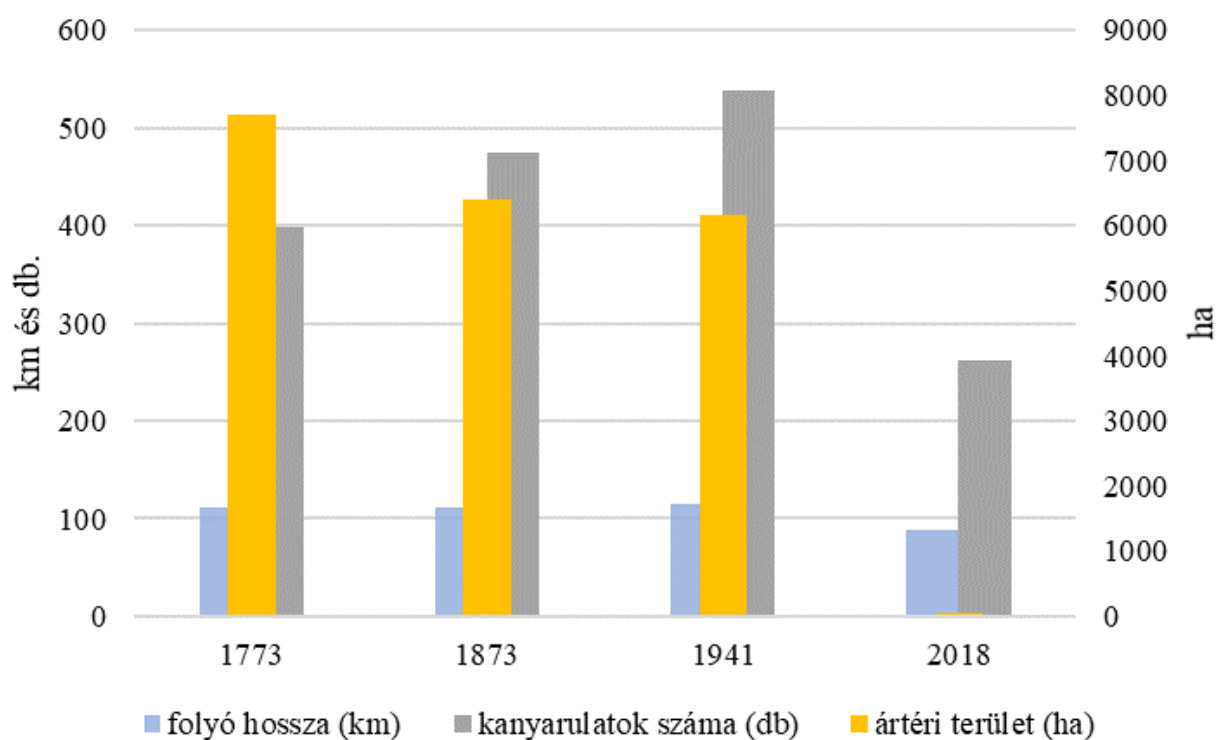
A csíki-medencei Olt-szakasz és természetes ártere jelentős változásokon esett át a szabályozás és a lecsapolás hatására. Az első célkitűzésem eredményeként megállapítottam a változás kvantitatív mértékét. Ezt a négy időpontban vizsgált paraméterek mutatják, amelyeket a 2. táblázat tartalmaz, grafikusán a 2. ábra jelenít meg.

1773 és 1941 között az elöntött területek kiterjedése látszólag csökken. Valójában ez az eltérés a térképi források pontatlanságából adódik: az első és a harmadik katonai felmérés készítésekor még kezdetleges eszközökkel dolgoztak a térképészek, az 1941-es térkép tekinthető valóban pontosnak a geográfiai viszonyok ábrázolásában. A kanyarulatok számának növekedése viszont reális (a folyó meanderezése folyamatosan új kanyarokat hozott létre), de valószínűleg kisebb mértékű, mint a térképeken megjelenő +35%, hiszen nem korrelál a folyó hosszának 1773 és 1941 közötti 2%-os növekedésével, amely szintén a meanderezés eredménye lehet.

A vízrendezési munkálatok hatását az 1941 és 2025 közötti változások mutatják: a folyó hossza 22%-kal, a kanyarulatok száma 51%-kal, az ártér nagysága pedig 99%-kal csökkent. A legnagyobb egybefüggő lecsapolt ártéri terület Csíkszeredától északra és nyugatra található. Jelentős vizesélőhely-veszteségek történtek Alcsíkon Verebes, Csatószeg és Szentsimon környékén, Felcsíkon pedig Madaras és Rákos között. Az Olt medermorfológiája a vizsgált időszak alatt látványosan és drasztikusan megváltozott (melléklet 6. ábra).

2. táblázat: Az Olt vizsgált paramétereinek időbeli változása
(Forrás: saját munka)

	1773	1873	1941	2018
folyó hossza (km)	111,86	111,87	114,19	88,83
változásérték (%)		0,009	2,07	-22,21
kanyarulatok száma (db)	398	474	539	262
változásérték (%)		19,10	13,71	-51,39
ártéri terület (ha)	7707,28	6399,37	6169,38	54,36
változásérték (%)		-16,97	-3,59	-99,12



2. ábra: Az Olt vizsgált paramétereinek időbeli változása
(Forrás: saját munka)

4.3. Revitalizációra potenciálisan alkalmas területek

A második célkitűzésem elérése érdekében meghatároztam a folyó és egykori árterének revitalizációra potenciálisan alkalmas területeit. Az egykori árterhez tartozó, jelenleg is vízhatás alatt álló és árvízveszélyes területek metszete 720,37 ha, amely tájökölógiai szempontból revitalizációra alkalmas. Ezek a területek nagyrészt az Alcsíki-medencében helyezkednek el,

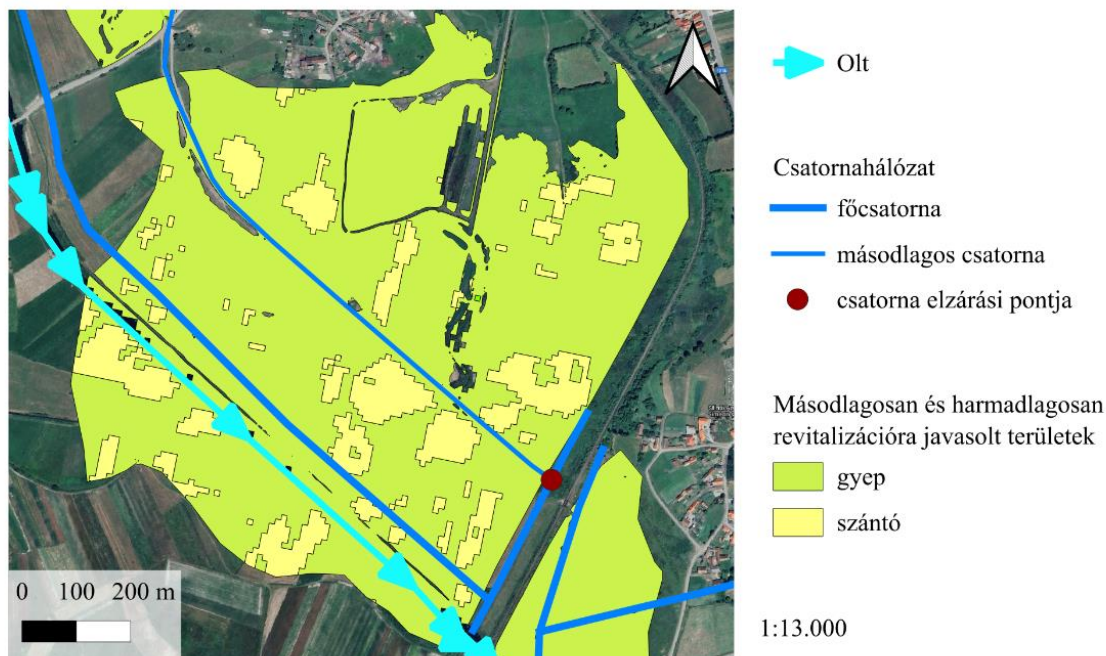
Középcsíkon Csíkszereda, Madéfalva és Rákos környékén található nagyobb foltok, ahol a legnagyobb kiterjedésű lecsapolások is történtek.

Ezeket a területeket a *CORINE Land Cover* adatai alapján 97,69%-ban lágyszárúak borítják: 63,42%-ban állandó (legelőként és kaszálóként hasznosított), 34,27%-ban időszakos (szántóföldi) vegetáció fedi. A maradék 2,31%-ot kitevő területek felszínborítása víz, lombhullató fásszárú, növényzettel nem vagy alig borított, mesterséges burkolat, túlevelű fásszárú és cserjés (alacsony fásszárú). A felszínborítási kategóriákat és arányaikat a 3. táblázat tartalmazza. Ezek ismeretében a mesterséges burkolatú felületek kiesnek az alkalmas területek sorából, hiszen, bár elhelyezkedésük alapján hasznosításuk vizes élőhelyként lenne a legmegfelelőbb, az emberi tevékenység már olyan mértékben átalakította őket, hogy rehabilitálásuk lehetetlen vagy komoly gazdasági-társadalmi érdekeket sértene.

3. táblázat. A revitalizációra potenciálisan alkalmas területek felszínborítás szerinti megoszlása
(Forrás: saját munka a *CORINE Land Cover* adatai alapján)

Felszínborítás	Felület (ha)	Felület megoszlása (%)
állandó lágyszárú	456,86	63,42
időszakos lágyszárú	246,87	34,27
víz	12,51	1,74
lombhullató fásszárú	2,90	0,40
növényzettel nem vagy alig borított	0,51	0,07
mesterséges burkolat	0,42	0,06
túlevelű fásszárú	0,21	0,03
cserjés (alacsony fásszárú)	0,08	0,01
összes, revitalizációra potenciálisan alkalmas terület	720,37	100

A különböző revitalizációra potenciálisan alkalmas területek ökológiai helyreállítási módját a területek osztályozásán keresztül határoztam meg. Az elsődlegesen revitalizációra javasolt területek esetében a még létező holtág kikotrása és az Olt jelenlegi medréhez való visszacsatolása szükséges. A másodlagosan és harmadlagosan revitalizációra javasolt területek (gyepek és szántók) esetében a vízelvezető csatornát kell elzárni, így az feltölti a környező területeket, visszakapcsolva azokat az ártér természetes vízháztartásába (3. ábra).



3. ábra: Másodlagosan és harmadlagosan revitalizációra javasolt területek feltöltése a lecsapoló csatorna elzárása által. Példa egy Csíkszentsimon és Csátószeg közötti területről
 (Forrás: saját szerkesztés)

4.4. Mintaterületek vizsgálata

A két mintaterületről készített ortofotó és élőhelytérkép a mellékletek 7. ábráján látható. A két területen összesen 13 ÁNÉR szerinti élőhelytípust mértem fel. A csíkmadarasi területen 12, a csíkdánfalvin 6 vegetációtípust figyeltem meg. A legnagyobb felületeket franciaperjés rétek (E1) és folyómenti bokorfüzesek (J3) borítják, ezeket követik a veres csenkeszes rétek (E2), az üde és nedves cserjések (P2a), a patakparti és lápi magaskórósok (D5), a nem tűzegképző nádasok (B1a), a jellegtelen üde gyepek (OB), a magaskórós ruderalis gyomnövényzet (OF), az álló- és lassan áramló vizek hínárnövényzete (Ac), a nedves felszínek pionír növényzete (I1). Egy kis csíkon megfigyelhető volt az egyéves, intenzív szántóföldi kultúra (T1) típusba tartozó gabonaföld, illetve földutakon a taposott gyomnövényzet (OG) és az Olt formájában a folyóvíz (U8). Az egyes élőhelytípusok területre jellemző tipikus habitusfotói a mellékletek 8. ábráján látható. A csíkmadarasi terület élőhelyfoltjainak a természetessége átlagosan 3,1, míg a csíkdánfalvié 2,4.

A román törvény (OUG 57/2007) által védett fajt nem találtam a területen, viszont a magyarországi védett fajok közül több jelen volt: Csíkmadarason a kígyógyökerű keserűfű (*Polygonum bistorta*), a rezes hölgyfű (*Hieracium aurantiacum*), a nagy pacsirtafű (*Polygala*

major) és a csillagos nárcisz (*Narcissus radiiflorus*), Csíkdánfalván pedig a kígyógyökerű keserűfű és a közönséges harangláb (*Aquilegia vulgaris*). A kígyógyökerű keserűfű virága a Natura 2000-es mocsári tarkalepke egyik tápnövénye (MMAP, 2023), a csillagos nárcisz pedig védelemre érdemes faj az Alcsíki-medence Natura 2000-es terület fenntartási terve szerint (MMAP, 2021). Inváziós fajok közül a japánkeserűfű (*Fallopia japonica*) állományait észleltem mindkét területen, a csíkdánfalvi területen pedig a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) is megjelent egy-egy kisebb foltban.

Mindkét mintaterületen számos vízhez kötődő növényfajt találtam: réti legyezőfű, közönséges kutyabenge, podagrafű, réti boglárka, fekete nadálytő. Ezek a fajok a vidék szárazodásának előrehaladtával, emberi beavatkozás nélkül erről az élőhelyről el fognak tűnni. Ilyen a csillagos nárcisz is, amely a túllegeltetés és gyűjtés miatt visszaszorulóban van hegyi réti és mocsárréti élőhelyeiről (Jakab, 2017) és a kígyógyökerű keserűfű is, amely nedves réteken, mocsaras területeken fordul elő. A kígyógyökerű keserűfű megőrzése a mocsári tarkalepke védelme szempontjából is fontos. Mivel a lepke Csíki-havasok és Csíki-medence Natura 2000-es terület egyik jelölőfaja, tápnövényének megőrzése a természetvédelem kötelessége.

A mintaterületeken jelenlévő élőhelytípusok nagy része (legalább hat) az Olt vízhatására alakult ki, és fennmaradásukhoz szükség van a folyóból állandó vízutánpótlásra. Ilyenek különösen a folyómenti bokorfüzesek, a patakparti és lápi magaskórósok, a nádasok. A vegetációtípusok által megfigyelhető az emberi befolyás is: a jellegtelen gyepek, a ruderalis gyomnövényzet és az inváziós fajok az antropogén zavarások hatására jelentek meg, kevésbé értékesek, mint a többi élőhelytípus. Ezek most még kisebb foltokat foglalnak el, mint például a bokorfüzesek és a franciaperjés rétek, de valószínűsíthető, hogy ha a terület szárazodása folytatódik, elkezdenek terjedni a jóval diverzebb, természetesebb élőhelytípusok rovására. Emiatt sürgető a vízvisszatartás kérdése: ha szeretnénk megőrizni az egykori ártér maradványaként fennmaradt élőhelyfoltokat, vizet kell vezetnünk a mentett ártérre, helyreállítva az Olt természetes vízháztartását.

A harmadik célkitűzésem elérésére a terepen megfigyelt viszonyokból és az elkészített élőhelytérkép információiból kiindulva meghatároztam a mintaterületek revitalizációjának lehetséges célállapotát.

Mindkét mintaterületen megtalálható egy egykori folyókanyarulat, amely jelenleg, leválasztva a folyó medréről, csak egy fűzfel, csalánnal és egyéb magaskórósokkal benőtt árok, amely a csíkmadarasi mintaterületen 200 m, a csíkdánfalvin 250 m hosszúságú (melléklet 7. ábra). Ezeknek a folyóhoz való visszakapcsolásával elérhető lenne a terület bizonyos fokú

revitalizációja. Új mellékágakként a holtágak az alacsonyabb sodrást kedvelő növény- és állatfajoknak adnának élőhelyet (Ac, B1a, B2). Megemelnék a mellettük fekvő rétek talajának nedvességtartalmát, így azokon mocsárrétek (D34) és kékperjés rétek (D2) is ki tudnának spontán alakulni. Az élővé tett holtágak mentén a kaszálás felhagyása esetén kiterjedne a bokorfüzesek, patakparti és lápi magaskórósok állománya. A csíkmadarasi mintaterületen fűz-nyár ártéri erdők (J4) is kialakulnának, hiszen a területen már most sok rezgő nyár csemete található. Ez az élőhelytípus nagyban megnövelné a táj biodiverzitását, mert jelenleg semmilyen magasabb struktúrájú vegetáció nincs 500 m-es körzetben, a legközelebbi erdő a Kőd patak túloldalán, a Kőd-domb oldalában található fenyves. Akár égerligeteket (J5) is létre lehetne hozni, az Olt mentén számos ponton természetesen is megjelenik ez a vegetációtípus. Az idő előrehaladtával vagy a víztöbblet növelésével egyéb, lápokra jellemző élőhelytípusok is kialakulnának.

A revitalizáció értéke növelhető lenne, ha a lezárt holtágakat fokokként kezdenék el használni. Így nem csak természetvédelmi, hanem kultúrtörténeti értékeket is megőrizne ez a két terület.

A holtágaknak a folyóval való találkozási pontjánál megfigyelhető, hogy mennyire bevágódott a folyó medre a leválasztás óta. Több méter (≈ 2 m) különbség van ma a holtág medre és a folyóvíz szintje között, annak ellenére, hogy 60 évvel ezelőtt ezek ugyanazon folyó medreként még egy szintben voltak. A folyómeder bevágódása a talajvízszintet is csökkenti, ezáltal mezőgazdasági szempontból is hátrányt jelent. Ez alapján még inkább javasolt a holtágak újbóli bekapcsolása a folyó rendszerébe. A megváltozott folyásirány csökkentené a sodrás sebességét, ami megelőzné a folyómeder további mélyülését.

5. Következtetések és javaslatok

A mai és az 1941-es folyómedreket a domborzatmodellre vetítve egyértelműen látszik az a tendencia, amely más folyók esetében is általános: az Olt kisebb esésű, medenceközépi szakaszait szabályozták nagyobb mértékben, a meredekebb folyószakaszok (a forrástól Csíkszentdomokosig, illetve Újtusnádtól délre) nagyrészt megmaradtak eredeti állapotukban a domborzati adottságok miatt: a folyó szűk völgyben, illetve szorosban halad. Ez alól kivételt képez a Madéfalva-Csaracsó közötti folyószakasz, amely bár alacsony meredekségű terület (≈ 2 m/folyamkm), szépen megmaradt eredeti medervonalában, megőrizve 12 kanyart. Ez a ≈ 48 ha-os terület egy nagyobb ártér-revitalizáció ideális helyszíne.

A revitalizációra potenciálisan alkalmas 720 ha-nyi terület esetében javasolt mérlegelni az ökológiai helyreállítás jogi, gazdasági, műszaki lehetőségeit. Ezek olyan területek, amelyek problémásak a belvíz miatt, így szántóföldi hasznosítás esetén gazdaságosságuk megkérdőjelezhető. Viszont számos ökoszisztéma-szolgáltatást nyújtanának, ha az eredeti ártéri környezethez hasonló élőhelyként működhetnének: vízmegtartás, a talajvízrendszer stabilizálása, a párolgás által a mikroklíma megváltoztatása, a csapadékképződés elősegítése, a szántóföldekről érkező tápanyag- és növényvédőszer-többlet szűrése és tisztítása, hal- és vadhús forrása, a glaciális reliktumfajok megőrzése, a jelenlegi biodiverzitás növelése, rekreációs, oktatási és hagyományőrzési lehetőségek.

Revitalizáció-tervezés esetén fontos a társadalmi szempontú megközelítés is. A vizsgálat kimutatta, hogy a másodlagosan és harmadlagosan revitalizációra javasolt területek mozaikosan helyezkednek el a tájban (3. ábra). Emiatt egy ökoszisztéma-helyreállítás ezeken a területeken valószínűleg társadalmi ellenállásba ütközne a szántóföldek átalakítása miatt, minden felsorolt ökoszisztéma-szolgáltatás előnyeinek az ellenére. A természet-helyreállítási rendelet által előírt 25.000 km-nyi szabályozatlan folyóvíz is úgy teljesíthető elsősorban, ha a folyó egykori kanyarulatait állítjuk helyre. Ebből kifolyólag egy tényleges helyreállítási tervezése esetén javasolt az elsődlegesen revitalizációra kijelölt területek részletesebb felmérése az ideális célterületek kiválasztására. A másodlagosan és harmadlagosan revitalizációra javasolt területeket fokozatosan, kis lépésekben érdemes visszaalakítani vizes élőhellyé.

A Csíki-medencében egykor széles körben elterjedt ártéri gazdálkodás mára feledésbe merült, viszont egy helyreállított ártér lehetőséget adna ennek az újjáélesztésére. Ebből kifolyólag javaslom, hogy revitalizáció esetén a természeti diverzitás mellett kapjon kiemelt

figyelmet az ártéri gazdálkodás sokszínűségének, mint kulturális örökségnek a bemutatása, köztudatba való beemelése.

Ahogy a 4.1.4. fejezetben írtam, a szabályozott folyómeder folyamatos erózióknak van kitéve, jelenlegi morfológiája csak folyamatos emberi beavatkozásokkal tartható fenn. Ez a folyamat látható a csíkmadarasi mintaterület esetében a 4. ábrán is. Ez a vízügyi szempontból hátrányos helyzet egy szabályozatlan folyószakasz elérését célzó természet-helyreállítás számára előny. Az elsődlegesen revitalizációra javasolt területek esetében nem szükséges a régi medret gépi munkával visszaalakítani, csak hagyni kell, hogy a folyó természetes, külső partívet romboló, belső partívet építő munkája új meandereket hozzon létre.



4. ábra: Az Olt mederalakító munkája a csíkmadarasi mintaterületen
(Forrás: saját szerkesztés a Google Earth idősoros felvételei ([http15](http://15)) alapján)

A két mintaterület esetében javaslom az ökológiai revitalizációt. Az élőhelytérképek alapján a csíkmadarasi mintaterület átlagos természetességi értéke (3,1) a csíkdánfalvihoz (2,4) viszonyítva magasabb, több különböző élőhelytípus (1,21 élőhelytípus/ha a 1,01-hoz képest) és több értékes ritka növényfaj megtalálható közel hasonló nagyságú felületen. Ennek egyik oka lehet az, hogy a madarasi Natura 2000-es területen fekszik, a dánfalvi semmilyen védelem alatt nem áll. Két lehetőségre következtethetünk ebből: vagy már a 2007-es kijelöléskor valóban az erre érdemes területek kaptak védelmi minősítést (ha a madarasi már akkor is ilyen jó természetességi állapotban volt), vagy a védelem hatása mutatkozik meg abban, hogy azóta a madarasi nem romlott le a dánfalvi szintjére. Sok más tényező is közrejátszhat a különbség kialakulásában, például az, hogy a dánfalvi közvetlenül a település mellett helyezkedik el, míg a madarasi 1,5 km-re a falutól.

A dánfalvi területen kevés (6) élőhelytípus található meg, ezért ott szükség lehet bizonyos természetességet és biodiverzitást növelő fajok telepítésére (például enyves éger). A madarasin valószínűnek tartom, hogy a jelenlegi, vízhatáshoz kötődő értékes fajok revitalizáció esetén

felszaporodnak és megerősödnek annyira, hogy célzott fajszámnövelő kezelés nélkül is természetközeli állapot tud kialakulni. A dánfalvi területen nagyobb körültekintéssel érdemes végezni a revitalizációs munkálatokat, mivel jelentősebb az inváziósok (japánkeserűfű, magas aranyvessző) térhódítása, amelyek a gépi munkák hatására létrejövő csupasz felületeken könnyen még tovább terjednek.

A két mintaterület vizsgálata valójában a revitalizáció-tervezés első lépésének modellje, bemutatja a lehetséges vizsgálati módszert a megfelelő zónák kiválasztására. Nem állítom viszont, hogy ez a két folt minden szempontból az egész medence revitalizációra legalkalmasabb területe, hiszen én csupán tájökölógiai megközelítésből vizsgáltam ezeket. Számos más terület létezhet a Csíki-medencében, amely, egyéb tényezőket is figyelembe véve, alkalmasabb lehet az eredeti ártéri környezet helyreállítására. Javaslom tehát további, jelen kutatásban elsődlegesen revitalizációra javasolt területek több időpontban megismételt, faunisztikai és hidrológiai vizsgálatokkal egybekötött részletes felmérését, a társadalmi-gazdasági aspektusok elemzését, előntésmodell lefuttatását, kockázatelemzés és hatásvizsgálat készítését. Különösen a természetvédelemre szánt szűkös anyagi erőforrások hatékony felhasználása érdekében érdemes a lehető legideálisabb területen nekikezdeni az ökoszisztéma-helyreállításnak.

6. Összefoglalás

A vizes élőhelyek jelentősen lecsökkentek az elmúlt évszázadokban az emberi tevékenységek hatására. A természetvédelem fontos feladata a megmaradt vizes élőhelyek megőrzése és a megsemmisültek rehabilitálása. Ezek olyan ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújtanak, mint a széntárolás és -elnyelés, vízsűrítés és tisztítás, klímaszabályozás, turisztikai és rekreációs lehetőségek, veszélyeztetett és ritka fajok számára élőhely biztosítása.

Az Olt csíki-medencei szakaszát a 20. században szabályozták: a medret kiegyenesítették, a mocsarak helyén ma többnyire mezőgazdasági területek találhatók. A vízrendezések következtében a talajvízszint lecsökkent, növelve a klímaváltozásból adódó aszályokat, a tőzegréteg kiszáradt, a vizes élőhelyekhez kapcsolódó élőhelyek és fajok száma megcsappant.

Kutatásom célja az volt, hogy a vizsgálati területen, az Olt vízgyűjtőjének csíki-medencei szakaszán felmérjem, hogy (I) milyen mértékben változott meg az Olt medermorfológiája és árterének kiterjedése a folyószabályozás hatására, (II) hol vannak olyan területek, amelyek tájökológiai szempontból javasolhatók az eredeti ártéri környezet helyreállítására, (III) milyen vizes élőhelyek állíthatók helyre a vizsgált mintaterületeken. Három történeti térképen rajzoltam meg az Olt medrét és árterét a Csíki-medencében, és ezeket vettem össze a mai állapotokkal. Az összehasonlítás eredménye: az Olt hossza 22%-kal, kanyarulatainak száma 51%-kal, árterének kiterjedése 99%-kal csökkent 1941 és 2018 között a vízrendezések hatására. Majd kijelöltem a revitalizációra potenciálisan alkalmas területeket az egykori ártéren fekvő, magas árvíz kockázatú és időszakosan vízborított, állandóan nedves vagy időszakosan nedves területek metszeteként. Az így kapott 720 ha-t három kategóriába soroltam a vízutánpótlás lehetősége és a felszínborítás alapján. Az elsődlegesen revitalizációra javasolt területeken belül két mintaterületet választottam ki Csíkmadaras és Csíkdánfalva határában, ahol UAV-felmérést és élőhelytérképezést végeztem.

A terepi felmérés során összesen 13 élőhelytípust találtam, amelyeknek nagy része vízhatásra alakult ki és értékes fajoknak ad otthont, de jellegtelen, degradált vegetációtípusok is megfigyelhetők. A klíma szárazodásával az értékes élőhelyek fennmaradása veszélybe kerül, ezért megőrzésük szükségessé teszi a vízutánpótlást. Mindkét mintaterületen lehetőség lenne egy holtág folyóhoz való visszakapcsolására, ami által új élőhelytípusok jöhetnének létre, növelve a biodiverzitást faji és táji szinten.

Javaslom a mintaterületek tényleges helyreállítását és az elsődlegesen revitalizációra javasolt területek részletesebb, társadalmi-gazdasági tényezőket is figyelembe vevő vizsgálatát a további ártér-rehabilitációk ideális helyszínének megtalálásának céljából.

7. Irodalomjegyzék

- Aazami, M. & Shanazi, K. (2020): Tourism wetlands and rural sustainable livelihood: The case from Iran. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 30.
- ABA (Administrația Bazinală de Apă) Olt (2016): Planul de Management al Riscului la Inundații (PMRI) (Árvízkezelési Terv). Ciclul II de implementare a Directivei Inundații 2007/60/CE
- ABA (Administrația Bazinală de Apă) Olt (2022): Planul de management actualizat al bazinului hidrografic Olt 2022-2027. Râmnicu Vâlcea
- Alföldi L. (1998): Víz, víz, víz. A magyar vízgazdálkodásról. VITUKI Rt. Budapest
- Alföldi L. (2002): Felszíni és felszínalatti vizek. In Mészáros E. & Schweitzer F. (szerk.) (2002): Föld, víz, levegő. Magyar Tudománytár I. MTA Társadalomkutató Központ, Kossuth Kiadó, Budapest, pp. 207-256.
- Alföldi L. (2005): A birodalmaktól az Európai Unióig: A Kárpát-medence vízrendszereinek történelmi áttekintése, különös tekintettel a trianoni békeszerződésre. *Földrajzi Értesítő*, LIV(1-2): 5-28. A birodalmaktól az Európai Unióig: a Kárpát-medence vízrendszereinek történelmi áttekintése, különös tekintettel a trianoni békeszerződésre (2025.09.24.)
- Anderson, L.G., Rocliffe, S., Haddaway, N.R. & Dunn, A.M. (2015). The role of tourism and recreation in the spread of non-native species: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 10(10)
- Bacon, P.R. (1987): Use of wetlands for tourism in the insular Caribbean. *Annals of Tourism Research*, 14(1): 104-117.
- Bakó, G., Molnár, Z., Bakk, L., Horváth, F., Fehér, L., Ábrám, Ö., Morvai, E., Biro, C., Pápay, G., Fűrész, A., Penksza, K., Pácsonyi, D., Demény, K., Juhász, E., Dékány, D., Csernyava, L., Illés, G., Molnár, A. (2021): Toward a High Spatial Resolution Aerial Monitoring Network for Nature Conservation—How Can Remote Sensing Help Protect Natural Areas? - *Sustainability* 13(16).
- Balogh P. (2001): Az ártéri gazdálkodás koncepciója (Előleges javaslat). *Földrajzi Közlemények* 125/49/3-4: 249-270.
- Bănăduc, D. (1999): Data concerning the human impact on the Ichthyofauna of the upper and middle sectors of the Olt river. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 1, 157–164.
- Botár I. (2019): Havasok keblében rejtőző szép Csík. A Csíki-medence középkori településtörténete. Martin Opitz Kiadó, Budapest 2019, 656 p.
- Böhm A. (2013): Változások Magyarország nemzetközi jelentőségű vizes élőhelyeinek ökológiai helyzetében. *Magyar Vízivád Közlemények* 23: 33-78.
- Bölöni, J., Molnár Zs., Kun, A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei: vegetációtípusok leírása és határozója. *ÁNÉR 2011*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
- Brij, G. (1999): Natural and constructed wetlands for wastewater treatment: Potentials and problems. *Water Science and Technology*, 40(3), 27-35.

- Brix, H. (1994): Use of constructed wetlands in water pollution control: historical development, present status and future perspectives. *Water Science & Technology*, 30(8), 209-223 p.
- Brown, A.G., Lespez, L., Sear, D.A., Macaire, J.-J., Houben, P., Klimek, K., Brazier, R.E., Van Oost, K. & Pears, B. (2018): Natural vs anthropogenic streams in Europe: History, ecology and implications for restoration, river-rewilding and riverine ecosystem services. *Earth Science Review*, 180:185–205.
- Butchart, S.H.M., Akçakaya, H.R., Chanson, J., Baillie, J.E.M., Collen, B., Quader, S., Turner, W.R., Amin, R., Stuart, S.N. & Hilton-Taylor, C. (2007). Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE*, 2(1), e140
- Ciobotaru, N., Laslo, L., Matei, M., Muşat, C., Lupei, T., Boboc, M. & Deák Gy. (2014): Mapping Romanian Wetlands – A Geographical Approach. 3rd International Conference on Water resources and wetlands. 8-10 September, 2014 Tulcea (Romania), 220-227.
- Conte, G., Matinuzzi, N., Giovannelli, L., Pucci, B. & Masi, F. (2001): Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in Central Italy. *Water Science and Technology* 44(11-12): 339-43 p.
- Coops, H. & van Geest, G. (2007): Ecological restoration of wetlands in Europe. Significance for implementing the Water Framework Directive in the Netherlands. Report for Rijkswaterstaat RIZA.
- Copernicus Land Monitoring Service (2025): CLCplus Backbone 2023 – Product User Manual
- Cotiuşcă, D., Bartha J., Ilaş I. (2014): Impact of hydraulic schemes on Olt river and on its floodplain environment in Ciuc Depression, Harghita county, Romania. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(9): 2387-2394.
- Davidson, N.C. & Finlayson, C.M. (2018). Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetland. *Marine & Freshwater Research* (in press).
- Demeter L., Csergő A.-M., Sándor A.D., Imecs I., Vizauer Cs.T. (2011): Natural Treasures of the Csík Basin (Depresiunea Ciucului) and Csík Mountains (Munţii Ciucului)
- Dotterweich, M. (2008): The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchments of central Europe: deciphering the long-term interaction between humans and the environment — a review. *Geomorphology*, 101:192–208.
- Dubgaard, A., Mikkil, F.K., Petersen, M. & Ladenburg, J. (2002): Cost-benefit analysis of the Skjern River Restoration Project. Københavns Universitet, Papers from Department of Economics and Natural Resources Social Science Series
- EU 2024/1991 rendelete a természet helyreállításáról és az (EU) 2022/869 rendelet módosításáról
- FAO (2016): Global Forest Resource Assessment (GFRA) summary 2015. Food & Agriculture Organisation, Róma
- Gómez-Baggethun, E., Tudor, M., Doroftei, M., Covaliov, S., Năstase, A., Onăra, D.F., Mierlă, M., Marinov, M., Dorošencu, A.C., Lupu, G., Teodorof, L., Tudor, I.-M., Köhler, B., Museth, J., Aronsen, E., Johnsen, S.I., Ibram, O., Marin, E., Crăciun, A. & Cioacă, E. (2019): Changes in

- ecosystem services from wetland loss and restoration: An ecosystem assessment of the Danube Delta (1960–2010). *Ecosystem Services*, volume 39, 100965. ISSN 2212-0416.
- Györi F., Laczkó T. & Paár D. (2022): Vízi/evezős, horgász, vitorlázás turizmus. In: Grotte, J. (szerk.) Új trendek és jó gyakorlatok a fenntartható turizmus piacán. Budapest, Információs Társadalomért Alapítvány (INFOTA), pp. 90-121.
- Halassy M. (szerk.) (2024): Hazánk természeti állapotának javítása: Miért fontos a természet-helyreállítási rendelet?: Szakpolitikai összefoglaló. HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, ISBN 978-615-6375-18-6
- Hesslerová, P., Pokorný, J., Huryňa, H., Harper, D. (2019): Wetlands and Forests Regulate Climate via Evapotranspiration. In: An, S., Verhoeven, J. (szerk.): *Wetlands: Ecosystem Services, Restoration and Wise Use*. Ecological Studies, 238.
- Hoffmann T, Lang A, Dikau R (2008): Holocene river activity: analysing 14C-dated fluvial and colluvial sediments from Germany. *Quaternary Science Reviews*, 27(21-22): 2031–2040.
- Ihrig D. (szerk.) (1973): A magyar vízszabályozás története. OVH, Budapest.
- Ilaş, I., Bartha J. (2012): Effects of Olt River Regulation on the channel Morphology. *Ovidius University Annals, Series Civil Engineering* . 14: 139-146.
- Imecs I. & Ujvári K-R. (2013): Antropogén források és azok hatása a Csíki-medence tíz patakjának halállományára. *Acta Siculica 2012–2013*: 85–98.
- Ioana-Toroimac, G., Zaharia, L. (2014): Hydromorphological Priorities of River Restoration Projects in Romania. 3rd International Conference - Water resources and wetlands. Tulcea (Romania), 8-10 September 2014, 23-30.
- Ioana-Toroimac, G., Zaharia, L., Neculau, G., & Constantin, D.M. (2018): Ecosystem services of natural versus modified rivers: a perception-based study in Romania. *I.S. Rivers*. Lyon (Franciaország), 4-8th of June 2018.
- Jakab G. (2017): Csillagos nárcisz. *Földgömb XXXV(313)*: 6 p.
- Jakab S. (2010): Erdély talajtakarójának változása az emberi tevékenység hatására. In: *Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században (2010)*. 5:277-289. p.
- Jánosi I. (2002): Az Olt melletti területek növényvilágának általános jellemzése a forrásvidéktől Málnásfürdőig. In: Jánosi Cs. et al. (szerk.): *Az Olt. Csíki Természetjáró és Természetvédő Egyesület, Csíkszereda*, 26–32. p.
- Kaiser, K., Keller, N., Brande, A., Dalitz, S., Hensel, N., Heußner, K-U., Kappler, C., Michas, U., Müller, J., Schwalbe, G., Weiße, R. & Bens, O. (2018): A large-scale medieval dam-lake cascade in central Europe: water level dynamics of the Havel River, Berlin-Brandenburg region, Germany. *Geoarchaeology*, 33:237–259.
- Kerekes Sz. (2010): Az Alcsíki-medence lápjainak botanikai állapotfelmérése és vegetációváltozásainak vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés

- Khoskham, M. & Marzuki, A. (2011): Environmentally Friendly Wetlands Management For Tourism. WIT Transactions on Ecology and The Environment, 148: 563-571.
- Kosztá B. (2024): Az Első Katonai Felmérés tartományi térképeinek rendszere: a hálózati északi irányok és feltételezett kijelölésük. ELTE TTK FFI Geofizikai és Űrtudományi Tanszék.
- Kovács A. (2002): Régi katonai topográfiai térképek szelvényezése. Diplomamunka. K.n., H.n.
- Kovács Zs. & Balogh P. (n.a.): Ártéri gazdálkodás Nagykörűn. K.n., H.n.
- Kristó A. (1957): A Csíki-medencék geomorfológiai problémái. In: Csíki Múzeum Munkaközössége (szerk.): A Csíki Múzeum közleményei. Csíkszereda
- Kristó A. (1980): Csíkszereda környékének geomorfológiája. Acta Hargitensia I. 273-298.
- Kristó A. (1994): A Csíki-medencék vidékének környezetvédelmi értékelése és környezetszennyező gócai. Csíki Zöld Füzetek 1: 7-26.
- Lakatos Gy., Veres Z., Gyulai I. & Fülöp Z. (2016): Hazai szennyvíztisztítási fejlesztések a fenntartható vízgazdálkodás érdekében. K.n., H.n.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: WETLANDS AND WATER Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- MMAP (Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor) (2021): Planul de management al sitului de interes comunitar Bazinul Ciucului de Jos ROSCI0007. Bukarest
- MMAP (Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor) (2023): Planul de management al siturilor Natura 2000 ROSCI0323 Munții Ciucului și ROSPA0034 Depresiunea și Munții Ciucului. Bukarest
- MDRAP (Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice) (2015): Strategia Integrată de Dezvoltare Durabilă a Deltei Dunării.
- MAN (Ministerul Apărării Naționale) (1983): Direcția Topografică Militară. 1:25.000, L-35-64-B-a, L-35-64-B-d, Bukarest
- Mitsch, W.J. & Gosselink, J.G. (1993): Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York, 722 p.
- Mitsch, W.J., Bernal, B., Nahlik, A.M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C.J., Jørgensen, S.E. & Brix, H. (2013): Wetlands, carbon, and climate change. Landscape Ecology 28, 583–597.
- Mitsch, W.J. (2016): Wetlands and Climate Change. National Wetlands Newsletter, 38(1): 5-11.
- Németh, F. & Seregélyes, T. (1989): Természetvédelmi információs rendszer: Adatlap kitöltési útmutató. Kézirat, Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest
- Németh N. (2004): Vizes élőhelyek (wetland) szerepe a tájban és hasznosításuk a szennyvíztisztításban. Tájökológiai Lapok 2(1): 49–63.
- Orbán B. (1868): A Székelyföld leírása. Történelmi, régészeti, természetrajzi s népismeii szempontból. Budapest. Digitális kiadás: Arcanum Adatbázis Kft. 2003
- Pásztóhy Z. (1996): Felszín alatti vízrendszerek a Csíki-medencében és kapcsolatuk a környezeti változásokkal. In: A víz és a vízi környezetvédelem a Kárpát-medencében. Magyar Hidrológiai Társaság, Eger, II: 677-692. p.

- Pedersen, M.L., Andersen, J.M., Nielsen, K. & Linnemann, M. (2007): Restoration of Skjern River and its valley – short-term effects on river habitats, macrophytes and macroinvertebrates. *Ecological Engineering* 30:145-156.
- Pop, E. (1960): *Mlăștinile de turbă din Republica Populară Română (A Román Népköztársaság tőzeglápjai)*. Editura Academiei Republicii Populare Române, Bukarest, 511 pp.
- Ramsar Convention on Wetlands (2018): *Global wetland outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Ramsar Convention Secretariat
- România Kormánya: *Ordonența de Urgență (sürgősségi rendelet) 57/2007*. In *Monitorul Oficial* nr. 442 din 29 iunie 2007
- Szabó K. (szerk.) (1872): *Székely Oklevéltár I. 1211-1519*. Magyar Történelmi Társulat kolozsvári bizottsága, Kolozsvár. I/LXXXVII és CCXIII
- Timár G., Molnár G., Cornel, P. & Florin, P. (2004): A második és harmadik katonai felmérés erdélyi szelvényeinek vetületi- és dátumparaméterei. *Geodézia és Kartográfia*: 12-16.
- Turtureanu, A., Dorobăț L. M. & Dobrescu C. M. (2017): Journal of Danubian Studies and Research Consequences of the Flow Regime Changes of some Tributary Waters of the Danube and the Sustainable Administration of the Water Resource. *Journal of Danubian Studies and Research*, 7(1): 132-143.
- Újvári J. (1972): *Geografia apelor României (România vízföldrajza)*. Editura Științifică, Bukarest
- Vymazal, J. (2010): Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Water* 2010, 2(3), 530-549.
- Wenguang, Z., Wenjuan, W., Guanglei, H., Chao, G., Ming, J. Xianguo, L. (2020): Cooling effects of different wetlands in semi-arid rural region of Northeast China. *Theoretical and Applied Climatology* 141: 34-41.
- Wolf, S., Esser, V., Schüttrumpf, H., & Lehmkuhl, F. (2021). Influence of 200 years of water resource management on a typical central European river. Does industrialization straighten a river?. *Environmental Sciences Europe*, 33(1), 15.
- WWF (2016): *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. WWF International, Gland, Svájc
- Zou, J., Ziegler, A.D., Chen, D., McNicol, G., Ciais, P., Jiang, X., Zheng, C., Wu, J., Wu, J., Lin, Z., He, X., Brown, L.E., Holden, J., Zhang, Z., Ramchunder, S.J., Chen, A. & Zeng, Z. (2022): Rewetting global wetlands effectively reduces major greenhouse gas emissions. *Nature Geoscience* 15: 627–632.

http 1 Izvorul Oltului este în Munții Giurgeu.

<https://sites.google.com/site/romanianatura45/home/carpatii-rasariteni/giurgeu/izvorul-oltului-este-in-muntii-giurgeu>

http 2 SRTM download. <https://dwtkns.com/srtm30m/> (2024.10.24.)

http 4 România: seturi de date vectoriale generale. <http://geo-spatial.org/vechi/download/romania-seturi-vectoriale> (2024.11.07.)

http 5 EU-Hydro River Network Database. <https://doi.org/10.2909/393359a7-7ebd-4a52-80ac-1a18d5f3db9c> (2025.03.11.)

http 6 Water and Wetness status 2018 (raster 10 m and 100 m), Europe, 3-yearly. <https://doi.org/10.2909/7992f641-bf77-47b7-b0c1-74fc832b78b1> (2025.03.11.)

http 7 CLCplus Backbone 2023 (raster 10 m), Europe, 3-yearly. <https://land.copernicus.eu/en/products/clc-backbone/clcplus-backbone-2023-raster-10-m-europe-2-yearly#download> (2025.03.11.)

http 8 RePEAT. [https://icdcrm.ro/hu/page/181/vizes-elohelyek-es-tozeglapok-helyreallitasa-a-kozponti-regioban-\(repeat\)](https://icdcrm.ro/hu/page/181/vizes-elohelyek-es-tozeglapok-helyreallitasa-a-kozponti-regioban-(repeat)) (2025.08.21.)

http 9 MERLIN Case Studies - Fact Sheets. [Case Study Fact Sheets - MERLIN project](#) (2025.09.26.)

http 10 WaterLANDS [Project Overview | WaterLANDS: Water-based solutions for carbon storage, people and wilderness.](#) (2025.09.26.)

http 11 A régi Olt folyó. [A régi Olt folyó – Tusnádfürdő és Környéke](#) (2025.10.03.)

http 12 VIZET A TÁJBA! - Alsó-Tisza-vidék. <https://www.facebook.com/watch/?v=587437884343800> (2025.10.03.)

http 13 WEkEO CLCplus Backbone 2023. <https://wekeo.copernicus.eu/data?view=dataset&dataset=EO%3AEEA%3ADAT%3ACLC-PLUS> (2025.10.15.)

http 14 Kígyógyökerű keserűfű. <https://plantarium.hu/2014/11/17/kigyogyokeru-keserufu-persicaria-bistorta-syn-polygonum-bistorta/> (2025.10.18.)

http 15 Google Earth. <https://earth.google.com/web> (2025.10.27.)

http 16 TopRO50. <https://geoportal.ancpi.ro/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6fcdb33e7ca64215985b478e94cbab64> (2025.10.28.)

8. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm konzulenseimnek, dr. Grónás Viktornak és dr. Bakó Gábornak, hogy segítettek kijelölni a kutatásom irányát, rendszeres konzultációk által szakmai iránymutatást és ellenőrzést biztosítottak a dolgozatom alakulásához, és közben a tudományos munka értékére és saját határait felismerésére tanítottak. Köszönöm dr. Saláta Dénes, Milinkó István és Molnár Ábel Péter oktatóimnak az önzetlen segítséget és nyitottságot. Köszönöm Demeter Lászlónak, Domokos Péternek és az ANANP (Természetvédelmi Területek Ügynöksége) Hargita megyei kirendeltsége többi munkatársának is a tanácsokat, szakirodalmi anyagokat, térképeket és a mentorálásukat. Köszönöm a Hadtörténeti Térképtár részéről Csákvári Kristófnak, és az ANIF Hargita megyei kirendeltségének részéről Tamás Emilnek a rendelkezésemre bocsátott térképeket és információkat.

Köszönöm Csog Istvánnak a drónos felvételeket és az ezzel járó megpróbáltatások vállalását, és Képiró Donátnak, hogy rávilágított a természettudományok szépségére és logikusságára a súlyozottátlag-számításon keresztül. És legvégül köszönöm a családomnak, különösen édesapámnak, Botár Istvánnak a mindvégig kitartó bátorítást, a szakma és a tudomány tiszteletének átadását és azt a szemléletet és otthonszeretetet, amelyből a kutatásom alapötlete született. Nélküle, és az elképzelt jövőbeli NÁDASS-unk nélkül soha nem kezdtem volna vizes élőhelyekkel foglalkozni.

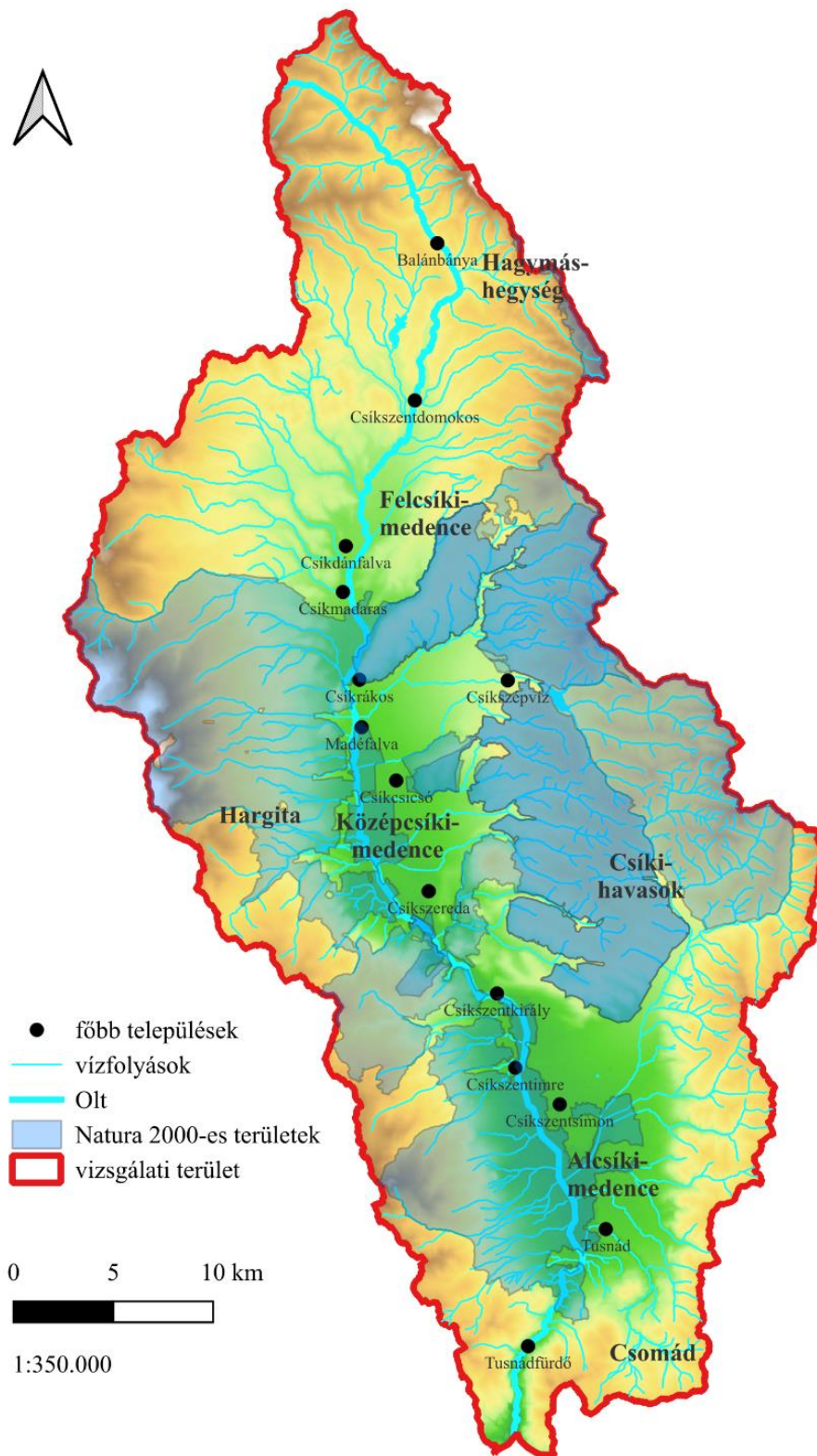
9. Mellékletek

1. melléklet: A Csíki-medence vízi és vizes élőhelyekhez kötődő védett és Natura 2000-es fajai és élőhelyei

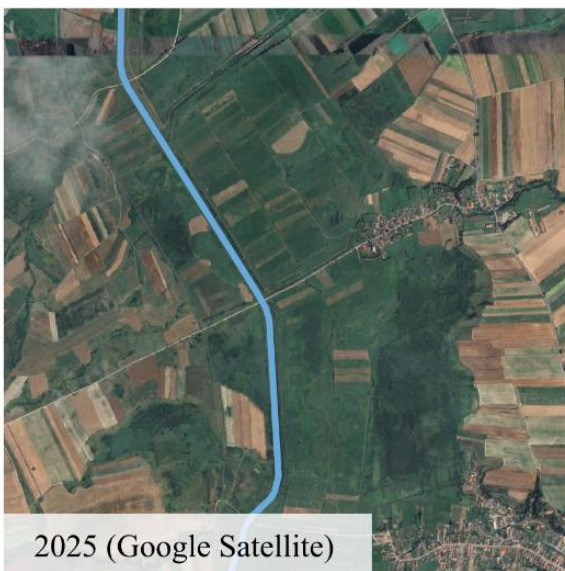
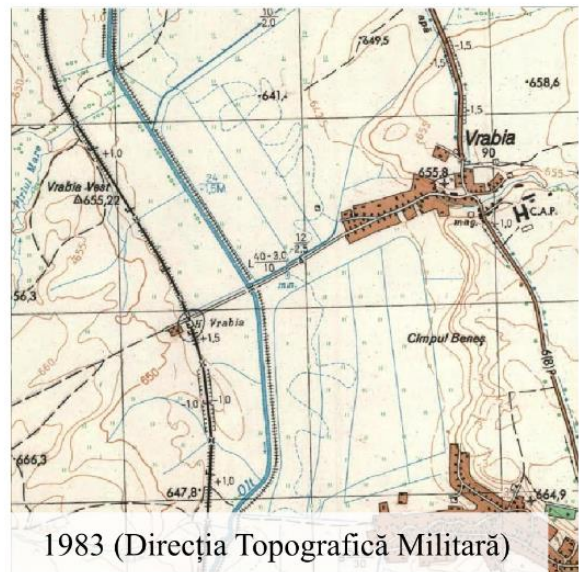
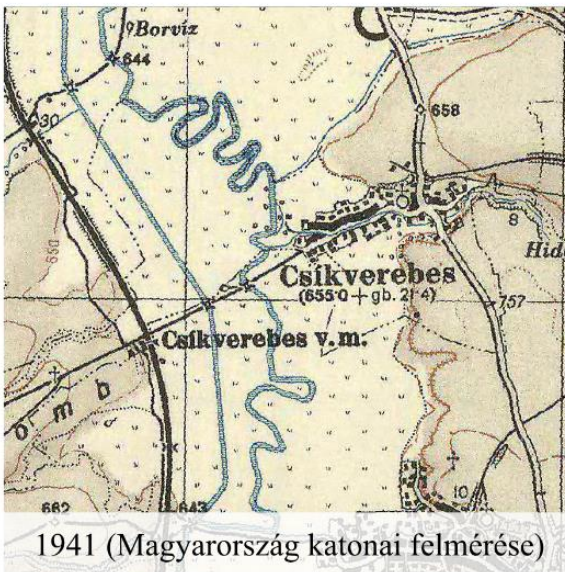
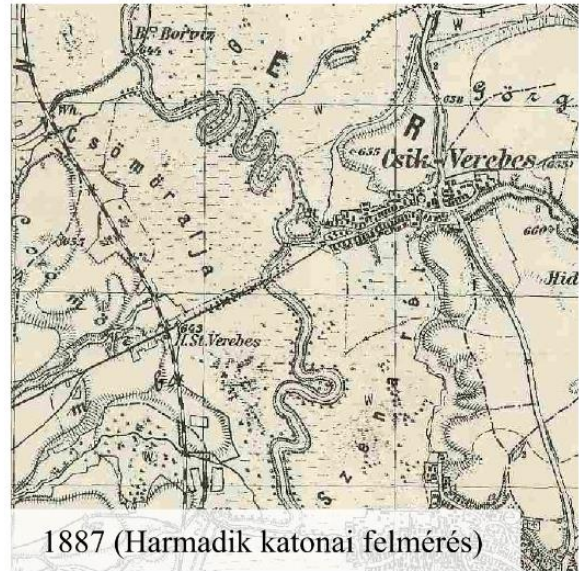
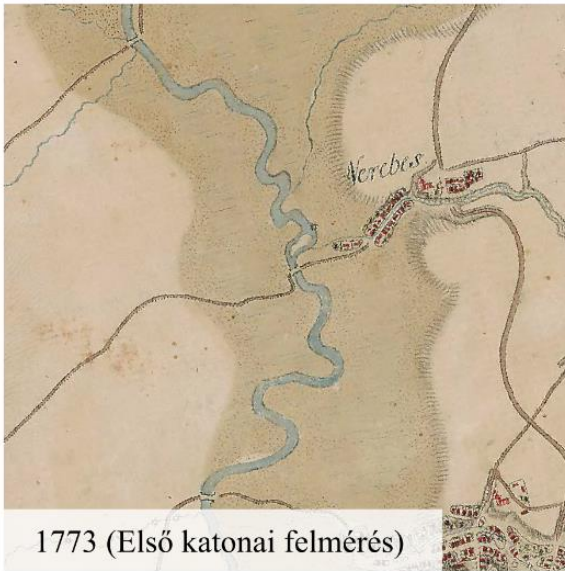
Védett fajok: széles kárász (*Carassius carassius*), gyepi béka (*Rana temporaria*), kockás sikló (*Natrix tessellata*) (Cotiușcă et al., 2012; OUG 57/2007)

Natura 2000 indikátorfajok: szibériai hamuvirág (*Ligularia sibirica*), mocsári kötörőfű (*Saxifraga hirculus*), angyalgyökér (*Angelica palustris*), hasas törpecsiga (*Vertigo moulinsiana*), harántfogú törpecsiga (*Vertigo angustior*), mocsári tarkalepke (*Euphydrias aurinia*), tiszai ingola (*Eudontomyzon danfordi*), petényi márna (*Barbus petenyi*), réti csík (*Misgurnus fossilis*), botos kölönte (*Cottus gobio*), közönséges tarajosgöte (*Triturus cristatus*), kárpáti göte (*Triturus montandoni*), barna varangy (*Bufo bufo*), mocsári béka (*Rana arvalis*), sárgahasú unka (*Bombina variegata*), levelibéka (*Hyla arborea*), fürge gyík (*Lacerta agilis*), pettyes vízcisibe (*Porzana porzana*), haris (*Crex crex*), barna rétihéja (*Circus aeruginosus*), hamvas rétihéja (*Circus pygargus*), békászó sas (*Aquila pomarina*), fehér gólya (*Ciconia ciconia*), sárszalonka (*Gallinago gallinago*), réti cankó (*Tringa glareola*), pajzsos cankó (*Philomachus pugnax*), réti tücsökmadár (*Locustella naevia*), hód (*Castor fiber*), vidra (*Lutra lutra*) (MMAF, 2021, 2023).

Natura 2000 jelölő élőhelyek: alföldektől a hegyvidékekig előforduló vízfolyások *Ranunculion fluitantis* és *Callitricho-Batrachion* növényzettel (3260); kékperjés láprétek meszes, tőzeges vagy agyag-bemosódásos talajokon (*Molinion caeruleae*, 6410); síkságok és a hegyvidéktől a magashegységig tartó szintek hidrofil magaskórós szegélytársulásai (6430); folyóvölgyek *Cnidion dubii*-hoz tartozó mocsárrétjei (6440); enyves éger és magas kőrös alkotta ligeterdők (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*); tőzegmohás lápok és ingólápok (7140); mészkedvelő üde láp- és sásrétek (7230) (MMAF, 2021, 2023).



5. ábra: A vizsgálati terület, az Olt vízgyűjtőjének csíki-medencei része
(Forrás: saját szerkesztés)

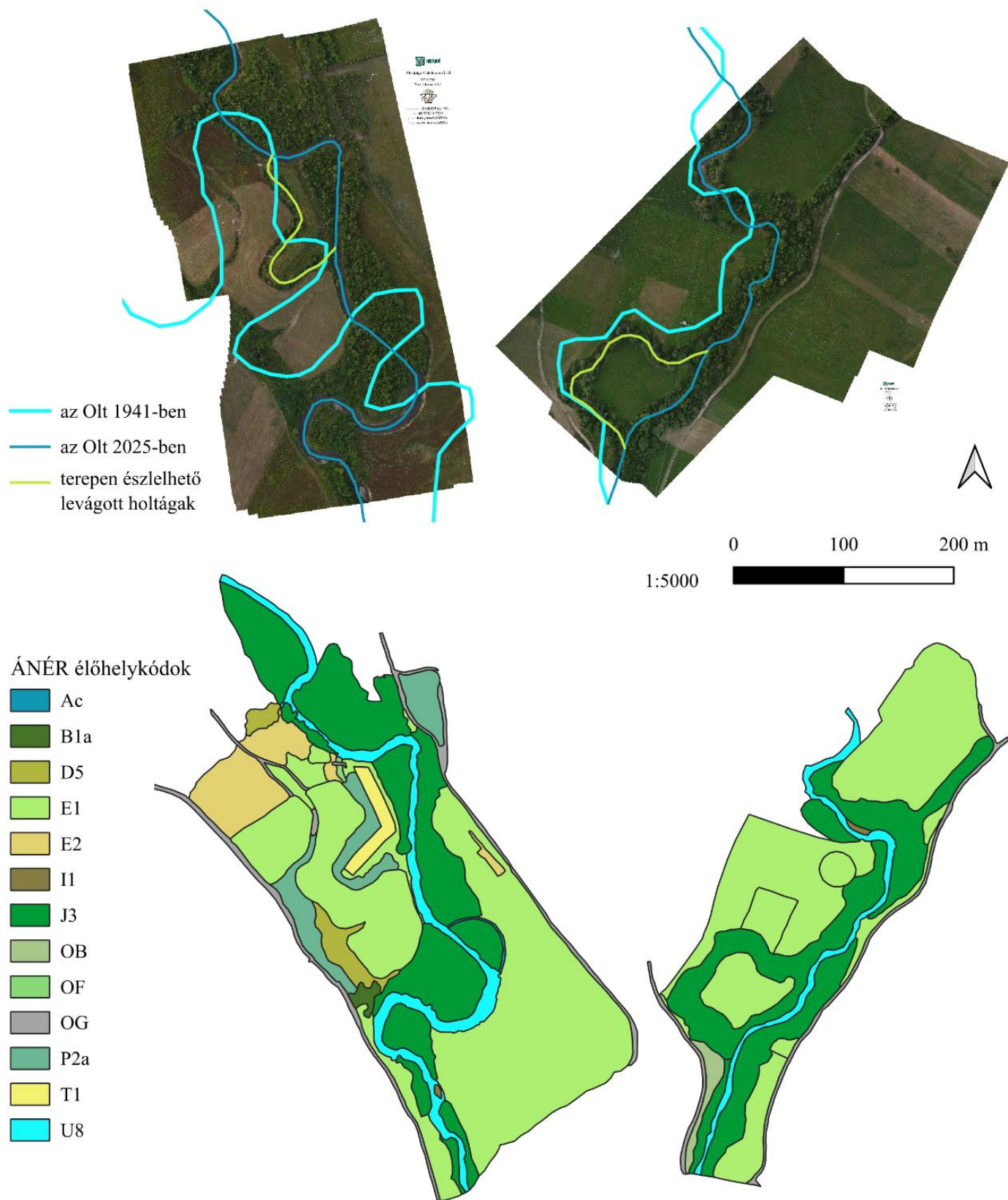


0 0,5 1 1,5 km



1:40.000

6. ábra: Az Olt medermerfolyójának és árterének változásai. Példa a folyó Csíkverebes melletti szakaszáról
(Forrás: saját szerkesztés, katonai és topográfiai térképek, illetve műholdfelvétel nyomán)



7. ábra: A csíkmadarasi és a csíkdánfalvi mintaterület ortofotója és élőhelytérképe a foltok fő élőhelytípusa szerint megjelenítve
 (Forrás: saját szerkesztés)



8. ábra: A két mintaterület fő élőhelytípusainak területre jellemző tipikus habitusfotói
(Forrás: saját fényképek)

2. melléklet:

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Botár Márta
Neptun-kódja:	UD9NAY
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	X BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb:
Tantárgy neve/kódja*:	szakdolgozat
A munka címe:	Az Olt revitalizációs vizsgálatának tájékológiai megközelítése a folyó csíki-medencei szakaszán

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
A dolgozat címének angol nyelvre történő lefordítása	Chat GPT	cím
Felszínborítási kategóriák (CLCplus Backbone 2023 rétegről) angolról magyarra történő fordítása	Chat GPT	4.3. fejezet, 3. táblázat

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

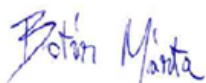
.....

.....
.....
.....

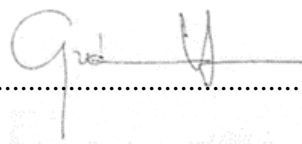
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Gödöllő, 2025. október 30.

.....


Hallgató aláírása

.....


Konzulens/Témavezető aláírása

3. melléklet:

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Botár Márta
A Hallgató Neptun kódja: UD9NAY
A dolgozat címe: Az Olt revitalizációs vizsgálatának tájökológiai megközelítése a folyó csíki-medencei szakaszán
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

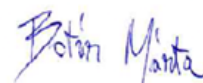
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő, 2025. november 3.



Hallgató aláírása

4. melléklet:

NYILATKOZAT

Botár Márta (hallgató Neptun azonosítója: UD9NAY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot[1] áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre **javaslom / nem javaslom**[2].

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*[3]

Kelt: Gödöllő, 2025. október 28.



belső konzulens

[1] A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

[2] A megfelelő aláhúzendó.

[3] A megfelelő aláhúzendó.