

Magyar Földrajzi Társaság
Societas Geographica Hungarica
1872



FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK



GEOGRAPHICAL
REVIEW

147. évfolyam, 2. szám

2023

FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Földrajzi Társaság tudományos folyóirata

Geographical Review • Geographische Mitteilungen
Bulletin Géographique • Bollettino Geografico • Географические Сообщения

Főszerkesztő / Editor-in-Chief

JENEY LÁSZLÓ

Főszerkesztő helyettesek / Deputy Editors-in-Chief

EGEDY TAMÁS (felelős szerkesztő / Managing editor), BOTTLIK ZSOLT

Szerkesztők / Editors

HORVÁTH GERGELY, KOVALCSIK TAMÁS, KŐSZEGI MARGIT, PAPP SÁNDOR
CSAPÓ JÁNOS (külszervezési menedzser / Manager for internationalisation)

Szerkesztőbizottság / Editorial Board

VEIT BACHMANN (DE), BENEDEK JÓZSEF (RO), DÁVID LÓRÁNT DÉNES,
DOMBAY ISTVÁN (RO), FÁBIÁN SZABOLCS, FODOR GYULA (UA),
GYÖRI RÓBERT, IONEL HAIDU (FR), ILLÉS SÁNDOR, STEVEN JOBBITT (CA),
KOZMA GÁBOR, LÓCZY DÉNES, PETER LUGOSI (UK),
MÉSZÁROS MINUCSÉR (RS), MUCSI LÁSZLÓ, SZABÓ GYÖRGY, TIMCSÁK GÉZA (SK),
TIMÁR JUDIT, LADISLAV TOLMÁCI (SK), THOMAS M. WILSON (US, IE)

Tudományos Tanácsadó Testület / Scientific Advisory Board

ALEXANDR ARTEMYEV (KZ), MARIUSZ BARCZAK (PL), BARTA GYÖRGYI,
BELUSZKY PÁL, JÜRGEN BREUSTE (AT), BUJDOSÓ ZOLTÁN,
CENTERI CSABA, CSORBA PÉTER, DÖVÉNYI ZOLTÁN, FRISNYÁK SÁNDOR,
GRAŻYNA FURGAŁA-SELEZNIOW (PL), GÁBRIS GYULA, GÁL ZOLTÁN,
GYÖRGY OTTILIA (RO), HUFNÁGEL LEVENTE, DORINA CAMELIA ILIEȘ (RO),
KERÉNYI ATTILA, BLAŽ KOMAC (SI), JOANNA KOSMACZEWSKA (PL),
KOVÁCS KATALIN, KOCSIS KÁROLY, KOVÁCS ZOLTÁN, MARI LÁSZLÓ, MEZŐSI GÁBOR,
MICHALKÓ GÁBOR, LADISLAV MURA (SK), PAJTÓKNÉ TARI ILONA, PAP NORBERT,
PAPP-VÁRY ÁRPÁD, MARIA PARADISO (IT), PENKSZA KÁROLY,
SZILÁRD LEHEL POSZET (RO), PROBÁLD FERENC, ANTON VAN ROMPAEY (BE),
MIHAELA SIMA (RO), PARIKSHAT SINGH MANHAS (IN),
SZABÓ JÓZSEF, SZABÓ SZILÁRD, SZILASSI PÉTER, TÓTH GÉZA, TARDY JÁNOS,
VARAJTI KÁROLY, MAREK WIĘCKOWSKI (PL)

A Földrajzi Közleményeket az alábbi adatbázisok indexelik:
Földrajzi Közlemények is abstracted/indexed in: EBSCO Information Services,
Ulrich's Periodicals Directory, Index Copernicus International, Crossref.

Szerkesztőség: 1112 Budapest, Budaörsi út 45. Telefon, fax: (06-1) 309-2683
E-mail: kozlemenyek@foldrajzitariarsag.hu. Honlap: www.foldrajzitariarsag.hu
Az MTA X. Földtudományok Osztályán kiemelt státuszba sorolt folyóirat.

A VENDÉGSZERKESZTŐ ELŐSZAVA – A HAZAI TÁJÖKOLÓGIAI KONFERENCIÁK TÖRTÉNETE

Az ökológiai szemléletű táj kutatás növekvő nemzetközi tekintélye többször is arra ösztönözte a szakterület hazai képviselőit, hogy ennek a kutatási irányzatnak is legyen magyarországi gazdája, amely rendszeres szakmai találkozók, konferenciák segítségével összefogja az érintett szakembereket.

Egy új tudományterület „hivatalos” elfogadása soha nem volt villámgyors folyamat és nem is könnyű megállapítani, hogy milyen előfeltételek teljesülése esetén lehet kimondani, hogy új szaktudományról van szó? Általában jól körülhatárolható, önálló kutatási tárgyat, célkitűzést és módszert szokás hangsúlyozni, de ezen túl vannak az elfogadottságához jelentősen hozzájáruló tényezők is: pl. egy hivatalos szervezet, tájökológia címet viselő publikációs fórum és események, amelyek tájökológia néven hirdetik magukat. Az elismertség legmagasabb fokát akkor éri el az a szakterület, ha a témakör megjelenik a felsőoktatási palettán, tantárgyként, szakirányként, netán önálló szakként, a tudományos tekintély pedig kifejeződik abban, ha tanszékek, intézetek nevében, akadémiai osztályok, tudományos bizottságok, albizottságok elnevezésében felbukkan a tájökológia szó.

A tájökológia tárgyát tekintve a föld- és a biológiai tudományok határán mozgó, kettős megközelítést, valódi interdiszciplinaritást képviselő szakterület, egy sajátos szemlélet, amely nem jellemző önmagában sem a bio/ökológiára, sem a geográfiára. Módszereiben is kifejeződik ez a kettősség, céljait tekintve pedig a tájökológia kifejezetten a gyakorlati tájtervezési, -rendezési, -fejlesztési feladatokat ellátó tevékenységek tudományos hátteréül szolgál. Ami pedig az elismertség transzparens jeleit illeti, az ezredforduló környékén több egyetemi tanszék elnevezésébe felbukkant a tájökológia, voltak/vannak tájökológia kurzusok, 2003-ban elindult Tájökológiai Lapok kiadvány és 2004-ben lezajlott az első hazai tájökológiai konferencia.

A fenti folyamat itthon és külföldön is évtizedek alatt zajlott le. A tájökológia fogalom első használója, CARL TROLL egy 1939-ben megjelent cikkében fejtette ki azt a meggyőződését, hogy a „vertikális biológiai rendszer” és „a horizontális, térbeliséget előtérbe helyező geográfia” összekapcsolásából létrejövő táj kutatási megközelítést tájökológiának, „Landschaftsökologie”) kell nevezni. Ezután több mint negyven év telt el, mire 1982-ben wageningeni (Hollandia) székhellyel megalakult a nemzetközi szervezet, a IALE (International Association for Landscape Ecology) és 1984-ben sor került az első konferenciára Dániában, a roskildei egyetemen.

A magyarországi kezdeteket 1963-ra lehet visszavezetni, a tájökológia kifejezést ekkor használta először MAROSI SÁNDOR és SZILÁRD JENŐ a mai Hungarian Geographical Bulletin elődjében, a Földrajzi Értesítőben publikált cikkükben. (Marosi visszaemlékezése szerint előző évben, egy konferencián elhangzott előadásában már használta a tájökológiai kifejezést.) Marosi később is kitartott amellett, hogy a helyes kifejezés az „ökológiai szemléletű táj kutatás” volna, de belátta, hogy a tájökológiával szemben ez nehézkesen használható megnevezés. Szakmai ismertsége miatt az 1984-es dániai első nemzetközi konferenciára is Marosi kapott meghívót. Ő azonban a részvételt e sorok írójának ajánlotta fel, mert tudta, hogy kandidátusi disszertációját az akadémiai kutatóintézet ösztöndíjasaként épp tájökológiai irányba igyekszik fordítani.

A tájökológia kifejezés felbukkanását követően nálunk is eltelt jónéhány évtized, mire kisebb rendezvények után, 2004-ben a sziráki kastélyban lezajlott az első tájökológiai konferencia.

Az egyik szükséges, bár nem létfontosságú előfeltétel, egy hazai tájökológiai szervezet megalakítása viszont nem sikerült. 1990-ben ugyan a Földrajzi Közleményekben örömmel számoltam be arról, hogy megalakult a IALE Magyar Nemzeti Szekciója, de rendszerváltás időszakát jellemző tisztázatlan jogi körülmények közepette a szekció élére megválasztott PINCZÉS ZOLTÁN debreceni egyetemi tanár nem látott reális esélyt a szervezet hivatalos bejegyzésére. (Ráadásul ennek meglepően magas költségvonzata is lett volna.) Az alakuló ülésre még sikerült viszonylag tág szakmai kört verbuválni, a geográfusokon, természetvédelmi ökológusokon és tájépítészekon kívül voltak agrár-talajtanos, erdész tagok is, de már akkor sem találtunk a tájökológiai iránt elkötelezettséget érző vízügyi, meteorológus vagy geológus érdeklődőt. Néhány év elteltével az összetartó erő meggyengült, programok és fórumok híján PINCZÉS ZOLTÁN elnöki és CSIMA PÉTER titkári mandátum nem került meghosszabbításra, így 1995-ben ez a kvázi-szervezet formálisan is megszűnt. Időközben megnyílt az a lehetőség, hogy a nemzetközi szervezetnek bárki közvetlen tagdíjbefizetéssel is tagja lehetett, rontotta ellenben a nemzetközi színpadon történő megjelenésünk esélyét, hogy az ezredforduló környékén a tájökológiai világkonferenciákat sorozatban tőlünk távol rendezték, Ausztráliában, Kínában, Kanadában...

Szerencsére a hazai szervezet megalakításának kudarca nem jelentette azt, hogy csökkenőben lett volna a tájökológia, mint szakterület iránti érdeklődés. Ennek bizonyítéka, hogy a sziráki zászlóbontást követő konferenciák mindegyike élénk érdeklődés mellett zajlott le. A dátumok, helyszínek és a szervezőbizottság vezetői az alábbi sorban következnek egymást:

- I. 2004. szeptember: Szirák, Szent István Egyetem, Tájökológiai Tanszék, Barczy Attila
- II. 2006. április: Debrecen, Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Csorba Péter
- III. 2008. május: Budapest, Corvinus Egyetem, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Csima Péter – Boda Brigitta
- IV. 2010. május: Kerekegyháza, Varga-tanya, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Kertész Ádám
- V. 2012. augusztus: Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem, Táj tudományi és Vidékfejlesztési Tanszék, Konkoly-Gyuró Éva
- VI. 2015. május: Budapest, ELTE, Tájföldrajzi Tanszék, Szabó Mária
- VII. 2017. május: Szeged, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Gulyás Ágnes – Szilassi Péter
- VIII. 2019. szeptember: Kisvárd, Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Csorba Péter – Fazekas István
- IX. 2022. augusztus: Nádudvar, Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Csorba Péter – Fazekas István

A tájökológia széles merítési bázisára utalva a sziráki konferencia egyik nyitó előadását VÁRALLYAY GYÖRGY így kezdte: „Kevés olyan szó van, amit még nem tettek a táj után és az ökológia elé”. Valóban, az első konferenciákon részt vett néhány földtanos, városklimatológus, hidrogeográfus kutató is. Az elhangzott előadások száma általában 40-80 között volt és az egyetemi oktatók, kutatóintézeti dolgozók mellett rendszeres vendégek voltak a nemzeti parkok, minisztériumi háttérszervezetek stb. képviselői. Örömmel vettük, hogy megjelent néhány turisztikai és társadalomföldrajzos érdeklődésű kollega is. Viszont továbbra is sajnálattal állapíthatjuk meg, hogy az agrárium nem talajtanos és

az erdészet képviselőit szinte csak akkor sikerült megszólítani, ha a helyszín ezt kifejezetten predesztinálta (pl. Sopronban az erdészet, Nádudvaron az agrárosok). Jellemző folyamat, hogy egyre nőtt a száma a doktorandusz hallgatóknak, Szegeden és legutóbb Nádudvaron pedig már néhány külföldi doktorandusz is előadást tartott. Mindig volt érdeklődés a konferenciát követő tanulmányútra, általában 20-25 fő számára szerveződött terepi program. Emlékezetes volt pl. a Fertő-tó körbeutazása, a tarpai Nagy-hegy és a tiszamenti dzsungelgyümölcsös meglátogatása, vagy Óbuda városökológiai bemutatása. A hazai szervezet megalakítása a közelmúlt konferenciáin többször is felvetődött. Legkomolyabban Szegeden foglalkozunk a témával, ahol a hivatalos programban is volt egy előkészítő megbeszélés, de konkrét eredményt ez sem hozott.

Kár volna tagadni, hogy 10-15 év elteltével csökkent a kezdeti lendület, de ezt nem tudta elkerülni a nemzetközi szervezet sem. Sőt maga a tájökológia, mint szakterület is veszített kezdeti népszerűségéből, „az újdonság varázsából”. A tájökológia kínálta komplex környezetszemlélet kétségtelenül rugalmasabban alkalmazkodott az ezredforduló idején szaporodó környezeti válságok, urbanizációs robbanás, migrációs hullámok és persze az éghajlatváltozás által feltett globális kérdések sikeres kezeléséhez. Ugyanakkor ezúttal is bebizonyosodott, hogy a tájökológiai sem képes univerzális válaszokat adni és érvényre juttatni a tudományos eredményeket. Látványos gyakorlati eredmények olyan országokban, pl. Szlovákiában, Németországban, Hollandiában köthetők a tájökológiához, ahol ehhez sikerült megteremteni a megfelelő törvényi, jogszabályi hátteret is. Nálunk az ún. tervtanácsi megbeszéléseken a tájépítéseknek is többnyire csak tanácskozási jogosultságuk van, s a helyzeten az utóbbi években elszaporodott „kiemelt nemzetgazdasági beruházásokká” nyilvánítás tovább rontott. Jelentős előrelépés, hogy 2020 óta ismét van Budapestnek fő-tájépítésze (a funkció 1949-ben szűnt meg) bár feladatköre erősen leszűkül a zöldfelületekre, a pozíciót jelenleg betöltő tájépítésznek pedig nincs tudományos előélete.

A IALE vezetését 10-15 évig európai, főleg holland, német, dán kutatók alkották. Később volt egy rövid USA és Kanada dominálta korszak, majd ezt a tudományterületet is elérte a dél-kelet ázsiai ill. a dél-amerikai hullám. 2005-15 között az új tagok több mint fele pl. kínai volt. Az utóbbi években kiegyensúlyozottabbá vált a csúcsvezetőség, a nemzeti szekciók és a munkacsoportok személyi összetétele. Jelenleg a IALE elnöke ROBERT SCHELLER, (Észak-Karolinai Állami Egyetem - USA) és van 6 elnökhelyettese: egy-egy egyesült államokbeli, chilei, kolumbiai, cseh, német és kínai kollega. Az egykor általunk is megcélzott ún. nemzeti szekció most 25 országban működik, ebből 13 európai; van nagy-britanniai, francia, spanyol, portugál, német, dán, svéd, lengyel, cseh, szlovák, román, ukrán és orosz szervezet. Az európai, az afrikai és az észak-amerikai országok ezen kívül fenntartanak egy-egy kontinentális szervezetet is, amelyek rendszeresen tartanak regionális szimpoziumokat. A programokról a IALE Bulletinből lehet tudomást szerezni.

Tanulságos a munkacsoportok felsorolása, mert ebből látszik, hogy nemzetközi szinten jelenleg mely irányokat tartják a legperspektivikusabb kutatási területnek. A Nemzetközi Tájökológiai Társulásnak most 11 munkacsoportja működik:

Ezek közül elsőként említjük a Történeti tájökológiáit, amelynek vezetője BÍRÓ MARIANN a vácrátóti Ökológiai és Botanikai Intézet tudományos munkatársa. A többi munkacsoport pedig: Tájmetria, Erdészeti tájökológia, Biodiverzitás és ökológiai szolgáltatás, Élelmiszer és vízbiztonság, Az élőlények környezetének elemzése, Biokulturák által dominált tájak, Tájtervezés, Város és városkörnyéki területhasználat irányítása, Tájökológia az iskolában, Ismeretterjesztés és szakmapolitika.

A felsorolás alapján látható, hogy a kurrens tudományos témák közül kiemelkedik a tér-informatika, a globális vízhiány kérdése és az élővilág sokszínűségének megőrzése, a gya-

korlati feladatok közül pedig a komplex tájtervezés, az urbanisztika, továbbá két munkacsoport is foglalkozik a tájökológia oktatásával és népszerűsítésével.

A tájökológiának mint integrált környezetszemléletet valló szakterületnek az elmúlt 25-30 év alatt sikerült beépülnie a geo-bio-öko tudományok rendszerébe, pozícióját megőrizte az újabb „divatos” hívószavak, mint pl. a fenntarthatóság, az éghajlatváltozás, az ökoszisztéma szolgáltatások, az emberi jóllét, migrációs válság, urbanizációs robbanás, stb. között is.

CSORBA PÉTER

Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék

ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK JAVÍTÁSA TERMÉNYDIVERZIFIKÁCIÓVAL A KISKUNSAGI-HOMOKHÁTON – KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SZÉLERÓZIÓ ELKERÜLÉSÉRE

LÓCZY DÉNES – DEZSŐ JÓZSEF – TARJÁNYI FERENC – WEIDINGER TAMÁS
– HORVÁTH LÁSZLÓ

IMPROVING THE PROVISION OF ECOSYSTEM SERVICES THROUGH CROP
DIVERSIFICATION IN THE KISKUNSAĞ SAND REGION
WITH SPECIAL REGARD TO WIND EROSION CONTROL

Abstract

The destructive environmental impacts of large-scale agriculture are further aggravated by drier climate in the Danube-Tisza sand region, where soil fertility is low, water retention is very limited and groundwater levels are steadily dropping. The prevention of wind erosion is a central task in raising the level of ecosystem services. Among other related services the enrichment of the blown-sand soil with organic matter (enhancing carbon sequestration), the improvement of soil structure and water retention capacity and achieving higher soil biodiversity are major objectives. The international Diverfarming project (2017–2022) within the EU Horizon 2020 Program focussed on the impacts of crop diversification and low-input practices. In the experiments intercropping with different annual crops was investigated and its influences on some provisioning and regulating ecosystem services were evaluated in an asparagus field in Jakabszállás. Although the findings point out the decisive role of soil moisture conditions, the positive impacts of diversification are also remarkable. The local farmer agrees that crop diversification improves soil quality, but he denies that it would directly influence farm competitiveness, which is primarily dependent on the costs of fertilization, plant protection and labour. Further analyses are needed to prove the benefits of diversification through enriching soil microbial life and the possible reduction of fertilizer use while water demand is kept at a low level and the same crop quality is ensured.

Keywords: crop diversification, wind erosion, organic matter, water retention, carbon storage, greenhouse gas emissions, asparagus, cover crops

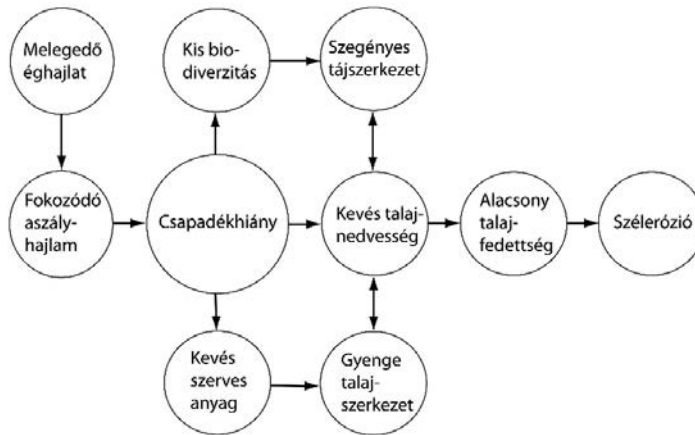
Bevezetés

A belterjes nagyüzemi gazdálkodás bevezetése és a táji szintű diverzitás ebből következő csökkenése (MOONEN, A. C. et al. 2020) a termőföld minőségének leromlásával járt, emellett fokozott kockázatot is jelent a gazdálkodók számára (GRIFFITHS, B. S. et al. 2016). A monokultúrás termesztés nehezen képzelhető el olyan súlyos környezeti károkat okozó beavatkozások nélkül, mint a minél teljesebb körű gépesítés, műtrágyázás (ZHANG, X. et al. 2021) és növényvédő szerek alkalmazása (LI, A. et al. 2022). Az erősen átalakított mezőgazdasági tájak sebezhetőbbé váltak a társadalmi tevékenységek közvetett hatásai (mint az éghajlatváltozás) számára is. Az éghajlatváltozással szembeni sérülékenység szempontjából a futóhomokkal fedett folyami hordalékkúpok a vizes élőhelyekkel vetekednek (MIRZABAEV, A. et al. 2022).

Magyarországon a szárazodás folyamata talán legsúlyosabban a Duna-Tisza-közi-homokhátságot érinti, ahol a talaj vízraktározó képessége erősen korlátozott (KERTÉSZ Á. 2001; VÁRALLYAY GY. 2005; KOCSIS M. et al. 2018), a talajvíz szintje pedig folyamatosan csökken (RAKONCZAI J.–LADÁNYI Zs. 2010). A szórványosan előforduló, átlagos-

nál nagyobb csapadékú évek legfeljebb megakasztják, de nem képesek megfordítani ezt a tendenciát. A nedvességellátottság elégtelenségének következményeként megfelelő időjárási helyzetekben szükségszerűen kiszárad a talajfelszín, fellép a szélérozó, amely tovább csökkenti a földművelés számára amúgy is gyenge minőségű talaj termékenységét (FARSANG A. 2016). Mindezt erősíti az éghajlatváltozás, tehát a növekvő hőmérséklet és aszályhajlam, egyben a szélsőségek erősödése (MEZŐSI G. et al. 2015; KISS A. et al. 2020)

A kiskunsági tájhasználat környezeti problémái tehát éghajlati és talajtulajdonságokra egyaránt visszavezethetők (1. ábra).



1. ábra A futóhomok területek környezeti problémái
Figure 1 Environmental problems in blown-sand areas

Szakirodalmi áttekintés

Elméletileg a defláció elleni védekezésnek többféle lehetősége ismeretes (YANG, C.-H. et al. 2020):

1. A *nedvességellátottság* szempontjából fontos lenne a talajfelszín kiszáradásának megakadályozása vagy legalább lassítása (rendszeres öntözéssel, a kéregképződés elősegítése érdekében). Sajnos, az adott éghajlati viszonyok között ezt csaknem lehetetlen megvalósítani.
2. A növényzet védő hatásának erősítése táji szinten mezővédő erdősávok létesítésével (NÉGYESI G. 2018) képzelhető el, a mezőgazdasági táblák szintjén pedig „vízszintesen” a *felszínborítottság* növelésével, esetleg sűrűbben ültetett vagy vetett haszonnövényekkel, „függőlegesen” a felszín érdesítésével, a határréteg megemelésével lehet ezt elérni. Éppen a gyenge vízellátottság miatt azonban ennek eredményességében sem lehet bízni.
3. A beforgatott növényi részek növelik a talaj *szervesanyag -tartalmát*. A humifikálódó szerves anyag elősegíti a talajaggregátumok képződését, de lebomlásához megfelelő nedvességtartalom szükséges.
4. A talajszerkezet, az *aggregátumok stabilitása* közvetlen kapcsolatban áll a talaj minőségével és az ökoszisztéma szolgáltatásokkal (BORŰVKA, L. et al. 2002), köztük az erózióval szembeni ellenállással is. Exponenciális az összefüggés a talajszem-

csék (aggregátumok) közepes átmérője és a szélerózió (szemcseelragadás) indító sebessége között. Így ha sikerül előmozdítani nagyobb aggregátumok képződését, a szélerózió mértéke lényegesen mérsékelhető (SHAHABINEJAD, N. et al. 2019). A nagyon homogén szemcseösszetételű, agyagfrakciót csak minimális hányadban tartalmazó futóhomok-talaj esetében azonban erre alig van esély.

A tápanyagellátottság javításával akkor lehet fokozni az aggregátum-képződést, ha a talajnedvesség elegendő ahhoz, hogy a megélnékült mikrobiális talajélet megfelelő ütemben lebontsa a talajba juttatott szerves anyagot (SWAMINATHAN, C. et al. 2021). A szervesanyag-tartalom önmagában is hozzájárul a talajnedvesség megőrzéséhez, kiegyenlíti a talajhőmérséklet ingadozását, tompítja a szélsőséges pH-t, megköti a szennyező anyagokat, nehézfémeket. A kutatási területen az egykori nedvesebb időszakokra, talajképződési szakaszokra utaló vályogos szintek lassítják az esővíz mélyre szivárgását, ami lehetővé teszi a mikrobiális tevékenységet, a gyökérkapcsoltság (mikorrhiza kölcsönkapcsolatok) kifejlődését.

Az Európai Unió méltányos, egészség- és környezetbarát élelmiszer-stratégiája („Farm to Fork”, EU Commission 2020) számos irányelvet tartalmaz, amelyekre a növénytermesztés fenntarthatóságát, változatosabbá tételét szolgáló intézkedések építhetők (MOONEN, A. C., BARBERI, P. 2008). Az EU Horizon 2020 programja keretében folyó nemzetközi Diverfarming projekt fő témája a terménydiverzifikáció és a csökkentett művelés hatásainak értékelése. A vizsgálat Európa minden jelentős éghajlat és talaj alapján elkülönülő (pedoklimatikus) régiójára, tehát a dél- és észak-mediterrán, az atlanti, a kontinentális, a pannon, valamint a boreális körzetre, különböző kultúrákra (évelő fűszárú termények, mint a citrusfélék, olajfa- és szőlőültetvények, ill. egynyári gyümölcsök, mint a sárgadinnye, zöldségfélék, mint a paradicsom, a borsó, gabonafélék, takarmánynövények) is kiterjedt. A terménydiverzifikáció meghatározása értelmében a mezőgazdasági táblákon különböző fejlettségű növények jelennek meg különböző időben, amivel emelhető az ökoszisztéma-szolgáltatások színvonala. A diverzifikáció azonban még tágabb, társadalmi összefüggésben is vizsgálható. Egyes ökológusok bizonyítottan tartják, hogy a vadon élő és a természetű növények egyaránt társas lények, egymás társaságában jobban „érik” magukat, mint ha magányosan (monokultúrában) élnének (BORHIDI A. 2003; DUDLEY, S. A. et al. 2013).

Több Diverfarming mintaterületen vetésforgó-változatok a *diverzifikáció* eszközei. A magyarországi kísérletekben, álló kultúrákban azonban ezek nyilvánvalóan nem jelentenek megoldást. A kiskunsági, ill. a Villányi-hegység előterében fekvő mintaterületeken évelő, fűszárú terményeket (spárga és szőlő) termesztene, amelyek sorközei azonban elég tágasak ahhoz, hogy köztes vetéssel változatosabbá tehesük (diverzifikálhassuk) a mezőgazdasági táblák és környékük növényzetét. A köztes vetésű takarónövények különböző módokon javítják az ökoszisztéma-szolgáltatások színvonalát. A zöldtrágyázás szerves anyaggal dúsítja a talajt, ami növeli a vízvisszatartását és termékenységét. A homokviharok szempontjából kritikus, nyárvégi időszakokban a növénytakarás mérsékeli a szél által elhordott talaj mennyiségét (tavasszal azonban sajnos még nem). Már egyedül a szélerózió csökkentése is a terménydiverzifikáció jelentős előnye, hiszen a szélverés vagy a humuszvesztés érezhető károkat okoz, nem csupán a spárgában, hanem más természetű növényekben is.

Megfelelő takarónövények kiválasztásával a diverzifikációnak nemcsak környezeti, hanem társadalmi-gazdasági előnyei is lehetnek, csökkenthetik a növénytermesztés gazdálkodási kockázatát. Gyakran ez a legkedvezőbb módja a természeti erőforrások kiaknázásnak (WEZEL, A. et al. 2014; BEILLOUIN, D. et al. 2021). A diverzifikációval foglalkozó uniós (Horizont 2020) projektek – az erózió elleni védelem kivételével – olyan,

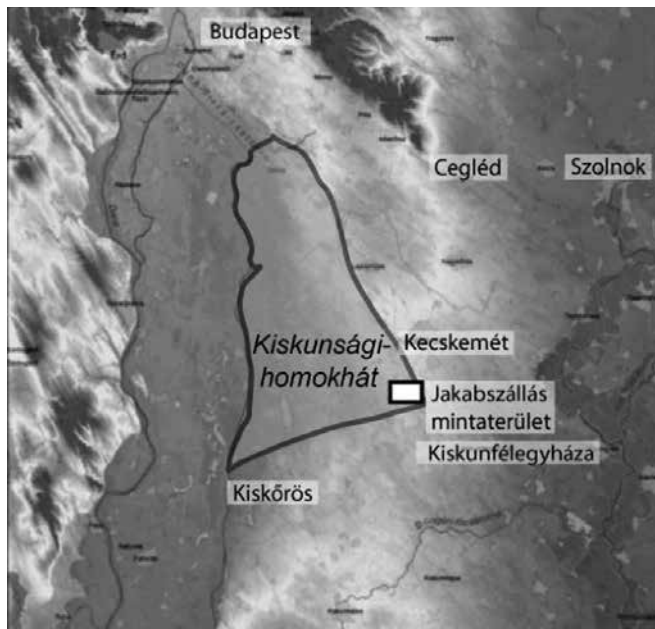
egymással szoros kölcsönhatásban álló ökoszisztéma-szolgáltatásokat tanulmányoznak, mint a talajtermékenység és a szénmegkötés fokozása, illetve az üvegházhatású gázok kibocsátásának és a talaj szennyeződésének a mérséklése (TAMBURINI, G. et al. 2020).

Anyag és módszer

Kutatási terület

A kiskunsági táj különlegességét hagyományosan élőhelyeinek mozaikossága adta. A szélsőségesen száraz homokbuckák és a köztük elterülő vizes élőhelyeik növényzetének kontrasztja napjainkban elhalványulóban van (BIRÓ M. 2006). A sokféleség nem csak lokális, hanem középtáji szinten is erősen csökken, a táj mintázata leegyszerűsödik.

A Jakabszállás határában elterülő mintaterület a kiskunsági hordalékkúpon fekszik (2. ábra). A talaja meszes futóhomok (a WRB rendszerben: Calcic Arenosol). A mezőgazdasági művelés számára rendkívül kedvezőtlen környezeti tulajdonságokkal rendelkezik (ZENTAY T. 1989): a homokfrakció aránya 90-99%, minimális az agyagtartalma (0-0,3%), a talaj szegény szerves anyagban (összes széntartalom 1,5-3,5 g/kg), ezért alacsony szintű az aggregátumok képződése (a >250 µm átmérőjű szemcsék gyakorlatilag hiányoznak), közepes a szerves karbonátok mennyisége (3,5-4,5%). Elsősorban a csekély mennyiségű és szélsőséges évszakos eloszlású talajnedvesség, valamint az erősen limitált vízmegtartó képesség korlátozza a termékenységét és a természetű növények körét (CSERNI I. et al. 2015). A gyakori kiszáradás miatt a talaj nagymértékben ki vannak téve a szélereziónak. A homokviharak rendszeresen nagy tömegű, kis sűrűségű szerves részecskét (nagyrészt humuszanyagot) hordanak el (SZATMÁRI J. 2006).



2. ábra A jakabszállási mintaterület elhelyezkedése a Kiskunsági-homokhát
Figure 2 Location of the Jakabszállás study area in the Kiskunság sand region

Az éghajlati vízhiány becslése

A mintaterülethez legközelebb eső, kecskeméti meteorológiai állomás (12970) adatai szerint a sokéves csapadékátlag (1981-2010): 538 mm, Thornthwaite módszerével számolva, a CarpatClim adatbázisra támaszkodva (LAKATOS, M. et al. 2020) az évi potenciális evapotranspiráció: 904 mm. A kísérlet egyes éveiben az évi középhőmérséklet és az éves csapadékmennyiség a következőképpen alakult: 2018: 12,3°C, 540,5 mm; 2019: 12,5°C, 498,75 mm; 2020: 11,9°C, 587 mm. A párolgás meghatározására az egyrétegű Palmer-féle csöbőr modellt használtuk (PALMER, W. C. 1965; ÁCS, F. et al. 2007). Alkalmazásához szükség van a *potenciális evapotranspiráció* becslésekre és különféle talajtani jellemzőkre (szabadföldi és hervadásponyi vízkapacitás, aktuális vízkészlet, gyökérszóna vastagság). Ezeket a Diverfarming projektben kötelező paraméterekként nyomon követtük. Terepi mérések és a közeli szinoptikus mérőállomások adataiból a FAO 56 és Thornthwaite-féle módszerrel is meghatároztuk a havi potenciális párolgást (PET, SZALAI V. et al. 2021).

Kezelési műveletek és diverzifikációs alternatívák

Mivel a régióban termesztendő növények választéka erősen korlátozott, a kísérlethez egy spárgaföldet választottunk ki. A bakhátaikon futó, fóliatakarású spárgasorok az uralkodó (északnyugati) szél irányával párhuzamosak, tehát szélcsatorna-hatással fokozzák a széleroziót (3. ábra).



3. ábra Fóliatakarású spárga bakhátak a jakabszállási mintaterületen, 2018. április 21. (DEZSÓ J. felvétele)
Figure 3 Asparagus ridges with foil cover in the Jakabszállás study area, 21 April 2018 (by J. DEZSÓ)

Az utóbbi években Magyarországon az erősen munka- és ráfordításigényes spárga termőterülete és termésmennyisége egyaránt jelentősen csökkent. 2006-ban még közel 2000 hektáron (ERDŐS Zs. 2019), míg 2021-ben kb. 1400 hektáron termelték ezt a zöldséget, főleg a fehér spárgát 4,5-6,5 t/ha termésátlaggal, 60-90%-ban exportra, döntően német piacra. A visszaesés oka az egyre fokozódó, a Covid-19 járvány idején különösen súlyossá váló munkaerőhiány, valamint az, hogy a termelők – a ráfordítások költségeihez képest – alacsonynak tartják felvásárlási árakat. (A spárga betakarításának gépesítésére léteznek technológiai megoldások, de a szükséges gépek beszerzése meghaladja a hazai termeszítők lehetőségeit.) A ráfordításokat, a művelés gyakori fizikai és vegyi műveleteit (amelyeknek természetesen környezetterhelő hatásuk és komoly költségvonzatuk) is van, az 1. táblázat érzékelteti.

1.t áblázat – T able 1

Művelési beavatkozások a Nedel-Market Kft. (Jakabszállás) spárgaföldjén
a kísérlet három évében
Management of the asparagus field of the Nedel-Market Ltd. (Jakabszállás)
in the three years of the experiment

időpont 2018.	művelet	időpont 2019.	művelet	időpont 2020.	művelet
03.29 –04.07.	bakhát készítése, fóliafedés	03.08 –03.18.	bakhát készítése, fóliafedés	02.20 –02.28.	bakhát készítése, fóliafedés
04.10 –06.03.	spárga- betakarítás	04.03.	köztes vetés	04.12.	köztes vetés
04.17.	köztes vetés	04.08 –06.10.	spárgabetakarítás	04.14 –06.10.	spárgabetakarítás
06.04 –06.06.	fólia lebontása	06.11 –06.12.	fólia lebontása	06.11 –06.13.	fólia lebontása
06.07 –06.08.	műtrágyázás ⁺	06.13.	műtrágyázás ⁺³	06.15.	műtrágyázás ⁺⁴
06.08.	gyomirtás: hengerezés	06.13.	gyomirtás: rotálás	06.14 –06.16.	bakhátak lebontása
06.11.	bakhátak lebontása	06.14.	bakhátak lebontása	06.17.	növényvédelem (csak a bakhátakon): herbicid Sencor 600 SC 0,9 l/ha; Stomp Aqua (h.a.: pendimetalin) 3,5 l/ha
06.11.	növény- védelem*	06.15.	növényvédelem (csak a bakhátakon)*	07.02.	gyomirtás: hengerezés
07.30.	növény- védelem* ²	07.02 –07.03.	gyomirtás: rotálás	07.10.	növényvédelem: fungicid Foilcur Solo: 0,9 l/ha; 0,025%-os Nonit
08.15.	gyomirtás: hengerezés; köztes vetemény betakarítása	07.05.	növény- védelem* ⁵	07.18.	köztes vetemény betakarítása
08.23.	növény- védelem* ³	07.25.	gyomirtás kombinátorral; köztes vetemény betakarítása	07.29.	gyomirtás: hengerezés
08.31.	műtrágyázás ⁺²	08.01.	növényvédelem* ⁶	08.07.	növényvédelem* ²
09.01.	gyomirtás: hengerezés	08.13.	gyomirtás kombinátorral	08.13.	gyomirtás kombinátorral
09.07.	növény- védelem* ⁴	08.22.	gyomirtás: rotálás	08.28.	növényvédelem* ⁷

időpont 2018.	művelet	időpont 2019.	művelet	időpont 2020.	művelet
10.05.	gyomirtás kombinátorral	09.04.	növényvédelem: Fulicur Solo 0,9 l/ha; 0,025%-os Nonit	09.18.	gyomirtás kombinátorral
11.20.	tövek mulcsozása	10.07.	gyomirtás kombinátorral	09.21.	növényvédelem: fungicid Fulicur Solo: 0,9 l/ha; Signum WG (h.a.: boszkalid) 1 kg/ha; 0,025%-os Nonit
11.28.	téli bakhátak készítése	11.21 –11.22.	tövek mulcsozása	09.22.	műtrágyázás (Stallatico: 200 kg/ha, N: 5 kg/ha, P ₂ O ₅ : 6 kg/ha, K ₂ O: 7 kg/ha)
		11.23 –11.29.	téli bakhátak készítése	09.24.	műtrágyázás ⁺⁵
				09.24.	gyomirtás: hengerezés
				11.23.	tövek mulcsozása
				11.26.	gyomirtás: rotálás
				11.27.	téli bakhátak készítése

⁺ K₂O: 45 kg/ha; pétisó: 110 kg/ha, 27% N + 7% CaO + 5% MgO; Hunfert Super: 325 kg/ha, N: 39 kg/ha, P₂O₅: 19,5 kg/ha, K₂O: 58,5 kg/ha

⁺² K₂O: 40 kg/ha; pétisó: 110 kg/ha; Hunfert Super 200 kg/ha, N: 24 kg/ha; P₂O₅: 12 kg/ha; K₂O: 36 kg/ha; Kieserit (25% MgO · 50% SO₃); karbamid (urea N: 18,4 kg/ha)

⁺³ K₂O: 50 kg/ha; pétisó: 100 kg/ha; N: 27 kg/ha; Hunfert Super: 300 kg/ha, N: 36 kg/ha, P₂O₅: 18 kg/ha, K₂O: 54 kg/ha

⁺⁴ K₂O: 42 kg/ha; pétisó: 100 kg/ha; N: 54 kg/ha; Hunfert Super: 300 kg/ha, N: 18 kg/ha, P₂O₅: 24 kg/ha; K₂O: 48 kg/ha)

⁺⁵ pétisó: 91 kg/ha; N: 24,6 kg/ha; Hunfert Super: 20 kg/ha, N: 2,4 kg/ha, P₂O₅: 1,2 kg/ha, K₂O₅: 3,6 kg/ha; Yara Mila: 7/20/28/90 kg/ha, N: 6,3 kg/ha, P₂O₅: 18 kg/ha, K₂O₅: 25,2 kg/ha, KCl: 45 kg/ha; K₂O₅: 27 kg/ha; Kieserit: 48 kg/ha, 25% MgO · 50% SO₃)

* peszticid 0,9 l/ha SENCOR 600SC (hatóanyag: metribuzin)

*² fungicid (Amitstar Top, h.a.: difenokonazol + azoxisztobin 0,9 l/ha; 0,025%-os Nonit, h.a.: dioktil-szulfó-K-szukcinát)

*³ fungicid Polyram DF (h.a.: metiram) 1,2 kg/ha

*⁴ fungicid Fulicur Solo (h.a.: tebukonazol) 0,9 l/ha; Polyram DF 0,6 kg/ha; 0,025%-os Nonit

*⁵ fungicid Amistar Top 0,9 l/ha; inszekticid Eribea (h.a.: alfa cipermetrin) 0,15 l/ha; 0,025%-os Nonit

*⁶ fungicid Polyram DF 1,2 kg/ha; Fulicur Solo 0,9 l/ha; inszekticid Eribea 0,15 l/ha; 0,025%-os Nonit

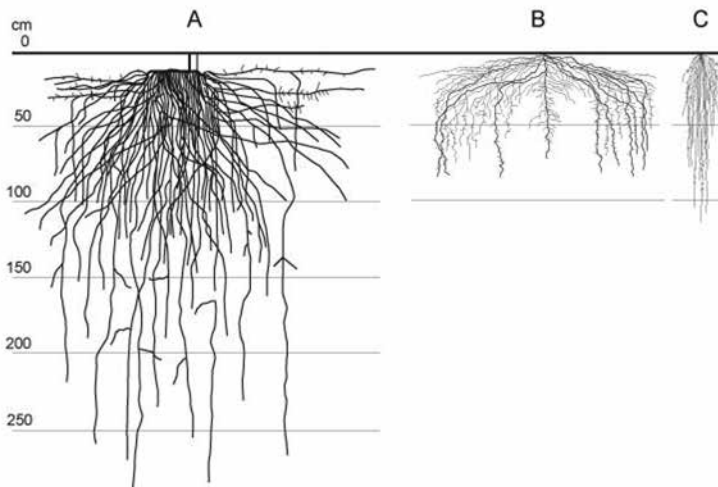
*⁷ fungicid Polyram DF 0,6 kg/ha; Fulicur Solo 0,9 l/ha; inszekticid Eribea 0,15 l/ha; 0,025%-os Nonit

A műtrágyázás nem hagyható el, mert csökkennének a termésátlagok. Organikus termesztés esetén viszont kisebb az üvegházhatású gázok kibocsátása (ZAFIRIOU, P. et al. 2012), jobban eltarthatók a sápok és magasabbak a minőségi paraméterek értékei (RUSSO, G. et al. 2012).

A spárgatermesztés tehát erősen vegyszerigényes, igen messze áll az organikus gazdálkodástól (FEHÉR B.-NÉ 1985). A táblázatban említett, főleg gombaölő és gyomirtó

szereken kívül, alkalmanként és helyenként, rovarkártevők megjelenésekor még valamilyen emulzióképző (eszfenvalerát és acetamiprid hatóanyagú) rovarölő szer kijuttatására is szükség lehet.

A köztes vetésű lágyszárúak kiválasztásakor ügyelni kellett a vízárt történő versengés (kompetíció) elkerülésére. A mintaterületen két különböző növénykultúra-diverzifikációt vezetünk be az ökoszisztéma-szolgáltatások színvonalának emelésére, különös tekintettel a szélerózió elleni védekezésre: spárga monokultúra (M, kontroll) parcellák váltakoznak diverzifikált parcellákkal, a spárga bakhátak között takarmányborsó (D1) és zab (D2) köztes vetésével. A hüvelyes, tehát gyökérgümőin nitrogénmegkötő baktériumokat tartalmazó, foszforban és káliumban is gazdag borsó és a szélsőséges időjárást jól tűró, szintén nagy tápanyagtartalmú zab a Kiskunságban széles körben termesztett növények. Gyökérszónájuk ugyan jelentősen átfedi egymást, de a legnagyobb hajszálgyökér-sűrűség mélysége kellőképpen eltér (4. ábra), ezért a nedvesség- és tápanyagfelvételben viszonylag mérsékelt a versengés közöttük.



4. ábra A spárga (A), a takarmányborsó (B) és a zab (C) jellemző gyökérszete
(Soil and Health Library, Chudleigh, Tasmania, Australia nyomán)
Figure 4 Typical root system of asparagus (A), field pea (B) and oat (C)
(after Soil and Health Library, Chudleigh, Tasmania, Australia)

A szélerózióm érése

Az üledékcsapdákkal felfogott szél által szállított hordalék mennyiségét 100 m széles keresztmetszetben, négy magasságban mértük: közvetlenül a talaj felszínén, 30 cm, 200 cm és 400 cm magasságban. A meteorológiai megfigyelések adatsorát a szélesatorna kísérletekből (BARTUS M. et al. 2019) becsült homokmozgás kezdősebességei szerint értékeltük. A Kiskunság környezeti viszonyai között a kritikus indító szélesebességet a korábbi vizsgálatok 10 cm magasságban 6 m/s-re becsülték (LÓKI J. 2014) (megjegyzendő, hogy a kritikus indító sebesség exponenciálisan nő a talaj szervesanyag-tartalmával, bár ennek a futóhomok talaj esetében kicsi a jelentősége).

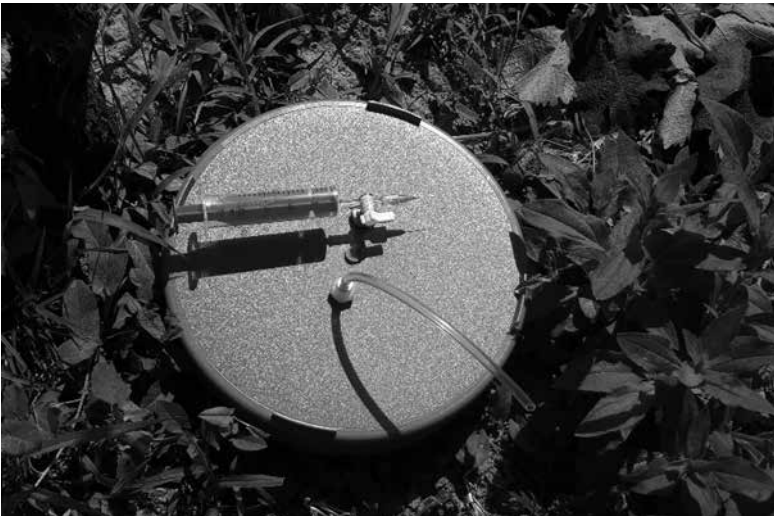
A talajerózió talajminőségre gyakorolt hatásának feltárása érdekében a felfogott hordalék kémiai összetételét is megvizsgáltuk. Nedves égetéses módszerrel (DÍAZ PEREIRA, E. et al. 2019) meghatároztuk a szervesanyag-tartalmat, pontosabban az összes szerves

szén (TOC_w) értékét, valamint az összes karbonáttartalmat. A spárga és a kétféle takarónövény védőhatását a növények fejlődési állapota jelentősen befolyásolja. A vegetatív fejlődési szakaszban a talaj nitrogéntartalmának van döntő szerepe. Ezért az összes szén/összes nitrogén arányt analizátorral, Dumas módszerrel szintén mértünk (DÍAZ PEREIRA, E. et al. 2019).

Üvegházhatású gázok kibocsátása

A mezőgazdaság jelentős kibocsátója a globális éghajlatváltozásért felelős üvegházhatású gázoknak (CO_2 , CH_4 és N_2O). A pannon pedoklimatikus régióban a kibocsátások fele mezőgazdasági eredetű. Szén-dioxid folyamatosan jut a légkörben, főleg a 10°C feletti hőmérsékletű talajokból, a dinitrogén-oxid pedig a nitrogénműtrágyák ammóniatartalmának nitrifikációjából származik. A homoktalaj viszont nyelője volt a metánnak, amit a metanotróf baktériumok először metanollá (CH_3OH), végül szén-dioxiddá alakítanak.

A gázméréseket a statikus kamra módszerrel végeztük a műtrágyázás időpontjaihoz igazítva, évente legalább 25-33 alkalommal, $+5^\circ\text{C}$ -nál magasabb talajhőmérsékletek esetén műtrágyázás után gyakoribb mintavétellel, összesen 18 párhuzamos mintavételi kamrát alkalmazva (5. ábra). A zárt kamrákból 0, 10, 20 és 30 perc eltelével mintát vettünk. A koncentrációkat gázkromatográffal mértük, lángionizációs detektor (FID: CO_2 , CH_4) és elektronbefogásos detektor (FID: N_2O) segítségével. A talajfluxusokat a koncentrációakkumulációjából számítottuk. A kapott fluxusokat az időjárási viszonyok és a növények fejlődése figyelembe vételével értelmeztük.



5. ábra A gázminták vételéhez használt zárt rendszerű statikus kamra injekciós fecskendővel és tűvel (HORVÁTH L. felvétele)

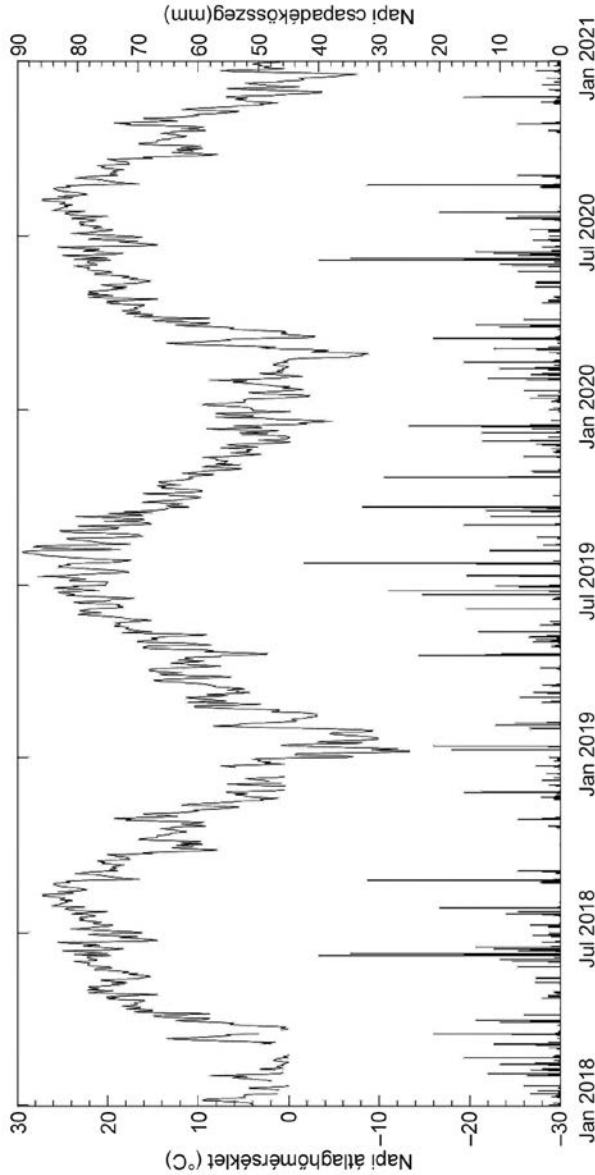
Figure 5 Closed-system static chamber for gas sampling with injection syringe and needle (photo by L. HORVÁTH)

Eredmények

Talajfedettség szempontjából a diverzifikációk között jelentős különbségeket lehetett tapasztalni. A borsó- és zabvetemény jól hasznosította a ritkán hulló zivatarokból szár-

mazó nedvességet, és a második évtől kezdve már folyamatos (> 85%-os) *felszínborítottság* ot biztosított. Sajnos a takarónövénynek ez a kedvező hatása csak az év viszonylag rövid időszakában, április végétől július elejéig figyelhető meg. Éppen a sok éves átlagban „legszelebb” koratavaszi hetekben marad fedetlenül a talajfelszín.

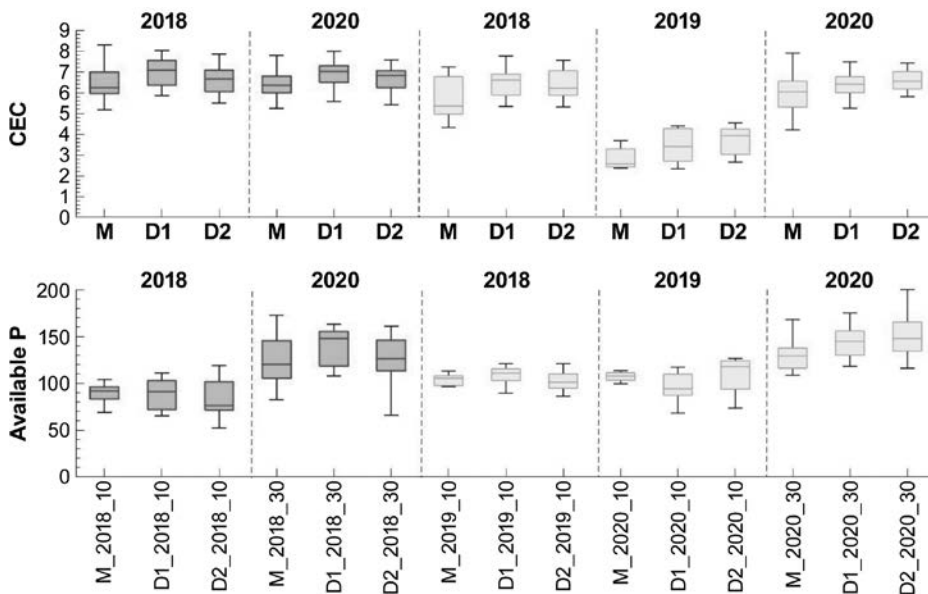
Az erózió mértékét nem csak a csapadék, hanem a teljes kiszáradási szakaszok (nedvességtartalom: $< 0,02 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$) időbeli eloszlása is befolyásolja (6. ábra). Szerencsés módon a kísérlet második évének egy viszonylag hosszabb szakaszában a talajnedvesség-tartalom elérte az elfogadható (bár egyáltalán nem magas) $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ értéket.



6. ábra A napi léghőmérséklet és a csapadék alakulása a kísérlet három ciklusa során
 Figure 6 Daily mean air temperature and rainfall data over the three cycles of the experiment

A tápanyagellátottság alakulása a következő képet mutatja. A talaj felső 10 cm-es rétegében a teljes *nitrogéntartalom* átlagosan 310 mg/kg volt. A kísérlet első évében, a nagyobb mértékű műtrágyázásnak (pétisó, Hunfert Super – 1. táblázat) köszönhetően a N-tartalom megnőtt. Később már nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a diverzifikációk (D1 és D2) között. A mélyebb, 10-30 cm közötti rétegben viszont a mikrobiális folyamatok eltérő intenzitása miatt a nitrogénellátottság meglehetősen változatos volt: a köztes vetés nélküli spárga sorközeiben 60 mg/kg, a borsó esetében 110 mg/kg volt a mértékadó érték, a zabbal benőtt sávokban volt a legalacsonyabb (50 mg/kg).

A diverzifikációkban a pH értékek fokozatosan csökkentek a kísérleti időszak során, ami annak lehet a következménye, hogy a takarónövények növekedése egyre több gyökérsav kibocsátásával járt. Az elektromos vezetőképesség értékei a vegyi kezelések hatására magasak maradtak. A *kationkicszerelő kapacitás* és az összes bázis enyhén emelkedő értékei már a rövid kísérleti időszak alatt is a tápanyagellátottság javulására utalnak a diverzifikált parcellákon (7a. ábra). (A mintavétel a spárga betakarításakor, júniusban A talaj felvehető *foszforkészlete* 2020-ban a diverzifikált táblákon érte el a csúcát (elsősorban a 0-10 cm közötti rétegben) (7b. ábra). Hasonló volt a magnézium trendje is.



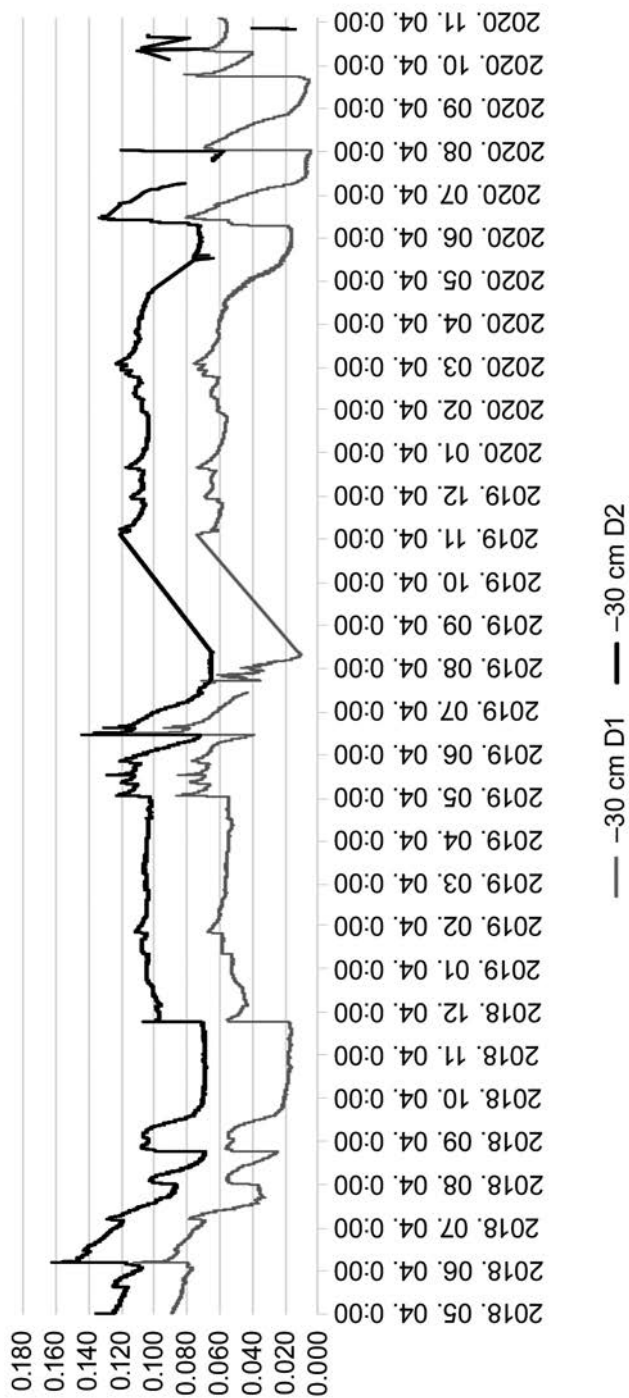
7. ábra A kationkicszerelő kapacitás (CEC, cmol/kg) (a) és a felvehető foszfor (P_{av}) mennyiségének alakulása (b) box diagramon (a felső és alsó kvartilis, a medián valamint a szórás feltüntetésével) a különböző kísérleti parcellák talajában a kísérlet három évében, a különböző diverzifikációkban (M = spárga monokultúra; D1 = spárga + borsó, D2 = spárga + zab), 0-10 cm és 10-30 cm talajmélységben

Figure 7 Cation exchange capacity (CEC, cmol/kg) (a) and bioavailable phosphorus (P_{av}) (b) shown on box diagram (upper and lower quartiles, median and standard deviation)

in the soil of the studied plots over the three-year period for the individual diversifications (M = asparagus monoculture; D1 = asparagus + field pea; D2 = asparagus + oat) at 0-10 cm and 10-30 cm soil depths

A futóhomok talajú mintaterületen a *talajnedvesség* megőrzésének kiemelkedő jelentősége van, a talaj termékenységét és a környezet állapotát leginkább ez határozza meg. Ebből a szempontból a kedvezőbb nedvességállapotot mutató D1 (spárga + takarmányborsó) diverzifikáció teljesített a legjobban, különösen a mélyebb szinten (8. ábra).

CS10 –30 cm



8. ábra A tényleges talajnedvesség mennyisége (cm^3/cm^3) a két diverzifikációban, 10-30 cm mélységben.

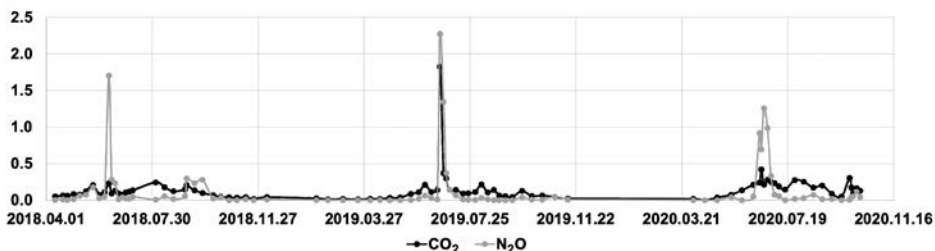
A felső görbe a D1 (spárga + borsó), az alsó a D2 (spárga + zab) értékeit mutatja

Figure 8 Actual soil moisture content (cm^3/cm^3) in both diversifications at 10-30 cm depth.

The upper curve is for D1 (asparagus + field pea) and the lower is for D2 (asparagus + oat)

A várakozásoknak megfelelően a talajnedvesség- és tápanyagfelvétel tekintetében a fővetemény (20-120 cm mélység közötti fő gyökérszóna) és a takarónövények (a borsónál 0-20 cm, a zabnál 0-70 cm fő gyökérszóna) között minimális volt a kompetíció. A rendkívül alacsony agyagtartalom és aggregátumképző képesség miatt a talaj összes nitrogéntartalma jelentősen ugyan nem emelhető, de az összes szervesanyag-tartalom nőtt a növényi maradványok formájában a talajba juttatott biomassza következtében. (Jóllehet a növényi maradványok lebomlásának sebessége a száraz környezet miatt alacsony.)

Hogyan alakultak az *üvegházhatású gázok fluxusai* a kísérlet során? A téli hónapokban a kibocsátás jelentéktelen mértékű, mivel a kibocsátást előidéző folyamatok a hőmérséklettől függenek (9. ábra). A műtrágyázás utáni időszakban jelentkező nagy N₂O csúcsok magyarázata a műtrágyák ammóniatartalmának nitrifikációja. A N₂O csúcsaival egyidejűleg a vele összefüggő CO₂-kibocsátás is megnő. Összességében a CO₂-kibocsátás három év alatt 20,7 t/ha, a N₂O-é pedig 14,5 kg/ha. A dinitrogén-oxid globális melegítő potenciálja (GWP) 300-szorosa a szén-dioxidénak, összemissziója 4,36 t CO₂-egyenérték hektáronként, tehát a talaj összes üvegházhatásúgáz-kibocsátása három év alatt 25,0 t CO₂-egyenértéket tett ki hektáronként.



9. ábra Az üvegházhatású gázok (CO₂ és N₂O) kibocsátásának (mg/m² · h) menete a talajból a vizsgálat három éve során

Figure 9 Soil greenhouse gas (CO₂ and N₂O) emissions (mg/m² · h) over the three years

A metánnak negatív a fluxusa, tehát a talaj elnyeli. Az elnyelés mértéke a szén-dioxid kibocsátásához képest jelentéktelen, mindösszesen -3,68 kg/ha a három év alatt. Ez a mennyiség a CO₂ kibocsátásnak (széntartalomban kifejezve) csak 0,05%-át teszi ki.

A nitrogénmegkötő baktériumok és a műtrágyahasználat miatt a D1 (borsó köztes vetés) parcellákon várható volt, hogy megnövekszik a N₂O emissziója. (Az eredmények nincsenek összhangban néhány irodalmi adattal [PAPPA, V. A. et al. 2011; SENBAYRAM, M. et al. 2016], amelyek fordított trendet valószínűsítenek hüvelyesek vetése esetén.) A fedetlen talajfelszínhez képest megemelkedett N₂O kibocsátást nem magyarázhatjuk teljes mértékben azzal, hogy a D1 diverzifikáció talajában több a nitrogén. A D2 parcellák szintén nagyobb emissziót mutatnak, melynek oka a köztes vetemények szerves anyagának beforgatása lehet (QIU, Q. et al. 2015). Eredményeink BASCHE, A. D. et al. (2014) megállapítását támasztják alá, hogy a hüvelyes takarónövények növelhetik, míg egyéb lágyszárú fajok csökkenthetik az N₂O kibocsátást.

Az eróziós mérésekkel sikerült meghatároznunk a *szél általi hordalékszállítás* vertikális profilját. A talajfelszínen felett 15 cm-rel szaltációval mozgó homok mennyisége éves szinten átlagosan 2130 kg-ot ért el. A talajfelszín felett 200 cm-en évente 105,39 kg, 400 cm-en viszont már csupán 26,75 kg volt a felfogott pormennyiség. A felszínhez közeli üledékcsapdákban felfogott homok medián átmérője 174 μm volt, +15 cm-nél 134 μm, +200 cm-nél pedig 118 μm-re esett le. A szemcseméret mediánja a magassággal ugrás-szerűen csökkent: +400 cm-nél már csak 42 μm volt, ami durva sziltnek felel meg.

A teljes szerves szén (TOC_w) és szervesen karbonáttartalom a szél által szállított, különböző magasságban csapdázott anyagokban szintén szoros összefüggést mutatott a felszín feletti magassággal.

A különböző diverzifikációk eredményessége a szélerózió mérséklése szempontjából a vizsgált években eltérő volt. Ha azonban a 2018-as évtől eltekintünk, mivel ekkor az aszály miatt a köztesen vetett takarónövények nem voltak képesek megfelelően fejlődni, a D2 jelű diverzifikáció (zab köztes vetése) mérsékelte hatékonyabban (a spárga monokultúrához képest mintegy 25%-kal, 2,6 t/ha · év-ről 1,9 t/ha · év-re csökkentve) a szélerózió által elragadott talaj mennyiségét, tehát az eróziós rátát.

Következtetések

A Kiskunsági-homokháton a terménydiverzifikáció bevezetésének a következő előnyei lehetnek:

1. A nagyobb szervesanyag-tartalom és a kicserélhető kationok nagyobb mennyisége a talaj termékenységének javulására utal. Hosszabb távon a takarónövényekkel mikorrhizás kapcsolatok alakulhatnak ki.
2. A jobb talajfedettség és a csökkentett művelés mérsékeli a felszín kiszáradásának veszélyét, ezzel a takarónövények számára is nedvességet biztosít a felszínközeli talajsztintben.
3. A társadalmi-gazdasági előnyök rövid távon nehezen ítéltelők meg. A diverzifikáció bevezetése többletköltséggel jár, ami ronthatja a versenyképességet. Ugyanakkor a helyesen kiválasztott köztes vetemény értékesítése jövedelemforrás lehet. (A kísérletben a köztes vetemények értéke nehezen volt összemérhető az exportképes spárgáéval.)
4. A termelési kockázatok csökkentése, azaz a termőhelynek megfelelő, a klímaváltozáshoz igazodó termékkör kialakítása növelheti a versenyképességet.

Bár mérések csupán három tenyészidőszakon keresztül folytak, bizonyos következtetések talán mégis levonhatók belőlük a szélerózióra vonatkozóan is.

1. A talajfelszín állapota minden parcellán azonos volt, a szél általi hordalékszállítás különbségeit a diverzifikáció okozta.
2. Az elragadott porfrakció szemcsemérete 4 m magasságban stabilizálódik, ahol a 0,7-8 μm frakció (finom szerves anyag) aránya megnövekszik. Aszályos időszakokban tehát a porviharok jelentősen csökkentik a talaj termékenységét.
3. A talajfelszín teljes kiszáradása gyakran bekövetkezett a kísérleti időszakban. Ilyenkor semmilyen talajvédő megoldás, így a diverzifikáció sem segít. Minimális átnedvesedés idején a változatos terményösszeállítás, a széles sortávolságban ültetett növények sorközeinek bevetése mérsékelheti a szél általi eróziót.
4. A zab mint köztes vetés nagyobb felszínérdeességet okoz, jobb talajfedésével valamivel jobban véd a szélerózió ellen, mint a takarmányborsó. A kiporzás és a humuszvesztés is kisebb zab köztes vetés esetén. Ezt azonban kompenzálhatja a borsó mint hüvelyes növény nitrogénmegkötő képessége. Végső soron tehát mindkét takarónövénynek helye van a diverzifikáció tervezésében.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki az Európai Bizottságnak, a Horizont 2020 Program Diverfarming projekt (nyilvántartási száma: 728003) keretében nyújtott támogatásért, valamint Nedelkovics Dávid földtulajdonosnak, hogy helyet adott a kísérletnek.

LÓCZY DÉNES és DEZSŐ JÓZSEF
PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet, Pécs
loczyd@gamma.ttk.pte.hu, dejoszi@gamma.ttk.pte.hu

TARJÁNYI FERENC
Nedel-Market Kft., Jakabszállás
nedel@t-online.hu

WEIDINGER TAMÁS
ELTE TTK Meteorológiai Tanszék, Budapest
weidi@caesar.elte.hu

HORVÁTH LÁSZLÓ
SZTE TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, Szeged
horvath.laszlo.dr@gmail.com

IRODALOM

- ÁCS, F. – BREUER, H. – SZÁSZ, G. 2007: Estimation of actual evapotranspiration and soil water content in the growing season. *Agrokémia és Talajtan* 56. 2. pp. 217-236. DOI: 10.1556/agrokem.56.2007.2.3
- BARBERI, P. 2013: Functional Agrobiodiversity: The Key to Sustainability? *Environmental Science* DOI: 10.1016/B978-0-12-404560-6.00001-0Corpus
- BARBERI, P. – MOONEN, A. C. (eds.) 2020: Reconciling agricultural production with biodiversity conservation. *Burleigh-Dodds Science Publishing, Cambridge (UK)*. DOI: 10.19103/AS.2020.0071
- BARTUS M. – BARTA K. – SZATMÁRI J. – FARSANG A. 2019: Csongrád megye talajainak szélcsatorna kísérletekre alapozott szélerózió veszélyeztetettség becslése. *Agrokémia és Talajtan* 68. 2. pp. 225-242. DOI: 10.1556/0088.2019.00046
- BASCHE, A. D. – MIGUEZ, F. E. – KASPAR, T. C. – CASTELLANO, M. J. 2014: Do cover crops increase or decrease nitrous oxide emissions? A meta-analysis. *Journal of Soil and Water Conservation* 69. 6. pp. 471-482. DOI: 10.2489/jswc.69.6.471
- BEILLOUIN, D. – BEN-ARI, T. – MALEZIEUX, E. – SEUFERT, V. – MAKOWSKI, D. 2021: Positive but Variable Effects of Crop Diversification on Biodiversity and Ecosystem Services. *Global Change Biology* 27. 19. pp. 4697–4710. Wiley Online Library. DOI: 10.1111/gcb.15747
- BETHWELL, C. – BURKHARD, B. – DAEDLOW, K. et al. 2021: Towards an enhanced indication of provisioning ecosystem services in agro-ecosystems. *Environmental Monitoring and Assessment* 193 (Supplement 1), pp. 269-. DOI: 10.1007/s10661-020-08816-y
- BIRÓ M. 2006: A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna-Tisza közén. PhD. értekezés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- BORHIDI A. 2003: A növények társadalma. In: *Gaia zöld ruhája*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 287-308. <https://adoc.pub/borhidi-attila-a-nvények-tarsadalma.html>
- BORŰVKA, L. – VALLA, M. – DONÁTOVÁ, H. – NÉMEČEK, K. 2002: Vulnerability of soil aggregates in relation to soil properties. *Rostlinna Vyroba* 48.8. pp. 329-334. DOI: 10.17221/4376-PSE
- CSERNI I. – PETŐ J. – HÜVELY A. 2015: A Duna-Tisza közti homokhátság múltbeli, jelenlegi és jövőbeli kutatási eredményei és lehetőségei. *Economica* 4. 2. pp. 12–20.
- DÍAZ PEREIRA, E. – MARTINEZ-MENA, M. – DE VENTE, J. – ALMAGRO BONMATÍ, M. – BOIX-FAYOS, C. 2019: Total carbon (organic and inorganic carbon) and nitrogen. In: *ÁLVARO-FUENTES, J. – LÓCZY, D. – THIELE-BRUHN, S. – ZORNOZA, R. (Eds.): Handbook of Plant and Soil Analysis for Agricultural Systems*. Crai Ediciones, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain. pp. 157–160.
- DUDLEY, S. A. – MURPHY, G. P. – FILE, A. L. 2013: Kin recognition and competition in plants. *Functional Ecology* 27, pp. 898–906. DOI: 10.1111/1365-2435.12121
- ERDŐS Zs. 2019: A genotípus és tápanyagellátási forma hatékonyságának vizsgálata halványított spárgában. *Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debreceni Egyetem*. 201 p.
- EU COMMISSION 2020: Farm to Fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. European Union. 23 p. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf

- FARSANG A. 2016: A víz- és szélerózió szerepe a talaj humusz- és elemtartalmának horizontális átrendeződésében. MTA Doktori értekezés. Kézirat, Szegedi Tudományegyetem, Szeged. <http://real-d.mtak.hu/880/>
- FEHÉR B.-NÉ 1985: Spárgát a piacra. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- GRIFFITHS, B. S. – RÖMBKE, J. – SCHMELZ, R. M. – SCHEFFCZYK, A. – FABER, J. H. – BLOEM, J., et al. 2016. Selecting Cost Effective and Policy-Relevant Biological Indicators for European Monitoring of Soil Biodiversity and Ecosystem Function. *Ecological Indicators* 69, pp. 213–223. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.04.023
- HÜPPI, R. – HORVÁTH, L. – DEZSŐ, J. – PUHL-REZSEK, M. – SIX, J. 2022: Soil Nitrous Oxide Emission and Methane Exchange from Diversified Cropping Systems in Pannonian Climate. *Frontiers in Environmental Science* 10, pp. 1–11. DOI: 10.3389/fenvs.2022.857625
- KERTÉSZ Á. – PAPP S. – SÁNTHA A. 2001: Az aridifikáció folyamatai a Duna-Tisza-közén. *Földrajzi Értesítő* 50. 1–4. pp. 115–126.
- KIS, A. – PONGRÁCZ, R. – BARTHOLY, J. – GOCIC, M. – MILANOVIC, M. – TRAJKOVIC, S. 2020: Multi-scenario and multi-model ensemble of regional climate change projections for the plain areas of the Pannonian Basin. *Időjárás* 124. 2. pp. 157–190. DOI:10.28974/idojaras.2020.2.2
- KOCSIS M. – DUNAI A. – FARSANG A. – MAKÓ A. 1918: Magyarország kistájainak talajspecifikus aszályérzékenysége a szántóföldi növények termésreakciói alapján. *Földrajzi Közlemények* 142. 2. pp. 89–101.
- LAKATOS, M. – WEIDINGER, T. – HOFFMANN, L. – BIHARI, Z. – HORVÁTH, Á. 2020: Computation of daily Penman-Monteith reference evapotranspiration in the Carpathian Region and comparison with Thornthwaite estimates. *Advances in Science and Research* 16, 251–259. DOI: 10.5194/asr-16-251-2020
- LI, A., WANG, M., KROEZE, C., MA, L., STOKAL, M. 2022: Past and future pesticide losses to Chinese waters under socioeconomic development and climate change. *Journal of Environmental Management* 317, [115361]. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115361
- LÓKI J. 2014: A szélerózió és az ellene való védekezés. In: SZABÓ L. – REMENYIK B. (szerk.) *Talajvédelem: környezet (táj) védelem*. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő. pp. 89–134.
- MAIER, R. – HÖRTNAGL, L. – BUCHMANN, N. 2022: Greenhouse gas fluxes (CO₂, N₂O and CH₄) of pea and maize during two cropping seasons: Drivers, budgets, and emission factors for nitrous oxide. *Science of The Total Environment* 849, 157541. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157541
- MEZŐSI G. – BLANKA V. – LADÁNYI ZS. – BATA T. 2015: A szélerózió érzékenység klímaváltozáshoz köthető változásának vizsgálata Magyarországon. In: Rakonczai J. – Blanka V. – Ladányi Zs. (szerk.): *Tovább egy zöldebb úton. A Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport részvétele a ZENFE programban (2013–2015)*. SzTE Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, Szeged. pp. 80–89.
- MIRZABAEV, A. – STRINGER, L. C. – BENJAMINSEN, T.A. – GONZALEZ, P. – HARRIS, R. – JAFARI, M. – STEVENS, N. – TIRADO, C. M. – ZAKIELDEEN, S. 2022: Cross-Chapter Paper 3: Deserts, Semiarid Areas and Desertification. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK – New York, USA, pp. 2195–2231, DOI: 10.1017/9781009325844.020
- MOONEN, A. C. – BARBERI, P. 2008: Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 127. 1–2. pp. 7–21.
- NÉGYESI G. 2018: Mezővédő fásítások tér- és időbeli változásának vizsgálata a Nyírségben – a szélerózió szemszögéből. *Tájékológiai Lapok*, 16. 2. pp. 113–128.
- PALMER, W.C. 1965: 1965: Meteorological Drought. U.S. Research Paper 45. Indicator codes CLIM 029, LSI 007. US Weather Bureau, Washington, DC, 58 p. <https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/docs/palmer.pdf>
- PAPPA, V. A. – REES, R.M. – WALKER, R.L. – BADDELEY, J. A. – WATSON, C. A. 2011: Nitrous oxide emissions and nitrate leaching in an arable rotation resulting from the presence of an intercrop. *Agricultural Ecosystems and Environment* 141, pp. 153–161. DOI: 10.1016/j.agee.2011.02.025
- QIU, Q. – WU, L. – OUYANG, Z. – LI, B. – XU, Y. – WU, S. – GREGORICH, E. G. 2015: Effects of plant-derived dissolved organic matter (DOM) on soil CO₂ and N₂O emissions and soil carbon and nitrogen sequestrations. *Applied Soil Ecology* 96, pp. 122–130. DOI: 10.1016/j.apsoil.2015.07.016
- RAKONCZAI J. – LADÁNYI ZS. 2010: A sejtethető klímaváltozás és a Duna–Tisza közti Homokhátság. *Forrás*, 42. 7–8. pp. 140–152.
- REGINA, K. – HÜPPI, R. 2019: Soil greenhouse gas emissions. In: ÁLVARO-FUENTES, J. – LÓCZY, D. – THIELE-BRUHN, S. – ZORNOZA, R. (Eds.): *Handbook of Plant and Soil Analysis for Agricultural Systems*. Crai Ediciones, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain. pp. 290–293.
- RUSSO, G. – CARUSO, G. – VILLARI, G. – BORRELLI, C. 2012: Effects of crop method and harvest seasons on yield and quality of green asparagus under tunnel in southern Italy. *Advances in Horticultural Science* 26. 2. pp. 51–58. DOI:10.13128/ahs-12738
- SAINJU, U. M. 2017: Determination of nitrogen balance in agroecosystems. *MethodsX*, 4, pp. 199–208. DOI: 10.1016/j.mex.2017.06.001

- SENBAYRAM, M. – WENTHE, C. – LINGNER, A. – ISSELSTEIN, J. – STEINMANN, H. – KAYA, C. – KÖBKE, S. 2016: Legume-based mixed intercropping systems may lower agricultural born N₂O emissions. *Energy, Sustainability and Society* 6. 2. DOI: 10.1186/s13705-015-0067-3
- SHAHABINEJAD, N. – MAHMOODABADI, M. – JALALIAN, A. – CHAVOSHI, E. 2019: The fractionation of soil aggregates associated with primary particles influencing wind erosion rates in arid to semiarid environments. *Geoderma*, 356, 113936. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.113936
- Soil and Health Library 2022: Chudleigh, Tasmania, Australia. <https://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010137veg.roots/>
- SWAMINATHAN C. – NIVETHADEVI, P. – PANDIAN, K. 2021: Soil Organic Matter Decomposition – Roles, Factors and Mechanisms. In: *Latest Trends in Soil Sciences Vol. 1.* (ed. SINGH PORTE, S.) Integrated Publications, New Delhi. pp. 61-91. DOI: 10.22271/int.book.33
- SZALAI V. – WEIDINGER T. – DEZSÓ J. 2021: Párolgásbecslések hazai spárga és szőlőültetvényeken. *Légekör*, 64. pp. 5–10.
- SZATMÁRI J. 2006: Geoinformatikai módszerek és folyamatmodellek alkalmazása a széleróziós vizsgálatokban. PhD értekezés. Kézirat, Szegedi Tudományegyetem, Szeged
- TAMBURINI, G. – BOMMARCO, R. – WANGER, T. C. – KREMEN, C. – VAN DER HEIJDEN, M. G. A. – LIEBMAN, M. – HALLIN, S. 2020: Agricultural Diversification Promotes Multiple Ecosystem Services without Compromising Yield. *Sci. Adv.* 6, eab1715. American Association for the Advancement of Science, Washington, DC. DOI: 10.1126/sciadv.ab1715
- TEEB 2010: The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. <https://teebweb.org/publications/teeb-for/synthesis/>
- VÁRALLYAY Gy. 2005: Magyarország talajainak vízraktározó képessége. *Agrokémia és Talajtan* 54. 1-2. pp. 5–24. DOI: 10.1556/agrokem.54.2005.1-2.2
- WEZEL, A. – CASAGRANDE, M. – CELETTE, F. – VIAN, J.-F. – FERRER, A. – PEIGNÉ, J. 2014: Agroecological Practices for Sustainable Agriculture. A Review. *Agronomic Sustainability Development* 34, 1–20. Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/s13593-013-0180-7
- YANG, C.-H. – GENG, Y.-X. – XING, ZH.-F. – COULTER, J.A. – CHAI, Q. 2020: The Effects of Wind Erosion Depending on Cropping System and Tillage Method in a Semi-Arid Region. *Agronomy* 10. 5. pp. 732. DOI: 10.3390/agronomy10050732
- ZAFIRIOU, P. – MAMOLOS, A. P. – MENEXES, G. C. – SIOMOS, A. S. – TSATSARELIS, C. A. – KALBURTIJ, K. L. 2012: Analysis of energy flow and greenhouse gas emissions in organic, integrated and conventional cultivation of white asparagus by PCA and HCA: cases in Greece. *Journal of Cleaner Production* 29, 20-27. DOI:10.1016/j.jclepro.2012.01.040
- ZENTAY T. 1989: A Duna-Tisza-köze déli részének agroökológiai értékelése. *MÁFI Módszertani Közlemények* 13. 2. pp. 1–112.
- ZHANG, X. – ZOU, T. – LASSALETTA, L. – MUELLER, N. D. – TUBIELLO, F. N. – LISK, M. D. et al. 2021: Quantification of Global and National Nitrogen Budgets for Crop Production. *Natural Food* 2, pp. 529–540. DOI: 10.1038/s43016-021-00318-5
- ZSOMBIK L. – ERDŐS ZS. 2014: A tápanyagellátás hatása a különböző spárga (*Asparagus officinalis* L.) hibridek termésének alakulása nyírségi homoktalajon. In: VEISZ O. B. (szerk.): *Növénynevelés a megújuló mezőgazdaságban.* MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Bizottsága, Budapest. pp. 518–522.

AZ ANTROPOGÉN ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSAINAK BECSLÉSE ÉS ELEMZÉSE A RÁCKEVEI (SOROKSÁRI)-DUNÁN

CZIRA TAMÁS – FEJES LILIAN – INCZE DÓRA

ESTIMATION AND ANALYSIS OF THE IMPACTS OF ANTHROPOGENIC CLIMATE
CHANGE ON THE RÁCKEVE (SOROKSÁRI) DANUBE IN HUNGARY

Abstract

Anthropogenic climate change in Hungary is already having direct and indirect effect on surface and near-surface waters by increasing the length of summer heat waves and dry periods, and by changing the amount and distribution of precipitation within the year. The Ráckeve (Soroksár) Danube branch (RSD) and its surrounding area are extremely exposed to the climatic conditions. Therefore, it is essential to determine the tendency of the changes, as well as to understand the complexity of the problems arising as a result of the effects of climate change. Our analyses confirm that climate change can be detected in the area of the RSD in recent decades. The results of climate model simulations show that the climate vulnerability of the region may continue to increase in the future without any appropriate interventions. Climate models are the most important tool to examine future changes; they provide indispensable help in mitigating the negative effects of climate change and in developing environmental and economic strategies. Based on our examination of the extreme weather events of RSD, the escalation of the impact processes can be expected in the future. In order to quantify the climatic effects on ecologically important organisms, as well as on the quality of the water, climate indicators were produced. They provide information on the current and future climate conditions of the area of the RSD, as well as on meteorological variables, which affect the state of RSD. In order to identify the hydrological processes affecting the RSD, climate analyses were also performed for the study area including a part of the Danube catchment. Based on the determined impacts, we made suggestions for the implementation of the most important interventions.

Keywords: climate change, climate impact assessment, water management

Bevezetés

A Ráckevei (Soroksári)-Duna-ág (továbbiakban RSD) földrajzi fekvéséből adódóan kiemelt szerepet tölt be a fővárosban és a Budapest környéki agglomeráció déli térségében. Az RSD mint környezeti, ökológiai rendszer és egyedi tájértékekkel is bíró kultúrtajturisztikai vonzerőként is komoly társadalmi és gazdasági funkciókkal rendelkezik, horgászati és egyéb vízi szabadidős tevékenységeket magába foglaló adottságai révén kiemelten a vízi és az üdülturizmus számára.

Mivel a teljes vízfelület Natura 2000 védelemmel rendelkezik, ezért kiemelt szempontként jelentkezik az RSD aktív természetvédelme, főként a vízi élővilág – a védett madárállományok, a környező galériaerdők, a nádas-sásos társulások – magas szintű védelme. A terület kiemelkedő természeti értéke a Dunavarsány, Szigetcsép, Szigetszentmiklós és Taksony térségében húzódó, összesen 700 ha kiterjedésű, több területen is foltszerűen megjelenő úszóláp, amely Európában a második legnagyobb a maga nemében.

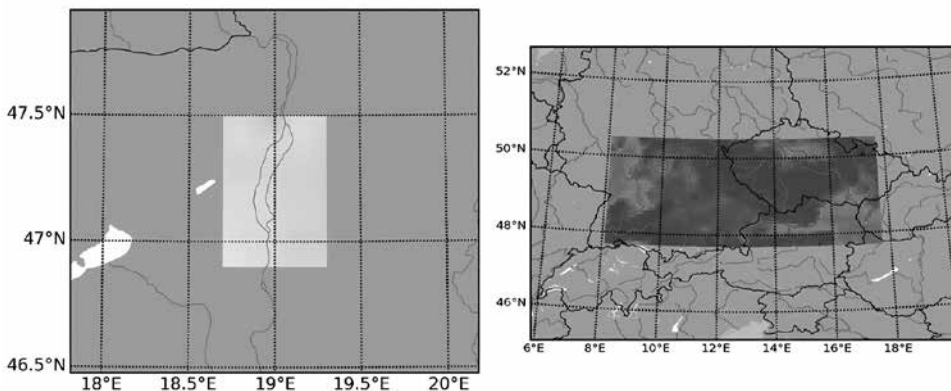
A főváros környéki vízi ökoszisztémaként és állandóan lakott térségként ugyanakkor egy igen sérülékeny rendszerről van szó, amelynek állapota erősen függ az a lakó- és üdülőövezetek kibocsátásaitól, a mezőgazdasági tevékenységektől, az esetleges havária jellegű szennyezésektől, a befolyó vizek minőségétől, de a Duna mennyiségi és minőségi viszonyaitól is.

Az RSD a magyar Duna-szakasz második legnagyobb mellékága, ami a főággal együtt a Csepel-szigetet öleli körül. A majdnem 58 km hosszú ág 1800 km²-es vízgyűjtő területtel rendelkezik, vízfelülete 14 km², átlagos víztérfogata pedig 40 millió m³. Vízszintje a szakasz felső végén a Kvassay-, alsó végén a Tassi-zsilippel szabályozható. A mellékág felső szakaszán a legsekélyebb és legkeskenyebb, ezért itt mérhető a legnagyobb víz-áramlási sebességek. Az RSD átlagos vízsebessége csupán 0,2-0,4 km/óra, amelynél a dunai főág áramlási sebessége lényegesen magasabb, ennek következtében az RSD-ben rakódik le a Dunából érkező hordalék jelentős része, és értelemszerűen így itt a legnagyobb a szennyezettség is.

Az élővilág állapotát meghatározó vízminőséget alapvetően és elsősorban a beérkező eltérő mértékű szennyvízterhelések határozzák meg (VADADI-FÜLÖP CS.–MÉSZÁROS G. 2007). További probléma, hogy a mellékágon a szabályozástól kezdve megindult egy rendkívül gyors ütemű eutrofizációs folyamat, mivel a szabályozás miatt a víz cserélődése a nyári időszakban 1,5-2,5 hétre tehető, míg a téli időszakban akár 3-5 hét is lehet, amivel párhuzamosan csökken a víz öntisztuló képessége is (BERINKEY L.–FARKAS H. 1956).

A klimatológiai hatásvizsgálati módszerek és elemzési kritériumok

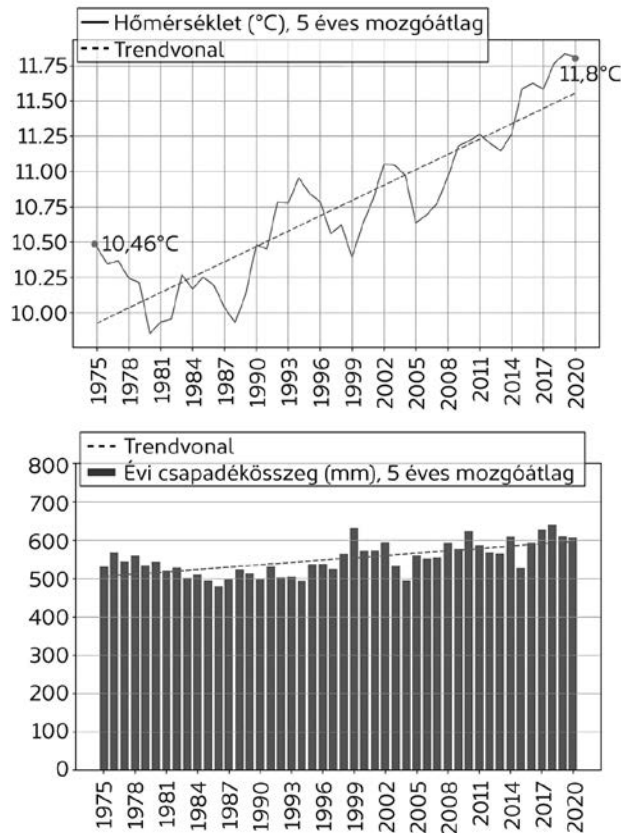
Az éghajlatváltozás hatásainak elemzése céljából olyan hatásvizsgálati módszert dolgoztunk ki, amely alkalmas a napenergia-termelő rendszerek vizsgálatára is, de akár a zöldkék infrastruktúra elemzéséhez is megfelelő eszközzel szolgál. Jelen tanulmányunk célkitűzése, hogy feltárjuk, az antropogén tényezők mellett milyen éghajlati jellegzetességek befolyásolják az RSD térségében található állat- és növényvilág életkörülményeit, illetve a mellékág vízállását és vízminőségét. Elsősorban a szélsőséges hőmérsékleti és csapadékesemények vizsgálatára helyeztük a hangsúlyt, mivel ezek előfordulási gyakorisága és intenzitása az IPCC Hatodik Értékelő Jelentése (MASSON-DELMOTTE, V. et al. 2021) alapján nagyfokú megbízhatósággal, azaz 90-100%-os bekövetkezési valószínűséggel növekedni fog a térségben. Az RSD közvetlen környezete mellett figyelembe vettük még a Duna vízgyűjtőjének a forrástól egészen a magyarországi szakaszig terjedő területét is (1. ábra). Munkánk során vizsgáltuk a kiválasztott területekre vonatkozó múltbéli és jelenlegi éghajlati viszonyokat, valamint a jövőben várható változásokat.



1. ábra Az RSD-t (bal) és a Duna vízgyűjtőjét (jobb) lefedő klimatológiai vizsgálati terület
 Figure 1 Climatological study area covering the RSD (left) and the Danube catchment (right)

Egy magyarországi térség esetében a múltbeli és az aktuális éghajlati állapotról referencia-adatbázisok felhasználásával kaphatunk átfogó képet. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) – az Európai Unió irányelveknek megfelelően és Magyarország Kormánya által biztosított források segítségével – 2021. január 1-jétől megvalósította a nyílt meteorológiai adatpolitikát (353/2021. (VI. 24.) Korm. rendelet). A szolgálat a nyílt adatszerverein keresztül, a Meteorológiai Adattárban térítésmentesen és szabadon felhasználhatóan rendelkezésre bocsátja a mérési és a megfigyelési adatait. Tanulmányunkban a Meteorológiai Adattárban elérhető éghajlati adatok közül a napi átlag-, maximum- és minimumhőmérsékletet, valamint a napi csapadékösszeget és a napi átlagos szélesebséget használtuk fel. Az adatbázis homogenizált, 0,1°-os térbeli felbontású rácpontokra interpolált éghajlati adatsorokat tartalmaz, amelyek az OMSZ mérőállomásainak adataiból származtatva készültek el. A teljes idősorok 50 éves időszakot fednek le, amelyekből további két egymástól elkülönülő 20 éves időszakot (1981–2000, 2001–2020) választottunk ki az éghajlatváltozás jelenlegi hatásainak értékelése végett.

Elemzéseink alapján az RSD térségében egy jelentősen emelkedő hőmérsékleti tendencia figyelhető meg 5 éves periódusú mozgóátlagok számítása alapján (2. ábra). Az elmúlt 50 évre vonatkozó éves átlaghőmérséklet (fenti ábra) a vizsgált térségben 9,8°C és



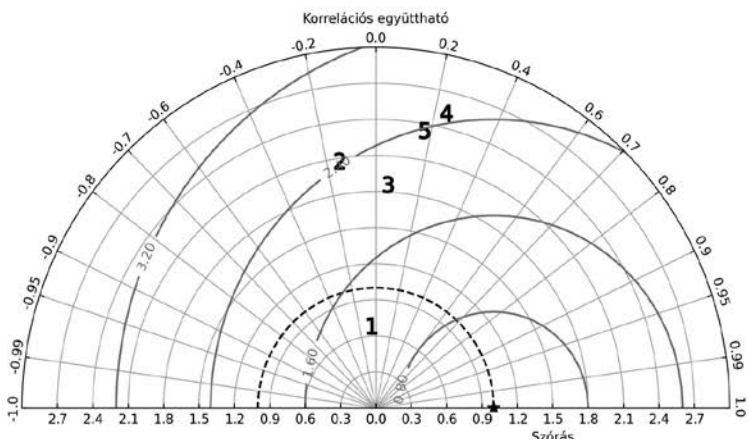
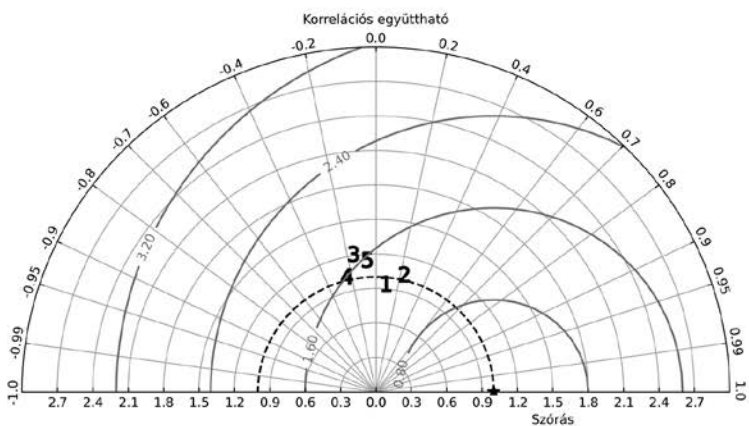
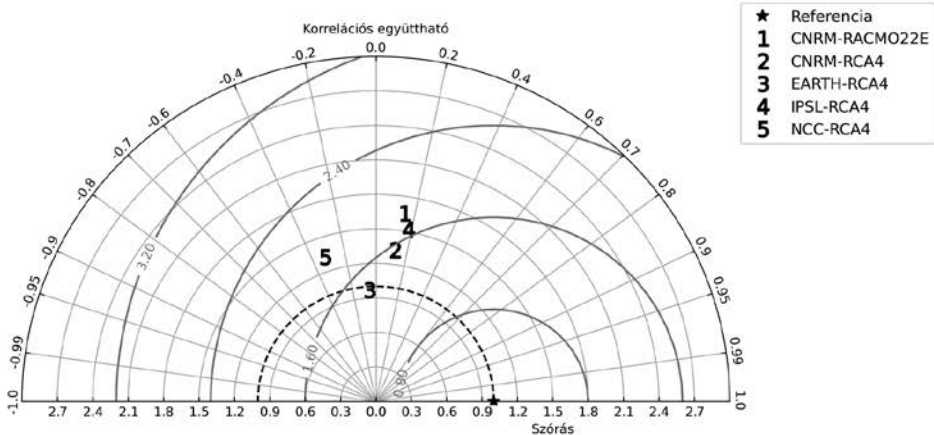
2. ábra Az éves átlaghőmérsékletre (fent) és csapadékmennyiségre (lent) vonatkoztatott (5 éves periódusú) mozgóátlagok 1971–2020 között. A tendenciák irányát és mértékét trendvonalak illesztésével szemléltettük.
 Figure 2 Moving averages (5-year period) for annual mean temperature (top) and precipitation (down) from 1971 to 2020. The direction and magnitude of the trends are illustrated by fitting trend lines.

11,8°C között változott. Az éghajlat változékonyságát mutatja, hogy az egymást követő ötéves periódusok nem mutatnak minden esetben folyamatos hőmérsékleti emelkedést. Az átlaghőmérsékleti értékek évszakos anomáliái alapján megállapítható, hogy télen volt eddig a legkisebb mértékű változás (+0,5°C), míg nyáron 1,8°C körüli a már bekövetkezett melegedés mértéke. A vizsgált térség értékeinek térbeli eloszlásában minimális (0,1°C) eltérés volt kimutatható. Az éves csapadékmennyiségre vonatkozó értékekben (lenti ábra) több szárazabb időszak is megjelenik, azonban az elmúlt 50 év emelkedő tendenciával jellemezhető. A csapadékösszegekre kapott anomáliák alapján a téli csapadékmennyiség esetében kismértékű emelkedés volt megfigyelhető, míg tavasszal egyre hosszabban és gyakrabban jelentkeztek aszályos időszakok. A nyári csapadékmennyiség növekedésének háttérben elsősorban a hőmérséklet-emelkedésből eredő intenzívebb zivatartevékenység áll. Ezekre a folyamatokra érdemes nagyobb figyelmet fordítani, mivel az éghajlati szélsőségek (forró napok, extrém csapadékesemények) esetében már most is tapasztalhatók komoly kockázatot jelentő változások.

Az éghajlat jövőben várható változásainak számszerűsítését a 12,5 km-es felbontású regionális klímamodellek eredményeire alapozva végeztük el. A finomabb felbontású adatok felhasználásának köszönhetően pontosabb becslést tudunk adni a szélsőséges időjárási események előfordulási gyakoriságára és intenzitására. A regionális klímamodellek eredményeinek keretrendszerbe foglalása végett jött létre a CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment) kezdeményezése, amely a regionális éghajlatváltozás vizsgálatát és az azzal kapcsolatos regionális klímaszimulációk megvalósítását koordinálja világszerte. Az így felépített adatbázisból a 14 régió közül az európai régiót lefedő EURO-CORDEX (JACOB, D. et al. 2014) adatbázisában netCDF formátumban elérhető klímaszimulációkkal dolgoztunk.

Az éghajlatváltozásból eredő lehetséges problémák (DUNKEL Z. et al. 2018) feltáráshoz elsősorban a szélsőséges események azonosítására helyeztük a hangsúlyt. Ennek érdekében az adatbázisban elérhető összes lehetséges 75 modellkombináció közül azokat választottuk ki, amelyek a hidrológiai és ökológiai céloknak megfelelően a legszélsőséges értékeket biztosító adatsorokat tartalmazták. Mivel vizsgálatainkat a két legfontosabb meteorológiai paraméterre – a hőmérsékletre és a csapadékra – alapoztuk, a kiválasztási folyamat során fennmaradó öt modellpárból a végleges két modellkombinációt elsősorban ezen változók múlta és jövőre vonatkozó értékei alapján választottuk ki. A kiválasztási folyamatban fontos szempont volt még a napi felbontás, valamint más – a vizsgálat szempontjából releváns – meteorológiai paraméterek (pl. relatív nedvesség, globálsugárzás, napsütéses órák száma, felszíni szélesebesség) elérhetősége is. Végeredményben a CNRM-CM5 globális és RACMO22E regionális (továbbiakban: CNRM-RACMO22E), valamint az IPSL globális és RCA4 regionális (továbbiakban: IPSL-RCA4) modellkombinációk bizonyultak vizsgálat szempontjából a legmegfelelőbbnek.

Az elemzéseink során az RSD területére vett átlagokból képezett idősorokat hasonlítottuk össze mind az 1971–2005 közötti, mind pedig a 2006–2100 közötti időszak adataival. Előbbi esetében a mérési adatbázisból származó idősorokat is figyelembe tudtuk venni referenciaként. Az idősorok összehasonlítása mellett Taylor-diagram segítségével is vizsgáltuk a szimulációkat (3. ábra), amivel a három alapstatisztikai számítás (korreláció, átlagos négyzetes hiba négyzetgyöke [RMSE], szórás) szerint validáltuk a modellek eredményeit. A Taylor-diagram alapján az a modellkombináció teljesített a legjobban, amelyiknek a hozzátartozó száma a legközelebb került a referenciához (az ábrán fekete csillaggal jelölve), azaz a mért adatokhoz. A projekt céljait szem előtt tartva igyekeztünk olyan modellkombinációkat is figyelembe venni, amelyekkel a szélsőségek jobban vizsgálhatók. A modellkombinációk között szignifikáns különbség nem mindig mutatkozott

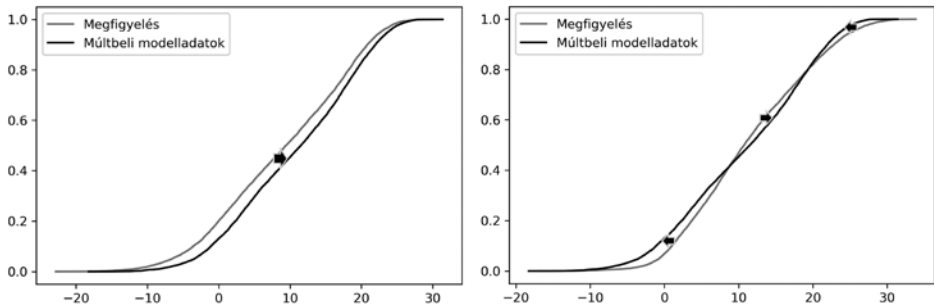


3. ábra Taylor diagram az átlaghőmérsékletre (fent), a csapadékmennyiségre (középen) és a 26°C-os átlaghőmérsékletet meghaladó napok számára (lent) vonatkozóan
 Figure 3 Taylor diagram for average temperature (top), precipitation (middle) and number of days with average temperatures above 26°C (bottom)

meg (például a csapadékösszegek – középső ábra – esetén). A 26°C-os átlaghőmérsékletet meghaladó napok számának (lenti ábra) vizsgálatkor azonban azt kaptuk eredményül, hogy a CNRM-RACMO22E (1-es számmal jelölve) lényegesen jobb becslést adott a referencia-időszakra vonatkozóan, mint a többi modellkombináció. Ezzel szemben például az IPSL-RCA4 (4-es számmal jelölve) jelentősen felülbecsülte az átlaghőmérsékletet (fenti ábra) és a 26°C-os átlaghőmérsékletet meghaladó napok számát is, aminek kiemelt szerepe van a szélsőségekhez kapcsolódó indikátorok meghatározásakor.

A 2006–2100 közötti időszak vizsgálatában meghatározó szerepe volt az IPCC Ötödik Értékelő Jelentésében (PACHAURI, R. K. – MEYER, L. A. 2014) definiált ún. RCP (Representative Concentration Pathways) forgatókönyvek alkalmazásának, mivel a klíma-modellek jövőre vonatkozó RCP forgatókönyvekkel történő futtatásai 2006-tól indulnak és az évszázad végéig tartanak. Annak érdekében, hogy a sugárzási kényszer megváltozásának és az üvegházhatású gázok lehetséges jövőbeli koncentrációinak függvényében több lehetséges alternatíva szerint tudjuk értelmezni az éghajlatváltozás várható hatásait, végül két forgatókönyv – a közepesen optimista RCP4.5 és a pesszimista RCP8.5 – használatával kapott eredményekre alapoztuk elemzéseinket. A kiválasztott RCP forgatókönyvekkel meghajtott szimulációk alapján meghatároztuk az éves átlaghőmérsékletekre és a 26°C-os átlaghőmérsékletet meghaladó napok évi számára vonatkoztatott jövőbeli (2006–2100) értékeket. Az eredmények alapján a jövőben tovább folytatódik a melegedő tendencia. Az átlaghőmérséklet és a forró napok esetében is az IPSL-RCA4 szimulációi vetítették előre a magasabb értékeket, a CNRM-RACMO22E pedig a többi modellhez képest alulbecsülte ezek jövőben várható értékét. A szélsőséges eseményeket leíró indikátorok meghatározásához ennél fogva mindkét modellkombináció figyelembevétele célravezető.

A modellezett eredmények bizonyos mértékben szisztematikus hibával terheltek, emiatt a klíma-modellek csak korlátozott mértékben képesek meghatározni a meteorológiai paraméterek jövőben várható értékeit. Ennek következtében szükséges ún. hibakorrekciós eljárásokat alkalmazni. A hiba akkor becsülhető igazán jól, ha rendelkezésre áll egy mérési adatokat tartalmazó adatbázis (esetünkben a Meteorológiai Adattár). Számos hibakorrekciós eljárást dolgoztak ki, azonban az egyes módszerek különböző esetekben eltérő hatékonysággal alkalmazhatók. A szélsőséges események vizsgálatához elsősorban a „quantile mapping” (QM) módszert javasolja a szakirodalom (THEMESSL, M. J. et al. 2011; BAI, K. et al. 2016). Az alkalmazott módszer azon a feltételezésen alapul, hogy két adatsort akkor tekinthetünk hasonlóknak, ha az eloszlásuk közel van egymáshoz (és minél közelebb vannak egymáshoz, annál hasonlóbbak) (PONGRÁCZ R. et al. 2014). Ez alapján a módszer a referencia-időszakra kapott modellértékek és megfigyelési értékek eloszlása közötti eltérésekkel korrigálja a szimulált nyers értékekhez tartozó eloszlást. Ennek köszönhetően a modelleredmények és a megfigyelések között jelentkező eltérések esetén figyelembe vesszük a változékonyságot is. A 4. ábra a megfigyelések (szürke), valamint a CNRM-RACMO22E (bal ábra) és az IPSL-RCA4 (jobb ábra) modellkombinációk (fekete) referencia időszakra vonatkoztatott hőmérsékleti eloszlásainak összehasonlítását segíti. Az ábra szemlélteti – ahogy már a modellkombinációk kiválasztási folyamatában is megállapítottuk –, hogy a CNRM-RACMO22E az 1981–2010 közötti időszakra inkább alacsonyabb hőmérsékleti értékeket adott eredményül, mint amit a mért értékek mutattak. Az IPSL-RCA4 modellkombináció ezzel szemben többnyire felülbecsülte a megfigyelési értékeket. A QM hibakorrekciós eljárás alkalmazását követően a 2031–2060, valamint a 2071–2100 közötti időszakokra a hőmérséklet és a csapadék esetén is a nyers szimulált adatokra többnyire szélsőségesebb értékeket kaptunk. Az extrém eseményekre való tekintettel ez kiemelt jelentőségű, hiszen célunk az RSD szempontjából releváns, jövőben előforduló lehető legszélsőségesebb értékek meghatározása volt.



4. ábra Hőmérsékleti eloszlások a megfigyelésekre (szürke), valamint a kiválasztott két (CNRM-RACMO22E [bal] és IPSL-RCA4 [jobb]) modellkombinációra (fekete) vonatkoztatva az 1981–2010 közötti referencia időszakot tekintve.

A fekete nyilak az eloszlások korrigálásának irányát szemléltetik.

Figure 4 Temperature distributions for the observations (grey) and for the two selected model combinations (CNRM-RACMO22E [left] and IPSL-RCA4 [right], black) for the reference period 1981–2010.

The black arrows indicate the direction of the bias correction of the distributions.

A klímaindikátorok várható változásainak számszerűsítése érdekében két 30 éves jövőbeli klímaablak (2031–2060, 2071–2100) átlagai és a referencia-időszak (1981–2010) átlaga közti eltéréseket határoztuk meg. A klimatológiai viszonylatban hosszabb, 30 éves időszakokkal az éghajlat természetes változékonyságát szűrtük ki (JUNK, J. et al. 2019). A feldolgozási és számítási folyamatokhoz a Python programozási nyelvet (VAN ROSSUM, G.–DRAKE, F. L. 2009) használtuk.

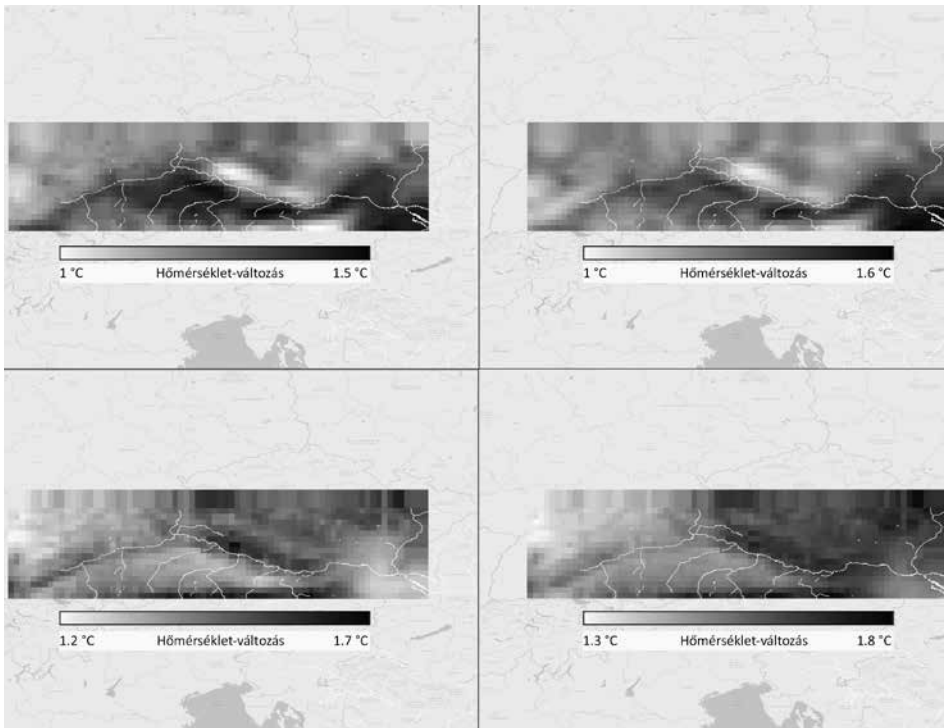
Eredmények

Duna vízgyűjtőjének klimatológiai elemzése

A Dunát tápláló vízfolyások többsége Magyarország határain kívül ered, ezért vízgazdálkodási szempontból a folyó a vízgyűjtője felvízi országainak (Szlovákia, Ausztria, Németország) erősen kitett. A felvízi országokban történő beavatkozások közvetlenül érintik hazánk vízgazdálkodását – beleértve az RSD-t is –, tekintettel a folyók vízhozamára, vízminőségére és az árvízi veszélyeztetettség mértékére. A hazai vízgazdálkodás külső tényezőkből adódó folyton változó feltételrendszere mellett az éghajlatváltozásból származtatható szélsőségek gyakoribb előfordulása is az új technológiák és integrált megoldások megvalósítását szorgalmazza (DOBÓ K. 2019).

Az éghajlatváltozás hatására – az általunk vizsgált Duna vízgyűjtő területén is – megfigyelhető a hőmérsékleti értékek emelkedése az évszázad végéig. Annak érdekében, hogy részleteiben is bemutassuk az RSD területére ható, a Duna vízgyűjtő területén várható éghajlati hatások területi eloszlását, megvizsgáltuk az évszázad közepére és végére becsült változások mértékét. Az 5. ábra szemlélteti a hőmérséklet várható változását a vizsgált területen, rácspontonként. A hőmérsékleti értékek alapján a Duna környezete több szimuláció szerint is magasabb kitettségűnek számít a környezetéhez képest. Látható, hogy az IPSL-RCA4 modell szimulációi adnak nagyobb hőmérséklet-emelkedést mindkét időszakban és mindkét forgatókönyv szerint is.

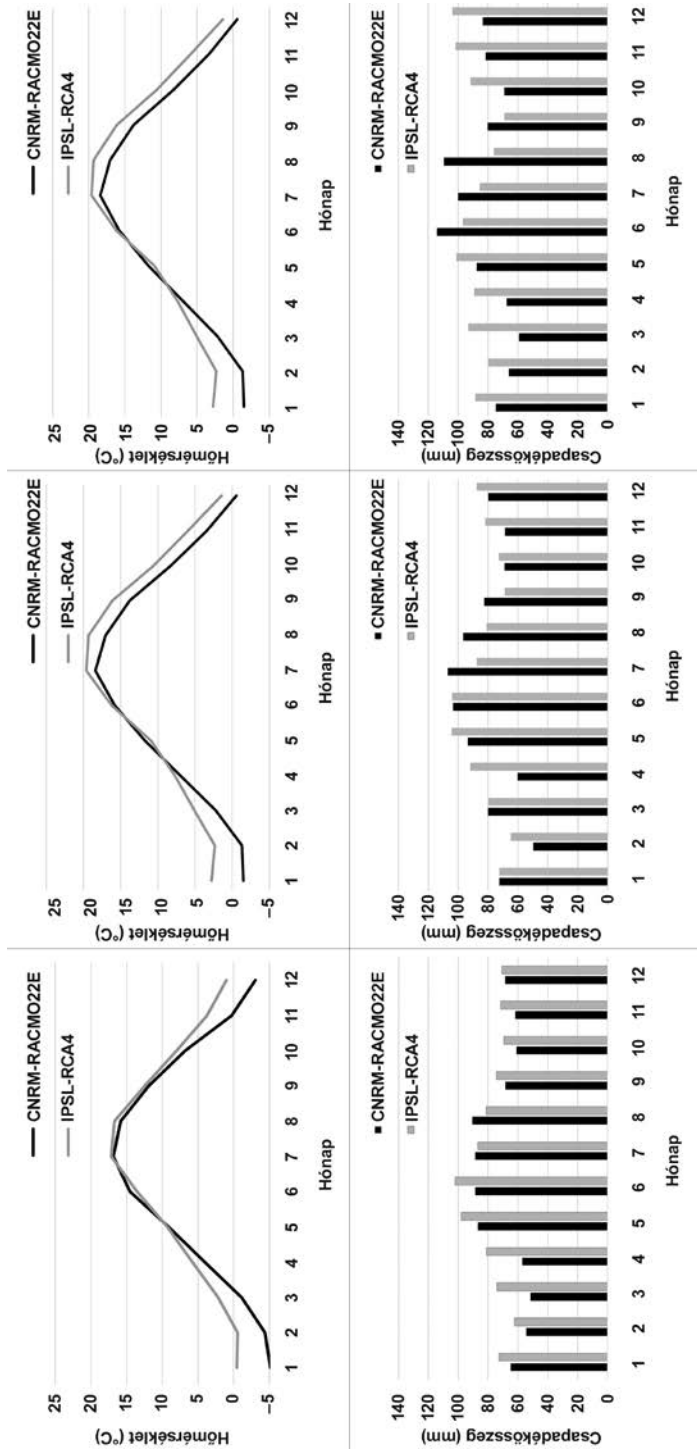
A Duna vízgyűjtő területére számított 30 évre vonatkozó havi középhőmérsékletek és csapadékösszegek átlagait a 6. ábra mutatja. Az ábra alapján elmondható, hogy az 1971–2000 közötti időszak (bal ábra) havi középhőmérsékleti értékei (fenti ábra) mind a két



5. ábra Az átlaghőmérséklet várható változása a 2031–2060 közötti időszakra az 1981–2010 közötti referencia-időszakhoz képest (fent: CNRM-RACMO22E, lent: IPSL-RCA4, balra: RCP4.5, jobbra RCP8.5)

Figure 5 Projected change in mean temperature for the period 2031–2060, compared to the 1981–2010 reference period (top: CNRM-RACMO22E, bottom: IPSL-RCA4, left: RCP4.5, right RCP8.5)

modellkombináció esetén alacsonyabbak, mint a 2071–2100 közötti időszakra vonatkozó, az RCP4.5-ös (középső ábra) és az RCP8.5-ös (jobb ábra) forgatókönyvek használatával kapott átlagos havi középhőmérsékletek. Az IPSL-RCA4 modellkombináció (szürke) mind a két forgatókönyv mellett a legtöbb hónapban magasabb értékeket prognosztizál, mint a CNRM-RACMO22E (fekete). A legmelegebb hónap a július lesz várhatóan az évszázad végén is, az átlagos havi középhőmérséklet 20–25°C között alakulhat. A hőmérsékleti értékek éven belüli eloszlását tekintve a téli időszakban várható a nagyobb mértékű változás, a téli hónapokban ugyanis akár 5–6°C-kal is emelkedhet a havi középhőmérséklet. A téli fagyok csökkenése, esetleges hiánya az ökoszisztémát érintheti, a meleg őszi és az enyhe tél a vízben élő állatokra és a rovarokra is hatással van. A havi csapadékösszeg (lenti ábra) az évszázad végére (középső és jobb ábra) mind a két forgatókönyv használatával mellett jellemzően növekedni fog a térségben az 1971–2000 közötti időszakhoz képest (bal ábra). A nyári hónapoktól, valamint a szeptembertől eltekintve az IPSL-RCA4 magasabb havi csapadékösszegeket prognosztizál az évszázad végére a CNRM-RACMO22E modellkombinációhoz képest mindkét forgatókönyv használatával. A modellkombinációk összességében a csapadék időbeli eltolódását vetítik előre a tél javára, illetve a nyár rovására. Nyáron várhatóan jellemzőbbek lesznek a rövid idő alatt lehulló nagymennyiségű csapadékkal társult szélsőséges események. Általánosságban azonban elmondható, hogy a nagyobb bizonytalanságok a csapadék előrejelzését illetően tapasztalhatók.



6. ábra Átlagos havi középhőmérsékletek (fent) és csapadékösszegek (lent) az 1971–2000 közötti időszakra (bal).

valamint a 2071–2100 közötti időszakra az RCP4.5-ös (középső) és az RCP8.5-ös (jobb) forgatókönyvek használata mellett a Duna vízgyűjtőterületére átlagolva a két kiválasztott (CNRM-RACMO22E [fekete] és IPSL-RCA4 [szürke]) modelkombináció szerint

Figure 6 Average monthly mean temperatures (top) and amount of precipitation (bottom) for the period 1971–2000 (left) and 2071–2100 averaged over the Danube catchment using the RCP4.5 (middle) and RCP8.5 (right) scenarios for the two selected model simulations (CNRM-RACMO22E [black] and IPSL-RCA4 [grey])

Annak érdekében, hogy az RSD közvetlen környezetét befolyásoló, vízminőségi és ökológiai szempontból releváns éghajlati információkat elemezzük, a vizsgálatok céljaihoz igazodó éghajlati indikátorokat határoztunk meg. Ezekkel az indikátorokkal témaspecifikusan tudjuk a jelenlegi klimatológiai viszonyokat elemezni, valamint a klímamodell-szimulációk eredményire alapozva a jövőre vonatkozóan is becslést tehetünk azokról az éghajlati folyamatokról, amelyek hosszú távon is befolyásolni fogják az RSD környezetét és állapotát. Az előállított indikátorok megadják a hatásvizsgálatok alapját, amelyekkel beazonosíthatóvá válik, hogy az adott hatásterületeken melyek a klímaváltozás által is negatívan érintett hatásviselők, továbbá hogy az adott rendszerlemek esetében milyen metódusú és léptékű beavatkozásokra lehet szükség, valamint melyek azok a területek, amelyeket prioritálni szükséges. Első lépésként az RSD-t érintő két legrelevánsabb problémakört határoztuk meg, majd a kapcsolódó problémákat, okokat és hatásokat fogalmaztuk meg. Az időjárás viszonyokkal összefüggő legnagyobb problémát az RSD-n az extrém csapadékos időszakok, valamint az extrém száraz, aszályos időszakok okozzák.

Az extrém csapadékos eseményekhez köthető probléma a tisztítatlan és csapadékvízzel keveredő szennyvíz bekerülése az élővízbe: a Dél-pesti szennyvíztisztító telep ugyanis nem tudja a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadékos befogadni, mivel a budapesti víziközmű-hálózat jelentős része egyesített rendszerű, így a csapadékvízzel keveredett szennyvíz egyenesen az RSD-be kerül (Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.), nagymértékű vízminőségi romlást előidézve ott. A szennyvíz bekerülésével főként a foszfor-, valamint a nitrogéntartalom növekedik meg a víztestben, ami eutrofizációhoz, azaz fokozott algásodáshoz vezet, aminek következtében az éjjeli időszakban a vízi növényzet nem oxigént termel, hanem oxigént von el a környezetétől, emellett az oxigénhiányos környezet a mellékág állatvilágára, főként a halakra is negatívan hat, azok pusztulásához vezet. Az eutrofizáció növeli a mellékág eliszapolódását is, ami a szabályozásból, illetve a korábbi ipari tevékenységből adódóan már eleve jelentős mértékű. A régóta fennálló problémára megoldást jelenthet a megfelelő kotrási technológiai kiválasztásával és megfelelően megtervezett kivitelezéssel történő iszapeltávolítás, amely nagymértékben javítana az RSD környezeti állapotán. Magas vízállás esetén további probléma a Dunából érkező nagyobb mennyiségű üledék bekerülése és lerakódása a folyó lassabb folyású szakaszain. Tovább erősíti a bejutó kevert szennyvíz káros hatását, ha az RSD magas vízállása miatt le kell zárni a Kvassay- és Tassi-zsilipeket, aminek hatására az RSD gyakorlatilag ideiglenesen állóvízként viselkedik. A Duna, valamint a környező folyóvizek magas vízállása esetén a folyó menti talajvizekben megnövekedhet a szennyező anyagok koncentrációja, amelyek a felszínről, illetve a felszín közeli talajrétegekből a növekvő hidrosztatikus nyomás hatására juthatnak a talajvizekbe, onnan pedig az RSD-be.

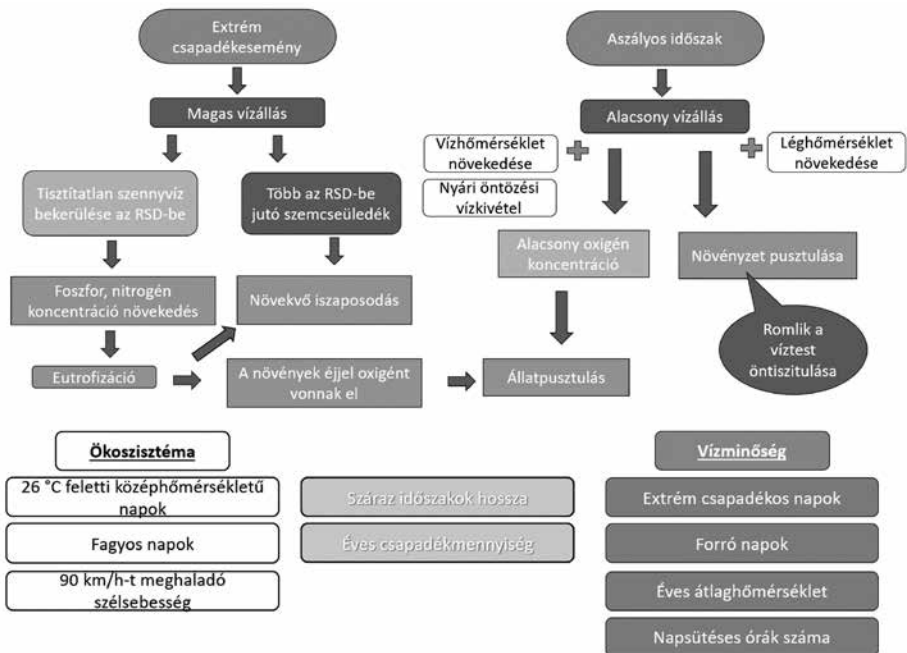
A lehulló csapadék befolyásolhatja a természetes vizek vízhozamát, így közvetlenül is hatással van a felszíni vizekben zajló kémiai folyamatokra. A vízhozamok csökkenése érzékenyebbé teszi a vízfolyásokat a szennyező anyagok terhelésével szemben, azaz csökken azok hígulásának mértéke. Ezzel szemben az intenzív csapadékesemények növelik a felszíni vizekbe jutó szennyező anyagok mennyiségét, ezáltal pedig a szervesen összetevők feldúsulását eredményezhetik. A csapadékvíz keletkezése pillanatában már gázokat old ki, továbbá szennyező anyagokat (port, radioaktív anyagokat) mos ki a levegőből. Az alapgázok közül legjobban a szén-dioxid oldódik, ami miatt a csapadékvíz pH-ja 5,6 körüli, azaz enyhén savas (BOYD, C. E. 2020). A csapadékosabb időjárás eredményeként a nitráatterheltség is nőhet a mezőgazdasági területek felől érkező bemosódásnak köszönhetően. A feldúsulási folyamatokhoz a megélénkülő szélerezio szintén

hozzájárulhat. A szél pozitív hatása, hogy az oldott oxigén tartalmában kedvező változások mehetnek végbe a víz felkeverésének köszönhetően, azonban előidézheti a toxikus gázok üledékekből történő felszabadulását is.

Aszályos időszakok esetén a mellékág vízszintje nagymértékben le tud csökkenni. Nyáron a vízszint csökkenését tovább erősíti az öntözési vízkivételből származó deficit is. A Duna alacsony vízállása esetén leáll a gravitációs vízbetáplálás, ami ez esetben is a zsilipek lezárásához vezet, így az RSD ekkor is egy tóként funkcionáló mellékággá válik, az oldott oxigén koncentrációja nagymértékben lecsökken, pedig a nyári időszakban megemelkedett vízhőmérséklet esetében már eleve alacsonyabb az oxigéntelítettség (WOYNÁROVICH A. et al. 2018).

Az élőlényekre gyakorolt éghajlati hatások közül a felmelegedésnek kiemelt szerepe van. A legtöbb élőlény nem képes a környezetétől jelentősen eltérő hőmérsékletet túlélni. Emiatt a helyhez kötött szervezeteknek vagy a területüket nehezen megváltoztató állatoknak az élőhelyük által fenntartott teljes évi hőmérséklettartományt szükséges elviselniük (LANCASTER, L. T. – HUMPHREYS, A. M. 2020; SPENCE, A. R. – TINGLEY, M. W. 2020). Az éghajlatváltozás hatására ez a hőmérsékleti tartomány egyre szélsőségesebb lesz, amely veszélyezteti a helyi ökoszisztéma fennmaradását. Ezek a hatások vízi élőlények számára stressz-állapotot idéznek elő, nagymértékű állapotpusztulást eredményezve. A vízszint csökkenésének hatására a léghőmérséklet emelkedésével a növényzet kiszáradhat, ami a problémát tovább fokozza, hiszen a parti növényzet jelentős mértékben hozzájárul a víztest öntisztító képességéhez.

Megállapítható tehát, hogy az alacsony és magas vízálláshoz köthető kockázatok külön-külön is erőteljes hatást gyakorolnak az RSD-re, azonban a legnagyobb veszélyeztetettséget a két hatás együttállása eredményezi. Abban az esetben, mikor egy tar-



7. ábra Az Ráckevei (Soroksári)-Duna-ág éghajlatkockázati hatástérképe
 Figure 7 Climate risk impact map of the Ráckeve (Soroksár) Danube

tós száraz időszakot egy erőteljes zivatarvekenység követ, a már állapotában amúgy is romlott minőségű víztest kiemelt kockázatnak van kitéve a nagy mennyiségben bekerülő szennyezőanyagok miatt. A kisvízfolyások esetében a vízhozam rendkívül szélsőségesé válhat, a hosszú nyári száraz időszakok során azok tartósan kiszáradhatnak. A talaj kedvezőtlen tulajdonságai, valamint a növényzet vízhiánya okán a beszivárgó víz nagy része a növényi életfeltételek azonnali javítására használódik fel, és evapotranszpirációval távozik a talajból. A hirtelen ismétlődő, több napon át tartó csapadékesemények ezzel szemben a talajfelszín áteresztő képességének csökkenését, a beszivárgás lassulását okozhatják, ennek következtében megnövekedhet a felszíni lefolyás, ami a környező csatornák és egyéb felszíni szennyeződéshelyek elmosásával szennyezőanyagok további szállítását eredményezi a folyómeder felé. Ezek a jelenségek a légkörben felgyülemlt többlet-energiatranszport miatt nemcsak a nyári, hanem a kora őszi időszakban is gyakrabban fordulhatnak elő, sok esetben heves széllel, viharokkal, jégesővel kísérve. A viharos események gyakoriságának és erősségének növekedésével az orkánerejű szél komoly károkat tud okozni a folyómeder egyes szelvényeiben, megbontva a mederrézsűt, további anyagbemosódást okozva a mederbe vagy károkat okozva egyes gyengébb mesterséges felépítményekben (stégek, csónakházak).

Vizsgálataink során a jövőre vonatkozóan szimuláltunk egy magas és egy alacsony hőmérsékleti környezetet. Előbbi azonosításához a 26°C-os középhőmérsékletet meghaladó napok számának változását választottuk ki, amelynek fennállása esetén a maximum hőmérséklet legalább 35–37°C körüli vagy afeletti értékkel jellemezhető. Utóbbi esetén a fagyos napok számának változását alkalmaztuk indikátorként, amely esetén a napi minimum hőmérséklet 0°C-nál alacsonyabb. A 21. század közepére elkészült különböző modellszimulációk alapján a 26°C feletti középhőmérsékletű napok száma átlagosan 5–13 nappal emelkedhet a referencia-időszakhoz képest. Az IPSL-RCA4 szimuláció esetében a pesszimistább forgatókönyv már a század közepére is jelentős változást prognosztizál 10–12 napos emelkedéssel. A század végére a közepesen optimista forgatókönyv továbbra is az 5–13 nap közötti értékek skálájával írható le, szemben a pesszimista forgatókönyvvel, ahol mindkét modell jelentős emelkedéssel számol: 20–36 nap közötti a növekedés mértéke. A forró napok számának változását – az éves átlaghőmérséklet változásával összhangban – az évszázad közepéig és végéig növekedés jellemzi. A legnagyobb mértékű növekedést szintén az IPSL-RCA4 modelleredményeinél tapasztaltuk. A projekciók alapján a forró napok száma a 2031–2060 közötti időszakig 4–6 nappal, míg a 2071–2100 közötti időszakig szélsőséges esetben akár 14–20 nappal is nőhet a referencia-időszakhoz képest. A térségre jellemző fagyos napok száma 80–110 között változik. Az eredmények figyelembevételével megállapítható, hogy a század közepére scenárióktól és modelltől függetlenül a fagyos napok számának az 1/3-a, a század végére a pesszimista forgatókönyvek szerint pedig akár a 2/3-a is eltűnhet.

A hőmérséklet mellett a csapadék és a szél is kulcsfontosságú tényező a vízi ökoszisztéma szempontjából. A vízkörforgás az ökológiai rendszerekben döntően a csapadékon és az evaporáción keresztül valósul meg, emiatt a csapadékmennyiség szezonális változása jelentősen meghatározza a vízhozamot. Az egyik fő probléma, hogy a hosszan tartó száraz időszakok érzékelhetően egyre gyakrabban fordulnak elő, ami szélsőséges vízhiányhoz, ennek következtében akár a folyómedrek kiszáradásához is vezethet. A másik megemlítendő probléma a csapadékkal kapcsolatban a légköri eredetű erősödő savasodás megjelenése a felszíni vizekben, ami a vízi élővilág további károsodását eredményezi. A szél felkeverő hatása – ami főként a felső rétegben érvényesül – ezzel szemben akár kedvező is lehet, mivel a szél keltette vízmozgásokkal segített légköri diffúzió jó oxigénellátottságot biztosít az élő szervezetek számára.

Az éves csapadékösszeg és az extrém csapadékos napok száma várhatóan emelkedni fog az az RSD környezetében. Az éves csapadékösszeg növekedése az évszázad közepéig nem lesz jelentős egyik modellkombináció szerint sem. Ezzel szemben a 2071–2100 közötti időszakot tekintve már nagyobb mértékű a növekedés, de az általunk vizsgált modellkombinációk (CNRM-RACMO22E és az IPSL-RCA4) a pesszimista forgatókönyv használatakor ellentétes irányú változást mutatnak a közepesen optimista scenárióhoz képest. Előbbi modellkombináció az RCP4.5 forgatókönyv mellett, míg utóbbi az RCP8.5 scenárióval prognosztizál nagyobb éves csapadékösszegeket. A legnagyobb változás mértéke mindkét modellkombináció szerint 22–27%. Az extrém csapadékos napok számának változására kapott eredmények közül szintén az évszázad végi értékek a magasabbak. Ez összhangban van a különböző forgatókönyvek szerinti melegedési mértékkel, ami fokozza a konvektív zivatarok kialakulását is.

Következtetések

Elemzéseink alátámasztják, hogy az eddig bekövetkezett éghajlati változások mellett a jövőben várható éghajlati változásokra és azok hatásaira is kiemelt figyelmet kell fordítanunk, mivel az éghajlatváltozás komoly kihívások elé állítja az olyan sérülékeny vízi ökoszisztémákat és kiemelt ökoturisztikai térségeket, mint például az RSD térsége. Az éghajlati paraméterek változásának figyelembevétele, a várható, irányok és tendenciák becslése és számszerűsítése, valamint ezen jelenségeknek a monitoring jellegű tartós és folyamatos nyomon követése elengedhetetlen a megfelelő felkészülés és a tartós környezetjavító megoldások megtalálása és helyes alkalmazása érdekében. Hangsúlyozzuk, hogy az antropogén éghajlatváltozás hatásai nélkül is sürgős megoldást kellene találni az RSD komplex revitalizációjára, azonban a klímaváltozás hatásai ezeket a folyamatokat várhatóan felgyorsítják, lerövidítve ezáltal a reagálásra fordítható időt.

Mindezek figyelembevételével ezért az első és egyik legfontosabb javaslatunk, hogy tovább kell fejleszteni az RSD környezeti monitoringrendszerét. Ezt azonban nem elégséges a vízminőségre, hordalékszállításra, illetve az ökológiai folyamatok megfigyelésére koncentrálni megoldani, hanem figyelemmel kell lenni a klimatológiai monitoringra is. Ehhez elengedhetetlen további akkreditált meteorológiai mérőállomások telepítése, amelyekkel biztosítható a helyi éghajlati folyamatok nyomon követése, valamint a jövőbeli klimatológiai vizsgálatokhoz – validáláshoz, hibakereséshez – szükséges alapinformációk biztosítása.

Folyamatosan biztosítani kell a legújabb éghajlati forgatókönyvek alapján előállított klímamodell-eredmények alapján leskálázott regionális klímamodell-adatok feldolgozását, és a klimatológiai indikátorok fejlesztését, úgy, hogy azok tartósan beépíthetők legyenek a hidrológiai, hordalékmozgási, szennyezésterjedési, valamint ökológiai modellekbe.

A konkrét megelőzési és védelmi beavatkozások tekintetében több olyan fejlesztés megvalósítása szükséges lesz a közeljövőben, amelyek tartósan befolyásolhatják – remélhetőleg pozitív irányba – az RSD és környezetének állapotát.

Ma már bizonyosodott, hogy a felgyülemlett iszap pontosan beazonosított helyszínekről, megfelelő módszerekkel történő eltávolítása és hasznosítása nem elodázható. Az iszapban felgyülemlett és onnan időnként felszabaduló szennyezőanyagok, feldúsult tápanyagok részben növelik a vízminőségi problémákat, másrészt fokozhatják az eutrofizációt is. A mindenkori klimatológiai helyzettől függően adott situációban a szennyező anyagok felszabadulása és az eutrofizáció magas foka miatt állati és növényi társulások kerülhetnek veszélybe, vagy pusztulhatnak el tömegesen. Ezek az események megelőz-

hetők lennének egyrészt egy szervezett iszapeltávolítással, másrészt ezután úgynevezett iszapcsapadék és egyéb hordalékfogó műtárgyak alkalmazásával. Emellett azonban meg kell oldani az eltávolított iszap ártalmatlanítását is, gondoskodva annak esetleges energetikai felhasználásáról, vagy a szennyezettség mértékétől függően a mederüledék újrahasznosítási, komposztálási megoldási alternatíváiról.

Mind a szennyezőanyag bemosódását, mind az RSD öntisztulását tartósan hátrányos helyzetbe hozhatnak olyan havária események, amelyek emberi felelőtlenség miatt (például szándékos szennyezés), illetve az időjárási extrém helyzetek gyakoribbá válása miatt is bekövetkezhetnek. Ilyen jellemző esemény, amely sajnos egyre gyakrabban előfordul az RSD térségében, hogy az egyesített rendszerű csatornahálózaton extrém csapadékesemények esetén a szennyvíztisztító telep kapacitását meghaladó vízmennyiség jelenik meg, amely részben vagy egészben tisztítatlanul jut be az RSD-be. Ez elfogadhatatlan, amennyiben az RSD-t élővízként meg akarjuk óvni, és egy tipikusan olyan állapot, amely az éghajlatváltozás, elsősorban a szélsőséges események gyakoribbá válása miatt már a közeljövőben egyre nagyobb és mind sűrűbben előforduló terhelést fog okozni. Ezért olyan fontos, hogy a Dél-pesti szennyvíztisztító telep tisztított vagy havária eseménykor tisztítatlan szennyvizei ne az RSD-be jussanak közvetlenül, hanem a sokkal nagyobb öntisztuló képességgel rendelkező nagy Duna-ágba.

A szélsőséges csapadékesemények gyakoribbá válása miatti hirtelen vízmennyiségek nemcsak szennyvizeket, hanem egyéb, a talaj felszínén vagy a talajban lévő mezőgazdasági, ipari vagy lakossági eredetű szennyező anyagokat is akadálytalanul az RSD-be moshatnak. Ezt megelőzendő és kezelendő célszerű lenne megvizsgálni záportározók létesítését a térségben, amelyek egyrészt segíthetnek a nagy csapadékesemények határfolyamatainak elnyújtásában, másrészt biztosíthatnák a nyári tartósan száraz és szélsőségesen meleg időszakokban a mezőgazdaság és a kertészet számára a többlet-öntözővizek rendelkezésre bocsátását.

Tanulmányunk alapján is jól érzékelhető, hogy e fejlesztési és védelmi javaslatok megfogalmazásához a klimatológiai hatásvizsgálatok nélkülözhetetlenek, de az is, hogy ezen fejlesztési beavatkozások megvalósítása nélkül – a felgyorsuló éghajlatváltozás káros hatásainak gyakoribbá válása miatt – a helyzet a jelenleginél is rosszabb lesz. Kényszerpályán van az RSD és annak ökoszisztémája, de ahogy a negatív hatással bíró változások felgyorsulnak, a változások hatásvizsgálati eredményei ki fogják kényszeríteni és remélhetőleg fel is fogják gyorsítani a megoldások megtalálását.

Köszönetnyilvánítás

A cikk alapjául szolgáló kutatás a *Ráckevei (Soroksári)-Duna revitalizáció-előkészítés* projekt keretében valósult meg.

A tanulmány a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

CZIRA TAMÁS

BCE, Fenntartható Fejlődés Intézet, Budapest
EnviAdapt Klíma- és Környezetkutató Intézet Kft.
tamas.czira@enviadapt.com

FEJES LILIAN

ELTE TTK, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, Budapest
EnviAdapt Klíma- és Környezetkutató Intézet Kft.
lilian.fejes@enviadapt.com

INCZE DÓRA

ELTE TTK, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, Budapest
EnviAdapt Klíma- és Környezetkutató Intézet Kft.
dora.incze@enviadapt.com

IRODALOM

- BAI, K. – CHANG, N. – YU, H. – GAO, W. 2016: Statistical bias correction for creating coherent total ozone record from OMI and OMPs observations. – *Remote Sensing of Environment* 182. pp. 150–168. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.05.007>
- BERINKEY L. – FARKAS H. 1956: Haltáplálék vizsgálatok a Soroksári-Dunaágban. – *Állattani Közlemények* 45. pp. 45–58.
- BOYD, C. E. 2020: Carbon dioxide, pH, and alkalinity. – *Water Quality*. pp. 177–203. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23335-8_9
- DOBÓ K. 2019: Változások kora az árvízvédelemben. – *Műszaki Katonai Közöny* 29. 1. pp. 57–64. <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.1.5>
- DUNKEL Z. – BOZÓ L. – GERESDI I. 2018: Az éghajlatváltozás hatására fellépő környezeti változások és természeti veszélyek. – *Földrajzi Közlemények* 142. 4. pp. 261–271. <https://doi.org/10.32643/fk.142.4.1>
- JACOB, D. et al. 2014: EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research. – *Regional Environmental Change* 14. pp. 563–578. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>
- JUNK, J. – GOERGEN, K. – KREIN, A. 2019: Future heat waves in different European capitals based on climate change indicators. – *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16. 3959. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203959>
- LANCASTER, L. T. – HUMPHREYS, A. M. 2020: Global variation in the thermal tolerances of plants. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117. pp. 13580–13587. <https://doi.org/10.1073/pnas.1918162117>
- MASSON-DELMOTTE, V. – ZHAI, P. – PIRANI, A. – CONNORS, S. L. – PÉAN, C. – CHEN, Y. – GOLDFARB, L. – GOMIS, M. I. – MATTHEWS, J. B. R. – BERGER, S. – HUANG, M. – YELEKCI, O. – YU, R. – ZHOU, B. – LONNOY, E. – MAYCOCK, T. K. – WATERFIELD, T. – LEITZELL, K. – CAUD, N. (szerk.) 2021: IPCC 2021: Climate Change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- PACHAURI, R. K. – MEYER, L. A. (szerk.) 2014: IPCC 2014: Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – IPCC, Geneva. 151 p.
- PONGRÁCZ R. – BARTHOLY J. – KIS A. 2014: Estimation of future precipitation conditions for Hungary with special focus on dry periods. – *Időjárás* 118. 4. pp. 305–321.
- SPENCE, A. R. – TINGLEY, M. W. 2020: The challenge of novel abiotic conditions for species undergoing climate-induced range shifts. – *Ecography* 43. pp. 1571–1590. <https://doi.org/10.1111/ecog.05170>
- THEMESSL, M. J. – GOBIET, A. – LEUPRECHT, A. 2011: Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models. – *International Journal of Climatology* 31. 10. pp. 1530–1544. <https://doi.org/10.1002/joc.2168>
- VADADI-FÜLÖP CS. – MÉSZÁROS G. 2007: A Ráckevei-Soroksári Dunával kapcsolatos zooplankton és makrogerinctelen kutatások áttekintése. – *Hidrológiai Közöny* 87. 3. pp. 60–63.
- VAN ROSSUM, G. – DRAKE, F. L. 2009: Python 3 Reference Manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace.
- WOYNÁROVICH A. – KOVÁCS É. – NAGY S. A. 2018: A vízminőség állapotának felmérése és értékelése. – Agrárminisztérium, Halmazdalkodási Főosztály. Budapest 98 p.

Internetes források

- Meteorológiai Adattár. Országos Meteorológiai Szolgálat. <https://odp.met.hu/>. Letöltés dátuma: 2022.04.11.
- CORDEX adatbázis. World Climate Research Program. Deutsches Klimarechenzentrum. <https://esgf-data.dkrz.de/search/cordex-dkrz/>. Letöltés dátuma: 2022.05.
- Fővárosi Csatornázási Művek Zrt.: A Ráckevei-Soroksári Duna-ág és a valóság. <https://www.fcsm.hu/sajto-szoba/hirek-informaciok/a-rackevei-soroksari-duna-ag-es-a-valosag>

TÁJALAKULÁSI FOLYAMATOK ÉS A NÖVÉNYZET VÁLTOZÁSA A GÖDI-LÁPRÉTEN

HUBAYNÉ HORVÁTH NÓRA – GERGELY ATTILA – ERDEI TÍMEA – WEISZ SZILVIA

LANDSCAPE TRANSFORMATION PROCESSES
AND THE CHANGING OF THE VEGETATION OF GÖDI LÁPRÉT (“FEN AT GÖD”)

Abstract

The natural values of the fens and moorgrass meadows at Göd became known in the 1980s. The area of almost 70 hectares, previously used for centuries as pasture and meadow, has been isolated by urbanisation and land use has changed over the last three decades, with the ploughing up and conversion into a golf course and the designation of part of the valuable fen and *Molinia* meadows as nature reserves. These protected areas are well studied from a botanical point of view, even on a national scale, and the trends in vegetation change since the 1990s are therefore well understood. The aim of this article is to provide a historical overview of the landscape change in the fen and to explore the changes in flora and habitats. The research involved the analysis of historical maps and archival aerial photographs, the evaluation of flora lists from three botanical surveys carried out at 15-year intervals and a comparative analysis of habitat maps using GIS. The results show that the water regime of the studied wetlands is changing, the vegetation is degraded and becoming poorer in fen specialists, while at the same time the increase in habitat diversity has led to an enrichment of the fauna of the studied area.

Keywords: fen, land use, landscape history, succession, wetland, habitat mapping, Göd

Bevezetés

A Gödi-láprét természeti értékei az 1980-as években váltak ismertté. A terület – ahogy azt Seregélyes Tibor megfogalmazta – „az egykori ’Rákosok’ utolsó, többé-kevésbé épen maradt darabja” (SEREGÉLYES T. et al 1998). A második világháborúig fátlan, túlnyomó részt legelőként, kaszálóként hasznosított, közel 70 hektáros terület körbeépülése, víz-rendezése, egy részének beszántása, majd golfpályává alakítása, egy részén az értékes lápi élőhelyek védetté nyilvánítása az elmúlt három évtized alatt következett be. A szukcesszió, az inváziós folyamatok és a kiszáradás miatt a vegetáció jelentős változásokon ment keresztül. Az átalakulási folyamatokhoz a területhasználatok módosulása mellett az éghajlatváltozás is nagymértékben hozzájárul (DUNKEL Z. et al. 2018).

A Gödi-láprét védett részei botanikai szempontból országos viszonylatban is jól megkutatott területnek számítanak, ezért az 1990-es évek óta zajló vegetációváltozás tendenciái jól nyomon követhetők. A területen több botanikai állapotfelmérés is készült. Seregélyes Tibor, Csomós Ágnes és Szollát György 1992-ben adták közre a területen négy éven át végzett botanikai vizsgálataik adatait (SEREGÉLYES T. et al. 1992). Majd Szollát György több alkalommal megismételte a botanikai állapotfelméréseket és publikálta az eredményeket (SZOLLÁT GY. 1999, 2000, SZOLLÁT GY. et al. 2007). A ’90-es években a botanikai feltárásokkal párhuzamosan megkezdődtek a zoológiai vizsgálatok is. 2020-ban a Szent István Egyetem (ma MATE) Tájépítészeti és Településtervezési Karának mesterszakos tájépítész hallgatói készítettek élőhelyterképet a területről (HUBAYNÉ H. N. et al. 2020). 2021-ben elkészült a Gödi-láprét természetvédelmi kezelési tervének megalapozó dokumentációja. Ennek keretében átfogó botanikai, ornitológiai, hidrobiológiai vizsgálatok történtek (HUBAYNÉ H. N. – GERGELY A. 2021). A terület kutatástörténetét a 4. ábra foglalja össze.

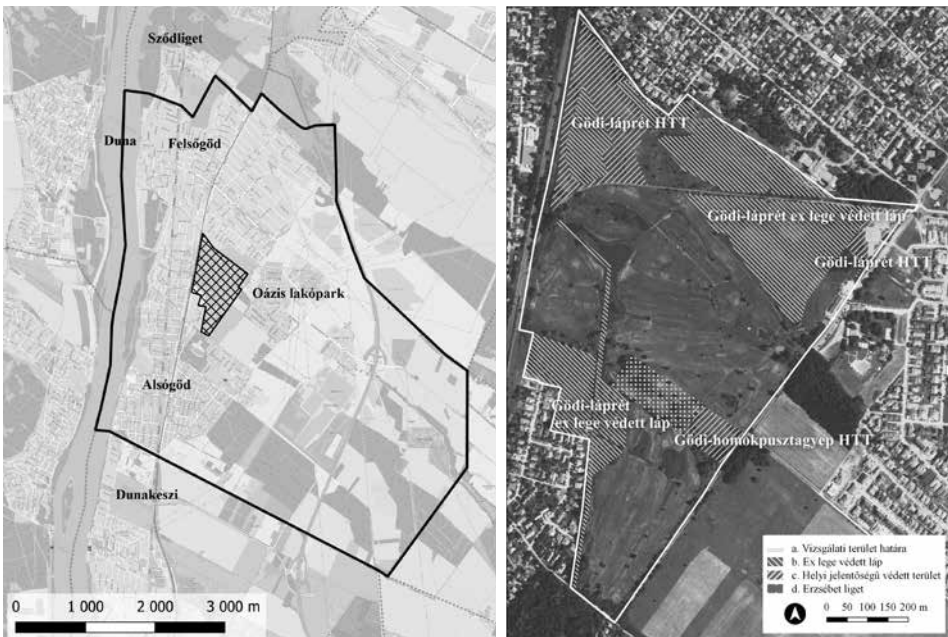
A tanulmány egyrészt a láprét tájalakulásának történeti feldolgozását, másrészt a terület védett részein a flóra és az élőhelyek 1992 óta bekövetkezett változásának fel-tárását tűzi ki célul. A kutatás keretében elvégeztük a történeti térképek és archív légi felvételek tájtörténeti elemzését, valamint három 15 éves időközönként készült botani- kai felmérés flóralistájának kiértékelését, továbbá élőhelytérképeinek térinformatikai összehasonlító elemzését.

Anyag és módszer

A vizsgált terület

A kutatás tárgya, a mintegy 70 ha kiterjedésű Gödi-láprét Pest megyében, a közel 22 000 fős lélekszámú Göd városon belül, a település által körbeölelve helyezkedik el – e helyzet már önmagában unikálissá teszi a területet. Nyugatról a Budapest–Vác vasút- vonal, délről a Golfpálya lakópark és a védett Nemeskéri-kiserdő, keletről az Összekötő út mentén elhelyezkedő termálfürdő és az Oázis lakópark, északról a hajdani Pólus Palace Hotel (ma Golden Palace Göd prémium nyugdíjasház) területe, valamint a felső- gödi lakóterület határolja (1. ábra). A terület túlnyomó részben önkormányzati tulajdonú.

A Gödi-láprét a Pesti-síkság meszes homokvidékének északi nyúlványán terül el, átlag- os tengerszint feletti magassága 115 m. Vizeit lecsapoló árkok, csatornák gyűjtik össze és vezetik a terület északi határán húzódó, ma már mesterséges medrű Karajos-patakba, amelynek befogadója az Ilka-patak. A tágabb térség eredeti növényzetét alföldi erdősz- tyepp és a mélyebben fekvő részeken kiszáradó és üde láprétek alkották. E növénytársu-



1. ábra Balra: A vizsgálati terület elhelyezkedése; jobbra: védett természeti területek a vizsgálati területen belül

Figure 1 Left: Location of study site; right: protected areas of the study site.

Legend: a. – study site, b-c. – protected areas, d. – Elisabeth Grove

lások legjobb állapotban fennmaradt maradványa a Gödi-láprét a környéken (SEREGÉLYES T. et al. 1998). A terület vegetációjának különlegességét az adja, hogy a domborzati adottságoknak köszönhetően a láprétek mellett a magasabban fekvő térszíneken homokpusztagyepek és ezek átmenetei is megtalálhatók.

Elemzéseink két szinten zajlottak. A tájalakulás és az inváziós folyamatok feltárása a *Gödi-láprét teljes területére (70 ha)* terjedt ki, míg mélyrehatóbb flóra- és vegetációkutatást a vizsgálati területen belül elhelyezkedő *Gödi-láprét országos jelentőségű természetvédelmi területre (ex lege védett láp, 18 ha)*, valamint *Gödi-láprét helyi jelentőségű természetvédelmi területre (7,9 ha)* végeztünk. A vizsgálati terület elhelyezkedését és azon belül a részletesebben elemzett, védettség alatt álló részek lehatárolását az *1. ábra* mutatja be.

Alkalmazott módszerek

A tájalakulás elemzéséhez 13 időállapot georeferált katonai térképeit (1783, 1841, 1882, 1941), topográfiai térképeit (1951, 1990), archív légi felvételeit (1940, 1951, 1965, 1975) és ortofotóit (2000, 2005, 2010, 2019) elemeztük, valamint egy 1883-as keltezésű kataszteri térképet (ez utóbbi nem szerepel az Arcanum gyűjteményében, egy gödi helytörténész, Bátorfi József magángyűjteményéből jutottunk hozzá). A térképekről leolvasható információkat összevetettük, illetve kiegészítettük a láprét történetét ismertető szakirodalmi és történeti forrásokkal. Az elmúlt harminc év legfontosabb tájtörténeti és kutatástörténeti eseményeit idővonal készítésével foglaltuk össze. A történeti térképek térinformatikai feldolgozásával azonosítottuk a természetes vegetációjú és a bolygatott területrészeket QGIS3.4.2 szoftver alkalmazásával. Elvégeztük az 1992-ben (SEREGÉLYES T. et al. 1992), a 2007-ben (SZOLLÁT GY. et al. 2007) és az általunk 2021-ben készített botanikai felmérések flóralistájának összevetését és élőhelytérképeinek térinformatikai összehasonlító elemzését. A flórát és a vegetációt a 2021. március és szeptember között havonkénti gyakorisággal történt terepbejárások során mértük fel. Az élőhely-térképezést drónfelvételek segítették.

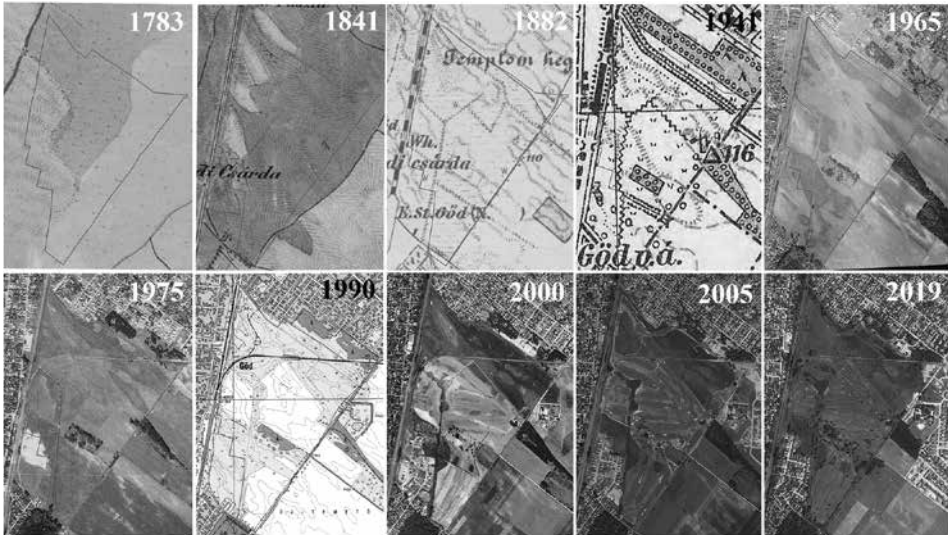
Az elemzések során figyelembe vettük a szakirodalom és a meglévő biotikai adatbázis (Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság 2006–2016) által nyújtott információkat, valamint a korábbi kutatások eredményeit (SEREGÉLYES T. et al. 1992, SZOLLÁT GY. 1999, 2000, SZOLLÁT GY. et al. 2007). Az egyes élőhelyek az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ÁNÉR) 2011-es kategóriái alapján, a termőhely, a fiziognómia és a fajkompozíció figyelembevételével kerültek meghatározásra (BÖLÖNI J. et al. 2011). A 2021-ben készült élőhelytérképet az ÁNÉR kategóriák összevonását követően lehetett megfeleltetni és összevetni a korábban készült élőhelytérképekkel. Az élőhelyek változásának térképeit összevont jelkulcs alapján térinformatikai módszerekkel (ArcGIS 10.0) készítettük el. A növényfajok tudományos neveit KIRÁLY G. (2009) alapján adtuk meg.

Eredmények és értékelésük

A területhasználatok változása, a tájalakulás története

A környező táj drasztikus átalakulását a Duna szabályozása, az 1846-ra megépült Pest–Vác vasútvonal létesítése és a török pusztítást követően csaknem teljesen lakatlanná vált, beépítetlen területek 1800-as évek végi kparcellázása indította el Gödön. A vizsgálati terület környékének a körbeépülése a gödpusztai birtok (kúria és gazdaság) létesí-

tésével kezdődött a terület déli határában 1700 körül (LÁNG J. 2001, LÁNG J. et al. 2001). A további változások nagy része a 2. ábrán követhető nyomon.



2. ábra A vizsgálati terület táj alakulását bemutató történelmi térképek, archív légi és űrfelvétel sorozata (1783, 1841, 1882, 1941, 1965, 1975, 1990, 2000, 2005, 2010).

Források: Arcanum, Lechner Tudásközpont, geoshop.hu, fentrol.hu

Figure 2 Series of historical maps, archival aerial photographs and space images of the landscape of the study site (1783, 1841, 1882, 1941, 1965, 1975, 1990, 2000, 2005, 2010).

Sources: Arcanum, Lechner Tudásközpont, geoshop.hu, fentrol.hu

Az 1783-ban készült *első katonai felmérés* a mai város területét még egybefüggő, csaknem teljesen beépítetlen, fátlan gyepterületként ábrázolja vizenyős foltokkal. A vizsgálati terület nedves rétfjeiről két mocsaras sávként jelölt vízfolyás vezette el a vizet a Duna felé (Arcanum, 1783).

A *második katonai felmérésen* (1841) ugyancsak szárazabb és nedvesebb gyepterületek láthatók a vizsgálati terület egészén, csupán az akkor még tervezés alatt álló Pest–Vác vasút nyomvonala mentén (a terület nyugati szélén) figyelhető meg három kisebb beszántott folt. A gyepek legelőként történő hasznosítását sejteti a Gödi-láprét keleti határán ábrázolt, egykor a mai Összekötő út mentén állt gémeskút (Arcanum, 1841). A vizsgálati terület nyugati határát képező említett vasútvonalat 1846-ban adták át (LÁNG J. et al. 2001).

A *harmadik katonai felmérésen* (1882) már vízelvezető csatornák hálózák be a területet és túlnyomórészt kaszálóként tünteti fel a térkép a láprétet (Arcanum, 1882). A gémeskút ebben az időállapotban, valamint az 1941-es katonai felmérésen és az 1951-es katonai topográfiai térképen is megjelenik, de mára elpusztult, csak három hatalmas fekete nyár (*Populus nigra*) őrzi a hajdani itatóhely emlékét. Az egy évvel későbbi datálású (1883) kataszteri térkép Bátorfi József helytörténész magángyűjteményéből került elő. A térkép feliratai arról tanúskodnak, hogy ez idő tájt Nemeskéri Kiss Miklós volt a terület tulajdonosa, aki egy 2 ha-os kiterjedésű dinnyeföldet alakítottatott ki a vizsgálati terület közepén (3. ábra).

A dinnyeföldként hasznosított részen Nemeskéri Kiss Pál az Erzsébet királyné emlékére szervezett fásítási akció keretében 1899-re „egy 4 kat. holdas ligetet létesített, melybe 8000 drb fenyő-, 2000 drb tölgy-, 2000 drb nyír- és 2000 drb kőris- és juharfát ültetett”.



3. ábra Dinnyeföld a vizsgálati terület közepén az 1883-as datálású kataszteri térképen, ahol később (1898) Erzsébet emlékfásítást alakítottak ki (kataszteri térkép 1883)

Figure 3 Melon field ("Dinnye föld") in the centre of the study site on the cadastral map of 1883, where later (1899) the monument trees to Elizabeth (Empress of Austria and Queen of Hungary) were planted. (Cadastral map, 1883)

A sűrűn beültetett liget közepén kőoszlopon egy kereszt állt (Földmivelésügyi M. Kir. Minister 1899, BÁTORFI I. 2020). Az emlékfásítás helyén máig fennmaradt egy facsoport „Erzsébet-liget” néven (1. ábra). Faállományát jelentős tájképi értéket képviselő feketefenyők (*Pinus nigra*), valamint idős ostorfák (*Celtis occidentalis*) alkotják. Különböző korú kivadult utódaik jelen vannak és terjedésükkel problémát okoznak a vizsgálati területen.

A láprétet nyugatról és északról határoló kertes lakóövezet az 1900-as évek első felében jött létre, ez az állapot látható az 1941-es katonai felmérésen. 1941-ben a láprétet behálózó csatornahálózat nyomvonala már csaknem megegyezik a jelenlegivel. A területhasználat alig változott az eltelt hatvan év alatt, a kiterjedt gyepfelületen kívül az Erzsébet-liget és a magasabban fekvő részekben néhány kisebb szántó folt jelenik meg a katonai térképen (Arcanum, 1941). 1940-től már archív légi felvételek is rendelkezésre állnak, melyek részletesebb információkat is szolgáltatnak a terület vegetációjáról. Az 1900-ban készült felvételen az Erzsébet-liget területén még sűrű faállomány, tőle nyugatra a védett homokpusztagyep területén feltehetően építési tevékenység, vagy felhalmozott szénabálák nyoma látható. A vizsgálati területen még mindig a gyep vegetáció volt a meghatározó, a terület majdnem fátlan, csak néhány egyedfa jelent meg, illetve a vasút mentén és a keleti területhatáron húzódott fás sáv (Hadtörténeti Múzeum és Intézet, 1940).

Az 1951-es datálású katonai topográfiai térkép és légi felvétel (Hadtörténeti Múzeum és Intézet) újonnan létesült beszántott részeket ábrázol az Erzsébet-ligettől északkeletre és a vizsgálati terület déli csücskében. Az Erzsébet-liget faállománya jelentősen megritkult, a vizsgálati területet határoló fás sávok eltűntek. A területen a helyi mezőgazdasági szövetkezet gazdálkodott, a láprétet juhokkal legeltették (SEREGÉLYES T. et al. 1992).

Jelentős beavatkozás volt a láprét lefolyási viszonyaiba és élővilágába, hogy az 1960-as évek második felében a gödi vasútállomástól vasúti iparvágányt létesítettek a lápréterületen

keresztül, amelyet az elmúlt évtizedekben alig használtak. A *hatvanas és hetvenes években készült légi felvételek* (Lechner Tudásközpont 1965, 1975) nem mutatnak számottevő változást a felszínborítás tekintetében. Akkoriban a láprét magasabban fekvő, szárazabb részei még az ürge (*Spermophilus citellus*) jelentős populációjával rendelkeztek, a fokozottan védett faj azonban a későbbi beszántások következtében teljesen kiszorult a területről (SEREGÉLYES T. et al. 1998).

A Gödi-láprét értékességére Ráth Tamásné, a Gödi Dunakutató Állomás munkatársa hívta fel a figyelmet 1986-ban. Ezt követően kezdték el a botanikusok a Dunamenti Mezőgazdasági Termelőszövetkezet tulajdonában álló terület növénytanai értékeit mélyrehatóbban vizsgálni. Megállapították, hogy a vizsgálati területen unikális értékű lápi vegetáció található. 1987-ben kezdeményezték a terület védetté nyilvánítását (SEREGÉLYES T. et al. 1998, SZOLLÁT Gy. 2006).

A láprét északkeleti sarkával szomszédos telkeken 1988-ra termálfürdő épült (LÁNG J. et al. 2001), ennek elfolyó vizeit a láprétet átszelő Karajos-patakba vezették és egy kisebb (500 m²) termálvízű tavat hoztak létre a területen.

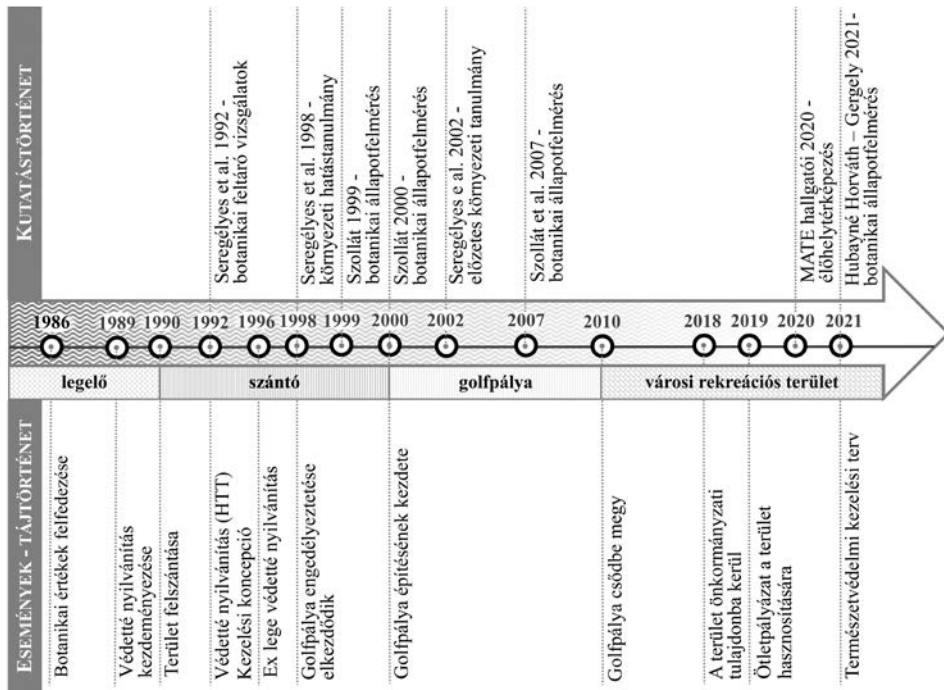
A több évre nyúlt védetté nyilvánítási eljárás alatt, 1987–1991 között a termelőszövetkezet újabb és újabb területe részeket szántott be (SEREGÉLYES T. et al. 1998, SZOLLÁT Gy. 2006). A beszántott részek növekedését jól érzékelteti az *1990-ben készült EOTR topográfiai térkép*. Végül 1992-ben az önkormányzat a láprét egy részét (24 ha) helyi jelentőségű természetvédelmi területté nyilvánította, később a védeltséget további 30 ha-ral kiterjesztette. Az 1996-ban elfogadott természetvédelmi törvény alapján a terület értékesebb részei ex lege védett lápként országos védeltség alá kerültek (Környezet- és Természetvédelmi Főfelügyelőség 1999).

1997-ben a láprét telkeit – összesen 51 ha-nyi területen – egy magánbefektető *golfpálya létesítésének szándékával* felvásárolta a Dunamenti Mezőgazdasági Termelőszövetkezettől. Hároméves engedélyeztetési eljárást követően 2000-ben foghatott hozzá az új tulajdonos a golfpálya megépítéséhez egy SEREGÉLYES T. et al. (1998) által készített koncepcióterv alapján. A golfpálya létesítésére vonatkozóan kiadott engedélyező határozat (Környezet- és Természetvédelmi Főfelügyelőség 1999) megállapította, hogy a vizsgálati terület kiemelkedő értékű az élőhelyegyüttes faji diverzitása és az ott élő védett fajok jelentős száma tekintetében. Akkoriban összesen 248 növény- és állatfajt regisztráltak a területen, köztük 70 védett fajt (1 fokozottan védett és 23 védett növényfajt, 46 védett állatfajt). A határozat azonban már ekkor felhívta a figyelmet a terület egy évtized alatt bekövetkezett degradációjára, a vegetációváltozás kedvezőtlen folyamataira. Az említett kompromisszumos tervben foglaltaknak megfelelően a láprét értékesebb, nedvesebb részeit a pályarendszer nem érintette, és a beruházó vállalta ezen érintetlenül maradó, védett részek természetvédelmi kezelését és rendszeres monitoroztatását is. A nem védett részen létesült golfpályán jelentős terepmunkát, drén- és öntözőhálózat-építést végeztek. A fásításokat követően egy tájképi szempontból tetszetős, 18 lyukú pályarendszer jött létre változatos terepalakulatokkal, gyp- és vízfelületekkel. A védett láp északi szomszédságában felépült egy háromszintes luxusszálloda, az épület előtt, a védett lapterületen, valamint a vizsgálati terület legmélyebb pontján tavak létesültek. A golfpálya építésével egy időben (a 2000-es évek elején) kezdődött meg a területet keletről övező Oázis lakópark beépülése is. A 2. ábrán a 2000-ben készült ürfelvétel az építkezések kezdetén, a 2005-ös datálású ürfelvétel már elkészült állapotában mutatja a golfpályát a vizsgálati területen (Ortofoto 2000, 2005).

A beruházó és a város között megkötött megállapodás, illetve a hatósági engedély előírásai alapján egy évtizeden keresztül biztosított volt a védett területek szakszerű, szakmai felügyelet mellett megvalósuló kezelése és monitorozása. A golfpálya tulajdono-

sa azonban 2010-re csődbe ment, a pályarendszer és a védett területek fenntartása ezzel megszűnt, a területet magára hagyták. A csődeljárást követően 2018-ban vált lehetővé, hogy a terület a város tulajdonába kerülhessen. Azóta a hajdani golfpálya területét a város lakossága birtokba vette és rekreációs célú zöldfelületként hasznosítja. Az önkormányzat a vizsgálati terület nem védett részeit kaszálattja. A védett részeken természetvédelmi kezelési tevékenység jelenleg nem történik, a magára hagyott részekben spontán szucceszió, cserjésedés és nádasodás, valamint inváziós növényfajok nagyfokú terjedése tapasztalható. A területen néhány éve (a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság biotikai adatsora szerint 2018-ban) megjelent a hód (*Castor fiber*), jelenléte a tájképi értékű fák pusztításával konfliktusokat okoz (HUBAYNÉ H. N. – GERGELY A. 2021).

A Gödi-láprét értékeinek felfedezése óta bekövetkezett területhasználat-változásokat, valamint a tájtörténet és a vegetációkutatás főbb eseményeit a 4. ábra foglalja össze.

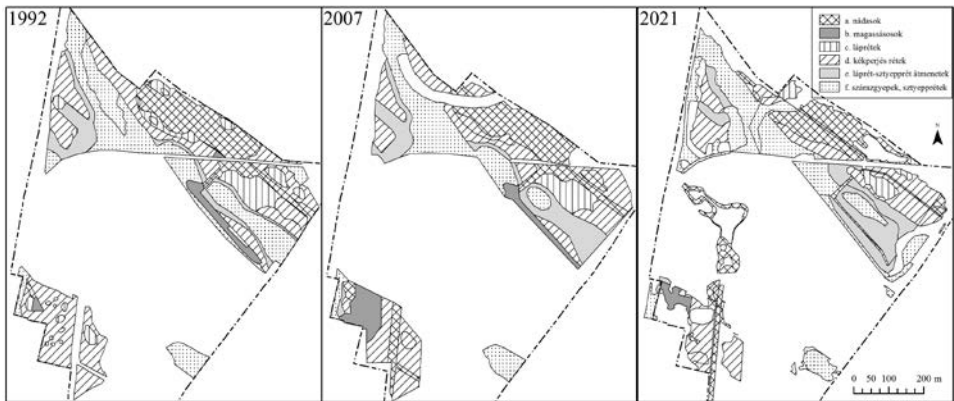


4. ábra A Gödi-láprét kutatástörténetének és az elmúlt 35 év tájalkulásának főbb eseményeit összefoglaló idővonal
Figure 4 A timeline summarizing the main events in the research history of the Fen at Göd and its landscape changes over the past 35 years

A növényzet változása

A Gödi-láprét védett részeire 15 éves időközönként készült három élőhelyterkép (SEREGÉLYES T. et al. 1992, SZOLLÁT Gy. et al. 2007, HUBAYNÉ H. N. – GERGELY A. 2021) térinformatikai összehasonlító elemzésének eredményeit az 5. ábra szemlélteti.

A szittyós és csátés láprétek (*Juncetum subnodulosi*, *Orchio-Schoenetum nigricantis*), valamint a kékperjés rétek („kiszáradó láprétek”) (*Succiso-Molinietum*) egyértelműen csökkenést mutatnak. A védett terület meszes láprét foltjai jelentősen zsugorodtak, a szárazodás következtében részben kékperjés rétekké alakulnak, részben nádasodnak-cser-



5. ábra Élőhelytérképek a Gödi-láprét ex lege védett lápokon és helyi védett természeti területeken (1992, 2007, 2021).
Jelmagyarázat: a – nádasok, b – magassásosok, c – láprétek, d – kékperjés rétek, e – láprét-sztyepprért átmenetek,
f – száraz gyepek és sztyepprétek

(szerk. a szerzők SEREGÉLYES T. et al. 1992, SZOLLÁT Gy. et al. 2007 és HUBAYNÉ H. N.–GERGELY A. 2021 alapján)

Figure 5 Habitat maps of „ex lege” protected fens and local nature reserves of Fen at Göd (1992, 2007, 2021).

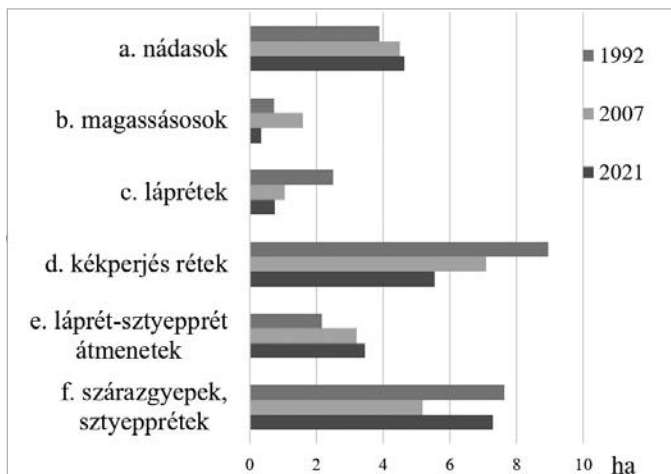
Legend: a – reed beds, b – tall-sedge beds, c – rich fens, d – Molinia meadows, e – transition zones,
f – dry grasslands and sand steppes

(ed. by the authors based on SEREGÉLYES, T. et al. 1992, SZOLLÁT, Gy. et al. 2007, HUBAYNÉ, H. N.–GERGELY, A 2021)

jésednek. A mélyebb, vizenyős térszíneken a télisás (*Cladium mariscus*) előrenyomulása is veszélyezteti az állományait. A kiszáradó láprét-sztyepprért átmenetek egyértelműen növekedtek. A homoki sztyepprétek és homoki legelők (*Astragalo austriaci-Festucetum sulcatae*, *Potentillo arenariae-Festucetum pseudovinae*) kiterjedése nem változott jelentősen a védett területeken. A területi eltérések a vizsgált időpontokban részben a kékperjés rét – átmeneti zóna – homoki gyepterületi gradiens folthatárainak eltérő térképezéséből adódhatnak. A magassásosok (*Caricetum acutiformis*) viszonylag kis kiterjedésben találhatók a vizsgált területen, elsősorban a déli ex lege védett lápfolt egy mélyedésében (2052/75 hrsz.). Területi csökkenésüket a nádasodás mellett a cserjésedés okozza (*Salix cinerea*). A nádasok (*Phragmites communis*) kiterjedése enyhe növekedést mutat, amely jelenség a láprétek erős benádasodásával magyarázható, elsősorban az iparvágánytól északra (6322/7 hrsz.) található nagyobb nádas folt és az új vízfelületek (tavak) nádas zónájának kialakulásával. A csatornák moesári növényzete is elsősorban nádasból áll. A 2021-es élőhelytérképen található „fehér foltok” a vízfolyások mentén regenerálódó puhafaliget-töredékeket és a cserjésedő területeket takarják, ahol ma már a fásszárú növényzet dominál. A cserjésedés a nedves-vizes élőhelyeken (mélyedésekben) a rekettyefüzes, a száraz termőhelyeken (dombokon) a galagonya-kökény töviskes bozót térnyerésével jellemezhető. Meg kell említeni, hogy a második térképezés idején (2005) két új nagyobb vízfelületet (tavat) is létrehozta a vizsgált területen, ill. azzal közvetlenül határosan. Az élőhelyek kiterjedésének 1992–2021 között bekövetkezett változását a Gödi-láprét ex lege védett és helyi védett természeti területen a 6. ábra szemlélteti.

Védett növényfajok állományainak változása

A védett fajok 55%-ának állományában (előfordulás, egyedszám) számottevő változást, főleg csökkenést figyelhetünk meg a vizsgált időtartamban. Ez a változás leginkább a helyi védett láp és az ex lege védett láp egymással átfedő területein (6607/2 hrsz.) jelentkezik (kékperjés rétek és meszes láprétek). A csökkenés erősen meghaladja a „természe-



6. ábra Élőhelyek elterjedésének változása a gödi ex lege védett lápokon és helyi védett természeti területeken (1992–2021)

Figure 6 Range of habitats of protected areas in Fen at Göd (1992–2021).

Legend: a – reed beds, b – tall-sedge beds, c – rich fens, d – Molinia (moor grass) meadows, e – transition zones, f – dry grasslands and sand steppes

tes” ingadozás mértékét: a vízelvezetés okozta szárazodással, az éveken át halmozódó csapadékhányal, esetleg a talajvízzel bemosódó nitrátmennyiség növekedésével hozható összefüggésbe. A védett és fokozottan védett növényfajok populációinak változását az 1. táblázat, az eltűnt vagy lappangó, a csökkenő, valamint a stabil vagy növekvő populációjú védett fajok egymáshoz viszonyított arányát a 7. ábra mutatja be.

1. táblázat – T. tábla 1

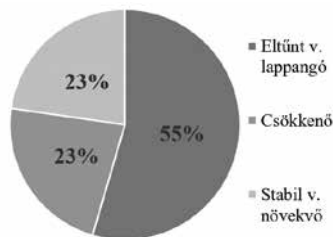
Védett és fokozottan védett növényfajok populációinak változása 1992 és 2021 között a Gödi-láprét ex lege védett és helyi védett természeti területeken

Changes in populations of protected and specially protected plant species of Fen at Göd (1992–2021)

Tudományos név nómenklátúra: Király (2009)	magyar név	becsült állomány nagyság			
		1992	1998	2005	2021
<i>Ophrys sphegodes</i> *	pókbangó*	10-15	10-30	10-15	-
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	tornyos vitézvirág	néhány	néhány	néhány	-
<i>Carex appropinquata</i>	rostostövű sás	1-5	?	?	-
<i>Carex buekii</i>	bánsági sás	1-5	?	?	-
<i>Carex davalliana</i>	lápi sás	-	500-1000	500-1000	?
<i>Centaurea sadleriana</i>	budai imola	-	1000-2000	1000-2000	500-1000
<i>Echinops ruthenicus</i>	kék szamárlenyer	-	100-150	100-150	100-150
<i>Epipactis palustris</i>	mocsári nőszőfű	több ezer	800-1000	sok száz	?
<i>Eriophorum angustifolium</i>	keskenylevelű gyapjúsás	több ezer	1000-2000	1000-1500	?

Tudományos név nómenklatúra: Király (2009)	magyar név	becsült állománymagasság			
		1992	1998	2005	2021
<i>Eriophorum latifolium</i>	széleslevelű gyapjúsás	több száz	200-300	200-300	?
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	kornistárnics	néhány száz	300-400	300-400	?
<i>Iris sibirica</i>	szibériai nőszirm	-	50-60	50-60	50-60
<i>Iris spuria</i>	fátyolos nőszirm	-	15-20	?	-
<i>Orchis coriophora</i>	poloskaszagú kosbor	50-60 tó	3000-4000	1500-2000	?
<i>Orchis palustris</i>	mocsári sisakoskosbor	több száz	200-300	200-300	néhány tíz
<i>Orchis militaris</i>	vitézkosbor	-	1	?	-
<i>Orchis morio</i>	agárkosbor	5-10	200-250	150-200	?
<i>Orchis ustulata</i>	sömörös kosbor	néhány tíz	600-700	500-600	?
<i>Parnassia palustris</i>	fehérmájvirág	sok ezer	néhány száz	50-100	?
<i>Schoenus nigricans</i>	kormos csáté	-	300-400	300-400	?
<i>Stipa borysthena</i>	homoki árvalányhaj	100-200	30-50	30-50	100-200
<i>Veratrum album</i>	fehér zászpa	-	50-100	50-100	30-50

A legkényesebb kosborfajok között több olyan is van, amelyek nem mutatkoztak a 2021. évben, de a tapasztalatok szerint csak több év elteltével lehet kimondani, hogy egy adott faj a területről véglegesen eltűnt, mert az egyedszámokban az éves fluktuáció akár 80%-os is lehet. Az orchideafajokat ezért egyelőre „lappangó” állapotúaknak is tekinthetjük. A változási tendenciát mutatják az alábbi szám adatok: míg 1992-ben 14, 2007-ben 17, a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóságának biotikai adatai (2006-2016) alapján 12 védett fajt mutattak ki, addig a 2021. évi felmérés összesen 7 fajt. Eltűntnek ill. „lappangónak” tekintett fajok pl. *Parnassia palustris*, *Ophrys sphecodes*, *Orchis militaris*, *Anacamptis pyramidalis*, *Carex buekii*, *Eriophorum latifolium*, *Iris spuria*. Csökkenő egyedszámú fajok pl. *Anacamptis palustris*, *Orchis coriophora*, *Carex davalliana*, *Schoenus nigricans*. A stabil, esetenként növekvő egyedszámú állományok pl. *Iris sibirica*, *Veratrum album*, *Echinops ruthenicus*, *Centaurea sadleriana*, *Stipa borysthena*.



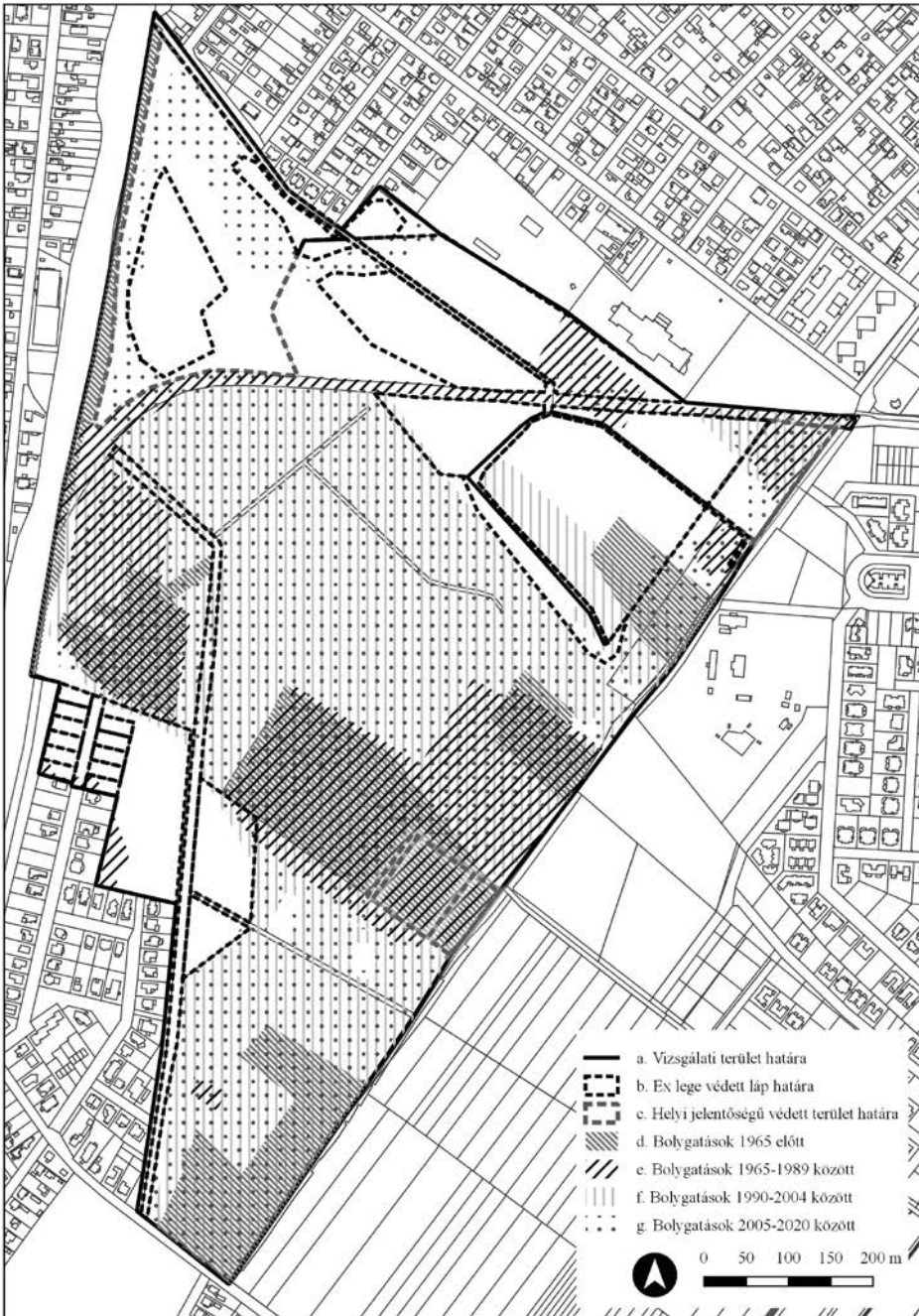
7. ábra Védett növényfajok populációjának változása a Gödi-lápréten (helyi és ex lege védett lápok) (1992–2021)

Figure 7 Changes in populations of protected plant species of Fen at Göd (1992–2021).

Legend: dark grey – disappeared, grey – decreasing, light grey – constant or increasing

Természetességi állapot változása, inváziós jelenségek

A tájtörténeti elemzések eredményeire támaszkodva a 8. ábrán foglaltuk össze a vizsgálati területen vasútépítés, beszántás, golfpályaként hasznosítás és egyéb antropogén



8. ábra Másodlagosan kialakult vegetációjú (beszántott, golfpályaként hasznosított, bolygatott) területek a Gödi-láprét ex lege védett lápon és helyi védett természeti területen (2021)

Figure 8 Areas with secondary vegetation (ploughed, used as golf course, disturbed areas) in the Fen at Göd ex lege protected fens and local nature reserve (2021).

Legend: a – study site, b-c – protected areas, d-g – disturbances before and after 1965

beavatkozások miatt bolygatott, másodlagosan kialakult vegetációjú területrészeket, melyek az összterület 77%-át teszik ki.

A vizsgálati terület természetességi állapotának romlásához az antropogén tényezők és a lápok kiszáradása, valamint a szukcesszió mellett hozzájárul az inváziós fajok megjelenése és – a természetvédelmi kezelés hiányában – fokozatos térnyerése is. 2021-ben az összterület 13,3%-án (9,3 ha-on) volt kimutatható a fässzárú és lágyszárú özönnövények jelenléte. Az özönfajokkal fertőzött területek kiterjedését a 9. ábra mutatja be. A fässzárú inváziós fajok közül a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a keskenylevelű ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*), a közönséges bálványfa (*Ailanthus altissima*), a zöld juhar (*Acer negundo*) és a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*) található meg a területen (HUBAYNÉ H. N. – GERGELY A. 2021). Egy 1828-ból származó újsághirdetés szerint a fehér akác és az akkoriban „ékes faként” számon tartott zöld juhar a vizsgálati területtel szomszédos gödpusztai Mayerfy-birtok faiskolájában kapható volt (Hazai és Külföldi Tudósítások 1828), így feltételezhető, hogy e két faj onnan vadult ki és terjedt el a környéken. A területen terjedő feketefenyő és nyugati ostorfa pedig valószínűsíthetően az Erzsébet királyné emlékére 1898-ban létesített Erzsébet-ligetből terjedt el a vizsgálati területen.

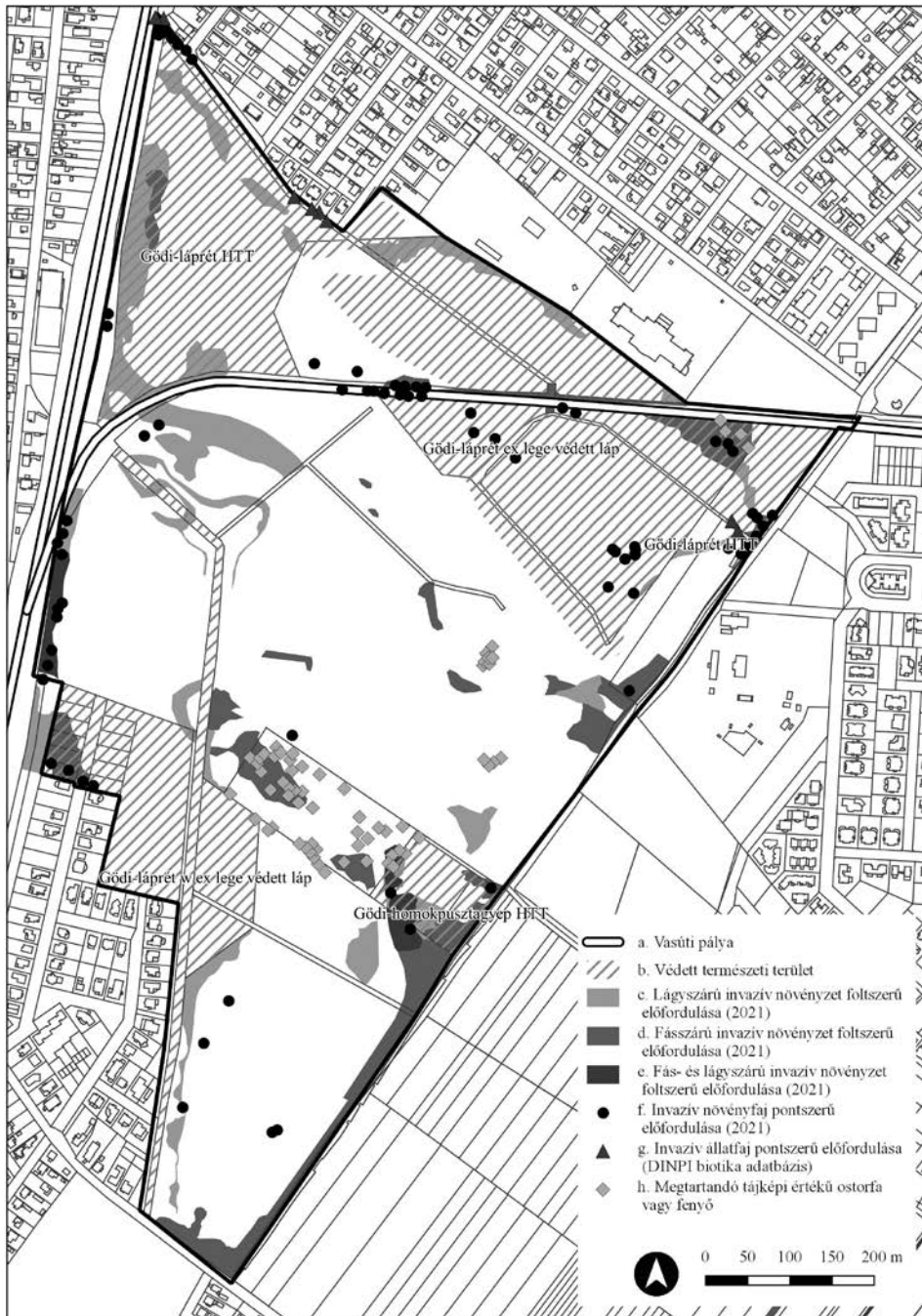
A lágyszárú inváziós növények közül az aranyvessző fajok (*Solidago spp.*), a közönséges selyemkóró (*Asclepias syriaca*), észak-amerikai őszirózsa fajok (*Aster spp.*), ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), valamint a hibrid japánkeserűfű (*Fallopia x bohémica*) van jelen és veszélyezteteti terjedésével a védett lápréti vegetáció fennmaradását.

A növényi invázió mellett a biotikai adatsor (DINPI 2006–2016) és a 2021-ben elvégzett zoológiai felmérések eredményei (HUBAYNÉ H. N. – GERGELY A. 2021) inváziós állatfajok, pl. naphal (*Lepomis gibbosus*), kínai razbora (*Pseudorasbora parva*), ékszerteknős (*Trachemys scripta*), cifra rák (*Faxonius limosus*) előfordulását is kimutatták a terület tavaiban, vízfolyásaiban.

Összegzés, következtetések

A Gödi-láprét területére elvégzett tájváltozás-elemzés alapján megállapítható, hogy a terület vízháztartási viszonyainak megváltoztatása, valamint a láp kiszáritása az 1800-as évek második felében kezdődött, és az antropogén beavatkozások mellett feltehetően az éghajlat szárazabbá válása is hozzájárult a láp degradációjához. A terület átalakulását, különösképpen a növényzet változását a körbeépülés, a lecsapolás-vízrendezés, a terület-használat megváltozása (beszántás, golfpályává alakítás, beépítés, rekreációs használat), a legeltetés megszűnése, illetve a természetvédelmi kezelés hiánya, a spontán szukcessziós folyamatok, valamint az inváziós fajok megjelenése és terjedése együttesen okozta, illetve okozza. Az eredetileg csaknem fátlan, legelőként, kaszálóként hasznosított láprét területhasználatra és növényzete az 1950-es évektől kezdődően fokozatosan, egyre gyorsuló ütemben alakult át. A közel 70 ha kiterjedésű vizsgálati területnek mára a 77%-a tekinthető másodlagosan kialakult, bolygatott, részben regenerálódott növényzetű területnek. Az átalakulás hatására új élőhelyek (nyílt vízfelületek, nádas foltok, facsoportok, lápi cserjések, töviskes bozótok stb.) is kialakultak a területen, ami a fauna (elsősorban a madárvilág) gazdagodását segítette elő (HUBAYNÉ H. N. – GERGELY A. 2021).

A korábban golfpályaként hasznosított részekben a láprét helyén ma másodlagos gyepek találhatók, amelyek azonban tájképi, ökológiai és rekreációs szempontból egyaránt értékes területek. Zoológiai szempontból különösen fontos élőhelyek a golfpálya tavai, keskeny csatornái és a körülöttük időszakosan kialakuló tocsogósok. A természeti értékek mellett kultúrtörténeti értéket képviselő növények is találhatók a lápréten, köztük az



9.ábra Özönfajok elterjedése a Gödi-lápréten (2021. évi állapot)

Figure 9 Distribution of invasive plant species in the Fen at Göd (Status in 2021).

Legend: a – railway, b – protected area, c – invasive herbs, d – invasive trees and shrubs, e – invasive herbs, trees and shrubs, f – invasive plant occurrence, g – invasive animal occurrence, h – Hackberry and Black pine with landscape value

Erzsébet-liget idős fái, valamint a hajdani gémeskút körül fennmaradt fekete nyár matuzsálemek (HUBAYNÉ H. N.–GERGELY A. 2021).

A védett lápterületek növényzete részint a kiszáradás, részint a kezelés hiányából fakadó egyre fokozódó cserjésedés és invázió okán egyértelműen degradálódást, elszegényedést mutat. Az egyes élőhelyfoltok növényzetének természetességi besorolása a korábbi állapotokhoz képest általában romlott. A védett növényfajoknak csupán a negyede (23%) tekinthető stabil vagy növekvő állományúnak, több mint fele (55%) eltűnt vagy lappang. A 2021. évi vizsgálatban eltűnt védett növényfajok feltehetően nem pusztultak ki teljesen a területről, a „lappangás” részben a természetes fluktuációval is magyarázható (pl. orchideafajok). Feltűnő a kékperjés rétek és elsősorban a meszes láprétek nádasodása. Ez utóbbi élőhelyeken a talajvíz szintje egész évben a talajfelszín közelében van természetes körülmények között. A szárazodással és a kezelés hiányával összefüggésben jelentős az inváziós lágyszárú özönfajok (*Solidago spp.*, *Aster spp.*) térnyerése, elsősorban a facsoportok kezeletlen szegélyei és a vízfolyások felől indulva.

A fenti problémák és konfliktusok feloldására készült egy 10 évre szóló természetvédelmi kezelési terv (HUBAYNÉ H. N.–GERGELY A. 2021), amely az élőhelyek kezelésével igyekszik a Gödi-lápréten a természetvédelmi szempontból kedvezőtlen folyamatokat megállítani (konzerváció), vagy éppen a kedvezőket – helyenként – segíteni (prezerváció). A természeti értékek fennmaradásának kulcsa azonban a vízrendezés, amely során megoldást kell találni a vizek megtartására, ill. pótlására. Ennek hiányában várhatóan már néhány évtizeden belül eltűnik a láp az éghajlatváltozás és a lokális vízhiány (szárazodás) következtében. A vizsgálati terület mozaikos élőhelyegyüttése azonban még a lápok kiszáradása esetén is jelentős természeti értéket képvisel, védettségének fenntartása, természetvédelmi kezelése ezért továbbra is indokolt.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti meg Seregélyesné Csomós Ágneszt a területről készült korábbi felmérések, valamint Seregélyes Tibor hagyatéka rendelkezésre bocsátásáért. Köszönet a területre készült természetvédelmi kezelési tervet megalapozó dokumentáció elkészítésében közreműködő zoológus, hidrobiológus kollégáknak – Balogh Zoltánnak, Csányi Bélának, Horváth Somának, Szájbirt Bettinának, Szekeres Józsefnek és Weiperth Andrásnak – az együttgondolkodásért. Köszönet Bátorfi Ildikónak, hogy lehetővé tette a családi magángyűjteményében lévő 1883-as datálású kataszteri térkép feldolgozását, valamint rendelkezésre bocsátotta helytörténeti kutatásainak eredményeit.

HUBAYNÉ HORVÁTH NÓRA

MATE Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Budapest
hubayne.horvath.nora@uni-mate.hu

GERGELY ATTILA

MATE Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Budapest
gergely.attila@uni-mate.hu

ERDEI TÍMEA

MATE Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola, Budapest
erdeitimi@gmail.com

WEISZ SZILVIA

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Doktori Iskola, Iparművészeti DLA program
weisz96@gmail.com

IRODALOM

- BÁTORFI I. 2020: Erzsébet királyné emlékfái – helytörténet. – Gödi Körkép 31. 8. p. 35.
- BÖLÖNI J. – MOLNÁR ZS. – KUN A. (szerk.) 2011: Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határolója. ÁNÉR 2011. – MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót. 441 p.
- DUNKEL Z. – BOZÓ L. – GERESDI I. 2018: Az éghajlatváltozás hatására fellépő környezeti változások és természeti veszélyek. – Földrajzi Közlemények 142. 4. pp. 261–271.
- Földmivvelésügyi M. Kir. Minister 1899: Erzsébet királyné emlékfái. – Pallas Részvénytársaság Nyomdája, Budapest. 277 p.
- HUBAYNÉ HORVÁTH N. – GERGELY A. (szerk.) 2021: Természetvédelmi kezelési és intézkedési terv a hajdani gödi golfpálya területére. – PressTonTerv, Göd.
- HUBAYNÉ HORVÁTH N. – GERGELY A. – ERDEI T. (szerk.) 2020: Fejlesztési elképzelések tájbaillesztése a hajdani gödi golfpálya területén. – II. éves MSc tájépítész hallgatók műhelymunkája. Kézirat. Szent István Egyetem Tájépítészeti és Településtervezési Kar, Budapest.
- HUBAYNÉ HORVÁTH N. – GERGELY A. – ERDEI T. – WEISZ SZ. 2022: Tájváltozási folyamatok a Gödi-láprét területén. – In: KISS E. – BALLA D. (szerk.): Tájökológiai kihívások, adaptációs lehetőségek. MTA DTB Földtudományi Szakbizottság, Debrecen. pp. 172–176.
- KIRÁLY G. (szerk.) 2009: Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalfő. 616 p.
- Környezet- és Természetvédelmi Főfelügyelőség 1999: H-2115/15/1999 számú határozat: a PolusPallas Kft. Gödi-láprét védett területre tervezett golfpálya környezetvédelmi engedélye
- LÁNG J. 2001: Göd pusztai birtokosai és határai az 1700-as években. – In: LÁNG J. – BÁTORFI J. – PÁRTOS J. – GYÜRE J. (szerk.): Gödi Almanach. Göd Város Önkormányzata, Göd. pp. 41–53.
- LÁNG J. – BÁTORFI J. – PÁRTOS J. – GYÜRE J. 2001: Göd történetének időrendi táblázata. – In: LÁNG J. – BÁTORFI J. – PÁRTOS J. – GYÜRE J. (szerk.): Gödi Almanach. Göd Város Önkormányzata, Göd. pp. 234–251.
- SEREGÉLYES T. – SZOLLÁT GY. – STANDOVÁR T. – S. CSOMÓS Á. 1992: Természetvédelmi célú botanikai feltáró vizsgálatok Göd környékén – Gödi-láprét, Göd-felsőgödi kékerperjés láprét, Gödi-sziget és mellékág. – Kézirat.
- SEREGÉLYES T. – S. CSOMÓS Á. – SZOLLÁT GY. – MERKL O. 1998: A Gödi-lápréten tervezett golfpálya környezeti hatástanulmánya, élővilág-védelmi rész. – Kézirat.
- Szerző nélkül 1828: Hirdetés. Özvegy Mayerffy Józsefné faiskolai hirdetése. – Hazai és Külföldi Tudósítások 23. 19. p. 154.
- SZOLLÁT GY. 1999: A Gödi-láprét megismételt állapotfelvétele. A vegetációtérkép revíziója, a vegetációtípusok és élőhelyfoltok részletes leírása, és hosszútávú megfigyelés (monitoring) előkészítése. – Kézirat.
- SZOLLÁT GY. 2000: A Gödi-láprét megismételt állapotfelvétele 2000-ben. – Kézirat.
- SZOLLÁT GY. 2006: In memoriam Seregélyes Tibor (1949–2005). – Kanitzia Journal of Botany 14. pp. 5–44.
- SZOLLÁT GY. – SEREGÉLYES T. – S. CSOMÓS Á. – STANDOVÁR T. 2007: The flora and vegetation of Gödi Láprét near Göd, Pest county, Hungary. – Studia Botanica Hungarica 38, pp. 155–178.

Felhasznált térképes források és adatbázisok

- Arcanum 1783: Első Katonai Felmérés, Magyarország [B IX a 527]. – Arcanum Adatbázis Kft <https://maps.arcanum.com/hu/map/firstsurvey-hungary/>
- Arcanum 1841: Második katonai felmérés, Magyar Királyság [B IX a 1124]. – Arcanum Adatbázis Kft. <https://maps.arcanum.com/hu/map/secondsurvey-hungary>
- Arcanum 1882: Habsburg Birodalom Harmadik Katonai Felmérés. – Arcanum Adatbázis Kft. <https://maps.arcanum.com/hu/map/thirdsurvey25000/>
- Arcanum 1941: Magyarország Katonai Felmérése (1941). – Arcanum Adatbázis Kft. <https://maps.arcanum.com/hu/map/hungary1941/>
- Archív légi felvétel 1965. – Lechner Tudásközpont www.fentrol.hu. Leltári szám: 1965-0516-3591
- Archív légi felvétel 1975. – Lechner Tudásközpont www.fentrol.hu. Leltári szám: 1975-0185-0358
- Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság Biotikai Adatbázisa (2006–2016)
- EOTR topográfiai térkép 1:10 000 (75-432) 1990. – Lechner Tudásközpont. <https://geoshop.hu>
- Légi fénykép 1940. – Hadtörténeti Múzeum és Intézet, Hadtörténeti Térképtár. Leltári szám: 69411
- Légi fénykép 1951. – Hadtörténeti Múzeum és Intézet, Hadtörténeti Térképtár. Leltári szám: 24524

Katonai topográfiai térkép 1:25 000 (L-34-003-C-d) 1951. – Hadtörténeti Múzeum és Intézet, Hadtörténeti Térképtár. Leltári szám: B XV a 40.
Kataszteri térkép 1:2880 (K.o.I.30.ae.3., K.o.I.29ai.4): Szöd nagyközség Pest-Pilis-Solt-Kis-Kun megyében 1883. – Bátorfi József magángyűjteménye.
Ortofotó 2000. – Lechner Tudásközpont. <https://geoshop.hu>
Ortofotó 2005. – Lechner Tudásközpont. <https://geoshop.hu>
Ortofotó 2010. – Lechner Tudásközpont. <https://geoshop.hu>
Ortofotó 2019. – Lechner Tudásközpont. <https://geoshop.hu>

A kézirat szerkesztőségbe benyújtásának időpontja: 2023.04.05.

A BODROGZUGI NYÍLT ÁRTÉR TÁJHASZNÁLATÁNAK VÁLTOZÁSA

VASS RÓBERT

CHANGES IN THE LAND USE OF THE ACTIVE FLOODPLAIN IN BODROGZUG

Abstract

In this work, I determined the roughness conditions of the flood plain in an area of 523 ha in the southern part of Bodrogzug based on aerial photographs from 1965 and 2016. The inspiration for conducting the tests was the three recordings that were made of the area at the beginning and in the middle of the 20th century, and in the early 2000s. Based on the two previous recordings, the roughness of the area may have been much smaller than today due to the short grass pastures and the small amount of woody vegetation. To determine the roughness values, I used the categories developed by CHOW V. T. (1959) and NÉMETH E. (1959). The plant cover values recorded at the two times show significant differences. The proportion of very dense forests increased greatly, with the weighted roughness increasing by two and a half times in 2016 compared to 1965. This significantly reduces the speed of flood waters, which can lead to gradual siltation of the area. At the same time, the direction of landscape development is developing favourably, as the area's biodiversity is increasing.

Keywords: active floodplain, land use change, roughness categories, Bodrogzug

Bevezetés

A Tisza és mellékfolyóinak szabályozása és ármentesítése a 19. század derekán indult meg szervezett körülmények között, melynek során a tízezer négyzetkilométer nagyságrendű árterek mentett ártérre és hullámterre különültek el. A hullámterek hivatottak arra, hogy a folyók nagyvízi medreként levezessék a jelentősebb árhullámokat (VÁZSONYI Á. 1973). A hullámterek rendszerint 0,3-2,5 km szélességű változatos geomorfológiájú térszínek. A területre jellemző a gyors holtmeder feltöltődés és a jelentős mederbevágódás (KÁROLYI Z. 1960; NAGY J. et al. 2017). Ezzel szemben a mentett árterek fluvialis szempontból szinte neutrális felszínékké váltak.

A Tisza és mellékvizei mentén csak elvétve és nagyon korlátozott kiterjedésben maradtak meg a viszonylag bolygatatlan nyílt ártéri területek, ahol mind a fluvialis folyamatok, mind a tájhasználat, a tájfejlődés hasonló lehet, mint a hajdani ártereken (BORSY Z. 1972). A Felső-Tisza mentén mindössze két ilyen nyílt ártér található, a Tisza-Szamos 412 hektár kiterjedésű torkolati területe, és a Bodroglakóköz déli része a Bodrogzug, ennek kiterjedése 4000 hektár.

Ezen nyílt árterek fennmaradásának oka, hogy a mély fekvésű, folyók által határolt területek ármentesítése, a védművek fenntartásának költsége magasan meghaladja a remélt gazdasági előnyöket. Emellett a jellemzően háborítatlan, az utóbbi évtizedekben védelem alatt álló árterek a hullámtereknél nagyobb biodiverzitással rendelkeznek (KOVÁCS, A. D. et al. 2021).

Jelen munkában a Bodrogzug Tisza és Bodrog folyók torkolati szakaszának egy 523 hektáros területén határoztam meg az ártér érdességi viszonyait az 1965-ös és a 2016-os állapotok szerint legfelvételek felhasználásával.

Kutatási háttér

Általánosságban elmondható, hogy hazánk tájhasználatára a rendszerváltozás óta jelentősen átalakuláson megy keresztül. Ez a folyamat elsősorban az erdőterületek szántók rovására történő növekedésében nyilvánul meg, valamint a beépített területek gyarapodásában (SZILASSI P. 2017).

Az árterek és hullámterek területhasználatának jellege, azon belül a mozaikosság mértéke és a területhasználatban beállt változások jelentős hatással vannak a hidrológiai jellemzőkre, amelyek meghatározzák a feltöltődés mennyiségi és anyagminőségi viszonyait. A feltöltődés mértéke és a növényzet/ felszín hidraulikus érdessége között szoros összefüggés mutatható ki (BORSY Z. 1972, STEIGER et al. 2003, WERNER et al. 2005, BROOKS G. R., SZALAI Z. et al. 2005). KÁROLYI Z. (1960) megfigyelései szerint a folyók partját kísérő sűrű aljnövényzetű ligeterdők jelentős mértékben növelhetik az akkumuláció mértékét, ami már növényzet nélkül is ebben a zónában a legnagyobb. Az 1970-es Szamos árvízének akkumulációs értékei is ezt támasztják alá (BORSY Z. 1972). Egyes esetekben a növényborítottság olyan méreteket ölt, hogy a gyalogakáccal érintett területek belső részein már egyáltalán nem volt mérhető felhalmozódás (SÁNDOR A. 2011).

A Tisza középső és alsó szakaszának hullámterén végzett területhasználat változás vizsgálatok szerint az 1700-as évek végétől az 1960-as évekig még a folyószabályozások ellenére sem növekedett jelentősen az érdesség értéke át (SÁNDOR A. 2011). Ennek oka, hogy a kis érdességgel jellemezhető mocsaras, vizenyős területek helyét a szintén kis érdességű szántók, rétek és legelők vették át (SÁNDOR A. 2011). Az 1960-as évektől az erdőterületek növekedése miatt a hidraulikus érdesség értéke a duplájára nőtt. Az érdesség növekedéséhez nagyban hozzájárult az olyan invazív növényfajok elterjedése, mint a már említett gyalogakác.

A Maros alsó szakaszának egy hullámterei öblözetében végzett vizsgálatok szerint a 19. század folyamán a területhasználatot végig az állandóság jellemezte (OROSZI V. 2009.). A felszínt jellemzően vizenyős, mocsaras területek, nedves rétek és erdők uralták, majd csak a 20. század elejétől kezdtek elterjedni a szántók. Ezek aránya egészen az 1960-as évek elejéig növekedett, majd ekkortól a jelentős erdőszítéseknek köszönhetően visszaszorultak és az erdőterület lett a domináns felszínborítási típus, mely a 21. század elejére már az öblözet háromnegyedét borítja.

Az Alsó-Drávan a 19. századtól napjainkig végzett földhasználati és tájmintázati változásvizsgálatok szerint a területen 1941-ig az antropogén folyamatok erősödése volt a jellemző, azon belül is a szántóterületek gyarapodása (NÉMETH G. et al. 2022). Ezzel együtt a természetközeli foltok száma és területe csökkent. A második világháború után ezen a területen is csökkenni kezdett a szántók részaránya, míg az erdők növekedésnek indult. A gyepek és vizes élőhelyek területe erősen visszaszorult, amely jelentős táji szintű biodiverzitás csökkenéshez vezetett. Az erdőterületek bővülésével a szerzők felhívják a figyelmet, hogy a gyarapodás alapvetően pozitív folyamat, de az invazív fajok nagy aránya itt is aggodalomra adhat okot (GYENIZSE P. et al. 2020).

Anyag és módszer

Vizsgálati terület

A vizsgálati terület kiválasztásában döntő szerepe volt annak a fotónak, melyet Kádár László a 20. század derekán készített a Bodrogruzgról (*1. ábra*). A felvételen, a táj mai

arculatához képest megdöbbentően kevés fásszárú növényzet figyelhető meg (2. ábra). A két állapot között megfigyelhető jelentős különbség kifejezetten alkalmassá teszi a területet a tájhasználat és ezzel együtt az érdesség változásának nyomon követésére.

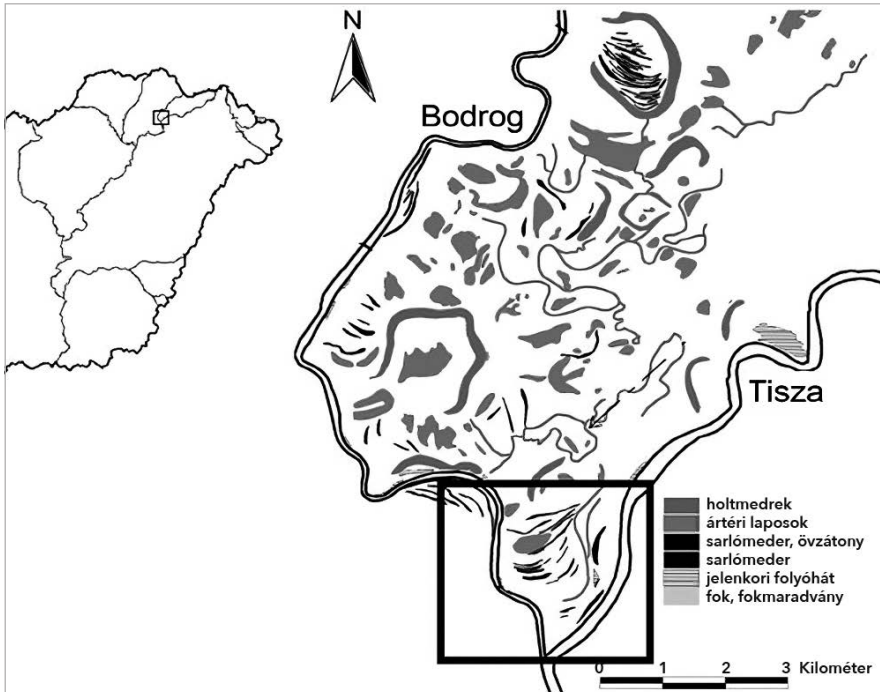


1. ábra A Bodrogzug déli területének egy részlete az 1950-es években. *Forrás:* KÁDÁR LÁSZLÓ.
Figure 1 A part of the southern area of Bodrogzug in the 1950s. *Source:* LÁSZLÓ KÁDÁR.



2. ábra Szembetűnő a vegetáció állapotában megfigyelhető különbség az 1950-es években (A kép) és a 2000-es években (B kép). *Forrás:* (A) KÁDÁR LÁSZLÓ, (B) SZABÓ JÓZSEF.
Figure 2 The difference in the state of vegetation between the 1950s (picture A) and the 2000s (picture B) is striking.
Source: (A) LÁSZLÓ KÁDÁR, (B) JÓZSEF SZABÓ.

A Bodrogzug a Tisza, a Bodrog és az országhatár között fekvő, a Bodrogeköz délnyugati részén elhelyezkedő mintegy 4000 ha területű kistájrészlet (DÖVÉNYI Z. et. al 2010). Természetes határait nyugatról és északról a Bodrog, délről és keletről a Tisza, valamint a Viss-Kenéz-lő-Zalkod települések mentén fekvő homokbuckák alkotják. A vizsgálat alá vont 523 hektár kiterjedésű terület a Bodrogzug legdélebbi részén, a Tisza és a Bodrog torkolati szakaszán helyezkedik el. Geomorfológiai szempontból a felszínt az alluviális formák jellemzik: ártéri lapályok, övzátony és sarlómeder sorozatok, elhagyott medrek (3. ábra).



3. ábra A mintaterület elhelyezkedése a Bodrogzugban (szerk. VASS R.).
 Figure 3 Location of the sample area in Bodrogzug (by. VASS R.).

A Bodrogzug ármentesítése, illetve a folyók közép- és nagyvízi medrének szabályozása a Bodrogeközi Ármentesítő Társulat 1846-os megalakulásával vette kezdetét (ANDÓ M. 1979). A munkálatok során átvágták a Tisza és a Bodrog túlfejlett kanyarulatait, ezzel kialakult az új középvízi meder, míg a töltések építésével az ármentesítési funkció mellett létrejött a nagyvízi meder is. A töltésépítés az 1848-as szabadságharcot követően 1857-től gyorsult fel, amely fő léptékeit tekintve mind a Bodrog, mind a Tisza mentén az 1870-es évtizedre befejeződött. A Tisza jobb parti töltése Csaptól Zalkodig készült el, ahol kihasználva a terep adottságait bekötötték azt a folyó magaspartjába. A Bodrog bal parti töltése Pálföldétől egészen a tokaji torkolatig fut. A Bodrogzug területén összesen két átvágást létesítettek. A Tiszán Zalkodnál 1863-ban, míg a Bodrogon Vissnél 1875-ben. A frissen épült töltések az 1861-es árvíz alkalmával, majd a későbbiekben is mind a Tisza, mind a Bodrog felőli oldalon több helyen átszakadtak. Ezért a túlzott anyagi ráfordítást kerülendő, a Bodrogzug ármentesítésének tervéről hosszú időre lemondtak. Csak az 1900-as évek elejére került újra napirendre a terület teljes ármentesítése és lecsapolása, de a töltésmagasítások és a levezető csatornák kiépítése nem hozta meg a várt eredményt (VÁZSONYI

Á. 1973). Az újabb ármentesítési munkák a tiszalöki duzzasztás hatásainak kivédésére indultak meg. A Bodrogzugi Belvízrendező és Nyárigát Társulat 1958-tól folyamatosan újította és vízkormányzó műtárgyakkal látta el az 1,5-2 méter magasságú összesen 26,4 km hosszúságú nyárigátat (MIKE K. 1991). A terület lecsapolására tett újbóli erőfeszítések is hiábavalónak bizonyultak, mivel annak jelentős része a tiszalöki duzzasztási szint alatt fekszik. A működésképtelenné vált zsilipek, a nyári gátak többszöri átszakadása, majd azok 2001-ben történő részleges elbontása következtében már a legkisebb elöntések számára sem jelentettek akadályt.

A geomorfológiai adottságok következtében a terület európai szinten is jelentős vizes élőhely, mely évtizedek óta, mint nyílt ártér funkcionál. A Bodrogzug jelentős része a Tokaj-Bodrogzug Tájvédelmi Körzet részeként országos jelentőségű védett természeti terület. Részle a HUBN10001 azonosító számú, Bodrogzug-Kopasz-hegy-Taktaköz megnevezésű különleges madárvédelmi területnek és a HUBN20071 azonosító számú, Bodrogzug és Bodrog hullámtere megnevezésű kiemelt jelentőségű természetmegőrzési területnek. Ezzel bekerült a Natura 2000 területek hazai hálózatába. A védett terület 1989 óta egyúttal Ramsari terület is.

Egy 2013-2015 között megvalósuló *Vizes élőhelyek vízpótlásának javítása a Bodrogzug területén* című KEHOP projekt keretében megindultak a vizes élőhelyek vízpótlását célzó munkálatok. A vízpótlás mellett a vízszabályozás élvezett prioritást. Az áradások gyorsabb átvezetése érdekében a még meglévő nyárigátak egyes szakaszait elbontották Olaszliszka, Bodrogkeresztúr és Tokaj térségében. A beavatkozás a vízsebesség növelésével mérsékli a csatornák feliszapolódását, valamint a torkolati részen csökkennek a pangóvizes időszakok¹.

A Bodrogzug belső területei száraz időszakokban azonban nem jutnak elegendő vízhez, aminek következtében jelentősen leromlanak az elővilág életfeltételei. Mivel a belső, magasabb helyzetű területek vízpótlása nem oldható meg a Bodrog folyóból a kisvizes időszakokban a csatornákon keresztül, ezért vízszinttartó műtárgyakat építettek be. Ezek létesítése a nagyobb víztömeget befogadni képes holt-medrek mentén valósult meg, mint pl. a Nagykerek-Áres-tó, Fekete-tó, Keresztúri Nagy-tó, Bogdány-tó.

A Bodrogzug jelentős részének vízcseréjét, a vizes élőhelyeinek egyenletesebb vízellátását a csatornák vízszállító képességének növelésével biztosították. A beavatkozás révén csökken a holtmedrek eutrofizációja, ami hozzájárul a vízi ökoszisztémák megőrzéséhez (4. ábra). A fenológiai fázisokhoz igazított vízborítás szabályozással az értékes gyepterületeken kívánják fékezni az invazív gyalogakác terjedése.

A tájvédelmi körzet területén összesen további 11 db mederátjárót alakítottak ki ott, ahol az utakat sekély, de széles erek keresztelik. Erre azért volt szükség, mert a vízviszszatartás miatt az erekben keresztül lehetlenné válna a közlekedés, ami akadályozza területkezelési és az ellenőrzési feladatokat. Ugyancsak vízviszszatartás egyik káros, a vadelhullást okozó következményét küszöbölik ki a vadmenekítő dombok létesítésével. A probléma főként a belső részekben jelentkezik a Nagy-tó és a Sáros-tó közötti területen. A dombok anyagát az elbontott nyárigát földanyaga biztosítja¹.

A projekt megvalósulásával, az alábbi fő természetvédelmi célkitűzések érhetők el:

- A mocsárrétek, hínár-állományok és a puha- és keményfás ligeterdők megőrzése és fenntartása.
- A Bodrogzug holtmedreinek és mocsarainak természetes állapotban való fenntartása.
- A fekete gólya, a cigányréce, a haris és a réti sas populációnak, valamint a területen található szerkötelepek megőrzése.
- A terület természetes és természetközeli erdeinek fenntartása, felújítása, az erdők természetes folyamatainak (erdődinamika, szukcesszió, regeneráció) elősegítése, a tájidegen fafajú erdők természetközeli alakítása, a monokultúrák felszámolása.



4. ábra A bodrogzugi Nagy-tavat a Zsaró-érrel összekötő erősen eutróf állapotú Nagytói-csatorna a vízpótlási munkák előtt. Forrás: VASS R.

Figure 4 Before the water replacement works, the highly eutrophic Nagytói canal connects the Nagy lake in Bodrogzug with the Zsaró canal. Source: VASS R.

- A természetes élővilágot veszélyeztető idegen, invazív fajok visszaszorítása.
- A természetközeli állapotok megőrzése mellett a természettudományos kutatások elősegítése.¹

A Bodrogzug területhasználatát alapvetően határozta meg a mély fekvésű allúviumi jellege. Az 523 hektáros vizsgálati területen szántóföldi művelés, vagy kertészeti gazdálkodás nem folyt, csak legeltetés és kaszáló gazdálkodás, így a hullámtéri területekhez képest kevésbé mozaikos területhasználattal találkozunk.

Alkalmazott módszerek

A hullámtéri érdességvizsgálathoz a Földmérési és Távérzékelési Intézet jogelődje által 1965-ben készített, majd digitalizált fekete-fehér ortofotókat, valamint a GoogleEarth 2016-os felvételeit használtam fel. A területek georeferálásra és a felszín típusok szerinti digitalizálása ArcGIS szoftverben történt. A felszín és növényzettípusokhoz tartozó érdességi kategóriákat a CHOW V. T. (1959) és NÉMETH E. (1959) által kidolgozott szempontok szerint határoztam meg (*1. táblázat*). A két időpontban összesen öt felszínborítás típust lehetett azonosítani. Az egyes felszínborítási kategóriák területét hektárban adtam meg. A területhez tartozó érdességi értékeket megszoroztam a területek kiterjedésével.

1. táblázat – Table 1

A növényzet által befolyásolt érdességi kategóriák
Roughness categories influenced by vegetation

Hullámtéri növényzet/ felszín típusa	Érdesség értékek (n)
folyó	0,025
hosszúfűvű gyepek, legelő	0,035
holtág, tartós vízborítás	0,05
erdő gyér aljnövényzettel	0,12
nagyon sűrű erdő	0,2

Forrás/Source: CHOW V. T. 1959, NÉMETH E. 1959.

Eredmények

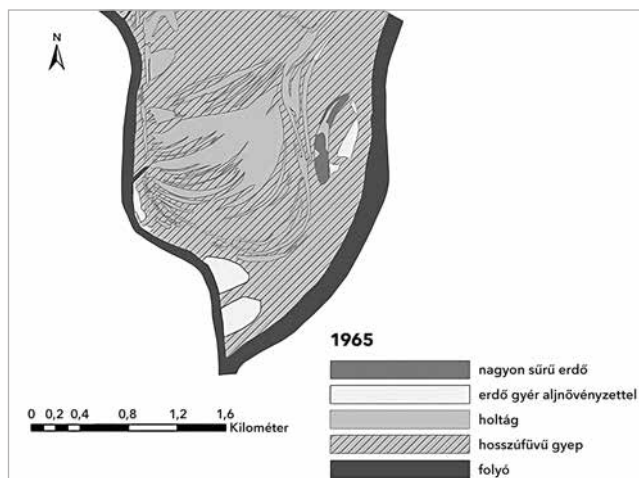
Az 1965-ös a légifotók alapján meghatározott tájhasználat nagyon hasonló képet mutatott a 20. század első felében jellemzőkkel. A vizsgálati terület döntő hányadát (310,6 ha) ekkor a *hosszúfüvű gyep* tette ki, amely az összterület csaknem 60%-a volt, míg a súlyozott érdesség tekintetében az összterületre számított érték felét adja (2. táblázat, 5. ábra). A második legdominánsabb felszínborítás típus a *holtág/tartós vízborítás* 123,3 hektárral, ez a teljes 21,48-as súlyozott érdesség csaknem harmada. A magasabb érdességi kategóriába tartozó *erdő gyér aljnövényzettel* típus, habár csak a terület 4%-át adja, de a teljes súlyozott érdességből már több mint 10%-kal részesül. A folyók területe 80 ha, súlyozott érdessége 2. A legmagasabb érdességi kategóriába tartozó *nagyon sűrű erdő* mindössze 1,9 hektáros kiterjedése következtében csak 0,38-as súlyozott érdességgel rendelkezik.

2. táblázat – Table 2

A mintaterület növényzet/felszín típusai és súlyozott érdessége az 1965-ös állapotok szerint (szerk. VASS R.).

Vegetation/surface types and weighted roughness of the sample area as of 1965.
(by. VASS R.).

Hullámtéri növényzet/ felszín típusa	Érdesség értékek	Terület 1965 (ha)	Súlyozott érdesség 1965
folyó	0,025	80	2
hosszúfüvű gyep	0,035	310,6	10,87
holtág/tartós vízborítás	0,05	123,3	6,17
erdő gyér aljnövényzettel	0,12	20,4	2,45
nagyon sűrű erdő	0,2	1,9	0,38
összesen			21,48



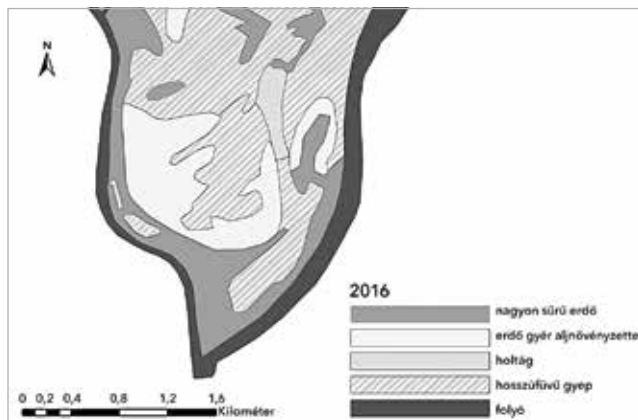
5. ábra A felszínborítási kategóriák 1965-ben (szerk. VASS R.).
Figure 5 The land cover categories in 1965 (by. VASS R.).

A 2016-os légifelvételen már merőben más arányok figyelhetők meg a vizsgálati területen. A legjelentősebb változás a *nagyon sűrű erdő* esetében figyelhető meg, ennek területe 1,9 hektárról csaknem 120 hektárra nőtt, a súlyozott érdessége pedig 23,91 (3. táblázat; 6. ábra). A *nagyon sűrű erdő* jellemzően a *hosszúfüvű gyep* területeit foglalta el, így az 182,8 hektárra szorult vissza, a súlyozott érdessége pedig 6,4-re csökkent. Az *erdő gyér aljnövényzettel* típus, amely szintén a *hosszúfüvű gyep* területeinek rovására gyarapodott 2 hektárról 169 hektárra, ezzel jelentősen növelve a terület teljes súlyozott érdességét. Nagymértékben visszaszorult, csaknem tizedére a *tartós vízborítással* rendelkező területek aránya is. Ez természetesen nagyban függ az adott év árvízi viszonyaitól, az árhullámok tartósságától és dinamikájától.

3. táblázat – Table 3

A mintaterület növényzet/felszín típusai és súlyozott érdessége a 2016-os állapotok szerint (szerk. VASS R.).
Vegetation/surface types and weighted roughness of the sample area as of 2016.
(by. VASS R.).

Hullámtéri növényzet/ felszín típusa	Érdesség értékek	Terület 2016 (ha)	Súlyozott érdesség 2016
folyó	0,025	80	2
hosszúfüvű gyep	0,035	182,8	6,39
holtág/tartós vízborítás	0,05	13,3	0,67
erdő gyér aljnövényzettel	0,12	169,2	20,31
nagyon sűrű erdő	0,2	119,54	23,91
összesen			53,28



6. ábra A felszínborítási kategóriák 2016-ban.
Figure 6 The land cover categories in 2016.

Összefoglalás

A Bodrogszeg torkolati szakaszánál kijelölt 523 hektár kiterjedésű területen az 1965-ös és a 2016-os állapotok szerint határozta meg az egyes növényzet/felszín típusok kiter-

jedését és ezzel együtt a súlyozott érdességét. Az 1965-ben jellemző 21,48-as érdességi érték 2016-ra 53,28-ra növekedett. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy 1965-ben még 310,6 ha kiterjedésű, viszonylag kis érdességi értékkel rendelkező *hosszúfüvű gyep* jelentősen visszaszorult, melynek helyét a *nagyon sűrű erdő* és a *gyér aljnövényzetű erdő* foglalta el. Az ennyire nagy arányeltolódások egyértelműen a mezőgazdasági szerkezet átalakulásában keresendők. Míg a rendszerváltozás előtt jellemzően nagyon jelentős volt a területen a nagyüzemi körülmények között tartott legeltető állattartás, addig a politikai átalakulás után a termelészövetkezetek átalakulásával drasztikusan lecsökkent az állatállomány. Ennek hatására jóval kevesebb legelőterületre volt szükség, így a nehezebben megközelíthető legelőterületek, mint amilyen a Bodrogszeg déli része is fokozatosan „elvadultak”, ez egykori legelők erdősültsége jelentősen megnőtt. Az ilyen mértékű érdesség változás egyértelműen negatívan befolyásolja a lefolyásviszonyokat, amely a terület jelentős feliszapolódásához vezethet. Ezzel szemben, a tájvédelmi és tájökölógiai szempontokat szem előtt tartva kedvező folyamatnak tekinthető, hogy az egykori természetes állapotokhoz hasonló növényborítással találkozhatunk napjainkban. A vízpótlással és a vizes élőhelyek javításával kapcsolatos beavatkozások csökkenthetik az érdességi értéket, amennyiben terveknek megfelelően megindul a gyalogkac visszaszorulása.

VASS RÓBERT

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen

vass.robert@science.unideb.hu

IRODALOM

- ANDÓ M. 1979: A magyarországi árvizeket előidéző időjárási helyzetek áttekintése. In: szerk: KOVÁCS D. Árvízvédelem, folyó és tószabályozás, víziutak Magyarországon. – OVH, Budapest. 734 p.
- BORSY Z. 1972: Üledék- és morfológiai vizsgálatok a Szatmári-síkságon az 1970. évi árvíz után. – Földrajzi Közlemények 96. 1. pp. 38–58.
- BROOKS, G. R. 2005: Overbank deposition along the concave side of the Red River meanders, Manitoba, and its geomorphic significance. – Earth Surface Processes and Landforms 30. pp. 1617–1632.
- CHOW, V. T. 1959: Open-channel hydraulics. – McGraw-Hill, New York. pp. 89–127.
- DÖVÉNYI Z. 2010: Magyarország kistájainak katasztere. – Budapest. 876 p.
- GYENIZSE P. – MORVA T. – ORTMANNÉ-AJKAI A. A. – LÓCZY D. – HALMAI Á. – PIRKHOFFER E. 2020: Az Alsó-Dráva-ártér felszínborításának vizsgálata távérzékelési és geoinformatikai módszerekkel. – In: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában XI. Theory meets practice in GIS. pp. 101–107.
- KÁROLYI Z. 1960: A Tisza mederváltozásai, különös tekintettel az árvízvédelemre. – VITUKI, Tanulmányok és kutatási Eredmények sorozat 8, Budapest. 102 p.
- KOVÁCS A. D. – GULYÁS P. – FARKAS J. ZS. 2021: Tájhasználati érdekek és ellenérdekek az Alföldön – a természetvédelem, a mezőgazdaság és a turizmus kapcsolata a Kiskunsági Nemzeti Park példáján. – Földrajzi Közlemények 145. 4. pp. 317–334., 18 p.
- MIKE K. 1991: Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története. – Aqua, Budapest. 698 p.
- NÉMETH E. 1959: Hidrológia és hidrometria. – Tankönyvkiadó, Budapest. pp. 179–210.
- NÉMETH G. – LÓCZY D. – GYENIZSE P. 2022: Az Alsó-Dráva-ártér földhasználati és tájmintázati változásai a 19. század közepétől napjainkig. – Földrajzi Közlemények 146. 2. pp. 93–114.
- NAGY J. – FIALA K. – BLANKA V. – SIPOS GY. – KISS T. 2017: Hullámtéri feltöltődés mértéke és árvizek közötti kapcsolat az Alsó-Tiszán. – Földrajzi Közlemények 141. 1. pp. 44–59.
- OROSZI V. 2009: Hullámtér-fejlődés vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. – PhD értekezés, Szeged. 135 p.
- SÁNDOR A. 2011: A hullámtér feltöltődés folyamatának vizsgálata a Tisza középső és alsó és szakaszán. – PhD értekezés, Szeged. 118 p.
- STEIGER, J. – GURNELL, A. M. – GOODSON, J. M. 2003: Quantifying and characterizing contemporary riparian sedimentation. – River Research and Applications 19. 4. pp. 335–352.

- SZALAI Z.–BALOGHNÉ DI GLÉRIA M.–JAKAB G.–CSUTÁK M.–BÁDONYI K.–TÓTH A. 2005: A folyópartok alakjának szerepe a hullámtereken kiülepedő üledék szemcse- és nehézfém frakcionációjában, a Duna és a Tisza példáján. – Földrajzi Értesítő 54. 1–2. pp. 61–84.
- SZILASSI P. 2017: Magyarországi kistájak felszínborítás változékonysága és felszínborítás mozaikosságuk változása. – Tájökológiai Lapok 15. 2. pp. 131–138.
- VÁZSONYI Á. 1973: A Tisza-völgy vizeinek szabályozása. In: IHRIG D. (szerk) A magyar vízszabályozás története. – Budapest, pp. 281–389.
- WERNER, M. G. F.–HUNTER, N. M.–BATES, P. D. 2005: Identifiability of distributed floodplain roughness values in flood extent estimation. – Journal of Hydrology 314. pp. 139–157.

Internetes hivatkozás

1: https://anp.hu/uploads/project/file/bodrogzug_2/b2f-sajtokozlemenyt-terkepter.pdf

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

NAGY BÁLINT – KWANELE PHINZI

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

Abstract

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

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

Bevezetés

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

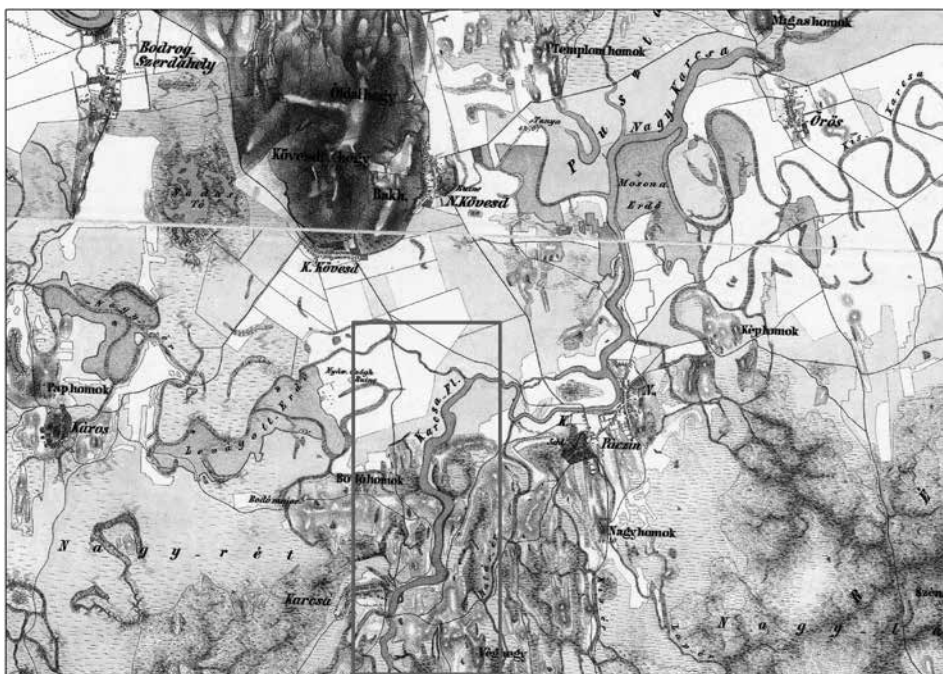
Munkánkban egy méltánytalanul kevésbé kutatott ősi holtmeder környezetének felszínborítását vizsgáljuk. Az idősoros adatok elemzésével a bekövetkezett változásokat számszerűsítjük, ezek segítségével következtetéseket vonhatunk le a beérkező hordalék mennyiségére és a vízminőségre vonatkozóan. Alapvető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

A vizsgált terület

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

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

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

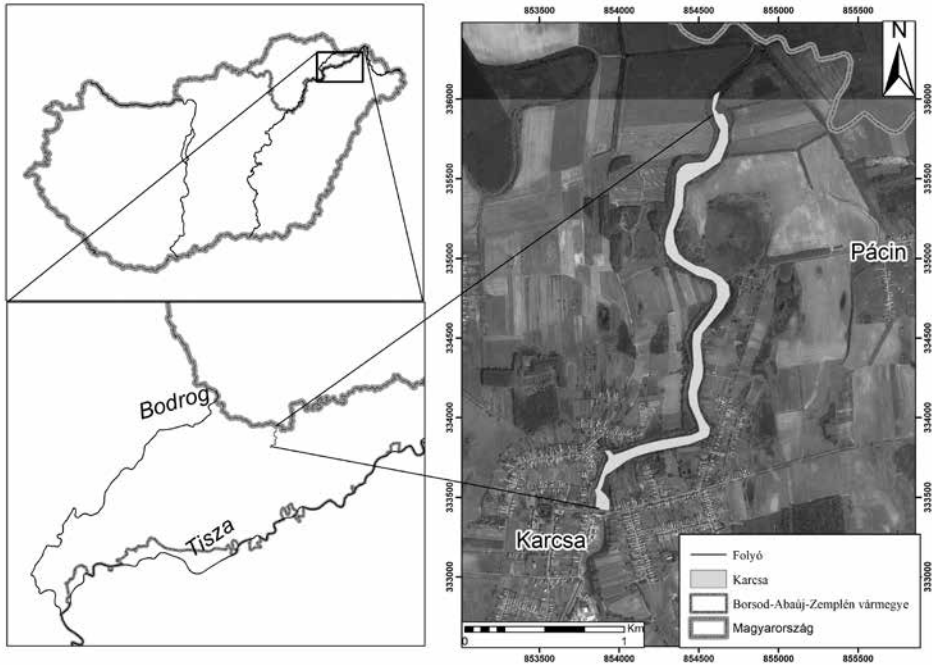


Lábra A Karcsa-ér a második katonai felmérés idején (a mintaterület a piros poligonnal jelölve) (TIMÁR G. et al. 2006)
Figure 1 The Karcsa Lake at the second military survey (study area marked by the red polygon) (TIMÁR, G. et al. 2006)

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

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

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



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

Adatok és módszerek

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Eredmények

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

1. táblázat – Table 1

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

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

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

1966 és 2000 felszínborításainak kereszt-tabulációs táblázata
Crosstabulation table of surface cover in 1966 and 2000

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

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

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

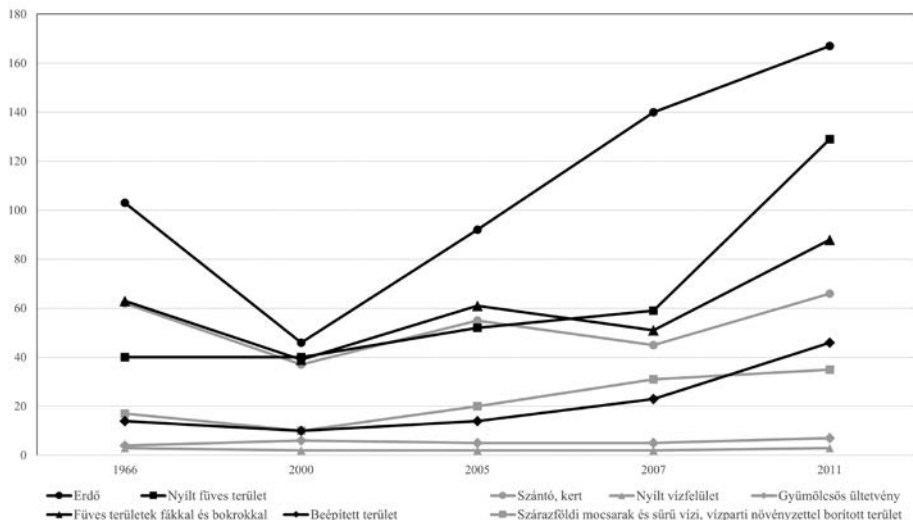
A validálás során adatbázisaink a RZ adataival közel jó egyezést (0,73) mutattak. A legkisebb értékeket a nehezebben besorolható vagy gyakran keskeny nyílt füves terület és a füves területek fákkal és bokrokkal osztályok szolgáltatták. A beépített területek (0,43 és 0,57) és az erdők (0,54 és 0,66) közepes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

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

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

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

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

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

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

4. táblázat – Table 4

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

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

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

5. táblázat – Table 5

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

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

Összefoglalás

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

6. táblázat – Table 6

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

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

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

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

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

Köszönetnyilvánítás

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

NAGY BÁLINT

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

KWANELE PHINZI

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

IRODALOM

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

- DUNKEL Z. – BOZÓ L. – GERESDI I. 2018: Az éghajlatváltozás hatására fellépő környezeti változások és természeti veszélyek. – *Földrajzi Közlemények* 142. 4. pp. 261–271.
- ERDEI, T. – BOROMISZA, Z. – DOMOKOS, E. 2022: Land use changes of the riparian landscape in Hungary between 1990 and 2018. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 16. 1. pp. 82–95.
- FOLEY, J. A. et al. 2005: Global Consequences of Land Use. – *Science* 309. pp. 570–574.
- GYENESE T. – ZILINSZKY A. – ALBERT G. 2019: A balatoni nádasok pusztulása és regenerációja a mederdinamika függvényében. – *Földrajzi Közlemények* 143. 3. pp. 197–209.
- KADIZA, D. – DIOUF, A. – SADDI, A.-S. – YAKUBU, I. B. 2019: Landuse/landcover change process in a tropical semi-arid zone: case of two rural communes (Chadakori and Saé-Saboua) in Maradi region, Republic of Niger. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 13. 1. pp. 1–12.
- KERTÉSZ, Á. – NAGY, L. A. – BALÁZS, B. 2019: Effect of land use change on ecosystem services in Lake Balaton Catchment. – *Land Use Policy* 80. pp. 430–438.
- KERÉNYI A. 2008: Éghajlatváltozás: múlt, jelen, jövő. – *Földrajzi Közlemények* 132. 4. pp. 419–429.
- KISS, T. – SÁNDOR, A. 2009: Land use changes and their effect on floodplain aggradation along the Middle-Tisza River, Hungary. – *Acta Geographica Debrecina Landscape & Environment Series* 3. 1. pp. 1–10.
- KISS, T. – SIPOS, GY. 2015: Mártély Lake: An Oxbow of the Lower Tisza River. – In: LÓCZY D. (szerk.): *Landscape and landforms of Hungary. World Geomorphological Landscapes*. Springer, Cham. pp. 271–277.
- LÓCZY D. – KISS T. 2008: Ártérfejlődés és holtágfeltöltődés sebességének vizsgálata. – In: KISS T. – MEZŐSI G. (szerk.): *Recens geomorfológiai folyamatok sebessége Magyarországon. Földrajzi Tanulmányok II.* SZEK Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó, Szeged. pp. 43–54.
- MAILÁTH J. 1896: *A Bodrogi Tiszaszabályozó Társulat Monographiája 1846–1896.* – Légrády Testvérek, Budapest.
- McKINNEY, W. 2010: Data Structures for Statistical Computing in Python. – *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*. pp. 51–56.
- MICKLIN, P. 2007: The Aral Sea Disaster. – *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 35. pp. 47–72.
- MOLNÁR ZS. 2013: *Az Alsó-Tisza-völgyi holtágak tájvizsgálata és tájrehabilitációs elvei.* Doktori (PhD-) értekezés. – Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola, Budapest.
- NÉMETH G. – LÓCZY D. – GYENIZSE P. 2022: Az Alsó-Dráva-ártér földhasználati és tájmintázati változásai a 19. század közepétől napjainkig. – *Földrajzi Közlemények* 146. 2. pp. 93–114.
- NIELSEN, A. – TROLLE, D. – SØNDERGAARD, M. – LAURIDSEN, T. L. – BJERRING, R. – OLESEN, J. E. – JEPPESEN, E. 2012: Watershed land use effects on lake water quality in Denmark. – *Ecological Applications* 22. 4. pp. 1187–1200.
- NOVÁK T. J. – BALOGH SZ. – INCZE J. 2019: Az antropogén hatások mértékének térbeli különbségei és változásai hazai tájakon felszínborítási és talajdiagnosztikai adatok alapján. – *Földrajzi Közlemények* 143. 4. pp. 285–307.
- PÁLFAI I. (szerk.) 2001: *Magyarország holtágai.* – Közlekedési és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
- PEDREGOSA, F. et al. 2011: Scikit-learn: Machine Learning in Python. – *Journal of Machine Learning Research* 12. pp. 2825–2830.
- Planet Team 2017: *Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth.* – San Francisco, CA.
- Redlands C.E.S.R.I. 2011: *ArcGIS Desktop: Release 10.*
- SINGH, S. K. – MUSTAK, S. – SRIVASTAVA, P. K. – SZABÓ, SZ. – ISLAM, T. 2015: Predicting Spatial and Decadal LULC Changes Through Cellular Automata Markov Chain Models Using Earth Observation Datasets and Geo-information. *Environmental Processes* 2. pp. 61–78.
- SORANNO, P. A. – CHERUVELL, K. S. – WAGNER, T. – WEBSTER, K. E. – BREMIGAN, M. T. 2015: Effects of Land Use on Lake Nutrients: The Importance of Scale, Hydrologic Connectivity, and Region. – *PLoS ONE* 10. 8. e0135454.
- SZABÓ, G. 2003: Agro-environmental protection and prospects of the Hungarian agriculture on the threshold of the EU-accession. – In: CSORBA, P. (szerk.): *Landscape under the European transformation.* University of Debrecen, Debrecen. pp. 103–116.
- SZABÓ, SZ. – BERTALAN, L. – KERÉKES, Á. – NOVÁK J. T. 2015: Possibilities of land use change analysis in a mountainous rural area: a methodological approach. – *International Journal of Geographical Information Science* 30. 4. pp. 708–726.
- SZILASSI, P. – JORDAN, GY. – VAN ROMPAEY, A. – CSILLAG, G. 2006: Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. – *Catena* 68. pp. 96–108.
- TIMÁR, G. – MOLNÁR, G. – SZÉKELY, B. – BISZAK, S. – VARGA, J. – JANKÓ, A. 2006: *Digitized maps of the Habsburg Empire – The map sheets of the second military survey and their georeferenced version.* – Arcanum, Budapest.
- TRENKÓ GY. 1909: *A Bodrogi vízrajzához.* – *Földrajzi Közlemények* 37. pp. 295–317.
- TURK G. – BALÁZS B. – HARANGI S. – FEHÉRNÉ BARANYAI E. – GYULAI I. – SZABÓ SZ. 2014: A vízminőség vizsgálata egy Felső-Tisza menti holtmedren. – *Hidrológiai Közöny* 94. 2. pp. 41–46.

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

HAZAI KIS FOLYÓK BELTERÜLETI TÍPUSÚ REHABILITÁCIÓS SZAKASZAINAK MEGHATÁROZÁSA

ERDEI TÍMEA – FÖLDI ZSÓFIA – BOROMISZA ZSOMBOR – DOMOKOS ENDRE

DETERMINATION OF THE SECTIONS FOR URBAN REHABILITATION ON SMALL RIVERS

Abstract

The aim of this research was to analyze and typify the location and spatial structure characteristics of river reaches within settlements. It also included the examination of the landscape, and the natural and geographical relationships of the specific types. In the case of urban river reaches, our research question was whether it may be necessary to include river sections outside the settlement's legal urban boundary in the river rehabilitation. The subjects of the research were settlements with a population of over 5000, located along small rivers, of which there are a total of 39 in Hungary. As a result, we determined three main types based on the river's position in the settlement structure. In the case of the urban river reaches, based on the examination of the updated CORINE land cover categories, we found that the rehabilitation could typically go further than the legal urban boundary, as we also explored river sections in the rural areas that are adjacent to areas of an urban character or recreational functions.

Keywords: settlement structure, typification, river section, land use, CORINE

Bevezetés

A vízfolyásokat és a vízfolyás menti tájakat számos természetes folyamat és emberi tevékenység alakította és alakítja jelenleg is, ezért védelmük és rehabilitációjuk napjaink legfontosabb kihívásai közé tartozik. Az emberi hatások a meder és az ártér fejlődését is nagyban befolyásolják (BALOGH M. et al. 2017). Magyarországon a 19-20. században valósultak meg a legjelentősebb folyószabályozási munkálatok, amelyek jelentősen megváltoztatták folyóink hidromorfológiai adottságait. Ezt követően, a víz és a parti sáv használata is egyre inkább átalakult, nőtt a települési vagy infrastruktúra által elfoglalt területek aránya a vízfolyások menti tájakban (BÁTHORYNÉ NAGY I. R. 2009).

Hazánk második Vízgyűjtő-gazdálkodási Terve (VGT2 2015) a belterületi vízfolyás szakaszok esetében intézkedési célként fogalmazta meg a rehabilitációt a települési funkciók/igények figyelembevételével. A Nemzeti Biodiverzitás Stratégia 2015-2020 (NBS 2015) kiemelte a zöldinfrastruktúra hálózat részét képező belterületi zöldfelületi rendszer fejlesztését célzó városökológiai kutatások fontosságát, a Nemzeti Biodiverzitás Stratégia 2021-2030 tervezete (NBS 2021) pedig a kül- és belterületi zöldinfrastruktúra egymással összehangolt, az ökológiai állapot, a konnektivitás és az ökoszisztéma-szolgáltatások javítását elősegítő fejlesztését. A Nemzeti Tájstratégia (NTS 2017) szerint az éghajlatváltozás hatásainak mérséklése érdekében fontosabbak közt a biológiailag aktív felületek növelése, új települési zöldfelületek kialakítása. Így hazánkban is megjelentek az olyan vízfolyás-helyreállítási projektek, amelyek során a hagyományos vízgazdálkodási célok mellett – mint az árvízvédelem, vízelvezetés, vízkészlet-biztosítás, partbiztosítás – a természetvédelmi, tájvédelmi, rekreációs és esztétikai célokat is figyelembe vették (NAGY I. R. – NOVÁK T. 2007). A folyó menti területekkel kapcsolatban egyre gyakoribb cél a település és a vízpart közötti kapcsolat újjáélesztése, települési vérkeringésbe való bekapcsolása (KINCSES B. – NAGY GY. 2016).

Mindezek következtében egyre fontosabbá válik a rehabilitációs projektek megfelelő megalapozása, módszereinek fejlesztése. Kutatásunk során célunk volt a folyók településszerkezeti helyzet alapján való tipizálása, ehhez első lépéseként a kis folyók belterületi szakaszainak hazai arányát és előfordulását tártuk fel a térszerkezeti jellemzők elemzésével. A cikkünk fő kutatói kérdése, hogy a belterületi folyószakaszokat a belterületi jogi határ keretein belül kell-e értelmezni, vagy a valós tájhasználatokat vizsgálva a belterületi folyószakaszok rehabilitációja egyéb területek bevonását is igényli.

Szakirodalmi áttekintés

A vízfolyásokkal foglalkozó szakirodalomban a folyók vagy folyószakaszok osztályozásával többféle megközelítéssel foglalkoztak. A rehabilitáció szempontjából is egyre fontosabbá vált a folyók viselkedésének megértése, amelyhez elengedhetetlen a hidrológiai és morfológiai adottságaik és jellemzőik feltárása. A folyómedrek és árterek tipizálására morfológiai szempontból számos osztályozási rendszer létezik, amelyeket LÓCZY D. (2012, 2013) tekintett át nemzetközi szinten. Morfológiai szempontokra alapozta osztályozási rendszerét PHILLIPS, R. – DESLOGES, J. (2015) is, akik a folyó energiája és az ártér üledéktani jellemzői alapján osztályozták a vízfolyásokat. HARRIS, N. et al. (2000) hidroökológiai szempontból vízjárási és hőmérsékleti viszonyok alapján osztályozta a vízfolyásokat. RINALDI, M. et al. (2016) a különböző hidrológiai és morfológiai megközelítésű osztályozásokat együttesen kezelte, figyelembe véve a folyómeder és az ártér morfológiáját, az áramlási viszonyokat, és a talajvízzel való kapcsolatot. A folyó környezet osztályozási rendszere (River Environment Classification – REC) pedig a folyók szakaszait éghajlat, domborzat, geológia és felszínborítás alapján osztályozza (SNELDER, T. – BIGGS, B. 2002), több változó együttes figyelembevételével.

A települési folyószakaszok esetében az emberi hatások megjelennek többek között a morfológiai szerkezet változásaiban, hidrológiai és vízminőségi változásokban, valamint az élőhelyek szerkezetének és ökológiai folyamatainak módosulásában, a biológiai sokféleség csökkenésében, a zavarásra érzékeny fajok eltűnésében (HUGHES, R. et al 2014). Ezeket a hatásokat együttesen „*városi folyó szindrómaként*” is nevezik (WALSH et al. 2005), mivel a városi folyószakaszok általában rosszabb ökológiai állapotban vannak, mint a településen kívüli szakaszok (WANTZEN, K. et al. 2019).

A városi folyószakaszokra és rehabilitációjukra ezért különös figyelmet szükséges fordítani. A rehabilitációk megalapozásához és megvalósításához pedig fontos a folyók településszerkezeti helyzetének vizsgálata is.

Anyag és módszer

A kis folyók meghatározása során a nemzeti vagyonról szóló 2011. évi CXCVI. törvény 1. mellékletének 1. pontjában folyóként szereplő, vagy a VGT2-ban „folyó” vízgazdálkodási besorolással rendelkező 28 vízfolyásból azok lettek leválogatva, amelyek a folyók fő ágát képezik. DÉVAI Gy. et al. (1998) kategóriái alapján a következő paraméterekkel rendelkeznek: 50-250 km hosszúság, 500-10.000 km² vízgyűjtőterület és 5-50 m³/sec éves középvízhozam (*1. táblázat*). Mindezek alapján Magyarországon 18 db tartozik a kis folyó kategóriába. Ezek legnagyobb számban az északkeleti országrészben találhatóak meg.

A kis folyók menti települések közül a jelentősebb, 5000 fő feletti lakosságszámú településeket elemeztük tovább. Ezek lehatárolása, valamint az elemzések elvégzése

Hazai folyók méret szerinti kategorizálása (VGT2 adatai alapján)
 Categorization of Hungarian rivers according to size (based on VGT2 data)

Folyó	Nagyság szerinti kategória	Teljes hossz (km)	Teljes vízgyűjtő terület (km ²)	Sokéves közép-vízhozam (m ³ /s)
Berettyó	kis folyó	167	7055	13,72
Bodrog	közepes folyó	67	12337	119,62
Dráva	közepes folyó	710	69363	507,84
Duna	folyam	2850	1 265 214	2331,74
Fehér-Körös	kis folyó	236	4498	23,19
Fekete-Körös	kis folyó	168	3438	33,21
Hármas-Körös	közepes folyó	91	27464	102,91
Hernád	kis folyó	286	5447	31,86
Hortobágy-Berettyó	kis folyó	79	4306	4,06
Ipoly	kis folyó	232	5153	17,53
Kapos	kis folyó	113	3257	8,85
Kettős-Körös	közepes folyó	37	10474	58,36
Kraszna	kis folyó	193	3199	8,22
Lajta	kis folyó	121	2121	10,16
Lapincs	kis folyó	114	1994	16,51
Marcal	kis folyó	100	3124	6,73
Maros	közepes folyó	789	30641	180,81
Mura	közepes folyó	464	14315	179,57
Rába	közepes folyó	298	10086	47,25
Rábca	kis folyó	60	4889	8,67
Sajó	közepes folyó	229	12990	62,22
Sebes-Körös	kis folyó	209	10259	38,75
Sió	kis folyó	121	21567	26,11
Szamos	közepes folyó	415	15857	135,37
Tarna	kis folyó	105	1955	4,38
Tisza	nagy folyó	966	470700	872,49
Túr	kis folyó	94	1713	12,15
Zagyva	kis folyó	179	5562	9,89
Zala	kis folyó	139	1568	4,31

a QGIS 3.16.6. szoftver segítségével történt. Az alapadatokat a település közigazgatási- és belterület határa, a vízfolyás víztestek középvonala, valamint az árvízvédelmi fővédvonalak adták. A folyók szélességét a harmadik Vízgyűjtő-gazdálkodási Tervben (VGT3 2021) szereplő átlagos szélesség alapján ábrázoltuk. A közigazgatási terület érintettsége alapján Magyarországon 329 db település fekszik a kis folyók mentén, ezekből összesen 39 db tartozik az 5000 fő népességszám feletti települések közé, amelyekre a további elemzések során fókuszáltunk. Az így meghatározott 39 település esetében vizsgáltuk a folyók településszerkezeti elhelyezkedését, amelyek alapján típusokat határoztunk meg.

Azon típusok esetében, ahol a településnek szoros kapcsolata van a folyóval, altípusokat is megállapítottunk.

Ezt követően a belterületi típusú folyószakaszokat elemeztük részletesebben. A belterületi folyórehabilitációk első legfontosabb lépése annak meghatározása, hogy mely folyószakaszokat kell bevonni a rehabilitációba. Hipotézisünk szerint a belterületi jogi határba beleeső folyószakasz nem feltétlenül esik egybe a belterületi folyószakaszoként rehabilitálandó területekkel. Vagyis a belterületi rehabilitáció tárgya nem minden esetben esik egybe a jogi határ által meghatározott folyószakaszokkal. A feltételezésünk igazolására a valós tájhasználatokat alapul vevő lehatárolást összehasonlítottuk a jogi belterületi határ által érintett folyószakaszokkal a 11 vizsgált településen. Megvizsgáltuk, hogy a teljes közigazgatási területen, a belterület határán kívül találhatóak-e olyan folyószakaszok, ahol a hullámtéren vagy a hullámtér szomszédságában belterületihez hasonló vagy rekreációs funkciókkal rendelkező területek vannak. Az ilyen folyószakaszok ugyanis a belterületi rehabilitációs feladatokhoz kapcsolhatók lennének.

Ehhez a jogi belterületi határ mellett az országosan elérhető CORINE 2018 felszínborítás adatbázist használtuk fel, és ezt a valós tájhasználatok vizsgálata érdekében a Google Earth 2022-es műholdképei alapján aktualizáltuk. A CORINE adatbázisból azokat a felszínborítási foltokat válogattuk le, amelyek a belterületihez hasonló vagy rekreációs tájhasználatokkal rendelkeznek, vagyis jellemzően lakó, üdülő, rekreációs vagy közösségi funkciókat betöltő területeket, illetve ipari-gazdasági funkciókat tartalmaznak:

- összefüggő település szerkezet,
- nem összefüggő település szerkezet,
- sport szabadidő és üdülő területek,
- városi zöldterületek,
- ipari és kereskedelmi terület.

Illetve az alábbiak feltételekkel:

- erdők és természetközeli területek
 - amennyiben belterülethez kapcsolódik és turistaútvonallal érintett
- mezőgazdasági területek
 - amennyiben zártkertes területeket, beépítéseket tartalmaz
- lerakóhelyek
 - amennyiben horgásztavakat alakítottak ki a területükön.

Ezeket a tájhasználati adottságokat a hullámtéren vagy annak szomszédságában vizsgáltuk. Azon települések esetében, ahol nincs kijelölt hullámtér a folyó mentén, az Országos Területrendezési Terv (OTfT) nagyvízi meder övezetét vettük alapul. Azon esetekben, ahol se hullámtér se nagyvízi meder övezete nincs kijelölve, a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény által előirányzott, a vízfolyások partvonalától számított 50-50 m-t vettük alapul.

Az így lehatárolt folyószakaszok külterületi részein végül megvizsgáltuk a hullámtéri vagy a hullámtérrel szomszédos, belterületi vagy rekreációs funkcióval rendelkező területek tájhasználati kategóriáinak arányát. Vagyis megnéztük, hogy a külterületen lehatárolt, de belterületihez hasonló funkciójú és belterülettel szomszédos folyószakaszok milyen tájhasználatokkal rendelkeznek az aktualizált CORINE kategóriák alapján a hullámtér mentén.

Eredmények

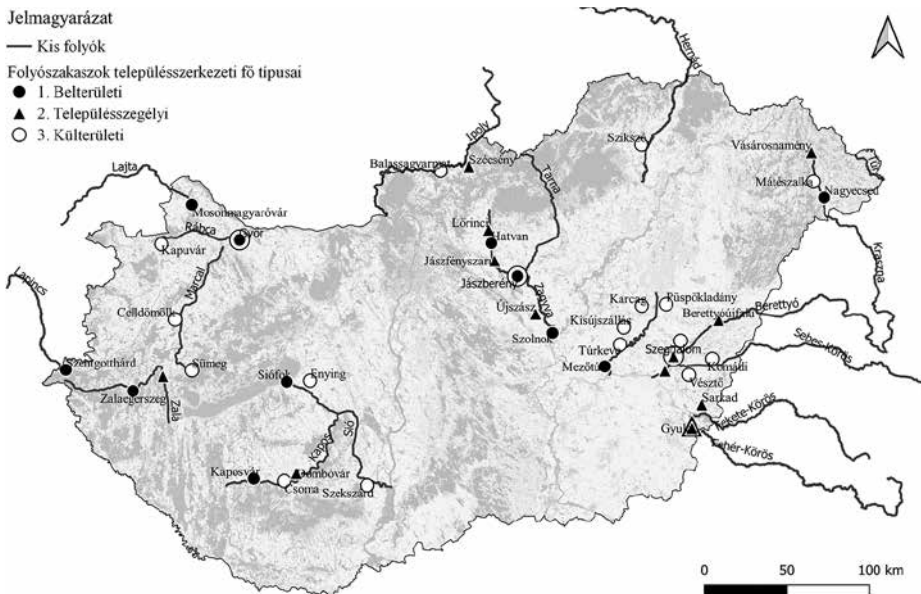
A hazai kis folyók mentén az 5000 fő népességszám feletti települések számukat tekintve kis arányban található meg (39 db, ~12%). Az 1235 km folyószakaszból azonban

341 km, vagyis 28% érintett ezen települések közigazgatási területe által. A belterületi érintettségük aránya még jelentősebb, az 51 km belterületi folyószakaszból 26 km a vizsgált településeken halad (~49%) – így ezek a folyórehabilitációk legfontosabb helyszíneit képezhetik. A folyószakaszok településszerkezeti helyzete alapján három fő típust határoztunk meg: (1) belterületi, (2) településszegélyi helyzetű, (3) külterületi folyószakasz (1. ábra). Belterület alatt ebben az esetben a jogi határt értjük. A településszegélyi helyzetet a belterület 100 m-es övezetében határoztuk meg. Amennyiben egy településen több folyó is található, akkor több különböző folyószakasz típussal is rendelkezhet ugyanaz a település, ezért összesen 43 db belterületi folyószakaszt vizsgáltunk a 39 településen. A fő típusok és altípusok előfordulási arányát a 2. táblázat tartalmazza.

2.t áblázat – T áble 2

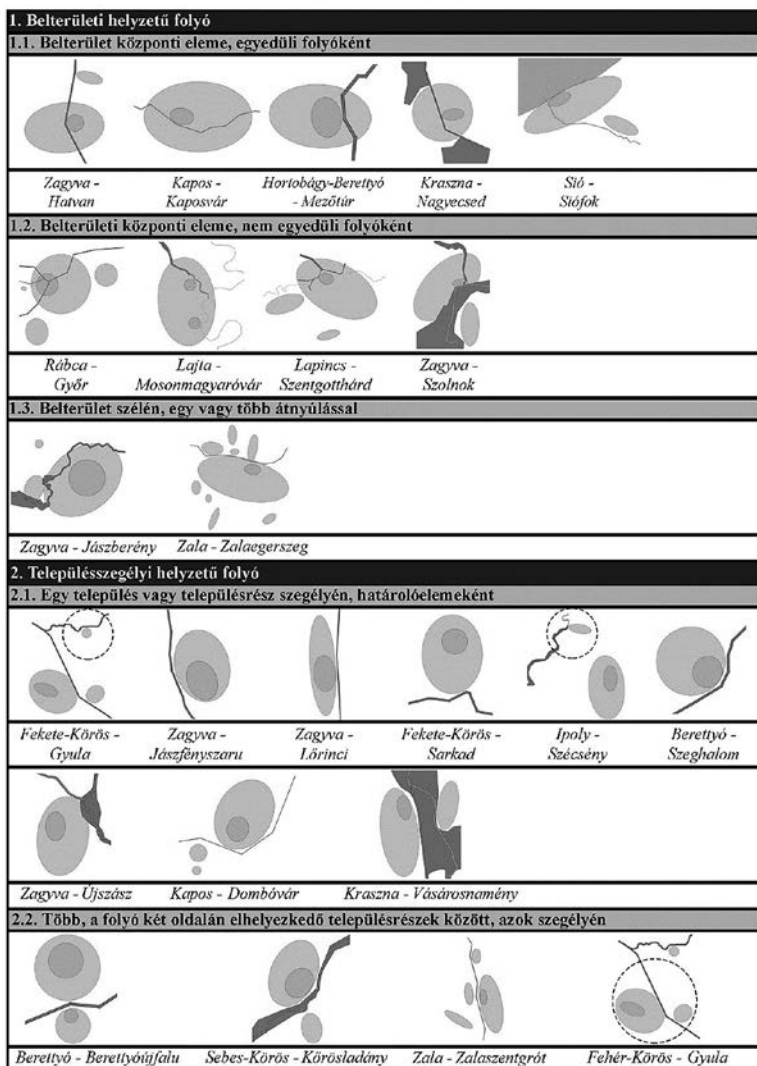
Folyószakaszok településszerkezeti fő- és altípusainak előfordulása
Occurrence of the main and subtypes of river reaches based on settlement structure

Fő típusok és altípusok	Darabszám	Arány
1. belterületi folyószakasz	11 db	25,6%
1.1. belterület központi eleme, egyedüli folyóként	5 db	11,6%
1.2. belterület központi eleme, nem egyedüli folyóként	4 db	9,3%
1.3. belterület széli, egy vagy több átnyúlással	2 db	4,7%
2. településszegély helyzetű folyószakasz	13 db	30,2%
2.1. belterület szegélyén, „külső” határolóelemként	9 db	20,9%
2.2. több belterületi egységet elválasztva, „belső” szegélyként	4 db	9,3%
3. külterületi	19 db	44,2%



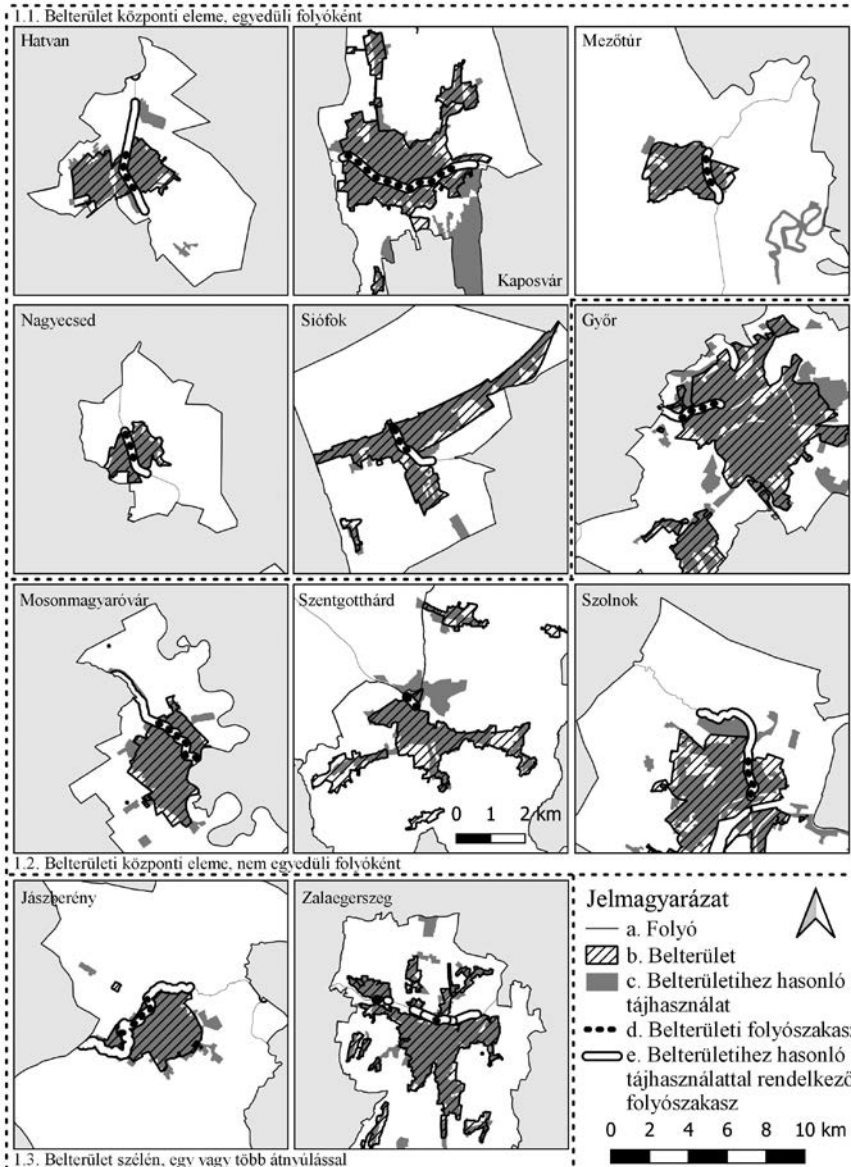
1. ábra Folyószakaszok településszerkezeti fő típusainak elhelyezkedése a kutatás tárgyát képező kis folyók mentén
Figure 1 The location of the main types of river reaches based on settlement structure along small rivers that are the subject of the research (Legend – main types: 1. urban, 2. peri-urban, 3. rural)

Legnagyobb arányban, 44%-ban külterületi folyószakaszok találhatóak a vizsgált településeken. Ezek legsűrűbben az alföldi területeken fekszenek, a Körösök vagy a Berettyó, a Hortobágy-Berettyó mentén; a „pocsolyatérképpel” (1938) való összevetés alapján az egykori árvízveszélyes területeken. Ezt követik a településszegélyi helyzetű folyószakaszok 30%-os aránnyal, amelyek főként az alföldi területeken találhatóak meg. Történeti településmagjuk több esetben a folyótól távolabb alakult ki, és később terjeszkedett a település a folyó irányába (2. ábra). A belterületi folyószakaszok a vizsgált települések 26%-át érintik, elszórta helyezkednek el az ország területén. Kiemelhető a Zagyva, melynek mentén a 6 db vizsgált település közül 3 db is ebbe a típusba tartozik.



2. ábra A belterületi és településszegélyi helyzetű folyószakaszok altípusai
 (Jelkulcs: szürke és középszürke – település és történeti településmag, sötétszürke – hullámtér)
 Figure 2 Subtypes of urban and peri-urban river reaches
 (Legend: grey and medium grey – settlement and historic settlement core, dark gray – floodplain)

A meghatározott típusok közül a 11 db belterületi típusú folyószakasz esetében vizsgáltuk meg részletesebben, hogy tapasztalható-e eltérés a jogi határ szerinti belterületi folyószakasz és a hullámtér mentén belterületihez hasonló vagy rekreációs funkcióval rendelkező folyószakaszok hossza és települési aránya között. A kétféle folyószakasz lehatárolás térképes eredményeit a 3. ábra mutatja be. Az eredmények alapján a vizsgált



3. ábra A belterületi és a belterületihez hasonló tájhasználattal rendelkező folyószakaszok összehasonlítása

Figure 3 Comparison of urban river sections and river sections with land use similar to urban

(Legend: a. river, b. legal urban boundary, c. land use similar to urban, d. river sections in the legal urban boundary, e. river sections adjacent to land uses similar to urban)

településeken átlagosan 24,86%-kal hosszabb volt a közigazgatási területen lévő teljes szakaszhoz képest az a folyószakasz, amely nem a belterület jogi határát veszi figyelembe, hanem a hullámtéren vagy hullámtér mentén a belterületihez hasonló, vagy rekreációs tájhasználatú rendelkező folyószakaszokat. Az egyes településeken a növekedés mértéke 0% és 52,17% között változott. A 11 település közül 10 településen látható növekedés a lehatárolt folyószakaszban, csupán egy esetben – Szentgotthárd esetében – egyezik teljesen a kétféle módszerrel lehatárolt folyószakasz.

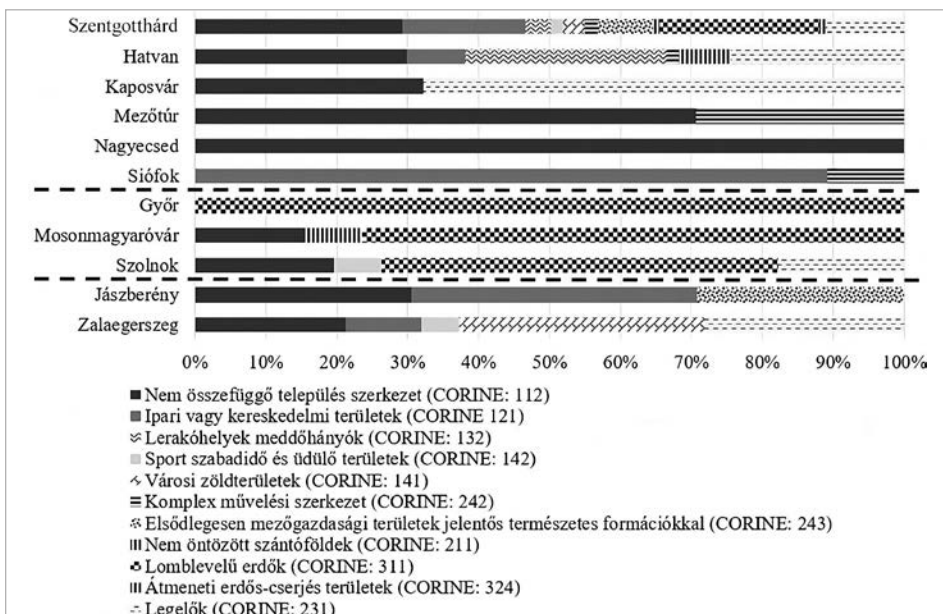
A teljes települési folyószakaszhoz képest, arányában a legnagyobb különbség, 52,17% Mosonmagyaróváron látható a kétféle lehatárolásban. Ennek oka, hogy a belterülethez kapcsolódóan olyan erdőterületek húzódnak a Lajta folyó hullámtérén, amelyek mentén turistaútvonal található, így aktív rekreációs használat jellemzi. Ezt követi Jászberény települése 43,12% különbséggel. A lehatárolt folyószakasz nagy arányú növekedésének oka egyrészt, hogy jelentős hosszúságú szakaszon bár nem keresztezi a belterületet, de azzal közvetlenül szomszédosan halad a Zagyva hullámtere, így közvetlen közelében lakóterületek fekszenek. Másrészt Jászberény esetében is található olyan erdőterület a belterülethez kapcsolódóan a hullámtér területén, amely közjóléti funkcióval rendelkezik, turistaútvonal halad benne. Hatvan település esetében a 40,05% különbség okai, hogy a belterülettől északra, Nagygombos településrész területén is található lakóterületek, valamint turistaútvonal is halad eddig a településrészig a Zagyva hullámtere mentén. Emellett a belterülettől délre halastavak találhatóak a folyó közvetlen szomszédságában, amelyek szintén rekreációs funkcióval rendelkeznek. Számottevő, 37,13% különbséggel említést érdemel Szolnok települése is. A kétféle lehatárolásban látható különbség oka ez esetben is egyrészt, hogy a Zagyva egy szakaszán a hullámtér nem keresztezi a belterületet, de azzal közvetlenül szomszédos. Másrészt a belterülettől északra található a Szolnoki Széchenyi Parkerdő a Zagyva hullámtérének közvetlen szomszédságában, amely jelentős közjóléti funkcióval rendelkezik, és ezáltal a Zagyva hullámtérének közjóléti használatát is növeli. Ezt követi Győr települése, ahol a tájhasználat alapú lehatárolás 30,58%-kal hosszabb település arányosan, mint a jogi belterületi folyószakasz. Ennek oka, hogy a belterülethez kapcsolódóan olyan erdőterületek húzódnak a Rábca hullámtérén, amelynek mentén turistaútvonal található, így a szakasz rekreációs használatú rendelkezik. Zalaegerszegen pedig 21,02% különbséget határoztunk meg, melynek oka, hogy a folyó szomszédságában több szakaszon található beépített területek, amelyeket bár nem keresztez a folyó, de szomszédsági viszonya miatt fontos figyelembe venni. A többi vizsgált település esetében a különbség mértéke 20% alatt volt.

Térszerkezeti vonatkozásban vizsgálva az eredményeket megállapítható, hogy azok a külterületi folyószakaszok, amelyek mentén belterületi jellegű vagy rekreációs jelentőségű tájhasználat található, jellemzően a belterületi szakasz közvetlen folytatását képezik. A vizsgált 11 település közül csupán egy esetben nem volt különbség a lehatárolt szakaszok hosszában (Szentgotthárd), illetve egy esetben nem közvetlen kapcsolat jellemzi a lehatárolt szakaszokat (Zalaegerszeg). A többi vizsgált település esetében a belterülethez hasonló funkciók túllépik a belterület jogi határát.

A külterületen lehatárolt, de a hullámtéren vagy hullámtér mentén belterületihez hasonló, vagy rekreációs tájhasználatú rendelkező folyószakaszok hossza változó a vizsgált településeken. A leghosszabb ilyen folyószakasz Jászberényben található, ahol a külterületen lehatárolt szakasz eléri a 9 km-t. Ennek fő oka, hogy a Zagyva folyó a belterület határa mellett folyik, csak kis arányban keresztezi azt, így a szomszédos tájhasználat alapú lehatárolás jóval hosszabb folyószakaszt eredményez. Jászberény esetében a Városi-Zagyva, mint holtág keresztezi a belterületet, így a település szerkezetének fontos részét képezi. A módszertanban ismertetett lehatárolás alapján a Városi-Zagyva nem képezi

jelen kutatás tárgyát. Ezt követi Szolnok közel 5 km-es lehatárolt külterületi folyószakasszal, majd Hatvan és Mosonmagyaróvár közel 4 km-rel a korábbiakban leírt okok miatt. Zalaegerszeg esetében közel 2,5 km az így lehatárolt külterületi szakasz. A többi település esetében pedig 1 km körül van a külterületen lehatárolt folyószakaszok hossza.

A külterületi szakaszokon a hullámtéren vagy hullámtér szomszédságában feltárt, belterületi vagy rekreációs funkcióval rendelkező területeket vizsgáltuk meg abból a szempontból, hogy ezek milyen aktualizált CORINE kategóriába tartoznak. A jellemző tájhasználatokat településenkénti bontásban a 4. ábra mutatja be. A vizsgált települések közül térszerkezeti szempontból a „belterület központi eleme, egyedüli folyóként” altípusba tartozik Hatvan, Kaposvár, Mezőtúr, Nagyecsed és Siófok települése. Ezen településeken a külterületen elhelyezkedő, de belterületi funkcióval rendelkező területeken nagyobb arányban jelennek meg a jelentősebb beépítettséggel rendelkező tájhasználatok, mint a nem összefüggő településszerkezetű területek, illetve ipari vagy kereskedelmi területek. Legnagyobb arányban, több mint 70%-ban Mezőtúr, Nagyecsed és Siófok településeken jellemzőek ezek a vizsgált folyószakaszok mentén. A „belterület központi eleme, nem egyedüli folyóként” altípusba tartozó települések közül Szentgotthárd esetében nem vizsgáltuk a tájhasználatokat, mivel ott nem találtunk a külterületi folyószakaszokon belterületi funkcióval rendelkező területeket. Győr, Mosonmagyaróvár és Szolnok esetében jelentős arányban található rekreációs funkcióval rendelkező erdőterületek a vizsgált folyószakaszok mentén. A „belterület széli, egy vagy több átnyúlással” altípusba tartozó Jászberény és Zalaegerszeg településeken pedig változó tájhasználati adottságok jellemzőek, amely feltehetően nagyban köszönhető a folyó településszéli helyzetének. Emiatt vegyesen található beépített területek (nem összefüggő településszerkezetű területek, ipari és kereskedelmi területek vagy sport, szabadidő és üdülő területek), valamint beépítetlen (legelők, mezőgazdasági területek természetes formációkkal, városi zöldterületek) a vizsgált folyószakaszok mentén.



4. ábra Tájhasználatok aránya a vizsgált külterületi folyószakaszokon
 Figure 4 Proportion of land uses in the examined river sections outside the settlement's legal urban boundary

Összefoglalás

A hazai kis folyó menti 5000 fő népességszám feletti települések belterületi szakaszainak térszerkezeti elemzésével három fő típust állapítottunk meg, a belterületi, településszegélyi és külterületi folyószakaszokat. A belterületi típusú folyószakaszok esetében összehasonlítottuk, hogy mennyiben tér el a vizsgált településeken a jogi belterületi folyószakaszok hossza, valamint a hullámtéren vagy hullámtér mentén belterületihez hasonló, vagy rekreációs funkciójú tájhasználattal rendelkező folyószakaszok hossza.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a belterületi típusú folyórehabilitáció sok esetben tovább haladhatna a belterületi jogi határnál, mivel a külterületeken is feltártunk olyan folyószakaszokat, amelyek szomszédságában lakó, üdülő, rekreációs vagy közösségi funkciókat betöltő területek találhatóak, így egy belterületi jellegű és közösségi, rekreációs célokat is megfogalmazó rehabilitációba bevonhatók lennének. A különbséget a legtöbb esetben vagy az jelentette, hogy az adott településen olyan folyószakasz található, amely ugyan nem keresztezi a belterületet, azonban a belterület vagy külterületi beépítések közvetlen szomszédságában található (pl. Zalaegerszeg, Jászberény, Szolnok), vagy a belterülethez kapcsolódóan olyan területek találhatóak a hullámtéren vagy annak szomszédságában, amelynek rekreációs jelentősége van, így külterületi elhelyezkedése ellenére a település zöldfelületi rendszerének fontos részét képezi (pl. Mosonmagyaróvár, Győr, Jászberény, Szolnok). Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a belterületté nyilvánítás során a tájhasználat mellett egyéb kritériumokkal is számolni kell, mint pl. az adott területek infrastrukturális ellátottsága. Jelen cikkben bemutatott vizsgálatok a tájhasználati alapú megközelítést tartalmazzák, az eredményekben látható különbségeket így az eltérő szempontok, besorolási elvek is okozhatják.

A külterületen elhelyezkedő, de belterületi funkciójú tájhasználattal szomszédos folyószakaszok hullámtéren mentén eltérő tájhasználati adottságok jellemzőek. A vizsgált települések esetében láthatók fő különbségek az egyes térszerkezeti altípusok és a jellemző tájhasználatok között. Összességében azonban a hasonló méretű folyókon, hasonló településszerkezeti elhelyezkedésű folyószakaszok esetében is vannak eltérések a jellemző tájhasználat arányában. A folyók rehabilitációjának tervezése során ezért a belterületi folyószakaszok nem kezelhetők teljesen egységesen, különösen fontos a helyi adottságok feltárása, és figyelembevétele.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet az adatszolgáltatásban nyújtott segítségért az Országos Vízügyi Főigazgatóságnak, és Dávid Szilviának. A publikáció a kulturális és innovációs minisztérium UNKP-22-3-II kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.

ERDEI TÍMEA

MATE Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest
erdeitimi@gmail.com

FÖLDI ZSÓFIA

MATE Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest
foldi.zsofia@uni-mate.hu

BOROMISZA ZSOMBOR

MATE Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest
boromisza.zsombor@uni-mate.hu

DOMOKOS ENDRE

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Fenntarthatósági Megoldások Kutatólaboratórium, Veszprém
domokose@uni-pannon.hu

IRODALOM

1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
2011. évi CXCVI. törvény a nemzeti vagyronról
2018. évi CXXXIX. törvény Magyarország és egyes kiemelt térségeinek területrendezési tervéről – OTTrT Nagyvízi meder övezete
- BALOGH M. – KISS T. – SÜMEGHY B. A. 2017: Aktív ártérfejlődési típusok a Maros Lippa és szeged közötti szakaszán. Földrajzi Közlemények 141. 4. pp. 309–320.
- BÁTHORYNÉ NAGY I. R. 2009: Patakmenti tájak alakítása tájépítés szemmel. 4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat 14. pp. 26–33.
- CORINE 2018 felszínborítás adatbázis: Copernicus Land Monitoring Service, <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, 2022.08.01.
- DÉVAI GY. – NAGY S. – WITTNER I. – ARADI CS. – CSABAI Z. – TÓTH A. 1998: A vízi és a vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. Oktatási segédanyag. KLTE Ökológiai Tanszéke, Hidrobiológiai Részleg, Debrecen.
- HARRIS, N. – GURNELL, A. – HANNAH D. – PETTS G. 2000: Classification of river regimes: a context for hydroecology. Hydrological Processes 14, pp. 2831–2848.
- HUGHES, R. – DUNHAM, S. – MAAS-HEBNER, K. – YEAKLEY, A. – SCHRECK, C. – HARTE, M. – MOLINA, N. – SHOCK, C. – KACZYNSKI, V. – SCHAEFFER, J. 2014: A review of urban water body challenges and approaches: (1) Rehabilitation and Remediation. Fisheries 39. pp. 18–29.
- KINCSES B. – NAGY GY. 2016: A szegedi partfal-rekonstrukció komplexitás és nyilvánosság szempontú vizsgálata. Földrajzi Közlemények 140. 2. pp. 168–181.
- LÓCZY D. 2012: A folyómedrek morfológiai tipizálásának hierarchiája a nemzetközi irodalomban. Földrajzi Közlemények 136. 2. pp. 124–137.
- LÓCZY D. 2013: Az árterek geomorfológiai osztályozásai a nemzetközi szakirodalomban. Földrajzi Közlemények 137. 2. pp. 105–120.
- Magyar Királyi Földművelésügyi Minisztérium Vízrajzi Intézete: Kárpát-medence víz borította és árvíz járta területei („Pocsolyatérkép”), 1938.
- NAGY I. R. – NOVÁK T. J. 2007: A hazai vízfolyás-helyreállítások fogalomhasználatáról. Hidrológiai Közöny 87. 1. pp. 40–44.
- NBS 2015: Az Országgyűlés 28/2015. (VI. 17.) OGY határozata a biológiai sokféleség megőrzésének 2015–2020 közötti időszakra szóló nemzeti stratégiájáról.
- NBS 2021: A biológiai sokféleség megőrzésére vonatkozó, 2021–2030 közötti időszakra szóló nemzeti stratégia. Tervezet (2021. október 12.)
- NTS 2017: Nemzeti Tájstratégia (2017–2026). Földművelésügyi Minisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály.
- Országos Vízügyi Főigazgatóság által rendelkezésünkre bocsátott adatok: vízfolyás víztestek középvonala, árvízvédelmi fővédvonalak térképe
- PHILLIPS, R. T. J. – DESLOGES, J. R. 2015: Alluvial floodplain classification by multivariate clustering and discriminant analysis for low-relief glacially conditioned river catchments. Earth Surface Processes and Landforms, 40, pp. 756–770.

- RINALDI, M. – GURNELL, A.M. – GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. – BUSSETTINI, M. – HENDRIKS D. 2016: Classification of river morphology and hydrology to support management and restoration. *Aquatic Sciences* 78. pp. 17–33.
- SNELDER, T. H. – BIGGS B. J. F. 2002: Multiscale river environment classification for water resources management. *Journal of the American Water Resources Association* Vol. 38. 5. pp. 1225–1239.
- VGT2 2015: Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve – 2015. Országos Vízügyi Főigazgatóság
- VGT3 2021: Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve – 2021. II. Vitaanyag. Országos Vízügyi Főigazgatóság
- WANTZEN, K. – ALVES, CARLOS B. – BADIANE, S. – BALA, R. – BLETTLER, M. – CAO, Y. – KOLB, M. – KONDOLF, G. M. – LEITE, M. – MACEDO, D. – MAHDI, O. – ROTHE-NEVES M. – PERALTA, E. – ROTGÉ, V. – RUEDA-DELGADO, G. – SCHARAGER, A. – SERRA-LLOBET, A. – YENGUÉ, J. – ZINGRAFF-HAMED, A. 2019: Urban stream and wetland restoration in the global south- A DPSIR Analysis. *Sustainability* 11.

TÁJVÉDELMI SZEMPONTOK ÉRVÉNYESÍTHETŐSÉGE AZ AUTÓPÁLYA-TERVEZÉS SORÁN – A HAZAI GYAKORLAT ÉRTÉKELÉSE ÉS MINTATERÜLETI PÉLDÁK

MÉSZÁROS SZILVIA

HOW CAN LANDSCAPE PROTECTION PRINCIPLES BE ENHANCED
DURING THE PLANNING PROCESS OF A MOTORWAY
– ASSESSMENT OF THE HUNGARIAN PLANNING PRACTICE AND SAMPLE AREAS

Abstract

The main goal of this research is to assess the enforceability of landscape protection in road planning processes. This work includes the overall research summarizing the planning framework of road development in Hungary and landscape aspects in connection with road infrastructure planning. Moreover, this paper evaluates the enforcement of some landscape protection aspects in the planning processes based on three cases studies – two Hungarian and one Swedish – focusing on different aspects of landscape protection. Highlighting the main results of the research, the main messages show that the enforceability of landscape protection principles is impeded in the current planning practice, especially during the choice of road corridor which is dominated by technical and economic aspects. Landscape protection aspects can be integrated on a local level in the phases of environmental impact assessments, detailed design and construction plans. The amount of space available is a significant limiting factor to realise the landscape protective proposals as planting design. Even though preliminary estimation of the impact of road network developments on landscape is a common practice, the follow-up is missing, therefore the long-term impacts on land potential remain unknown.

Keywords: landscape protection, motorway planning, transportation infrastructure, in-depth interviews

Bevezetés

A gyorsforgalmi úthálózat fejlesztése az utóbbi évtizedekben számottevő volt: 2006–2017 között – a csomóponti elemekkel együtt – 747 km gyorsforgalmi út épült meg (MÉSZÁROS Sz. 2021). Ennek egyik oka, hogy a 2000-es években megnőtt a nagyobb városcentrumok közötti ingázás (EGEDY T. 2021), így a gyors elérhetőség fontossá vált. A nagyobb forrásigényű – mint az autópálya építés is – beruházásokat 2007 óta Magyarországon nagyrészt Európai Unió forrásból valósították meg (Közlekedés Operatív Program, Integrált Közlekedésfejlesztési Operatív Program). A beruházások 2021–2027 között várhatóan az IKOP Plusz (Internet1) keretén belül folytatódnak. REMÉNYI P.–CSAPÓ D. G. (2021) kutatása alapján hasonló a helyzet a Nyugat-Balkánon is, ahol szintén főként külső forrásból épülnek az autópályák. Ennek egyik következménye, hogy a „külső forrásból épült útfejlesztési projektek sohasem teljesen érdeksemlegesek” (REMÉNYI P.–CSAPÓ D. G. 2021).

Az Európai Táj Egyezmény szerint az egyezményt ratifikáló és jogrendjükbe átültető tagállamok vállalják, hogy a „tájat beépítik minden olyan politikába, amelynek közvetlen vagy közvetett hatása lehet a tájakra”, így a közlekedéspolitikába is (2007. évi CXI. törvény). Ezzel összhangban van a Nemzeti Tájstratégia (2017–2026) célkitűzése is: „a tájba illesztett infrastruktúrák” (II. 2. alcél). Tehát a közlekedésfejlesztés során a tájvédelmi szempontokat mindezek alapján is szükséges figyelembe venni.

Nemzetközi irányelvek, egyezmények, stratégiák, nemzeti stratégiák, programok, koncepciók, tervek, valamint a szakirodalom alapján összefoglalhatók az útfejlesztések során betartandó főbb tájvédelmi alapelvek. Ezek alapján megfogalmazható egy olyan célállapot az út nyomvonalára, az út menti tájsávokra és az út közvetlen környezetére vonatkozóan, aminek megvalósítása alapkövetelmény lenne egy út tájba illesztése során. MÉSZÁROS SZ. (2021) szerint ez a célállapot (a tájba illesztett út) a következőképpen írható le: a vizsgált útkategória-elemeknek a műszaki követelmények és a tájvédelmi előírások betartásával tervezett nyomvonala és az utak menti tájsáv ideális esetben minél kevesebb táji, természeti értéket érint; az út építése előtti ökológiai kapcsolatokat nem veszélyezteti; igazodik a meglévő és a tervezett környező táj- és területhasználatokhoz, zöldfelületi rendszerhez, vízrajzi és terepadottságokhoz, így megelőzi a jövőbeni tájhasználati konfliktusok kialakulását. Figyelembe veszi nemcsak a műszaki infrastruktúra-elemek építéséből, hanem az út meglétéből adódó várható tájhasználati változásokat is. Ezekon kívül: az út közvetlen környezete rendezett: megfelelő növénytelepítéssel szegélyezett, a szükséges környezetvédelmi létesítmények megépültek, a rombolt felszínek, szükségtelemné vált infrastruktúra-elemek rehabilitációja megvalósult. Jelen kutatás alapkérdése, hogy a gyakorlatban ezt hogyan sikerül megvalósítani.

Anyag és módszer

Jelen tanulmány a hazai autópálya-tervezési és engedélyezési gyakorlat tájvédelmi szempontú értékelését, valamint két hazai és egy svéd mintaterület példáján, egy-egy főbb tájvédelmi szempont érvényesíthetőségét mutatja be a tervezési gyakorlatban.

A tájvédelmi szempontok érvényesíthetőségének értékelése a hazai úttervezési gyakorlatban a következő résztémákat fedi le: a táji-természeti hatások kezelése (szakmai javaslatok), a tervezési eszközök értékelése a tájbaillesztés szempontjából, monitoring tevékenység. Az értékelés főként a hazai tájvédelemben dolgozó, részben a mintaterületekhez kötődő szakemberek személyes és online interjúira támaszkodott. A 15 kérdést tartalmazó online interjút 15 célzottan kiválasztott, a közútfejlesztés és tájvédelem valamely részfeladatával vagy összefüggéseivel foglalkozó szakember töltötte ki 2020 január-februárjában. A táji hatások értékelésének és a tájvédelmi javaslatok gyakorlati alkalmazásának bemutatását az interjúkon kívül hazai útfejlesztési projektek dokumentumai (jellemzően környezeti hatástanulmányok) is kiegészítik (összesen 20 közútfejlesztési – nagyrészt gyorsforgalmi út építéséhez kapcsolódó, a mintaterületeken kívüli – projekt dokumentumai).

A három mintaterület példáján egy-egy résztémát mutatok be a tájvédelmi szempontok érvényesíthetőségére fókuszálva. A mintaterületek főbb alapadatait az *1. táblázat* foglalja össze. A mintaterületi elemzések során a terv-előzmények, a tervezési-engedélyezési folyamatban résztvevő kulcsszereplőkkel készített félig-strukturált mélyinterjúk (MEARS, L. C. 2012), illetve a környezetvédelmi és építési engedélyeztetésben keletkezett hivatalos dokumentumok (pl. környezetvédelmi és építési engedélyek, szakhatósági állásfoglalások, közmeghallgatások jegyzőkönyvei) jelentették az elemzések alapjait. Az M7 autópálya esetén 17, az M30 autópálya esetén 24, az E6 autópálya esetén pedig 4 dokumentumot használtam fel. A mélyinterjúk során összesen 32 interjúkérdés hangzott el, amelyek a következő résztémákra terjedtek ki: az adott cég/szervezet és annak szerepe a projektben, az interjúalany szerepe és felelőssége a projektben, táji-természeti értékekre gyakorolt hatások, hatáselkerülő/mérséklő intézkedések, személyes vélemény a nyomvonal-választásról, a különböző szereplők együttműködése a tervezés során, az

esetleges konfliktusok, monitoring tevékenység. Az interjúk többségéről hangfelvétel készült, majd a hangfelvételeket RYAN, G. W.–RUSSEL-BERNARD, H. (2003) alapján szó szerinti transzkripció követte. Összességében 21 interjú készült, aminek során mintegy 34 órányi hanganyag (ebből 8,5 óra angol nyelvű) és 266 oldalnyi (ebből 54 oldal angol nyelvű) transzkripció keletkezett.

1. táblázat – Table 1

	A mintaterületek alapadatai The basic data of sample areas		
	Magyarország: M7 autópálya	Magyarország: M30 autópálya	Svédország: E6 autópálya
Szakasz (települések)	Balatonkeresztúr –Nagykanizsa	Miskolc –Tornyosnémeti	Tanumshede –Rabbalshede
Szakasz (km szelvények)	170+700 – 206+200	30+100 – 86+848	nincs adat
Hossz (km)	35,5	56,75	13,5 (7,5 Pálen–Tanumshede, ami a Tanum világörök- ségi helyszínt érinti)
Főbb keresztmetszeti jellemzők	2×2 sáv; koronaszélesség: 26,6 m	2×2 sáv; koronaszélesség: 26,6 m–30,10 m (gyorsító/lassító sáv esetén)	2×2 sáv; koronaszélesség: 18,5 m
Jelentősebb műtárgyak / kapcsolódó létesítmények	1 db egyszerű pihenő, 1 db komplex pihenő, 4 db autópálya csomópont, 1 db völgyhíd, 13 db vadátjáró (ebből 6 db a pálya fölött)	2 db egyszerű pihenő, 1 db komplex pihenő, 1 db mérnökségi telephely, 6 db autópálya csomópont, 3 db vadátjáró a pálya fölött, 3 db kombinált átjáró a pálya alatt	kb. 235 m hosszú köz- úti alagút (felülvezetett nagyvad átjáróval), 1 db pihenőhely, 2 db autópálya csomópont
Tervezési időszak	1973–2015	2012–2019	1990-es évek közepétől 2014-ig
Forgalomba- helyezés	2008	2021	2015

Forrás/Source: MÉSZÁROS SZ. (2021)

A hazai tervezési gyakorlat értékelése

A közútfejlesztés táji, természeti hatásai és kezelésük

A táji, természeti hatások elemzésével részletesen az adott beruházáshoz kapcsolódó környezeti hatástanulmány foglalkozik. A főbb tapasztalatokat a 2. táblázat összegzi részletesen, amelyek közül a következőkben néhány fontosabb szempontot emelek ki.

Egy interjúidézet szemléletesen érzékelteti a hazai gyakorlat főbb problematikáját: „Nálunk Magyarországon ez egy sajnálatos dolog, hogy gyakorlatilag mi, mint egy csövet tudjuk nézni a nyomvonalas létesítményeknek a szűk környezetét. Sokkal nyitottabban a területek felé kellene tudnunk tevékenykedni, de hát ez itt a tulajdonviszonyok meg a bekerülési költségeknek a korlátozottsága miatt nem nagyon megy. (...) Inkább a hatáscsökkentő dolgokkal tudunk operálni.”

Táji, természeti hatások kezelése a hazai környezeti hatásvizsgálati gyakorlatban

Hatások csoportosítása	Hatás megnevezése	Hatások figyelembevétele a tervezési gyakorlatban	Hatások kezelése a gyakorlatban, lehetséges hatásmérséklő (elkerülő) intézkedések
Tájhasználatra, tájszerkezetre gyakorolt hatások	• az út és kapcsolódó létesítményeinek területfoglalása miatt tájhasználat átalakulás	• a területfoglalást minden esetben részletesen vizsgálják, sokszor (műszaki alapadatok rendelkezésre állása esetén) pontos kimutatás / legalább területi becslés történik (többféle gyakorlat: településrendezési területfelhasználási egységek, CORINE felszínborítás, művelési ágak), az erdőterületek igénybevételének kimutatása részletes • gyakran a 9/2007. (IV. 3.) ÖTM-rendelet szerinti biológiai aktivitásérték csökkentése kimutatásra kerül • a tájhasználatok elválasztásával kapcsolatban a helyi közlekedési kapcsolatok változását emelik ki, és ezzel összefüggő használati módok (mezogazdasági tevékenység) várható megváltozását (felhagyását) említik • az út tágabb környezetében bekövetkező várható változásokat általánosságban említik (pl. gazdasági területek várható megjelenése) és a rendelkezésre álló terület- és településrendezési tervek alapján prognosztizálják (általában csak röviden kitérve e szempontokra) • egyes dokumentumok konkrétan nevesítik a várható konfliktusokat, mások csak érintőlegesen tárgyalják (pl. lakóterületek közelségét általában vizsgálják a tájvédelmi vagy építési környezetéről szóló munkarészekben) • szinte minden dokumentumban szerepel a rombolt felületek (anyaggyerő helyek, deponiák, építési telkek, szállítási útvonalak) keletkezésének ténye a kivitelezés során • a tájszerkezeti változásokról érintőlegesen csak szó, elsősorban az (új) útpálya és kapcsolódó létesítmények kialakítása miatt, az elválasztó hatás kiemelésével	• a területfelhasználati változások esetén hatásmérséklő javaslat nincs • kompenzációs intézkedésként említhető az erdőtervény szerinti csereterolesztés megvalósítása, amennyiben a tervezett létesítmények üzemtervezett erdőterületet vesznek igénybe
	• új látványelemek megjelenése a tájképben (rálátás)	• az építés után hátramaradó rombolt felületek • tájhasználati átalakulás • tájhasználati konfliktusok generalása • az építés után hátramaradó rombolt felületek (anyaggyerő helyek, deponiák, építési telkek, szállítási útvonalak) keletkezésének ténye a kivitelezés során • a tájszerkezeti változásokról érintőlegesen csak szó, elsősorban az (új) útpálya és kapcsolódó létesítmények kialakítása miatt, az elválasztó hatás kiemelésével	• a tájhasználatok elválasztása minden esetben megoldandó útátvezetésekkel, szervizutak létesítésével (ettől függetlenül a helyi megközelíthetőségek változnak és ez sok esetben nehezíti a gazdálkodást) • az út tágabb környezetében történő tájhasználati változásokat nem tud javaslatot vagy előírást megfogalmazni az úttervezési gyakorlat, mert az nem kompetenciája (előírásokat csak a kisajátítási határvonalon belül tehet) • a várható tájhasználati konfliktusokat elsősorban növénytelepítéssel, környezetvédelmi létesítményekkel (pl. zajvédő falak) mérséklik (a konfliktusok elkerülésére szintén a nyomonkövetéssel nyílik lehetőség) • a kivitelezés után hátramaradó rombolt felszínek rehabilitációs javaslata (esetleg kiemelten kezelendő helyszínek azonosításával) • tájszerkezeti változások mérséklésére nincs konkrét javaslat az úttervezési gyakorlatban
Tájképre, tájkarakterre gyakorolt hatások	• új látványelemek megjelenése a tájképben (rálátás)	• a tájhasználatok elválasztásával kapcsolatban a helyi közlekedési kapcsolatok változását emelik ki, és ezzel összefüggő használati módok (mezogazdasági tevékenység) várható megváltozását (felhagyását) említik • az út tágabb környezetében bekövetkező várható változásokat általánosságban említik (pl. gazdasági területek várható megjelenése) és a rendelkezésre álló terület- és településrendezési tervek alapján prognosztizálják (általában csak röviden kitérve e szempontokra) • egyes dokumentumok konkrétan nevesítik a várható konfliktusokat, mások csak érintőlegesen tárgyalják (pl. lakóterületek közelségét általában vizsgálják a tájvédelmi vagy építési környezetéről szóló munkarészekben) • szinte minden dokumentumban szerepel a rombolt felületek (anyaggyerő helyek, deponiák, építési telkek, szállítási útvonalak) keletkezésének ténye a kivitelezés során • a tájszerkezeti változásokról érintőlegesen csak szó, elsősorban az (új) útpálya és kapcsolódó létesítmények kialakítása miatt, az elválasztó hatás kiemelésével	• a tájhasználatok elválasztása minden esetben megoldandó útátvezetésekkel, szervizutak létesítésével (ettől függetlenül a helyi megközelíthetőségek változnak és ez sok esetben nehezíti a gazdálkodást) • az út tágabb környezetében történő tájhasználati változásokat nem tud javaslatot vagy előírást megfogalmazni az úttervezési gyakorlat, mert az nem kompetenciája (előírásokat csak a kisajátítási határvonalon belül tehet) • a várható tájhasználati konfliktusokat elsősorban növénytelepítéssel, környezetvédelmi létesítményekkel (pl. zajvédő falak) mérséklik (a konfliktusok elkerülésére szintén a nyomonkövetéssel nyílik lehetőség) • a kivitelezés után hátramaradó rombolt felszínek rehabilitációs javaslata (esetleg kiemelten kezelendő helyszínek azonosításával) • tájszerkezeti változások mérséklésére nincs konkrét javaslat az úttervezési gyakorlatban
	• új látványelemek megjelenése a tájképben (rálátás)	• a tájhasználatok elválasztásával kapcsolatban a helyi közlekedési kapcsolatok változását emelik ki, és ezzel összefüggő használati módok (mezogazdasági tevékenység) várható megváltozását (felhagyását) említik • az út tágabb környezetében bekövetkező várható változásokat általánosságban említik (pl. gazdasági területek várható megjelenése) és a rendelkezésre álló terület- és településrendezési tervek alapján prognosztizálják (általában csak röviden kitérve e szempontokra) • egyes dokumentumok konkrétan nevesítik a várható konfliktusokat, mások csak érintőlegesen tárgyalják (pl. lakóterületek közelségét általában vizsgálják a tájvédelmi vagy építési környezetéről szóló munkarészekben) • szinte minden dokumentumban szerepel a rombolt felületek (anyaggyerő helyek, deponiák, építési telkek, szállítási útvonalak) keletkezésének ténye a kivitelezés során • a tájszerkezeti változásokról érintőlegesen csak szó, elsősorban az (új) útpálya és kapcsolódó létesítmények kialakítása miatt, az elválasztó hatás kiemelésével	• a tájhasználatok elválasztása minden esetben megoldandó útátvezetésekkel, szervizutak létesítésével (ettől függetlenül a helyi megközelíthetőségek változnak és ez sok esetben nehezíti a gazdálkodást) • az út tágabb környezetében történő tájhasználati változásokat nem tud javaslatot vagy előírást megfogalmazni az úttervezési gyakorlat, mert az nem kompetenciája (előírásokat csak a kisajátítási határvonalon belül tehet) • a várható tájhasználati konfliktusokat elsősorban növénytelepítéssel, környezetvédelmi létesítményekkel (pl. zajvédő falak) mérséklik (a konfliktusok elkerülésére szintén a nyomonkövetéssel nyílik lehetőség) • a kivitelezés után hátramaradó rombolt felszínek rehabilitációs javaslata (esetleg kiemelten kezelendő helyszínek azonosításával) • tájszerkezeti változások mérséklésére nincs konkrét javaslat az úttervezési gyakorlatban
	• új látványelemek megjelenése a tájképben (rálátás)	• a tájhasználatok elválasztásával kapcsolatban a helyi közlekedési kapcsolatok változását emelik ki, és ezzel összefüggő használati módok (mezogazdasági tevékenység) várható megváltozását (felhagyását) említik • az út tágabb környezetében bekövetkező várható változásokat általánosságban említik (pl. gazdasági területek várható megjelenése) és a rendelkezésre álló terület- és településrendezési tervek alapján prognosztizálják (általában csak röviden kitérve e szempontokra) • egyes dokumentumok konkrétan nevesítik a várható konfliktusokat, mások csak érintőlegesen tárgyalják (pl. lakóterületek közelségét általában vizsgálják a tájvédelmi vagy építési környezetéről szóló munkarészekben) • szinte minden dokumentumban szerepel a rombolt felületek (anyaggyerő helyek, deponiák, építési telkek, szállítási útvonalak) keletkezésének ténye a kivitelezés során • a tájszerkezeti változásokról érintőlegesen csak szó, elsősorban az (új) útpálya és kapcsolódó létesítmények kialakítása miatt, az elválasztó hatás kiemelésével	• a tájhasználatok elválasztása minden esetben megoldandó útátvezetésekkel, szervizutak létesítésével (ettől függetlenül a helyi megközelíthetőségek változnak és ez sok esetben nehezíti a gazdálkodást) • az út tágabb környezetében történő tájhasználati változásokat nem tud javaslatot vagy előírást megfogalmazni az úttervezési gyakorlat, mert az nem kompetenciája (előírásokat csak a kisajátítási határvonalon belül tehet) • a várható tájhasználati konfliktusokat elsősorban növénytelepítéssel, környezetvédelmi létesítményekkel (pl. zajvédő falak) mérséklik (a konfliktusok elkerülésére szintén a nyomonkövetéssel nyílik lehetőség) • a kivitelezés után hátramaradó rombolt felszínek rehabilitációs javaslata (esetleg kiemelten kezelendő helyszínek azonosításával) • tájszerkezeti változások mérséklésére nincs konkrét javaslat az úttervezési gyakorlatban
	• új látványelemek megjelenése a tájképben (rálátás)	• a tájhasználatok elválasztásával kapcsolatban a helyi közlekedési kapcsolatok változását emelik ki, és ezzel összefüggő használati módok (mezogazdasági tevékenység) várható megváltozását (felhagyását) említik • az út tágabb környezetében bekövetkező várható változásokat általánosságban említik (pl. gazdasági területek várható megjelenése) és a rendelkezésre álló terület- és településrendezési tervek alapján prognosztizálják (általában csak röviden kitérve e szempontokra) • egyes dokumentumok konkrétan nevesítik a várható konfliktusokat, mások csak érintőlegesen tárgyalják (pl. lakóterületek közelségét általában vizsgálják a tájvédelmi vagy építési környezetéről szóló munkarészekben) • szinte minden dokumentumban szerepel a rombolt felületek (anyaggyerő helyek, deponiák, építési telkek, szállítási útvonalak) keletkezésének ténye a kivitelezés során • a tájszerkezeti változásokról érintőlegesen csak szó, elsősorban az (új) útpálya és kapcsolódó létesítmények kialakítása miatt, az elválasztó hatás kiemelésével	• a tájhasználatok elválasztása minden esetben megoldandó útátvezetésekkel, szervizutak létesítésével (ettől függetlenül a helyi megközelíthetőségek változnak és ez sok esetben nehezíti a gazdálkodást) • az út tágabb környezetében történő tájhasználati változásokat nem tud javaslatot vagy előírást megfogalmazni az úttervezési gyakorlat, mert az nem kompetenciája (előírásokat csak a kisajátítási határvonalon belül tehet) • a várható tájhasználati konfliktusokat elsősorban növénytelepítéssel, környezetvédelmi létesítményekkel (pl. zajvédő falak) mérséklik (a konfliktusok elkerülésére szintén a nyomonkövetéssel nyílik lehetőség) • a kivitelezés után hátramaradó rombolt felszínek rehabilitációs javaslata (esetleg kiemelten kezelendő helyszínek azonosításával) • tájszerkezeti változások mérséklésére nincs konkrét javaslat az úttervezési gyakorlatban

Hatások csoportosítása	Hatás megnevezése	Hatások figyelembevétele a tervezési gyakorlatban	Hatások kezelése a gyakorlatban, lehetséges hatásmérséklő (elkerülő) intézkedések
Tájképre, tájkarakterre gyakorolt hatások	<ul style="list-style-type: none"> • egyes látványkapcsolatok megszűnése (konflatozás) • hosszútávon a táj karakterének megváltozása 	<ul style="list-style-type: none"> • a látványkapcsolatok megszűnését egyes dokumentumok érintőlegesen tárgyaltják (pl. zajárnyékoló falak, út töltésnek látványkorlátozó szerepe miatt), de nem minden esetben vizsgálát • a tájkarakter említése megtörténik, részletes hosszútávú elemzések nincsenek (melyek kitérnek az útmeneti térségben várható területlehasználati változásokra is) 	<ul style="list-style-type: none"> • a látványkapcsolatok megszűnését egyes műszaki létesítmények (pl. töltések, különszintű esomópontok, zajárnyékoló falak) okozzák, ezt a hatást mérsékelni nem lehet • egyedül az útmeneti növénytelepítés megerősödése hat hosszútávon az adott tájrészlet tájkarakterére (rövidtávon a kialakított műszaki létesítmények befolyásolják, lásd. rálátás), az út tágabb környezetnek tájkarakterére vonatkozó javaslatok megfogalmazása nem az úttervezés kompetenciája (előírásokat csak a kisajátítási határvonalon belül tehető) • hatásmérséklő javaslatok megfogalmazása kifejezetten a tájpotenciál miatt nem történik, azonban tágabb értelemben ide érhető a környezeti hatástulmányokban szereplő összes hatásmérséklő javaslat (pl. zajárnyékoló falak létesítése a rekreációs potenciál megőrzésével, ökológiai átjárók az ökológiai potenciálra gyakorolt kedvezőtlen hatások csökkentésével, a növénytelepítési javaslatok a tájképi potenciál változásával függnek össze)
Tájpotenciálra gyakorolt hatások	<ul style="list-style-type: none"> • erdőgazdasági potenciál (áttermesztés és vadgazdálkodást is beleértve) változása • mezőgazdasági potenciál változása • rekreációs, turisztikai potenciál változása • ipari, gazdasági potenciál változása • ökológiai potenciál változása • tájképi potenciál változása • egyedi tájértékek veszélyeztetése 	<ul style="list-style-type: none"> • a tájpotenciálra gyakorolt hatások vizsgálata maximum említés szintű (néhány mondatos) a vizsgált dokumentumokban, esetenként maga a kifejezés sem jelenik meg. • általánosságban a gazdasági potenciál növekedése és a mezőgazdasági potenciál (helyenként a turisztikai potenciál) csökkenése kerül kiemelésre 	<ul style="list-style-type: none"> • egyedi tájértékekkel kapcsolatos javaslatok nem jelennek meg a dokumentumokban • régészeti lelőhelyek elkerülésére vagy egyéb vizsgálatokra és beavatkozásokra (pl. megelőző feltárás, próbafeltárás, régészeti megfigyelés) az ERD részletes javaslatot ad, esetenként egyes régészeti lelőhelyek elkerülése jogszabályi kötelezettség • hatásmérséklő javaslat megfogalmazása nem történik
Kultúrtörténeti táji értékekre gyakorolt hatások	<ul style="list-style-type: none"> • védelem alatt álló épített elemek veszélyeztetése (nem csak területfoglalás miatt, lehet pl. rezgésterhelés miatt is) • természetszerű, természetközeli élőhelyek megszüntetése 	<ul style="list-style-type: none"> • várhatóan közvetlenül érintett egyedi tájértékek meghatározása • sok esetben előzetes régészeti dokumentáció (ERD) készül (jogszabályi előírás), amely részletesen vizsgálja a várhatóan érintett régészeti lelőhelyeket • védelem alatt álló épített elemek, kultúrtörténeti elemek számbavételre kerülnek, a várható érintettség megnevezésével, de egyéb részletes vizsgálat nincs • minden esetben vizsgáltak a természetszerű, természetközeli élőhelyek, és több esetben számszerűsítésre kerülnek a tervezett létesítmények által érintett élőhelyek 	<ul style="list-style-type: none"> • régészeti lelőhelyek elkerülésére vagy egyéb vizsgálatokra és beavatkozásokra (pl. megelőző feltárás, próbafeltárás, régészeti megfigyelés) az ERD részletes javaslatot ad, esetenként egyes régészeti lelőhelyek elkerülése jogszabályi kötelezettség • hatásmérséklő javaslat megfogalmazása nem történik • értékesebb élőhelyek közvetlen (területi) érintettség esetén a műszaki megoldásokra adott javaslatok (pl. területi igénybevétel minimalizálása – részű helyeti támlálás megoldás – esetleg dombvidéki tájrészletben völgyhídak alkalmazása)

* Beleértve a természeti értékekre gyakorolt hatásokat

Hatasok csoportosítása	Hatás megnevezése	Hatások figyelembevételére a tervezési gyakorlatban	Hatások kezelése a gyakorlatban, lehetséges hatásmérséklő (elkerülő) intézkedések
<ul style="list-style-type: none"> • (természetszerű, természetközeli) élőhelyek megszüntetése 	<ul style="list-style-type: none"> • az érintett élőhelyekhez kötődő védett és fokozottan védett fajok azonosítása is megtörténik, közvetlen érintettség esetén állománybecsléssel és pontos területi előfordulás megnevezésével 	<ul style="list-style-type: none"> • szinte minden dokumentum a legjelentősebb ökológiai hatásként említi a fragmentációt • általában részletesen a vizsgált tájrészlet vad, kétféltű- és hullóállományát elemzik, a lehetséges mozgási irányok, élőhelyek feltérképezésével • az üzemelés várható ökológiai hatásai között sok esetben általánosságban kerül említésre az új, mint „negatív ökológiai folyoso” (inváziós fajok gyors terjedési lehetősége), esetenként a környező területeken megtalálható tájidegen özőnművenyek és főbb jellemzőik is összegezésre kerülnek (melyek megjelenése valószínűsíthető a rombolt felszíneken) 	<ul style="list-style-type: none"> • védett növényfajok egyedinek áttelepítése • védett madárfajok egyedeknek közvetlen érintettség esetén kompenzációs javaslatok: fészkelőhelyek létesítése, odúk kihelyezése • egyéb fajspecifikus védelmi létesítmények (pl. madárvédelmi fákak) • kivitelezésre javasolt térbeli és időbeli korlátozások, ideiglenes kerítés létesítése a kivitelezés megkezdése előtt az értékes élőhelyek védelme érdekében • ökológiai átjárók és hozzájuk kapcsolódó terelőrendszerek, vadátjárók létesítése, vízfolyás keresztesékek ökológiai átjáróként is funkcionáló kialakítására tett javaslatok • monitoring tevékenység előírása a tervezett ökológiai kapcsolatok biztosítását szolgáló létesítmények eredményességére • az építés után hátramaradó szabad talajfelszínnek, rombolt felszínnek rehabilitációjára vonatkozó javaslatok – esetenként a rehabilitáció során (ökológiai és tájképi szempontok alapján) kiemelten kezelendő szakaszok meghatározásával • a területen előforduló tájidegen özőnművenyek elleni védekezési lehetőségek részletes ismertetése • az útmenti növényzet rendszeres ápolására vonatkozó javaslat (általában évi legalább 2-3 kaszálás javaslatával) • monitoring tevékenység előírása az inváziós növényfajok elterjedésére vonatkozóan • növénytelepítésre vonatkozó javaslatok (fajválasztás során az út környezeti kizárólag a vadátjárók közelében telepítendő fajok birjának csalogató hatással, egyéb szakaszokon nem telepíthető olyan faj, amelynek termése kedvelt táplálékot jelent a madaraknak és a kismamókaknak) • egyes helyszíneken élővilágvédelmi célból is javasoltak zajárnyékoló falak
<ul style="list-style-type: none"> • új élőhely létrejötte, melyek esetenként természetvédelmi értéket is képviselhetnek (pl. záportározó, mint kételtű szaporodóhely) • forgalom, üzemeltetés zavaró hatásai (pl. zaj- és levegőtérhelés, fény, téli szójas) • közvetlen elütések 	<ul style="list-style-type: none"> • az üzemelés várható ökológiai hatásai között általában részletesen kerül említésre az új mentális szegélynövényzet és úttest csalogató hatása (élőhely létesítés) • az üzemelés várható ökológiai hatásai között általában részletesen kerül említésre az új mentális szegélynövényzet és úttest csalogató hatása (élőhely létesítés) 	<ul style="list-style-type: none"> • szinte minden dokumentum említi általánosságban, de egyes dokumentumokban meghatározásra kerültek az elütésveszélyes útszakaszok is (pl. vadvédelmi vagy kételtűek szempontjából) 	<ul style="list-style-type: none"> • vadvédelmi kerítések, hálók alkalmazása • monitoring tevékenység előírása (általában kételtűek, nullók, emlősök elütésének vizsgálatára)

Ökológiai hatások (beleértve a természeti értékre gyakorolt hatásokat)

A tájhasználatok és élőhelyek szempontjából egyaránt az egyik legjelentősebb táji hatás a fragmentáció, amelyet részben ökológiai átjárókkal, vadátjárókkal, valamint földút-átvezetésekkel, szervizutakkal mérsékelnek. Ezek száma azonban nagyban függ az anyagi forrásoktól, ami jelentős befolyásoló tényező. Több interjúalany is kiemelte, hogy az ökológiai átjárók, vadátjárók akkor valósulnak meg, ha ezeket a hatóság is előírja (pl. a környezetvédelmi engedélyben rögzíti). Ugyanakkor a hatékony működést akadályozhatja, hogy sokszor az illetékes vadásztársaságok, földtulajdonosok gépkocsival kívánják használni a vadátjárókat a területek megközelítésére.

Több (online és személyes) interjúban is előkerült, hogy a tervezési gyakorlat során egyre fontosabb tervezési szempont a területfoglalás minimalizálására való törekvés, ami nemcsak a műszaki létesítmények, hanem a kapcsolódó növénytelepítés helybiztosítására is kihat: egyes interjúalanyok szerint sokszor kb. 3 m szélességű sáv marad, ahová fás szárú növényzet telepíthető. Ez nemcsak tájhasználati, tájképi, hanem ökológiai szempontból is kedvezőtlen, ugyanis a vadátjárókhöz kapcsolódó (rávezető) növénytelepítés gyakran hiányzik, ami a vadátjáró hatékonyságát csökkenti.

Míg a tervezett beavatkozások közvetlen területfoglalását a hatástanulmányok a jogszabályi előírásnak (314/2005 (XII. 25. Korm. rend.) megfelelően részletesen tárgyalják, a közvetett tájhasználati, tájszerkezeti változásokkal, tehát megépülése után az út tágabb környezetében várható változásokkal csak érintőlegesen, elméleti szinten foglalkoznak. A vizsgált dokumentumok alapján a tágabb térség várható tájhasználati, tájszerkezeti változásainak összefoglalása a hatályos terület- és településrendezési tervek alapján történik (de esetenként a leírás csak a tervezett létesítmény illeszkedésére szorítkozik, a várható változásokat nem tárgyalja), illetve általánosságokat tud kiemelni (pl. gazdasági területek megjelenése várható). Az út tágabb környezetében történő tájhasználati változásokra nem tud javaslatot vagy előírást megfogalmazni az úttervezési gyakorlat, mert az nem kompetenciája (l. a fenti idézetet). Ezzel összefügg, hogy az úttervezés során minden meglévő ingatlan megközelíthetőségét valamilyen formában biztosítani kell, de ez a (lokális) megközelíthetőség egy új gyorsforgalmi út esetén általában kedvezőtlen irányba változik, ezáltal nehezítheti a mezőgazdasági művelés folyamatát is (l. pl. alább: M30 autópálya menti szőlőterületek).

A tájképi változások értékelése is jogszabályi előírás, a vizsgált dokumentumok leginkább a tervezett létesítmények várható látványával foglalkoznak, tehát elsődlegesen a rálátást vizsgálják részletesen. Egyes hatástanulmányokban megjelent egy „szubjektív pontozási rendszer” a jelentősebb műtárgyak várható tájképi hatásaira, ahol a főbb nézőpontok és látványkorlátozó elemek feltárása mellett (szöveges értékelés) egy pontszámot rendelnek minden tájképi szempontból jelentősebb műtárgyhoz. Az értékelés alapja előre meghatározott nézőpontokból a terepi bejárások tapasztalata vagy a Google Street View képei. Látványtervek készítése a hazai gyakorlatban nem jellemző, azonban két esetben előfordult a vizsgált dokumentumokban. A tájjellegre (tájkarakterre) gyakorolt hatások vizsgálata az online interjúk válaszaiban szinte alig, egy-egy esetben kerültek csak elő, pedig jogszabályi előírás van e szempont vizsgálatára (314/2005 (XII.25. Korm. rend.).

Az online interjúk eredményei alapján több válaszadó kiemelte a táji értékekre gyakorolt hatások vizsgálatának fontosságát, amelyek közül nevesítették a következőket: a természeti értékek, az egyedi tájértékek, a hagyományos tájhasználatok, a térbeli látványkapcsolatok és a tájképet meghatározó elemek, elem-együttesek, a zöldfelületi rendszer. A vizsgált dokumentumok alapján a következő főbb megállapítások tehetők:

A természeti értékek közül a védett természeti területekre, a természetvédelmi szempontból fontos területekre (pl. nemzeti ökológiai hálózat elemei, Natura 2000 területek), a védett és fokozottan védett fajokra, illetve természetvédelmi oltalom alatt nem álló ter-

mészetes és természetszerű élőhelyekre vonatkozó felméréseket és hatásmérséklő intézkedéseket részletesen bemutatják a gyakorlatban. A Natura 2000 területekre (közösségi jelentőségű élőhelyekre és fajokra) vonatkozóan jogszabályi előírások (275/2004. (X. 8.) Korm. rendelet) szerint kötelező Natura 2000 hatásbecslési dokumentációt készíteni.

Az egyedi tájértékek számbavétele megtörténik, az érintettségük megnevezésével, azonban további védelmi javaslatokat nem fogalmaznak meg.

Az egyéb kultúrtörténeti értékekre gyakorolt hatások közül a régészeti lelőhelyek vizsgálata részletes, tekintve, hogy jogszabályi kötelezettség van előzetes régészeti dokumentáció készítésére (2001. évi LXIV. törvény). A kulturális örökség egyéb értékeinek (pl. műemlékek, helyi védelem alatt álló építmények) számbavétele is megtörténik a tervezett út környezetében, azonban hatásmérséklő javaslatokat – az egyedi tájértékekhez hasonlóan – jellemzően nem fogalmaznak meg.

A hagyományos tájhasználatok (pl. kertgazdasági területek, gyümölcsösök, tanyás térségek) ismertetése a hatásterületen szintén megtörténik, azonban hatásmérséklő intézkedéseket jellemzően e területek védelme érdekében nem fogalmaznak meg. (Az értékvédelem elsősorban az elkerüléssel, tehát a megfelelő nyomvonal-választással valósulhat meg.)

A zöldfelületi rendszerre gyakorolt hatásokat részben terület-kimutatásokkal (pl. a várható fás szárú növényzet irtásának becsült mérete), részben a – vizsgálat időpontjában még hatályos – 9/2007. (IV. 3.) ÖTM-rendelet szerinti biológiaiaktivitásérték-csökkenés kimutatásával számszerűsítik. Az út menti növénytelepítésre vonatkozóan az utóbbi időszakban jellemzően koncepcionális javaslatokat fogalmaznak meg (pl. adott helyszíneken alkalmazandó növénytelepítési formák, esetleg fajlista) már a környezeti hatástanulmányokban is.

Tájéki értékek: a tájképet meghatározó elemek, látványkapcsolatok, tájképi szempontból értékes tájrészletek azonosítására általában kitér a táji adottságok leírása (alapállapot) munkarész, azonban a hatások bemutatása a fentiek alapján sok esetben inkább a tervezett létesítmények láthatóságára, kevésbé a tájképi értékekre gyakorolt hatásokra koncentrálnak.

Tervezési eszközök értékelése a tájvédelmi szempontok érvényesíthetősége alapján

Egy új út építése esetén a leghatékonyabb tájbaillesztési eszköz a nyomvonal tájvédelmi szempontokat is figyelembe vevő kialakítása. A tervezési eszközöket és szerepüket a tájbaillesztésben a 3. táblázat mutatja be.

A hazai tervezési rendszer elemzése alapján megállapítható, hogy a nyomvonal kiválasztása a megvalósíthatósági tanulmány fázisában dől el, azonban e tertípusban a tájvédelmi szempontok érvényesíthetősége alapvetően a kizáró tényezők (pl. országos jelentőségű védett természeti területek jelentős területi érintettsége) azonosításában kimerül, a nyomvonal kiválasztásakor főként műszaki és gazdasági szempontok dominálnak. A későbbi tervfázisokban az érintett tájrészlet részletesebb vizsgálata során felmerülő esetleges konfliktusok miatt kisebb nyomvonal-korrekciók elképzelhetők, azonban jelentős változtatások jellemzően nem történnek.

A jelenlegi tervezési gyakorlatban a környezeti hatástanulmány a táji adottságokat, értékeket legrészletesebben vizsgáló tervezési eszköz, így a tájvédelmi szempontok érvényesíthetősége szempontjából kiemelten fontos szerepe van. Azonban a hatástanulmány általában csak egy, maximum két nyomvonalat vizsgál, így a tájvédelmi alapelvek érvényesíthetőségét a hatásmérséklő intézkedések meghatározása által, elsősorban helyi szinten tudja befolyásolni. A hatásmérséklő intézkedések akkor érvényesíthetők jól a továbbtervezés során, ha mint előírások bekerülnek a környezetvédelmi engedélybe. Az engedélyezési és kiviteli tervek szintén a lokális tájbaillesztést segíthetik elő (pl.

Főbb tervezési eszközök szerepe a tájbailestésben
The role of the main planning tools in fitting into landscape

Tervezési eszköz	Tervezési fázis lényege a köztűt(hálózat) tervezése szempontjából	Szerepe a tájbailestésben a gyakorlat alapján	Tájbailestés érvényesítési lehetősége
Terrületrendezési Tervek és Stratégiai Környezeti Vizsgálatok	országos és térségi műszaki infrastruktúra-hálózati elemek helybiztosítása, elhelyezéskük összehangolása	nyomvonal területstávjának kijelölése	átgondolt területhasználati rendszer, konfliktusszegény sávok teresése új nyomvonalak számára a tájvédelmi alapelvek figyelembevételével
Településrendezési Terv és Stratégiai Környezeti Vizsgálat	területbiztosítás az adott úthálózati elemek, védősávok kijelölése	az út területfoglalásának kijelölése, jövőbeni tájhasználati konfliktusok mérséklési lehetősége az út menti területhasználatok megválasztásától függően kizáró tényezők (pl. országos jelentőségű védett természeti területek, Natura 2000 területek jelentős érintettsége) azonosítása és érvényesítése a nyomvonal kiválasztása során	lokális tájhasználati konfliktusok mérséklési lehetősége
Projekt Megalapozó Tanulmány, Megvalósíthatósági Tanulmány, Műszaki tanulmányterv	nyomvonalváltzatok döntés-előkészítése (elsősorban műszaki, gazdasági, kisebb részben környezetvédelmi szempontból) lehetséges nyomvonalváltzatok kidolgozása, főbb műtárgyak, csoportok, pihenőhelyek stb. elhelyezése	nyomvonalváltzatok értékelésénél a tájvédelmi szempontok érvényesítési lehetősége elsősorban a műszaki tervezőkkel történő együttműködés, de a tervnek kötelező tájvédelmi munkarésze nincs több nyomvonal esetén részletes tájvédelmi értékelés alapján meghatározható a legkedvezőbb nyomvonal / egy nyomvonal esetén részletesen felárthatók a tájra gyakorolt hatások, meghatározhatók a hatásmérséklő javaslatok, esetleg javasolható kisebb nyomvonal módosítás (korrekció) a monitoring tevékenységhez hasonlóan szerepe lehetne a tapasztalatok megfogalmazásában, tanulságok levonásában, azonban nincs kötelező tájvédelmi munkarésze	nyomvonal kiválasztása lehetséges nyomvonalváltzatok kialakítása
Előzetes Vizsgálati Dokumentum, Környezeti Hatástanulmány (Natura 2000 hatábecsítés)	a kiválasztott nyomvonallra, vagy főbb nyomvonal-változatra (tanulmányterv vagy engedélyezési terv műszaki tartalmára) készülő környezeti hatábecsítés, melynek önálló tájvédelmi munkarésze is van	nyomvonalváltzatok értékelésénél a tájvédelmi szempontok érvényesítési lehetősége elsősorban a műszaki tervezőkkel történő együttműködés, de a tervnek kötelező tájvédelmi munkarésze nincs több nyomvonal esetén részletes tájvédelmi értékelés alapján meghatározható a legkedvezőbb nyomvonal / egy nyomvonal esetén részletesen felárthatók a tájra gyakorolt hatások, meghatározhatók a hatásmérséklő javaslatok, esetleg javasolható kisebb nyomvonal módosítás (korrekció) a monitoring tevékenységhez hasonlóan szerepe lehetne a tapasztalatok megfogalmazásában, tanulságok levonásában, azonban nincs kötelező tájvédelmi munkarésze	kiválasztott nyomvonallal részletes vizsgálata, hatásmérséklő javaslatok (pl. szükséges környezetvédelmi létesítmények meghatározása, javaslat a környezetrendezés módjára) és szükséges monitoring javaslatok megfogalmazása
Környezetvédelmi Teljesítményértékelés	már elkészült nyomvonal /megvalósult fejlesztés esetén a megvalósulás környezeti hatásainak (utólagos) összefoglalása	az út környezetrendezésének megtervezése a hatósági elvárásoknak megfelelően, pl. út menti növénytelepítés, környezetvédelmi létesítmények (pl. vadvédelmi kerítés, ökológiai átjáró, zajárnyékoló fal stb.) az út környezetrendezésének megtervezése a kivitelezéshez szükséges részletességgel, részletrajzokkal, részletes anyag-és mennyiségkimutatással, tervezői költségbecsléssel, illetve tartalmazhat monitoring javaslatokat	megvalósult projekt tanulságainak értékelése
Engedélyezési Terv	építést megelőző hatósági engedélyezési eljárás alapjaul szolgáló terv, már pontos területlehatárolást tartalmaz	az út környezetrendezésének megtervezése a hatósági elvárásoknak megfelelően, pl. út menti növénytelepítés, környezetvédelmi létesítmények (pl. vadvédelmi kerítés, ökológiai átjáró, zajárnyékoló fal stb.) az út környezetrendezésének megtervezése a kivitelezéshez szükséges részletességgel, részletrajzokkal, részletes anyag-és mennyiségkimutatással, tervezői költségbecsléssel, illetve tartalmazhat monitoring javaslatokat	létesítmények megtervezése
Kiviteli Terv	az építési engedély alapján készített, az a műszaki kialakításokat és megoldásokat részletesen tartalmazó terv, területlehatárolás minimálisan módosulhat az engedélyezési tervhez képest	az út környezetrendezésének megtervezése a hatósági elvárásoknak megfelelően, pl. út menti növénytelepítés, környezetvédelmi létesítmények (pl. vadvédelmi kerítés, ökológiai átjáró, zajárnyékoló fal stb.) az út környezetrendezésének megtervezése a kivitelezéshez szükséges részletességgel, részletrajzokkal, részletes anyag-és mennyiségkimutatással, tervezői költségbecsléssel, illetve tartalmazhat monitoring javaslatokat	környezetrendezés, környezetvédelmi létesítmények, rombolt feltületek rehabilitációjának megtervezése, monitoring terv készítése

Forrás/Source: MÉSZÁROS SZ. (2021)

növény-telepítési terv, környezetvédelmi létesítmények kialakítása). A tervezés számára azonban jelentős korlátozó tényezőt jelent a rendelkezésre álló terület kisajátítási határ által szabott kiterjedése.

Monitoring tevékenység a gyakorlatban

A kötelezően elvégzendő monitoring tevékenységet a környezetvédelmi hatóság határozatban írja elő az adottságoknak megfelelően (pl. van-e közeli lakóépület, érintett vízbázis stb.), a monitoring terv készítése a kiviteli tervfázis feladata. A monitoring tevékenységet a kivitelező végzi, a szerződése szerint általában 3–5 évig, ez után a Magyar Közút Nonprofit Zrt. feladata a fenntartás mellett.

Az online interjúk értékelése alapján megállapítható, hogy a közútfejlesztéshez kapcsolódóan legtöbb esetben zaj- és levegővédelmi monitoring tevékenység valósul meg. Az üzemelés alatti időszakban esetenként jellemző az élővilág-védelmi monitoring tevékenység is, ami pl. az ökológiai átjárók, vadátjárók, a vadmozgások és vadelütések megfigyelésére, védett növény- és állatfajokra, inváziós fajok elterjedésére, illetve a növénytelepítésre terjed ki. Egy interjúalany elmondása alapján az élővilág-védelmi utókövetés folyamata azonban hosszú távon már nem, illetve csak egyes esetekben valósul meg: *„Nagyon rosszak a tapasztalatok. Addig, amíg szavatosság van az úton, tehát 3 év, addig [a kivitelező] hajlandó ezeket a vizsgálatokat elvégezni. A közútkezelő már szinte soha nem bizza meg a biológusokat.”*

Az online interjúk alapján a válaszadók fele (7 személy) gondolja úgy, hogy az elvégzett monitoring tevékenység eredményei nem, vagy csak minimális mértékben befolyásolják a tervezést más projektek megvalósítása során. Egy interjúalany szerint a monitoring tevékenység eredményei azért nem tudnak beépülni a gyakorlatba, mert annak eredményei nem jutnak vissza a tervezőkhöz.

Egy új út megépülése utáni időszakban a tágabb térségben bekövetkező tájhasználati változások utókövetése a gyakorlatban nem valósul meg, az útfejlesztések miatt hosszú távon fellépő közvetett tájhasználati, tájszerkezeti, tájképi változásokat nem értékeli a tervezési gyakorlat, ezáltal a tájpotenciálra gyakorolt hosszú távú következmények sem ismertek. Esetenként készülnek környezetvédelmi teljesítmény-értékelések egyes útfejlesztési projektekre, így lehetőség lenne a jelenlegi tervezési eszközök közé illesztve ezáltal egyfajta tájvédelmi monitoring tevékenység megvalósítására is, azonban az e dokumentumra vonatkozó tartalmi követelmények között tájvédelmi munkarész nem szerepel (1. 12/1996. (VII. 4.) KTM-rendelet 2. melléklet).

A mintaterületi elemzések eredményei

A mintaterületi elemzések során a következőkben egy-egy konkrét tájvédelmi szempontot emelek ki egyes tájvédelmi alapelvek érvényesülési lehetőségének illusztrálására.

M30 autópálya: Szikszó, szőlőhegy

A kutatás során több interjúalany is kiemelte a Szikszó–Aszaló közötti szőlőhegyet, mint tájképi és a hagyományos tájhasználat szempontjából jelentősen sérülő tájrészletet, ahol a nyomvonal érinti a Bükki borvidék I. és II. minőségi borszőlő-termőhelyi kataszteri területeit is. A szőlőhegy keresztezésének főbb tervezési állomásait az alábbiakban foglalom röviden össze.

A tanulmányterv szerinti „A” nyomvonalváltozat – a szikszói szőlőhegy környezetében a vízszintes vonalvezetést tekintve szinte teljesen megegyezik a megépült nyomvonallal – leírása alapján a szőlőhegyet a nyomvonal eredetileg alagútban keresztezte volna: „A 45 + 40 km. sz.-ben újabb alg út épül 1300 m hosszon. Itt a tervezett útpálya és a terep közti szintkülönbség végig 20 és 30 méter között mozg”, azonban már a tanulmányterv is hozzáteszi, hogy „a KKK-val folytatott egyeztetés értelmében ezen a szakaszon az alg út-építés kiváltása érdekében (...) alacsonyabb tervezési sebességhez tartozó paraméterek használata megengedett” (Tura-Terv–Roden 2012:16). A megvalósíthatósági tanulmány már elveti az alagút létesítésének lehetőségét és helyette töltésekben és bevágásokban gondolkodik (Tura-Terv–Roden 2013). Az alagút elvetésének okára nem tértek ki sem a vizsgált dokumentumok, sem a megkérdezett interjúalanyok. Így végül a megvalósuló nyomvonal (1. ábra) összhangban van a környezeti hatástanulmánnyal: amely szerint az autópálya a tájvédelmi helyszínrajz alapján 10 m-t meghaladó töltésekkel és bevágásokkal szeli át a szőlőhegyet (Út-Teszt 2016).



1. ábra Az M30 autópálya keresztezi a Szikszó–Aszaló közötti szőlőhegyet; így elválasztja a szőlőket a pincesoról
 Figure 1 The motorway No. M30 crosses the vineyard between Szikszó and Aszaló; thus separating the vineyards from the cellars

Forrás/Source: MÉSZÁROS SZ. (2021)

Érdeemes megvizsgálni nemcsak a projekt előzményterveit, hanem a megyei területrendezési terveket is. A 2009. évi Borsod-Abaúj-Zemplén megyei területrendezési terv alátámasztó munkarészában szereplő, borvidéki szőlőterületekkel kapcsolatos tájhasználati konfliktus szerint: „A borvidékek térségének egységes térségi szabályozásának, térségi fejlesztési koncepciójának hiányában nem biztosítható a borvidékek védelme.”

(M-Teampannon 2009:52). Ezt részben az is jelzi, hogy már a 2009. évi térségi szerkezeti terven is keresztülhalad a tervezett M30 autópálya nyomvonala a vizsgált szőlőhegyen, ahogy a 2020. évi szerkezeti terv szerint is.

A 2009. évi megyei területrendezési terv szerint a vizsgált szőlőhegy nem tartozott egyik (országos vagy térségi jelentőségű) tájképvédelmi terület övezetébe sem, a hatályos megyei területrendezési terv (2020) alapján azonban már a tájképvédelmi terület övezetébe (amely ekkor már országosan egységes) tartozik. A vonatkozó szabályozás szerint az övezetben „*a közlekedési, (...) infrastruktúra-hálózatokat, (...) a tájképi egység megőrzését és a hagyományos tájhasználat fennmaradását nem veszélyeztető műszaki megoldások alkalmazásával kell megvalósítani*” (9/2019. (VI. 14.) MvM-rendelet 4. § (4) bek.). Továbbá az övezetre vonatkozó megyei területrendezési ajánlások szerint „*az övezetben törekedni szükséges a hagyományos tájhasználat és tájszerkezet megőrzésére. (...) más célú területhasználat csak az adottságoknak megfelelő tájhasználat kialakítása, a tájkarakter erősítése érdekében, valamint közmű- és közlekedési létesítmények építése okán javasolt.*” (a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Közgyűlés elnökének 24/2020. (V.29.) határozata, p. 15.).

A fentiek alapján látható, hogy ugyan mindkét megyei területrendezési terv kiemeli a borvidéki szőlőterületek védelmének szükségességét, de a rendelettel elfogadott – tehát kötelező érvényű – munkarészek a Szikszó–Aszaló közötti szőlőhegy védelmét nem tudták hatékonyan biztosítani. Aszaló területén pedig a szőlőterületek közvetlen érintettsége mellett egyes pincéket is elbontottak az autópálya építés miatt, illetve további tájhasználati konfliktust okoz majd várhatóan, hogy az aszalói pincésort az autópálya elválasztja a szőlőhegytől (1. ábra).

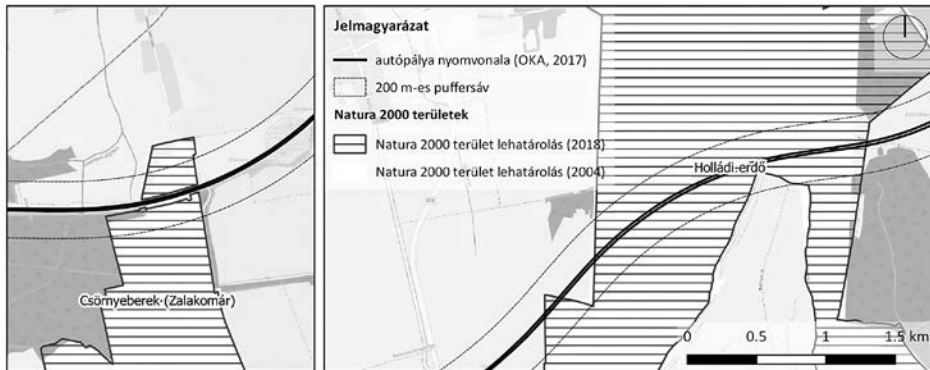
M7 autópálya: Natura 2000 területek keresztezése

Az M7 autópálya vizsgált szakasza esetén egyik fő tájvédelmi kérdés volt, hogy a megépült autópálya miért keresztez két Natura 2000 területet (Holládi-erdő, Csörnyeberek), hogyan lehetséges, hogy a tervezési folyamat során nem próbálták elkerülni e területeket. Az egyik interjúalany elmondása alapján az egyik kulcs tényező – ami miatt nem tudták hatékonyan érvényesíteni a tervezési folyamat során a Natura 2000 területek védelmét – az volt, hogy bár 2004-ben megtörtént a Natura 2000 területek kijelölése, a földhivatali nyilvántartásba csak 2007 végétől jegyezték be. Ekkor azonban már folyt a vizsgált autópálya szakasz kivitelezése.

A Natura 2000 területekre végül már a kivitelezés folyamata alatt, utólagosan 2008-ban készült részletes hatásbecslés (Doronicum Kft. 2008). E dokumentum szerint az M7 autópálya közvetlenül érintett közösségi jelentőségű élőhely-típusokat: a Holládi-erdő területén pannon cseres-tölgyeseket, a Csörnyeberek esetén pedig sédbúzás mocsárréteket, a dokumentum azonban nem tér ki a területi érintettség mértékére. Az elkészült élőhely-térképek alapján e területek erősen-közepesen leromlott természetességi állapotúak voltak.

Hét évvel később, ún. környezetvédelmi teljesítmény-értékelés során készült egy újabb értékelés az érintett Natura 2000 területekről, amelyben megállapították, hogy a „*beruházás nem érintette a kijelölés alapjául szolgáló élőhelyeket, növény- és állatfajok állományait*” (Trenecon Kft. 2015: 39, 41). A dokumentumokban szereplő értékeléseket, élőhely-térképeket tanulmányozva érzékelhető volt némi ellentmondás a dokumentumok megállapításai között: abban mindkét tanulmány megegyezik, hogy az érintett élőhelyek degradáltak, természetvédelmi szempontból kevésbé értékesek, azonban 2008-ban még egyértelműen közösségi jelentőségű élőhelyeket érintett az autópálya nyomvonala, míg

2015-ben már nem. A hatások jelentőségének megítélésében továbbá az is szerepet játszott, hogy időközben történt változás a Natura 2000 területek kijelölésében is (2. ábra). Az ábrán megfigyelhető, hogy a Csörnyeberek esetén az autópályát tartalmazó telek nem tartozik a Natura 2000 területbe, míg a Holládi-erdő esetén igen. Így az értékelések során a „Natura 2000 területtel határos” vagy a „Natura 2000 területet közvetlenül érintő” autópálya hatásait nem azonosan ítélték meg.



2. ábra Az M7 autópálya által érintett Natura 2000 területek lehatárolásának változása: az autópálya telekhatára hol része a Natura 2000 területnek, hol nem

Figure 2 Change in the boundaries of the Natura 2000 areas affected by the motorway No. M7: somewhere the motorway plot boundary is part of the Natura 2000 area and somewhere it is not

Forrás/Source: MÉSZÁROS SZ. (2021)

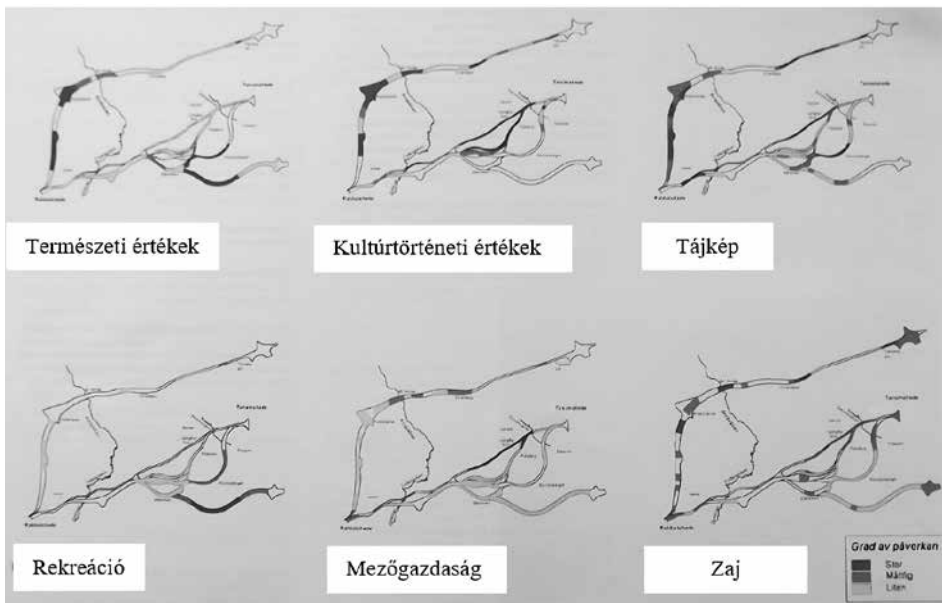
E6 autópálya: nyomvonal kiválasztása

A svéd mintaterületen a nyomvonal kiválasztásának menete érdemel említést. Alapvető konfliktus volt az autópálya nyomvonalának kijelölésekor, hogy a vizsgált szakasz a Tanum világörökségi helyszínt keresztezi. A keresztezés oka részben, hogy a tervezési-engedélyezési folyamatból kimaradt a Tanumshede–Rabbalshede szakasz, azonban időközben az északról és délről kapcsolódó autópálya-szakaszok megépültek. Ezt nevezik a szakirodalomban „szalámi-taktikának” (ENRÍQUEZ-DE-SALAMANCA, A. 2016).

A nyomvonal-kiválasztás menete a következő főbb lépésekből áll Svédországban: nyomvonal-folyosók kijelölése, ezek értékelése, majd a kiválasztott nyomvonal-folyosón belül a pontos nyomvonal kialakítása. A nyomvonal-folyosók szélessége kb. 100–500 m között változik, és nem párhuzamos vonalak határolják, hanem részben a természeti adottságokhoz igazított, útépités számára megfelelő, organikus vonalvezetéssel jellemezhető tájsávok (Vägverket 1999). Az előzetesen lehatárolt nyomvonal-folyosókat a környezeti hatástanulmányban aszerint vizsgálják, hogy milyen mértékű konfliktus várható pl. a természeti értékek, kultúrtörténeti értékek, tájkép, rekreációs használatok stb. szempontjából. Majd a komplex értékelés alapján a kiválasztott nyomvonal-folyosón belül alakítják ki a pontos nyomvonalat az engedélyezési terv készítésekor.

Az E6 vizsgált szakasza esetén kiemelendő, hogy a nyomvonal-folyosó megtalálásában nagy szerepet játszott az ún. „megoldás-orientált munkamódszer”, aminek során az érintett országos hatóságok nemcsak véleményezőként, hanem aktív szereplőként is bekapcsolódtak a tervezési folyamatba. Emellett számos tájbaillesztést szolgáló intézkedés született, mint pl. a világörökségi helyszín szegélyterületén vezetett, szűkített koronaszélességű nyomvonal kialakítása (a területi igénybevétel minimalizálása érde-

kében), a világörökségi helyszín értékeit bemutató autópálya-pihenőhely kilátóponttal, valamint a feleslegessé vált főútszakasz rehabilitációja (1,2 km hosszúságú útszakasz elbontása – 3. ábra).



3. ábra 1,2 km hosszúságú feleslegessé vált főútszakasz rehabilitációja az E6 svéd autópálya mentén
 Figure 3 Rehabilitation of a 1.2-km-long unnecessary main road section along the Swedish motorway No. E6
 Forrás/Source: MÉSZÁROS SZ. (2021)

Összefoglalás

A fentiek alapján megállapítható, hogy a tájvédelmi szempontok érvényesülésének egyik fő gátja a hazai tervezési gyakorlatban az, hogy a nyomvonalak kialakításában műszaki és gazdasági érvek dominálnak. Ez ugyanakkor nem kizárólag hazai sajátosság, pl. ANTONSON, H. (2009) is hasonló megállapításra jutott a svéd gyakorlatot illetően. Jelen kutatás összhangban van MALLARD, F.–FRANCOIS, D. (2013) megállapításaival, amelyek szerint a környezeti értékelési eszközök azért nem hatékonyak a természeti területek védelmének biztosításában, mert viszonylag későn kapcsolódnak be az egyes projektek döntési folyamataiba (l. pl. Magyarországon a környezeti hatástanulmány jellemzően már csak egy nyomvonalat vizsgál).

A jelenlegi hazai gyakorlatban megfigyelhető a terület-igénybevétel minimalizálására való törekvés az infrastruktúra-tervezés során, ami több kutatással (pl. CSIMA P. 1978; SALAMON A. 1999) is összhangban van. Ugyanakkor jól érzékelhető ennek egyik kedvezőtlen következménye, hogy ma már gyakorlatilag nincs elegendő hely a konfliktusok mérséklésére, például az út menti növénytelepítések megvalósítására (az autópályák tájba illesztésének egyik fő lokális eleme a növénytelepítés lenne). A IUPELL, B. et al. (2003) által megfogalmazott ajánlás, a legalább 10 m széles sáv biztosítása a növénytelepítésre, jelenleg nem valósul meg a hazai tervezési gyakorlatban (egyes interjúalanyok szerint erre átlagosan kb. 3 m széles sáv áll rendelkezésre).

Emellett kiemelendő, hogy az úthálózat környezetében táji léptékű monitoring nem valósul meg, így a tájpotenciálra gyakorolt hosszú távú következmények sem ismertek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, ILLYÉS ZSUZSANNÁNAK, aki útmutatásaival nagymértékben segítette a munkámat. Hálás vagyok a svéd mintaterületi elemzés lehetőségéért HANS ANTONSONNAK és a VTI kutatóintézetnek, valamint köszönettel tartozom a 21 interjú készítésében résztvevő 24 interjúalanyunknak, akik segítették a kutatómunkámat.

MÉSZÁROS SZILVIA
tájvédelmi szakértő, ÖKO Zrt., Budapest
szilvia.meszaros22@gmail.com

IRODALOM

- 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról.
- 275/2004. (X. 8.) Korm. rendelet az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekről. 2001. évi LXIV. törvény a kulturális örökség védelméről.
- 12/1996. (VII. 4.) KTM-rendelet a környezetvédelmi felülvizsgálat végzéséhez szükséges szakmai feltételekről és a feljogosítás módjáról, valamint a felülvizsgálat dokumentációjának tartalmi követelményeiről.
- 9/2007. (IV. 3.) ÖTM-rendelet a területek biológiai aktivitásértékének számításáról.
- ANTONSON, H. 2009: Landscapes with history: Addressing shortcomings in Swedish EIAs. – *Land Use Policy*. 26. 3. pp. 704–714.
- CSIMA P. 1978: A közlekedésbiztonsági, gazdaságossági és esztétikai szempontok összhangja a közutak környezetendezésében. – In: DIMÉNY I. (szerk.): *A Kertészeti Egyetem Közleményei*. XLI. évf. Budapest. pp. 195–201.
- Doronicum Kft., 2008: Az M7 autópálya Balatonkeresztúr Nagykanizsa közötti szakasza által érintett Natura 2000 területekre vonatkozó hatáselemzés.
- EGEDY T. 2021: A Kelet-Közép-Európai városrégiók átalakulása a posztfordi korban – elméleti alapok. – *Földrajzi Közlemények*. 145. 4. pp. 354–368.
- ENRÍQUEZ-DE-SALAMANCA, A. 2016: Project splitting in environmental impact assessment. – *Impact Assessment and Project Appraisal*. 34. 2. pp. 152–159.
- Internet 1. https://www.palyazat.gov.hu/integralt_kozlekedesfejlesztési_operativ_program_plusz, Letöltés ideje: 2022.10.18.
- IUELL, B. – BEKKER, G. J. – CUPERUS, R. – DUFEK, J. – FRY, G. – HICKS, C. – HLAVÁČ, V. – KELLER, V. B. – ROSELL, C. – SANGWINE, T. – TØRSLØV, N. – WANDALL, B. LE MAIRE, (eds.) 2003: *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. – IENE COST 341 Handbook.
- MALLARD, F. – FRANCOIS, D. 2013: Effectiveness of the legal framework for natural areas protection relative to French road projects. – *Land Use Policy*. 30. pp. 582–591.
- MEARS, L. C. 2012: In-depth interviews. – In: ARTHUR, J. – WARNING, M. – COE, R. – HEDGED L. H. (editors) *Research methods & methodologies in education*. pp.170–176. Sage, Thousand Oaks, CA.
- MÉSZÁROS SZ. 2021: Úthálózati fejlesztések táji hatásai. Tájvédelmi elvek alkalmazása autópálya tervezés során. – *Doktori disszertáció*. Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Budapest.
- M-Teampannon Kft. 2009: Borsod-Abaúj-Zemplén megye területrendezési tervének felülvizsgálata. – *Megalapozó munkarészek*. 2009 május.
- Nemzeti Tájstratégia, 2017–2026. – *Földművelésügyi Minisztérium, Nemzeti Parki és Tájvédelmi Főosztály*. 2017.
- REMÉNYI P. – CSAPÓ D. G. 2021: A szállítási infrastruktúra fejlesztése és a geopolitika összefüggései a Nyugat-Balkánon. – *Földrajzi Közlemények*. 145. 1. pp. 17–31.
- RYAN, G. W. – RUSSEL BERNARD, H. 2003: Techniques to identify themes. – *Field Method* 15. pp. 85–109.

- SALAMON A. 1999: Az autópálya- és autóút-építések környezeti hatásai és közgazdasági szempontú értékelése. – In: SÜTŐ L. (szerk.): Az autópálya- és autóút-építések környezeti hatásai Magyarországon. EMLA Alapítvány a Környezeti Oktatás Támogatására. Budapest. Tanulmány. pp. 15–28.
- Trecon Tanácsadó és Tervező Kft., 2015: M7 autópálya, Balatonkeresztúr–Nagykanizsa. – Környezetvédelmi teljesítményértékelés.
- Tura-Terv–Roden, 2012: M30 gyorsforgalmi út Miskolc-országhatár közötti szakasz. – Megvalósíthatósági tanulmány és közúti biztonsági hatásvizsgálat. Tanulmányterv.
- Tura-Terv–Roden, 2013: M30 gyorsforgalmi út Miskolc-országhatár közötti szakasz. – Megvalósíthatósági tanulmány. Tura-Terv Kft.–Roden Kft. Konzorcium.
- Út-Teszt Kft. 2016: M30 gyorsforgalmi út Miskolc–Tornyosnémeti közötti szakasz. – Környezeti hatástanulmány. Tura-Terv Kft.–Roden Kft.–Út-Teszt Kft. Konzorcium.
- Vägverket, 1999a: Väg E6 delen Rabbalshede–Tanumshede. – Vägutredning, 1999. 04. 26. Objektnummer 4187. (Megvalósíthatósági tanulmány.)
- Vägverket, 1999b: Väg E6 delen Rabbalshede–Tanumshede. – Vägutredning, Miljökonsekvensbeskrivning, 1999. 03. 26. Objektnummer 4187. (Megvalósíthatósági tanulmányhoz készült környezeti hatástanulmány.)

TÁJ- ÉS TURIZMUSFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK UPPONYBAN ÉS KÖRNYÉKÉN

DANCSONÉ FÓRIS EDINA – FILEPNÉ KOVÁCS KRISZTINA
– HUBAYNÉ HORVÁTH NÓRA, KUTNYÁNSZKY VIRÁG
– MÓDOSNÉ BUGYI ILDIKÓ – SALLAY ÁGNES – SZILVÁCSKU ZSOLT
– VARGA DALMA – KOLLÁNYI LÁSZLÓ

LANDSCAPE AND TOURISM DEVELOPMENT OPPORTUNITIES IN
AND AROUND UPPONY

Abstract

We have carried out two studies in the Uppony area, in 2020 and 2022, as part of degree course in the Master of Landscape Architecture programme. We have found that, as in other areas in economic and social decline, the potential for tourism development based on a rich natural and cultural heritage is seen as a key to the survival of the area for local entrepreneurs and residents.

Our research has shown that the development of tourism is conditional on the development of other areas, and is therefore inseparable from, for example, infrastructure and human resource development. And the efforts of small villages on their own can be more fruitful if they work together. Therefore, tourism planning cannot be separated from the simultaneous assessment and development of other sectors, which highlights the need for a multisectoral approach and landscape thinking in the development of tourism development proposals.

Keywords: tourism development, rural development, heritage protection, small villages, North Bükk mountain

Bevezetés

2015-ben alakítottuk ki a tájépítész MSc képzésen a *Komplex térségi tervezési műhely* oktatási módszertant, amely az azóta eltelt évek során nemcsak mint oktatási, hanem mint tervezési módszertan is kifejlődött vidéki térségek táji adottságokra épülő fejlesztése tekintetében. A műhely keretében kidolgozott tájfejlesztési koncepciókat olyan vidéki településcsoportok számára készítjük, amelyek a tájban rejlő értékek megőrzése és fenntartható kihasználása mentén képzelik el jövőjüket. A Nivegy-völgy (2015), a Sümegi járás 14 települése (2016), a Tápió Natúrpark területe (2017), a Nyugat-Gerecse (2018), a Pilisi Sziklák Natúrpark területe (2019), az Észak-Bükkben Nagyvisnyó és Uppony környéke (2020 és 2022), az Ipoly mente (2021) képezte a műhelyek helyszíneit.

A tájat TELEKI PÁL, MÓCSÉNYI MIHÁLY és CSEMEZ ATTILA megfogalmazásai nyomán a természeti folyamatok és az emberi tevékenység eredményeként dinamikusan változó entitásként szemléljük (TELEKI P. 1937; CSEMEZ A. 1996). A kutatás tartalmát minden alkalommal a féléves komplex térségi tervezési műhelyben résztvevő tantárgyak határozzák meg, de a részletes tartalmi követelmények mindig igazodnak az adott térség adottságaihoz, illetve a helyi szereplők igényeihez. A vizsgált tématerületek a következők: területfejlesztés és -rendezés, vidékfejlesztés, táji örökségvédelem, zöldinfrastruktúra tervezés, turisztika, tájtervezés és tájrehabilitáció. Uppony és környéke a táji örökség, a természeti értékek és a közeli kiemelt, nemzetközi jelentőségű turisztikai desztinációknak köszönhetően a tájgazdálkodás részeként turisztikai fejlesztésekben gondolkodik, ezért kutatásainkban és jelen írásunkban ez a tématerület kiemelt szerepet kapott. A kutatási területet mutatja az *1. ábra*.

Magyarország megújult turizmusfejlesztési stratégiája hangsúlyozza a desztinációs szemléletet, hiszen a települések összefogása, a térségi szint, ami mind a kínálat, mind a kereslet számára jól megragadható, tudja biztosítani a megfelelő élményt és megfelel a gazdaságosság szempontjainak is. Az attrakciókat és a szolgáltatásokat egymással összekapcsolatlan kell értelmezni ahhoz, hogy a szinergiák a legteljesebb módon kihasználhatók legyenek (MTÜ 2021). A nemzetközi szakirodalomban is találkozunk a turizmusban tevékeny szervezetek korábbi egyénileg versenyző magatartásának megváltozásával. Egyes turisztikai szervezetek már működő közös marketing stratégiáinak tapasztalt sikere megerősíti az együttműködés és kölcsönösség előnyös voltát a piaci fellépés, a feladatok elosztása és a költségek szempontjából. Az együttműködések létre jöhetnek (a termékhez vagy a piachoz kapcsolódó) tevékenységi vagy területi alapon is. Az együttműködő megközelítés mindenképpen a jövő útja. (FYALL, A. – GARROD, B. 2005) Természetesen lehetnek bizonyos ellenérdekeltségek is és az aktív térségi szereplők hiánya is ismert hazánkban, mégis az érintett szektorok egymásrautaltságából születő együttműködés révén sikeres vidékfejlesztés származhat (KOVÁCS A. D. – GULYÁS P. – FARKAS J. Z. 2021).

Az Észak-magyarországi régió bővülő vendégforgalma és különösen a hazai turizmusban betöltött szerepe (2014-ben például a 2. legnépszerűbb régió volt a belföldi turizmus tekintetében) és a még kiaknázatlan lehetőségei méltán tölthetik el reménnyel az Uppony környékén élőket a turizmusfejlesztés várható eredményességét tekintve (CSUGÁNY J. – TÁNCZOS T. 2020). Külföldi példák is mutatják, hogy a vidéki térségekbe irányuló turizmus, azon belül is például a borturizmus, számos hasznot hajt a helyi gazdaság számára (KASTENHOLZ, E. – PAÇO, A. – NAVE, A. 2022). A turizmus dinamikusan fejlődő gazdasági ágazat az egész világon és Magyarországon is, bár a COVID pandémia idején tapasztaltuk korlátait, sérülékenységét is.

A belföldi turizmus gazdasági előnyt jelent az adott fogadó térség számára és ezzel hozzájárul a gazdasági előnyök országon belüli újraelosztásához is. A turizmus gyakran hatékonyabban tud hatást gyakorolni a fejletlenebb vidéki térségek gazdaságára például a foglalkoztatás tekintetében, mint más iparágak. Ősztönzőleg hat a helyi termékek előállítására és ez által növeli a háztartások jövedelmét. A turizmus érdekében kiépülő infrastruktúra pedig a helyi lakosság jóllétét is szolgálja (ARCHER, B. – COOPER, C. – RUHANEN, L. 2005; VÁRHELYI, T. 2017). Ugyanakkor a növekvő turizmus növekvő gazdasági és természeti erőforrásokat is igényel, ezért a reális, a gazdasági, politikai, társadalmi, kulturális és ökológiai hatásokat feltáró tervezésnek kiemelkedő szerepe van ezekben a térségekben (ARCHER, B. – COOPER, C. – RUHANEN, L. 2005).

A tervezés során a turisztikai termékek (WTO 2019) kialakításánál a látogatói élményszerzés fokozását tartottuk szem előtt, ami a turizmus fogalmának központi eleme (MICHALKÓ G. 2016). Az új turisztikai trendek azt mutatják, hogy az élmény és az aktivitás egymással összefüggő igénye meghatározó a piacon (CSAPÓ J. 2020). A turisták jelentős részét kitevő Y generáció tagjai (1981 és 2000 között születettek) élménykereső, élményhalmozó karaktere formálja a jelenlegi igényeket, bár az Y és a fölötte lévő generációk számára egyaránt a pihenés, üdülés kiemelkedő fontosságú az utazás céljának meghatározásában (FORMÁDY K. et al. 2019). FORMÁDY K. és társai (2019) lekérdézeése alapján az Y generáció számára fontosabb a természetben való időtöltés, az ismeretek bővítése, kulturális értékek és más kultúrák megismerése, helyi gasztronómiai élmények gyűjtése, mint az idősebb, X generációnál. A generációk között a desztináció választást meghatározó szempontokban is van különbség. Míg a tisztaság, higiéniai körülmények minden korosztálynál fontos szempont, az Y generáció számára kevésbé van jelentősége a műemlékeknek és a látnivaló ismertségének. Ami fontos a számukra: a természeti környezet, a korábbi személyes tapasztalatok és a közbiztonság, valamint a szolgálta-

tások ára, a szálláshely színvonala, a különleges gasztronómiai élmények szerzésének lehetősége és általában a vízpart közelsége. Ami még jellemzi az Y generációt, az az, hogy előzetesen jobban tájékozódni, hajlandóak többet költeni és önállóan szeretik felfedezni az attrakciókat (FORMÁDI K. et al. 2019). Az utazási döntéseket azonban nem csak a kor, hanem számos egyéb életkörülmény, társadalmi különbség is befolyásolja (CSAPÓ J. 2020). A trendwatching.com (2023) szerint a kor, nem, társadalmi státusz többé már nem indikátora a fogyasztó magatartásának, helyette az értékek, a szenvedélyek, meggyőződések és attitűdök vezérelte igények kielégítésén keresztül lehet elérni a fogyasztók szívét. A szolgáltató részéről a hitelesség mellett a cselekedetek is fontosak: a társadalmi és környezeti célok elérésében tett előre lépések ösztönzik a fogyasztókat hasonló cselekedetekre (INT-01).

Az aktivitás tekintetében a jelenlegi trendek alapján a kulturális-, örökség-, etnikai-, falusi- és kalandturizmus kerül előtérbe, továbbá az egészségtudatosság elterjedésével az aktív turizmus formák válnak keresetté (CSAPÓ J. 2021).

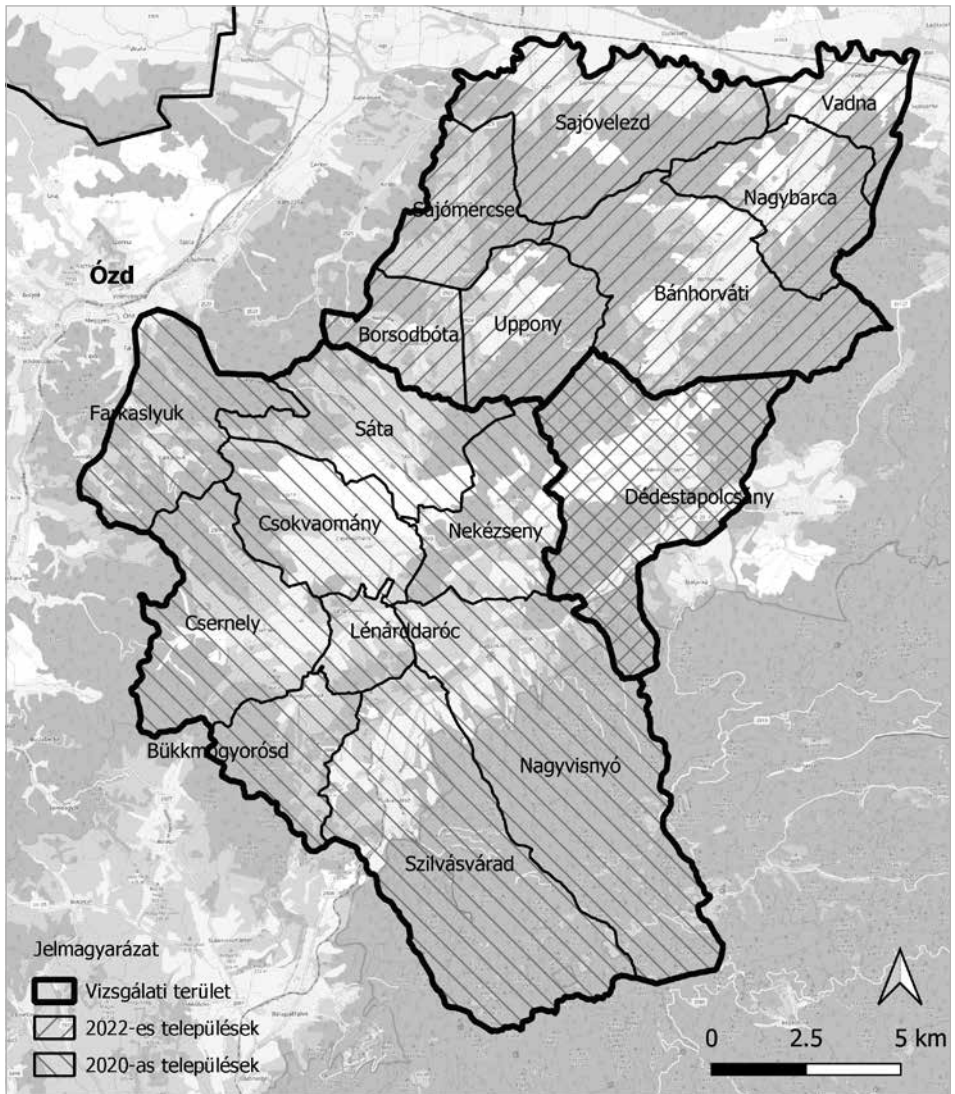
A desztinációs szemlélet, a térségben való gondolkodás és a partnerség különösen fontos a kisebb települések, az önmagukban nem jelentős vonzerővel rendelkező, hátrányos helyzetű falvak számára, ahol például a táji összetartozáson alapuló együttműködés révén egy mikrotérség turisztikai értelemben mégis vonzerővé válhat, önálló desztinációt alkothat (DANCOSKÉ F. E. 2020). A tájnak tehát, amit a vonzerők területi integrációjának is tekinthetünk, meghatározó szerepe van az utazási döntésekben (MIKHÁZI Z. 2018).

Célunk a tanulmányban a táj kutatás, tájfel fogás multidiszciplináris jellegével azonosulva, a szektorokon átívelő, komplex táj- és egyben turisztikai fejlesztés lehetőségeinek a bemutatása.

Anyag és módszer

A tizenhét településből álló vizsgálati terület (*1. ábra*) a Mátra-Bükk kiemelt turisztikai térség, az ország aktív turisztikai központjának (MTÜ 2021) peremén helyezkedik el, és egy órán belül elérhetők olyan jelentős turisztikai célterületek, mint a Bükk-hegység, Szilvásvárad, vagy az Aggteleki karszt. Kutatásainkban különös hangsúlyt kapott az aktív turizmus alapját képező természeti adottságok, valamint a táji örökség letűnt és meglévő elemeinek feltárása. A tájvizsgálat multidiszciplináris jellege jól illeszkedik a turizmus erőforrásainak feltárásához a vonzerők széleskörű feltárásának lehetősége miatt (USITALO, M. 2007).

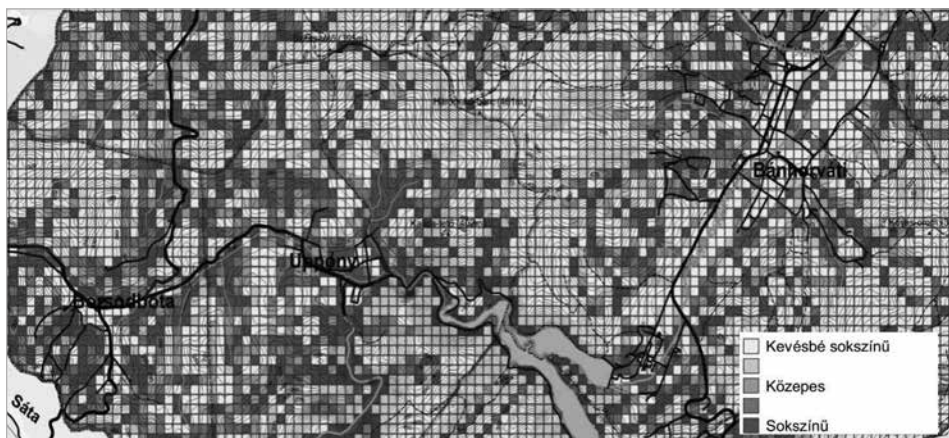
A turizmusfejlesztés a térségi fejlesztés minden elemével összefügg. A vizsgált szempontok szétválasztása tématerületek szerint módszertani szempontból mégis fontos. Az egyes vizsgálati eredmények értékelésük során válnak témaspecifikussá, ami a vizsgálati kritériumok helyes megválasztását és az értékelési szempontrendszer tervezési céljának megfelelő kialakítását igényli. Vizsgálataink során az információkat szakirodalmi kutatás, történeti (az első katonai felméréstől kezdve összesen 6 időállapotot rögzítő) térképek és adatbázisok elemzése, települési tervezési dokumentumok feldolgozása, terepbejárások és a települési vezetőkkel, jelentősebb vállalkozókkal, véleményformáló helybellekkel történt interjúk révén gyűjtöttük össze. A térképes elemzéseket QGIS segítségével végeztük. Az örökségvédelmi fejezetben feltártuk a tájhasználat változásokat, hogy megállapíthatók legyenek az állandósult (legalább 150 éven keresztül fennmaradt) tájhasználatok, amelyek már bizonyították fenntarthatóságukat. Ugyanakkor a változó területhasználatok feltárása is fontos, hiszen sokszor ezek eredményei alapozzák meg a tájrehabilitációs és a zöldinfrastruktúra fejlesztési javaslatokat. Az örökségvédelmi



I. ábra A vizsgálati terület (szerkesztette: KUTNYÁNSZKY VIRÁG)
Figure 1 Study area (edited by VIRÁG KUTNYÁNSZKY)

munkarész fontos része még az egyedi tájértékek vizsgálata, az elveszett és fennmaradt táji örökségelemek kataszterezése. A táj diverzitása, mozaikossága, a benapozottság, a lejtőkategóriák megkülönböztetése, a különféle talajok előfordulásának ismerete, valamint a hősziget-jelenségek és a biomassa mennyiségének feltérképezése alapozta meg a tájgazdálkodási, területhasználati javaslatainkat. A táji diverzitás elemzését mutatja a 2. ábra.

Funkcionális, ökológiai és esztétikai tájhasználati konfliktusokat tártunk fel, amelyek megoldására javaslatokat tettünk. A turizmus szempontjából SWOT elemzést is készítettünk, amelynek alapján szintén megfogalmaztunk térségi fejlesztési javaslatot-



2. ábra Példa Shannon diverzitás elemzésre a táji diverzitás szemléltetésére Uppony környékén (Részlet az Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve ppt bemutatóból, 2022)

Figure 2 Example of Shannon diversity analysis to illustrate landscape diversity around Uppony (Extract from the ppt presentation of „Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve” 2022)

kat. Javaslataink kialakításakor figyelembe vettük a szerzők részvételével 2018 és 2021 között zajló, a nagyragadozók környékbeli elterjedését, az ökológiai folyósók működését feltáró 'ConnectGREEN' Interreg kutatás eredményeit is (v.ö. INT-02).

A turizmus szempontjából fontosak a különböző (természeti, környezeti, táji, kulturális, műemléki) védettségek, amelyek attrakciót, de korlátot is jelenthetnek a turizmus számára. A turizmus összefonódik a helyi gazdasággal, hiszen néhányának megélhetést is biztosíthat, többeknek inkább kiegészítő jövedelemforrást jelenthet. A turisták ellátásához számos módon kapcsolódhat a mező-, erdő-, vad- és kertgazdálkodás, az állattartás, a kézműves termékek előállítás. Feltártuk a meglévő turisztikai infrastruktúra és szuprastruktúra adottságait és hiányosságait, de foglalkoztunk a helyi közösségekkel, szerepvállalásuk lehetőségeivel, valamint a turisztikai marketing helyzetével. A 3. ábra az általunk vizsgált szempontokat foglalja össze tématerületenként.

Munkánknak külön fejezetét képezte az upponyi pincesor (4. ábra) hasznosítási lehetőségeinek feltárása, melyet tervpályázat keretében oldottak meg a hallgatók. A nemzetközi képzés hallgatóit is megmozgató koncepció alkotás a *Smart Rural 21* program előkészítő projektje támogatásával valósult meg. Upponyban és a szomszédos településeken az utóbbi évtizedekben zöldségtárolásra és kisebb mértékben, vásárolt szőlőből, saját fogyasztásra helyben készült borok tárolására használt pincék között számos régi, használaton kívüli, sőt romos pince is található. A környék számos túraútvonallal, kulturális és természeti értékkel rendelkezik. A pincesorok ugyanakkor sajátos helyzetben vannak, hiszen alig maradtak meg szőlőterületek, ezért nem beszélhetünk szőlő- és borkultúráról a vizsgált térségben, amire borturizmust (HALL, C. M. – MACIONIS, N. 1998 értelmezésében), illetve klasszikus borutakat lehetne alapítani, ahogyan szerte a világ szőlő-és bor régióiban szokásos. A borturizmus fejlesztése a vidékfejlesztés eszköze is lehet és kapcsolódhat hozzá számos egyéb tevékenység is, de szőlő nélküli példák aligha találhatók (OLTEAN, F. D. – GABOR, M. Z. 2022). A borvidékek meglátogatásának azonban számos motivációja lehet, amelyek függetlenek a bortól és a szőlőtől, mint például a romantikus hangulat iránti vágy, a barátokkal való találkozás, a fesztiválozás, az építészeti és természeti értékek élvezete (OLTEAN, F. D. – GABOR, M. Z. 2022). A pincesorok így valójában színpalakká is válhatnak egy sajátosan értelmezett borturizmusban. A pincék és a vidék turisztikai

Természeti adottságok	Terület-használat, tájhasználat	Vidék-fejlesztés	Terület-fejlesztés és -rendezés	Tájji örökség-védelme	Turizmus
Domborzat, lejtő kategóriák, éghajlat, kitettség, talajok, vízrajz, erdők, gyepek, zöldinfrastruktúra (funkciói, természetesség, összekapcsoltság), védettségek, táji sokszínűség (Shannon diverzitás), NDVI (biomassza), befolyásoltság szegélyelemzés, állatvilág	erdőgazdálkodás és tulajdonviszonyok, mezőgazdaság (ágazatok, művelésmód), vadásztársaságok, vízgazdálkodás (védőterületek), közlekedési hálózat (elemei, fásítás), bányautótáj	Külterület használatok, agrárkörnyezet- és kertgazdálkodás, gazdálkodói szervezetek, gazdálkodási módok, környezeti konfliktusok, gazdálkodási potenciálok, stakeholder elemzés	Közlekedési, kommunális és intézményi infrastruktúra, gazdasági bázis, humán erőforrás, demográfia, nemzetiségek, településhálózat, tervi meghatározottságok, területfejlesztés forrásai és intézményrendszere	történeti tájhasználati változások (állandósult, átalakított), tájtörténet (sorsfordító események), történeti fasorok, erdők, vizes területek, gyepek, szőlő- és gyümölcsös területek, természeti hagyományokhoz kötődő tájértékek, pincesorok, táji örökségleltár	Megközelíthetőség, elérhetőség, turisztikai vonzerők, turisztikai infrastruktúra, kilátók, pihenőhelyek, turistautak, kerékpározható utak, szálláshelyek, vendéglátóhelyek, helyi termelők, korlátozottan használható területek, marketing

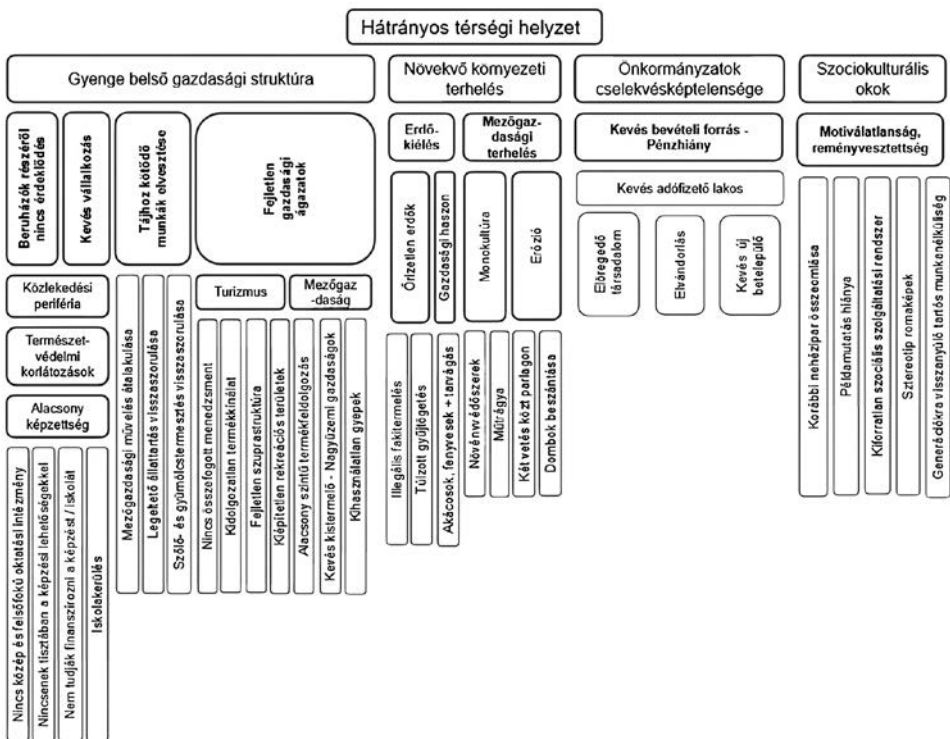
3. ábra Vizsgált szempontok a Komplex térségi tervezési műhely keretében (saját szerkesztés)
 Figure 3 Aspects examined in the Complex Spatial Planning Workshop (own editing)



4. ábra Az upponyi pincék különböző korúak és változatos kialakításúak (Fotó: DANCSONÉ FÓRIS EDINA)
 Figure 4 The cellars in Úppony are of different ages and different designs (Photo: EDINA DANCSONÉ FÓRIS)

hasznosítására jó példa (bár igazi borvidéken) a Barcelona közelében található Penedès térség, ahol a vidéki borturizmus hívószó alatt számos egyéb attrakcióval várják a látogatókat. A borozgatás és borkóstolás mellett gyalogos, kerékpáros és kulturális túraútvonalakat, golfautózást, vásárokat, helyi rendezvényeket, koncerteket, a falvakban interaktív játékokat, helyi értékeket bemutató múzeumot, oktatási tevékenységeket, piknikezési és egyéb kulináris élményt nyújtó lehetőségeket kínálnak (INT-03).

A 2020-as vizsgálati térségre vonatkozó problémafeltárás eredményét bemutató 5. ábra illusztrálja a turizmus fejlesztését is akadályozó problémák összefüggésrendszerét. A feltárt konfliktusokat a következő tevékenységi körökben foglaltuk össze: gazdaság, infrastruktúra fejlesztés, helyi identitás erősítése, természetvédelem, tájvédelem, táji örökségvédelem, turizmus. A konfliktusok feloldására tett térségi javaslatainkat is ebben a rendben mutatjuk be.

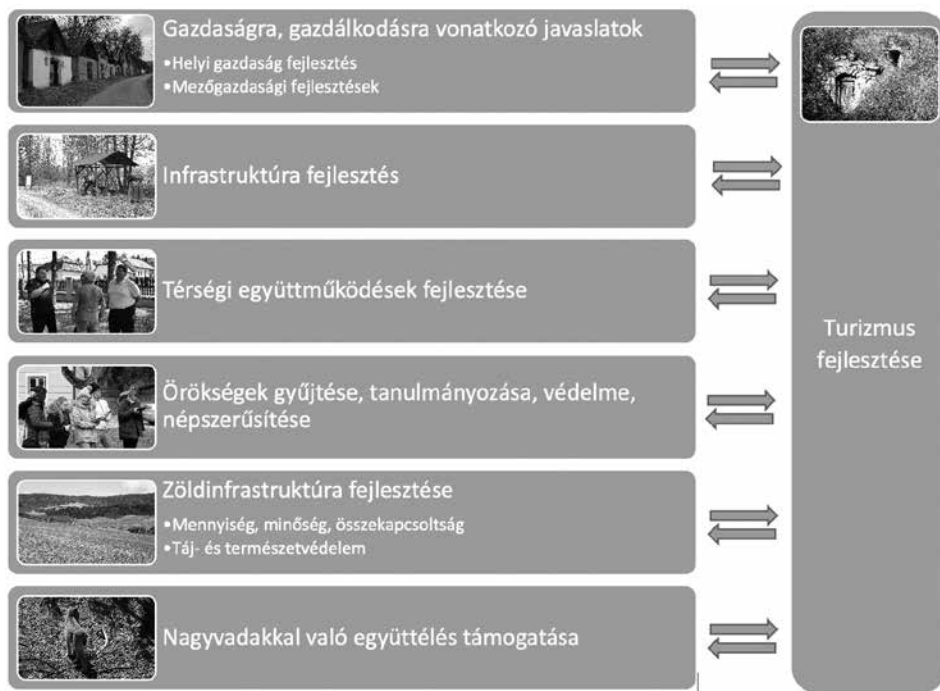


5. ábra Problémafa (Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)
 Figure 5 Problem tree (Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)

Eredmények

A turizmushoz minden javaslatnak van köze, valamilyen módon minden javaslat támogatja a mikrotérség turizmusának fejlődését. Megfogalmaztunk önálló turizmusfejlesztési javaslatokat is, amelyek végrehajtása ugyanakkor hozzájárul a többi tématerület fejlődéséhez is. Alábbiakban bemutatjuk a legfontosabb javaslatokat és azok turizmussal való összefüggését, ami jól illusztrálja a turizmus elválaszthatatlan jellegét a helyi gazdaságtól,

a helyi társadalomtól, az infrastruktúrától és a táji adottságoktól. A helyi társadalom mellett arra törekedtünk, hogy javaslatainkkal a térségbe érkező turisták lehetséges típusát, generációs sajátosságait is figyelembe vegyük. A 6. ábra a javaslatok rendszerét összegzi, amely módszertani jelentőségű, nagyrészt mindkét vizsgált területre érvényes. Kivételt a nagyvadakkal kapcsolatos rész képvisel, amellyel – előfordulásuk okán – a 2020-as projektben foglalkoztunk csak. A 2022-es projekt sajátos eleme pedig a pincesorok voltak.



6. ábra A térségi javaslatok összegzése (saját szerkesztés)
 Figure 6 Summary of the regional proposals (own editing)

A **gazdaságra** vonatkozó javaslatok a következők voltak:

- helyi termékek fejlesztése és piacra vitele. A helyi termékek jól hasznosulnak a szálláshelyeken (például lehetnek fa bútorok), az étkezéshez kapcsolódóan (különbféle élelmiszerek, tálaló eszközök) és szuvenír tárgyak formájában. A helyi termékeknek biztos piacot jelentenek a turizmusban résztvevő szolgáltatók, illetve az ő fogyasztóik, a turisták.
- Helyi piac létesítése. A piac a helyiek számára számos szempontból fontos, de látványosságnak is kiváló a turisták számára.
- Örökterdő gazdálkodási módra való átállás. Az erdőterületek így mindig erdővel fedettek lesznek, ami a túraútvonalak és az elérhető turista-élmény állandóságát is biztosítja.
- Vállalkozói együttműködések erősítése. Akár a turisztikai vállalkozók, akár azok beszállítói vonatkozásában a hálózatosodás biztosítja az üzleti működést, hozzájárul a vállalkozások gazdasági fenntarthatóságához, ami lényeges eleme a turizmus hosszú távon is fenntartható működésének.

- Környezeti nevelési program kialakítása és működtetése a gazdálkodók és vállalkozók számára. A fenntarthatóság környezeti oldalának biztosítása érdekében van szükség ilyen programra, hogy a megcélzott ökoturizmus valóban, minden elemében ökológiai szemléletet képviseljen.
- A mobilitás fejlesztése (különösen a fiatalok megtartása érdekében). Az alternatív közlekedési lehetőségek a turisták mozgását is támogathatja a térségben.
- Új funkció ajánlása (7. ábra) az alulhasznosított területekre (főként a pincesorokra, felhagyott kertekre). A javasolt új funkciók a helyi termelést, tárolást is szolgálják, de a pincesorok felújításával, rendezésével megteremthető annak az alapja, hogy a pincesorok értékesíthető turisztikai attrakcióvá váljanak.



7. ábra A beomlott, de ép bejáratú pincék is használhatók helyi termék vagy bányászati kiállítás, helyi értékekről szóló könyvtár vagy akár egyszemélyes madárlés kialakításával.

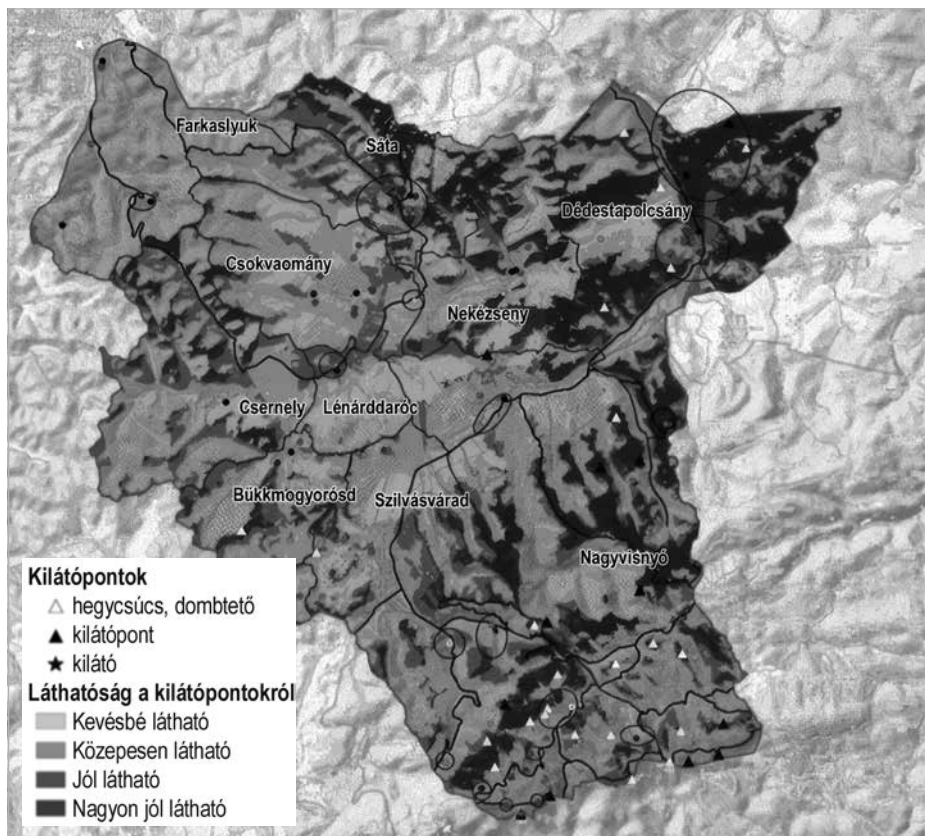
(Részlet az Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve ppt bemutatóból, 2022)

Figure 7 The collapsed cellars with intact entrances can also be used to create a local product or mining exhibition, a library on local values or even a one-man ornithological nest.

(Extract from the ppt presentation of „Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterv” 2022)

A mezőgazdasággal összefüggő javaslatok sokrétűek és számos módon összekapcsolódnak a turizmussal. A javasolt mezőgazdasági fejlesztéseket a termőhelyi adottságokra és a történeti tájhasználatokra alapozottan határoztuk meg. Nagy hiányt pótolna a gyümölcs- és szőlőtermesztés felélesztése. A fiatal és középkorú népesség bevonására javasoltuk a kert-örökbefogadási programot, hogy egyrészt a felhagyott kerteket is újra művelésbe vonják, másrészt, hogy megjelenjenek ezek a korosztályok a településeken. Ha ennek kapcsán mélyebb kötődés is kialakul, akár a helyi lakosság száma is növekedhet. A tájfajták felkutatása és szaporítása nem csak gazdálkodási, hanem a helyi identitás, tájkarakter erősítése révén is kovácsolhat előnyöket a turizmus számára. A környezettudatos termelési módok elterjesztése, a helyi termékek helyben történő értékesítése a helyi gazdaság élénkítése mellett a turizmus számára is jól hasznosuló lehetőségeket teremt a program azzal, hogy ismertté teszi a térséget egy fiatalabb generáció körében. Mindennek a helyi lakosság gondolkodásmódjára, a helyi termelési és fogyasztási mintázatra is kedvező hatása lenne. A felhagyott pincék javasolt „újrahasznosítása” nem csak a megtermelt bor tárolását célozza, hanem a turizmus élénkítését is különféle gasztró-szolgáltatások és kisebb attrakciók (mint például bemutatókert, pincegaléria, pincebolt, fröccs terasz) kialakításával. A szántók vonatkozásában a természetés helyi adottságokhoz való igazítása, termelési szerkezet váltás, kispárcellák kialakítása, szegélyek létrehozása, diverzitás növelése a cél. Ezek a beavatkozások egyben a tájkép gazdagodását és ezzel a táj vonzerejének fokozódását is elősegítik. A kilátóhelyekről látható területeket mutatja a 8. ábra.

A gyepek fenntartásának egyik legjobb módja a legeltetés, ami az állattartás visszaállításánál esetén a természetvédelem mellett a helyi gazdaság fejlesztéséhez és további helyi termékek megjelenéséhez is hozzájárulna. A mezőgazdasági területek rendezése esztétikai és ökológiai szempontból is előnyös változásokat hozna, ami növeli a turistákban is a természetközelség élményét. Mindehhez szükséges azonban a helyi gazdák összefogása, szövetkezése mind a termelés összehangolása, mind a megfelelő értékesítés érdekében. Az



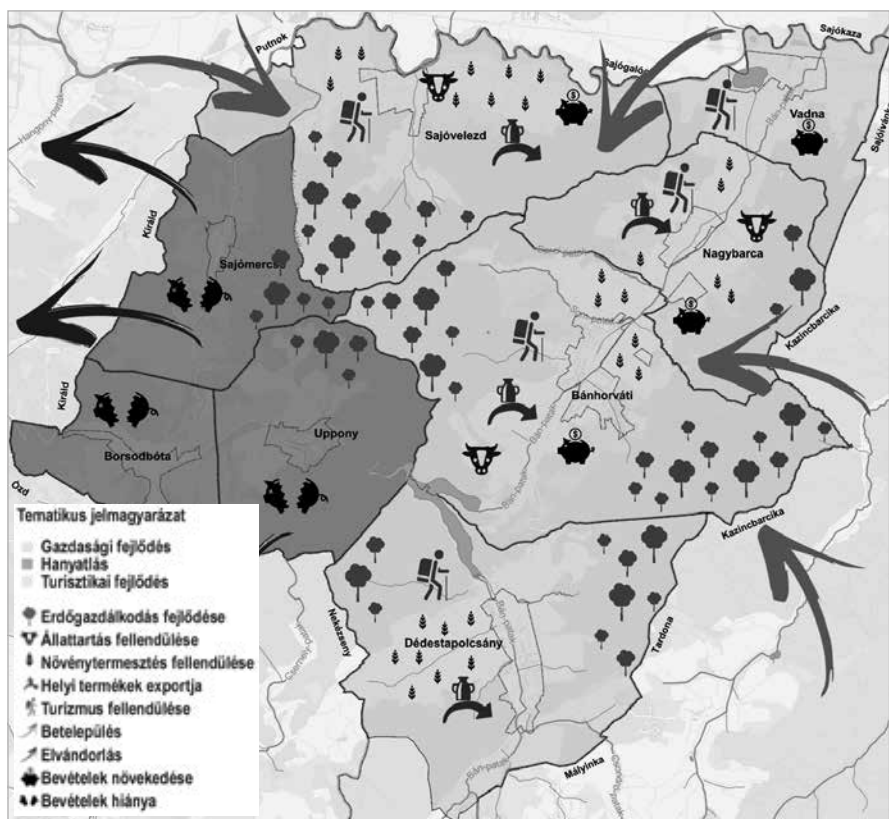
8. ábra Területek láthatósága a kilátópontokról a 2020-as projekt területén (Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)
 Figure 8 Visibility of areas from viewpoints in the 2020 project area (Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)

együttműködés kialakulása függvényében különböző jövőképek vázolhatók fel: 1. a térség egésze marginalizálódik, hanyatlásnak indul; 2. a jelenlegi trendek folytatásaként polarizálódik a térség és lesznek hanyatló, valamint fejlődő részek (9. ábra); 3. az egész térség fejlődésnek indul, virágzik a gazdaság és vele a turizmus.

Az **infrastruktúra** fejlesztés elsősorban

- a csapadék víz gazdálkodás fejlesztését,
- távmunkahelyek fejlesztését,
- mobil szolgáltatások fejlesztését,
- vendéglátóhelyek kialakítását és működtetését,
- közösségi közlekedés fejlesztését

kell, hogy jelentse a vizsgált térségben. Az infrastruktúra fejlesztések a turizmusnak is jó szolgálatot tesznek, szorosan összekapcsolódnak a megfelelő turisztikai infrastruktúra és szuprastruktúra kialakításával. A térségben előforduló romboló villámárvizek veszélyeztetik a turisztikai infrastruktúrát, a szárazság a természeti értékek fennmaradását, ezért a csapadékvíz gazdálkodásnak a turizmusban is nagy jelentősége van. A boltok, vendéglátóhelyek csak akkor tudnak fennmaradni, ha a helyi lakosság is fizetőképes



9. ábra A realista szcenárió a polarizálódás a 2022-es projekt területén
 (Részlet az Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve ppt bemutatóból, 2022)
 Figure 9 The realistic scenario is polarisation in the 2022 project area
 (Extract from the ppt presentation of „Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve” 2022)

keresletet jelent ezek számára. Ezért a turizmus szempontjából is fontos lenne a távmunka infrastrukturális hátterének biztosítása, hogy növekedjen a falvak aktív lakosságának száma és lakóinak vásárlóereje. Egy élő falu pedig sokkal vonzóbb a turisták számára, mint egy skanzen, különösen, ha tartózkodásukat több napra tervezik – ami a turisztikai szolgáltatók számára a jövedelemtermelés szempontjából fontos tényező.

A programok végrehajtása szempontjából rendkívül fontos az összetartás a településeken és a mikrotérségen belül, ezért szükséges a **térségi együttműködés** és a helyi közösségek fejlesztése (klubok, egyesületek létrehozása), a helyi identitás erősítése (értékek megismertetése), közösségi terek fejlesztése. A **helyi identitás** erősítésének, de a turizmus humán alapjainak megteremtése szempontjából is igen fontos az örökségek gyűjtése, a népi hagyományok őrzése, tanulmányozása, védelme és népszerűsítése. Mindezek vonzerőt jelentenek a turisták számára, és egy digitális értékleltár, telefonos applikáció létrehozásával elérhetőbbé is válnak ezek a vonzerők mindenki számára. További lehetőség még a tájházak létrehozása, valamint anekdota-gyűjtemény összeállítás. A térségben kezdő vagy újrakezdő gazdák támogatására hasznos lenne útmutató készítése a pincék építészeti felújításához, ajánlások kiadása az erdők kezeléséhez, a szőlő- és gyümölcsstermesztéshez.

Megfontolandónak tartjuk továbbá a térség naturparkká alakulását, amelynek egyik fő feladata a szemléletformálás mind a helyiek, mind a látogatók részére, de jelentős szerepe lehetne a helyi gazdaság fejlesztésében, a turizmus fejlesztésében és szervezésében, valamint a helyi örökségek megőrzésében is.

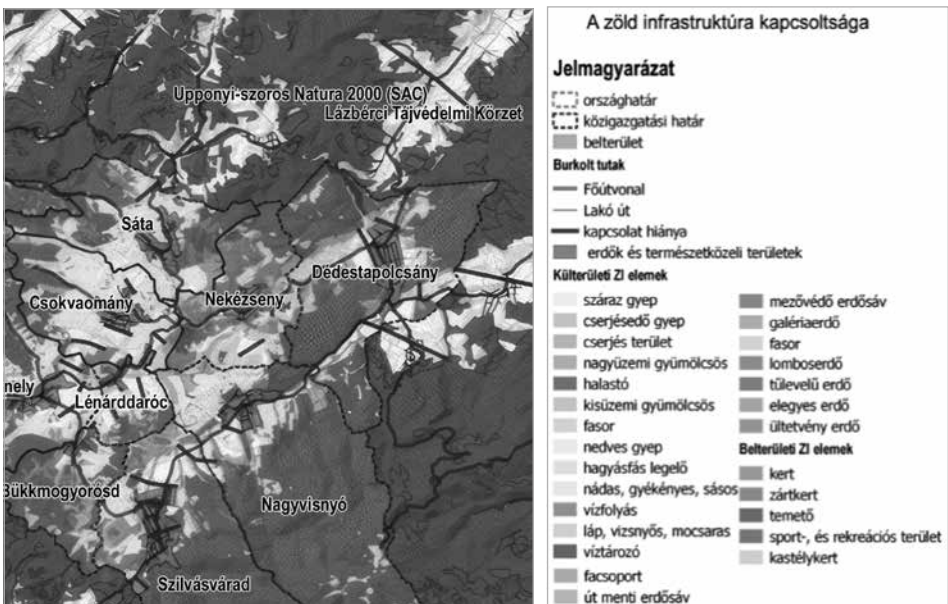
A **táj- és természetvédelmi** javaslatok három irányt képviselnek.

- Tájfásítás: mezővédő erdősáv telepítése, út menti fásítás, vízfolyás menti fásítás.
- Az invazív növények irtása.
- A mezőgazdaság diverzifikációja.

Az intézkedések a táj általános jó állapotát eredményezik, ami – a mezőgazdasági javaslatoknál említettekhez hasonlóan – a turisták számára nyújtható élményt fokozzák. Egy-egy természetvédelmi projekt nyomán attrakciók is megjelenhetnek, vagy hozzá tudnak járulni a térség vonzerőinek élvezetes látogatásához (ilyen lehet például a zöldút menti fásítás, vagy egy vizes élőhely létrehozása).

A mezőgazdasági területeken, a települések beépített területein vagy más hasznosítású területeken javasolt zöldinfrastruktúra fejlesztési intézkedések az ökoszisztéma szolgáltatások gazdagítását szolgálják, ami javítja a térség élhetőségét mind az ott élők, mind a térségbe érkező látogatók számára. A zöldinfrastruktúra elemek kapcsoltságának biztosításával az egyes elemek – és ezzel az egész hálózat – fennmaradásának nagyobb az esélye. A kapcsolati hiányokat illusztrálja a 10. ábra. A zöldinfrastruktúra ökoszisztéma szolgáltatásai között szerepel a rekreáció is, ennek kiemelkedő példája a térség fő attrakcióit felfűző tervezett zöldút kialakítása.

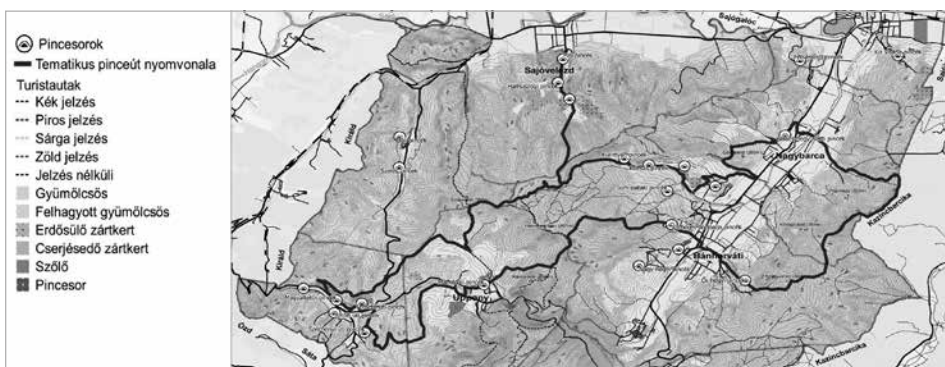
A vidéki térségek turizmusalapú fejlesztési lehetőségeinek vizsgálatáról szóló hazai kutatás ugyanis kimutatta, hogy a kevésbé frekvenciált kistelepülések turisztikai fejlesztésében a falvakat összekötő tematikus utaknak kiemelkedő szerepe lehet (LEMPEK M.



10. ábra A zöldinfrastruktúra kapcsoltsága – tervlap részlet
(Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)
Figure 10 Connectivity of the green infrastructure – plan sheet detail
(Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)

Z. – TÉSITS R. 2021). A tematikus utak jól kombinálhatók zöldutakkal, különösen olyan természetközeli helyszíneken, ahol a vidékfejlesztésre nagy igény mutatkozik. A Közép-Európai Zöldutak Egyesületének értelmezése szerinti zöldutak (INT-04) létesítésének ezért hangsúlyos eleme a helyi gazdaság fejlesztése.

A fentiek tehát jelentős mértékben hozzájárulnak a turizmus fejlődéséhez a térségben, de kifejezetten a turizmus fejlesztésére is számos javaslat született. Turizmus fejlesztési javaslataink attrakciófejlesztéseket, valamint turisztikai infra- és szuprastruktúra fejlesztést tartalmaznak. Az attrakciófejlesztések meglévő kulturális, természeti, épített örökségi elemekre épülnek. Ki kell emelni a térség bányászati múltját és geológiai értékeit, az egykori szőlőművelési és gyümölcscsészeti hagyományokat és a pinceépítészetet. Több tematikus út [pl. Pince-út (11. ábra), Föld kincsei út] kialakítását terveztük meg, amelyek több települést érintve mutatnák be ezeket az értékeket és adnának a pincéknek új funkciót. Javasoltuk egy kerékpárral vagy gyalog bejárható zöldút kialakítását is, amely a térség településeit fűzné fel részben meglévő útvonalakon, részben a felhagyott vasúti pálya nyomvonalán.



11. ábra Javaslat a Pince-út nyomvonalára

(Részlet az Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve ppt bemutatóból, 2022)

Figure 11 Proposed route for the „Pince-út” (Cellar Route)

(Extract from the ppt presentation of Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2022)

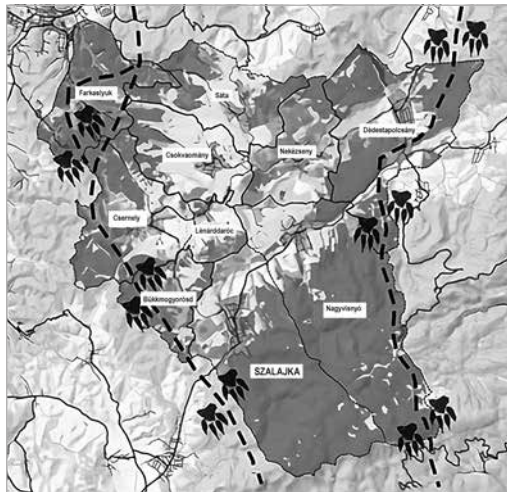
Leghamarabb megvalósítható attrakciófejlesztések a rendezvények, amelyek nem csak a turisták, hanem a helybeliek számára is fontos események lehetnek és a helyi identitás erősítéséhez is hozzá tudnak járulni. A pincékhez kötődő gasztró-programok mellett alkotótáborok, valamint palóc és barkó nyelvjárás és népszokás tábor megrendezése, környezeti nevelési, erdei iskolai és egyéb tanárképzési programok, „bányász” teljesítménytúrák szervezése – mind alkalmas arra, hogy a kis falvak fölkerüljenek a turisták mentális térképeire.

Felmerült lehetőség még az aktív turisztikai programok létrehozása településenként. A meglévő lovastanyák bevonásával hosszú távon elképzelhető a lovas turizmus felfejlesztése, de a Sajó is – megfelelő környezetvédelmi és -rendezési intézkedéseket követően – alkalmassá tehető evezős programok befogadására. Rendkívül népszerűek a kalandparcok és a lombkorona tanösvények. Ezek megvalósításához alkalmas terepadottságok vannak, de kivitelezésük és fenntartásuk erőforrás igényes, ezért csak állandó kereslet esetén javasoljuk kialakításukat.

A turisztikai infra- és szuprastruktúra fejlesztés körében a bemutatást és a látogathatóságot, valamint a turisták tartózkodását támogató fejlesztéseket javasoltunk, ami a kastélyok jobb kihasználását, a térségben fellelhető számos forrás kiépítését, a Sajó-part

rendezését és szezonális szálláshely kialakítását, az ökoturizmus fellendítését célozzák. Nagyon jók az adottságok a bakancsos turizmus számára, ám a még kevésbé látogatott vadon veszélyeket is rejt. A Damasa-szakadék biztonságossá tétele és a bemutatás feltételeinek kialakítása önálló projektet képezhet. Szükség van szálláshelyek fejlesztésére is az összes településen. Vagy a színvonal emelésével, vagy a befogadható vendégek számának növelésével újabb és újabb típusú vendégek érkezésére lehet számítani, illetve a négyévszakos turizmus feltételeinek megteremtéséhez is hozzájárulnak a szállásfejlesztési projektek. A szálláshelyek és a programok, rendezvények kialakításánál tekintetbe kell venni a várható vendégek generációját, illetve szociális helyzet béli sajátosságait. Új beruházások tervezésénél a jelenleg túrázni képes és hajlandó Y generáción túl a következő (Z) generáció igényeit is célszerű észben tartani. Az ökoturisztikai szálláshelyek kialakításánál különösen figyelni kell arra, hogy azok minden eleme ökotudatos legyen, hogy összhangban legyenek a majdani szolgáltatások a meghirdetni kívánt turisztikai termékkel.

Különleges feladatot jelentett a turizmusfejlesztésben az időközben a térségben megjelent védett nagyvadak (medve, farkas, hiúz, aranysakál) átjárásának, illetve zavarásmentes vonulási útvonalainak biztosítása. A nagyvadakkal való együttélés azonban elfeledett készség hazánkban, ezért ezt támogatni szükséges különféle programokkal: társadalmi érzékenyítéssel az itt élő nagyvadak iránt, valamint az állatokkal és életmódjukkal kapcsolatos ismeretek átadásával. A 12. ábra mutatja a kialakításra javasolt ökológiai folyosókat. A vonulási útvonalak működéséhez az is szükséges, hogy a turisták és a helyi lakosság, gazdálkodók is lehetőség szerint elkerüljék ezeket a helyeket, más útvonalakat választva mozgásukhoz.



12. ábra A nagyragadozók átjárását biztosító ökológiai folyosók (Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)
 Figure 12 Ecological corridors for the passage of the large carnivores (Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve, 2020)

A komplex térségi tervezési műhely végső eredményeit a térségben tartott, diasorral kísért prezentáción, valamint a pincepályázat eredményeit bemutató poszterkiállításon mutattuk be az érdeklődő helyi lakosoknak, tisztviselőknek és turisztikai vállalkozóknak.

Összefoglalás

Projektünk egyik meghatározó kiindulópontja az upponyi pincesor hasznosítási lehetőségeinek feltárása volt. Települések, mikrotérségek fejlesztése gyakran indul egy-egy konkrét beruházás ötletével. A tervezési szintek összekapcsolódása azonban inkább előny, mint hátrány, különösen az olyan objektum szintű fejlesztéseknél, ahol annak tájszintű jelentősége, hatása van. A komplex térségi tervezés lehetővé teszi, hogy egy tervezett tevékenység vagy egy nagyobb építmény, építmény-együttes tájjal és annak minden elemével való viszonyát feltárjuk, értékeljük, és ezek alapján kerüljön meghatározásra a továbblépés iránya.

Másrészről fontos kiemelni, hogy a turisztikai tervezés minden lépése szorosan összefonódott a többi szakág tervezési folyamatával. A vizsgálat tárgya sokszor azonos volt, de más és más szempontból tekintettünk ezekre. A komplex vizsgálat lehetővé tette, hogy a turisztikai javaslatok megalapozottak és reálisak legyenek, a helyi gazdasági és társadalmi környezetbe illeszkedjenek úgy, hogy közben a természeti és kulturális értékek megővhatők, esetenként fejleszthetők legyenek. A multiszektoriális, térségi megközelítés és táji szemlélet alkalmazása a turizmus fejlesztési tervezésben tehát eredményesen és hatékonyan alkalmazható módszer, ami jól illeszkedik a turizmus térségi desztinációs szemléletéhez is.

DANCSONÉ FÓRIS EDINA
MATE TTDI, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék
dancsokne.foris.edina.klara@uni-mate.hu

FILEPNÉ KOVÁCS KRISZTINA
MATE TTDI, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék
filepne.kovacs.krisztina@uni-mate.hu

HUBAYNÉ HORVÁTH NÓRA
MATE TTDI, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék
hubayne.horvath.nora@uni-mate.hu

KUTNYÁNSZKY VIRÁG
MATE TTDI, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest
kutnyanszky.virag@phd.uni-mate.hu

MÓDOSNÉ BUGYI ILDIKÓ
MATE TTDI, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest
modosne.bugyi.ildiko@uni-mate.hu

SALLAY ÁGNES
MATE TTDI, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest
sallay.agnes@uni-mate.hu

SZILVÁCSKU ZSOLT
MATE TTDI, Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest
szilvacsku.miklos.zsolt@uni-mate.hu

VARGA DALMA
MATE TTDI, Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, Budapest
dalma.varga@outlook.hu

IRODALOM

- ARCHER, B.–COOPER, C.–RUHANEN, L. 2005: The positive and negative impacts of tourism. – In: THEOBALD, W. F. (szerk.): *Global Tourism* ELSEVIER Butterworth-Heinemann ISBN: 0-7506-7789-9 pp. 79–102.
- CSAPÓ J. (szerk.) 2020: A nemzetközi és hazai turizmus legújabb keresleti trendjeinek bemutatása elméleti és gyakorlati megközelítésben. Egyetemi jegyzet. Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Pécs
- CSEMEZ A. 1996: Tájérvvezés –Tájrendezés. Mezőgazda.
- CSUGÁNY J. –TÁCZOS T. 2020: A hazai turizmusban rejlő lehetőségek a negyedik ipari forradalom korszakában / The tourism potentials of Hungary in the era of the fourth industrial revolution. In: #Turizmus #Szálloda #Vendéglátás. Konferenciakötet. Az Eszterházy Károly Egyetem Turizmus Tanszék alapításának 10. évfordulója alkalmából. Eger, Eszterházy Károly Egyetem Líceum Kiadó. pp. 55–65.
- DANCSOKNÉ F. E. 2020: Vidéki térségek a települések szövetében. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola. Budapest
- DANCSOKNÉ F. E. –FILEPNÉ K. K. –HUBAYNÉ H. N. –KOLLÁNYI L. –MÓDOSNÉ B. I. –SALLAY Á. –SZILVÁCSKU ZS. –VARGA D. (szerk.) 2020: *Észak-Bükk térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve*. Készítették a SZIE Tájépítészeti és Településtervezési Kar II. éves tájépítész MSc hallgatói. SZIE Tájérvvezési és Tájvédelmi Intézet, Budapest. Kézirat.
- FORMÁDI K. –PETYKÓ C. –SZALÓK C. –JUSZTIN M. –HOLCZERNÉ S. Á. 2019: Motivált utazók, inspiráció és élménykeresők – avagy az Y generáció utazási szokásainak elemzése. Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok 2019. IV. 4 DOI: 10.15170/TVT.2019.04.04.02
- FROST, W. –LAING, J. –STRICKLAND, P. –SMITH M. J. 2020: Seeking a Competitive Advantage in Wine Tourism: Heritage and Storytelling at the Cellar-Door. *International Journal of Hospitality Management*, 87 (102460).
- FYALL, A. –GARROD, B. 2005: From Competition to Collaboration in the Tourism Industry. In: THEOBALD, W. F. (szerk.): *Global Tourism* ELSEVIER Butterworth-Heinemann ISBN: 0-7506-7789-9
- HALL, C.M. –MACIONIS, N. 1998: Wine Tourism in Australia and New Zealand. In *Tourism and Recreation in Rural Areas*; BUTLER, R.W. –HALL, C.M. –JENKINS, J.M. (Eds.); John Wiley & Sons: Chichester, UK, 1998; pp. 197–221.
- KASTENHÖLZ, E. –PAÇO, A. –NAVE, A. 2022: Wine tourism in rural areas – hopes and fears amongst local residents. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 15. 1. ISSN: 1755-4217 DOI: <https://doi.org/10.1108/WHATT-08-2022-0095>
- KOVÁCS A. D. –GULYÁS P. –FARKAS J. Z. 2021: Tájhasználati érdekek és ellenérdekek az Alföldön – A természetvédelem, a mezőgazdaság és a turizmus kapcsolata a Kiskunsági Nemzeti Park példáján. *Földrajzi Közlemények* 2021. 145. 4. pp. 317–334. DOI: 10.32643/fk.145.4.4
- LEMPEK M. Z. –TÉSITS R. 2021: A vidéki térségek turizmusalapú fejlesztési lehetőségei a Siklósi járás példáján. *Modern Geográfia*, 16. 2. pp. 87–112 DOI: 10.15170/MG.2021.16.02.05
- MICHALKÓ G. et al. 2011: Turisztikai terméktervezés és fejlesztés. Pécsi Tudományegyetem ISBN: 978-963-642-435-0
- MCHALKÓ G. 2016: Turizmológia – Elméleti alapok. Akadémiai Kiadó Zrt., 2001 ISBN: 9789630592161
- MIKHÁZI Zs. 2018: Az ökoturizmus fogalmának egyedfejlődése: Alaputatás a definíciótól a tervezésmódszertanig. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Magyar Turisztikai Ügynökség (MTÜ) 2021: Turizmus2.0
- OLTEAN, F. D. –GABOR, M. R. 2022: Wine Tourism – A Sustainable Management Tool for Rural Development and Vineyards: Cross-Cultural Analysis of the Consumer Profile from Romania and Moldova. *Agriculture* 2022, 12(10), 1614; <https://doi.org/10.3390/agriculture12101614>
- TELEKI P. 1937: A tájfogalom jelentőségéről (Rektori tanév-megnyitó beszéd a Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen) *Budapesti Szemle*, 1937. nov. pp. 6–10.
- UUSITALO, M. 2007: Landscape analysis – The first step in managing sustainable land use at tourist destinations. In: JOKIMÄKI, J. –KAISANLAHTI-JOKIMÄKI, M. L. –TUULENTIE, S. –LAINE, K. –UUSITALO, M. (ed.): *Environment, local society and sustainable tourism*. Painatuskeskus Finland, Rovaniemi, LandscapeLab, EU LIFE Environment-project, Arctic Centre, University of Lapland. pp. 42–51.
- VÁRHELYI T. 2017: A wellness világtrendek és a sport. *Acta Academiae Agriensis, Sectio Sport*, 2017. Nova XLIV. pp 139–147.
- World Tourism Organization (WTO) 2019: UNWTO Tourism Definitions. UNWTO, Madrid DOI: 10.18111/9789284420858

INT-01: trendwatching.com/2023-trend-check

INT-02: <https://www.interreg-danube.eu/approved-projects/connectgreen/outputs>

INT-03: <https://www.penedesturisme.cat/en/activity/can-marles-wine-bar-your-wine-vineyards>

INT-04: <http://zoldutak.hu/mik-azok-a-zoldutak/>

A publikáció jelentős mértékben támaszkodott a 2020-as és 2022-es komplex térségi tervezési műhely során készült, a hallgatók munkáját magába foglaló munkákra:

Uppony térség tájvédelmi és tájfejlesztési tanulmányterve. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet. Ppt bemutató. 2022.

A HAZAI LAKOSSÁGI VILLAMOSENERGIA SEKTOR PARADIGMAVÁLTÁSA ÉS A NAPELEMES HMKE-K

HORVÁTH GÁBOR – SZEGEDI SÁNDOR – ZAKAR MÁTÉ – PÓKA CINTIA
– TÓTH TAMÁS

PARADIGM SHIFT IN THE HUNGARIAN ELECTRICITY PRODUCTION SECTOR
AND THE MICROGENERATION SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Abstract

The European Union and Hungary are committed to increasing the share of green energy in the energy mix. There are two main challenges for the Hungarian energy sector today. The first is energy safety that is to provide enough energy to fulfil the industrial and residential electricity demands and meeting environmental requirements at the same time. The other is to prepare for potential shifts in industrial and residential consumer habits. We deal with the political and economic impacts on the energy balance, the booming of electricity consumption, the development of the Hungarian electrical grid and challenges induced by weather dependent energy sources. We present some best practices, in particular low or no cost examples that can contribute to the balance of electricity production and consumption. We examine the conditions of economical operation of microgeneration solar photo voltaic systems after the potential lapse of net metering.

Keywords: consumer habits, electricity production, weather dependent renewable energy sources, microgeneration solar photovoltaic systems, net metering

Bevezetés

Az Európai Unió és azon belül hazánk is az utóbbi évtizedekben teljesen elköteleződött az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentésében, a megújuló energiaforrások hasznosításának még intenzívebb növelésében, valamint az energiahatékonyság szélesebb körű alkalmazásában. A határozott célkitűzéseket és terveket nagyban megnehezítik és módosíthatják a különböző nem tervezett tragikus következményekkel járó események, havária helyzetek (COVID19, orosz–ukrán háború). Meglátásunk szerint, az egyre szigorodó irányelvek ellenére mára az energiabiztonság valamelyest háttérbe szorította a környezetvédelmi szempontokat.

A magyarországi energiaszektor jelenleg két nagyobb, összetett kérdésére is keresi a választ a környezetvédelmi irányelvek betartása mellett. Az egyik az *energiabiztonság kérdése*, miszerint lesz-e elegendő energia hazánkban a jelenlegi ipari termelés és a lakosság humánkomfortjának fenntartásához? A másik, hogy milyen esetleges változásokra, a *felhasználói szokások milyen módosításaira* érdemes felkészülni az ipari és lakossági fogyasztóknak? Általánosságban a lakosság villamosenergiával kapcsolatos magatartása, fogyasztói szokásai még jelentős mértékű energiamegtakarítási lehetőséget rejt magában.

Tanulmányunkban kitérünk olyan kérdésekre, mint az energiamérleget befolyásoló fontosabb politikai, gazdasági hatások, a drasztikusan növekvő villamosenergia-használat és a magyar villamosenergia-hálózat fejlesztése. Hangsúlyt fektetünk az időjárásfüggő megújuló energiaforrások, elsősorban a napenergia (LÁZÁR, I. et al. 2020) hasznosításából fakadó hálózati kihívásokra. Bemutatunk jógyakorlatokat, csekély beruházást igénylő, vagy beruházás nélküli konkrét példákat, melyek hozzájárulhatnak a villamosenergia-termelés és -fogyasztás egyensúlyához.

Az EU főbb irányelvei a fosszilis energiahordozók kiszorítására

Az energiaszektor felelős a globális üvegházhatású gázok kibocsátásának 73,2%-ért. (Internet1) Több mint négy évtizede hangsúlyozzák a klímaváltozással foglalkozó szakmai szervezetek, elismert kutatók, hogy mérsékelni kell az ÜHG-ok kibocsátását, annak érdekében, hogy a globális felmelegedés hatásait a társadalom képes legyen mérsékelni, és részben alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez (DUNKEL et al. 2018; KHAN, M. A. et al. 2014; JACKSON, P. 2007).

Az idő előrehaladtával a klímacsúcsokon (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) elméletileg egyre szigorodó irányelveket, célkitűzéseket fogadtak el a világ döntéshozói. A jelenleg érvényben lévő vállalás a 2015-ben 195 állam által aláírt Párizsi Megállapodás, amelyben elkötelezték magukat a globális hőmérséklet-emelkedés 2C° alatt tartására (NONG, D. et al. 2021). Ezen országok felelősek a globális károsanyag-kibocsátás 97,48%-ért (HANELT, C. – PETERSEN, T. 2022). A gyakorlatban ez a dokumentum is csak puha önkéntes vállalásokat tartalmaz az aláíró országok részéről. Sajnálatos, de – ahogy a korábbi esetekben is – az várható, hogy a megállapodásokban foglaltakat nem sikerül maradéktalanul teljesítenie minden aláírónak. A probléma abból ered, hogy a vállalások nem teljesítése semmilyen kézzel fogható nemzetközi intézkedést (retorziót, szankciót, bírságot) sem von maga után.

A Párizsi Megállapodás és az azt követő klímacsúcsok, a Covid19, valamint az orosz–ukrán háború, és annak kapcsán hozott intézkedések együttesen az energetikai célok mihamarabbi átütemezésére kényszerítették az Európai Uniót. Az EU gyors intézkedési:

- **Fit for 55** – A klímarendelet kötelező érvényű az összes EU tagország számára. *Célja* 2030-ra 55%-kal csökkenteni a nettó ÜHG kibocsátását, 2050-re a klímasemlegesség elérése (Internet2).
- **RepowerEU** – Az orosz–ukrán háborúra reflektáló program, amely a függőségi viszonyt és az agresszorok közvetlen és közvetett módon történő anyagi támogatását kívánja csökkenteni. *Célja* az energiaellátás diverzifikálása az energiatakarékosság, a tiszta energiák térnyerése és az energiabiztonság szem előtt tartása mellett (Internet3).
- **H2MED** – A H2MED-projekt fejlesztése az első üteme az Európai Hidrogén Gerinchálózat kiépítésének, amelynek egyértelmű *célja* az európai dekarbonizációs törekvések felgyorsítása a szükséges hidrogén-infrastruktúra megteremtésével. A H2MED vezeték felgyorsítja a hidrogén telepítését Európában, és összeköti az Ibériai-félszigetet Franciaországgal és Németországgal (Internet4).
- **Net Zero by 2050** – A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) a Párizsi Egyezmény alapjait használva indította el a programot. *Célja* a globális szén-dioxid (CO₂) kibocsátás nettó nullára csökkentése 2050-re (Internet5).

Az energiabiztonság mint legfőbb prioritás

A schengeni határ túloldalán háború van. A fegyveres összecsapások mellett gazdasági csaták is zajlanak, melynek következtében az egyes országok, közösségek prioritásai megváltoztak. Európában rendkívüli módon megnőtt a veszélye, hogy nem akkor és nem annyi energiához jutnak a fogyasztók (ipar, mezőgazdaság, közszolgáltatások, lakosság), mint amennyire pont szükségük lenne. Jelenleg az *első globális energiaválság időszakát éljük*. Míg a hetvenes években „csak” olajválság volt, most egyszerre gyűrűzött be az

olajválság, a földgázválság és a szénválság is. Az európai országok számára az energia-biztonság lett a legfontosabb kormányzati törekvés. Az energiahiány veszélye miatt az *első reakciók általában a fogyasztói szokások megváltoztatása és az energiabiztonság növelése* voltak. Az energiaellátás területén sebezhetőbb országok a rendelkezésre álló eddig kevésbé használt erőforrásaikhoz, vagy éppen a felhasználás ütemét mérsékelni kívánt (fosszilis) energiahordozókhöz, energiatermelési eljárásokhoz nyúlnak vissza. Példaképpen Németországban az atomenergiát, Magyarországon a lignittüzelést kívánták fokozatosan kivonni az energiatermelésből, amit a körülmények miatt egyelőre felfüggesztettek, és továbbra is az ellátásbiztonságot szolgálják.

Németországban – az EU legmeghatározóbb gazdaságában – a megújulóenergia-termelés intenzív hasznosítása és terjedése sem tudja a német energia éhséget csökkenteni. Mindeközben a már leállított atomerőműveket nem sikerült pótolni, és a lignitfelhasználás mértéke sem csökkent az elmúlt években. A 2022-es események hatására pedig az előző évek, évtizedek gyakorlatával szembe menően a *súlyosan környezetszennyező energiatermelési megoldások felé mozdultak el*. Németország fókuszba helyezte a felszíni lignitbányák újrainyitását, illetve új bányák létesítését, ezzel szörnyű környezeti pusztítást okozva. Sokat sejtett, hogy a döntéshozók a szénbányászat újjáélesztése okozta környezet- és tájrombolásokból eredő társadalmi és politikai nyomást is inkább felvállalják, mint az energiastabilitás, -ellátás bizonytalanságát. A német karbonkibocsátás 32%-át a szénerőművek okozzák, melyek az energiatermelés kb. 19%-át biztosítják jelenleg (APPUNN, K. et al. 2022; APPUNN, K. et al. 2022).

Magyarországon a paksi atomerőmű után a második legnagyobb energiatermelő egység a lignittel működtetett Mátrai Erőmű. Hazánkban is felmerült a szénbányászat újjáélesztése – ami egyelőre inkább csak politikai beszédként jelent meg – azonban a lignittüzelésű erőmű 2025 utáni működtetése újból mérlegelés alá került. *2022 második félévében a megváltozott ideiglenes jogszabályi környezet már egyáltalán nem segíti az időjárásfüggő energiatermelők elterjedését*. A rezsicsökkentés felső határait meghatározva, az átlagfogyasztás felletti energiáért/energiahordozóért (áram, földgáz) piaci árat fizetnek a lakossági fogyasztók is. Az említett változások két komoly hozadéka, hogy *egyrésről általánosabban takarékosabbak, energiatudatosabbak lettek az érintett fogyasztók, másrésről, hogy a napelem-beruházások megtérülési ideje ezzel kedvezőbben alakult*. Bár ez nem tartott sokáig, mivel 2022 november 1-től az új napelemes rendszer telepítések tekintetében kiveztették az ún. szaldós elszámolást (részletesen lásd később) (Magyar Közlöny 2022).

A villamosenergia-fogyasztás megreformálásának fontossága

A *fogyasztó elvárása* a folyamatos és zavartalan energiaellátás, más szóval mindig legyen villamosenergia az adott helyen, az adott pillanatban, amikor csak szüksége van rá. A mindenkori életvitelnek megfelelően, a napi tevékenységekhez, évszakokhoz és napszakokhoz illeszkedően jelentős eltérések vannak az egyes emberek fogyasztási szokásaiban, ami egy igen hektikus villamosenergia-felhasználást eredményez. Termelői és elosztói oldalról a szakembereknek tervezniük kell, hogy mikor, mennyi áramra lesz majd szükség és eszerint szabályozzák az erőműveket.

A *hazai villamosenergia-termelés törzsét az atomenergia biztosítja*, megközelítőleg 36%-ban, 22%-ban földgáz, 6%-ban szén és megközelítőleg 10%-ban a megújuló energia fedezi a hazai energiaigényt (MEKH a). A hazai villamosenergia-termelés alapját jelentő Paksi Erőmű termelése a fúziós folyamatnak köszönhetően viszonylag szűk határok közt változtatható, a technológia stabilitása adja eredendően a rugalmatlanságát is.

Megjegyzendő azonban, hogy a mai nagyerművi villamosáramot termelő technológiák közül a legkisebb karbonlábnyommal rendelkeznek. Amikor az ország villamosenergia felhasználása a felső csúcs felé tart, bekapcsolják a vészerőműveket is, amelyek főként szénalapúak. Érdekes tény, hogy ez legfőképpen a nyári hőségek idején jelentkezik, amikor a klímaberendezések használata felerősödik. Az alacsony villamosenergia-felhasználás évszaktól függetlenül általában az éjszaka folyamán jelentkeznek. Az el nem használt áram túlkínálatot eredményez, amelyet hazánk általában környező országok felé tovább értékesít, jellemzően alacsonyabb áron.

A fogyasztási szokások racionalizálásával csökkenteni lehet az energiacsúcs és az energiaminimum közötti különbséget. Ennek elősegítésére vezették be az éjszakai áram fogalmát, amellyel a fogyasztók jóval kedvezőbb áron juthattak energiához, melyet általában melegvíz előállítására használtak fel. A hálózati különbségek kiegyenlítésének egyik másik megoldása lehet, a megújuló energiaforrások mellé történő energiátároló telepítése. Az energiátárolás módja is komoly aggályokat vet fel. A tárolással járó viszonylag magas, (min. 10%-os) energiaveszteség mellett, az újabb hatalmas mértékű karbonlábnyom is megfontolandó.

A villamosenergia-felhasználás jellegzetességei

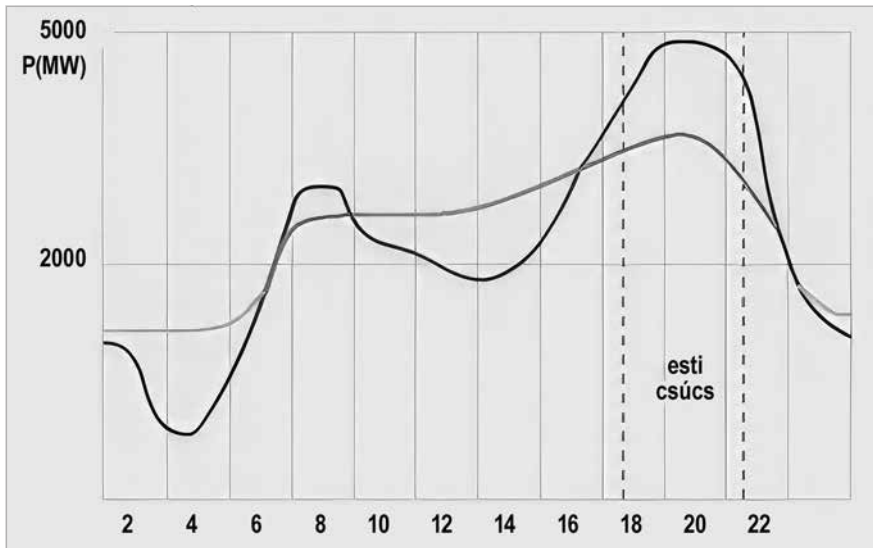
A nehézségek ellenére számos jogyakorlat létezik már, melyek hozzájárulhatnak – akár beruházás nélkül – a villamosenergia-termelés és fogyasztás egyensúlyához. A MAVIR az egyensúly megtartásának érdekében a lehető legtöbbször a villamosenergia-termelést igazítja a fogyasztáshoz, de napjainkban elindultak már nagyszabású, példaértékű kezdeményezések az egyensúly könnyebb megtartására.

Elterjedőben van az egyes ipari fogyasztók vezérelt szabályozása. Az üzemeltető megállapodhat az áramszolgáltatójával, hogy az általa használt eszközök, berendezések tekintetében milyen időközönként, mekkora időtartamban tudja átadni a kapcsolást. A fogyasztó minimum villamosszükségletének 300kW-nak kell lennie és lehetőleg 24 órás üzemben legyen működtetve. A legegyszerűbb példa erre egy hűtőház esete, ahol a kívánt hőmérséklet-tartománynak -18°C és -21°C között kell lennie. A működéséből eredően az energiavölgyek idején érdemes lehet bizonyos szintig túlhűteni a hűtőházat és a napi energiamaximum idején pedig visszaengedni a hőmérsékletet magasabb érték közelébe. A beruházás költsége alacsony, mindössze egy távolról vezérelhető villanyórát szükséges telepíteni hozzá (Internet6).

A másik terjedőben lévő lehetőség az energiaközösség. Legfőbb célja a lokálisan megtermelt energia helyi elfogyasztásának maximalizálása. Ez egy új szövetkezeti vagy nonprofit gazdasági forma, aminek elsődleges célja, hogy a tagjai számára környezeti, gazdasági és szociális közösségi előnyöket nyújtson. Az egyes tagoknak legalább egy, de lehet több szerepük is a villamosenergia-termelésben, -tárolásban, -fogyasztásban, -megosztásban és az elektromos töltőberendezés üzemeltetésében. A tagok lehetnek lakossági fogyasztók, vállalatok, intézmények, vezérelhető fogyasztók, napelemes erőművek, energiátárolók, de akár E-mobilitás töltők is. A tagok egymás között a megújuló energiaforrásokból termelt energiát jóval kedvezőbb áron tudják elosztani, így sarkallva a tagokat a kiegyensúlyozottabb, tervezhetőbb fogyasztási szokásokra (Internet7).

Az egyre kisebb fogyasztási egységeknek is egyre nagyobb szerepet szükséges vállalnia a villamosenergia-hálózat egyensúlyának fenntartásában, mivel az eddigi fogyasztási szokásokról fokozatosan át kell térni egy általánosan tervezhetőbb és szabályozhatóbb fogyasztási profilra.

Az 1. ábrán látható egy átlagos háztartás napi lakossági villamosenergia-szükséglete (fekete vonal). Megállapítható, hogy szinte évszaktól függetlenül két tetőponttal rendelkezik, melyek között általában két fő fogyasztási völgy jelenik meg. A kisebbik csúcs a reggeli órákban a munkába és nevelési intézményekbe (bölcsődébe, óvodába, iskolába) készülődés során jelentkezik. A második, lényegesen nagyobb tetőpont a hazaérkezést követően a délutáni és este órákban jelenik meg. Ez a fogyasztási időszak a legmarkánsabb, ugyanis az otthontartózkodás alatt ekkor kerül sor a legtöbb árammal működő eszköz használatára. A legnagyobb völgyidőszak az éjszakai, hajnali pihenéssel magyarázható, míg a kisebb völgy a kevesebb számú otthontartózkodással, kisebb mértékű otthoni fogyasztással magyarázható. A napszakok közötti villamosenergia-fogyasztás különbségeihez a rendszerirányítónak kell folyamatosan alkalmazkodnia.



Lábra Napi átlagos lakossági villamosenergia-felhasználás óránkénti bontásban
 Figure 1 Average diurnal residential electricity consumption by the hours
 Forrás: JÁSZAY T.–NIEBERL N. (2015) alapján saját szerkesztés
 Source: Based on JÁSZAY T.–NIEBERL N. (2015), Authors' editing

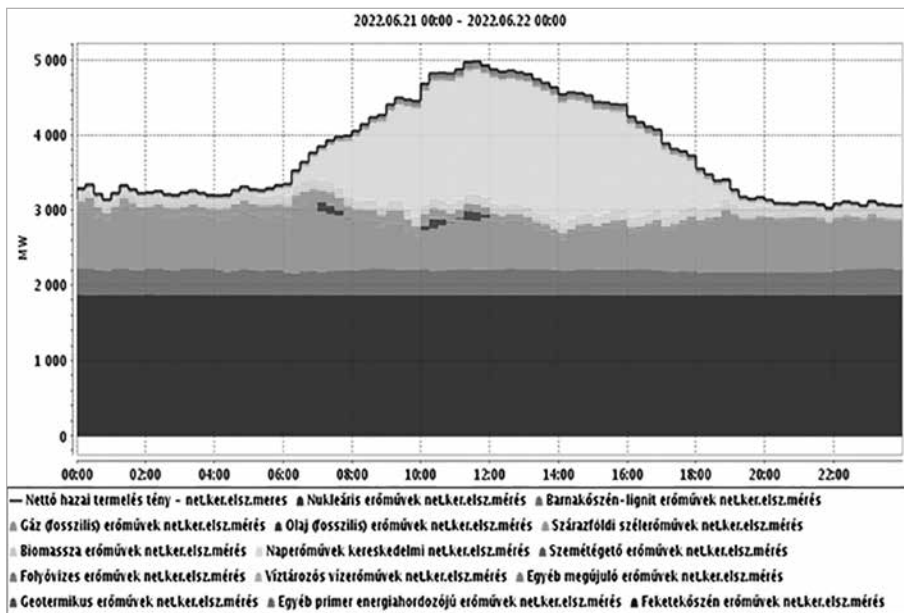
Napjainkban a technológia fejlődésével, az időzítható/vezérelhető eszközök elterjedésével a fogyasztói szokásaink rugalmassága, ütemezése a korábbi időszakokhoz képest jóval nagyobb szabadságot élvez. A háztartásokban egyre nagyobb számban jelennek meg a napelemes rendszerek mellett a wifi vezérlésű hőszivattyúk, melegvíztárolók, klímaberendezések, mosó-, szárító- és egyéb háztartási gépek, jelenlétérzékelők, redőnyök, világítótestek, illetve az elektromos autók vagy akár a kémiai akkumulátorok is. Ezek a fogyasztók akkor tudják segíteni a fogyasztási görbe kisimítását, ha megfelelően, tervezett használatban vannak, a gondos felprogramozás mellett tudatosabb felhasználói magatartást igényelnek. Hosszútávon újra kell gondolni, hogy melyek azok a ténylegesen a jelenlétünkhöz kötött működésű eszközök és melyek azok, amelyeknek az energiafelhasználását ütemezhetően a napelemes rendszer várható termeléséhez lehet igazítani. Az 1. ábrán a színek egy lehetséges, simított, elvi fogyasztási görbét mutatnak.

A zöld szakasszal jelölt időszak lehet a legalkalmasabb a melegvíz előállítására, mosó- és/vagy szárítógép használatára, illetve az esetlegesen előforduló elektromos autók töl-

tésére. A jelen fogyasztási szokásokhoz igazodva ekkorra lehet a legkevesebb kényelmetlenséggel a napi lakossági villamosenergia-szükségletet áthelyezni az egyenletesebb felhasználás érdekében.

A kézzel jelzett időszakokban az esetlegesen meglévő energiatárolók részben hozzájárulhatnak a villamoshálózatból felvett energia csökkentéséhez. Napközben a napelemek által megtermelt és eltárolt energiával, illetve az oda-vissza töltésre alkalmas (veliche to home – V2H) töltőre csatlakoztatott elektromos autókkal mérsékelni lehet a fogyasztási csúcsot, ezáltal a villamosenergiatermelő-kapacitás csökkentése érhető el.

A narancsszínnel jelölt időszak során alkalmazhatóak a jelenléttől független fogyasztók, illetve feltölthetők a telepített energiatárolók. Az időjárásfüggő megújulók közül hazánkban a fotovoltaikus rendszerekre alapozott napenergia-hasznosítás a domináns. A napelemek termelése ebben az időszakban (2. ábra) az országos villamoshálózatban gyakorta olyan nagymértékű visszatöltött elektromos áramot jelent rendszer szinten, hogy ezen energiatöbblet felhasználása sokszor kis hatékonysággal valósul meg. A helyben hatékonyan felhasznált villamosenergia többek között az időzithető fogyasztóknak, illetve a telepített energiatárolóknak köszönhetően ezen időszakban csökkenthetné a feltöltésből származó hálózati leterhelést és javítaná a lakossági napi fogyasztás arányosabb alakulását.



2. ábra MAVIR termelési adatok 2022.06.21. napján
 Figure 2 MAVIR daily electricity production data for 21-06-2022
 Forrás/Source: MAVIR

A 2. ábra a Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) hivatalos adatait mutatja, ahol a napelemek által megtermelt villamosenergia-mennyiség jól szemlélteti a probléma súlyát. Az 1. és 2. ábrák alapján egyértelműen látható az alacsony lakossági fogyasztású és az ahhoz tartozó a hálózatban lévő villamosenergia-többlettel rendelkező időszakok. A lakossági villamosenergia-felhasználás nappali völgyidőszakában rendelkezésre álló nagyobb energiamennyiség az év során sem azonosan alakul (nyári maximum, téli minimum). Az évi menet nem pusztán az időjárásfüggő

megújuló energiaforrásokkal hozható összefüggésbe, hanem kifejezetten a napenergia energiámixben betöltött túlsúlyára vezethető vissza. A szélenergia nagyobb kihasználtsága mérsékelné az évi különbségeket, mivel a szél- és napenergia-potenciál időbeli rendelkezésre állása általában is, de hazánkban kifejezett jól kiegészíti egymást, ahogy azt már számos tanulmány is bebizonyította (HAVAS M. – HRENKÓ I. 2015; ALEX, Z. et al. 2014; LAKATOS, L. et al. 2011).

Módszertan

A jelen, szabályozás szempontjából bizonytalan időszakban kerültek modellezésre egy átlagos villamosenergia-fogyasztással rendelkező háztartás széles spektrumon bemutatott telepítési lehetőségei. Az egyes scenáriók azt mutatják be havi bontásban, hogy hogyan alakul a helyben megtermelt és felhasznált energia mennyisége, illetve mennyi energia táplálható vissza a hálózatba. Az egyes elemzésekben a napelemes rendszer termelési kapacitása (Wp), illetve a telepített energiatároló névleges kapacitása (Wh) változik az azonos fogyasztás mellett. Céljaink között szerepel, hogy rámutassunk a helyes rendszerméretezés fontosságára, láthatóvá tegyük a napenergia által okozott villamoshálózat-terhelés irányait a különböző méretű energiatárolók használatának esetében. Az egyes hónapok átlagos villamosenergia-termelési hányada 10 db magyarországi napelemes rendszer tapasztalati adatait felhasználva került kiszámításra.

A gyakorlati tapasztalatokon alapuló szabály szerint 1150–1200 kWh fogyasztáshoz megközelítőleg 1 kWp napelem szükséges. *A gyakorlatban viszont általában még egy darab panelt fel szoktak helyezni.* Magyarországon állami szinten meghatározott átlagos lakossági fogyasztást figyelembe véve – ami 2523 kWh – egy 2500 Wp erőmű összteljesítményt vettünk alapul a modellezés során. Ehhez a rendszerhez az első esetben nem csatoltunk energiatárolót, míg a többi esetben 4000, 5000, 6000, 7000 Wh névleges teljes kapacitású tároló csatolásával számoltunk. Az utolsó scenárió során meghatározásra került, hogy mi az a legkisebb rendszer és a hozzá tartozó tárolókapacitás, ami teljes szigetüzemként a téli időszakban is el tud látni egy átlagos villamosenergia-felhasználással rendelkező háztartást.

A ma legjobban elterjedt energiatárolók a Li-ion-akkumulátorok. Ezek a kémiai energiatárolók azonban elég érzékenyek a kisülésre, meghálálják, ha nem teljesen vannak feltöltve, és ezen szempontok betartásával működésüket évekkel kitolhatjuk. Arányaiban nem javasolt az alsó 20% és a felső 15–20% töltöttségi szint szerinti rendszeres használat. Felelős üzemeltetőként érdemes ezzel kalkulálni, ezért a névleges kapacitás átlag 62%-kával számítottuk a ténylegesen rendelkezésre álló kapacitást. A modellezés során 25% részarányal vettük figyelembe a napelemek révén megtermelt, a háztartás által közvetlenül elfogyasztott energiamentiségét. A fentiek alapján minden scenárió megmutatja:

- a helyben megtermelt és felhasznált energia mennyiségét.
- a hálózatba visszatáplált energia mennyiségét.
- a helyben megtermelt és elfogyasztott energia mennyiségét, valamint a teljes arányát.
- a hálózatból vételezett és oda visszatáplált villamosenergia mennyiségét.

Eredmények

A következőkben bemutatásra kerülnek beruházás nélkül is elvégezhető, illetve kisebb-nagyobb anyagi ráfordítást igénylő energiamegtakarítási lehetőségek, amelyek

hozzájárulnak a villamoshálózat egyensúlyának fenntartásához. Az adott háztartás műszaki színvonala és a fogyasztó finansziális helyzete nagyban meghatározza, hogy az említett lehetőségek közül melyek számára a megvalósíthatók, illetve kivitelezhetők.

Beruházás nélküli eszközök:

- A fogyasztás ütemezése.
- A belső hőmérséklet beállítása, szabályozása, éjszakai és hétvégi fűtés csökkentés, időprogramok beállítása.
- Fűtési rendszer beszabályozása (túl- és alulfűtött helyiségek esetén).
- Hőszivattyúk fűtési jelleggörbéjének beállítása.
- Kezelők időprogramjának beállítása.
- Lekötött villamosteljesítmény optimalizálása.
- Energiaközösségek elterjedése.

Kisebbs-nagyobb beruházásokkal elérhető megoldások:

- Épületszerkezeti korszerűsítés: külső határoló épületszerkezetek hőszigetelése, nyílászárók cseréje 3 rétegű üvegezésű szerkezetekre, külső árnyékolók beépítése.
- Épületgépészeti korszerűsítés: hőtermelő cseréje, hőleadók cseréje, fűtési rendszer szabályozása, beszabályozása.
- LED világításkorszerűsítés: LED izzó, LED panel, LED csarnokvilágító.
- Ütemezett, távvezérelhető fogyasztók tudatos használata.
- Napkollektoros használati melegvíz termelés.
- Hőszivattyús fűtés-hűtés.
- Energiatárolók használata.

Az orosz invázió miatt bekövetkezett változásokból fakadóan a részleges energiaárak növekedése és az energiabiztonsági szempontokból eredően a 2022. év közepén a fotovoltikus rendszerek iránti érdeklődés megugrott. Öröndetes folyamatok indultak el, sosem látott magasságokban szárnyalt a hazai időjárásfüggő energiatermelők (elsősorban a napelem) iránt a kereslet. A kisméretű és a háztartási méretű kiserőművek (HMKE) esetében a többéves átlagot meghaladó engedélyeztetési kérelem érkezett be a szolgáltatóhoz. 2022. november elsejétől egy *hirtelen állami szintű beavatkozás történt a szabályzásban*. Az új rendelkezés értelmében az elektromos szolgáltató a beérkező engedélykérelemnél nem járul hozzá ezen rendszerek elektromoshálózatba betáplálásának a lehetőségéhez. (Magyar Közlöny 2022). Az indok részben valós, miszerint a megjelenő napelemes igények túlterhelhetik a villamoshálózatot és ezáltal a rendszerbiztonság veszélybe kerül. Ez annyit jelent, hogy a napelemes rendszer által megtermelt energiát teljes mértékben a háztartásnak szükséges felhasználnia vagy kárba vész. Másként megfogalmazva a november 1. utáni rendszerekre nem érvényes az *éves szaldós elszámolás*. A támogatások nélkül telepített napelemes rendszerek ezelőtt is egy család életében hosszú távú befektetésnek számítottak. Egy jól dimenzionált, megfelelő tájolással rendelkező rendszer megtérülése is legalább 10-12 év. Betáplálási lehetőség nélkül mikrogazdasági létjogosultsága elenyésző.

Sajnos a tanulmányunk elkészültéig még nem tisztázódott a napelemes rendszerek jelenét, jövőjét meghatározó jogszabályi és műszaki környezet. Szakmai körökben is mindössze feltételezések és találgatások vannak az egyes lehetőségekről, esetleges forogatókönyvekről. A valószínűbb (vagy csak remélt) scenáriók:

- a mindenkor *telepítést követő 10 évben jár majd mindenkinek alanyi jogon az éves szaldó*, vagy
- mindenkinek *át kell térnie a havi szaldós elszámolásra*, vagy
- bevezetésre kerül a *bruttó elszámolás rendszere*.

Tanulmányunkban bemutatásra kerül egy átlagos villamosenergia-fogyasztással rendelkező háztartás, napelemes rendszerének telepítési lehetőségeit realizáló modellezése.

A bemutatott scenáriók célja, hogy látható legyen havi lebontásban a várható megtermelt energiamennyiség, a helyben megtermelt és felhasznált energia, valamint a várhatóan a hálózatba visszatáplált mennyiség. További cél volt felhívni a figyelmet a helyes rendszerméretezésre, láthatóvá tenni a napenergia által okozott villamoshálózat terhelési irányait a különböző méretű energiatárolók használatának bevonásával.

Az egyes hónapok átlagos villamosenergiatermelési hányada a teljes magyarországi napelemes rendszer havi adatait felhasználva került kiszámításra.

1. táblázat – Tábla 1

A napelemes rendszer által megtermelt energia havi bontásban
Electricity produced by solar PV system by the months

	Teljes villamosenergia felhasználás (kWh):	Erőmű teljesítménye havi %-os bontásban:	Megtermelt energia (kWh):
Összesen:	2523		2875
Január	225	3,39	97
Február	208	6,50	187
Március	216	8,25	237
Április	200	9,58	275
Május	197	10,05	289
Június	207	13,20	380
Július	218	13,81	397
Augusztus	201	11,76	338
Szeptember	193	10,35	298
Október	212	6,14	177
November	217	3,60	104
December	229	3,37	97

Forrás/Source: MEKH b adatai alapján saját szerkesztés/Based on MEKH b, Authors' editing

Ezek alapján a júliusi napelemes termelés 4,07-szerese a januári termelésnek, de ez nagyon változó lehet az adott év időjárásától, az ingatlan elhelyezkedéstől, a napelemes rendszer tájolásától, dőlésszögétől függően, egyes esetekben ez ötszörös különbséget is jelenthet. Ez a különbség már előzetesen is mutatja, hogy egy havi szaldós elszámolás januári energiatermelése csak szélsőséges esetekben képes egy háztartás teljeskörű energiaellátására, a nyári időszakban pedig jelentős többlettermelést eredményezhet. A telepítést megelőzően már érdemes tudni, hogy milyen elszámolási rendszerhez kell igazodnia a HMKE-nek. Egy havi elszámolás esetén érdemes lehet a téli körülményekhez jobban igazítani a rendszert, hogy valamelyest kiegyensúlyozottabb lehessen havi bontásban a termelés. Eddig meggyőző többséggel a telepítések nagyrészt az éves legnagyobb termeléshez lettek igazítva. Sajnos sok rendszernél észrevehető, hogy érdemes lett volna egy benapozási vizsgálatot elvégezni a telepítés előtt, mivel a tájolásnak hatalmas szerepe van egy hatékony napelemes rendszernél.

Az első esetben egy klasszikus (átlagos villamosenergia-fogyasztással rendelkező háztartás) napelemes telepítésének sarokszámai láthatók (2. táblázat).

Hiába több energiát termel a rendszer, mint amennyire éves szinten szüksége van a háztartásnak, mert többségében nem akkor termeli, amikor azt elfogyasztaná. Ebből

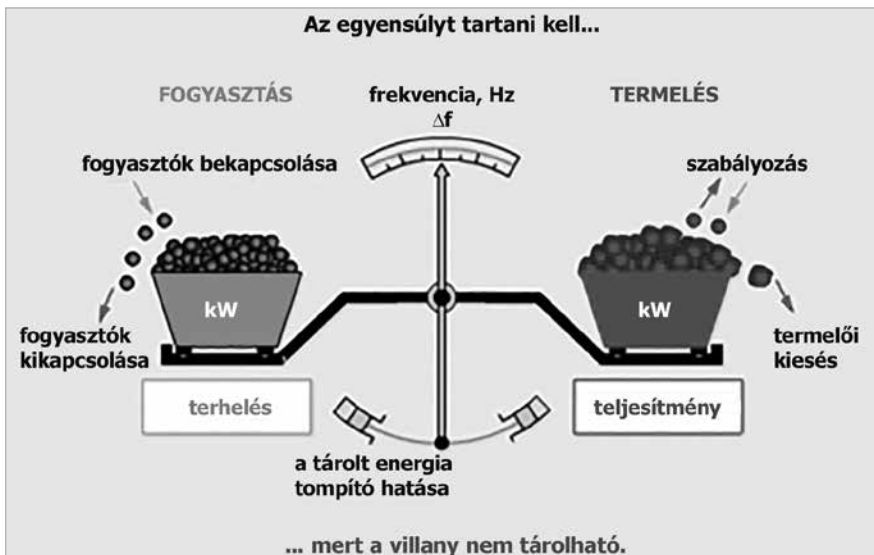
Az „a” scenárió sarokszámai
Key numbers for scenario „a”

„a” scenárió	Összesen
Teljes villamosenergia felhasználás	2523 kWh
Erőmű összeteljesítménye és havi %-os bontásban	2500 Wp
Megtermelt energia	2875 kWh
Energiatároló átlagos kihasználhatósága	62%
Energiatároló teljes kapacitása	0 Wh
Hálózathál vételezett	1892 Wh
Helyben megtermelt és felhasznált energia	631 kWh
Hálózatba visszatáplált	2244 kWh
Helyben megtermelt és elfogyasztott és teljes aránya	25,00%
Hálózathál vételezett és visszatáplált összesen	4136 kWh

Forrás/Source: saját modelledmények/model results of the authors

fakadóan 164%-kal nagyobb villamosenergia-forgalmat generál a háztartás, mint amennyit a napelemes rendszer nélkül tenne. Általánosan ez a villamosenergia-hálózat működéséért felelős szereplők alapvető problémája, mivel jelentősen megnövekszik a rendszer terhelése a hálózatba visszatáplált mennyiség miatt. Az éves szaldós elszámolás esetén hatalmas előny, hogy a rendszer kvázi eltárolja a fogyasztó számára szükséges villamosenergiát, és akkor használhatja fel, amikor éppen akarja.

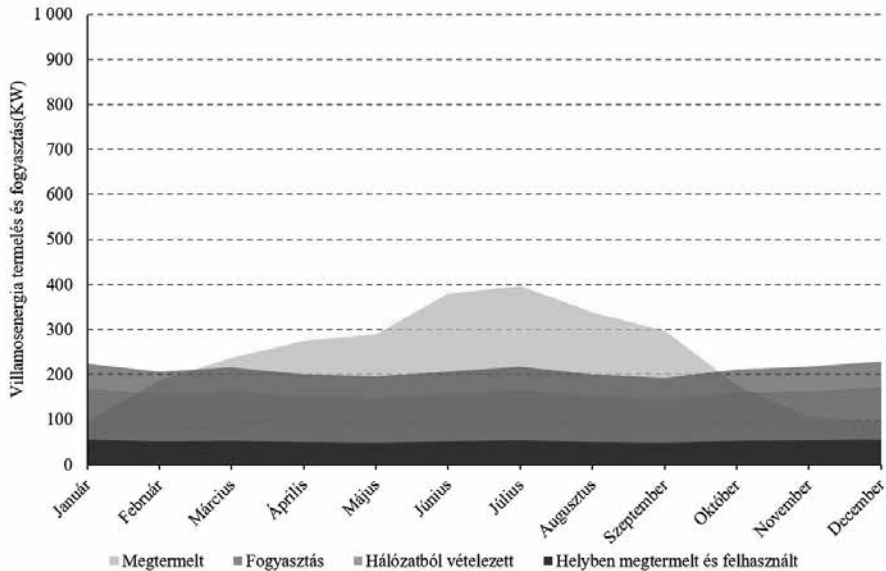
A villamoshálózat önmagában nem képes energiát tárolni, mindig egyensúlyban kell lennie ahhoz, hogy szolgáltatni tudjon (3. ábra).



3.á bra A villamosenergia termelés és fogyasztás egyensúlya
Figure 3 The balance of electricity production and consumption
Forrás/Source: BODNÁR I. (2019)

A legnagyobb kihívást a villamosenergia-hálózat egyensúlyának folyamatos megtartása jelenti. A termelési és a fogyasztási oldalnak (3. ábra) mindig egyensúly közeli állapotban kell lennie különben a váltóáram 50Hz frekvenciája megváltozik, mellyel destabilizálja a hálózatot. A MAVIR az egyensúly megtartásának érdekében a legtöbbször a villamosenergia-termelést igazítja a fogyasztáshoz. Ebben a lakossági oldalon paradigmaváltásra van szükség, ami magában foglalja, hogy a kisebb fogyasztási egységeknek is egyre nagyobb szerepet szükséges vállalnia az egyensúly fenntartásában. Az egyre növekvő napelemes termelés rendszerszintű beavatkozást igényelt. Emellett *ny hatást gyakorol az egyensúlyra a fogyasztási oldal drasztikus növekedése, a fejlesztésre szoruló hálózat, az urbanizáció, a globális klímakatasztrófa hatásai, az erőművi kiesések, illetve a politikai, gazdasági hatások, társadalmi rendszerek, háborúk, vészok is.*

A 4. ábrán látható, hogy az év folyamán hogyan alakul havi bontásban a termelés és a fogyasztás viszonya a már említett 2. táblázatban részletezett példa esetében. A havi bontás során gyakorlatilag 2 metszéspontban van egyensúly, két pillanat erejéig tavasszal és ősszel. A nyári időszakban a 218 kWh fogyasztói szükséglet mellett közel a dupláját, 397 kWh villamosenergiát termel a napelemes rendszer. A téli időszakban pedig a 225 kWh szükséglet kevesebb, mint felére, 97 kWh termelésre képes. A zöld terület mutatja, mennyi energiát sikerült rendszerterhelés nélkül, helyben felhasználni.



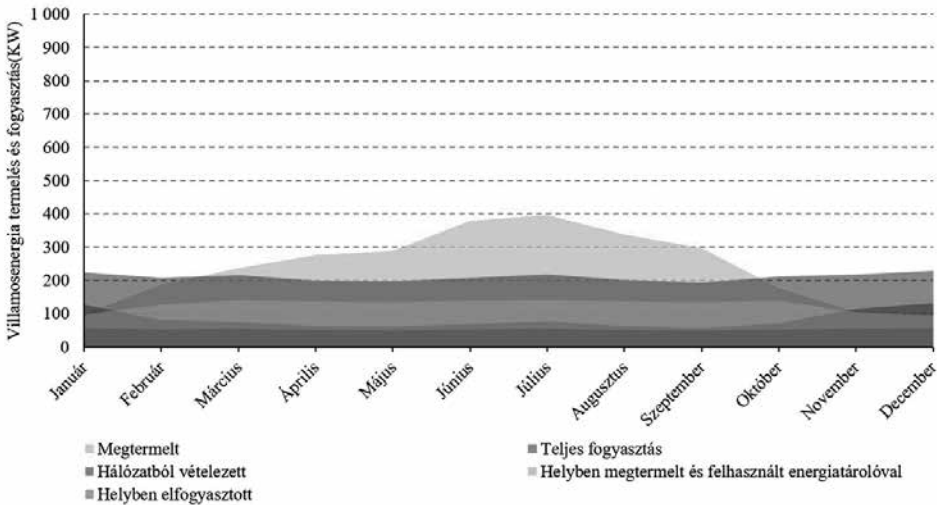
4. ábra Az „a” Szenárió termelése és fogyasztása
 Figure 4 Electricity production and consumption in scenario „a”
 Forrás/Source: Saját szerkesztés/ Authors’ editing

A következő szenáriókban az előzőekben ismertetett napelemes rendszer különböző méretű (4000, 5000, 6000, 7000 kWh) lítiumion akkumulátorral lett kiegészítve. Ezen modellfuttatások eredményei megmutatják, az adott méretű napelemes rendszer helyben felhasználható energiamennyisége hogyan növekedne, ezáltal mennyivel csökkenne a hálózathoz vételezett és visszatáplált teljes energia mennyisége. A szemléltetéshez a fent leírtakból két szélső eset kiragadva a „b” (5. ábra, 3. táblázat) és az „e” (6. ábra, 4. táblázat) szenárió paraméterei és termelési-fogyasztási ábrái kerülnek bemutatásra.

A „b” scenárió sarokszámai
Key numbers for scenario „b”

„b” scenárió	Összesen
Teljes villamosenergia felhasználás	2523 kWh
Erőmű összeteljesítménye és havi %-os bontásban	2500 Wp
Megtermelt energia	2875 kWh
Energiatároló átlagos kihasználhatósága	62%
Energiatároló teljes kapacitása	4000 Wh
Hálózathál vételezett	993 Wh
Helyben megtermelt és felhasznált energia	1530 kWh
Hálózatba visszatáplált	1345 kWh
Helyben megtermelt és elfogyasztott és teljes aránya	60,63%
Hálózatból vételezett és visszatáplált összesen	2339 kWh

Forrás/Source: Saját szerkesztés/ Authors' editing



5. ábra A „b” scenárió termelése és fogyasztása

Figure 5 Electricity production and consumption in scenario „b”

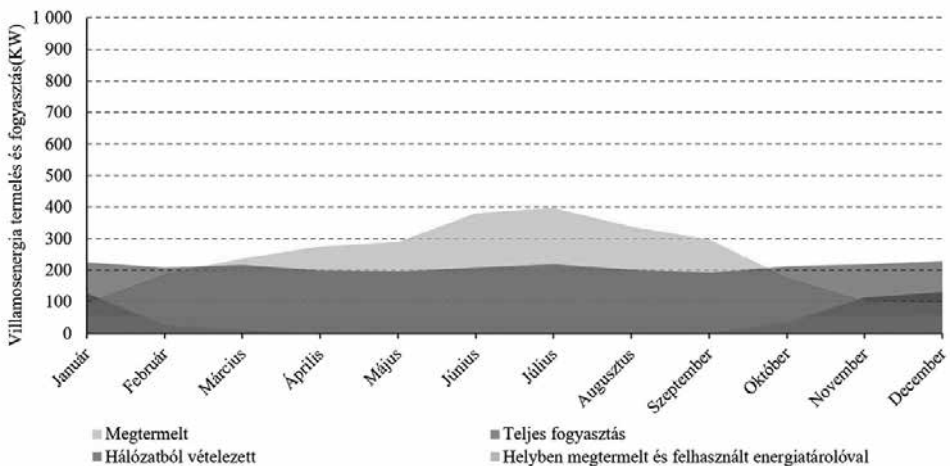
Forrás/Source: Saját szerkesztés/ Authors' editing

Jól kivehető, hogy a tárolókapacitás bővítésével folyamatosan nő a helyben felhasználható energia mennyisége, és csökken a hálózat leterheltsége. Az „e” scenárió (6. ábra, 4. táblázat) a 2500 Wp névleges teljesítményű napelem rendszer a 7000 kWh kapacitású lítiumion energiátárolónál éri el az elméleti határértéket. Ennél a rendszer konfigurációnál a háztartás szinte teljesen helyben felhasználja a napelem által megtermelt villamosenergiát. Nem beszélhetünk szigetüzemről, hiszen a háztartás az áramszükségletét 5 hónapon át részlegesen csak a villamoshálózathál tudja fedezni. Az „e” scenárió esetében az országos rendszer terhelése kellően lecsökkent, kevesebb, mint fele lett a napelem nélküli háztartásokénak.

Az „e” scenárió sarokszámai
Key numbers for scenario „e”

„e” scenárió	Összesen
Teljes villamosenergia felhasználás	2523 kWh
Erőmű összeteljesítménye és havi %-os bontásban	2500 Wp
Megtermelt energia	2875 kWh
Energiatároló átlagos kihasználhatósága	62%
Energiatároló teljes kapacitása	7000 Wh
Hálózathál vételezett	444 Wh
Helyben megtermelt és felhasznált energia	2079 kWh
Hálózatba visszatáplált	797 kWh
Helyben megtermelt és elfogyasztott és teljes aránya	82,40%
Hálózatból vételezett és visszatáplált összesen	1241 kWh

Forrás/Source: Saját szerkesztés/ Authors' editing



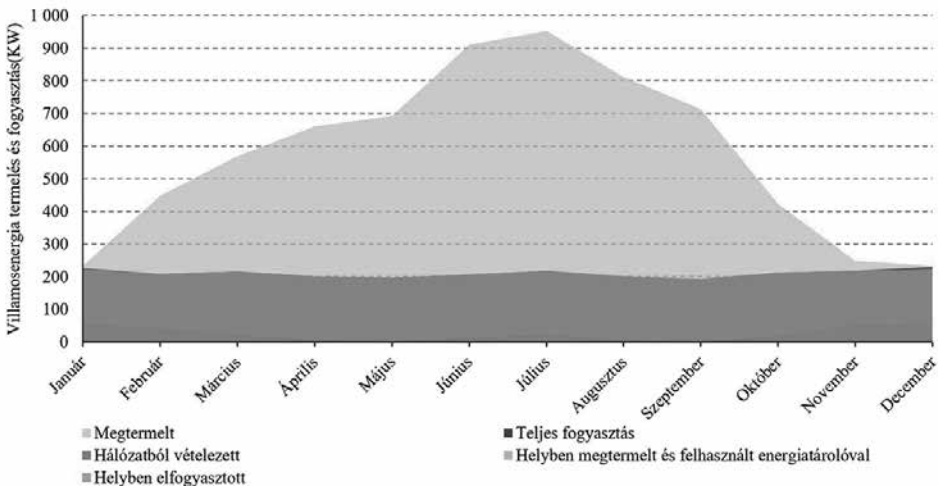
6. ábra Az „e” scenárió termelése és fogyasztása
Figure 6 Electricity production and consumption in scenario „e”
Forrás/Source: Saját szerkesztés/ Authors' editing

Az „f” scenárió megmutatja, hogy az átlagos fogyasztási jellemzőkkel rendelkező háztartásnak mekkora rendszerre van szüksége ahhoz, hogy teljesen leválhasson a villamoshálózatról. Ahhoz, hogy októbertől márciusig biztosított legyen a kellő villamosenergia-mennyiség, legalább 6000 Wp névleges teljesítményre van szükség, és egy 9000 Wh névleges kapacitású energiátárolót is szükséges beépíteni (5. táblázat, 7. ábra). Amennyiben a megtermelt felesleges energia visszatöltésre kerül a hálózatba, akkor a rendszer terhelése nagyon hasonló egy energiátároló nélküli 2500 Wp teljesítményű napelemes rendszerhez.

Az „f” scenárió sarokszámai
Key numbers for scenario „f”

„f” scenárió	Összesen
Teljes villamosenergia felhasználás	2523 kWh
Erőmű összeteljesítménye és havi %-os bontásban	6000 Wp
Megtermelt energia	6900 kWh
Energiatároló átlagos kihasználhatósága	62%
Energiatároló teljes kapacitása	9000 Wh
Hálózatból vételezett	0 Wh
Helyben megtermelt és felhasznált energia	2520 kWh
Hálózatba visszatáplált	4380 kWh
Helyben megtermelt és elfogyasztott és teljes aránya	99,90%
Hálózatból vételezett és visszatáplált összesen	4380 kWh

Forrás/Source: Saját szerkesztés/Authors' editing



7. ábra Az „f” scenárió termelése és fogyasztása
Figure 7 Electricity production and consumption in scenario „f”
Forrás/Source: Saját szerkesztés/Authors' editing

Következtetések

Az Európai Unió, és azon belül Magyarország is elkötelezett a minél nagyobb arányú zöld energiatermelés és -felhasználás, az energiabiztonság és az energiastabilitás mellett. Az energiahiány veszélye és az energiabiztonság növelése miatt szükséges a fogyasztói szokások megváltoztatása. Magyarországon az energiaárak emelkedése a napelembelházások megtérülési idejét kedvezően befolyásolta, sajnálatos módon nem túl sokáig. Az új napelemes rendszertelepítések tekintetében kiveztették a szaldós elszámolást, amelyet

részben a villamosenergia-hálózat jelenlegi állapotára, és az időjárásfüggő napenergia-termelés sajátosságaira lehet visszavezetni. A hálózati terhelés időbeli alakulásának optimalizálásában a fogyasztói szokások megváltoztatásának, valamint a napelemes rendszerek észszerű betáplálásának kulcsfontosságú szerepe van.

A kutatás eredményeképpen a lakossági zöldenergia elterjedésére és a hálózat kisebb terheltségének elérésére vonatkozó fontosabb intézkedési javaslataink:

- *Szaldós elszámolás sávos meghagyása*
- *Bruttó elszámolás sávos bevezetése*
- *Kötött méretű napelemrendszer és energiatároló együttes támogatása*
- *Energiaközösségek térnyerésének serkentése*
- *Mélyszegénységben élő közösségekhez központosított napelemes erőművek telepítése részleges ellátás érdekében*
- *V2H képes elektromos autók extra támogatása, ha rendszeres aktív energiatároló eszközként is használatban van.*
- *Háztartási méretű szélerőművek támogatása*

HORVÁTH GÁBOR
DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
gabor@horvath.im

SZEGEDI SÁNDOR
DE TTK Meteorológiai Tanszék, Debrecen
szegedi.sandor@science.unideb.hu

ZAKAR MÁTÉ
DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
zakar.mate4@gmail.com

PÓKA CINTIA
DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
pokacintia7@gmail.com

TÓTH TAMÁS
DE TTK Meteorológiai Tanszék, Debrecen
toth.tamas@science.unideb.hu

IRODALOM

- ALEX, Z. – CLARK A. – CHEUNG W. – ZOU L. – KLEISSL J. 2014: Minimizing the Lead-Acid Battery Bank Capacity through a Solar PV–Wind Turbine Hybrid System for a high-altitude village in the Nepal Himalayas. – *Energy Procedia* 57. pp. 1516–1525.
- APPUNN, K. – HAAS, Y. – WETTENGEL, J. 2022: Germany's energy consumption and power mix in charts. URL: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-energy-consumption-and-power-mix-charts>
- APPUNN, K. – ERIKSEN, F. – WETTENGEL, J. 2022: Germany's greenhouse gas emissions and energy transition targets. URL: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-greenhouse-gas-emissions-and-climate-targets>
- BODNÁR I. 2019: Villamosenergetika és biztonságtechnika. – Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Elektrotechnikai és elektronikai Intézet, Miskolc. 150 p.
- DUNKEL Z. – BOZÓ L. – GERESDI I. 2018: Az éghajlatváltozás hatására fellépő környezeti változások és természeti veszélyek. – *Földrajzi Közlemények* 142. 4. pp. 261–271
- HANELT, C. – PETERSEN, T. 2022: COP27 in Egypt – The Role of the EU. URL: <https://globaleurope.eu/globalization/cop27-in-egypt-the-role-of-the-eu/>

- HAVAS M. – HRENKÓ I. 2015: Északnyugat-Magyarország alkalmazása szélerőművek és sűrített levegős energiatároló telepítésére. – Földrajzi Közlemények 139. 4. pp. 273–287
- JACKSON, P. 2007: From Stockholm to Kyoto: A Brief History of Climate Change. – Green Our World! No. 2. XLIV. 79 p.
- JÁSZAY T. – NIEBERL N. 2015: Trendek a magyarországi háztartások villamosenergia-fogyasztásában II. 2015/12. URL: <https://www.villanylap.hu/lapszamok/2015/december/3940-trendek-a-magyarorszag-i-haztartasok-villamosenergia-fogyasztasaban-ii>
- KHAN, M. A. – KHAN, M. Z. – ZAMAN, K. – NAZ, L. 2014: Global estimates of energy consumption and greenhouse gas emissions. – Renewable and Sustainable Energy Reviews 29. pp. 336–344.
- LAKATOS, L. – HEVESSY, G. – KOVÁCS, J. 2011: Advantages and Disadvantages of Solar Energy and Wind-Power Utilization. – World Futures: The Journal of New Paradigm Research 67:6. pp. 395–408.
- LÁZÁR, I. – SZEGEDI, S. – TÓTH, T. – CSÁKBERÉNYI-NAGY, G. 2020: An estimation model based on solar geometry parameters for solar power production. – Energy Reports. 6 (9), pp.1636–1640.
- Magyar Közlöny 2022: URL: <https://magyarkozlony.hu/hivatalos-lapok/j27xYWAZJCt1NRnmeTr763519a94889e5/dokumentumok/8f8dbedf6c1084fab83186324fb38c6862070309/letoltes>
- MAVIR – Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. URL: <https://www.mavir.hu/web/mavir/naptermeles-becsles-es-teny-adatok>
- MEKH – Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (a). URL: http://www.mekh.hu/download/9/85/31000/4_3_Villamos_energia_merleg_2022_januar_december.xlsx
- MEKH – Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (b). URL: http://www.mekh.hu/download/8/85/31000/4_1_orszagaos_villamosenergia_ellatas_havi_2022_januar_december.xlsx
- NONG, D. – SIMSHAUSER, P. – NGUYEN D. B. 2021: Greenhouse gas emissions vs CO₂ emissions: Comparative analysis of a global carbon tax. – Applied Energy 298. pp. 1–11.

Internetes források

- Internet1: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector#energy-electricity-heat-and-transport-73-2>
- Internet2: <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- Internet3: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_hu
- Internet4: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_22_7616
- Internet5: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- Internet6: <https://www.eon.hu/hu/uzleti-es-koziszagatasi/termek/energetikai-megoldasok/integralt-energetikai-megoldasok/megoldasaink/fogyasztoi-szabalyozas.html>
- Internet7: <https://energiakozossegek.hu/eon-energiakozossegek>

A SZŐLŐVÉNYIGE POTENCIÁL-FELMÉRÉSÉNEK ELMÉLETI ALAPJAI TOKAJ-HEGYALJÁN

PÓKA CINTIA – HORVÁTH GÁBOR – ZAKAR MÁTÉ – SZEGEDI SÁNDOR – TÓTH TAMÁS

THE THEORETICAL BASIS OF THE POTENTIAL SURVEY OF VINE PRUNING
WASTE IN THE TOKAJ-HEGYALJA REGION

Abstract

Local level sustainable energy production via the use of agricultural side products and waste can provide a good solution for present world energy crises. The aim of the examinations presented here is to estimate the amount of vine pruning waste suitable for energetical use in a traditional vine growing region of Hungary in Tokaj-Hegyalja. To reveal the significance of the field we have carried out a theoretical potential estimation on the base of internet data bases for the Tokaj-Hegyalja region first. To make our estimation more accurate we have carried out measurements on the amount of vine pruning waste produced annually in the region considering the local endowments and factors that determine the amount of vine pruning waste. Results of the measurements supported the hypothesis that there is a significantly larger amount of vine pruning waste produced in the studied area than the processing capacity. A further aim of this research is to call attention to local opportunities in reducing energy dependence and the importance of the use of agricultural side products and wastes in energy production.

Keywords: vine pruning waste, biomass energetical use, potential estimation

Bevezetés

Tokaj-Hegyalja hazánk egyik legmeghatározóbb borvidéke, amely színes történelmi múltja tekintetében vissza. A borvidék jelenleg 8 hegyközségbe szerveződik, amelyek fontos közigazgatási területek. A szőlőtermesztés során jelentős mennyiségű melléktermék keletkezik szőlővényige formájában, amelyet energiatermelési célokra kitűnően fel lehet használni (GONDA C. 2014). További előnye, hogy környezet- és természetvédelmi szempontból sokkal kevesebb, nem számottevő a káros anyag kibocsátás a fosszilis tüzelőanyagokhoz képest (KIMMING, M. et al. 2010). Mivel a mezőgazdasági melléktermékek biomasszána számíthatnak, ezért megújuló energiaforrásként tekintünk rájuk, nem beszélve arról, hogy előállításukhoz semmilyen plusz energia nem szükséges, mert a metszés során a készterméket kapjuk meg. Ez később felhasználható lakóházak, közintézmények vagy üzemhelyeségek fűtésére is (BOKOR L. – TÓTH T. 2020;).

Az orosz-ukrán háború okozta energiaválság, valamint a gázárak drasztikus emelkedése nagy kihívás elé állította a gazdaság kis-és nagy szereplőit egyaránt, melynek következtében a legtöbben igyekeznek alternatív megoldásokat találni a gáz illetve a tűzifa kiváltására. A gázár emelkedését értelemszerűen követi a tűzifa árának az emelkedése is, ahogy ezt a korábbi tapasztalatok is mutatták (TÓTH T. et al. 2012) így hosszú távon az sem jelent érdemben megoldást. Ennek köszönhetően a melléktermék felhasználás egy jó megoldás lehet ezek kiváltására és felértékelődnek az ebben rejlő lehetőségek is.

Anyag és módszer

Kutatásunkat a témához kapcsolódó szakirodalmi forrás áttanulmányozásával kezdtük. Ezt követően adatgyűjtést folytattunk, melyek alapját a KSH, a Hegyközségek Nemzeti

Tanácsa, illetve a Tokaji Borvidék Fejlesztési Tanács honlapján fellelhető adatok képeztek. Végül a Tokaj-Hegyaljára vonatkozó potenciál-felmérés pontosításához két feladatot kellett megoldanunk. Egyfelől, ezen a borvidéken keletkező szőlővenyige mennyiségét befolyásoló tényezőket vettük számba, amelynek egy részét a szakirodalomból, míg más részét a terepbejárás során szereztünk saját észrevételek és az egyik hegybirtótól származó információk alapján állítottuk össze. Másfelől a helyben keletkezett szőlővenyige mennyiségi meghatározása következett a borvidéken termelő szőlősgazda segítségével. A lehetőségek tükrében a három legelterjedtebb fajta közül kettő, a furmint és a hárslevelű éves keletkezett mennyiségét igyekeztük meghatározni. Fajtánként (2 fajta), művelési mód (3 alkalmazott forma) alapján 10–10 tőke venyigéjét mértük le. Fajtánként és művelési formaként osztályozott venyige súlyát tőkeszámra visszaosztva kaptuk meg az egyes növényekre vonatkozó fajlagos hozamot és így összehasonlítható értéket.

Terület lehatárolása

Tokaj-Hegyalja Magyarország északkeleti részén, a Zempléni-hegység, vagyis szerkezetileg a belső kárpáti vulkáni öv déli részén található, amely a mai Szlovákia területén lévő Eperjessnél kezdődik és egészen az Alföldre nyomuló Tokajig tart. Éppen ezért a Zempléni-hegység déli kapujának is szokták nevezni és egyik központi települése Tokaj, amelyről nevét is kapta.

A Tokaji borvidék Magyarország első zárt borvidéke 1737 óta. *A terület lehatárolása igen nehéz, mert értelmezhető topográfiai, geográfiai, geológiai, tájhasználati stb. szempontból, és ezek határai mind máshol húzódnak.* Egy 1867-es értelmezés szerint Tokaj- Hegyalja topográfiai szempontból és geográfiai szempontból nem pont ugyanazt a területet fedi le, bár döntő hányada megegyezik, mégis topográfiai szempontból a Hernád-völgytől a Sátoraljaújhelyig húzódó hegysor Alföldre néző lejtőit tekintik, míg geográfiai szempontból még hozzá tartozik nyugaton Golop, a keleti oldalán pedig Kis-Toronya. Látható, hogy itt még a Trianon előtti Nagy-Magyarország a vizsgálati terület, tehát ennek kisebb hányada ma már nem magyarországi területet fed le. Ha a mai Magyarország területét nézzük, és tájhasználati szempontból szeretnénk a területet lehatárolni, akkor mindenképp azt mondhatjuk, hogy Tokaj-Hegyalja határát ott húzhatjuk meg, ahol a szőlőkultúrák véget érnek, és hegységről már akkor beszélünk, ha ott a tájhasználatban az erdőgazdálkodás dominál. Geológiai szempontból a már említett belső kárpáti vulkáni öv legdélebbi része, illetve a Tokaj-Eperjesi – hegységrendszer magyarországi tagja. Ha Tokaj-Hegyalját, mint borvidéket próbáljuk lehatárolni, akkor általában Sátoraljaújhely, Abaujszántó és Tokaj háromszögében elhelyezkedő, nagyjából 27 településről beszélünk, amelyek szőlőtermesztéssel és bortermeléssel, valamint világhírű gasztronómiával és (bor) kultúrával rendelkeznek. Ezen települések közigazgatási területe összesen több mint 87000 hektár. (SZABÓ J.–TÖRÖK I. 1867; CSORBA P. 1995; PINCZÉS Z. 1998; ZSÖMBÖR A. 2002; BOROS L. 2015; Internet 1.)

1989-es magyarországi természetföldrajzi beosztás alapján Tokaj-Hegyalja az a kis-tájcsoport, ami annak a középtájnak a 20%-át teszi ki, amit úgy hívunk, hogy Tokaj-Zempléni-hegyvidék. Tokaj-Hegyalja alapvetően egy hegylábi terület, amely két nagytípus határán helyezkedik el, ezért tulajdonságaiban (domborzat, klíma, talaj) ötvözi a síkvidéki és a hegyvidéki sajátosságokat. Ez nem konkrétan egy jól meghatározható keskeny sávot jelent, mint amit hagyományos értelemben határnak definiálunk, sokkal inkább egyfajta határzónaként jellemezhető. Ha természetföldrajzi, ökológiai vonatkozásokban vizsgáljuk a területet, akkor elmondható, hogy ez a határterület összekötő

szerepet tölt be a két nagytáj határán, hiszen megjelennek azonos vonások a két nagy geokomplexből. Azonban, ha társadalom-földrajzi szempontból tekintünk erre a határzónára, akkor azt lehet elmondani, hogy ebben az esetben inkább az elválasztó, elhatároló szerepe jelenik meg, mert társadalomföldrajzi szempontból teljesen eltérő képet mutat az alföldi és a hegyvidéki táj. Éppen ezért, leginkább a tájhasználati sajátosságokat szokták figyelembe venni akkor, amikor próbálják meghatározni a hegyvidék és a hegylábi területek határát. Ebből tehát az következik, hogy azt a területet tekintjük szervesen Tokaj-Hegyaljának, mint hegylábi területnek, ahol a szőlőkultúrák helyeződtek előtérbe az erdőgazdálkodással szemben, és hegyvidéknek pedig azt, ahol az erdőgazdálkodás a jellemző tájhasználati forma. (SZABÓ J.–TÖRÖK I. 1867; CSORBA P. 1995; PINCZÉS Z. 1998; ZSÖMBÖR A. 2002; MEZŐSI G.–BATA T. 2011; Internet 1.)

A fent részletezettek értelmében *a kutatási terület lehatárolásának alapjául a szőlőművelés alá vont területeket vettük számításba*, hiszem itt releváns a szőlőtermesztési munkálatokból származó melléktermékek további sorsával, esetleges felhasználásával foglalkozni (1. ábra).



1. ábra A Tokaji borvidék elhelyezkedése
 Figure 1 Position of the Tokaj Wine-growing region
 Forrás /Source: Internet 2

A szőlőtermesztés környezeti tényezői

Mint minden növénynek, így a szőlőnek is vannak természetes alapszükségei, amelyeket a környezeti tényezők határoznak meg. Ezek egyaránt befolyásolják a növény

hajtásképzését – így közvetve az energetikai célokra felhasználható szőlővenyige mennyiségét is – valamint a szőlőből készíthető bor minőségét is.

Ezeket a környezeti tényezőket három részre lehet osztani (BALOGH I. 1994):

- klimatikus tényezők
- edafikus tényezők
- biotikus tényezők

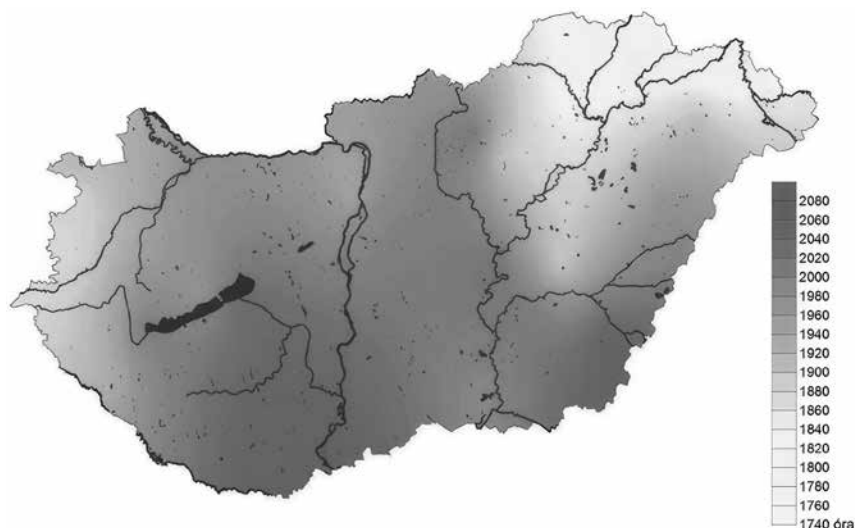
A *klimatikus* tényezők a fény, a hőmérséklet, a csapadék, a szél, valamint a levegő összetétele, annak oxigén és/vagy szén-dioxid tartalma. Ezek jelentős része időjárási és éghajlati elemek, amelyek az egyes éghajlatokon meghatározott mennyiségben és minőségben vannak jelen. Az éghajlat minden esetben meghatározza, hogy az adott terület alkalmas-e szőlőtermesztésre, vagy sem (BÉNYEI F. et al. 1999).

Az *edafikus* tényezők a területen előforduló talajokat, illetve azok alapkőzetét jelentik, valamint a mikroklimát foglalja magába. Ezeket alapvetően meghatározzák az éghajlati elemek (BÉNYEI F. et al. 1999).

A *biotikus* tényezők pedig magukba foglalják a növények, az állatok és az ember tevékenységeit. Napjainkban legfőképp az emberi tevékenység a legmarkánsabb tájalkotó, tájformáló tényező (BÉNYEI F. et al. 1999; CSORBA P. 1995; BOROS L. 2014).

A klimatikus tényezők

A szőlő növény telepítését elsősorban meghatározó klimatikus tényező a fény. A szőlő egy fénykedvelő növény, amely az árnyékos területeket nem preferálja, így alacsony megvilágításban nem, vagy csak alig fejlődik. Hazánk szőlőtermesztő vidékein az évi összes *napfénytartam* 1800-2080 óra közé esik (2. ábra). Tokaj-Hegyalján ez az érték 1800 óra környékére tehető éves összesítésben (BÉNYEI F. et al. 1999). Magyarország borvidékei tekintetében a legkedvezőbbek a fényviszonyok elsősorban az Alföld déli részén, ezt követi a Dél-Dunántúli borvidék majd Tokaj-Hegyalja, és végül az északi, majd a Soproni borvidék zárja a sort (BALOGH I. 1994).



2. ábra Az évi átlagos napfénytartam Magyarországon az 1971-2000 közötti időszak alapján (órában)
Figure 2 Annual number of sunshine hours in Hungary during the period between 1971 and 2000

Forrás/Source: Internet 3

A szőlő számára fontos következő környezeti tényező a *hőmérséklet*. A hőmérséklet azonban komplex tényezők kapcsolatából jön létre, így ennek könnyebb értelmezésére hozták létre az úgynevezett *R-indexet* (*radiotermikus index*), amellyel kifejezhető egy táj szőlőtermesztésre való alkalmassága. Erre azért volt szükség, mert a meleg mennyisége nem feltétlenül kapcsolódik a nagy sugárzásmennyiséghez. Az R-index magába foglalja az aktív hőösszeget, és a globálsugárzást, amely alkalmassá teszi egy adott terület hőmérséklet- és sugárzásellátottságának időbeli és térbeli ábrázolását, a szőlőtermesztés függvényében. A térbeli ábrázolás a borvidékek térbeli elhelyezkedését és minősítését teszik lehetővé, az időbeli pedig az évszakok minősítését. Az R-index alapján három kategória alakítható ki, mind a termőhelyek osztályozásában, mind pedig az évszak minőségében. A területi kategóriák tekintetében R23 alatti területek nem alkalmasak szőlőtermesztésre, R23-25 között alkalmasak, míg R25-ös vagy e fölötti értékkel ellátott területek kiválóan alkalmasak a szőlőtermesztésre (BOGNÁR K. – MERCZ Á. 1995).

A klimatikus tényezők közül rendkívül fontos még a szőlőtermesztés szempontjából a *csapadék mennyisége*. Vízigényét tekintve a szőlő közepesen vízigényes növény, ami azt jelenti, hogy megközelítőleg 600-700 mm csapadék szükséges ahhoz, hogy a növény megfelelő mértékben fejlődjön és termést is hozzon. Magyarország országos sok évi csapadék átlaga 500-800 mm közé esik, melynek nagyjából 60%-a hull vegetációs időszakban, vagyis a nyári időszakban. Fontos említést tenni azonban arról is, hogy a csapadéknak adott esetben negatív hatásai is lehetnek. Kevés csapadék okozhat szárazságot, időbeli eloszlása szintén hatással lehet az egyes fejlődési szakaszokra – így a majdan keletkező szőlővenyige mennyiségére is – valamint a termés minőségére és mennyiségére. A jég formájában érkező, valami a nagy mennyiségű csapadék következtében megnövekedett talajvíz gazdasági károkhhoz vezet (BÉNYEI F. et al. 1999). A későbbiekben szükségszerű számolni a ténnyel, hogy az antropogén hatás mindinkább befolyásolja az éghajlat alakulását, és ennek következtében a csapadék mennyisége, intenzitása és eloszlása egyre kiszámíthatatlanabb lesz.

A következő klimatikus tényező a *szél*. Előnye, hogy segítheti a beporzást illetve gátolja a különböző gombás fertőzések előfordulását. Hátránya, hogy ha túl erős, akkor fizikai károsodást okozhat a növényben (BÉNYEI F. et al. 1999).

A klimatikus tényezőket befolyásolhatják a környezeti adottságok. Ezek lehetnek például a tengerszint feletti magasság, az lejtőkiettség, a vízfelületek közelsége, az erdők közelsége, valamint az antropogén hatások (BALOGH I. 1994).

Edafikus tényezők

A szőlő nem túlzottan igényes a talaj típusát tekintve, viszont annak tulajdonságaira már annál inkább. Azt, hogy egy adott talaj alkalmas lehet-e szőlőtermesztésre, rendkívül sok tényező befolyásolhatja. Többek között a származása, típusa, kötöttsége, mésztartalma, színe, stb. Tokaj-Hegyalján vulkanikus eredetű, többnyire tufából képződött talajok alkotják, viszont ennél sokkal árnyaltabb a kép, ugyanis számos befolyásoló tényező van, melyeket korábban Tokaj-Hegyalja természetföldrajzi jellemzőinél már ismertettem. A talaj kötöttsége befolyásolja a filoxerával szembeni ellenállóságát, ugyanis minél kötöttebb egy talaj, annál kisebb az immunitása a filoxerával szemben, éppen ezért érdemes körültekintően szőlőterületet választani (BÉNYEI F. et al. 1999).

Biotikus tényezők

A szőlőtermesztést nem csak környezeti tényezők vagy a talaj adottságai befolyásolhatják, hanem a biotikus tényezők is. A környező területek növényborítottsága valamint

kártevő rovarok és mikroorganizmusok is befolyásolhatják a szőlőterületek elhelyezkedését, viszont ami napjainkban a legmarkánsabb probléma, az az antropogén tevékenység. A levegő-, a talaj- és a vízszennyezés nagymértékben befolyásolja a szőlőterületek elterjedését. Például egy mezőgazdasági terület gyomirtószása végzetes hatással lehet a közeli szőlőterületekre nézve is (BALOGH I. 1994).

A szőlőterületek lehatárolásához a legfontosabb információk, fontosabb paranéterek a KSH, a Hegyközségek Nemzeti Tanácsa, illetve a Tokaji Borvidék Fejlesztési Tanács által közzétett adatok alapján kerültek lehatárolásra.

A szőlővenyige-potenciál elméleti megközelítése

Tokaj-Hegyalján a mezőgazdasági termelés alá vont termőterületek mintegy 34%-án folytatnak szőlőművelést (Internet 4). Ez az érték évről-évre csökken, mert egyre többen térnek át a szőlőművelésről a bodza termesztésre, melynek oka, hogy a bodza kevesebb befektetett energiát és élömunkaerőt igényel, mint a szőlő. Ezen a megközelítőleg 5800 hektárnyi területen 4 fő fajtát termesztnek, melyek együttes aránya eléri a 97%-ot (Internet 5). Ezek a fajták a furmint, a hárslevelű a sárgamuskotály és a zéta.

A Tokaj-Hegyaljához tartozó 28 település mindegyikén folyik szőlőtermesztés kisebb-nagyobb területeken. A település teljes területéhez viszonyítva Mád és Tállya esetében a legnagyobb. A korábbi méréseket alapul véve, illetve szakirodalmi elemzések alapján elmondható, hogy átlagos időjárási körülmények között 1,5-2,2 t/ha fajlagos hozammal lehet számolni (PINTÉR G.–BRAZSIL J. 2012). Ebből történő számítás alapján *Tokaj-Hegyalja teljes területére vonatkoztatva átlagos időjárású évben 10 696,11 tonna szőlővenyigére lehet számítani. Az általunk kapott érték megközelíti a Pintér Gábor és Bazsil József által 2012-ben számított 10 785 tonna értéket, amelyet 5992 hektár szőlőterületre vonatkoztatva kaptak.*

A szőlővenyige mennyiségét befolyásoló legfőbb tényezők, és ezek függvényében a helyben keletkezett mennyiség

A szőlővenyige mennyiségét befolyásoló tényezők egy része szakirodalomból megismerhető (GONDA C. 2013), azonban ezt még mindenképpen kiegészítettük az egyik hegybírótól származó információkkal, valamint a terepbejárások során szerzett saját észrevételekkel. A keletkezett szőlővenyige mennyiségét befolyásolhatja a szőlő fajtája, a művelés módja, az alkalmazott sor-és tőtávolság, a metszés, a hajtásválogatás, és az egyéb zöldmunkák. A vesszők méretét, súlyát és beérését pedig az időjárási, valamint a biológiai tényezők is befolyásolják. A jellegzetes, népszerű és egyben legfontosabb fajtákról már korábban említést tettünk, de a korlátozott terjedelem miatt a fajtára vonatkozó részletesebb jellemzésre nincs lehetőség. Azt azonban meg kell említeni, hogy a fajtára jellemző vesszővastagság, rügyszám a végleges venyige mennyiségét és súlyát befolyásolja. A hárslevelű vastagabb, a furmint kicsit vékonyabb, míg a sárgamuskotály kifejezetten vékony vesszőkkel rendelkezik, amely a súlyra van hatással. Példaképpen két azonos korú és művelésű, származási helyű hárslevelű és furmint vessző súlya közötti különbség nagy tökesszám esetében érdemi különbséget eredményezhet, amelyet a későbbiekben a mérési eredmények részletezése során ismertetünk. A rügysűrűség, illetve a vesszőszám esetében fordított a helyzet, ily módon a sárgamuskotály rendelkezik ezek közül a legnagyobb vesszőtömeeggel, azaz potenciálisan a legtöbb venyige szállal. Példaképpen

az azonos korú és művelésű, származási helyű hárslevelű és furmint vesszőszála is különbözik. Az azonos metszési technika és az azonos rügyszám ellenére mégis több venyige szállal számolhatunk az alapi és a sárrügy rügyeknek köszönhetően. A Tokaj-Hegyalján alkalmazott *legismertebb, illetve leggyakoribb szőlőművelési módok* a bakművelés, az ívelt szálvesszős művelés, a guyot-művelés és az alacsony és közép magas kordonművelés. A bakművelés – vagy, ahogy helyben nevezik a hagyományos tőkés művelés – a borvidék legrégebbi és a leghosszabb időn keresztül alkalmazott szőlőtermesztési megoldása. A technikai (nagyfokú gépesítés) és technológiai feltételek változása, valamint a gazdasági igények (mennyiségi, minőségi termelés) miatt a hagyományos művelés az ezredfordulóra erőteljesen visszaszorult.

Ez a művelési mód a borvidéken jellemző minden engedélyezett fajta esetén kialakítható, azonban leginkább a hárslevelű és furmint esetében alkalmazták. A növekedés során kiszélesedő kehely alakú tőkék közötti művelést korábban lófogattal és/vagy kézi erővel, manapság egyre inkább speciális eszközökkel oldják meg. A sorok közötti távolság nem csökkenhet 1,2 m alá, a javasolt tőtávolság 1 m és 1,2 m között változhat. A telepítéskor ajánlott hektáronkénti tőkeszám a tő- és sortávolság függvényében az *1. táblázatban* olvasható.

1. táblázat – Táblázat 1

Hektáronkénti tőkeszám (ha/db) és a várható venyigemennyiség alakulása hagyományos tőkés (bak)művelés esetén

Number of vine stocks per hectare and amount of vine pruning waste expected in the case of traditional vine cultivation

Tőtávolság (m)	Sortávolság standard 1,2 m esetén		
	Tőkeszám (db)	Venyigehozam (kg)	
		Furmint	Hárslevelű
1	8333	8499	7666
1,1	7576	7727	6969
1,2	6944	7082	6388

Forrás: LUKÁCSY GY. et al. (é. n.a), valamint a szerző 2020-as terepi és számolt adatai alapján saját szerkesztés

Source: LUKÁCSY GY. et al. (é. n.a), and compilation of the authors based on calculations and field surveys carried out in 2020

Az általunk vizsgált bakműveléses szőlő területet a két alapfajta, a hárslevelű és a furmint alkotta. A vizsgált tőkék azonos korúak (45 évesek), az ültetvényszerkezet legfontosabb paramétere pedig az 1,2 x 1,2 méteres tő- és sortávolság volt. A metszés végén tőkénként 4 darab rövidcsap maradt, egy rövidcsap két világos rüggyel rendelkezik. A 10 darab megmetszett hárslevelű tőke venyigéjének egy növényre eső átlagos súlya 0,92 kg. A két szélső súlyérték tőkénként a legkisebb 0,71 kg a legnagyobb pedig 1,14 kg volt. A 10 darab megmetszett furmint tőke venyigéjének egy növényre eső átlagos súlya 1,02 kg, a két szélső súlyérték tőkénként a legkisebb 0,86 kg és legnagyobb 1,21 kg volt. Egyrészt a mért adatokból következik, hogy a két fajta közötti egy növényre vonatkoztatott különbség viszonylag csekélynek mondható, de természetesen több ezres tőkeszám esetében ez több száz kilogrammos különbséget jelent. Másrészt az egy tőkére vonatkoztatott átlagos venyigehozam, valamint az egyes ajánlott tő- és sortáv által meghatározott tőkeszám figyelembe vételével megadható a vizsgált évben az egy hektárra vonatkozó

potenciális venyigemennyiség. Ez a vizsgált ültetvény esetében a hárslevelűnél 6388 kg, a furmint esetében 7082 kg. Az 1. táblázat adatait figyelembe véve a tőtávolság függvényében jól látható, hogy az egy hektárra vetített mért eredményt általánosítva, a venyige mennyiségében a különböző tőszám miatt akár közel másfél tonnás súlykülönbség (furmintnál 1417 kg, hárslevelűnél 1278 kg) is lehet. A bakművelés esetén hangsúlyozandó, hogy ilyen művelési módú szőlőket manapság már elvétve ha telepítenek, és bevett eljárás a régi tőkés művelés felszámolása és modern ültetvények telepítése.

Az *ívelt szálvesszős művelés* hasonlóan a guyot-, valamint a kordonos műveléshez a borvidéken leginkább alkalmazott szőlőtermesztési megoldás. A technikai (nagyfokú gépesítés) és technológiai feltételek változása, valamint a gazdasági igények (mennyiségi, minőségi termelés) kielégítése miatt kezdték alkalmazni ezeket a művelési módokat. Az ültetvényszerkezet változatossága (tő- és sortávolság) és a mindenkori telepítési előírások és javaslatok változása nagy különbségeket eredményezhet még az azonos művelési forma esetében is. Az ívelt szálvesszős művelési mód a borvidéken jellemző minden engedélyezett fajta esetén kialakítható, azonban a sárgamuskotály és zéta estében javasolják leginkább. A Guyotművelés nagyban hasonlít az ívelt szálvesszős megoldáshoz, mind a fajta javaslata kapcsán, mind pedig az ültetvényszerkezet kialakítása esetében. LUKÁCSY GY. et al. (é.n.b) és LUKÁCSY GY. et al. (é. n.c) adatai alapján az azonos tő- és sortávolságok esetében hektárra vetítve ugyanazt a növényszámot eredményezi. A két művelési mód hasonlósága a meghagyott rügyek esetében is tétlen érhető, ezért nem törekedtünk a guyot-művelésből származó venyige hozamának külön meghatározására. Az ívelt szálvesszős művelésű szőlő telepítésekor ajánlott hektáronkénti tőkeszám a tő- és sortávolság függvényében a 2. táblázatban olvasható.

2. táblázat – Table 2

Hektáronkénti tőkeszám (ha/db) alakulása ívelt szálvesszős művelés esetén
Number of vine stocks per hectare in the case of modern vine cultivation

Tőtávolság (m)	Sortávolság (m)								
	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,6**
0,8	6944	6579	6250	5952	5682	5435	5208	5000	
0,9	6173	5848	5556	5291	5051	4831	4630	4444	
1,0	5556	5263	5000	4762	4545	4348	4167	4000	
1,1	5051	4785	4545	4329	4132	n. a	n. a	n. a	
1,2	4630	4386	4167	n. a.*	n. a	n. a	n. a	n. a	2572

* nem ajánlott

** a szerző által vizsgált régi típusú ültetvény

Forrás: LUKÁCSY GY. et al.-(é. n. b), valamint a szerző terepi adatai alapján saját szerkesztés
Source: LUKÁCSY GY. et al.-(é. n. b), and compilation of the authors based on field surveys

Az általunk vizsgált *ívelt szálvesszős művelésű szőlő területet a két alapfajta, a hárslevelű és a furmint alkotta*. A vizsgált tőkék közel azonos korúak (35 évesek), az ültetvényszerkezet legfontosabb jellemzője az 1,2 méteres tőtávolság és a 3,6 méteres sortávolság volt. Meg kell jegyeznünk, hogy a szakkönyvek az egyes művelési módokhoz tartozó *ideális sor és tőketávolságokat* adják meg, melyek egyes esetekben megvalósulnak, megvalósultak, azonban ettől különböző megoldások is elterjedtek. Így példaképpen említhető az általunk vizsgált szőlőültetvény is, amely az egyik gyakori telepítési módot, a 80-as években előírt telepítési formát engedélyezte, a 1,20 x 3,60 méteres tő- és sortávolság.

Az akkoriban használt nagyméretű mezőgazdasági gépek használata eredményezte ezt az ültetvényszerkezetet. Mára a modern kisebb nyomtávú eszközök a sortávolságot is lényegesen lecsökkentették, ami hektáronkénti tőkeszám növekedést, így nagyobb várható szőlőtermést eredményez. A 10 darab megmetszett hárslevelű tőke venyigéjének egy növényre eső átlagos súlya 1,25 kg. A két szélső súlyérték tőkénként a legkisebb 1,07 kg a legnagyobb pedig 1,48 kg volt. A 10 darab megmetszett furmint tőke venyigéjének egy növényre eső átlagos súlya 1,44 kg, a két szélső súlyérték tőkénként a legkisebb 1,21 kg és legnagyobb 1,72 kg volt. Az egy tőkére vonatkoztatott átlagos venyigehozam, valamint az egyes ajánlott tő- és sortáv által meghatározott tőkeszám figyelembe vételével megadható a vizsgált évben az egy hektárra vonatkozó potenciális venyigemennyiség. Ez a vizsgált ültetvény esetében a hárslevelűnél 3215 kg, a furmint esetében 3703 kg. A 3. táblázat és a 4. táblázat adatait figyelembe véve a tőtávolság függvényében jól látható, hogy az egy hektárra vetített venyige mennyiségében a különböző tőszám miatt hatalmas, több száz, esetenként akár pár ezer kilogrammos különbségek is jelentkezhettek.

3.1 táblázat -T able 3

Hektáronkénti kalkulált venyigehozam (kg/ha) alakulása hárslevelű ültetvényben, ívelt szálvesszős művelés esetén
Calculated vine pruning waste yield per hectare (kg/ha) in a hárslevelű vinery, modern way of viticulture

Tőtávolság (m)	Sortávolság (m)								
	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,6**
0,8	8680	8224	7812	7440	7102	6794	6510	6250	
0,9	7716	7310	6945	6614	6314	6039	5788	5555	
1,0	6945	6579	6250	5952	5681	5435	5209	5000	
1,1	6314	5981	5681	5411	5165	n. a.*	n. a	n. a	
1,2	5787	5482	5209	n. a.	n. a	n. a	n. a	n. a	3215

* nem ajánlott

** a szerző által vizsgált régi típusú ültetvény

Forrás: LUKÁCSY GY. et al. (é.n. b) tőkeszám adatai alapján, saját mérés alapján készített kalkuláció és szerkesztés

Source: Based on data provided by LUKÁCSY GY. et al. (é.n. b) compilation of the authors based on calculations and field surveys

4.1 táblázat -T able 4

Hektáronkénti kalkulált venyigehozam (kg/ha) alakulása furmint ültetvényben, ívelt szálvesszős művelés esetén
Calculated vine pruning waste yield per hectare (kg/ha) in a furmint vinery, modern way of viticulture

Tőtávolság (m)	Sortávolság (m)								
	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,6**
0,8	9999	9474	9000	8571	8182	7826	7500	7200	
0,9	8889	8421	8001	7619	7273	6957	6667	6399	
1,0	8001	7579	7200	6857	6545	6261	6000	5760	

Tőtávolság (m)	Sortávolság (m)								
	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,6**
1,1	7273	6890	6545	6234	5950	n. a.*	n. a	n. a	
1,2	6667	6316	6000	n. a.	n. a	n. a	n. a	n. a	3703

* nem ajánlott

** a szerző által vizsgált régi típusú ültetvény

Forrás: LUKÁCSY GY. et al. (é.n. b) tókeszám adatai alapján saját mérés alapján készített kalkuláció és szerkesztés

Source: Based on data provided by LUKÁCSY GY. et al. (é.n. b) compilation of the authors based on calculations and field surveys

Ezen adatok megint csak változhatnak annak függvényében, hogy a jelenleg vizsgált és a kalkuláció alapját képező 2 darab szálvessző (egyenként 10–12 világos rügy szám) és 2 darab két szemes rövid csap helyett kevesebb, vagy több kerül meghagyásra. Az eltérés okai lehetnek a korábbi évek-évtizedek eltérő előírásai, vagy a termelő minőségi, vagy mennyiségi céljainak az elérése. Jóllehet egy év mérési eredményei képezik a kalkuláció alapját és a meteorológiai elemek alakulásának függvényében az egyes évek venyigehozama különbözik egymástól, azonban az arányok nem változnak.

Az *alacsony és közép magas kordonos művelés* szintén sok variációt hordoz magában, amely a keletkező szőlővenyige hozamát is befolyásolja. Már az is különbséget jelent, hogy alacsony, vagy közép magas a kordon, amelyet még a sor és tőtávolságon kívül a karok száma is befolyásol. Ez a művelési mód elméletben több venyige keletkezésével jár, azonban a szőlészeti beavatkozás (hajtásválogatás, ritkítás stb.) miatt hasonló venyige tömeg keletkezik, mint az íves szálvesszős művelés esetében. Az általunk vizsgált 1,2 méter tő és 3,6 méter sortávolságú ültetvényben a fent nevezett munkafolyamatoknak köszönhetően ez igazolást nyert. A korábban felsorolt művelési módok bármelyik változata előfordulhat Tokaj-Hegyalján, és ettől eltérő megoldások is fellelhetők. A változékonyságnak számos oka lehetséges, a mindenkorai telepítési előírások, műszaki, technikai feltételek, helyi adottságok, szokások, illetve az egyes borászok által támasztott esetleges igények. A szőlészek esetében fajtára vonatkozóan az is előfordulhat, hogy az egyes ültetvények nem teljesen homogének, hanem több fajtát is tartalmaznak, a leggyakrabban a furmint és a hárslevelű keveredik egy ültetvényben. A kisebb, illetve a magán borászatok esetében, kiváltképpen, ha azok a 2000-es évek utáni telepítések, azok már kifejezetten ügyeltek fajta szempontjából a homogén növényállomány kialakítására, az ültetvényszerkezet és a művelési mód (metszés, hajtásválogatás) optimális összeválogatására elsősorban a minőségi bor előállításához szükséges alapanyag megtermelése érdekében.

Összefoglalás

Tokaj-Hegyalja szőlővenyige potenciáljának becslése kapcsán úgy gondoljuk, hogy vizsgálataink érdemi információt szolgáltatnak, és a jövőre vonatkozóan egyértelműen rávilágítanak azokra a feladatokra és célokra, amelyek szükségesek a végső cél, a teljes borvidék pontos venyige mennyiségének meghatározásához. Jelen pillanatban, még ha el is tekintünk az időjárás és egyéb befolyásoló tényezők okozta bizonytalanságtól a művelési mód, a fajta és az ültetvényszerkezet mozaikossága miatt mindössze általános statisztikai adatok és információk alapján nem lehet konkrét, pontos értéket megadni

a teljes borvidékre vonatkozóan. A fenti paraméterekre kiterjedő, az egész borvidéket érintő részletes adatok segítségével azonban már egy pontos potenciálbecslést lehet készíteni, amely esetében az évi eltéréseket már csak a mindenkori időjárási és esetenként egyes havaria események befolyásolják. Ezzel szemben a viszonylag kisebb, decentralizált hőtermeléshez szükséges alapanyagbecslés azonban teljes mértékben kivitelezhető, és ezekre az adatokra már lehet tervezni, illetve megvalósítani ilyen jellegű hőtermelő beruházásokat. *Kutatási eredményeink felhasználásával a gazdák szőlőterületeik jellemzőinek és szükséges hőigényük mennyiségének ismeretében meghatározhatják, hogy rendelkeznek-e annyi saját venyige hulladékkal, hogy elegendő legyen a fűtési költségek kiváltására, illetve csökkentésére.* Hasonló a helyzet a borászatok esetében is, hiszen a hőigényük kielégítésére a saját szőlőterületük venyige produkciója szintén meghatározható. Szintén kisebb felhasználóként jöhetnek számításba a települési önkormányzatok által működtetett intézmények/létesítmények (óvoda, idősek háza, közösségi ház, és egyéb önkormányzati épületek) amik hőigényeiket így módon elégíthetik ki. Amennyiben a település rendelkezik saját szőlőbirtokkal a korábban részletezett paraméterek ismeretében kiszámítható a keletkező alapanyag mennyisége. Amennyiben ez kevés, vagy nincs szőlőterület az önkormányzat birtokában, a gazdáktól is beszerezheti a szükséges tüzelőanyagot, ami a korábban említett módon szintén előre becsülhető.

PÓKA CINTIA
DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
pokacintia7@gmail.com

HORVÁTH GÁBOR
DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
gabor@horvath.im

ZAKARMÁTÉ
DE TTK Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen
zakar.mate4@gmail.com

SZEGEDI SÁNDOR
DE TTK Meteorológiai Tanszék, Debrecen
szegedi.sandor@science.unideb.hu

Tóth Tamás
DE TTK Meteorológiai Tanszék, Debrecen
toth.tamas@science.unideb.hu

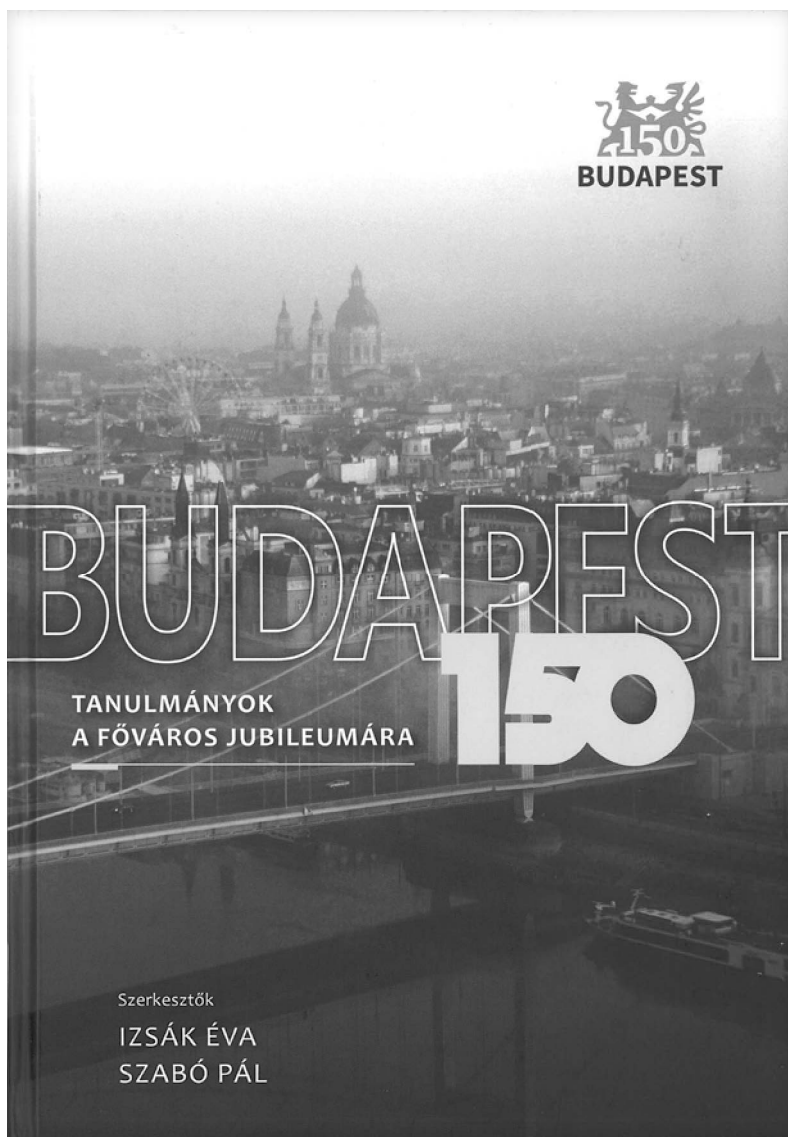
IRODALOM

- BALOGH I. 1994: Szőlőtermesztési és Borászati Enciklopédia. – Debrecen pp. 25–36. pp. 77–78.
BÉNYEI F. – LŐRINCZ A. – SZ. NAGY L. 1999: Szőlőtermesztés. – Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 271–294.; 375. p.
BOGNÁR K. – MERCZ, Á. 1995: Szőlőművelés, Borkészítés. – Mezőgazda Kiadó, Kecskemét – Budapest. pp. 7–19; pp. 78–79.
BOKOR L. – TÓTH T. 2020: Megállapítások az energiaföldrajz fejlődéséről – Földrajzi Közlemények 144. 2. pp. 171–185.
BOROS L. 2014: Az antropogén tényezők szerepe Tokaj-Hegyalja szőlő- és bortermelésének alakulásában – Földrajzi Közlemények 2. 1-2. pp. 97–109.
BOROS L. 2015: A természetföldrajzi tényezők szerepe Tokaj-Hegyalja szőlő- és bortermelésének alakulásában – Földrajzi Közlemények 139. 3. pp. 227–232.

- CSORBA P. 1995: Tokaj-Hegyalja tájökölógiai szerkezetének és geomorfológiai adottságainak összehasonlítása. URL: http://sparc.core.hu/mtafki/konyvtar/kiadv/FE1995/FE19951-2_39-51.pdf Letöltés dátuma: 2022.02.06.
- GONDA C. 2013: Szőlővenyige-hozam becslése a gyöngyösi járás területén. – Agrártudományi Közlemények 2013/54, pp. 21–26.
- GONDA C. 2014: Szőlővenyige szerepe és felhasználási módja a helyi biomassza-hasznosításban. Doktori Értekezés, Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, Gazdálkodástudományi Intézet, Debrecen 137 p.
- KIMMING, M.–SUNDBERG, C.–NORDBERG, A.–BERNESSON, S.–NORÉN, O.–HANSSON, P.-A 2011: Biomass from agriculture in small-scale combined heat and power plants – A comparative life cycle assessment. Biomass and Bioenergy 35. January 2011, pp. 1572–1581.
- LUKÁCSY GY.–ZANATHY G.–LŐRINCZ A.-é.n. a: Bakművelés. Tokaj Kereskedőház Zrt., Tolcsva. pp. 7–18.
- LUKÁCSY GY.–ZANATHY G.–LŐRINCZ A.-é.n. b: Ívelt szálvesszős művelés. Tokaj Kereskedőház Zrt. Tolcsva. pp. 6–23.
- LUKÁCSY GY.–ZANATHY, G.–LŐRINCZ A.-é.n. c: Guyot-művelés. Tokaj Kereskedőház Zrt., Tolcsva. pp. 6–24.
- LUKÁCSY GY.–ZANATHY G.–LŐRINCZ A.-é.n. d: Alacsony és közép magas kordonművelés. Tokaj Kereskedőház Zrt., Tolcsva, pp. 7–24.
- MEZŐSI G.–BATA T. 2011: A földrajzi tájak határai – Földrajzi Közlemények 135. 1. pp. 33–43.
- PINCZÉS Z. 1998: A Tokaj-hegység geomorfológiai nagyformái. URL: http://www.core.hu/mtafki/konyvtar/kiadv/FE1998/FE19983_379-393.pdf Letöltés: 2022.02.06.
- PINTÉR G.–BRAZSIL J. 2013: Energia szőlővenyigéből a Balatonfüredi-Csupaki Borvidék egy hegyközségében. URL: https://napok.georgikon.hu/hu/cikkadatbazis/cikkek-2012/cat_view/3-cikkadatbazis/16-2013/17-vii-szekcio-alternativ-energiagazdalkodas
- SZABÓ J.–TÖRÖK I. 1867: Tokaj-Hegyaljai Album. Emich Gusztáv magyar akad. nyomdász, Pest. pp. 14–25; pp. 124–140.
- TÓTH T.–SZALONTAI L.–SPÉDER, F.–VASS R. 2012: A biomassza hasznosításának társadalmi megítélése a Hernád-völgyben. In LÁZÁR I. (szerk.): A megújuló energiaforrások hasznosításának természeti, társadalmi és gazdasági lehetőségei a Hernád-völgyben, Pressland Kft, Debrecen, pp. 61–73
- ZSÓMBÓR A. 2002: A Tokaj-hegyaljai borvidék. URL: http://acta.bibl.u-szeged.hu/4887/1/belvedere_2002_005_006_105-114.pdf Letöltés dátuma: 2020.02.06.

Internetes források

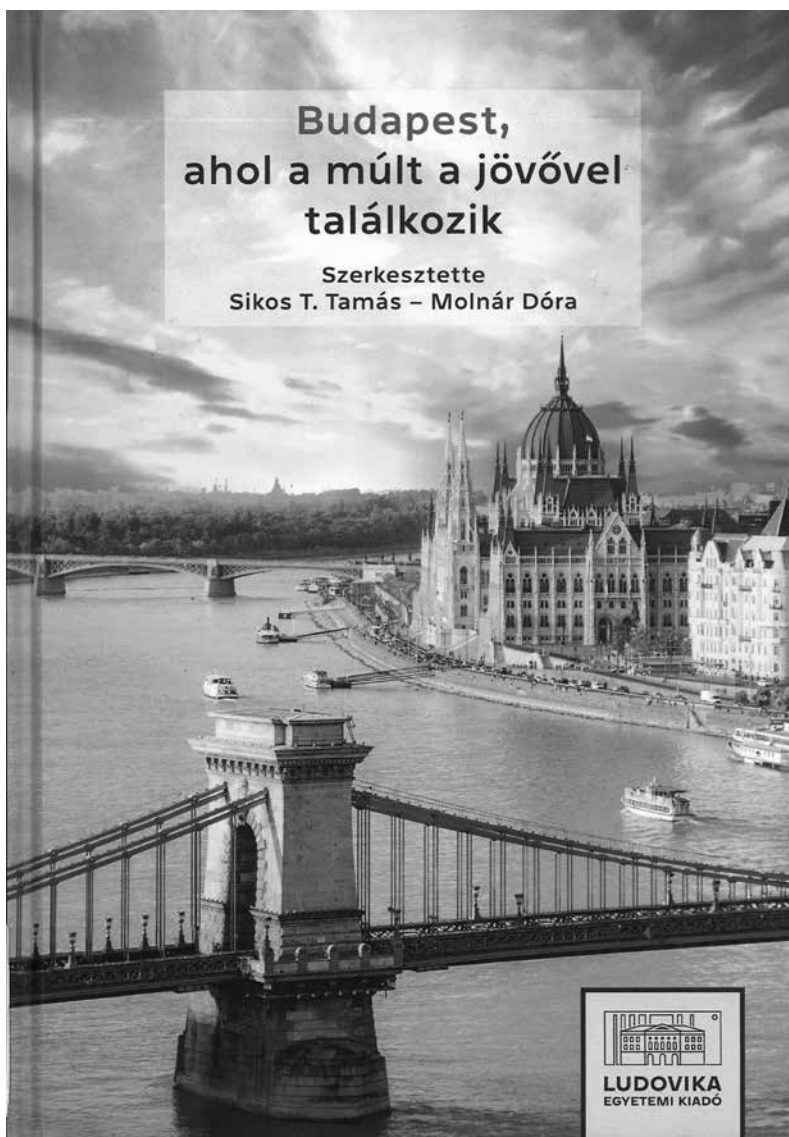
- Internet 1 http://real.mtak.hu/91393/1/Zempleni_gazdfejl_tanulmanyok_2011.pdf#page=9 Letöltés dátuma: 2022.02.06.
- Internet 2 https://www.google.com/maps/d/viewer?ie=UTF8&hl=hu&msa=0&ll=48.247881106165735%2C21.5123515795938&spn=0.133026%2C0.072781&source=embed&mid=1ZmnLjIzGXP6_iSF5GdAIVx_7DQ&z=10 Letöltés dátuma: 2020.04.19. Letöltés dátuma: 2022.02.06.
- Internet3 https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/sugarzas/ Letöltés dátuma: 2022.04.06.
- Internet 4 <https://www.tbft.hu/termeszeti-adottsagok-es-kornyezeti-allapot/tajpotencial/> Letöltés dátuma: 2022.04.05.
- Internet 5 <http://www.hnt.hu/wp-content/uploads/2019/12/Borsz%C5%91l%C5%91vel%20be%C3%BCltett-ter%C3%BClet-Tokaji-borvid%C3%A9k-20190731.pdf> Letöltés dátuma: 2022.04.05.



IZSÁK ÉVA – SZABÓ PÁL (szerk.):
Budapest 150 – Tanulmányok a főváros jubileumára
Eötvös Loránd Tudományegyetem TTK, Eötvös Kiadó, 2023, 333 p.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem gondozásában megjelent könyv tizenkilenc tanulmányt tartalmaz, amelyekből kirajzolódik, hogy a különböző tudományterületek – geológia, városföldrajz, regionális tudomány, művészettörténet, környezetpszichológia és város-szociológia – képviselői hogyan látják Budapest elmúlt 150 éves fejlődését.

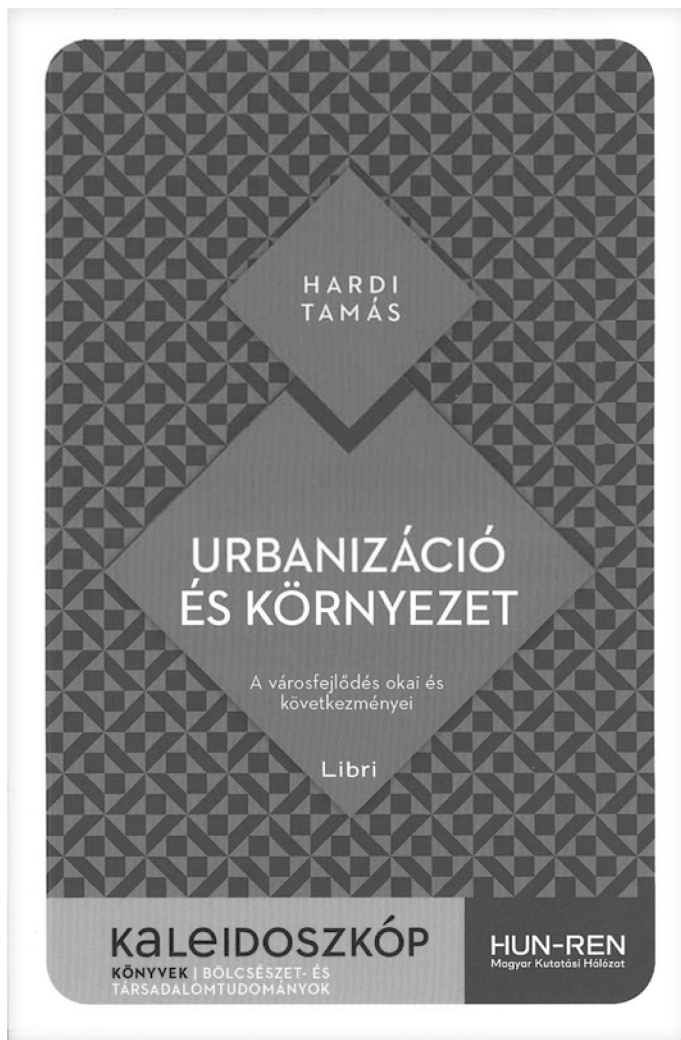
További információ: info@eotvoskiado.hu



SIKOS T. TAMÁS – MOLNÁR DÓRA (szerk.):
Budapest, ahol a múlt a jövővel találkozik
Ludovika Egyetemi Kiadó, 2023, 306 p.

Budapest létrejöttének 150. évfordulója kiváló alkalom arra, hogy számba vegyük és megfogalmazzuk a fővárost érintő legfontosabb kérdéseket, kutatandó témaköröket. A kötet szerzői erre a feladatra vállalkoztak: részletesen foglalkoznak Budapest történetével, fejlődésének fő vonalaival, valamint jövőjének várható alakulásával.

További információ: vasarlas@ludovika.hu



HARDI TAMÁS:

Urbanizáció és környezet

Kaleidoszkóp Könyvek, HUN-REN Magyar Kutatási Hálózat, Libri Kiadó, 2023, 202 p.

A kötet fókuszában a város és természeti környezetének kapcsolata áll. Milyen hatást gyakorol a városi létforma az ökoszisztémára? Hogyan változtatja meg a városi éghajlatot, a vízkörforgást, a talajt, a biodiverzitást, a területhasználatot? Hogyan fejleszthetjük tovább városainkat egy fenntarthatóbb, a 21. század elvárásainak megfelelő módon? Hogyan lehet megfelelni a növekvő lakosság igényeinek, s egyúttal olyan élhető környezetet teremteni, amely szolgálhatja a következő generációkat is? Ezekre a mindannyiunkat érintő kérdésekre kaphat választ a könyvből az olvasó.

További információ: ugyfelszolgalat@libri.hu

MAGYAR FÖLDRAJZI TÁRSASÁG

ALAPÍTVÁ: 1872

Tisztikar

Elnök: LÓCZY DÉNES egyetemi tanár

Tiszteletbeli elnök: PAPP-VÁRY ÁRPÁD ny. egyetemi tanár

Alelnökök: EGEDY TAMÁS tudományos főmunkatárs, egyetemi docens

NEMERKÉNYI ZSOMBOR tudományos munkatárs

Főtitkár: JENEY LÁSZLÓ szakosztályelnök, egyetemi docens

Titkár: SZIKSZAINÉ RÁCZ TÍMEA iskolai földrajztanár

Felügyelőbizottság: BOROS LAJOS, KUBA GÁBOR, MICHALKÓ GÁBOR

Választmány

AUBERT ANTAL szakosztályelnök, intézetigazgató	KUBASSEK JÁNOS Magyar Földrajzi Múzeum igazgatója
BERNEK ÁGNES szakosztályelnök, főiskolai tanár	KUNOS GÁBOR szakosztályelnök, villamosmérnök
BUJDOSÓ ZOLTÁN főiskolai tanár	LENNER TIBOR osztályelnök, tszv. egyetemi docens
CSAPÓ JÁNOS osztályelnök, egyetemi tanár	LERNER JÁNOS szakosztályelnök
CSIZMADIA NORBERT szakosztályelnök	MÁJAI CSABA osztályelnök, tanfelügyelő
DÁVID LÓRÁNT DÉNES osztályelnök, egyetemi tanár	MAKÁDI MARIANN szakosztályelnök, ny. főiskolai docens
GERHARDTNÉ RUGLI ILONA ny. középiskolai tanár	MUCSI LÁSZLÓ osztályelnök, egyetemi docens
GÖNCZY SÁNDOR osztályelnök, főiskolai docens	NAGY BALÁZS egyetemi docens, A Földgömb főszerkesztője
GRUBER LÁSZLÓ középiskolai tanár	NAGY GYULA egyetemi adjunktus
GUBA ANDRÁS középiskolai tanár	PÁL VIKTOR egyetemi docens
GYENIZSE PÉTER egyetemi docens	PAP NORBERT osztályelnök, egyetemi tanár
GYŐRI RÓBERT egyetemi docens	RADICS ZSOLT egyetemi adjunktus
GYURICZA LÁSZLÓ osztályelnök, egyetemi docens	SIMON GYÖRGY osztályelnök, középiskolai tanár
HEVESI ATTILA osztályelnök, ny. egyetemi tanár	SISKÁNÉ DR. SZILASI BEÁTA egyetemi docens
HUSZTI ZSOLT osztályelnök, intézetigazgató	SUBA JÁNOS szakosztályelnök, térképész
KARANCSI ZOLTÁN tszv. egyetemi docens	SZILASSI PÉTER egyetemi docens
KARÁTSON DÁVID szakosztályelnök, tszv. egyetemi tanár	SZŐLLŐSY LÁSZLÓ középiskolai tanár
KISS EDIT ÉVA tudományos tanácsadó, egyetemi tanár	SZÖRÉNYINÉ KUKORELLI IRÉN osztályelnök, tudományos tanácsadó, egyetemi tanár
KLINGHAMMER ISTVÁN szakosztályelnök, akadémikus	TEPERICS KÁROLY osztályelnök, egyetemi docens
KÓKAI SÁNDOR osztályelnök, egyetemi tanár	TIMÁR JUDIT osztályelnök, tudományos főmunkatárs
KOVÁCS ZOLTÁN akadémikus, tudományos tanácsadó, egyetemi tanár, az IGU Magyar Nemzeti Bizottságának elnöke	TÓTH ANTAL osztályelnök, egyetemi docens
	TÖMPE LÁSZLÓ szakosztályelnök, középiskolai tanár
	VÍZI ISTVÁN osztályelnök

A Közgyűlés által megválasztott tiszteleti tagok a Magyar Földrajzi Társaság
Választmányának örökös tagjai.

TARTALOM / CONTENTS

Értekezések / Studies

CSORBA PÉTER: A vendégszerkesztő előszava – A hazai tájökölógiai konferenciák története	81
LÓCZY DÉNES–DEZSŐ JÓZSEF–TARJÁNYI FERENC–WEIDINGER TAMÁS–HORVÁTH LÁSZLÓ: Ökoszisztéma-szolgáltatások javítása terménydiverzifikációval a Kiskunsági-homokháton – különös tekintettel a szélerózió elkerülésére / Improving the provision of ecosystem services through crop diversification in the Kiskunság Sand Region with special regard to wind erosion control	85
CZIRA TAMÁS–FEJES LILIAN–INCZE DÓRA: Az antropogén éghajlatváltozás hatásainak becslése és elemzése a Ráckevei (Soroksári)-Dunán / Estimation and analysis of the impacts of anthropogenic climate change on the Ráckeve (Soroksár) Danube in Hungary	102
HUBAYNÉ HORVÁTH NÓRA–GERGELY ATTILA–ERDEI TÍMEA–WEISZ SZILVIA: Tájalakulási folyamatok és a növényzet változása a Gödi-lápréten / Landscape transformation processes and the changing of the vegetation of Gödi láprét (“fen at Göd”)	117
VASS RÓBERT: A bodrogzugi nyílt ártér tájhasználatának változása / Changes in the land use of the active floodplain in Bodrogzug	133
NAGY BÁLINT–KWANELE PHINZI: A felszínborítás változása a karcsai Karcsa-tó környezetében 1966–2020 között / Changes in land cover around Karcsa Lake in Karcsa between 1966–2020	143
ERDEI TÍMEA–FÖLDI ZSÓFIA–BOROMISZA ZSOMBOR–DOMOKOS ENDRE: Hazai kis folyók belterületi típusú rehabilitációs szakaszainak meghatározása / Determination of the sections for urban rehabilitation on small rivers	157
MÉSZÁROS SZILVIA: Tájvédelmi szempontok érvényesíthetősége az autópálya-tervezés során – a hazai gyakorlat értékelése és mintaterületi példák / How can landscape protection principles be enhanced during the planning process of a motorway – assessment of the Hungarian planning practice and sample areas	169
DANCSOKNÉ FÓRIS EDINA–FILEPNÉ KOVÁCS KRISZTINA–HUBAYNÉ HORVÁTH NÓRA–KUTNYÁNSZKY VIRÁG–MÓDOSNÉ BUGYI ILDIKÓ–SALLAY ÁGNES–SZILVÁCSKU ZSOLT–VARGA DALMA –KOLLÁNYI LÁSZLÓ: Táj- és turizmusfejlesztési lehetőségek Upponyban és környékén / Landscape and tourism development opportunities in and around Uppony	185
HORVÁTH GÁBOR–SZEGEDI SÁNDOR–ZAKAR MÁTÉ–PÓKA CINTIA–TÓTH TAMÁS: A hazai lakossági villamosenergia szektor paradigmaváltása és a napelemes HMKE-k / Paradigm Shift in the hungarian electricity production sector and the microgeneration solar photovoltaic systems	202
PÓKA CINTIA–HORVÁTH GÁBOR–ZAKAR MÁTÉ–SZEGEDI SÁNDOR–TÓTH TAMÁS: A szőlővnyige potenciál-felmérésnek elméleti alapjai Tokaj-hegyalján / The theoretical basis of the potential survey of vine pruning waste in the Tokaj-Hegyalja region	218

TÁMOGATÓINK



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA

Petőfi
Kulturális
Ügynökség



Kiadja a MAGYAR FÖLDRAJZI TÁRSASÁG
A Nemzeti Kulturális Alap, a Magyar Tudományos Akadémia,
az Emberi Erőforrások Minisztériuma
és a Petőfi Kulturális Örökség támogatásával

A kiadásért felel: Jeney László
Tördelés és nyomdai előkészítés: AB OVO Stúdió Kft.

Borítóterv: Liszi János
Nyomdai kivitelezés: Heiling Media Kiadó Kft.

Telefon: (06-1) 231-4040
Készült 300 példányban
HU ISSN 0015-5411