

Magyar Földrajzi Társaság
Societas Geographica Hungarica
1872



FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK



GEOGRAPHICAL
REVIEW

148. évfolyam, 2. szám

2024

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 (külkapcsolati menedzser / Manager for internationalisation)

Szerkesztőbizottság / Editorial Board

VEIT BACHMANN (DE), BENEDEK JÓZSEF (RO), DÁVID LÓRÁNT DÉNES,
DOMBAY ISTVÁN (RO), FÁBIÁN SZABOLCS, FODOR GYULA (UA),
GYŐRI 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),
TÍMÁR JUDIT, LADISLAV TOLMÁČI (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 OTILIA (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,
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.

ELŐSZÓ ÉS KÖSZÖNTÉS

Az utóbbi évtizedek meghatározó hatású geográfus professzorai sorában újabb személlyel gyarapodik a hetedik X-be lépők száma. Lóczy Dénes, a Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi és Földtudományi Intézetének egyetemi tanára és a Magyar Földrajzi Társaság (MFT) jelenlegi elnöke 2024. október 31-én ünnepli 70. születésnapját.

A 7-es a magyar mondákban és világképben is meghatározó szám, hiszen a földrajzi teret a mesehősök hétmérföldes léptekkel szelik át és a fejük felett a hétrétegű égbolt (világfa) legmagasabb szintjéről „hét ágra süt a Nap”. Az elmúlt évtizedekben Lóczy Dénes is számos esetben „felhúzta hétmérföldes csizmáját” és a különböző (lito-, pedo-, hidro- és atmo-) szférákat keresztülszelve eljutott az Antarktison kívül minden kontinensre, sőt 1997-ben (ebben is van hetes) szó szerint körbeutazta az egész Földet.



Lóczy Dénes Tunéziában sem feledkezett meg az MFT-ről (2003)

Mindig büszkén emlegeti családjá gyöngyösi és vámosgyörki származását. A közeli és távoli országok, tájak szépségeivel szülei ismertették meg virtuálisan, hiszen családi házuk szobáiban számos falat foglaltak el plafonig érő könyvespolcok, amelyeken jelentős számú útleírás is sorakozott. Nem véletlen tehát, hogy később földrajz-angol szakos tanulmányokat végzett az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. 1979-ben megvédett szakdolgozata a Kartográfiai Vállalat díjában részesült.

A diploma megszerzése után a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Földrajztudományi Kutatóintézet munkatársa lett. Itt (is) jó hasznát vette kiváló nyelvtudásának. Számos idegen nyelvű folyóirathoz, szakirodalomhoz jutott hozzá, fejlesztve természetföldrajzi, geomorfológiai, tájökölógiai és tájértékeléssel kapcsolatos tudását. A „Földrajzi Kutatóban” először főleg tájértékelési témájú kutatási projektekbe kapcsolódott be pl. Góczán Lászlóval, Kertész Ádámmal, Szalai Lászlóval és Tóza Istvánnal együttműködve, majd később egyre több geomorfológiai jellegű munkában vett részt pl. Balogh János, Kis Éva, illetve Pécsi Márton oldalán.

1982-ben megvédte „A természeti környezet integrált, számítógépes minősítése egy kisalföldi mintaterületen” című egyetemi doktori dolgozatát, majd 1990-ben kandidátusi fokozatot szerzett („Agroökológiai körzetesítés Komárom-Esztergom megyében”). 1993 és 1995 között a Gödöllői Agrártudományi Egyetem mezőgazdasági környezetvédelmi szakértői képzését végezte el. 2012-ben pedig sikeresen megvédte „A Kapos árterének hidromorfológiai és tájökölógiai értékelése” című akadémiai doktori értekezését.

1997 óta a Pécsi Tudományegyetem (PTE) oktatója, az 1990-es évek végén Pécsre költözött. Először a Földrajzi és Földtudományi Intézet docense, majd 2014-től egyetemi tanára lett. Különböző vezetői pozíciókat töltött be, így volt tanszékvezető, intézetigazgató helyettes, de néhány évig a Környezettudományi Intézet igazgatója is.

Oktatott tantárgyai között szerepel a Tájökölógia, Tájértékelés, Geomorfológia, Az éghajlatváltozás természetföldrajzi következményei, Glaciológia, Hidrogeográfia, A környezetvédelem földrajzi alapjai, Tájélemzés, tájtervezés, Angol nyelvű szakfordítás, illetve ezeknek az angol megfelelői.

Rá különösen igaz Vámbéry Ármin 1873-as mondása (ami később a Magyar Földrajzi Társaság jelmondata lett): „Terram mente peragro”, azaz „Ésszel járom be a Földet”. Egyetemi előadásait sokszor színesítette saját beszámolóival és fényképeivel, akár a kanadai badland-ekről, akár az ausztráliai tizenkettő (valójában hét) apostolnak nevezett sziklaszirtról, akár a kínai karsztokról, vagy éppen az etiópiai közbiztonságról esett szó.

A graduális oktatáson túl aktívan részt vesz a PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola munkájában mint törzstag, óratarató és témavezető. Eddig tíz doktorandusz munkáját irányította, akik közül négyen szereztek fokozatot.

A legtöbb hazai egyetem és kutatóhely geomorfológus, tájöldrajzos és tájökölógus kutatójával sikeres együttműködések alakított ki kutatási és tudományszervezési projekteken. Tagja az MTA X. Osztály Természetföldrajzi Tudományos Bizottságának, azon belül számos albizottságnak. Ezekben több alkalommal töltött be elnöki és titkári pozíciókat.

Nyelvtudásának köszönhetően (angol, német, orosz, spanyol és francia) kiterjedt nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezik. Főszerzője volt az International Association of Geomorphology (IAG) Európai Regionális Konferenciának Veszprémben, 1996-ban. Az IAG Nemzetközi Végrehajtó Bizottságának meghívott tagja volt 1993–1997 között; titkára 2001–2005 között, illetve az IAG Carpatho-Balkan Geomorphological Commission elnöke volt. 2022 óta az IAG tiszteletbeli tagja.

Földünk minden részén tartott konferencia-előadásokat, mint például Manchesterben (1985), Szingapúrban (1995), Rio de Janeioban (1999), Melbourne-ben (2009), Addisz Abeában (2011), Barnaulban (2015) és Új-Delhiben (2017).

Több alkalommal vett részt tanulmányutakon is, többek között 1989-ben Kanadában, 1990-ben Kínában, 1992-ben és 2005-ben Németországban. Wolverhamptonban és a Nyitrai Egyetemen pedig oktatott 1999-ben és 2011-ben.

Több nemzetközi kutatási projektet koordinált és vezetett. Például 1989 és 1992 között az International Geographical Union (IGU) Geomorfológiai Veszélyforrások Munka-

bizottsága által kiírt „Geomorphological Hazards of Europe” című projekt, 2017-2021 között pedig egy Horizon 2020 projekt hazai munkacsoportjának koordinátora volt. Eddig összesen hét alkalommal ítélték meg számára OTKA pályázatot.

Hazai és nemzetközi ismertsége révén számos folyóirat szerkesztőségi tagja: Zeitschrift für Geomorphologie (1998-), Tájékológiai Lapok (2000-), Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica (2004-), Földrajzi Közlemények (2007-), Acta Geographica Debrecina (2007-), Acta geographica Slovenica (2007-); Hungarian Geographical Bulletin (2009-), International Journal of Earth and Environment Sciences (2015-).

Tudományos eredményeiről és szakmai tapasztalatairól 116 tudományos folyóiratcikkben, 110 könyvrészletben, illetve öt könyvben számolt be. Eddig 16 könyv szerkesztőjeként tevékenykedett (pl.: Geomorfológia I. és II., Landscapes and Landforms of Hungary, The Drava River: Environmental Problems and Solutions), több mint 70 ismeretterjesztő és oktatási jellegű cikket publikált. Összes közleményeinek száma 434, melyekre több mint 1100 független idézést kapott.

Munkásságát számos díjjal, kitüntetéssel ismerték el, ilyen pl. az Év Kiemelkedő Publikációja (PTE, 2002), a Magyar Földrajzi Társaság Teleki Sámuel, illetve a Körösi Csoma Sándor Emlékérmei (2006 és 2016), valamint a PTE TTK Prinz Gyula Díja (2021).

Lóczy Dénes már a korábbi évtizedekben is különböző funkciókat töltött be az MFT-ben, de 2021 nyarán elnöknek választotta a Társaság közgyűlése. A rövid határidő ellenére 2022-ben sikeresen vezényelte le az MFT 150 éves évfordulós ünnepi rendezvényeit, valamint összeállította a Társaság másfél száz éves történetét áttekintő „150 év 150+ kép” című könyvet.

Mint az MFT jelenlegi elnökét, egyetemi professzort, kollégát és barátot az MFT ezen nagy múltú folyóiratában megjelent számos tájféldrajzi, valamint geomorfológiai témájú cikkel szeretnénk köszönteni születésnapod alkalmából, valamint tisztelni eddigi munkásságod előtt. További aktív, kutatással, utazással, családi és baráti körben eltöltött, szép időszakot kívánunk Neked a jövőben is!

A szerzők, szerkesztők és munkatársaid nevében:

GYENIZSE PÉTER
vendégszerkesztő

és

JENEY LÁSZLÓ
az MFT főtítkára

A TÁJ- ÉS KÖRNYEZETFÖLDRAJZI KUTATÁSOK TÖRTÉNETE MAGYARORSZÁGON AZ 1880-AS ÉVEKTŐL NAPJAINKIG A FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK BEN MEGJELENT ÉRTEKEZÉSEK ÉS AZ MTMT ADATBÁZIS BIBLIOGRÁFIAI ELEMZÉSE ALAPJÁN

SZILASSI PÉTER – MEZŐSI GÁBOR – BOROS LAJOS – KOVALCSIK TAMÁS

LANDSCAPE AND ENVIRONMENTAL GEOGRAPHY RESEARCH IN HUNGARY
FROM THE 1880S TO THE PRESENT BASED ON THE ANALYSES
OF HUNGARIAN SCIENCE BIBLIOGRAPHY, AND GEOGRAPHICAL REVIEW
OF HUNGARIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY.

Abstract

Since Humboldt, landscape is a core concept within geographical research. From the 19th century onwards, the main aim of landscape studies from a geographical perspective was to investigate holistically the interactions between the factors that shape the landscape. From the end of the 19th century to the present day, Hungarian-language geographical publications have always included landscape research, although in varying proportions and with varying emphasis. The complex approach and spatial analysis methods of geography have replaced them in environmental analyses since the second half of the 20th century. In this publication, we analyse quantitatively the content of the titles of scientific publications summarised in the Hungarian Science Bibliography, the Geographical Review of Hungarian Geographical Society, and present the trends in environmental geography and landscape research in Hungary from the 1880s to the present day. According to our results, the changes of wider social environment, the shifting paradigms within geography and the actual research problems had their influence on the frequency and approach of landscape studies – thus, different waves of publications can be identified.

Keywords: synthesis, geography, environment, landscape, bibliometric analyses

Bevezetés

Már Humboldt munkásságától kezdődően, a természeti tényezők és a társadalom térszerveződése (tájhasználata) közti kölcsönhatások elemzése a modern kor földrajztudományi kutatásainak egyik kiemelten fontos feladata volt. E nagyon összetett kapcsolat- és kölcsönhatásrendszer vizsgálatában élen jártak a hazai és külföldi táj- és környezetföldrajzi kutatások. Ugyanakkor a kutatások témái, illetve a kapcsolódó publikációk gyakorisága folyamatosan változott – ami tükrözi, hogy adott időszakban milyen volt a táj fogalmának jelentősége a magyar geográfián belül.

Dolgozatunkban egyrészt a Földrajzi Közlemények 1873-tól napjainkig kiadott számainak digitális adatbázisa, másrészt a Magyar Tudományos Művek Tárának online szakkibibliográfiai katalógusa alapján mutatjuk be, hogy miképp változott a táj- és környezetföldrajz témaköreit feldolgozó publikációk aránya az összes megjelent publikációhoz képest. A környezet és a táj fogalmában közös, hogy mindkettőn belül a természeti és társadalmi tényezők bonyolult kölcsönhatása jelenik meg, melynek vizsgálatához nélkülözhetetlen a földrajztudomány által kínált komplex szemléletmód. Talán ez is az oka annak, hogy e két fogalom jelentése egész az 1980-as évekig összemósódott egymással, gyakran szinonimaként használták a szerzők. A két fogalom jelentése közti különbséget MAROSI SÁNDOR (1981) fogalmazta meg, aki szerint, míg a táj állandó objektív valóság, addig

a környezet egy olyan változó térrészlet, mely birtokosa valamely élő szervezet. A szakbibliográfiák kvantitatív elemzéséből kirajzolható tendenciák – reményeink szerint –, jól illusztrálják az e témakörökkel foglalkozó publikációk földrajztudományon belüli súlyának, jelentőségének időbeli változását.

A kutatást az is indokolja, hogy a táj és a környezet a földrajztudomány két olyan központi fogalma, amely kiemelkedően fontos a földrajzi szintézis megvalósításához, ezért napjaink fenntarthatósággal kapcsolatos elemzéseiben is jelentős szerepet tölthet be.

Módszer

Kutatásainkhoz digitális online bibliográfiai adatbázisokat használtunk. Egyrészt a magyar földrajztudomány legnagyobb múltú folyóirata, az 1873-óta néhány éves kihagyással folyamatosan megjelenő Földrajzi Közlemények digitális archívumában megjelenő szakcikk címeiben vizsgáltuk a táj és a környezet szavak előfordulását. A Földrajzi Közlemények digitális archívumában szereplő publikációk közül csak az értekezéseket (hosszú tanulmányokat) vettük figyelembe. Mivel a publikációk címeiben a „táj” és a „környezet” szavak sokszor több évfolyamon át hiányoztak, ezért e kifejezések számát évtizedenként összegeztük, majd arányukat kifejeztük a Földrajzi Közleményekben az adott évtizedben megjelent összes értekezés százalékában. Azt nem vizsgáltuk, hogy milyen értelemben, milyen jelentéstartalommal használták a szerzők a keresett fogalmakat: minden olyan tanulmány bekerült az elemzésbe, amelynek címében szerepelt a táj vagy a környezet fogalma.

A másik kutatásunkhoz használt adatforrás a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) volt, mely (szemben a Földrajzi Közleményekkel) a magyar geográfusok idegen nyelvű (Scopus adatbázisban szereplő) publikációit is tartalmazza. Az MTMT földrajzos szerzők által jegyzett publikációnak címeiben 1990–2022 közötti időszakban évenként összegeztük a „táj” és a „környezet”, illetve a „landscape” és az „environment” szavak számát. Az MTMT publikációi közül csak az olyan, 1990 után megjelent szakcikket vettük figyelembe elemzésünkhöz, melyek szerzői tagjai az MTA közttestületének, és azon belül az MTA X. Osztályának Természetföldrajzi, vagy Társadalomföldrajzi Bizottságának. Az MTMT e két földrajzi tudományos bizottságához tartozó szerzők szakcikkeinek címeiből minden 1990-2022 közötti évre kiszámoltuk a „táj” és a „környezet” szavak százalékos gyakoriságát, majd kifejeztük két földrajzi tudományos bizottságához tartozó szerzők összes szakcikkeinek százalékában. Emellett e geográfus szerzők MTMT-adatbázisban nyilvántartott publikációi közül leválogattuk a Scopus adatbázisában is megjelent nemzetközi publikációik évenkénti számát, melyet szintén a két földrajzi tudományos bizottságához tartozó szerzők összes MTMT-s rekordjaihoz viszonyítottunk. Ezáltal megkaptuk a földrajzos szerzők nemzetközi (Scopusos) cikkeinek arányát az összes, MTMT-ben megjelent cikkek százalékában. Azokat az MTMT-ben jegyzett, magyar geográfus szerzők által írt publikációkat pedig, melyek címeiben a „landscape” vagy az „environment” szavak valamelyike szerepelt, az e szerzők Scopusban is szereplő évenkénti összes rekordjához arányítottuk.

A keresett kifejezések előfordulásának gyakoriságát a teljes vizsgált időszakra vonatkozóan évtizedenként összesítve ábrázoltuk, míg az MTMT-ből származó adatokat évenkénti bontásban. Az elemzett időszakot három korszakra tagoltuk, amelyek a földrajztudomány által vizsgált problémák, tudománypolitikai és társadalmi viszonyok szempontjából is markánsan eltérnek egymástól. Az első, az 1880-as évektől a II. világháborúig tartó időszak a magyar geográfiai kialakulásának „hőskora”, az intézményesülés első időszaka.

A II. világháborútól 1990-ig tartó időszak többé-kevésbé lefedi az államszocializmus évtizedeit, amikor az ideológiai szempontok erőteljesen meghatározták a földrajzi kutatások tematikáját és megközelítéseit, így a táj fogalmának értelmezését és használatát is. Az 1990 utáni időszak növekvő tematikus sokszínűséggel, valamint a piaci hatások és elvárások (ezen keresztül az alkalmazott kutatások) egyre erősödő jelentőségével jellemezhető.

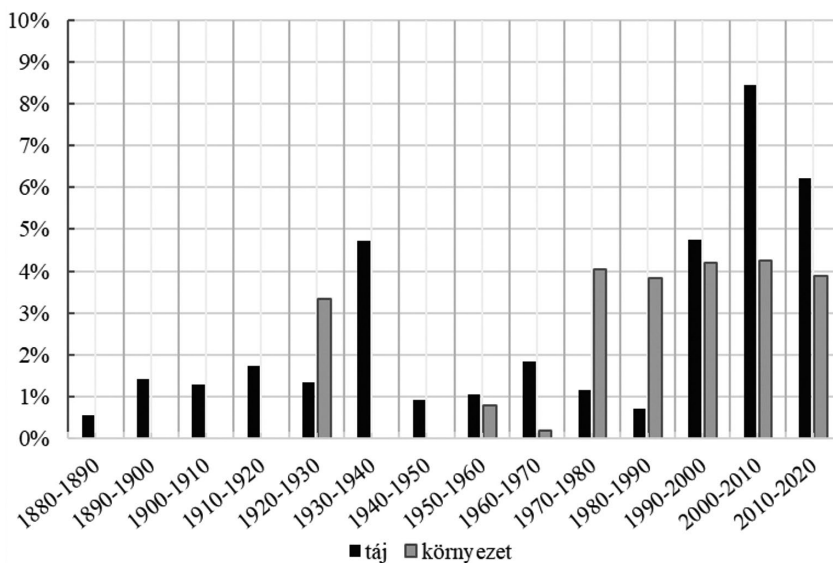
Eredmények

Táj- és környezetföldrajzi kutatások Magyarországon az 1880-as évektől a II. világháborúig

A XX. század első évtizedeinek magyar geográfiájában a táj kutatás kiemelt jelentőséggel bírt. E korszak két nemzetközi szinten is nagyra becsült magyar geográfusa, Teleki Pál és Cholnoky Jenő munkáiban azonban jelentősen eltérő módon jelenik meg a szintézisre törekvés, a táj, mint a komplex geográfiai területegység fogalma és annak vizsgálata. Cholnoky Jenő életművét jórészt természetföldrajzi és azon belül geomorfológiai folyamatok elemzése teszi ki (CHOLNOKY J. 1910). Bár korai munkáiban (pl. kínai tanulmányútról írt ismeretterjesztő könyvében) törekszik az utazása során érintett tájakon élő emberek társadalmi viszonyainak, életmódjának (szokásainak, viseletének, tájhasználatának) bemutatására is, ám ezek főként csak egyrészt epizódyszerű, leíró jellegű érdekességek, melyeket mindössze néhol (pl. árvízvédelem) kapcsol össze természetföldrajzi folyamatokkal. Cholnoky a természeti adottságok és társadalmi folyamatok közötti ok-okozati összefüggésekről csak némely későbbi munkájában tesz említést (például a pueblo indiánok sziklaotthonaikból történő elvándorlása és a klímaváltozás, vagy az eurázsiai népek vándorlása és az éghajlatváltozás közti kapcsolat). „*Minden történelmi eseménynek ősoka valami földrajzi tény. Ide olyan általános áttekintés kell, amilyent az oknyomozó földrajz tudása hoz magával*” – írja az USA-ban Teleki Pállal közösen tett tanulmányútról írt könyvében (CHOLNOKY J. 1942b). Tehát Cholnoky Jenőt főként mint a természetföldrajzi ok-okozati összefüggéseket elemző nemzetközi hírű geomorfológust tarthatjuk számon, akinek meglehetősen deterrminista szemléletű tájföldrajzi munkáiban főként a természetföldrajzi adottságok társadalmi viszonyokra gyakorolt hatásain van a hangsúly (CHOLNOKY J. 1942a, 1942b). A magyar nyelvű földrajzi publikációk címeiben (főként Teleki Pál és tanítványai munkásságának köszönhetően) az 1930-as évektől kezdve egyre nagyobb arányt képviselnek a tájjal, tájföldrajzzal foglalkozó munkák (*l. ábra*).

A XX. század első négy évtizedének másik, nemzetközi szinten is kiemelkedő geográfusa, Teleki Pál tájszemléletében Cholnokynál erőteljesebben érvényesül a szintézisre törekvés, az integratív szemléletmód (TELEKI P. 1917, 1932, 1937; KONKOLY–GYURÓ É. 2021; SZILASSI P. 2023). Természeti erőforrásaink kíméletes hasznosítása, a környezetvédelem, a fenntartható fejlődés gondolata még nyomokban sem létezett, amikor Teleki Pál már világosan megfogalmazta: „*Jobb alkalmazkodás a természethez a világot egészségesebbé tenni*” (TELEKI P. 1934).

Teleki úgy gondolta, hogy Magyarország gazdasági jövőképe, a jövőbeli tájhasználat formáinak, az ország térszerkezetének tervezéséhez elengedhetetlenül szükséges a földrajztudomány által kínált integratív megközelítés, mely a táj kutatásban teljeseedik ki (SZILASSI P. 2023). A „*Gazdasági élet földrajzi alapjai*” című könyve (TELEKI P. 1932) jól tükrözi ezt a szemléletmódot: „*A földrajz értéke az is, hogy a földfelszín életét a maga egységes valóságában, élethűen igyekezve megismerni*”. Teleki a „*Tájfogalom jelentőségéről*” című előadásában (TELEKI P. 1937) rámutat, hogy a geográfia által kínált



I. ábra A „táj” és a „környezet” szavak aránya a Földrajzi Közleményekben megjelent értekezések címeiben (ahol 100% = az adott évtizedben a Földrajzi Közlemények folyóiratban megjelent tudományos értekezések száma).
 Figure 1 Proportion of the words „táj” (landscape) and „környezet” (environment) in the titles of papers published in the Geographical Bulletin (where 100% = the number of papers published in the Geographical Review of Hungarian Geographical Society in the given decade).

szintézis két lépésből áll: a tudományos megismerés első lépése mindig az táj analízise, azaz a tájalkotó tényezők (földtani adottságok, talaj, vízrajz, éghajlat, társadalom stb.) elemzése, melyet a köztük lévő összefüggések szintézise követ. „A földrajz nem analitikus, hanem szintetikus tudomány... A szintézis emberi elemünkre tartalmát emberi ismeretünk határozza meg, korlátozza.” Tehát véleménye szerint a földrajztudomány által készített szintézis nem lehet teljes, mivel a táj komplex megismerésére (tudományos megismerésnél magasabb szintű szintézisére) csak a tájban élők, a tájhoz érzelmileg is kötődő lakosok képesek. „A tájban élő ember nem bontja a tájat elemeire, nem rakja újra össze Ő maga része, eleme a tájnak.” (TELEKI P. 1937) Tehát Teleki tájszemlélete meglehetősen antropocentrikus. Egyrészt, mert felismerve az ember tájformáló szerepét, a tájat a tájban élő ember nézőpontja, a hasznosíthatóság felől vizsgálja. Másrészt, mert Teleki szerint a tájszintézis teljességéhez a táj látványa, a tájkép és annak befogadása, percepciója is hozzátartozik. Meg kell azonban jegyezzük, hogy Teleki helyenként túlhangsúlyozza a természeti tényezők gazdasági és társadalmi viszonyokra gyakorolt hatásait, ezért néhol determinizmusba hajlik. „A táj az emberi életet is formálja. Tőle függ lakójának életereje, anyagi, gazdasági életének jellege, törvényei; de lelkisége is mindenütt a táj befolyása alatt is áll: a hangulatoktól a hitélet alapjául szolgáló adottságokig.” (TELEKI P. 1937) Teleki Pál ezzel a táj percepcióját, érzékelését hangsúlyozó meghatározással nem tudta a felülírni a táj geomorfológiai alapú megközelítését, ezért elméleti alapvetései a korszak táj kutatási, táj elemzési gyakorlatában csak nagyon korlátozottan érvényesültek. A Teleki Pál nevével fémjelzett táj kutatási irányzat a Földrajzi Közlemények 1930–1940 közötti számaiban éri el csúcspontját, a „táj” szót tartalmazó címek aránya meghaladja az évtizedben publikált összes értekezés 4%-át (I. ábra). A „táj” szót a Kárpát-medence földrajzi egységének, – mint a trianoni döntés elleni egyik fő érvnek – az illusztrálására is használták a korszak geográfus szerzői (HAJDÚ Z. 1996). Az 1920–1930 közötti évtized-

ben, szórványosan a „környezet” szó is megjelenik az értekezésekben, ám a „környezet” és a „táj” szavakat ekkor még általában szinonimaként használják a szerzők (DÉKÁNY I. 1922; KOGUTOWICZ K. 1939; PROBÁLD F. 2016).

Táj- és környezetföldrajzi kutatások Magyarországon 1945–1990 között

A II. világháborút követően a magyar földrajztudományra is rányomta bélyegét a sztálinizmus tudományfilozófiája, mely az irredentának, reakciónak bélyegzett földrajzi kutatások teljes megszüntetését és az egyetemeken zajló földrajzi kutatások és oktatás teljes átszervezését eredményezte (GYURIS F. 2022; GYÖRI R. – GYURIS F. 2015). Ekkoriban a földrajzi intézeteket különálló természet- és gazdaságföldrajzi tanszékekre osztották, és átsorolták az egyetemek bölcsészkarairól a természettudományi karokra. Sorra alakultak a természet- és gazdaságföldrajzi tanszékek, az azokon folyó kutatások egymástól markánsan elkülönültek. A tájat, mint a földrajzi vizsgálat tárgyát és alapegységét, szinte teljesen száműzték a magyar (és szocialista) földrajztudományból. A szintézis igénye még elemeiben sem jelent meg az 1950-es évek földrajzi munkáiban. XX. század elején még emberföldrajznak, manapság társadalomföldrajznak nevezett tudományterület részdiszciplínáiból a vallásföldrajz, politikai földrajz, etnikai földrajz teljesen eltűnt, közülük szinte kizárólag a gazdaságföldrajz (ipar és mezőgazdaság földrajza) maradt meg (PROBÁLD F. 2016). A gazdaságföldrajzának nevezett tanszékek fő kutatási irányává a szocialista tervgazdaság tudományos megalapozása vált. A táj, mint összetett földrajzi egység helyét részben történelmi, részben gazdaság szervezési, politikai alapokon szervezett területi egységek (rajonok, megyék) vették át. Teleki Pál nevét (részben ismert politikai szerepvállalása, részben az általa művelt tudományterületek „reakciós” jellege miatt még kiejteni sem volt szabad szakmai körökben. Tanítványainak vagy teljesen más munkakörben kellett elhelyezkedniük (pl. Rónai András segédmunkásként, illetve geológusként (FRANYÓ F. 2008), vagy nyilvánosan megtagadva háború előtti munkásságukat az ekkorra már társadalomföldrajzi kapcsolódásaitól teljesen megfosztott, lecsupaszított (főként geomorfológiai kutatásokra fókuszáló) természetföldrajzzal kellett foglalkozniuk (pl. Kádár László). Az 1960-as évekig a „táj” szó alatt szinte kizárólag természetföldrajzi területegységet értettek a szerzők (K. NAGY Z. 1955, WAGNER R. 1956).

A II. világháborút követően a szintetizáló földrajzi gondolkodás teljes ellehetetlenülését – a fent említett tudománypolitikai, szervezeti változásokon túl –, egy nagyon markáns tudományfilozófiai paradigmaváltás is elősegítette. Az 1950-es években hazánkban és a többi volt szocialista országban egyaránt megjelent a nihilista földrajzi gondolkodás (KŐSZEGI M. et al. 2015). A „táj” szóval nagyon ritkán, és akkor is egy adott terület kizárólag természetföldrajzi (pl. növényföldrajzi, ld. K. NAGY Z. 1955) adottságainak bemutatásánál találkozhatunk az 1950-es években készült földrajzi munkákban.

A földrajzi nihilizmus szerint az emberiség függetleníteni tudja magát a természeti hatásoktól. A szocialista ember célja a természet erőinek megzabolázása, legyőzése. A sztálinizmus földrajzi tudományfilozófiája szerint az ember bármit megtehet a természettel, korlátok és főként következmények nélkül. Ez az integrált földrajzi gondolkodást nélkülöző elképzelés köszön vissza az 1950-es földrajztankönyveinek lapjain: *„Nem várunk könyöradományt a természettől! Feladatunk elvenni azt, amit akarunk! ...Az ember állandóan harcban áll a természettel, a szocialista ember legyőzi a természetet.”* (MARKOS GY. – PÉCSI M. – SZABÓ L. 1953). A korabeli tájfelfogást jól példázza WAGNER R. (1956) munkája, aki bár a geoszférák összességét (beleértve a társadalmi szférát is), a korabeli szovjet szerzőkre hivatkozva „tájburuk” névvel illeti, de az egyes geoszférák (földrajzi tényezők) közti kapcsolatokat az általa „természeti tájnak” neve-

zett, tisztán természetföldrajzi adottságok által meghatározott területegységeken belül elemzi. Szerinte: „*A geográfia egyik feladata ui. a tájegységek meghatározása, azok jellemző vonásainak feltárása a táj célszerű módosítása, megváltoztatása érdekében.*” Ennek a nihilista tájfel fogásnak a tragikus környezeti következményei mind a mai napig érzékelhetők (pl. a Hanság lecsapolása, árasztásos rizstermesztés eröltetése a Kiskunság szikes tavai esetében, stb.)

Mivel az 1950-es években a természetföldrajzi kutatásokat szinte kizárólag a geomorfológiai célú elemzések képviselték, a Földrajzi Közlemények értekezéseinek címeiben az 1940–1960 közötti időszakban 1% alá esett vissza a „táj” és a „környezet” kifejezések aránya (1. ábra).

Az 1960-as évektől kezdődően kezdtek ismét megjelenni a tájföldrajzi munkák a magyar nyelvű földrajzi szakirodalomban (MAROSI S.–SZILÁRD J. 1963). Ez a tájfogalom azonban alapvetően természetföldrajzi, messze állt a Teleki által használt komplex táj fogalmától, és az általa képviselt szintézisre törekvő tájszemlélettől. A szintézis ezekben a munkákban legfeljebb a természetföldrajzi tényezők (tájalkotó tényezők) közötti kapcsolatrendszerre szorítkozik, azaz a domborzat klímával, talajtípusokkal és növényzettel való összefüggéseit elemzik az ekkor készült publikációk szerzői.

Az 1970-es évek végétől a környezet- és természetvédelmi kérdések nemzetközi szinten is egyre inkább a közérdeklődés és a tudományos kutatások homlokterébe kerültek (KERÉNYI A. 2003). A Földrajzi Közleményekben 1970-től kezdődően a korábbi 1%-os arányról 4%-ra emelkedett a környezet szó gyakorisága, mely ékesen bizonyítja, hogy – a nemzetközi trendeket követve –, a környezettudományi elemzések aránya a hazai földrajzi kutatásokban ugrásszerűen emelkedett (1. ábra). A környezetvédelmi témakörök kutatása egyre gyakoribbá vált ebben az időszakban, a „környezet” szó divatosá vá vált az 1970-es és 1980-as évek földrajzi értekezéseinek címeiben. Egészen MAROSI S. (1980, 1981) munkájáig sokszor hibásan a „táj” szó szinonimájaként használták, tudatosan kerülve a Horthy korszak földrajztudományára emlékeztető „táj” szót (pl. „földrajzi környezet” (PÉCSI M. 1979), „környezetpotenciál”, „környezetminősítés” (RÉTVÁRI L. 1986), vagy a tájfogalomba integrálva (MÓCSÉNYI M. 1968) alkalmazzák a szerzők. A fenti okokkal magyarázhatóan az 1970-es évektől kezdődően a környezet szó említése ugrásszerűen növekedett a Földrajzi Közlemények hasábjain megjelent tudományos értekezések címeiben (1. ábra).

Emellett már az 1980-as évektől egyre nagyobb számban jelennek meg Magyarországon tájökölógiai jellegű, a tájak által kínált természeti adottságok (tájpotenciál) értékelését célul tűző munkák. Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetében Góczán László, Rétvári László és Pécsi Márton vezetésével már az 1970-es években megindult Magyarország természeti erőforrásainak (köztük kiemelten fontos agroökölógiai potenciáljának) ésszerű, fenntartható használatát célzó kutatása (GÓCZÁN L. 1980). E kutatási irány szerves folytatásának tekinthetjük Lóczy Dénes 1980-as években kezdődő munkásságát (RÉTVÁRI L. 1986; LÓCZY D. 2002). Az ekkor újabb lendületet kapó tájföldrajzi, tájökölógiai, a tájpotenciál jellemzőit értékelő kutatások is hozzájárultak ahhoz, hogy a „táj” szónak a Földrajzi Közleményekben közölt tanulmányok címein belüli aránya az 1980-as évekre elérte a II. világháború előtti szintet.

Táj- és környezetföldrajzi kutatások Magyarországon 1990-től napjainkig

A 1990-es évek földrajztudományi tájökölógiai kutatásai során már nem csak a természeti tájalkotó tényezők közötti kapcsolatrendszer elemzik a táj agroökölógiai potenciáljának meghatározásához, hanem a táj antropogén folyamatokkal szembeni érzékeny-

ségét, terhelhetőségét is vizsgálják munkáikban (CSORBA P. 1999; MEZŐSI G. 1993). Az ezredforduló környékén kiteljesedő, a fiatal doktoranduszok munkáiban is megjelenő magyarországi tájökológiai kutatások komoly előrelépést jelentettek az 1960-as évek geomorfológiai területességekből és kizárólag természetföldrajzi elemzésekben gondolkodó tájföldrajzi kutatásaihoz képest. A korábbinál jóval komplexebb szemléletű tájökológiai és környezetföldrajzi kutatások képviselői ekkor már egyetértenek abban, hogy a táj egy olyan bonyolult kölcsönhatásokkal jellemezhető összetett rendszer, melyben az egyes tájalkotó tényezők (köztük az emberi tevékenység) szoros kölcsönhatásban állnak egymással (CSORBA P. 1999; 2000; MEZŐSI G. 1993, KERTÉSZ Á. 2003; KERÉNYI A. 2003).

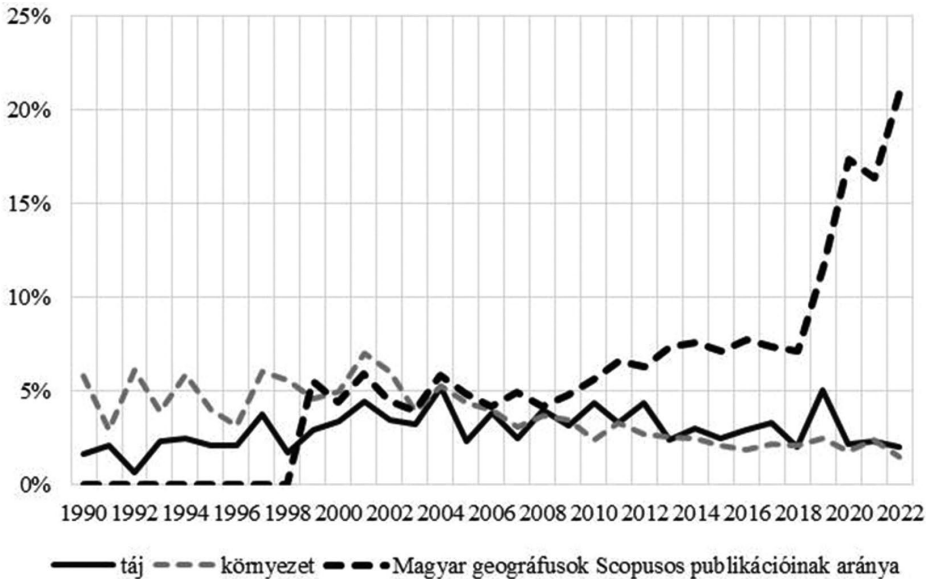
A Teleki-féle tájértelmezés a XX. század második felében főként a tájtervezéssel foglalkozó tájépítész mérnökök (MÖCSÉNYI M. 1968; KONKOLY-GYURÓ É. 2021), illetve néhány geográfus (KARANCSI Z. 2004; CSORBA P. 2010) szemléletmódjában élt tovább Magyarországon. Emellett a néprajztudománnyal foglalkozó publikációk (KÓSA L. – FILEP A. 1978; BORSOS B. 2011), és történeti ökológiai munkák (R. VÁRKONYI Á. 2000) is közvetve képviselik Teleki a táj észlelését, a helyi lakosok tájhoz történő érzelmi kötődését hangsúlyozó tájszemléletét. Napjainkban az Európai Táj Egyezményben szereplő tájfogalom és a tájkarakter fogalma példázza a Teleki-féle antropocentrikus tájfelfogás megújulását, tájtervezési gyakorlatba történő felhasználását.

A tájföldrajzi, környezetföldrajzi kutatások 20. század utolsó évtizedében tapasztalt fellendüléséhez jelentősen hozzájárult a geoinformatikai alapú adatelemzési módszerek robbanásszerű terjedése is. A Földrajzi Információs Rendszerek az 1990-es évektől olyan új horizontokat nyitottak a tájföldrajzi, környezetföldrajzi kutatásokkal foglalkozó kutatók számára, melyek jelentősége a csillagászatban a távcső felfedezésével mérhető össze. Az 1990-es évektől kezdődően a térbeli adatok, digitális térképek átlapolását, összemetszését lehetővé tevő térinformatikai módszerek a tájalkotó tényezők közti kölcsönhatások a tájpotenciál értékelésének és a környezetvédelmi elemzések nélkülözhetetlen eszközévé váltak (MEZŐSI G. 2001).

Az MTMT adatbázis földrajzi témájú publikációinak címeiben a 2000-es évek elejéig a „környezet” szó előfordulása jóval gyakoribb (közel duplája) volt a „táj” szónak. Emögött egyrészt az áll, hogy a környezetvédelmi kutatások az 1970-es évektől nemzetközi szinten is felértékelődtek, és e bár egy kissé megkésve, de ezeket a trendeket követte a magyar földrajztudomány is (TIMÁR J. 2020). A „táj” szó környezettel szembeni alulreprezentáltságának másik oka az, hogy a rendszerváltást követően csak nehezen szivárgott magyar földrajzi szakirodalomba a vissza a két világháború közötti tájföldrajzi kutatásokhoz hasonló komplexebb (nem kizárólag természetföldrajzi) tájföldrajzi megközelítés.

A 2000-es évektől kezdődően viszont folyamatosan csökkent a „környezet” szó gyakorisága az MTMT-ben magyar nyelven megjelent földrajzi szócikkek címeiben. Ebből egyáltalán nem következtethetünk arra, hogy a környezetföldrajzi kutatások jelentősége háttérbe szorult volna a magyar nyelvű földrajzi munkákban, hiszen a Földrajzi Közlemények magyar nyelvű szócikkeinek címeiben nem tapasztalunk hasonló arányú csökkenést 2000–2020 között (1. ábra). E csökkenés oka részben az lehet, hogy az MTMT adatbázis geográfus szerzőinek rekordjai között 2006-tól kezdődően hirtelen megugrott az idegen nyelvű, Scopus-ban is jegyzett földrajzi publikációk aránya és a magyar geográfusok kutatási eredményeiket egyre szívesebben publikálják nemzetközi folyóiratokban (2. ábra). Korábbi eredményeink szerint sokkal inkább arról van szó, hogy a környezetföldrajzzal foglalkozó magyar geográfusok a 2000-es évek elejétől kezdődően a publikálásához egyre inkább a külföldi, nemzetközi szinten is jegyzett (Scopus-os) tudományos szakfolyóiratokat választják (KOVALCSIK, T. et. al. 2024; BOROS L. et. al. in. press.). A másik oka a „környezet” és „táj” szavak magyar nyelvű földrajzi

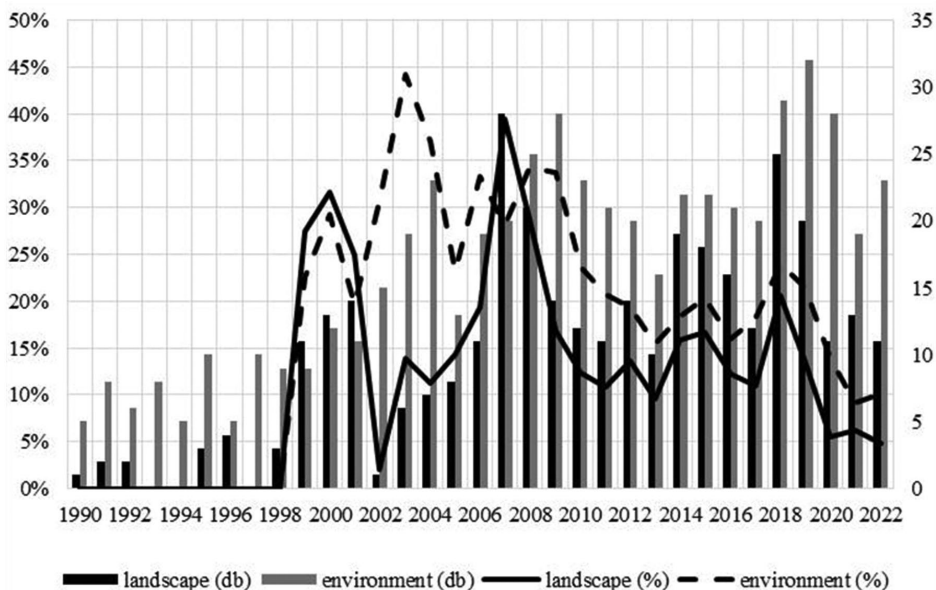
szakirodalomban tapasztalható csökkenésének az lehet, hogy a 21. században új kulcsszavak váltak divatossá az e témákkal foglalkozó cikkek címeiben. A „fenntarthatóság”, az „érzékenység”, a „sérülékenység” vagy a „klímaváltozás” kifejezések, mintegy helyettesítve az általunk vizsgált „környezet” vagy „táj” szavakat, egyre gyakrabban jelennek meg magyar nyelvű tanulmányok címeiben.



2. ábra A „táj” és a „környezet” szavak, valamint a Scopus-ban megjelent publikációk aránya az MTMT-ben rögzített földrajzi értekezések közül (ahol 100% = az adott évben az MTMT-ben az MTA Természetföldrajzi és Társadalomföldrajzi Tudományos Bizottságainak tagjai által magyar nyelven megjelent publikációinak száma)
 Figure 2 The proportion of the words „táj- (landscape)” and „környezet – (environment)” in the titles of geographic papers recorded in MTMT (where 100% = the number of geographic papers published in Hungarian Science Bibliography, (MTMT) in the given year in Hungarian by members of the Committees of Physical Geography and Human Geography of the Hungarian Academy of Sciences)

Az 1990–2022 közötti időszak MTMT-ben szereplő földrajzi publikációinak címeiben az „environment” kifejezés szinte minden évben sokkal nagyobb gyakorisággal fordult elő az MTMT adatbázisban, mint a „landscape” szó (3. ábra). A „landscape” vagy az „environment” szavakat tartalmazó publikációk száma dinamikusan emelkedett 1990–2006 között, majd egy kisebb mérvű csökkenést követően 2018 körül ismét emelkedő tendenciát mutatott (3. ábra). Ennek oka az lehet, hogy a címükben is környezeti kérdésekkel foglalkozó környezetföldrajzi publikációk jóval könnyebben „eladhatók” nemzetközi folyóiratokban, mint egy adott hazai mintaterület tájféldrajzát (pl. tájtörténetét) bemutató munkák (3. ábra).

A magyar földrajzos szerzők Scopus-os publikációi között az ezredforduló környékén a 45%-ot is elérte az „environment” szót tartalmazó cikkek aránya. Tehát az ezredforduló környékén a magyar geográfusok idegen nyelven közölt Scopus adatbázisban szereplő publikációi között kiemelkedő, közel 50%-os arányt képviseltek a környezetföldrajzzal, tájféldrajzzal foglalkozó publikációk (3. ábra). Úgy is mondhatjuk, hogy a magyar környezetföldrajz és tájféldrajzi kutatások képviselői az elsők között kezdték el a Scopus adatbázis által is jegyzett nemzetközi folyóiratokban publikálni munkáikat. Emellett a környezeti problémák, a fenntarthatóság kérdésköreinek előtérbe kerülése miatt a szak-



3. ábra A „landscape” és az „environment” szavak száma (db) és aránya (%) a MTMT-ben rögzített földrajzi értekezések címeiben (ahol 100% = az adott évben az MTA Természetföldrajzi és Társadalomföldrajzi Tudományos Bizottságainak tagjai által a Scopus-adatbázisban jegyzett idegen nyelvű publikációinak száma (adatok forrása MTMT))
 Figure 3 The proportion of the words „landscape” and „environment” in the titles of scientific papers recorded in MTMT (where 100% = the number of scientific papers published in Scopus in the given year in foreign languages by members of the Committees of Physical Geography and Human Geography of the Hungarian Academy of Sciences (data sources: Hungarian Science Bibliography, MTMT))

mai érdeklődés is nőtt az ilyen tematikájú kutatások iránt. A 2008-as évtől kezdődően azonban a „landscape és az „environment” szavak éves előfordulása nem változott jelentősen, arányuk a magyar geográfusok Scopus-ban is jegyzett publikációin belül jelentősen visszaesett. Ez azzal magyarázható, hogy a magyar földrajztudomány többi ágának képviselői (pl. társadalomföldrajzos kutatók) is egyre szívesebben publikálták munkáikat nemzetközi porondon (KOVALCSIK, T. et. al. 2024) ezért a környezetföldrajzi, tájöldrajzi publikációk elvesztették arányaiban domináns szerepüket a magyar geográfusok nemzetközi publikációi között.

Összefoglalás

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a táj- és környezetföldrajzi kutatások az utóbbi százötven évben eltérő intenzitással, tartalommal és céllal, de végig jelen voltak a magyar földrajztudomány palettáján. A táj, mint a földrajzi szintézis terület egysége az 1930-as évektől a II. világháborúig – főként Teleki Pál munkássága nyomán –, egyre jelentősebb teret kapott a Földrajzi Közlemények magyar nyelvű földrajzi értekezéseiben. A világegést követően egyrészt a nihilista földrajzi szemlélet előretörése, másrészt a földrajz egységét megosztó tudománypolitikai döntések (természet- és gazdaságföldrajzi tanszékek kialakítása) miatt egészen az 1960-as évekig kizárólag a tájak természetföldrajzi (főként geomorfológiai) adottságait bemutató értekezésekkel találkozunk e folyóirat hasábjain.

Az 1970-es évektől a globális környezetvédelmi krízis felismerése a környezettudomány látványos fejlődését eredményezte Magyarországon és külföldön egyaránt. A környezeti kérdések megválaszolásához a környezetföldrajz által kínálta komplex eszköztár is sokat hozzá tudott tenni, ezért ekkortól ugrásszerűen emelkedett a környezeti problémákkal foglalkozó, Földrajzi Közleményekben megjelent publikációk száma. A környezet szó ekkoriban egy kissé divatszóvá is vált, úgyhogy helyenként még a táj helyett is használták ekkoriban. Az 1980-as évektől kezdve már letisztult a táj és a környezet fogalma közti különbség.

Az 1990-es évektől kezdődően indultak meg Magyarországon azok a tájföldrajzi, tájökölógiai kutatások, melyek miatt ugrásszerű növekedésnek indult a tájjal foglalkozó publikációk száma hazánkban. A tájjal és környezettel foglalkozó kutatások robbanásszerű emelkedését a geoinformatika által nyújtott új elemzési lehetőségek is támogatták. A tájjal és környezetvédelemmel foglalkozó tudományos közlemények száma a 2000-es évek elején érte el csúcspontját. Míg napjainkban a tájföldrajzi, tájökölógiai témakörökben publikáló szerzők inkább hazai mintaterületek esettanulmányait dolgozzák fel, ezért főként magyar nyelven publikálják munkáikat, addig a hazai környezetföldrajzi kutatások eredményei inkább angol nyelven kerülnek publikálásra, mivel nagyobb nemzetközi érdeklődésre tarthatnak számot. A jövőben e trendek folytatódása várható, hiszen a geográfianak olyan összetett kérdésekkel kell foglalkoznia, amelyek megértéséhez a komplex tájfogalom jól használható, valamint napjaink környezeti válságjelenéseinek térszemléletet használó feltárására is egyre nagyobb igény mutatkozik.

Mint minden kutatásnak, jelen vizsgálatnak is vannak korlátai, amelyek befolyásolják az eredmények általánosíthatóságát. Elemzésünk a tanulmányok címének elemzésén alapul, aminek következtében lehetséges, hogy olyan cikkek, amelyek ugyan a táj fogalmát helyezték középpontba, ám címükben ez nem jelenik meg, kimaradtak vizsgálatunkból. Ugyanakkor a fő trendek bemutatására ennek ellenére is alkalmasnak tartjuk a felhasznált adatokat, mivel a címek általában tükrözik a tanulmányok tartalmát. A kutatás további lépéseit a kulcsszavak és a teljes tanulmányszövegek elemzése jelentheti, akár csak egy bizonyos időszakra vonatkozóan. Ez a vizsgált folyamatok mélyebb megértését tenné lehetővé. Emellett érdemes lehet a különböző országokban zajló kutatások összevetése, ezáltal annak megértése, hogy a táj fogalmának használatát és a kapcsolódó megközelítéseket mennyire befolyásolják a nemzeti, illetve a globális léptéken zajló változások, tudományos diskurzusok és paradigmaváltások. Bár a Földrajzi Közlemények a leg hosszabb ideje megjelenő hazai geográfiai folyóirat, így lehetővé teszi, hogy hosszú távú vizsgálatot folytassunk (bevonva az MTMT-ben nem szereplő, több évtizede megjelent publikációkat), de a kutatás kiegészíthető további adatforrásokkal is, mint folyóiratok, tankönyvek vagy konferenciaprogramok, -előadások elemzése.

SZILASSI PÉTER

SZTE TTIK Természet- és Környezetföldrajz Tanszék, Szeged
toto@geo.u-szeged.hu

MEZŐSI GÁBOR

SZTE TTIK Természet- és Környezetföldrajz Tanszék, Szeged
mezosi@geo.u-szeged.hu

BOROS LAJOS

SZTE TTIK Társadalomföldrajz Tanszék, Szeged
borosl@geo.u-szeged.hu

IRODALOM

- BOROS L. – KOVALCSIK T. – MEZŐSI G. – SZILASSI P. (in. press): A szintetizáló gondolat a földrajzban és ennek korlátai. – Magyar Tudomány 12 p.
- BORSOS B. 2011: A magyar népi kultúra regionális struktúrája I-II., Magyar Tudományos Akadémia Néprajzi Kutatóintézete, Budapest. 917 p.
- CHOLNOKY J. 1910: A földrajzról. – Földrajzi Közlemények 38. 1. pp. 1–11.
- CHOLNOKY J. 1942a: Földrajz és történelem. Földrajzi Közlemények 70. 2. pp. 92–96.
- CHOLNOKY J. 1942b: Utazásom Amerikában Teleki Pál gróffal. – Valda–Wichmann Kiadás, Budapest. 304 p.
- CSORBA P. 1999: Tájékológia. – Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. 112 p.
- CSORBA P. 2000: A tájékológiai szemlélet érvényesülése a tájvédelemben. – In: SCHWEITZER F. – TINER T. (szerk.): Tájékutatói irányzatok Magyarországon. MTA FKI, Budapest. pp. 25–35.
- CSORBA P. 2010: A földrajzi tájakhoz fűződő identitástudat rétegei. – Tájékológiai Lapok 8. 1. pp. 3–21. <https://doi.org/10.56617/tl.3952>
- DÉKÁNY I. 1922: „Helyi környezet” és „földrajzi környezet”. – Földrajzi Közlemények 50. pp. 62–66.
- FRANYÓ F. 2008: Rónai András élete és tudományos munkássága. – Földrajzi Értesítő LVII/1-2. pp. 21–38.
- GÓCZÁN L. 1980: Mezőgazdasági területek agroökogeográfiai kutatása, tipizálása és értékelése. – Földrajzi tanulmányok 18. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 125 p.
- GYÓRI R. – GYURIS F. 2015: Knowledge and Power in Sovietized Hungarian Geography – In: MEUSBURGER, P. – GREGORY, D. – SUARSANA, L. (szerk.) Geographies of Knowledge and Power. Springer Netherlands, Dordrecht. pp. 203–233. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9960-7_10
- GYURIS F. 2022: A Szovjetunió árnyékában: a korai magyar marxista földrajz gyakorlati céljai (1948–1956) – In: BANAI, ZS. – BOTTLIK, ZS. – GÓDÁNY, N. – LEHOCZKI, ZS. – LENDVAI, TIMÁR E. – RÉNES, B. (szerk.): Előre a múltba: Tér-Idő-Történelem. Martin Opitz Kiadó, Budapest. pp. 65–78.
- HAJDÚ Z. 1996: Az „államtáj” és a „tájállam” problematikája a magyar földrajztudományban 1948-ig – Földrajzi Közlemények 44. 2–3 pp. 137–150.
- K. NAGY Z. 1955: A magyar tájak tavaszodása – a nyár beköszöntéig. – Földrajzi Közlemények 50. 2. pp. 137–150.
- KARANCSI Z. 2004: A tájlesztés jelentősége. – Tájékológiai Lapok 2., pp. 187–194. <https://doi.org/10.56617/tl.4591>
- KERÉNYI A. 2003: Környezettan. – Mezőgazda Kiadó, Budapest. 470 p.
- KERTÉSZ Á. 2003: Tájékológia. – Holnap Kiadó, Budapest. 166 p.
- KOGUTOWICZ K. 1939: A földrajz. – Földrajzi Közlemények. 67. 3–4. pp. 375–379.
- KONKOLY-GYURÓ É. 2021: Teleki Pál tájszemlélete és 21. századi reneszánsza. – 4D Tájépítészeti és kertművészeti folyóirat, 60. pp. 50–63. ISSN 1787-6613 <https://doi.org/10.36249/60.4>
- KÖSZEGI M. – BOTTLIK ZS. – TELBISZ T. – MARI L. 2015: Human-environment relationships in modern and postmodern geography, Hungarian Geographical Bulletin. 64. 2. pp. 87–99. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.64.2.1>
- KOVALCSIK, T. – MEZŐSI, G. – BOROS, L. – SZILASSI, P. 2024: „Így írunk mi, geográfusok” – a földrajzos szerzők publikációs trendjei 1990 és 2022 között. Modern Geográfia 19. (3), 83–98. pp. <https://doi.org/10.15170/MG.2024.19.03.07>
- LÓCZY D. 2002: Tájéértékelés, földértékelés. – Dialóg Campus Kiadó, Pécs. 307 p.
- MAROSI S. 1980: Tájékutatói irányzatok, tájértékelés, tájtipológiai eredmények. – MTA FKI Budapest. 362 p.
- MAROSI S. 1981: Táj és környezet. – Földrajzi Értesítő 10. pp. 59–72.
- MAROSI S. – SZILÁRD J. 1963: A természeti földrajzi tájértékelés elvi-módszertani kérdéseiről. – Földrajzi Értesítő. 12. pp. 393–417.
- MARKOS GY. – PÉCSI M. – SZABÓ L. 1953: Földrajz az általános iskolák 6. osztálya számára. – Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest. 187 p.
- MEZŐSI G. 2001: A magyar természeti földrajz – Helyzet és jövőkép. Magyar Tudomány 46. pp. 193–203.
- MEZŐSI G. 1993: A földrajzi táj. – In: BORSY Z. (szerk.): Általános természeti földrajz. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 807 p.
- MÓCSÉNYI M. 1968: A táj és zöldterület fogalmi problémái a táprendezés nézőpontjából. – Településtudományi Közlemények 21. pp. 66–76.
- PÉCSI M. 1979: A földrajzi környezet új szemléletű értelmezése és értékelése. – Földrajzi Közlemények 27. 1–3. pp. 17–27.

- PROBALD F. 2016: Válogatott tanulmányok földrajzból. – Eötvös Kiadó, Budapest. 176 p.
- SZILASSI P. 2023: Mit üzen a mának Teleki Pál földrajztudósi életműve? – In: BIERNACKI, K. – ROTÁR K. (szerk.): Teleki Pál Közép-Európája. Lengyel-Magyar Kulturális Egyesület, Szeged. pp. 225–250.
- RÉTVÁRI L. 1986: (szerk.): A Pilis-Visegrádi-hegység környezetminősítése. – MTA FKI kiadványa, Budapest. pp. 8–12.
- R. VÁRKONYI Á. 2000: Táj és történelem Tanulmányok a történeti ökológia világából – Osiris Kiadó, Budapest. 371 p.
- TELEKI P. 1917: A földrajzi gondolat története. – Kilián Frigyes utóda, Budapest. 231 p.
- TELEKI P. 1932: A gazdasági élet földrajzi alapjai. – Centrum, Budapest. 751 p.
- TELEKI P. 1934: Európáról és Magyarországról. – Athenaeum RT., Budapest. 199 p.
- TELEKI P. 1937: A tájfogalom jelentőségéről (Rektori tanév-megnyitó beszéd a Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen) – Budapesti Szemle 1937. november. pp. 6–10.
- TIMÁR J. 2020: Communist and Postcommunist Geographies, In: KOBAYASHI, AUDREY LYNN (szerk.) International Encyclopedia of Human Geography. Elsevier, Amsterdam. pp. 335–341. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10738-3>
- WAGNER R. 1956: A Táj fogalma. – Földrajzi Közlemények. pp. 335–351.

CSUPASZ LEJTŐK KARRJAINAK VIZSGÁLATA

VERESS MÁRTON – SZUNYOGH GÁBOR – PÉNTÉK KÁLMÁN – MITRE ZOLTÁN
– ZENTAI ZOLTÁN – DEÁK GYÖRGY – TÓTH GÁBOR – SZÉLES GYULA

THE STUDY OF THE KARREN OF BARE SLOPES

Abstract

This study deals with the karren formation of bare surfaces. The used methods are theoretical calculations, field mapping, laboratory experiments, and digital modelling. The denudation rate of karren surfaces on bare slopes and based on the data of measurements, the denudation rate of karren in different vegetation belts were given. Mostly, the development of rinnenkarren and meanderkarren was analysed. A function relation was determined between the density of rinnenkarren types and the slope angle. The effect of the main channel and tributary channels on each other was studied by computer modelling. The impact of the wind on the development of karren and the conditions for the development of tropical karren was also investigated.

Keywords: karren feature, karren formation, dissolution, theoretical model of bare surface dissolution, digital modelling of rinnenkarren development

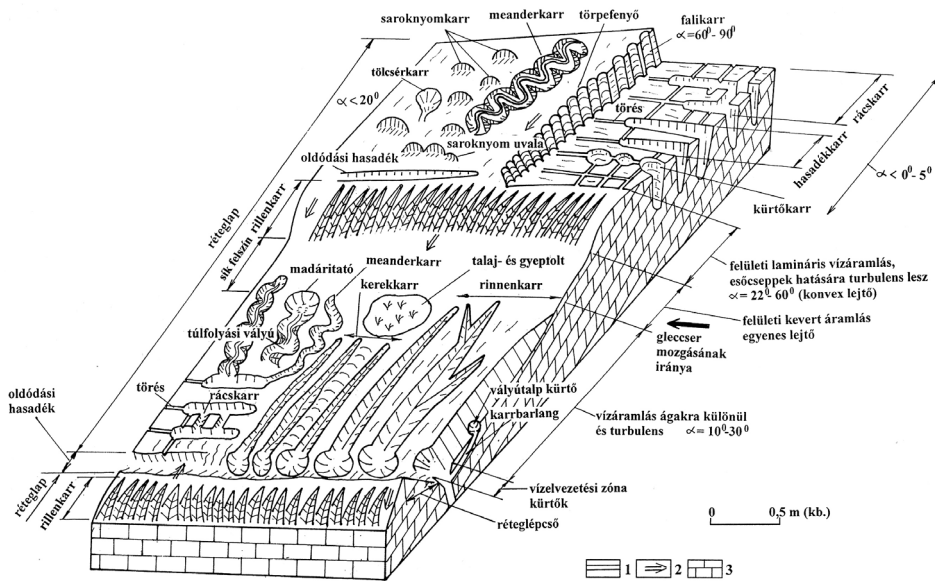
Bevezetés

A tanulmány a szombathelyi karsztos műhely másfél évtizedes terepi és elméleti karrvizsgálatainak eredményeit mutatja be. Az adatgyűjtés a Totes Gebirge, a Dachstein, a Júliai-Alpok (Héttő-völgy), az Assiagói-fennsík (Olaszország), a Durmitor-hegység (Montenegro), Diego de Almagro sziget (Chile), Madagaszkár karrjain és a Léna környéki karrokon történt.

A karrok csoportosíthatók alakjuk (megnyúlt és körkörös formák), a hordozó felszín fedettsége (csupasz; talajjal, illetve nem karsztos kőzettel fedett; vagy részben fedett felszínek), geomorfológiai környezet (hegységi, parti, barlangi), méret (mikrokar, mezo-kar, megakar), kialakulás (vízszivárgás, vízáramlás) szerint (BÖGLI, A. 1976; WHITE, W. B. 1988; FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007; GINÉS, A. 2009; VERESS M. 2010). Miután ugyanazon karrformák hasonló környezetben ismétlődnek, kialakulásuk nem véletlen, hanem közetszerkezet (szivárgásos eredetűek) és vízáramlás (áramlásos eredetűek) által meghatározott. Szivárgásos eredetűek a madáritatók, a hasadékkarrok, a kürtőkarrok, a rácskarrok és a réteghézagkarrok, áramlásos eredetűek a rillenkarrok, a rinnenkarrok, a falikarrok, a meanderkarrok, a saroknyomkarrok, a karrbarlangok, a földrok és a kagylók (1. ábra). (A felsoroltak lehetnek mikrokarrok és mezo-karrok is.) Maradványformák (kúpkarrok, pinnacle-ek, karros sziget-tanúhegyek stb.) a környezetük áramlásos leoldódásával és a karrok összeoldódásával alakulnak ki. Az áramlásos eredetűek lejtésirányba megnyúlt formák. A mikrokarrok néhány mm-es, a mezo-karrok néhány dm és m közötti, a megakarrok többször 10 m-es szélességű és mélységű alakzatok. A mikro- és mezo-karrok az epikarszt részei. A mezo-karrokön mikrokarrok, a megakarrokön mikro és mezo-karrok fordulhatnak elő.

A csupasz mészkőfelszínek karrosodásának matematikai modellezése

A karrosodás törvényszerűségeinek feltárása érdekében összegyűjtöttük azokat a fizikai és kémiai egyenleteket, melyek véleményünk szerint alapvető szerepet játszanak



1. ábra Glaciális eróziós felszín karrformái (VERESS M. 2010).
 Jelmagyarázat: 1 – törés, 2 – felszindülés iránya, 3 – mészkő
 Figure 1 The karren features of glacial erosion surface (VERESS M. 2010).
 Legend: 1 – fracture, 2 – direction of surface inclination, 3 – limestone

a karrformák kialakulásában. Ezek alapján sikerült egy olyan elméleti modellt felállítani, mely lehetővé teszi, hogy meghatározzuk a mészkő felszínének alakját megadó függvényt (SZUNYOGH G. 2005):

$$z = f(x, y, t) \quad (1)$$

ahol z a felszín tengerszín feletti magassága, x és y a felszín pontjainak vízszintes koordinátái, t az idő (2. ábra).

Minthogy a kőzetre hulló szénsavas esővíz feloldja a mészkövet, ezért felületének alakja állandóan változik. Süllyedési sebességét a

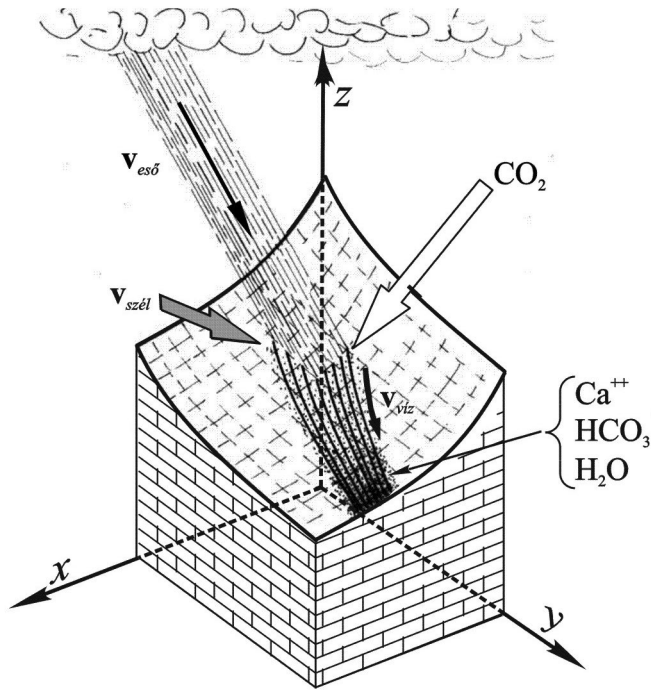
$$w = -\frac{\partial z}{\partial t} \quad (2)$$

differenciálhányadosként értelmezhetjük. A mínusz előjel kifejezi, hogy a karsztos lepusztulás következtében a térszín süllyed, azaz az idő múlásával $z(x, y, t)$ csökken.

A felszín alakjának, ill. süllyedési sebességének meghatározásához a modell az alábbi törvényeket veszi figyelembe.

1. A tömegmegmaradás tétele a vízre vonatkozólag. Jelöljünk ki képzeletben a mészkő felszínére illeszkedő kicsiny térfogatot. Oldalai legyenek függőleges helyzetűek, párhuzamosok az x és y tengelyekkel, szélességük dx és dy . Magassága egyezzen meg a kőzet felszínén szivárgó víz mélységével, fedőlapja pedig essen egybe a víz felszínével. A tömegmegmaradás tétele szerint e térfogatba oldalain és fedőlapján át időegység alatt befolyó víz tömege megegyezik a belőle eltávozó víz tömegével, mely matematikailag a

$$\frac{\partial(mv_x)}{\partial x} + \frac{\partial(mv_y)}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_v} \mathbf{q}_{es\ddot{o}} \cdot \mathbf{n} \quad (3)$$



2. ábra Az elméleti modell felépítése (szerk. SZUNYOGH G.)
Figure 2 Structure of theoretical model (ed. by SZUNYOGH G.)

egyenlettel fejezhető ki, ahol ρ_v a víz sűrűsége, $m(x, y, t)$ a mészkővön szivárgó vékony vízréteg mélysége, $v_x(x, y, t)$ és $v_y(x, y, t)$ az áramló víz sebességvektorának x és y irányú komponensei, $\mathbf{q}_{es\acute{o}}$ az egységnyi területre hulló esővíz tömegáramsűrűsége, \mathbf{n} a mészkő felületének normálvektora (azaz a felületre merőleges, a kőzet belsejéből kifelé mutató vektor), α a mészkőfelszín dőlésszöge. m , v_x és v_y egyelőre ismeretlenek. $\mathbf{q}_{es\acute{o}}$ előállítható az esőcseppek $\mathbf{v}_{es\acute{o}}$ sebességvektorának és az egységnyi térfogatban lévő esőcseppek $\rho_{es\acute{o}}$ össztömegének szorzataként:

$$\mathbf{q}_{es\acute{o}} = \rho_{es\acute{o}} \mathbf{v}_{es\acute{o}} \quad (4)$$

Az esőcseppek sebességének vízszintes komponense a terület felett fúvó szél v_{sz} sebességéből, függőleges összetevője pedig a cseppek (levegőhöz viszonyított) v_{cs} süllyedési sebességéből tevődik össze. Jelölje δ_{sz} a szél irányszögét az x tengelyhez viszonyítva. (A szél irányán azt az irányt értjük, ahonnan fúj a szél.) Ezek szerint

$$\mathbf{v}_{es\acute{o}} = -v_{sz} \cos \delta_{sz} \mathbf{i} - v_{sz} \sin \delta_{sz} \mathbf{j} - v_{cs} \mathbf{k}, \quad (5)$$

tehát
$$\mathbf{q}_{es\acute{o}} = -\rho_{es\acute{o}} v_{sz} \cos \delta_{sz} \mathbf{i} - \rho_{es\acute{o}} v_{sz} \sin \delta_{sz} \mathbf{j} - \rho_{es\acute{o}} v_{cs} \mathbf{k}. \quad (6)$$

$\rho_{es\acute{o}}$ meghatározásához használjuk fel az évi csapadékhozam definícióját: $Q_{\acute{e}vi}$ megadja, hogy egy év alatt összesen mekkora térfogatú csapadékvíz kerül egy vízszintesen elhelyezett egységnyi területre. E vízmennyiség másfelől egyenesen arányos az eső tömegáramsűrűségének függőleges komponensével, azaz

$$\rho_v Q_{\acute{e}vi} = \rho_{es\acute{o}} v_{cs} t_{napi} N_{\acute{e}vi}, \quad (7)$$

ahol t_{napi} jelenti az esők napi összidejét, $N_{évi}$ pedig az év napjainak számát. A (7)-ből $\rho_{eső}$ -t kifejezve nyerjük, hogy

$$\rho_{eső} = \frac{\rho_v Q_{évi}}{v_{cs} t_{napi} N_{évi}}. \quad (8)$$

A (3) jobb oldalán szereplő n és $\cos \alpha$ előállítható a közetfelület alakját megadó függvény parciális deriváltjainak segítségével

$$\mathbf{n} = \left(-\frac{\partial z}{\partial x} \mathbf{i} - \frac{\partial z}{\partial y} \mathbf{j} + \mathbf{k} \right) \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

és

$$\cos \alpha = \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}}. \quad (10)$$

A (6), (8), (9) és (10) kifejezéseket a (3)-ba helyettesítve végül a tömegmegmaradás tételére a

$$\frac{\partial(mv_x)}{\partial x} + \frac{\partial(mv_y)}{\partial y} = \frac{Q_{évi}}{v_{cs} t_{napi} N_{évi}} \left(-\frac{\partial z}{\partial x} v_{sz} \cos \delta_{sz} - \frac{\partial z}{\partial y} v_{sz} \sin \delta_{sz} + v_{cs} \right) \quad (11)$$

egyenletet kapjuk. A (11) kifejezés kapcsolatot teremt a mészkő felszínén szivárgó víz sebessége, mélysége, a lejtő dőlésszöge, a csapadék hozama, valamint a szél sebességének iránya és nagysága között.

2. *A Navier–Stokes-egyenlet.* Hidraulikai számítások szerint a mészkő felszínén a víz igen vékony leplet alkotva lamináris, sűrűlódó folyadékként szivárog lefelé, ezért a Navier–Stokes-egyenlet értelmében parabolikus sebességprofil jellemzi. A sebesség átlaga a keresztmetszet mentén

$$v = \frac{\rho_v g h^2}{3\eta} \sin \alpha, \quad (12)$$

ahol g a nehézségi gyorsulás, η a víz dinamikai viszkozitási tényezője, h pedig a folyadékfilm vastagsága. (Az itt bemutatott modell turbulens áramlás esetére is alkalmazható, csak a (12)-be a turbulens sebességprofil képletét kell írni.) h és m között egyszerű kapcsolat áll fenn:

$$h = m \cos \alpha. \quad (13)$$

A víz a mészkőfelszín esésvonalainak mentén folyik, ezért sebességvektorának irányát a felület gradiense határozza meg. Képezve $z(x, y)$ megfelelő parciális deriváltjait, adódik, hogy

$$v_x = -\frac{\rho_v g h^2}{3\eta} \sin \alpha \cos \alpha \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \frac{\partial z}{\partial x}, \quad (14)$$

és

$$v_y = -\frac{\rho_v g h^2}{3\eta} \sin \alpha \cos \alpha \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \frac{\partial z}{\partial y}. \quad (15)$$

A mínusz előjel kifejezi, hogy ha a mészkő felülete az x ill. y tengelyek irányába haladva emelkedik, azaz z parciális deriváltjai pozitívak, akkor a víz „visszafelé”, azaz negatív x ill. y irányba folyik.

3. *Kapcsolat feloldott CaCO_3 tömege és a kőzetfelület süllyedési sebessége között.* Minthogy a csapadék a légköri széndioxidnak köszönhetően agresszív, ezért a mészkövet oldja. Jelölje ρ_k a mészkő sűrűségét, q_k pedig a felszín egységnyi területéről időegység alatt leoldódott CaCO_3 tömegét. (q_k az eltávozó kalcium-karbonát tömegáram-sűrűsége.) Felszíne tehát süllyed, melynek w sebessége

$$w = \frac{q_k}{\rho_k \cos \alpha}. \quad (16)$$

4. *A reakciókinetika alapegyenlete.* Az oldódás annál gyorsabb, minél nagyobb a különbség a víz telítési (c_e) és tényleges (c) kalcium-karbonát-koncentrációja között. Az oldatba jutó mészkő tömegáram-sűrűsége ezzel a különbséggel arányos (GABROVŠEK, F. 2000):

$$q_k = \begin{cases} k(c_e - c), & \text{ha } c \leq c_s \\ k_n(c_e - c)^n, & \text{ha } c \geq c_s, \end{cases} \quad (17)$$

ahol k , illetve k_n az oldódás sebességi állandói, $n \approx 4$, $c_s \approx 0,9 c_e$. c_e és k számértéke a víz hőmérsékletétől és a levegő szén-dioxid-tartalmától függő állandók (DREYBRODT, W. 1988). Az előzetes számítások szerint c mindig kisebb, mint c_s , így a továbbiakban elegendő a (17) kifejezés felső egyenletét venni figyelembe.

5. *A tömegmegmaradás tétele a CaCO_3 -ra.* A tömegmegmaradás tétele érvényes külön a kalcium-karbonátra is. Eszerint a fent már ismertetett képzeletbeli térfogat oldalain keresztül (oldott állapotban) időegység alatt eltávozó, ill. beérkező CaCO_3 tömegének különbsége megegyezik a mészkő felületegységéről időegység alatt oldatba jutó CaCO_3 tömegével. Képletben

$$\frac{\partial(mv_x c)}{\partial x} + \frac{\partial(mv_y c)}{\partial y} = \frac{q_k}{\cos \alpha}. \quad (18)$$

A felállított (2), (10), (11), (13), (14), (15), (16) (17) és (18) egyenletekből álló rendszer egyenleteinek száma megegyezik a bennük szereplő ismeretlenek (z , α , m , h , v_x , v_y , w , q_k és c) számával, tehát elvileg (egyszerűbb esetben analitikusan, tetszőleges, általános esetben pedig számítógéppel) megoldható. Az egyenletek független változói az x és y térkoordináták, valamint a t idő. Segítségével – ismerve a mészkőfelület kezdeti alakját – meghatározhatjuk, hogy milyen alakúvá válik a terület egy tetszőleges későbbi időpontban, illetve adott mértékű lepusztulás mennyi idő alatt fog lejátszódni.

E modell jelentősége az, hogy érvényessége nem korlátozódik csak egy bizonyos karr-forma estére, hanem lehetővé teszi bármilyen kezdeti mészkőfelszín-alak „továbbfejlődésének” matematikai leírását.

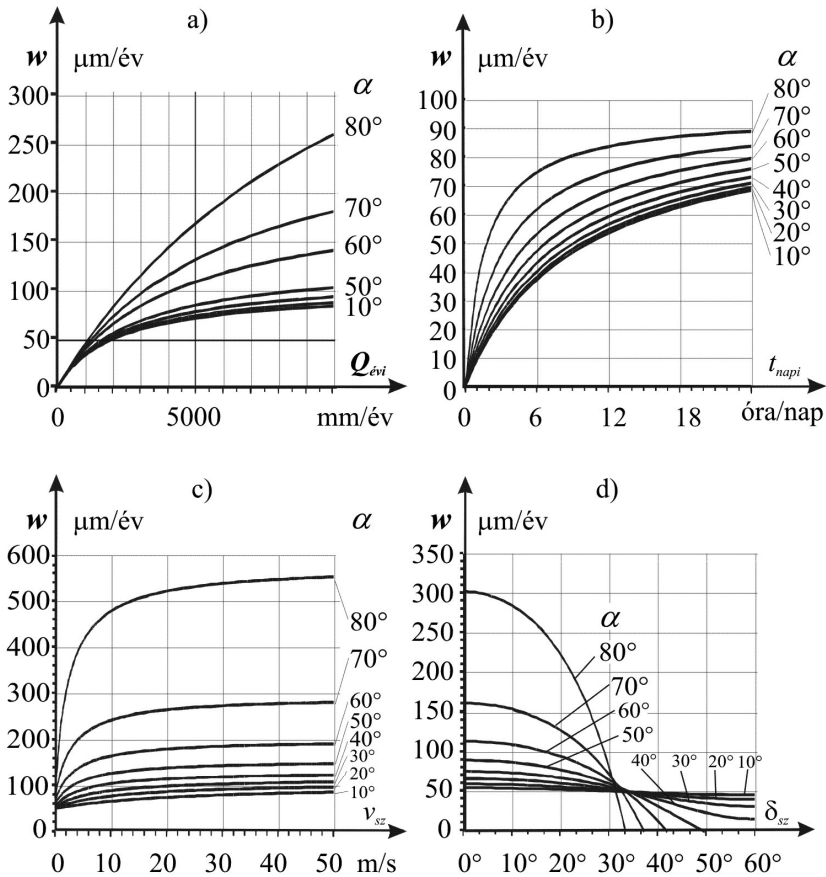
A modell „jószágának” ellenőrzése érdekében elvégeztük az egyenletrendszer megoldását egy karsztmorfológiailag is jól követhető, egyszerű esetre, amikor is a mészkő felszínét kezdetben egy α_0 dőlésszögű sík alkotja. Mutasson az x tengely a felszín dőlésének, az y tengely pedig csapásának irányába. Minthogy y irányba a mészkőfelszín magassága nem változik, a fenti egyenletekben előforduló y szerinti parciális deriváltak nullává válnak, ami az egyenletrendszer igen jelentős egyszerűsítéséhez vezet, és ezáltal analitikusan is megoldhatóvá válik. A számítások részletezését mellőzve a karrosodó mészkőfelszín egy év alatt bekövetkező süllyedési sebességére a

$$w_{\text{évi}} = \frac{k}{\rho_k} \frac{c_e}{\cos \alpha_0} \frac{Q_{\text{évi}} (\sin \alpha_0 \cos \delta_{sz} v_{sz} + \cos \alpha_0 v_{cs}) t_{\text{napi}} N_{\text{évi}}}{kv_{cs} t_{\text{napi}} N_{\text{évi}} + Q_{\text{évi}} (\sin \alpha_0 \cos \delta_{sz} \cdot v_{sz} + \cos \alpha_0 v_{cs})} \quad (19)$$

képlet adódik.

Az összefüggésekben szereplő fizikai és kémiai állandók értéke a következő: a víz dinamikai viszkozitási tényezője $\eta = 1,9 \cdot 10^{-3}$ kg/m·s; a mészkő sűrűsége $\rho_k = 2300$ kg/m³; a nehézségi gyorsulás $g = 9,81$ m/s²; az oldódás sebességi tényezője ($T = 5^\circ\text{C}$ hőmérsékleten) $k = 3,2 \cdot 10^{-7}$ m/s, a vízben maximálisan feloldható kalcium-karbonát koncentrációja pedig $c_e = 0,0546$ kg/m³ (DREYBRODT, W.–EISENLOHR, L. 2000). Az esőcseppek süllyedési sebessége $v_{cs} = 3–8$ m/s (BUDÓ Á. 1972). A képlet alkalmazásánál „szabadon” (azaz a vizsgált földrajzi körülményeknek megfelelően) választható paraméterek: α_0 – a lejtő dőlésszöge [fok]; v_{sz} – a szél sebessége [m/s]; $Q_{\text{évi}}$ – a területre hulló évi csapadékmennyiség [mm/év]; t_{napi} – a napi esős időtartam átlagos ideje [s]; $N_{\text{évi}}$ – az évi esőnapok száma [db].

A 3. ábra mutatja a lepusztulás sebességét az éves csapadékhozam, a napi esős órák száma, valamint a terület felett fúvó szél iránya és nagysága függvényében (különböző lejtőszögek esetén). A diagramok azt mutatják, hogy a bemutatott elméleti modell



3. ábra A csupasz sziklafelszín süllyedési sebessége a) az évi csapadék függvényében ($t_{\text{napi}} = 10$ óra/nap, $v_{\text{sz}} = 0$);
b) a napi esős órák függvényében ($Q_{\text{évi}} = 2000$ mm/év, $v_{\text{sz}} = 0$);
c) a szél sebességének függvényében ($d_{\text{sz}} = 0$, $Q_{\text{évi}} = 2000$ mm/év, $t_{\text{napi}} = 10$ óra/nap); d) a szél irányának függvényében
($w_{\text{sz}} = 0$, $Q_{\text{évi}} = 2000$ mm/év, $t_{\text{napi}} = 10$ óra/nap) (szerk. SZUNYOGH G.)

Figure 3 Subsidence rate of bare rock surface based on a) annual precipitation ($t_{\text{daily}} = 10$ hour/day, $v_{\text{sz}} = 0$);
b) daily rainy hours ($Q_{\text{annual}} = 2000$ mm/year, $v_{\text{sz}} = 0$);
c) wind speed ($d_{\text{sz}} = 0$, $Q_{\text{annual}} = 2000$ mm/year, $t_{\text{daily}} = 10$ hour/day); d) wind direction ($w_{\text{sz}} = 0$, $Q_{\text{annual}} = 2000$ mm/year,
 $t_{\text{daily}} = 10$ hour/day) (ed. by SZUNYOGH G.)

számszerű eredményei összhangban vannak a terepi mérési tapasztalatokkal: számításaink szerint $w=50-300$ mm/ezer év, ami beleesik a szakirodalom által magadott $50-500$ mm/ezer év tartományba (HIGH, C. J.–HANNA, F. K. 1970; WHITE, W. B. 2000).

Néhány karrfajta morfogenetikája és a karrosodás intenzitása

A megfigyelések és vizsgálataink szerint a csupasz felszínek áramlásos karrjainak alakját a kőzetfelületen kifejlődött vízelborítás alakja, irányát a vízáramlás iránya alakítja. (A szivárgásos karrformák helyét, irányát, sűrűségét a kőzetek töréseinek helye, iránya és sűrűsége szabja meg.) Glaciokarsztokon, ahol a jégerózió réteglapos felületek sorozatát hozta létre, a felszíni vizek szabad áramlása nagyméretű és nagy sűrűségű karrformák kialakulását eredményezte (VERESS M. 2019).

A karrfelszínekről elkészített térképek kiértékelése azt mutatja, hogy a karrosodás a vízfolyások jelenségeivel analóg folyamatokat (hátrálás, sodorvonal-kilendülés, lefejeződés, mélységi lefejeződés) eredményez, amely során kisméretű maradványformák, vagy újabb formák jönnek létre. Az alábbiakban részletezünk néhány folyamatot.

- a) Párhuzamos rinnenkarokat (vályúk) hátráló mellékvályúk kapcsolhatják össze. Az egymással szembe hátráló mellékvályúk összekapcsolódnak, ahol vályú vízváltók alakulnak ki, mialatt a mellékvályúk a fővályúk közti gerinceket részekre különítik. A fővályúból villásan szétágazó, majd felső végükön összekapcsolódó mellékvályúk környezetüktől néhány dm-es magasságú formákat (karros sziget- és tanúhegyek) hoznak létre. De karros tanúhegyek alakulnak ki akkor is, ha a kiágazó mellékvályú felső vége hátrálása során ismét eléri a fővályút, vagy a fővályú kanyarulatának a zug részét a nyak részénél képződő mellékvályúk különítik el a környezetétől (VERESS M. 2010).
- b) Ahol az áramlás szivárgással kombinálódva áthelyeződik a felszín alá, a karsztbarlangok miniatűr (néhány m-es hosszúságú) változata, karrbarlang keletkezik, amely átmenő barlang és többszintes is lehet (VERESS M. 2010).
- c) Vízáramlás során a vízáram sodorvonala kilendül, aszimmetrikus keresztmetszetű – tehát ugyanazon oldallejtőn meredek és lankás szakaszok váltakozásával jellemezhető – meanderkarok képződnek (amelyek nem feltétlenül kanyargós alaprajzúak). Ahol a sodorvonal közel kerül a falhoz, az oldódás nagyobb intenzitású, az oldalfal meredek, aláhajló lesz, ahol a sodorvonal távolabb van, ott a kisebb áramlási sebesség miatt az oldódási intenzitás kisebb, a fal lankás alakot vesz fel a mélyülés során. Egymással szemben meredek és lankás falrészletek fordulnak elő, mert a sodorvonalnak a falhoz közelebb kerülése az átelles oldalon a távolodását eredményezi (VERESS M. – TÓTH G. 2004).

A rinnenkarok (ezek összetettek is lehetnek, amikor a nagyobbon belül kisebb méretű is található) térképeinek figyelembevételével lehetnek A típusúak, amelyek kisebb méretűek és nem zártak, valamint B típusúak, amelyek nagyobb méretűek és zártak. Amikor a hosszú rinnenkarokhoz A és B típusúak (utóbbiak ekkor nem zártak) kapcsolódnak, vályúrendszerek képződnek. A fővályúk lokálisan kiszélesednek ott, ahol abba mellékvályúk vize lép be; a megnövekedett oldódást az emiatt fellépő örvénylés okozza (VERESS M. et al. 2013).

Függvénykapcsolat van a vályútípusok sűrűsége és a hordozó lejtő dőlése között. Az A típusú rinnenkarok sűrűsége nő a lejtőszöggel, a B típusúaké csökken. Minél kisebb a hordozó lejtő dőlése, annál nagyobb és összetettebb rinnenkarok képződnek, ami arra vezethető vissza, hogy kis lejtőszögnél egyidejűleg kevés vályú képződik, és az elsőként

kialakult vályúk a később kialakultakat magukhoz kapcsolják; ugyanakkor nagyobb lejtőszögnél egyidejűleg sok, de mellékvályú nélküli A típusú vályú képződik (VERESS M. 2019, VERESS M. et al. 2015).

Magashegységeken (Totes Gebirge, Dachstein, Júliai-Alpok) 26 db 5-15 m-es hosszúságú szelvény mentén mértük a csupasz hordozó lejtőrészleteken előforduló karrformák számát és szélességét, valamint a hordozó lejtő dőlését. Sűrűséget, fajlagos szélességet (fajlagos kioldódás) számítottunk az összes előforduló formára, valamint az egyes karrfajtákra (a fajlagos szélességet a szelvény menti karrok összegzett szélességének és a szelvény hosszának a hányadosából képeztük). Totes Gebirge-i és dachsteini szelvények alapján megállapítható, hogy a magasság növekedésével nő a rinnenkarrok fajlagos szélessége, de kis mértékben a hasadékkarroké is. A fajlagos szélesség a fenyő övben 14 cm/m, a törpefenyő övben 20 cm/m, a csupasz felszíneken 11 cm/m rinnenkarroknál, míg ugyanezen övekben 13 cm/m, 4 cm/m és 6 cm/m hasadékkarroknál. E két karrforma adja a fajlagos leoldódás 80%-át (rinnenkarroknál ez 15,23 cm/m, hasadékkarroknál 7,75 cm/m). Csökken viszont az összes karrforma sűrűsége a magasság növekedésével.

Az említett hegységeken az összes fajlagos leoldódás a fenyő övben 32 cm/m, a törpefenyő övben 30 cm/m, a növénytelen övben 22 cm/m. (Az övek az Alpok különböző hegységeiben – bár lehetnek eltérések – a fenti sorrendben az alábbi magasságok között fejlődtek ki: 1600–1800 m, 1800–2000 m, 2000–2200 m.) Az Assiagói-fennsíkon az átlagos fajlagos leoldódás közel 40 cm/m, de előfordul olyan szelvény, ahol ez 54 cm/m-es értékű, sőt Diego de Almagro szigetén csupasz felszínen 81,91 cm/m fajlagos szélességű szelvény is van (VERESS M. et al. 2006).

Látható, hogy a biogén CO₂ mennyiségének csökkenését csak kis mértékben követi a fajlagos szélesség csökkenése (sőt a rinnenkarroknál a törpefenyő övben, a hasadékkarroknál a növénytelen övben a csökkenés helyett növekedés történik). A rinnenkarroknál ez a törpefenyőfoltokról lefolyó víz disszimilációs eredetű CO₂-jának növekedésével magyarázható (a hóval fedett törpefenyő nem fotoszintetizál, viszont disszimilál). A fajlagos szélesség nagy értéke a növénytelen övben a sok hóval, a lassú, hosszú idejű olvadással, a nem gátolt vízmozgással magyarázható (VERESS M. et al. 2006).

BÖGLI, A. (1976) szerint a lejtőkön a karrformák övezetesen rendeződnek el: felül rillenkarr, középen „Ausgleichsfläche” (sík, oldásmentes felszín), alul rinnenkarr. Vizsgálataink szerint azonban előfordulnak olyan lejtők, ahol csak egy karrforma öv, de olyan is, ahol háromnál több karrforma öv van, továbbá olyan is, ahol a formák keverten fordulnak elő. Gyakran a nagyobb karrformák lejtőinek mikrokarrjai mutatják a fenti hármas övezetességet.

A szél hatását a karrosodásra Diego de Almagro szigetén vizsgáltuk, ahol a Ny-i szél folyamatosan fúj, sebessége átlagosan 60-80 km/h, de előfordulnak 150-200 km-es szél-lökések is, a csapadék mennyisége pedig 8000 mm/év (ZAMORRO, E. – SANTANA, A. 1979). Utóbbi a fő okozója annak, hogy a sziget márványán megakarrok alakultak ki (ezek főleg madáritatók, amelyek talpi átmérője az 50 m-t is meghaladhatja). Az intenzív Ny-i szél hatására elsősorban a szélnek kitett lejtők karrosodnak. Ennek oka, hogy a szél egyrészt vízhozam-növekedést okoz (a szélnek kitett lejtőkön megnő az időegység alatt lehullott csapadék mennyisége), másrészt nyomásnövekedést okoz (légköri CO₂ lép be a vízbe), továbbá a szél a lejtőn tartja a vizet, a szélesebb és a hópelyhek becsapódása pedig kedvez az örvénylésnek. Ugyanakkor szélárnyékos helyeken (pl. kőtömbök mögött), ahová kevesebb víz jut, karros magasztok maradnak vissza (VERESS M. et al. 2006).

A trópusi karrok (változatai a madagaszkári tsingy, a kínai köerdő, a sarawaki pinnacle karszt, az új-guineai pinnacle-arête karszt és az ausztráliai trópusi monszun karszt) nagyméretű maradványformákból (tornyokból, pillérekéből) és hasadékokból felépülő

megakarrok. A madagaszkári Bemaharai tsingynél (VERESS M. et al. 2008), a trópusi monszun karsztoknál (GRIMES, K. G. 2009) és Tanzánia egyik karsztjánál (COOKE, H. J. 1973) tapasztalható, hogy a hasadékok karsztvízszint alatti üregekkel kapcsolódtak össze, amit a hasadékok (ezek több m szélességűek és 50-80 m-es mélységűek is lehetnek) karsztvízszint alatt kialakult formái bizonyítanak. E trópusi karrváltozat kialakulásában több tényező is szerepet játszott (VERESS M. et al. 2008; GRIMES, K. G. 2012). Ezek közé tartozik a kőzet kicsi elsődleges porozitása, mivel a törés nélküli felszínen nincs, vagy nagyon kicsi a beszivárgás, így sok víz jut a nyitott törésekbe. Másrészt miután a csapadékeloszlás egyenetlen, gyakoriak a felhőszakadások (vagy ilyenzerű esők), a törések mentén a hasadékfejlődés intenzív. Továbbá e karsztokon a karsztvízszint, különösen a magas karsztvízszint jelentősen megemelkedik az esőzések, a folyóáradások vagy a tengerszint emelkedése miatt, aminek következtében a karsztvízes üregek a hasadéktalpakhoz közeli helyzetűek; ez kedvez a hasadékok és az üregek összekapcsolódásának.

Rinnenkarrok fejlődésének feltárása modellvizsgálatokkal

Modellezéssel vizsgáltuk a vízgyűjtőn a mellékvályúk szerepét a fővályúk fejlődésében. A vízgyűjtőn előforduló vízmennyiséget JENSON, S. K. – DOMINIGUE, J. O. (1988) térinformatikai szoftverekben is alkalmazott, cellás felosztásra alapuló (Flow Accumulation) módszerét figyelembe véve modellszámítással közelítettük meg. Az általunk specifikusan rinnenkarrok vizsgálatára finomított számítógépes eljárás lényege, hogy a vízgyűjtő területet $0,01 \text{ m}^2$ méretű területnégyzetekre (azaz vízgyűjtő cellákra) osztottuk fel. Az egyes cellákhoz két értéket rendeltünk hozzá, a vízmennyiséget és az átáramlás irányát. A vízgyűjtő területén minden cella vízmennyiségét egységnyinek tekintettük. Ehhez adódik hozzá a szomszédos cellákból beáramló további vízmennyiség. Így a vízgyűjtő lejtéstulajdonságait figyelembe véve egy adott cellában a szomszédos cellákból induló áramlás (irány)vektorai szerint érkező vízmennyiségek arányait összegeztük.

A fővályúval közvetlenül szomszédos vízgyűjtőmodell-cella vízmennyisége és a terepen ugyanabban a pontban meghatározott vályúkeresztmetszet értékének összevetésével a vízbefolyás mértéke és a vályúkeresztmetszet alakulása közötti kapcsolat is vizsgálható. Ennek eredményei arra utalnak, hogy amikor a vízgyűjtő területe kicsi, a fővályú fejlődésére gyakorolt szerepe csekély. Nagyméretű vízgyűjtő terület esetén a fővályúk keresztmetszet-növekedése követi a vályúperemnél becsült vízbefolyás mértékét. A fővályú keresztmetszet-fejlődését (még a mellékvályú kialakulása előtt) a vízgyűjtőről befolyó víz az alacsonyabb lejtéseken hatékonyabban befolyásolja (4a. ábra).

A vízgyűjtő területének összes modellezett cellaértékét figyelembe véve a vízösszegyűlés szerkezetére is becslést lehet adni. Ennek eredményei a terepi adatok tükrében értelmezve szintén arra utalnak, hogy a fővályúk, mellékvályúk és így a vályúrendszerek fejlődését meghatározza a hordozó térszín és térszínrészek lejtése. Mellékvályú ott alakul ki a vízgyűjtőn, ahol a kőzet felszínén folyó víz koncentráldódik. A kis dőlésű lejtőn azonban nő a fővályúba konvergáló vízösszefolyás esélye, e helyeken mellékvályú, illetve sűrűn mellékvályús szakaszok kialakulásának esélye nagyobb (4b. ábra). Ezáltal a mellékvályúk becsatlakozásai miatt a fővályú fejlődése az alacsonyabb lejtésű helyeken hatékonyabb. Magas dőlésszögnél a mellékvályú-becsatlakozás, így a mellékvályú eredetű örvényes vályúfejlődés ritkábban fordul elő (4b. ábra).

Miután a kialakult mellékvályúk a vízáramlás helyét egyértelműen kijelölik, a fő- és mellékvályú áramlásának kölcsönhatását pontosabb modellekkel is lehet tanulmányozni.

DEÁK GY. et al. (2012) laboratóriumban, rinnenkarr modellen, mellékvályú-becsatlakozásoknál kialakuló örvényes szakasz feltárására fizikai modellkísérleteket végzett. Az egy-, illetve több mellékvályús modellel végzett kísérletekben a vályúbecsatlakozásoknál azonosították az örvényeket és mérték azok hosszát. A vizsgálatok eredményei a vályúk összecsatlakozásánál megjelenő helyi kiöblösödő formák és az örvényesség közötti kapcsolatra utalnak (DEÁK GY. et al. 2012; VERESS M. et al. 2013), viszont a modellkísérletben csak bizonyos lejtési és becsatlakozási szögintervallumokat lehetett vizsgálni.

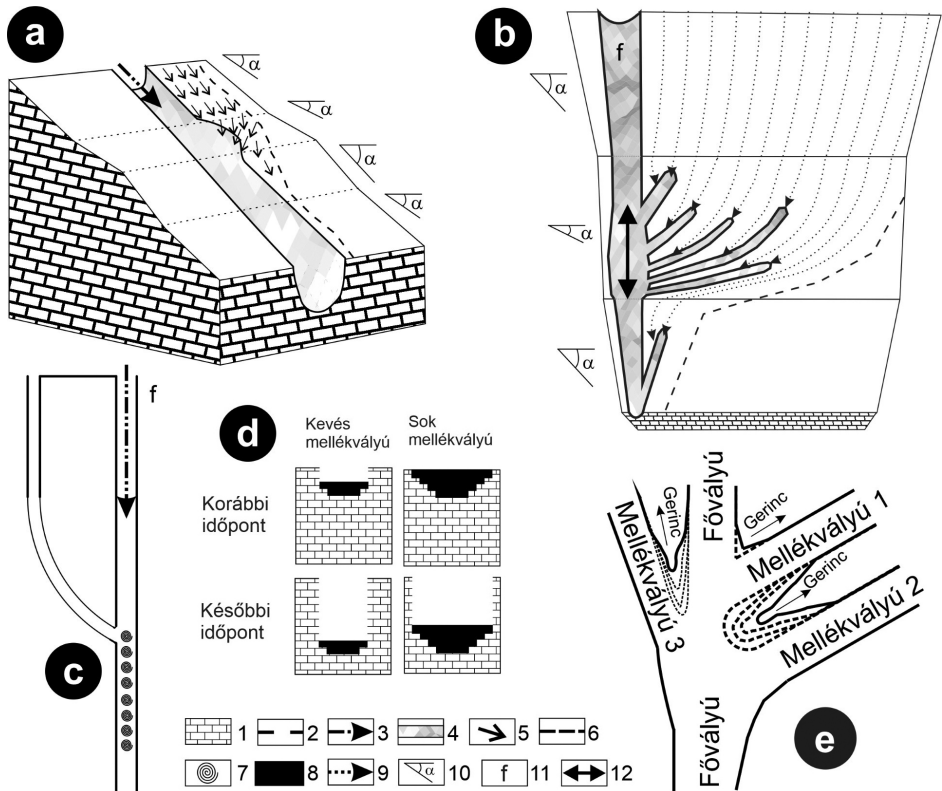
A laboratóriumi vizsgálatok korlátait az áramlásszimuláció (CFD; TU, J. et al. 2013) alkalmazásával hidaltuk át. Számítógépes tervezéssel különféle vályúösszeállításokat készítettünk. Mindegyiknél a fővályúba egy mellékvályú csatlakozott be, ez utóbbi becsatlakozási szögét (10° és 90° között), valamint az összeállítás lejtési szög paramétereit (5° és 45° között) módosítottuk kísérletenként. A kísérletek során a modelleken számítógéppel, CFD áramlásszimuláció alkalmazásával áramlást bocsátottunk át és mértük az intenzív örvényes szakaszok hosszát. A szimulált adatok alapján a terepi morfológiában észlelhető jelenségeket értelmeztük, különös tekintettel a helyi kiöblösödés hosszára. A szimulációk igazolták, hogy a fővályúban létrejövő intenzív örvényességet a mellékvályúból érkező vízág okozza. A szimulált örvényesség morfológiájának térbeli vizsgálata alapján az örvényesség jelenléte és értéke a fővályúban a mellékvályú becsatlakozásnál a legnagyobb (4c. ábra). Az örvényesség értéke a mellékvályú becsatlakozás(ok) szakaszát elhagyva fokozatosan csökken.

A szimulált modellkísérleteink lehetővé tették az intenzív örvényes szakasz azonosítását (4c. ábra). Az itt meghatározott örvényes szakaszok hosszai összhangban vannak a terepi mérésekkel azonosított helyi kiöblösödések hosszaival, ami az intenzív örvényesség és a helyi kiöblösödés kapcsolatát erősíti.

Az is megállapítást nyert, hogy a modellkísérlettel szimulált intenzív örvényes szakaszok és a terepen mérhető helyi kiöblösödések hosszai alacsony lejtőszögnél a legnagyobbak. A becsatlakozási szögeket tekintve átlagosan azok a mellékvályúk okoznak hosszabb intenzív örvényes szakaszhosszt, amelyek meredekebb becsatlakozási szöggel kapcsolódnak a fővályúkhöz. Az ilyen becsatlakozások esélye pedig kicsi lejtőszögnél a nagyobb (4b. ábra).

A terepi és szimulációs vizsgálataink alapján e kísérlet eredményeit a helyi kiöblösödő formák fejlődésre is ki lehet terjeszteni. A CFD áramlásszimuláció eredményei és a terepen felmért nagyszámú helyi kiöblösödés adatai arra utalnak, hogy akárcsak a vályú egészében, az összecsatlakozásoknál is a vályúkeresztmetszet általános fejlődési iránya a mélyülés. Ezáltal a kezdeti szakaszban kialakuló helyi kiöblösödés mélysége idővel jelentősen meghaladja a szélességét (kürtöszerű formává fejlődik). Minél több mellékvályú csatlakozik azonban be egymás közelében (tehát minél nagyobb a vízbepótlás), annál nagyobb lesz a vályú keresztmetszetének fejlődésében az oldalirányú növekedés (szélesedés) mértéke, és madáritatószerű forma jön létre. Ez utóbbi esetben – bár a fejlődés iránya továbbra is a mélyülés – a mélység a szélesség értékét jóval később haladja csak meg (4d. ábra). A CFD áramlásszimuláció alapján ezt kezdetben elősegíti az is, hogy az örvénylés a sűrűn mellékvályús szakasz mentén a mellékvályúk közötti vályúkői gerinceknél van jelen, azokat körbeveszi, ami e gerincek hátráló irányú fejlődését segíti (4e. ábra).

A modellkísérletek szerint az örvénylés a vályúk egyéb, nem kiöblösödő részén is jelen van, csak kisebb mértékű. Ez eredményezi a vályúnak a kiöblösödések közti szakaszon történő kisebb mértékű keresztmetszet-növekedését is, amelyekről korábbi kutatások (VERESS M. et al. 2016) is beszámoltak.



4. ábra Vályúfejlődést befolyásoló terepi hatások összefoglalása elvi ábrákon. a) A vízgyűjtő keresztmetszet-növekedést (formálódó helyi kiöblösödést) hoz létre. b) A vízösszegyűlés, a mellékvályúkban sűrűbb részek és a közös helyi kiöblösödés az alacsonyabb dőlésű térszínszakaszokat jellemzi. c) Az áramlásszimuláció alapján az örvényesség (ezáltal az örvényes diffúzió) minden esetben a becsatlakozásoknál jelenik meg, adott hosszúságú szakasz mentén.

d) Minél nagyobb vízhozam fordul elő a kiöblösödő formában, annál számottevőbb az annak oldalfalára gyakorolt oldóhatás, így annak szélesedése is. e) Vályúközi gerincek visszahúzódásának vázlatos folyamata fiatal, több mellékvályús becsatlakozásnál. (Szerk. MITRE Z.)

Jelmagyarázat: 1 – mészkő; 2 – vízgyűjtő határa; 3 – vízáramlás iránya a fővályuban; 4 – rinnenkarr; 5 – vízgyűjtőn mozgó víz iránya; 6 – vályúközi gerinc kiterjedése korábbi időpontokban; 7 – intenzív örvényes szakasz; 8 – vízkitöltöttség; 9 – vízágak a vízgyűjtőn; 10 – térszín(szakasz) lejtése; 11 – fővályú; 12 – mellékvályú okozta terepi helyi kiöblösödés szakaszhossza.

Figure 4 Summary of field effects influencing channel development on theoretical figures.

a) The catchment area results in cross-section increase (local hollowing). b) The accumulation of the water of streams, the denser parts in tributary channels and joint local hollowing are characteristic of terrain sections with lower inclination. c) Based on flow simulation, vorticity (by this, vorticity diffusion) appears at connections in all cases, along a section with a given length. d) The greater the quantity of discharge in the feature of hollowing, the larger the dissolution effect on its side wall, thus, the more significant the widening of the main channel e) The schematic process of the retreat on interchannel ridges at young connections with several tributary channels. (Ed. by MITRE Z.)

Legend: 1 – limestone; 2 – boundary of catchment area; 3 – direction of water flow in the main channel; 4 – rinnenkarr; 5 – direction of water moving in the catchment area; 6 – the expansion of interchannel ridge at earlier time; 7 – intensive section of vorticity; 8 – degree of water fill; 9 – rivulets in the catchment area; 10 – slope of terrain (section); 11 – main channel; 12 – section length of local hollowing in the field caused by tributary channel.

Következtetés

Elméleti számításaink szerint a karrosodás általi felületi lepusztulás 50–300 mm/ezer év. Csupasz lejtőkön mérésekkel és elméleti számításokkal mutattuk be a karrosodás

intenzitását különböző lejtőszögeknel és különböző növényövekben. Főleg a rinnenkarrok fejlődését vizsgáltuk. E karrforma fejlődését számítógépes laboratóriumi kísérlettel, modellezéssel tártuk fel. A modellkísérletek figyelembevételével megállapítható, hogy valamely vályú fejlődését meghatározza a hordozó térszín lejtése, a mellékvályúk sűrűsége, valamint azok becsatlakozási szöge. A fővályú keresztmetszete nemcsak fokozatosan növekedik lejtésirányban, hanem azokon a szakaszokon is megnő, ahol nagyméretű vízgyűjtővel érintkezik. A megnövekedett keresztmetszetű vályúszakaszt a mellékvályúk becsatlakozásánál lokálisan (szakaszosan) helyi kiöblösödések, kürtők, madáritatók tagolják.

VERESS MÁRTON
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
veress.marton@sek.elte.hu

SZUNYOGH GÁBOR
Óbudai Egyetem
drszunyoghgabor@gmail.com

PÉNTEK KÁLMÁN
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
pentek.kalman@sek.elte.hu

MITRE ZOLTÁN
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
zoltan.mitre@gmail.com

ZENTAI ZOLTÁN
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
zentai.zoltan@sek.elte.hu

DEÁK GYÖRGY
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
gyorgydeak8@gmail.hu

TÓTH GÁBOR
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
toth.gabor@sek.elte.hu

SZÉLES GYULA
ELTE Savaria Egyetemi Központ, Szombathely
gyulabdf@gmail.com

IRODALOM

- BÖGLI, A. 1976: Die wichtigsten Karrenformen der Kalkalpen. – In: Karst processes and relevant landforms. Department of Geography, Philosophical Faculty, University of Ljubljana. Ljubljana. pp. 141–149.
- BUDÓ Á. 1971: Kísérleti fizika I. – Tankönyvkiadó, Budapest. 517 p.
- COOKE, H. J. 1973: A tropical karst in North-East Tanzania. – Zeitschrift für Geomorphologie 17. 4. pp. 443–459. <https://doi.org/10.1127/zfg/17/1973/443>
- DEÁK GY. – SAMU SZ. – PÉNTEK K. – MITRE Z. – VERESS M. 2012: Vízáramlási modellkísérletek vályúrendszerben. – Karsztfelődés XVII. pp. 155–163.
- DREYBRODT, W. 1988: Processes in karst systems. Physics, chemistry and geology. – Springer, Berlin, New York, Heidelberg. 294. p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-83352-6>

- DREYBRODT, W. – EISENLOHR, L. 2000: Limestone dissolution rates in karst environments. – In: KLIMCHOUK, A. – FORD, D. C. – PALMER, A. N. – DREYBRODT, W. (szerk.): *Speleogenesis: evolution of karst aquifers*. National Speleological Society, Huntsville. pp. 136–148.
- FORD, D. C. – WILLIAMS, P. W. 2007: *Karst hydrogeology and geomorphology*. – John Wiley & Sons, Chichester. 561 p. <https://doi.org/10.1002/9781118684986>
- GABROVSEK, F. 2000: Evolution of early karst aquifers: from simple principles to complex models. – Inštitut za Raziskovanje ZRC SAZU, Založba ZRC. 150 p. <https://doi.org/10.3986/9616358138>
- GINÉS, A. 2009: Karrenfield landscapes and karren landforms. – In: GINÉS, A. – KNEZ, M. – SLABE, T. – DREYBRODT, W. (szerk.): *Karst rock features. Karren sculpturing*. *Carsologica* 9. ZRC Publishing, Ljubljana. pp. 13–24. <https://doi.org/10.3986/9789610502968>
- GRIMES, K. G. 2009: Tropical monsoon karren in Australia. – In: GINÉS, A. – KNEZ, M. – SLABE, T. – DREYBRODT, W. (szerk.): *Karst rock features. Karren sculpturing*. *Carsologica* 9. ZRC Publishing, Ljubljana. pp. 391–410.
- GRIMES, K. G. 2012: Surface karst features of the Judbarra/Gregory National Park, Northern Territory, Australia. – *Helictite* 41. pp. 15–36.
- HIGH, C. J. – HANNA, F. K. 1970: A method for the direct measurement of erosion on rock surfaces. – *British Geomorphological Research Group Technical Bulletin* 5. 24 p.
- JENSON, S. K. – DOMINGUE, J. O. 1988: Extracting topographic structure from digital elevation data for Geographic Information System analysis. – *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54. 11. pp. 1593–1600.
- SZUNYOGH G. 2005: A theoretical approach to establish the duration of denudation on limestone surface without soil cover. – *Acta Carsologica* 34. 1. pp. 9–23. <https://doi.org/10.3986/ac.v34i1.276>
- TU, J. – YEOH, G. H. – LIU, CH. 2013: *Computational fluid dynamics. A practical approach*. 2nd edition. – Elsevier Ltd. Amsterdam. 440 p.
- VERESS M. 2010: *Karst environments – Karren formation in high mountains*. – Springer. Dordrecht – Heidelberg – London – New York. 230 p.
- VERESS M. 2019: Karren and karren formation of bare slopes. – *Earth Science Reviews* 188. pp. 279–290. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.11.006>
- VERESS M. – LÓCZY D. – ZENTAI Z. – TÓTH G. – SCHLÄFFER R. 2008: The origin of the Bemaraha tsingy (Madagascar) – *International Journal of Speleology* 37. 2. pp. 131–142. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.37.2.6>
- VERESS M. – SAMU SZ. – MITRE Z. 2015: The effect of slope angle on the development of type a and type b channels of rinnenkarren with field and laboratory measurements. – *Geomorphology* 228. pp. 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.08.014>
- VERESS M. – SZUNYOGH G. – TÓTH G. – ZENTAI Z. – CZÓPEK I. 2006: The effect of the wind on karren formation on the Island of Diago de Almagro (Chile) – *Zeitschrift für Geomorphologie* 50. 4. pp. 425–445. <https://doi.org/10.1127/zfg/50/2006/425>
- VERESS M. – TÓTH G. 2004: Types of meandering karren. – *Zeitschrift für Geomorphologie* 48. 1. pp. 53–77. <https://doi.org/10.1127/zfg/48/2004/53>
- VERESS M. – TÓTH G. – ZENTAI Z. – KOVÁCS Gy. 2006: A magashegységi karrosodás mértékének és minőségének alakulása a különböző növényövekben. – *Karszt és Barlang* 2002–2003. pp. 39–48.
- VERESS M. – ZENTAI Z. – PÉNTÉK K. – MITRE Z. – DEÁK Gy. – SAMU SZ. 2013: Flow dynamics and shape of rinnenkarren systems. – *Geomorphology* 198. pp. 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.05.019>
- WHITE, W. B. 1988: *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. – Oxford University Press, New York – Oxford. 464 p.
- WHITE, W. B. 2000: Dissolution of limestone from field observations. – In: KLIMCHOUK A. – FORD, D. C. – PALMER, A. N. – DREYBRODT, W. (szerk.): *Speleogenesis: evolution of karst aquifers*. National Speleological Society, Huntsville. pp. 149–155.
- ZAMORRO E. – SANTANA A. 1979: Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia entre las latitudes 46°10' y 56°30 s. – *Anales del Instituto de la Patagonia* 10. pp. 109–154.

TÁJFÖLDRAJZI KUTATÁSOK A BÜKKALJÁN

ELEKES TIBOR – HEGEDŰS ANDRÁS – HEVESI ATTILA
– KOCSIS KÁROLY – PECSMÁNY PÉTER – SISKÁNÉ SZILASI BEÁTA
– SZALONTAI LAJOS – VÁGÓ JÁNOS

LANDSCAPE GEOGRAPHICAL RESEARCHES IN THE BÜKKALJA

Abstract

The „common denominator” of the diverse research topics and areas at the Institute of Geography and Geoinformatics at the University of Miskolc is the Bükkalja, where the majority of our colleagues have already conducted observations during their varying professional careers. Therefore, it is only natural that in our study, prepared in honour of Dénes Lóczy, we present our main research directions in physical, social and economic geography.

Keywords: Bükkalja, landscape, geomorphology, social geography, landscape potentials

Bevezetés

A Miskolci Egyetem különböző szakterületeket művelő földrajzkutatói szinte kivétel nélkül vizsgálják a földrajzi közelsége, változatossága, tájképi szépsége miatt vonzó Bükkalját. Kutatásaink és megfigyeléseink a táj számos összetevőjére és tulajdonságára kiterjednek, az elhatárolásának és tagolásának kérdésétől kezdve a földtani, felszínalaktani adottságokon át az itt élő népesség térbeli jellemzőinek, a tájpotenciálok és a tájhasználat változásának elemzéséig – és még hosszan sorolhatnánk.

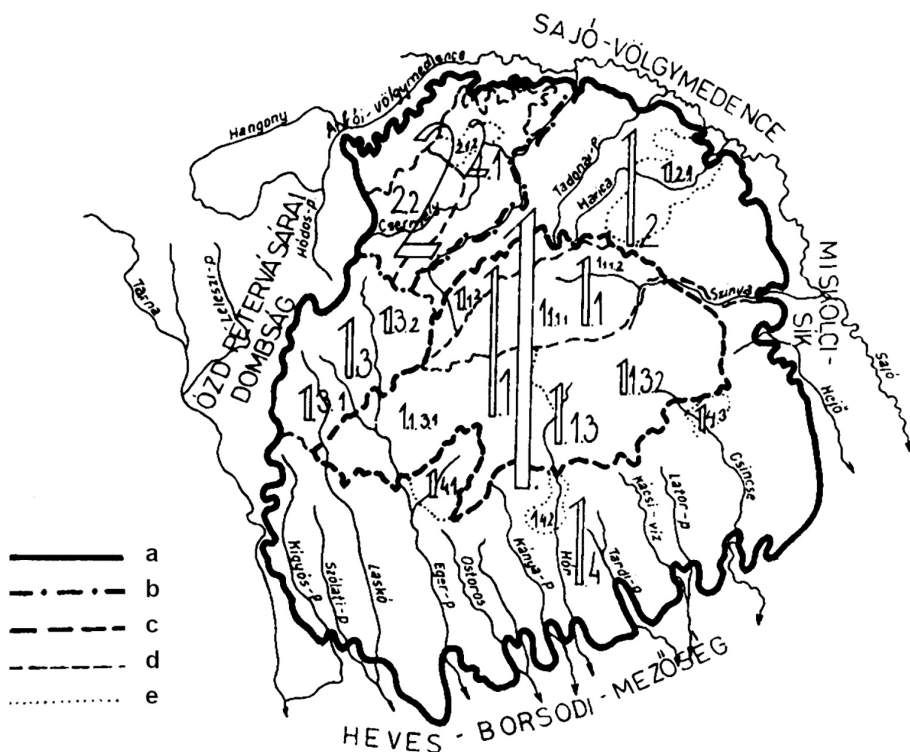
Jelen írásunkban terjedelmi okok miatt sem törekszünk teljességre és mindenre kiterjedő részletességre, célunk inkább az, hogy betekintést nyújtsunk e – megválaszolandó kérdésekben is – gazdag, változatos és gyönyörű tájba, és a vele kapcsolatos kutatómunkánk néhány szeletébe.

A Bükkalja helyzete

A Tarna- és a Sajó-völgy közrefogta Bükkalja a Mátraerdő (Észak-magyarországi-középhegység) legnagyobb területű és legegységesebb arculatú hegylába. Ny–K-i „hosszúsága” csaknem 40 km, É–D-i „szélessége” 10–15 km. É-on a Déli-Bükkre támaszkodik, D felé a Heves–Borsodi-Mezőségre ereszkedik le (*1. ábra*).

Felszínfejlődés, domborzat, formakincs

E hegylábfelszíni táj arculatát leginkább a kora-középső és késő miocén dácit és riolit lapillitufák különböző mértékben összesült változatai határozzák meg. Ezek hordozzák a Bükkalja felszínének legkevesebb 60–65%-át, és alapvetően különböztetik meg az Észak-magyarországi-középhegység többi hegyaljától. A Börzsöny, a Cserhát, a Mátra, az Upponyi-, a Szendrői-, az Aggtelek–Rudabányai- és a Tokaji-hegység hegylábfelszínei, „szoknyáik dereka” fölött mögöttes hegységük alacsony maradványai mellett főleg azok aprózódás- és mállástermékeiből épülnek föl.



I. ábra A Bükk-vidék tájtagolása (szerk. HEVESTI A. et al.)

- Jelmagyarázat: a – középtájcsoporthatára; b – középtájhatára; c – kistájcsoporthatára; d – kistájhatára; e – kistájréshatára; 1. Bükk; 1.1. Középső-Bükk; 1.1.1. Bükk-fennsík; 1.1.1.1. Nagy-fennsík; 1.1.1.2. Kis-fennsík; 1.1.2. Északi-Bükk; 1.1.3. Déli-Bükk; 1.1.3.1. Délnyugati-Bükk; 1.1.3.2. Délkeleti-Bükk; 1.2. Bükkhát; 1.2.1. Parasznyai-medence; 1.3. Hevesaranyos–Mikófalvi-medence; 1.3.1. Hevesaranyos–Szücsi-medence; 1.3.2. Mikófalvi-medence; 1.4. Bükkalja; 1.4.1. Tárkányi-medence; 1.4.2. Cserépfalui-medence; 1.4.3. Kisgyőri-medence; 2. Upponyi-hegység; 2.1. Upponyi-hegység; 2.1.2. Upponyi-medence, Csokvaományi-medence
- Figure 1 Taxonomy of the Bükk Region (ed. by HEVESTI, A. et al.)
- Legend: a – group of mesoregion; b – mesoregion; c – group of region; d – region; e – microregion; 1. Bükk Mountains; 1.1. Middle Bükk Mountains; 1.1.1. Bükk Plateau; 1.1.1.1. Great Plateau; 1.1.1.2. Small Plateau; 1.1.2. North Bükk Mountains; 1.1.3. South Bükk Mountains; 1.1.3.1. Southwest Bükk Mountains; 1.1.3.2. Southeast Bükk Mountains; 1.2. Bükkhát; 1.2.1. Parasznya Basin; 1.3. Hevesaranyos–Mikófalva Basin; 1.3.1. Hevesaranyos–Szücs Basin; 1.3.2. Mikófalva Basin; 1.4. Bükkalja; 1.4.1. Tárkány Basin; 1.4.2. Cserépfalu Basin; 1.4.3. Kisgyőr Basin; 2. Uppony Subregion; 2.1. Uppony Mountains; 2.1.2. Uppony Basin, Csokvaomány Basin

A Pannon-medence a kora miocén végétől az alpi-kárpáti orogén kőzetlemezőnek jelentős extenziója és süllyedése következtében kezdett kialakulni. A medencerendszer függőleges és oldalirányú tágulását és a kőzetlemez elvékonyodását részben arra vezetik vissza, hogy a medence K-i peremén a Magura-óceán szubdukálódott. A földköpenybe hatoló óceáni kőzetlemez súlyánál fogva lesüllyedt és ennek következtében hátragördült, az így kialakult húzásos feszültség a szárazföldi kőzetlemez fölé kerülő szélét megnyújtotta és elvékonyította. A medence fejlődését heves tűzhányó-tevékenység kísérte, amely a miocén ottngai korszakától a szarmata korszakáig tartott. A főként oldalrobbanásos kitérés pliniusi típusú, szilíciumban gazdag tűzhányó-tevékenység a Bükkalja területén mindegy 700 m vastagságot elérő piroklasztitokat, horzsaköves piroszklaszt-ár üledékeket (ignimbrít) és hamuhullással kialakult tufarétegeket eredményezett (MÁRTON E. 1981, 1985; HORVÁTH F. 1993; CSONTOS L. 1995; FODOR L. et al. 1999; TARI G. et al. 1999; BADA

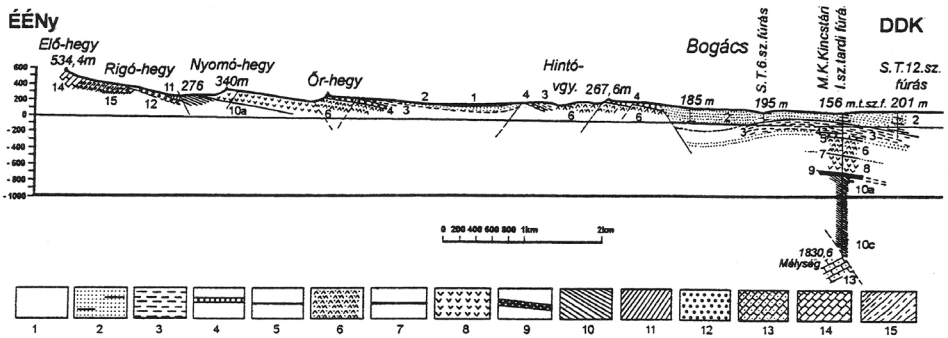
L. et al. 2001; MÁRTON E. – FODOR L. 2003; HORVÁTH F. et al. 2006; HARANGI SZ. 2015; LUKÁCS R. – HARANGI SZ. 2019).

A Bükkalja tufaféleségeinek származási helye az Alföld északi részén (PETRIK A. et al. 2016; LUKÁCS R. et al. 2018, 2021, 2022; HENCZ M. et al. 2021), vagy a Közép-magyarországi nyírózóna mentén (LUKÁCS R. et al. 2018, 2021, 2022) lehetett. Összesültségük természetes tűzhányók többé-kevésbé hasonló irányú oldalrobbanásaira (VARGA GY. 1981; PENTELENYI L. 2002, 2005), vagy kitörési oszlopok összeomlására vezethető vissza (HARANGI SZ. 2015). Oldalrobbanáskor a kirontó vulkáni por („hamu”) és törmelék alacsonyan, a környező felszínnel csaknem párhuzamosan rohan végig szomszédsága fölött. Ezért 800–850°C-os kitörési hőmérsékletéből lassan és alig veszítve izzó csöppekként rakódik le, s ezek egymással összeforrvá dermednek lávakeménységű közetté. Erre utal a kőzet ignimbrit neve (a latin ignis = láng, tűz alapján) és a magyar tűzárkó név is.

Származási helyüket illetően felvetődött annak lehetősége is, hogy az oldalrobbanásos tűzhányók a Bükkalja D-i és a Heves–Borsodi-Mezőség É-i felszíne alatt, a Maklár–Vattai-árok mentén sorakoztak. A legfrissebb föltételezés szerint a Bükkalján és környékén a kora és késő miocén között néhány olyan óriás tűzhányó működhetett, amelyek hatalmas robbanásos kitörések során akkora tömegű gázt, gőzt, törmeléket (salak) okádtak magukból, hogy magmakamrájuk berogyott és kalderájuk – miközben gyöngébben kitört még néhányszor – a mélybe sülyedt; kiokádott anyagaik nem röpülhettek magasabbra, így lassabban kihűlve, többé-kevésbé összesülve dermedhettek közetté (HARANGI SZ. 2015). Hasonló kőztféleségek a Mátra és a Cserhát vidékén, sőt messzebbre is előfordulnak, csak lényegesen kisebb, apró foltokban.

A bükkaljai lapillitufák nem egyneműek, előfordulnak bennük lávaszerűen keményre összesült szintek. A legkeményebbek ezek kovás változatai (LESS GY. 2002). A tűzárkóvökök egy DNy-Ny-ÉK-K-i sávban Kács Ny-DNy-i határától Kisgyőr K-ÉK-i határáig 4–7 km hosszan, 2–3 km szélességben hordozzák a felszínt. Nyugatabbra-délnyugatabbra keskenyebb völgyek megszagatta, helyenként kettős sávban Andornaktályaig előfordulnak (LESS GY. 2002). E kőzetek É-i oldalát többnyire keskeny, lazább üledékek: oligocén-kora miocén agyag- és kavicssávok választják el a Déli-Bükkötől. Ezért a riolitos-dácitos tűzárkó takarók és sávok egyre magasabb és meredekebb homlokzatú, tájképet meghatározó lepusztuláslépcsővel néznek a hegység felé. Ezek az íróasztalok papírnehezékeit idéző ferde, meredek lejtőkkel a D-Bükkre néző, DDK felé laposan ereszkedő hátak az ún. „nyomók” (a meredek É-i peremmel Bükkzsércre, D-re Cserépfalu felé enyhén lejtő, 340 m magas Nyomó-hegy „nyomán”) (2. ábra).

A Déli-Bükkből érkező patakok nem mindenhol képesek átvágni az ellenállóbb tűzárkó sávokat; É-D-i folyásirányukat kénytelenek a „nyomók” É-i pereméhez igazítani, gyakran egymás felé fordítani, az egyesülő patakok erejüket összeadva aztán sziklaszorosokkal törnek át a Heves–Borsodi-Mezőség felé (HEVESI A. – PAPP S. 1979; VÁGÓ J. – HEGEDŰS A. 2011; VÁGÓ J. 2012; HEVESI A. 2015). Leglátványosabb közülük az 1,1 km hosszú, 50–55 m mély cserépváraljai Felső-szoros. Szélessége felső részén még 100–300, lentebb 30–80 m. Oldalait remek négyszöges tűzárkó hasábok szegélyezik (1. kép). A legnagyobbak magassága 8–10 m, átmérője 2–3 m. A hasábok a kőzet elsődleges (szingenetikus) rétegzettségű és hülési repedéshálózata mentén alakultak ki. A négyszöges hasábok kialakulása és elkülönülése 13–15 millió éve, a késő miocénban kezdődhetett, a pliocén szárazabb évezredeiben meggyorsult, majd legerősebb a negyedidőszaki jégkorszakokban volt, amikor a hasábok elkülönülése mellett ledőlésük, omlásuk is gyakoribb lett. Ezért a szoros alján néhány méteres tűzárkó tömbök hevernek. Ezekre utal a szurdok másik neve: Kő-völgy. A még álló oszlophasábok éleit a mállás már alaposan tompította, lekerekítette (HEVESI A. 2015).



2. ábra A Bükkalja nyugati felének kőzetfölépítése SCHRÉTER Z. (1939) nyomán.

Jelmagyarázat: 1 – negyedidőszaki szárazföldi üledékek; 2-3 – pannon tengeri-tavi üledékek; 4 – késő miocén tűzárkó; 5 – középső miocén tűzárkó; 6 – középső miocén riolit lapillitufa; 7 – középső miocén tűzárkó; 8 – kora-középső miocén riolit lapillitufa; 9 – kora miocén homok, kavics; 10 – oligocén agyag, márga, homok; 11 – eocén mészkő; 12 – eocén kavics, agyag; 13-14 – késő triász mészkő; 15 – késő triász–kora jurá mészkő, agyag és pala

Figure 2 Geology of the West-Bükkalja, after SCHRÉTER, Z. (1939).

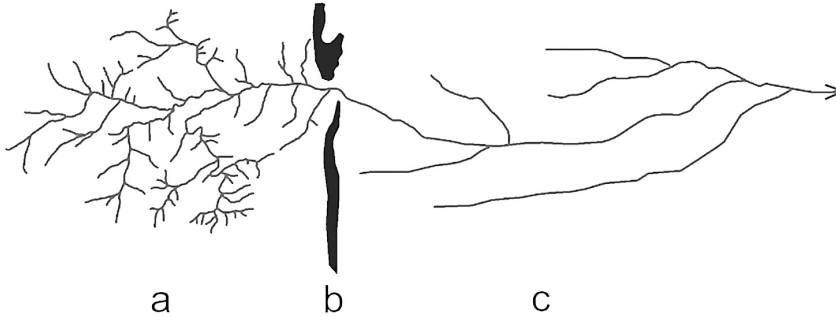
Legend: 1 – Pleistocene terrestrial deposits; 2-3 – Pannonian marine and lacustrine deposits; 4 – Late Miocene ignimbrite; 5 – Middle Miocene ignimbrite; 6 – Middle Miocene rhyolite lapilli tuff; 7 – Middle Miocene ignimbrite; 8 – Early-Middle Miocene rhyolite lapilli tuff; 9 – Early Miocene sand and gravel; 10 – Oligocene clay, marl and sand; 11 – Eocene limestone; 12 – Eocene gravel and clay; 13-14 – Late Triassic limestone; 15 – Late Triassic–Early Jurassic limestone, clay and shale



1. kép Négyoszögös tűzárkó hasábok a Felső-szorosban
Picture 1 Rectangular ignimbrite columns in the Felső-szoros

A tűzárkósávok völgyterelő, völgyösszpontosító hatása következtében azoktól D-re a Bükkalja víz- és völgyhálózata lényegesen ritkább, a fő völgyközi háta száma kevesebb, szélességük lényegesen nagyobb, s így nagyobb teret adnak a növénytermesztésnek (gyümölcsösök, szőlők, a D-i szegélyen szántók). A felszínt itt már közepesen, majd kevésbé összesült piroklasztit összletek hordozzák, amelyeken jó talajok képződnek.

Az ellenállóbb tűzárkó sávok völgyösszpontosító hatása a vízhalózat rajzolatában is megmutatkozik. A Bükkalja azon vízfolyásai, amelyek vízgyűjtője kiterjed a terület tűzárkóvektől É-ra és D-re fekvő részére is, magukon viselik mindkét, eltérő földtani-fel-színalaktani adottságú terület hatását: rajzolatuk a hegyláb ignimbrít sávjai fölötti szakaszukon ágas, azoktól délre párhuzamos (VÁGÓ J. 2012; 3. ábra).



3. ábra Közethatás miatt kialakult, összetett rajzolatú vízfolyáshálózat magyarázó ábrája.
Jelmagyarázat: a – ágas vízfolyáshálózat; b – tűzárkó sáv; c – párhuzamos vízfolyáshálózat
Figure 3 Schematic figure of the complex drainage pattern caused by rock quality.
Legend: a – trellis pattern; b – welded ignimbrites; c – parallel pattern

A vízgyűjtők alakja nagymértékben függ attól, hogy a vízgyűjtők a tűzárkó sávokhoz képest hol terülnek el. Az ellenállóbb kőzetsávokon keresztül húzódó vízgyűjtők elnyúltabbak, míg az azoktól teljes egészükben D-re elhelyezkedők kerekdedebbek. A Bükkalja részvízgyűjtőinek alakját elemezve látható, hogy azok az É-i részvízgyűjtők, amelyeket többször szelnek át az ignimbritsávok, elnyúltabbak a többinél. A tűzárkó sávot átvágó vízfolyások vízgyűjtői ugyanis tölcseryszerűen beszűkülnek. Két összeszűkülő vízgyűjtő között több helyen harmadik vízgyűjtőterület alakult ki, amelyek É-i határa az ignimbritsáv gerincén fut. A Geszti-patak, a Száraz-tó-ér és valószínűleg a Gyilkos-árok vízgyűjtője is ilyen módon keletkezhetett (VÁGÓ J. 2012).

A kevésbé összesült piroklasztitok nagyobb részben hordozzák a Bükkalja felszínét, mint a tűzárkó sávok. Sajátos lepusztulásformáik a kúp alakú kaptárkövek, amelyek – néhol Kappadókiát idézve – Demjéntől Kácsig sorakoznak. Számuk 82 ($\approx 0,23 \text{ db/km}^2$; BARÁZ Cs. 2013). Az évi csapadék mennyisége itt mintegy 2000 éve 600–700 mm, a természetes növénytakaró cseres-tölgyes, amely a délies és meredekebb lejtőkön ligetessé ritkul. A Bükkalját tekintve a legutóbbi 15 000 évben a legszárazabb a fenyő-nyír (preboreális) és a mogyoró (boreális) korszak volt. A kaptárkövek 70–80%-a völgyközi háta végormainak D-i, délies kitérítésű lejtőin alakult ki (ERDŐS K. 1972), a kőzet elsődleges rétegzettségi és hülési repedéshálózata mentén. Kitérítésük következtében e lejtők szárazabbak szomszédságuknál. Meredekebb bokorerdős, pázsitfüves oldalaiak eleve vonzzák-vonzották a kárpáti, Kárpát-medencei patásokat (gímszarvas, őz, vaddisznó, korábban őstulok, bölény, az utóbbi kettő helyett ma a betelepített muflon). Nemcsak jó legelők, hanem tél végén, koratavasszal és ősszel, a derűs napokon, melegedő-napozó helyek is. A patások taposásukkal, heverésükkel és legelésükkel is hozzájárultak a kúpképződéshez.

A kaptárkö elnevezés a kúpok oldalába vájt fülkékre utal, amelyeket lehet, hogy honfoglalásunk után a Bükkalján megtelepült népek faragtak a kúpok délies oldalába méhek számára (SAAD A. 1963). Feltehető az is, hogy a kúpok táltosok pogány istentiszteleteinek helyszínei voltak (BARÁZ Cs. 1999, 2000; MIHÁLYI P. 2001), s a kettő nem föltétlenül zárja ki egymást.

A Bükkalja felszínfejlődését a kőzetminőségbeli különbségek mellett a szerkezetföldtani viszonyok is alapvetően meghatározzák. A medencék (Tárkányi-, Bogács–Cserépfalui-, Kácsi-, Kisgyőri-medence, Tardi-völgymedence) kialakulásában a szerkezeti mozgások is szerepet játszottak. A szerkezeti előrejelzettséget (preformáltságot) a maradványfelszínek (pedimentek és teraszok) aszimmetrikus elhelyezkedése mellett a jelenleg is zajló földtani térképezési munkánk eredményei (PECSMÁNY P. 2018, 2020a; PECSMÁNY P. et al. 2020, 2021a) is megerősítik.

A szerkezeti jelleg nemcsak a medencék esetében, hanem a fővölgyek egyes szakaszain is tetten érhető. A víz- és völgyhálózat iránystatisztikai elemzésének eredményei alapján a bükkaljai völgyek irányítottak tekinthetők, zömében ÉÉNY–DDK-i irányba futnak. A rendűséget is figyelembe véve megállapítható, hogy a másodrendűnél nagyobb völgyek irányjai megegyeznek a Bükkalja általános lejtésirányával, valamint a területen futó haránt és átlós (diagonális) törések csapásirányával. A szerkezeti, és a domborzatban megjelenő vonalás (lineáris) elemek (völgyek, lineamensek) közötti kapcsolatot a feltárásokban mért mikrotektonikai irányok is alátámasztják (PECSMÁNY P.–VÁGÓ J. 2020; PECSMÁNY P. 2021; PECSMÁNY P.–HEGEDŰS A. 2021; PECSMÁNY P. et al. 2021b, 2022).

Az ÉK–DNY-i csapásirányú vetők (LESS GY. 2002; FODOR L. et al. 2005; PETRIK A. 2016) a domborzatra és felszínfejlődésre gyakorolt hatásukon keresztül, közvetve a vízfolyások esését és kanyargósságát is befolyásolják. A kanyarulatfejlettség és esésindex módszerével (OUCHI, S. 1985; KELLER, E. A.–PINTER, N. 1996; TIMÁR G. 2003a, 2003b; PETROVSZKI J.–TIMÁR G. 2010), valamint annak továbbfejlesztett változatával (PECSMÁNY P. 2020b) a vízfolyások kanyarulatfejlettségét és esését vizsgálva következtethetünk az egyes szerkezeti elemek aktivitására. A bükkaljai vízfolyások nagy részénél megfigyelhető bizonyos szakaszaikon esésük, illetve kanyargósságuk jelentős megváltozása. Ez, valamint a kaptúrák, a földrengésadatok, a sávszelvényezés során feltárt aszimmetrikus teraszrendszerek, a „lokális anomáliák” és a szeizmikus szelvényen látható vetők fiatal üledékek felé való kifutása neotektonikus folyamatokat tükröz. Az ÉK–Dny-i csapásirányú vetők egy része, valószínűleg megváltozott kinematikával ugyan, de a negyedidőszak során is aktív lehetett (PECSMÁNY P. 2020b). A Bükkalja vetők mentén való feltagolódása tehát napjainkban is zajlik.

A Bükkalja felszínfejlődésének összetettségét, a kőzetminőség és a szerkezeti folyamatok együttes hatását mutatja az is, hogy a vízfolyások esésében kimutatható változásokat a területen mindkét tényező előidézí. A patakok esésgörbéinek hirtelen változásai sokszor a közzethatárokhöz köthetők. A legkevésbé kiegyenlített, többször is megtörő esésgörbe azokra a patakokra jellemző, amelyek keresztetik az összesült ignimbrít sávokat. Az esésviszonyokat tekintve a Bükkalja az Eger-patak mentén két részre osztható. A nagyobb esésű területek zöme az Eger-pataktól K-re található, Ny-ra az esés lényegesen kisebb. A legkiugróbb esésértékek az összesült ignimbritek területeivel esnek egybe (VÁGÓ J. 2012).

A Bükkalja tájtípusba sorolása

Magyarország Nemzeti Atlasza 2018-ban megjelent kiadásában a Bükkalja jelentős része, a Tarna-völgytől Eger térségét is magába foglalóan Miskolc közeléig húzódó terület

a laza üledéken kialakult, barnafölddel fedett alacsony dombtság, dombosági völgyszakasz genetikus tájtípusba sorolódik. E területsávtól É-ra a laza üledékeken kialakult, völgyközi hátakra tagolt, barnafölddel fedett eróziós dombosági felszín keskeny sávja a Bükk hegység D-i peremének magasabb részeit is magába foglaló, magmás és metamorf kőzeteken kialakult, agyagbemosódásos barna erdőtalajjal fedett dombtság, alacsony középhegység, hegylábi lejtő, valamint a karbonátos kőzeten, közethatású és köves-sziklás váztalajjal fedett középhegység, hegylábi lejtő tájtípus felé képez átmenetet. A Bükkalja jelentős részét fedő, fentebb említett genetikus típustól D-re összefüggő területsávot képez a magmás és metamorf kőzeteken kialakult, mezőségi talajjal fedett, alacsony eróziós dombosági tájtípus. A hegységelőtéri, mezőségi talajjal fedett alacsony hordalékkúpsíkságok az Alföld alacsonyabb ártéri térszínei felé lejtnek D-i, DK-i irányba (CSORBA P. 2018). Ebből a bonyolult leírásból is érződik, hogy mennyire összetett, sokszínű és egyedi táj a Bükkalja. Nehéz, szinte lehetetlen egy-két mondattal jellemezni és olyan csoportba sorolni, melyből valamilyen szempontból ne lógna ki.

Népesedés és vallásosság

A Bükkalja jelenleg 85 000 lakos otthona (*1. táblázat*), ami a 49 000 fős vármegyeszékhely, Eger mellett 25 falut foglal magában. Ez utóbbiak közül nyolcnak a népességszáma 1000 fő alatti, csupán Felsőtárkányé haladja meg valamivel a 3000 főt. A táj falvai földrajzi fekvésüket és ebből eredően urbanizáltságukat, demográfiai és kulturális jellemzőiket tekintve két nagy csoportra oszthatók. A Bükkvidék két nagyvárosa, Miskolc és Eger közelében fekvők, azokkal napi vonzási kapcsolatban lévők (8 település) tartoznak az ún. Szuburbán Bükkaljához, míg a többiek (17 település) a Rurális Bükkalja részei.

1. táblázat – Table 1

A népességszám alakulása a Bükkalja egyes részein (1787–2022)
Population change in parts of the Bükkalja (1787–2022)

	A népesség száma									
	1787	1828	1840	1880	1910	1941	1949	1990	2022	
Eger	17083	17487	20 128	20 669	28 052	34 965	31 844	61 892	49 182	
Szuburbán Bükkalja	7 510	10 517	10 943	10 702	13 716	16 165	15 683	13 680	15 944	
Rurális Bükkalja	15 361	20 557	21 355	21 033	25 345	29 585	28 799	23 257	19 909	
Bükkalja	39 954	48 561	52 426	52 404	67 113	80 715	76 326	98 829	85 035	

A 16–17. század folyamán az egész Bükkvidék az Oszmán és a Habsburg birodalmak határvidékének, szinte folytonos hadiállapotban, bizonytalanságban élő végvári övezetnek, kettős hódoltsági területnek számított. A helyben maradt magyar lakosság túlnyomó része már az 1570-es években a reformáció híve lett, míg Eger eleste és a katasztrofális mezőkeresztesi csata (1596) után Egerbe több ezer fős muzulmán (főleg bosnyák), ortodox (szerb), zsidó katonai, kereskedő, iparos népesség települt (SZEDERKÉNYI N. 1893; CSÍKVÁRI A. 1939). A közel egy évszázadig tartományi (vilajet) székhelynek számító Eger visszafoglalását (1687) követően ezen nem magyar népesség túlnyomó többsége elmenekült. Fenessy György egri püspök 1695-ben tette át székhelyét Kassáról Egerbe uralkodói engedéllyel az addig szabad királyi várost püspöki fennhatóság alá helyezte, és elrendelte, hogy Egerben csakis katolikusok lakhatnak. Ez a helybeli magyar refor-

mátusok elköltözését, az ortodoxok többségének és a helyben maradt volt muszlimok (bosnyákok, törökök) katolizálását eredményezte, és egészen 1840-ig távol tartotta az izraelita vallásúakat a püspöki székvárostól (SZEDERKÉNYI N. 1893).

A török hódoltság, a Rákóczi-szabadságharc, illetve az 1710–1711. évi pestisjárvány pusztításait követően 1715-ben 616 adófizető háztartást (kb. 9000 fővel) írtak össze a Bükkalján, közülük 338-at (kb. 5000 fővel) Egerben (ACSÁDY I. 1896). Az Eger-völgyben és a Bükkalja D-i peremén, a fő közlekedési utak övezetében lévő falvak többsége elnéptelenedett, míg a félreeső falvakat, az erdő borította hegyvidék közelében túlnyomórészt református magyar lakosság lakta. A szatmári béke és az említett pestisjárvány után újult erővel folytatódott a lakatlanná vált területek (főként katolikus magyarokkal történő) újra-népesítése, az egri püspök, a káptalan, a prépost korábbi birtokosi jogainak helyreállítása (főként az Eger környéki falvakban) és általában a rekatolizáció. Ez utóbbi elsősorban a Bükkalja déli részének korábban református többségű falvait (pl. Bükkaranyos, Harsány, Tibolddaróc, Vatta, Sály) célozta, súlyos felekezeti konfliktusokat eredményezve. A zsidó lakosság a 18. században főként a lengyelországi borkereskedelemmel összefüggésben honosodott meg nagyobb számban. 1828-ban a Bükkalja 736 zsidó lakosából a legtöbbször Felsőábrányban, Tibolddarócon, Vattán és Sályon volt lakhelye (NAGY L. 1828).

A népességszám változása a Bükkalja egyes részein térben és időben is jelentősen különböző volt (2. táblázat). Az 1784–1787-es népszámlálás idején a táj 40 ezer fős lakosságából 17 ezren éltek Egerben (DÁNYI D.–DÁVID Z. 1960). Bükkalja lakóinak száma az 1828 és 1880 közötti időszakban rendkívül csekély mértékben nőtt, 49 000-ról 52 000-re, mely főként a korszak súlyos kolerajárványainak (1831–1832, 1848–1849, 1854–1856, 1872–1873) és az 1848–1849-es szabadságharcnak volt a következménye. Ez időszakban a felekezeti összetételben némi elmozdulás volt megfigyelhető természetes népmozgalmi és migrációs okok miatt (3. táblázat). A zsidó lakosság (részben a bükkaljai falvakból) egyre nagyobb arányban költözött be a vármegyei és érseki székhelyre, Egerbe, ahol arányuk 1880-ban már meghaladta a 11%-ot (2328 fő) (KEPECS J. 1993). Ugyanakkor a Bükkalja falvaiban a reformátusok aránya az össznépességen belül a katolikusokhoz képest 1828–1880 között 33,6%-ról 28,9%-ra csökkent alacsonyabb természetes szaporodásuk miatt.

A 20. század első felében is folytatódott a katolikus térnyerés és református visszaszorulás: a táj reformátusainak aránya az 1940-es években 24% alá mérséklődött. A zsidó lakosság száma e kistájon (csakúgy, mint országosan) az I. világháború előtt tetőzött (3361 fő, 5%), majd az elvándorlás és az ún. „kikeresztelkedések” miatt 1941-ig harmadával csökkent. A 81%-ban Egerben élt bükkaljai izraelita felekezeti honfitársaink szinte teljes egészét az ország német megszállása után (1944. április–június között) gettóba zárták, majd Auschwitzba deportálták (ORBÁNNÉ SZEGŐ Á. 2005; BRAHAM, R. L. 2010).

2. táblázat – Table 2
A népességszám változása a Bükkalja egyes részein (%; 1787–2022)
Population change in parts of the Bükkalja (%; 1787–2022)

	A népességszám változása (%)				
	1787–1880	1880–1941	1941–1949	1949–1990	1990–2022
Eger	21,0	69,2	–8,9	94,4	–20,5
Szuburbán Bükkalja	42,5	51,0	–3,0	–12,8	16,5
Rurális Bükkalja	36,9	40,7	–2,7	–19,2	–14,4
Bükkalja	31,2	54,0	–5,4	29,5	–14,0

3. táblázat – Table 3

A vallási hovatartozás néhány mutatója a Bükkalja egyes részein (1828–2022)
Some indicators of religious affiliation in parts of the Bükkalja (1828–2022)

A római katolikusok aránya az össznépeségben (%)								
	1828	1840	1880	1910	1941	1949	2001	2022
Eger	98,9	99,0	85,8	86,2	89,0	93,0	62,5	36,1
Szuburbán Bükkalja	75,1	79,9	80,5	83,1	83,2	83,5	64,3	35,4
Rurális Bükkalja	58,4	59,3	60,8	65,7	68,6	69,5	64,0	38,1
Bükkalja	76,6	78,8	74,7	77,8	80,4	82,2	63,1	36,5
A reformátusok aránya az össznépeségben (%)								
Eger	0,0	0,2	1,3	2,9	3,7	3,9	7,7	5,7
Szuburbán Bükkalja	24,7	19,9	17,8	15,7	14,9	14,9	15,7	10,5
Rurális Bükkalja	38,1	37,3	34,5	31,3	28,6	28,8	23,4	16,0
Bükkalja	21,5	19,4	18,0	16,2	15,1	15,6	12,7	9,0
A vallásosok aránya az össznépeségben (%)								
Eger	–	–	–	–	–	99,9	72,4	45,7
Szuburbán Bükkalja	–	–	–	–	–	99,9	81,9	50,0
Rurális Bükkalja	–	–	–	–	–	99,9	89,7	58,0
Bükkalja	–	–	–	–	–	99,9	78,0	49,4

Az 1949-es népszámlálás 1941-hez képest (főként a háborús és migrációs veszteségek miatt) 4 ezerrel kevesebb (76 ezer) lakost talált a Bükkalján. A túlélő zsidók száma ekkor a holokauszt előtti lélekszámuk hatodrésztét sem érte el (328 fő, 1,9%). A kommunista hatalomátvétel évében a népességnek még 99,9%-a vallotta magát hívőnek, valamilyen felekezethez tartozónak (KEPECS J. 1997). A magát nem vallásosnak tartók száma a Bükkalján akkor 49 fő volt.

A szovjet megszállás alatti Magyarországon 1945 és 1951 között fokozatosan fosztották ki és szorították háttérbe az egyházakat (1945: földbirtokok kisajátítása, 1948: egyházi iskolák államosítása, 1948: kötelező hitoktatás eltörlése, 1949: szerzetesrendek felszámolása, 1951: Állami Egyházügyi Hivatal létrehozása; BALOGH M. 2003, KOCSIS K. 2005).

A diktatórikus rezsim ateista politikájával összefüggésben a nagyszülők passzív vallásgyakorlása, a szülők megalkuvó passzivitása és a gyermekek, fiatalok intenzív ateista, túlideologizált oktatása, valamint a vallási hagyományok generációk közötti áthagyományozódásának megszűnése miatt egyre nagyobb lett azok aránya, akik magukat nem vallásosnak, vagy egyenesen ateistának tekintették (KOCSIS K. 2005). Ennek eredményeként a Bükkalján az 1949 és 2001 közötti időszakban a magukat vallásosnak tekintők aránya 99,9%-ról 78,0%-ra csökkent a nem vallásosoké 0,1%-ról 13,9%-ra nőtt. 2001-ben a többiek (8,1%) vallási hovatartozása ismeretlen volt (CZIBULKA Z. 2002).

A rendszerváltozást követően hazánkban is kiemelt szerepet kapott az egyházak kárpótlása, támogatása, a közoktatásban való szerepük növelése, a lelkiismereti szabadság megszilárdítása. Ennek ellenére a legutóbbi népszámlálás idejéig (2022) tovább nőtt azok aránya (50,6%) a Bükkalján (is), akik nem tekintik magukat vallásosnak, felekezetekhez kötődőnek, akik nem kaptak semmilyen vallási nevelést, a vallásról legfeljebb csak felü-

letesen tájékozódtak; bár többnyire nem vallásellenesek, de nem látják a vallás értelmét, hasznát. Ez utóbbi csoport egy része (e tájon a népesség 12,9%-a) tudatosan ateista. A vallásosak aránya a Rurális Bükkalján a legmagasabb (58%), a Szuburbán Bükkalján 50%, míg Egerben a legalacsonyabb (45,7%). Az egyes felekezetekhez kötődők aránya a fentiek alapján a Bükkalja leginkább periférikus fekvésű, elöregedett népességű, többnyire homogén felekezeti múlttal rendelkező falvaiban a legmagasabb: római katolikusok (pl. Cserépváralja 64%, Kács 61,4%, Tard 61%), reformátusok (pl. Borsodgeszt 52,6%, Cserépfalu 43,2%, Kisgyőr 39,4%).

Az elmúlt évtizedek demográfiai tendenciái alapján elmondható, hogy a szekularizáció, az elvilágiasodás mértéke egyenes arányban áll az adott település urbanizációjával, a helyi lakosság korszerkezetével, kulturális értékrendjével, világnézetével. A valláshoz nem kötődő népesség aránya legmagasabb a szocialista városfejlesztés egyik legfontosabb célterületén, a vármegye székhelyén, Egerben, illetve a hozzá tapadó, jórészt Egerből kiköltöző, inkább fiatalos korösszetételű, pozitív népesedési mutatókkal rendelkező szuburbán övezetben. Napjainkban már nem mondható el, hogy a vallásosság és a magasabb termékenység, fiatalos korszerkezet minden esetben szorosan összefüggene egymással (TÓTH G. 2024). Átlagosnál magasabb termékenység, kedvező demográfiai mutatók megfigyelhetők magas vallásosságú (jelentős részben cigányok által is lakott) falvakban (pl. Sály, Egerbakta), de olyan városkörnyékiekben is, ahol a többség már nem vallásos (pl. Ostoros, Demjén, Nagytálya).

Energiapotenciál

A 21. században kiemelt figyelemmel szükséges kísérni, fel kell mérni a helyben rendelkezésre álló, hagyományos és megújuló energiaforrásokat, melyekből egy adott területen felmerülő lakossági és ipari energiaigények részben vagy teljes egészében kielégíthetők. A Bükkalján az ősidők óta hasznosított fa mellett a fosszilis energiahordozók közül a lignit jelentősége kiemelkedő. Bár a Bükkábrányban bányászott késő miocén korú lignit alacsony fűtőértékű, magas nedvesség- és hamutartalmú, még mindig fontos szerepet játszik a helyi és az országos energiatermelésben. Különösen jelentős az MVM Mátra Energia Zrt. által a Heves vármegyei Visontán üzemeltetett Mátrai Erőmű számára, amely jelentős mennyiségű bükkaljai lignitet használ fel áramtermelésre a sokkal kisebb károsanyag-kibocsátású gázüzemű blokkok üzemeltetése mellett (SZALONTAI L. 2021).

A zöld átállás követelményeinek megfelelően, a környezetvédelmi célkitűzések eléréséhez igazodva egyre nagyobb szerepet kap a megújuló energiaforrások hasznosítása. A táj természetföldrajzi adottságaiból fakadóan a napenergia, a geotermikus energia, a biomassza és a szélenergia gazdaságilag is hasznosítható potenciáljai említésre méltók, mind a háztartási méretű kis erőművek, mind a nagyobb (több mint 500 kW) beépített teljesítménnyel bíró erőművek üzemeltetéséhez. Országos és helyi szinten is jelentős energiatermelő egységek közé sorolható a visontai (16 MW) és a bükkábrányi (20 MW) naperőmű. A geotermikus energia többek között Miskolc távfűtése energiaszükségletének 2/3-át elégíti ki a triász karbonátos rezervoárokból kitermelt hévíz segítségével; ennek a hévíznek a balneoterápiai és idegenforgalmi-rekreációs potenciálját is egyre jobban kiaknázzuk (Bogács, Mezőkövesd-Zsóry, Miskolc-Tapolca, Eger, Egerszalók, Demjén; SZALONTAI L. 2021).

Összeségében elmondható, hogy Bükkalja térsége kiváló potenciálokkal rendelkezik a megújuló energiaforrások területén, melyek segítségével tovább növelhető a decentralizált energiatermelés és csökkenthető hazánk energiafűggsége.

Geoturizmus, helyi értékek

Magyarországnak 2024. március 27-étől már három olyan területe van, amely az UNESCO Globális Geopark Hálózatának tagja, ugyanis a Novohrad-Nógrád Geopark és Bakony-Balaton Geopark után ekkor nyerte el a címet a Bükk-vidék Geopark. A COVID-19 járvány idején láthattuk, hogy a tömegturizmus és annak földrajzi terei nagymértékben sérültek, amint a társadalmi mobilitást korlátozták. A korlátozások enyhülését követően bebizonyosodott, hogy a pandémiás helyzetben is lehet túrázni, vagyis jól működhet a turizmus szelíd vagy zöld ága, amihez a legősibb turisztikai forma, a természetjárás is tartozik. A geoturizmus ezt a formát erősíti és teszi mind szélesebb rétegek számára elérhetővé.

Az UNESCO azzal a gondolattal hozta létre a ma már a világ egész táján jelenlévő geoparkokat (48 országban 213-at; www.unesco.org), hogy azok a geológiai és táji értékekre alapozva bemutassák a főbb földtani erőforrásokat, azok felhasználását a történelem során és napjainkban (www.termeszetvedelem.hu). Fontos küldetése a geoparkoknak az is, hogy a bemutatásra szánt desztinációkon keresztül erősítsék a helyi lakosság önbecsülését, büszkeségét, valamint integrálják a helyi termékeket, értékeket is az ide látogatók programjának összeállításánál. Ahhoz, hogy egy adott terület be tudjon kapcsolódni a geoturizmusba, több tényező együttes jelenléte szükséges, így például a földtudományi értékek minősítése, esztétikai értékek, sebezhetőség. A turisták számára azonban nagyon fontos, hogy az adott látnivaló elérhető legyen és a fogadóképesség is kiépítésre kerüljön, szükséges például a turistautak bejárhatósága, látogatóközpontok építése, vezetett túrák lehetősége. A geoturisztikai potenciál meghatározása tehát fontos ahhoz, hogy meg tudjuk állapítani egy adott helyről, hogy alkalmas-e geotúrázásra (VÁGÓ J. et al. 2014; SZEPESI J. et al. 2018).

A Bükkalja területe és települései a Bükk-vidék Geopark részeként be tudnak kapcsolódni a geoturizmusba (www.bnpi.hu). A turisták számára a Bükkalja leginkább a kaptárköveket és a barlanglakásokat jelentik, amelyek a leginkább tükrözik az ember beilleszkedését a tájba, illetve azt, hogy a helyi lakosok hogyan tudták hasznosítani a földtani erőforrásokat sajátos építészeti módszereikkel. A geoturisztikai ajánlások is főként ehhez a témakörhöz kapcsolódnak, így például a Bükki Nemzeti Park által gondozott Kaptárkő-Tár kiadvány térképen, rajzokon és pontos földrajzi helymeghatározással segíti a turisták eligazodását a terepen. Az egrri Kaptárkő Természetvédelmi és Kulturális Egyesület által működtetett Bükkaljai Kő-út túramozgalom pedig olyan tematikus utakat ajánl, ahol már a geoturisztikai sokrétűség jellemző, hiszen a természeti értékek mellett megjelenik a kőzetek népi építészetben való felhasználása, a kultúrtörténeti nevezetességek bemutatása és a helyi termékekkel való ismerkedés is (www.bukkalja.info.hu). Összességében a Bükkalja kiváló lehetőségeket nyújt a geoturizmusban való részvételhez mind földtani, mind kulturális örökségét tekintve.

ELEKES TIBOR

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
tibor.elekes@uni-miskolc.hu

HEGEDŰS ANDRÁS

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
andras.hegedus@uni-miskolc.hu

HEVESI ATTILA

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
ecoheves@uni-miskolc.hu

KOCSIS KÁROLY

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet,
Budapest
kocsis.karoly@csfk.mta.hu

PECSMÁNY PÉTER

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
peter.pecsmany@uni-miskolc.hu

SISKÁNÉ SZILASI BEÁTA

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
beata.siskane@uni-miskolc.hu

SZALONTAI LAJOS

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
lajos.szalontai@uni-miskolc.hu

VÁGÓ JÁNOS

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földrajz-Geoinformatika Intézet, Miskolc
janos.vago@uni-miskolc.hu

IRODALOM

- ACSÁDY I. 1896: Magyarország népessége a Pragmatica sanctio korában 1720–21. – Országos Magyar Királyi Statisztikai Hivatal, Budapest. 496 p.
- BALOGH M. 2003: Rendszerváltás és egyházak. – In: KULCSÁR K.–BAYER J. (szerk.): Társadalom, politika, jogrend. MTA Társadalomkutató Központ – Kossuth Kiadó, Budapest. pp. 227–245.
- BARÁZ Cs. 1999: Kaptárkövek a Bükkalján. Sziklaméhésztől a magyar ősvallásig. – Dél-Nyírség Bihari Tájvédelmi és Kulturális Értéktörző Egyesület, Főnix könyvek, Debrecen. 123 p.
- BARÁZ Cs. 2000: Kaptárkövek, szakrális köemlékek a Bükkalján. – Kaptárkő Közművelődési és Tájvédelmi Egyesület, Eger. 68 p.
- BARÁZ Cs. 2013: Kaptárkövek földje, tájművelés és természetvédelme a Bükkalján. – Bükki Nemzeti Park, Eger. 168 p.
- BRAHAM, R. L. 2010: A magyarországi holokaust földrajzi enciklopédiája I–II. – Park Könyvkiadó, Budapest. 1600 p.
- CZIBULKA Z. 2002: Népszámlálás 2001. 5. Vallás, felekezet. – KSH, Budapest. 133 p.
- CSIKVÁRI A. (szerk.) 1939: Borsod vármegye. – Vármegyei Szociográfiai Kiadóhivatala, Budapest. 348 p.
- CSORBA P. (szerk.) 2018: Tájak. – In: KOCSIS K. (főszerk.): Magyarország Nemzeti Atlasza. Természeti környezet. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest. pp. 112–129.
- DÁNYI D.–DÁVID Z. (szerk.) 1960: Az első magyarországi népszámlálás (1784–1787). – KSH, Budapest. 389 p.
- ERDŐS K. 1972: Az Alsó-Bükk kaptárkövei. – Studium III. A KLTE Tudományos Diákköre Kiadványai. Debrecen, pp. 109–126.
- FÉNYES E. 1851: Magyarország geographiai szótára I–II. – Kozma V. Pest. 312 + 286 p.
- FODOR L. – CSONTOS L. – BADA G. – GYÖRFI I. – BENKOVICS L. 1999. Tertiary tectonic evolution of the Pannonian basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of paleostress data. – Geological Society Special Publications 156. London. pp. 295–334. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.156.01.15>
- FODOR L. – RADÓCZY GY. – SZTANÓ O. – KORONKAI B. – CSONTOS L. – HARANGI SZ. 2005: Post conference excursion: tectonics, sedimentation and magmatism along the Darnó Zone. – GeoLines 19. pp. 142–162.
- HARANGI SZ. 2015: Vulkanok. A Kárpát-pannon térség tűzhányói. – GeoLitera, SZTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet, Szeged. 482 p.

- HENCZ M. – BIRÓ T. – CSERI Z. – KARÁTSÓN D. – MÁRTON E. – NÉMETH K. – SZAKÁCS A. – PÉCSKAY Z. – KOVÁCS I. J. 2021: A Lower Miocene pyroclastic-fall deposit from the Bükk Foreland Volcanic Area, Northern Hungary: Clues for an eastward-located source. – *Geologica Carpathica* 72. pp. 1–22. <https://doi.org/10.31577/GeolCarp.72.1.3>
- HEVESI A. 2015: Valamit a cserépváraljai Felső-szorosról. – In: KÓKAI S. – BOROS L. (szerk.): Tiszteletkötet Dr. Gál András geográfus 60. születésnapjára. Nyíregyházi Főiskola Turizmus és Földrajztudományi Intézet – Bocskai István Katolikus Gimnázium. Szerencs–Nyíregyháza. pp. 281–289.
- HEVESI A. – PAPP S. 1979: Evaluation of natural potentials of a microregion Bükkalja (based on sample area, scale 1:10.000. – In: Contemporary geography and integrated landscape research II. Slovak Academy of Sciences, Institute of Geophysical Society, Bratislava. pp. 267–275.
- HORVÁTH F. 1993: Towards a mechanical model for the formation of the Pannonian basin. – *Tectonophysics* 225. pp. 333–358. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(93\)90126-5](https://doi.org/10.1016/0040-1951(93)90126-5)
- HORVÁTH F. – BADA G. – SZAFIÁN P. – TARI G. – ÁDÁM A. – CLOETINGH, S. 2006: Formation and deformation of the Pannonian basin: Constraints from observational data. – In: GEE, D. G. – STEPHENSON, R. A. (szerk.): European lithosphere dynamics. Geological Society, London. Memoirs 32. pp. 191–206. <https://doi.org/10.1144/GSL.MEM.2006.032.01.11>
- KELLER, E. A. – PINTER, N. 1996: Active tectonics: earthquakes, uplift and landforms. – Prentice Hall. 362 p.
- KEPECS J. 1993: A zsidó népesség száma településenként (1840–1941). – KSH, Budapest, 497 p.
- KEPECS J. 1997: Magyarország településeinek vallási adatai (1880–1949) I–II. – KSH, Budapest. 553 + 564 p.
- KOCSIS K. 2005: Változó vallási térszerkezet, szekularizáció és vallási újjáéledés a 20. századi Kárpát-medencében. – *Földrajzi Értesítő* 53. 3–4. pp. 285–316.
- LESS GY. (szerk.) 2002: A Bükk hegység földtani térképe (1:50 000). – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- LUKÁCS R. – HARANGI S. – GUILLONG, M. – BACHMANN, O. – FODOR L. – BURET, Y. – DUNKL I. – SLIWINSKI, J. – VON QUADT, A. – PEYTCHEVA, I. – ZIMMERER, M. 2018: Early to Mid-Miocene syn-extensional massive silicic volcanism in the Pannonian Basin (East-Central Europe): Eruption chronology, correlation potential and geodynamic implications. – *Earth-Science Reviews* 179. pp. 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.005>
- LUKÁCS R. – GUILLONG, M. – BACHMANN, O. – FODOR L. – HARANGI SZ. 2021: Tephrostratigraphy and magma evolution based on combined zircon trace element and U–Pb age data: Fingerprinting Miocene silicic pyroclastic rocks in the Pannonian Basin. – *Frontiers in Earth Science* 9. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.615768>
- LUKÁCS R. – HARANGI SZ. 2019: A Kárpát–Pannon térség neogén–kvarter vulkanizmusa és geodinamikai kapcsolata. – *Földtani Közlemény* 149. 3. pp. 197–232. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2019.149.3.197>
- MÁRTON, E. 1981: Tectonic implications of paleomagnetic data for the Carpatho-Pannonian region. – *Earth Evolution Sciences* 4. pp. 257–264.
- MÁRTON, E. 1985: Tectonic implications of paleomagnetic results for the Carpatho-Balkan and adjacent areas. – Geological Society Special Publications 17. pp. 645–654. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1984.017.01.50>
- MÁRTON, E. – FODOR, L. 1995: Combination of paleomagnetic and stress data: a case study from North Hungary. – *Tectonophysics* 242. pp. 99–114. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)00153-Z](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)00153-Z)
- MIHÁLY P. 2001: Oltárok a kaptárkövek csúcán. – *Turán* 31. 4. pp. 15–26.
- NAGY L. 1828: Notitiae Politico-Geographico-Statisticae Inclyti Regni Hungariae, Partiumque Eidem Adnexarum I–II. – Landerer, Buda. 638 + 304 p.
- ORBÁNNÉ SZEGŐ Á. 2005: Egri zsidó polgárok. – VPP Kiadó, Budapest. 280 p.
- OUCHI, S. 1985: Response of alluvial rivers to slow active tectonic movement. – *Geological Society of America Bulletin* 96. pp. 504–515. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1985\)96<504:ROARTS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1985)96<504:ROARTS>2.0.CO;2)
- PECSMÁNY P. 2018: A Bükkalja medencéinek kimutatása digitális felszínmodellen végzett statisztikai vizsgálatokkal. – In: MUCSI G. – PAPP R. Z. (szerk.): Doktoranduszok Fóruma. Műszaki Földtudományi Kar szekciókiadványa, Miskolc. pp. 57–67.
- PECSMÁNY P. 2020a: A Cserépváraljai- és a Tardi-patak bükkaljai völgyszakaszának felszínfejlődése. – *Műszaki Földtudományi Közlemények* 89. 1. pp. 35–41.
- PECSMÁNY P. 2020b: A bükkaljai vízfolyások kanyarulatfejlettségének vizsgálata: szerkezetföldtani okok és következtetések. – *Földrajzi Közlemények* 144. 2. pp. 133–152. <https://doi.org/10.32643/fk.144.2.1>
- PECSMÁNY P. 2021: A Bükkalja völgyhálózatának rendűség szerinti iránystatisztikai vizsgálata. – *Multidiszciplináris tudományok* 11. 2. pp. 9–16. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.2.2>
- PECSMÁNY P. – HEGEDŰS A. 2021: Völgyek és lineamentek kapcsolata a szerkezeti elemekkel a Bükk délnyugati előterében. – *Multidiszciplináris tudományok* 11. 1. pp. 38–49. <https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.1.4>
- PECSMÁNY P. – HEGEDŰS A. – VÁGÓ J. 2020: Remnant surfaces in the Tárkány Basin. – *Landscape and Environment (Acta Geographica Debrecina)* 14. 2. pp. 20–30. <https://doi.org/10.21120/LE/14/2/2>
- PECSMÁNY P. – HEGEDŰS A. – VÁGÓ J. 2021a: DEM based morphotectonical analysis of the Kisgyőr Basin (Bükk Mts – Hungary). – *Acta Montanistica Slovaca* 26. 2. pp. 364–374. <https://doi.org/10.46544/AMS.v26i2.14>

- PECSMÁNY P. – HEGEDŰS A. – VÁGÓ J. – NÉMETH N. 2021b: Directional analysis of drainage network and morphotectonic features in the south-eastern part of Bükk Region. – *Hungarian Geographical Bulletin* 70. 2. pp. 175–187. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.70.2.6>
- PECSMÁNY P. – HEGEDŰS A. – VÁGÓ J. 2022: DEM-based directional statistical examination of linear features: the case study in Bükk Mountains (NE Hungary). – *Acta Montanistica Slovaca* 27. 4. pp. 1078–1088. <https://doi.org/10.46544/AMS.v27i4.19>
- PECSMÁNY P. – VÁGÓ J. 2020: A mélyszerkezet és a domborzat közötti kapcsolat a Bükkalja területén. – *Műszaki Földtudományi Közlemények* 89. 1. pp. 29–34.
- PENTELENYI L. 2002: A Bükkalja I. Földtani vázlat. – In: BARÁZ Cs. (szerk.): *A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. Bükki Nemzeti Park Igazgatósága*, Eger, pp. 205–261.
- PENTELENYI L. 2005: A bükkaljai miocén piroklastikum összlet. – In: PELIKÁN P. (szerk.): *A Bükk hegység földtana*. Budapest. pp. 110–125.
- PETRIK A. 2016: A Bükk déli előterének kanozoos szerkezetalakulása. – Doktori (PhD) értekezés (kézirat). ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet, Budapest. 264. p.
- PETRIK A. – BEKE B. – FODOR L. – LUKÁCS R. 2016: Cenozoic structural evolution of the southwestern Bükk Mts. and southern part of the Darnó Deformation Belt (NE Hungary). – *Geologica Carpathica* 67. 1. pp. 83–104. <https://doi.org/10.1515/geoca-2016-0005>
- PETROVSZKI J. – TIMÁR G. 2010: Channel sinuosity of the Körös River system, Hungary/Romania, as possible indicator of the neotectonic activity. – *Geomorphology* 122. 3–4. pp. 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.11.009>
- SAÁD A. 1963: *A kaptárkövekről* – In: BAKÓ F. (szerk.): *Az Egri Múzeum Évkönyve I.* Eger. pp. 81–88.
- SCHRÉTER Z. 1939: A Bükk hegység DK-i oldalának földtani viszonyai. – *Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentései az 1933–35. évekről II.* pp. 511–532.
- SZALONTAI L. (szerk.) 2021: *A LIFE-IP North-HU-Trans projekt A4 akciójának eredményterméke (tanulmány, kézirat)*. – Miskolc. 224 p.
- SZEDERKÉNYI N. 1893: *Heves vármegye története IV. Egervára visszavételétől, 1687-től 1867-ig*. – Heves vármegye közönsége, Eger. 507 p.
- SZEPESI J. – ÉSIK Zs. – SOÓS L. – NOVÁK T. – SÜTŐ L. – RÓZSA P. – LUKÁCS R. – HARANGI SZ. 2018: Földtani objektumok értékminősítése: módszertani értékelés a védelem, fenntarthatóság és a geoturisztikai fejlesztések tükrében. – *Földtani Közlöny* 148. 2. pp. 143–160. <https://doi.org/10.23928/foldt.kozl.2018.148.2.143>
- TARI G. – DÖVÉNYI P. – DUNKL I. – HORVÁTH F. – LENKEY L. – STEFANESCU, M. – SZAFIÁN P. – TÓTH T. 1999: Lithospheric structure of the Pannonian basin derived from seismic, gravity and geothermal data. – *Geological Society Special Publications* 156. pp. 215–250. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1999.156.01.12>
- TIMÁR G. 2003a: *Geológiai folyamatok hatása a Tisza alföldi szakaszának medermorfológiájára*. – Doktori (Ph.D.) értekezés, ELTE Földrajz-Földtudományi Intézet, Budapest, 135 p.
- TIMÁR, G. 2003b: Controls on channel sinuosity changes: a case study of the Tisza River, the Great Hungarian Plain. – *Quaternary Science Reviews* 22. pp. 2199–2207. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(03\)00145-8](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(03)00145-8)
- TÓTH G. 2024: *A népszámlálások vallási adatainak eredményei térképeken*. – KSH, Budapest, 121 p. <https://doi.org/10.15196/KSH202401>
- VARGA Gy. 1981: Újabb adatok az összesült tufatelepek és ignimbritek ismeretéhez. – *A Földtani Intézet Évi Jelentése 1979-ről*. pp. 499–509.
- VÁGÓ J. 2012: *A közetminőség szerepe a Bükkalja völgy- és vízhálózatának kialakulásában*. – Doktori (PhD) értekezés tézisei (kézirat). Miskolci Egyetem. pp. 1–8.
- VÁGÓ J. – HEGEDŰS A. 2011: DEM based examination of pediment levels: a case study in Bükkalja. – *Hungarian Geographical Bulletin* 60. 1. pp. 24–44.
- VÁGÓ J. – HEGEDŰS A. – SISKÁNÉ SZILASI B. 2014: Pilot research on the geoturistic potential of Miskolc-Lillafüred. – In: ŠTRBA, L. (szerk.): *GEOTOUR & IRSE 2014 conference proceedings*. Technical University of Košice. pp. 86–91.
- WILSON, C. J. N. – HILDRETH, W. 1997: The Bishop Tuff. New insights from eruptive stratigraphy – *Journal of Geology* 105. 4. pp. 407–439. <https://doi.org/10.1086/515937>

Internetes források:

- <https://www.unesco.org/en/igpp/geoparks/about>
<https://termeszetvedelem.hu/geoparkok-magyarorszagon/>
https://www.bnpi.hu/msite/194/kaptar_ko_tar.pdf
<https://bukkalja.info.hu/kezdolap/>

A TÁJHASZNÁLAT ÉS TÁJGAZDÁLKODÁS VÁLTOZÁSA A MAROSSZÖGBEN (18–19. SZÁZAD)

KÓKAI SÁNDOR – FRISNYÁK SÁNDOR – BÁNYÁSZNÉ KRISTÓF ANDREA
– VASS RÓBERT

CHANGES IN LANDSCAPE USE AND LANDSCAPE MANAGEMENT
IN MAROSSZÖG (18th–19th CENTURIES)

Abstract

Nowadays, 35 independent settlements are located on the Marosszög floodplain, exploiting the opportunities provided by the microrelief. The region's ecological properties and resources available to society, which change over time, and its natural and landscape characteristics were markedly different from the historical counties of Csongrád and Csanád, and in certain elements the Bánság and also from other regions of the former Torontál county. Marosszög can be divided into several parts from a landscape-geographical point of view, and as a result of the surface development, it has a threefold geomorphological division. The highest areas (88–96 m) are late pleistocene loess-sand free areas. The old holocene high flood plain is located in a lower surface position (82–87 m), while the new holocene low flood plain is located at the deepest level (77–81 m).

Starting from the 18th century, in the reorganization process of economic life, mixed (polyculture) farming became dominant, characteristic of the settlement group as a whole. Until the start of the integrated environmental transformation works, society adapted, and its landscape-shaping and environment-transforming activities were only at the local level. The integrated environmental transformation works strongly changed the geographical foundations of social production and the ecological conditions, the former floodplain habitats, floodplain landscapes and habitats, which corresponded to the way of life of livestock keepers and farmers, disappeared. The use of landscape and resources changed and developed significantly, arable farming became dominant. The nature of agricultural activity has shifted towards crop production in fields and animal husbandry in stables.

Keywords: Marosszög, landuse, landscape management, use of landscape and resources

Bevezetés

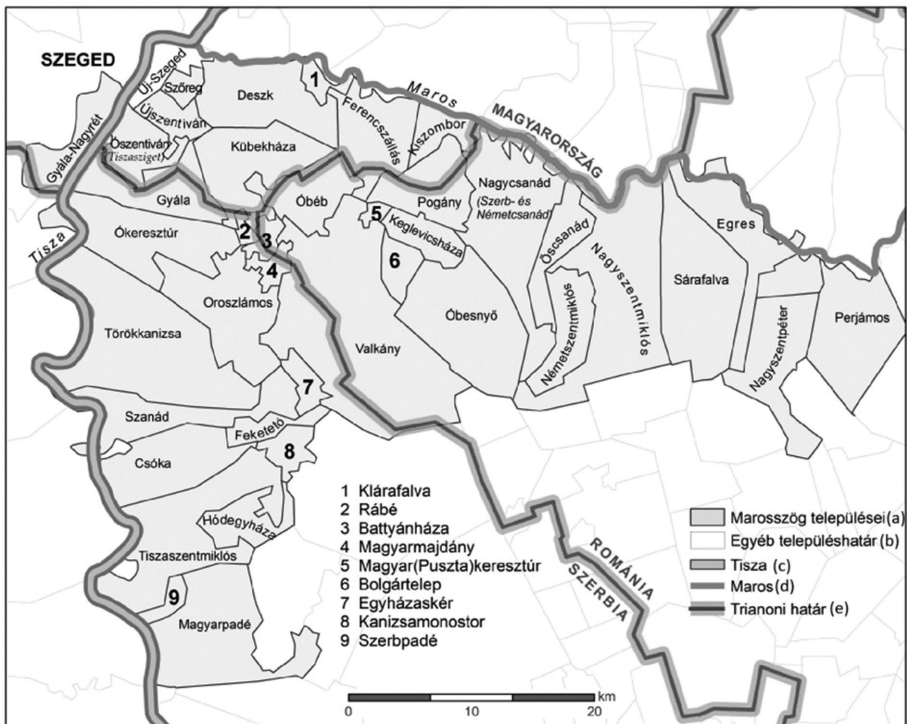
A természeti-táji környezet erőforrásainak évszázadokon átívelő emberi hasznosításának történeti szakaszai közül e tanulmányunkban, a Marosszög 18–19. századi tájálalakítását, térszerkezetét és tájváltozásának folyamatát követjük nyomon. Kiemelve a természeti környezet (az agroökológiai potenciál) és a társadalom kölcsönhatás-rendszerének vizsgálatát, s az ún. életmódstratégiai váltásokat. Kevesebb figyelmet fordítunk a klasszikus tájöldrajzi elemzések részét képező geológiai, domborzattörténeti, ösvízrajzi, talajtani adottságok feltárására, viszont mélyebben foglalkozunk a régió földhasználatának változásával, illetve a kultúrtáj átalakítás folyamatával.

Egy régió, egy táj felszínalakításának ismerete is alapvető fontosságú a tájhasználat és tájgazdálkodás szempontjából (LÓCZY D. 2010, VASS R. 2022). A geomorfológiai formakincs kialakulása és a felszín mindenkori állapota szoros kölcsönhatásban áll a társadalmi-gazdasági tevékenység szintjével és befolyásolja az alkalmazkodás, illetve a változtatás lehetőségeit is. A kultúrtáj mindenkori állapotának feltárásához ismerni kell a felszínalakító folyamatokat, a kialakult felszíni formákat és az ezekkel szoros kapcsolatban álló domborzati és vízrajzi elemeket is (BÁNYÁSZNÉ KRISTÓF A. – KÓKAI S. 2022; NÉMETH G.

–LÓCZY D.–GYENIZSE P. 2022). Az alföldi területek kitüntetett figyelmet érdemelnek, ahol a felszín borító – általában – fiatal képződmények esetében nincs nagy jelentősége a lejtőknek és az alapkőzet is másodlagos tájalkotó tényező. A víz, mint felszínformáló elem azonban domináns szerephez jut, s két meghatározó szintre (árterek, ármentes térszínek) különíti el e tájak felszínét, ez meghatározza a felszíni formák genetikáját is. A folyóvíz és szél által kialakított változatos felszíni formákat olykor csak néhány méteres magasságkülönbség választja el egymástól, ez azonban döntő jelentőségű volt a megtelepülő ember számára (FRISNYÁK S. 1992, 1994, 2012), az integrált környezetátalakító munkálatok megkezdése előtt. A vízrajzi viszonyok változása minden esetben markánsan befolyásolta az emberi megtelepülést és életlehetőségeket is.

A Marosszög geomorfológiai képe és a tájpotenciál értékelése

Szegedtől dél-déleleti irányban, a Tisza és a Maros folyók találkozásától az Aranka (Harangod) vonaláig bezárt „háromszögben” terül el a Kárpát-medence egyik kevésbé ismert középtája, a Marosszög. A Marosszög természetföldrajzi értelemben az Alsó-Tisza-vidékének, – s egyben a Bánságnak, mint történelmi földrajzi régióknak – mintegy 1500 km²-nyi kiterjedésű mezorégiója, amely Trianon óta három ország határmenti periferiája. A Marosszög ártéri síkságán napjainkban 35 önálló település helyezkedik el, kiaknázva a mikrorelief adta lehetőségeket (1. ábra).



1. ábra A Marosszög földrajzi helyzete és települései (Forrás: KÓKAI S. 2021).

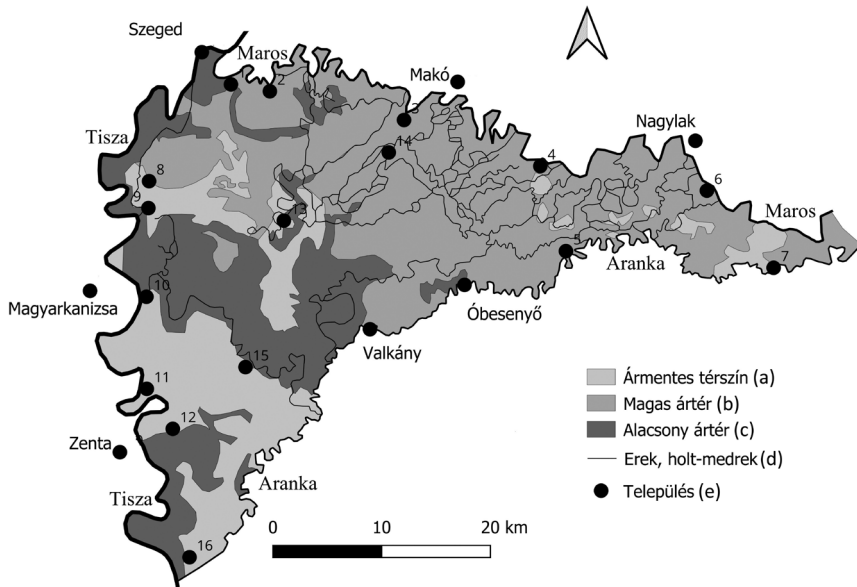
Figure 1 The geographical position and settlements of Marosköz (Source: KÓKAI, S. 2021)

a: settlements of Marosköz, b: other settlement border, c: Tisza River, d: Maros River, e: Trianon border.

A Tisza és a Maros folyó vonala évszázadok óta az egyes települések közigazgatási határát is jelenti, az Aranka menti települések külterületi részeinek határai azonban nem követik e fattyú-ág futását, ezért pontos területi kiterjedése vitatott. A Marosszög nem azonos a Tisza–Maros-szöggel, mely a Maros folyó torkolatától északra, Maroszug néven is ismert (DEÁK JÓZSEF A. 2005). A Marosszög ugyancsak nem azonos az ún. „torontáli háromszöggel”, amely alatt azt a 270,83 km²-nyi területet értjük, amely a trianoni határmegvonás óta Torontál vármegyéből Magyarországon maradt. A Marosszög társadalmi-gazdasági értelemben is önálló régió, a Temesi Bánság északnyugati kapuja, melynek a társadalom számára igénybe vehető – időben változó – ökológiai adottságai és erőforrásai, természeti-táji sajátosságai markánsan különböztek/különböznek a történelmi Csongrád és Csanád vármegyéktől, s bizonyos elemeiben a Bánság, ill. az egykori Torontál vármegye más régióitól is (KÓKAI S. 2021).

A Marosszög geomorfológiai képe

A Marosszög területe geomorfológiai sajátosságai alapján több részre osztható. A legmagasabb térszíneit erodált hordalékkúp maradványok képezik, melyeket alacsonyabb – két szintre tagolható – folyók menti ártéri síkok vesznek körül. A régió természetföldrajzi kistájai is jól elkülönülnek, s a legmagasabb térszínek (tszf. 90–96 m) típusos löszei és homokos térszínei jelzik a felszín eredeti magasságát és változatosabb földtörténeti múltját is (2. ábra). A felszíni képződmények a pliocén végén és a negyedidőszak folyamán alakultak ki. A pliocén végén a Marosszög területén döntően tavi, folyóvízi és száraztérzíni üledékek képződtek. A negyedidőszakban a tektonikai változások mellett



2. ábra A Marosszög felszíne

Forrás: Az első katonai felmérés térképszelvényei alapján a szerzők szerkesztése (rajzolta: VASS RÓBERT)

Figure 2 The surface of the Marosszög

1. Szőreg, 2. Deszk, 3. Kiszombor, 4. Csanád, 5. Nagyszentmiklós, 6. Egres, 7. Perjámos, 8. Gyála, 9. Ókeresztúr, 10. Törökkanizsa, 11. Szanád, 12. Csóka, 13. Oroszlámos, 14. Porgány, 15. Kanizsamonostor, 16. Padé,

a: flood free area, b: high flood plain, c: low flood plain, d: streams, abandoned channels, e: settlement.
Source: Edited by the authors based on the map sections of The First Military Survey (drawn by RÓBERT VASS)

a fluviális és eolikus felszínformáló folyamatok voltak a legjelentősebbek. A Maros pleisztocén időszaki hordalékkúpja a glaciális és interglaciális váltakozásának eredményeként formálódott ki. A Marosszög esetében a Mindel glaciális időszaka volt az egyik meghatározó időszak, amikor a folyó a pannon agyagba véste az Ős-Maros-völgyet, s hordalékkúpját kavicsos-homokos üledékekkel fedte be. Ekkor a hordalékkúpjának építése közben előbb a hordalékkúp déli peremén haladt (az Aranka és Bega között), s valószínű, hogy ekkor is aktív Maros-ág lehetett – az Aranka mellett – a Galaczká is, majd a folyó átváltott északi irányba (MIKE K. 1975, 1991). A Riss glaciális végén a Maros ismét délre fordult, a Würm elején pedig bevágódott hordalékkúpja csúcsrészébe, ennek előterében azonban tovább építette azt. Ekkor délre, a Bega felé haladt – a Galaczká vonalán –, majd az Aranka mentén ívelt a Tiszához. A Würm közepére feltöltve e területet a Száraz-ér keleti része mentén a Tiszával egyesült (MIKE K. 1991).

A pleisztocén hordalékkúp nagy esésű palástjának külső határát Zsombolya–Makó–Orosháza–Békéscsaba vonalán jelölhetjük ki (SOMOGYI S. 2000). Nyugati peremének felszíni előbukkanása Makónál (tszf. 85 m), Hódmezővásárhelynél (tszf. 83 m) és Orosházánál (tszf. 90 m) is ismert. E vonaltól nyugatra a Maros és a Tisza holocén artéri síkságán a folyók gyakran változtatták futásirányukat, s a felszínt jelentősebb vastagságú (10–20 m) holocén üledékek borítják, melyekből foltszerűen emelkednek ki a pleisztocén löszös-homokos térszínek (pl. Szőreg /tszf. 90 m/, Törökkanizsa-Józseffelva /tszf. 96 m/, Oroszlámos-Majdán /tszf. 96 m/ stb.).

A felső-pleniglaciálisban artéri löszök, artéri löszszerű üledékek is képződtek, amelyek a Maros-hordalékkúp nagyobb részét napjainkban is fedik. A késő glaciálistól a Szolnok–Titel árok kialakulásával a Tisza kisebb mértékben bevágódott alluviális síkságába, amit a Maros is követett, így befejeződött a Maros-hordalékkúp épülésének intenzív időszaka, s a két folyó felszínformáló tevékenysége a mélyebb fekvésű holocén artéri síkságra összpontosult (BORSY Z. 1989). A holocénben újra az Aranka-ér – az árvizek levezetésekor a Galaczká is –, lett a Maros folyó egyik fő lefolyási vonala (MIKE K. 1991). A Makó-Szeged vonal süllyedése azonban magához vonzotta a Maros folyó fő víztömegét, így ekkor a Marosszögben jelentős holocén üledék halmozódott fel.

A szelektív erózió és akkumuláció eredménye a Marosszög mikroformákban gazdag felszíne (2. ábra). Jellemzője, hogy a holocén üledékek felszíne átlagosan 3–4 m-rel a pleisztocén korú artér szintje alatt maradnak (ANDÓ M. 2002). Ez a bevágódás még nem tekinthető teraszképződésnek, mert a magasabb térszíneket a nagyobb árvizek rendszeresen elönthették, ezért e két felszín alacsony és magas ártérként különíthető el (LÓCZY D. 2010; SOMOGYI S. 2000). A Tisza alsó szakaszát kísérő alacsony artér az utóbbi 10-12 ezer év felszínfejlődési folyamatainak eredménye (KISS T. –HERNESZ P. 2011).

A felszínfejlődés eredményeként napjainkban a Marosszög hármas geomorfológiai tagolódású:

- a legmagasabb térszínek (tszf. 88–96 m) pleisztocén végi löszös-homokos ármentes területek,
- alacsonyabb térszíni helyzetben (tszf. 82–87 m) az óholocén magas artér,
- a legmélyebben (tszf. 77–81 m) az újholocén alacsony artér helyezkedik el.

A legfiatalabbak a folyók menti síkságok (alacsony artér), amelyek a 19. század közepéig természetközeli módon fejlődtek, e térszíneken folytatódott az övzátányok, sarlólaposok kialakulása is (2. ábra). A régió keleti részén döntően az Ős-Maros és annak mellékágai, a nyugati részén pedig döntően az Ős-Tisza alakította ki a kis reliefenergiájú felszínt, azonban éles határvonal e tekintetben sem vonható meg.

A vízrajzi és talajtani adottságok visszaigazolják a Marosszög fenti hármas morfológiai szerkezetét és felosztását, melyhez a régióban megtelepülő embereknek is alkal-

mazkodniuk kellett (a települések lakói döntő többségében évszázadokon keresztül differenciált ártéri gazdálkodást folytattak), s a településhálózat és a szárazföldi útvonalak futása kirajolja az egykori árvízi és ármentes térszíneket is (2. ábra). A felszíni formák nagyrészt folyóvízi eredetűek, a felszínt a különböző mértékben feltöltődött holtágak és morotvaroncok fedik. E morotvák mérete alapján is jól elkülönül egymástól a Marosszög nyugati és keleti területe. A Stara Torinától (Deszk) az ún. „szerbkeresztúri szigeten” és Kanizsamonostor-Feketető körül lefűződött morotvákon át a padéi morotva és övzátony sorozatig a geomorfológiai formák a Tisza – vagy annak korábbi bővizűbb elődje – felszíni munkavégző folyamatait tükrözik, míg a vonaltól keletre a Maros és fattyú-ágainak kisebb méretű morotvái és medermaradványai uralják a felszínt. A pleisztocén rétegek fedője infúziós lösz, míg a felszínt homokliszt, iszap és agyag, a Tisza és a Maros övzátonyait homok borítja (MAROSI S. – SOMOGYI S. 1990).

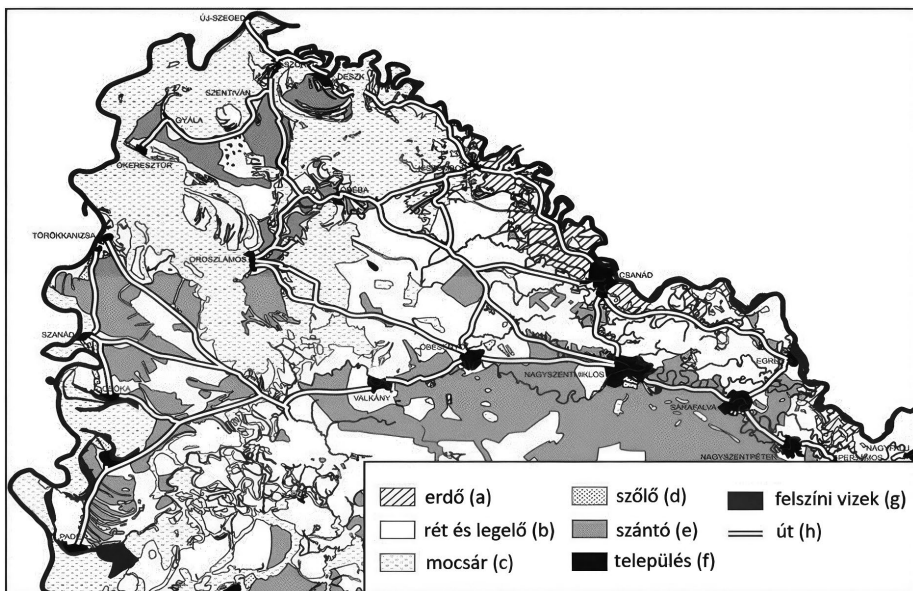
A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a Marosszög természeti-környezeti adottságai és erőforrásai differenciáltan álltak rendelkezésére a számban gyarapodó, etnikailag is tagolt társadalom számára. E tökéletes síkságon vertikálisan néhány méteres, olykor néhány deciméteres szintkülönbségnek is óriási jelentősége volt – nem csak a mikrorelief tekintetében –, meghatározva a vízzel borítottságtól a talajképző faktorok hatásán keresztül az antropogén tájhasználatig minden jelentős folyamatot. A helyi nyersanyagok feltárása és feldolgozása jelentős, s a társadalom mindenkori fejlettségének megfelelően, bőségesen állt rendelkezésre. A Marosszög természeti-környezeti adottságai és sajátosságai alapján kiemelkedően fontos bányászati régió, ahol kis területen belül a legjobban tanulmányozhatók az Alföld más régióiban szétszórta található természeti-környezeti és ökológiai értékek is.

A Marosszög tájhasználat

A marosszögi kultúrtájról – a történeti földrajzi aspektusú tájrajzi vizsgálatok során – prioritás egy olyan szintetikus és magyarázó kép megrajzolása, amely az emberi tevékenységi formák időbeli változásainak és térbeli differenciálódásának, az antropogén kultúrtáj-teremtés folyamatának bemutatásán alapszik. A tájtípus és -használati térképek alapján azt jelenítjük meg, hogy a vizsgált régió ökológiai adottságai hogyan épültek be a gazdálkodás idő- és térbeli rendjébe, s a regionális munkamegosztásba. A történeti tájhasználat és struktúráváltozást rekonstruálva időkeresztmetszeteket készítettünk, a folyamatleírás biztosítására.

A lokális környezetátalakítás jellemzői a 18. században

A kultúrtáj alakításához, s a gazdaság 18. századi reorganizációjához fontos volt az emberi erőforrás biztosítása és a terület vízrendezése is. A beáramló népesség a helyi és helyzeti energiák mobilizálásával rövid idő alatt humanizált kultúrtájává változtatta a Marosszög területét. A gazdasági élet természetföldrajzi alapjai, lehetőségei és potenciális tartalékai a táj arculatát meghatározó ártéri síkságokon és belőlük kiemelkedő ármentes térszíneken alapultak. A marosszögi településeken a vegyes (polikultúrás) gazdálkodás vált uralkodóvá. A települések határ-struktúráját, a művelési ágak térbeli rendjét az agroökológiai tényezők, elsősorban a mikrorelief és a termőtalajok tagoltsága szerint – több nemzedék egymásra rétegződő munkájával – alakították ki. A társadalom alkalmazkodott, s tájformáló, környezetátalakító tevékenysége ekkor lokális szintű volt. A gazdálkodás térbeli rendjét az első katonai felmérés térképszelvényei örökítették meg (3. ábra).



3. ábra A Marosköz gazdasági-gazdálkodási térszerkezete (1782–85)

Forrás: Az első katonai felmérés térképszelvényei alapján a szerzők szerkesztése (rajzolta: TÓTH ZOLTÁN informatikus)

Figure 3 The economic and management spatial structure of Marosköz (1782–85).

a: forest, b: meadow, grass, c: marsh, d: vineyard, e: plough field, f: settlement, g: surface water, h: road

Source: Edited by the authors based on the map sections of The First Military Survey. (drawn by ZOLTÁN TÓTH, IT)

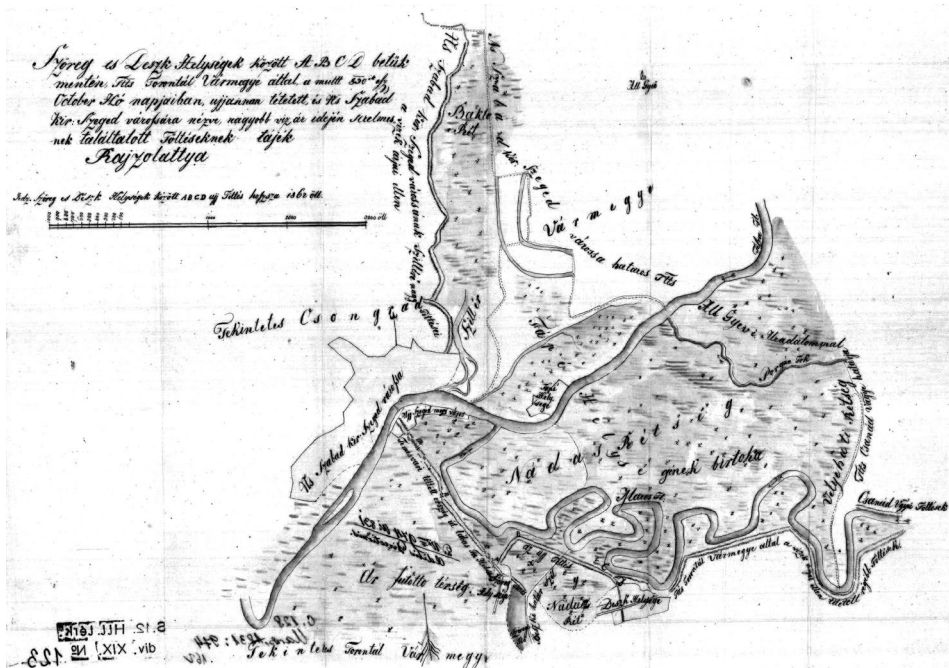
A történeti-geográfiai adatok és térképészeti források alapján bizonyítható, hogy a Marosköz területén a gazdasági egységek sajátos termelési övezetekbe, meghatározott időkeretek között gazdálkodtak az adott térben. A környezeti potenciál kihasználását jelentő komplex tevékenységi forma két alappilléren nyugodott: a külterjes szántóföldi növénytermesztésen és a tradicionális állattenyésztésen, amelynek szerves részét képezte – évente eltérő hosszúságú időintervallumban – az ártér-használat is. A Marosköz kb. 50–60%-át kitevő ártérület nem volt hasznavehetetlen, mint ahogyan azt az 1865. évi felmérés jellemezte. A Marosköz népessége e területeket is igyekezett a legsokoldalúbban hasznosítani, amely elsősorban az állatállomány fenntartásában játszott kiegészítő szerepet, azonban a folyókból kiágazó fokok és erek, illetve nagyobb mocsarak és tavak a differenciált ártéri gazdálkodást is lehetővé tették. A differenciált ártéri gazdálkodás részét alkotó állattartás szintere elsősorban a magas ártér és az ármentes szint volt.

Az árterek mocsár- és gyeprétejai, valamint az ártéri erdők nyújtottak táplálékot, de az ugaron hagyott földterületeken is tartottak állatokat. A legeltetés térbeli rendjét és ritmusát a folyók ismétlődő árvizei is befolyásolták. A mocsár- és gyeprétek jelentős területet (kb. 40–50%) foglaltak el a Marosköz nyugati részén, ahol a vízinövényekkel benőtt, lassan mozgó vízzel borított területek és a mélyebb térszínek nyílt vízfelületei kedveztek a halászat-pákászat ősi mesterségének tovább éléséhez. A vízfolyásokból kiszakadó és a mocsaras-lápos területeket összekötő erek (pl. Felső-Aranka, Porgány-ér stb.) fontosságát jelzi, hogy több helyen (pl. Feketető, Óbéd stb.) révátkelők voltak, s ahol lehetett köhidat is építettek.

Az első katonai felmérés térképei alapján megállapítható, hogy a szántóként hasznosított felszínek ekkor még nem alkottak összefüggő területet, s a falvak határában szétszórta helyezkedtek el (pl. Padénál a Tisza övzatonjai szántóként, a közöttük lévő mélyedések

legelőként kerültek ábrázolásra). Az állandóan vagy az év nagy részében vízzel borított alacsony árterek természeti erőforrásait az ártérperemi települések – jelentős környezet-átalakítást nem igénylő módon – hasznosították, így a táj döntően természetközeli állapotban maradt. Az időszakosan elöntött magas ártereket is döntően természetközeli állapot jellemezte, ahol a jellegadó halászat, vadászat és a legeltető állattenyésztés mellett, a megtelepedésre alkalmas térszínek (pl. a folyóhátakon és az ún. „lősz terasz-szigeteken”) szántóföldi gazdálkodást is folytattak (KÓKAI S. 2002). Az egyes munkaföldrajzi egységek (pl. szántók, rétek, szőlők stb.) a településközi térben részben már ekkor is összekapcsolódtak. Az is megállapítható, hogy az itt élők a 18. századig nagyobb területre kiható, a táj jellegét megváltoztató folyószabályozási munkálatokba sem fogtak. A komplex ártéri gazdálkodás során az alacsony ártér leghasznosabb növényeit (pl. nád, gyékény, sás stb.) széles körben alkalmazták (pl. házak fedése, kerítések készítése stb.), olykor a 20. századig. A néprajzi szakirodalomból ismert, hogy a lápi gyűjtögetés, a vízimadarak és a lápi állatvilág zsákmányolása a népesség élelemmel való ellátását is szolgálta.

A 18. század közepén meginduló lokális környezetátalakító munkálatok a növekvő árvízszint elleni védekezést és a gazdaság fejlesztését egyaránt szolgálták. A helyi beavatkozás egyik alábbi példája is jelzi a Maros árhullámai és a települések kapcsolatrendszerét. Torontál vármegye 1784-ben elrendelte a töltés megerősítését a „deszki foktól a csanádi határig”. Ezen belül hozzáfogtak a (kis)zombori töltés (ún. Székhát-út, amely 1752-ben épült) javításához is (MAROSVÁRI A. 2008). A lokális természetátalakítás egy másik elemét – Szeged-Temesvár közlekedési út (Újszeged és Szőreg közötti szakasz) használatának biztosítását és létesítményeit – tünteti fel a mellékelt kéziratos térkép (4. ábra).



4. ábra A szegedi átkelőhely és földrajzi környezete (1831)

Forrás: Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára (jelzet: S 12 – Div. XIX. – No. 123.)

Figure 4 The Szeged crossing and its geographical surroundings (1831)

Source: National Archives of the Hungarian National Archives (mark: S 12 – Div. XIX. – No. 123.)

A 19. század elején a legkomplexebb lépést az ármentesítés terén – az 1816. évi árvíz pusztításain okulva – Torontál vármegye tette meg, egyrészt a Perjámostól Deszking terjedő, mintegy 60 km hosszú Maros bal parti töltés megépítésével, másrészt 1826-ra a bábatői magas parttól a zsaluyai révig is töltések voltak a Tisza mentén, amelyek 1838-ra Nagybecskerék és Törökkanizsa között egységes védelmi rendszert alkottak (BOROVSKY S. 1909). További munkálatok 1846 után vettek nagyobb lendületet, amikor elhatározták, a Tisza és a Maros töltéseinek összekötését is.

Az integrált környezetátalakítás és következményei

A tervszerű és átfogó töltéscépesítés – amely a Maros és a Tisza nagyvizeinek a szabályozását szolgálta – az 1850-es évek végén indult meg. Erről a Felső-Torontáli Ármentesítő és Belvízszabályozó Társulat (Szh: Nagyikinda, Alapítva: 1840, az országban másodikként a negyvenhét társaság közül, hatáskörének kiterjedése: 321,4 ezer hektár) gondoskodott, melynek eredményeként a Tisza ártere hol összeszűkült, hol kiszélesedett. Mindez komoly veszéllyel is járt, különösen Szeged esetében, mert a Tisza mentén itt alakult ki a legszűkebb nagyvízi szelvény, melynek visszaduzzasztó és vízszintemelő hatása is hozzájárult az 1879. évi katasztrófához. A Szeged-Temesvár vasút vonal ártéri szakaszának töltésének (1856) szűkítése mellett, a Szőreg-Újszeged közötti közút (4. ábra) hidjai (összesen 728 m hosszú) sem tudtak ekkor részt venni az árhullám (az 1856. évi árhullám közel 55%-a még itt folyt át) elvezetésében.

Az integrált környezetátalakító munkák megváltoztatták a társadalmi termelés földrajzi alapjait, illetve ökológiai feltételrendszerét (FRISNYÁK S. 1992, 1994), eltűntek az egykori ártéri életterek, az ártéri tájak és élőhelyek, amelyek megfeleltek a korábbi nagyállattartó és földművelő életformának. A komplex vízszabályozási és árvíz-mentesítési munkálatok – szerves egységben a kiépülő vonalas infrastruktúrával –, a nemzetközi gabona-konjunktúra, valamint a kiegyezést követően megalakuló Osztrák-Magyar Monarchia védett belső piaci egyaránt azt eredményezték, hogy a 19. század végére a Marosszög mezőgazdasági súlya, szerepe, földhasznosítási formái jelentős mértékben átstrukturálódtak.

Az 1860-as évektől a természeti környezetben előidézett változások, a mezőgazdasági termelés költségeinek a növekedése, az említett gabonakonjunktúra és a gyarapodó népesség a szántóterület erőteljes növekedését, ezáltal a művelési szerkezet gyökeres megváltozását, végső soron a gazdálkodás strukturális átrendeződését igényelte. A mezőgazdasági tevékenység jellege a szántóföldi növénytermesztés és az istálló állattenyésztés felé tolódott el. Megszűnt az ártér és az ármentes térszín határháználatti különbsége, s a szántógazdálkodás vált uralkodóvá. A környezetátalakító munkálatok eredményeként több mint 120 ezer hektár vált intenzívebben hasznosíthatóvá (KÓKAI S. 2021). A marosszögi gazdaság egyes ágazatai a 19. század második felében erőteljesen differenciálódtak a társadalmi-gazdasági erőterek és szintek változatos mozaikjaira tagolva a régiót, alkalmazkodva az egységesülő gazdasági térszerkezetéhez. Az átalakulása jellege és intenzitása évtizedekre meghatározta a Marosszög helyét és szerepét a Kárpát-medence, s ezen belül az Alföld és a Bánság földrajzi munkamegosztásában. A környezetátalakító munkálatok hatására megváltozott a Marosszög földhasznosítása (1. táblázat) és gazdálkodási feltételrendszere.

Az adatok alapján érzékelhetők a környezethasznosítás legfontosabb települési-területi különbségei is. 1865-ben a Marosszög területének (= 276 914 kat. hold) 92,9%-át az agrárium és az erdőhasznosította. A szántóföldi kultúra behatolt az alluviális lapályok ártéri (infúziós) löszös területeire, az ármentes területeken pedig erősödött az intenzív tájhasználat, a belterjes növénytermesztési kultúrák és a vetéscsergő térhódítása is meg-

A tájhasználati arányok változása a Marosszögben (1865–1909)
Changes in land use rates in Marosözög (1865–1909)

Év	Terület (kat. hold)	A földterület %-os megoszlása						
		szántó, kert	rét	legelő	erdő	szőlő	nádas	hasznavehetetlen
1865*	276 914	60,7	6,7	21,1	3,2	1,2	0,4	6,7
1895	292 115	74,5	4,5	12,6	1,8	1,0	0,2	5,4
1909	293 850	79,0	1,9	9,5	1,3	1,9	0,1	6,3

* Ferencszállás, Kübekháza, Bolgártelep, Keglevichháza, Egyházaskér, Kanizsamonostor és Magyar-Padé nem szerepel a jegyzékben.

Forrás: Magyarország műveléségi ... (1865), ÁMÖ (1895), ÁMÖ (1909) adatai alapján a szerzők szerkesztése

Source: Edited by the authors based on the data of Hungarian Cultivation ... (1865), ÁMÖ (1895), ÁMÖ (1909).

kezdődött. A szántó részaránya 60,7%-ra növekedett és elérte optimális határait. A rét és legelőterület 27,8%-ra csökkent. A nádas 0,4%-kal, az egyéb (beépített és ún. hasznavehetetlen terület) 6,7%-kal részesedett a régió földalapjából (1. táblázat). A szántók nagy része a magas ártéren helyezkedett el, így az áradások gyakran veszélyeztették, illetve elöntötték, különösen az Ócsanád–Óbesenyő vonaltól nyugatra lévő területeken. E képzeletbeli vonaltól keletre elhelyezkedő területek kevesebbet szenvedtek a Maros áradásaitól, így ott összefüggő és uralkodó volt a szántóterület az egyes települések határhasználatában.

A Marosszög szántóin a népesség ellátásához szükséges növényféléseket természetiek (pl. búza, rozs stb.), de igen fontos volt a kukorica és a kender termesztése is (BÁRÁNY Á. 1845). Az árutermelés legfontosabb elemei a belsőségeken termesztett hagyma, káposzta és saláta, illetve a külön kiváltságolt dohánytermesztés. A dohánykultúra fejlődését mind a természeti tényezők (pl. talajadottságok, éghajlat stb.), mind a társadalmi-gazdasági tényezők (pl. Szeged népességének vagyoni differenciálódása, földéhség ismételt megjelenése stb.) döntően határozták meg (KÓKAI S. 2016). Az 1860-1870-es években a Marosszög területén 3046 kat. holdon termesztettek szőlőt, ez a mezőgazdasági földalap 1,2%-a. A szőlőskertek és -ültetvények 18-19. századi térfoglalása hozzájárult a paraszti és földesúri gazdaságok bizonyos mértékű növekedéséhez és szerkezetátalakításához. A szőlőtermesztő települések a kerti szőlők kategóriájába nyertek besorolást.

A településsoros adatok lehetővé teszik, hogy a régió egészére jellemző tájhasználat mellett – az agroökológiai feltételekhez alkalmazkodó – lokális tájszerkezeteket is megismerjük (3. és 5. ábra). Az 1865. évi országos összeírás adatai alapján megállapítható, hogy a Marosszög három településének (Kláralfalva, Kiszombor, Nagycsanád) külterületén igen jelentős kiterjedésű erdők voltak. Az erdőségek jól beilleszkedtek a mezo régióban élők környezet-gazdálkodásába, az erdőélés különböző lehetőségei (pl. gombászás, gyógynövények gyűjtése stb.) mellett specifikumok is jellemezték. Az erdőgazdálkodás klasszikus elemei (pl. szénégetés, hamuzsír-főzés stb.) ugyan hiányoztak, de a lakosság mindennapi épület-, szerszám- és tűzifa szükségletének kielégítésében ezek az erdők is szerepet játszottak. A legnagyobb és leghíresebb erdők (pl. Csanádi erdő, Ladányi erdő, Vér erdő, stb.) vadállománya (főként őzek) a hétköznapi emberek számára elérhetetlennek bizonyultak. Az erdők tölgy állományát azonban az itt élők is eladták, korabeli for-

rások szólnak arról, hogy a Szeged-alsóvárosi ferencesek az évi tűzifa-szükségletüket a Ladányi- és a Csanádi-erdő állományából vásárolták.

A 19. század végére jelentős arányeltolódás következett be a települések külterületeinek művelési szerkezetében, különösen a Marosszög nyugati részén. A tájhasználat egyes elemeit tekintve a szántók területe 1895-re 74,9%-ot ért el, a rét és legelőterületek lecsökkentek (17,1%). A szántó részarányának növekedése az egyes településeken differenciáltan történt. A legnagyobb arányban az Ócsanád-Óbesenyő vonaltól ÉNy-ra elterülő, korábban mocsaras-ingoványos területen következett be (pl. Gyálán, Hódegyházán és Padén több mint kétszeresére, Klárafalván, Rabén és Szajánban több mint 70%-kal nőtt a szántó kiterjedése stb.). A frissen művelés alá vont területek az egykori szántók pereméhez kapcsolódtak. Az új szántók többségét a rét- és legelőterületek rovására alakították ki. E folyamat egyik eredményeként uralkodóvá vált a vetésforgó. Mindehhez nagymértékben hozzájárultak a németek – magasabb szaktudásukkal – és a bolgárok – 5-10 hektáros öntözött parcellák (ún. „bolgárkertészetek”) kialakulása (pl. Nagycsanád, Csóka stb.) – belterjes gazdaságai, illetve az intenzív mezőgazdasági kultúrák elterjedése (pl. hagyma-, saláta-, rózsatermesztés stb.).

E tekintetben régi-új sikernövényként jelent meg a hagyma. A makói hagymatermesztés 1861-ben, – a belső legelők felosztása után – került át a belsőségi kertekből a szántóföldekre, ami jelentős termésmnövekedést eredményezett. A makói kertészek 1879-től a hagymatermeléssel a Marosszög területére is megjelentek. A Rónay- és a Nákó-birtokokból kitűnő minőségű, friss erdőirtást is kaptak haszonbérbe. Csóka határában a Léderer-féle birtokon kitelepedett makói kertészek hagymát termeltek.

A rét aránya alig érte el a 4,5%-ot, ez alacsonyabb volt, mint az országos átlag (8,6%). A legelő területe megfeleződött (21,1%-ról 12,6%-ra). A legelők egy része a korábbi mélyebb fekvésű térszíneket foglalta el, amelyeket a 19. század végén is időszakos extenzív legelőként hasznosítottak.

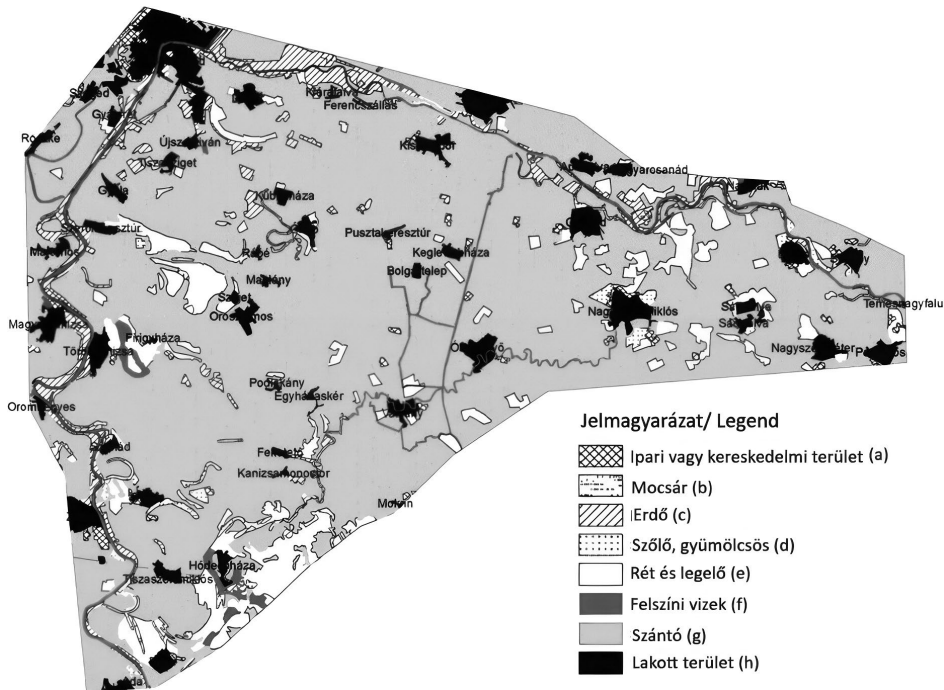
A régió szőlő- és gyümölcsstermesztése korábban sem volt számottevő, a földalap alig egy százalékára terjedt ki, amelyben egyrészt jelentős szerepe volt a filoxéravésznek. Másrészt a homokos háttakat, amelyek esetleg alkalmasak lettek volna szőlő termesztésére, szántóként művelték. A filoxéra-vész és az azt követő rekonstrukció mértékére a statisztikai adatok alapján is következtethetünk.

Az egykori alacsony ártér nádas-gyékényes vegetációja, amely évszázadokon át fontos volt a lakosság gazdálkodásában, a 19. század végén sem veszítette el teljesen jelentőségét, mert alapvető építőanyagként szolgált. Területe azonban fokozatosan csökkent.

A szabályozási munkálatok során jelentős területekről (főként a Tisza és Maros menti térszínekről) kiirtották az erdőket (pl. felhasználva az új meder kialakítására, partvédművek készítésére stb.), de jelentős csökkenést eredményezett a jobb talajadottság is. Nemcsak kisebb erdőfoltok tűntek el, hanem nagyobb – akár több száz holdas – erdők is (pl. Ladányi-erdő, Vér-erdő stb.), melyek eredményeként az erdő aránya 3,2%-ról 1,8%-ra csökkent.

A 19-20. század fordulójára a mezőgazdaság által hasznosított terület a régióban meghaladta a 90%-ot, míg a művelésre alkalmatlan terület alig változott (5,4%), azaz a termelés ökológiai feltételei visszafordíthatatlanul megváltoztak. A Marosszög mezőgazdasága olyan mértékű fejlődésen ment keresztül, mely túllépett a gyorsan gyarapodó népesség alapvető igényeinek kielégítésén, s hazánk egyik fontos árutermelő körzetévé fejlődött. A termelési-művelésügyi struktúra a 20. század során már nem változott lényegesen, így az 5. ábra jól mutatja az elmúlt évszázad állandósult táj- és határhasználatát.

A rét- és legelőterületek mérete és minősége, eltérő szénahozama, az erdei legelők túllegeltetése mind-mind jelentősen befolyásolták az extenzív állattenyésztés állapotát



5. ábra A Marosköz gazdasági-gazdálkodási térszerkezete (2018)

Forrás: Corine CLC 2018 térkép alapján a szerzők szerkesztése (rajzolta: TÓTH ZOLTÁN informatikus)

Figure 5 The economic and management spatial structure of Marosköz (2018).

a: industrial area, b: marsh, c: forest, d: vineyard and fruit trees, e: meadow, grass, f: surface water, g: plough field, h: inhabited area.

Source: based on Corine CLC 2018 map, edited by the authors (drawn by ZOLTÁN TÓTH, IT)

és fejlődési alternatíváit. Ekkor az extenzív állattenyésztés domináns szerepet játszott, s intenzívebb állattenyésztés csak különösen kedvező adottságú településeken (pl. városok környezetében, kiváló talajadottságok stb.) kezdetett térhódításába. A természetes takarmánybázison, illetve a takarmánytermesztésen alapuló (istállózó) állattenyésztés a 19. század második felében mérsékelt ütemben fejlődött. Az állatállomány nagyságának és térbeli megoszlásának vizsgálatához az első teljes körű összeírások adatai (1895) alapján megállapítható, hogy 26 971 db szarvasmarha, 25 779 db ló, 60 338 db juh, 56 614 db sertés és több mint háromszázezer baromfi volt a marosközöi települések gazdaságaiban. A 100 kat. holdra eső számosállat állományt tekintve kimagasló értékkel rendelkező Hódegyháza (382,8 számosállat/100 kat. hold), Ferencszállás (206,1 számosállat/100 kat. hold) és Németszentpéter (101,7 számosállat/100 kat. hold), ami csak úgy volt fenntartható, ha a szomszédos községek területén is béreltek legelőket, illetve vásároltak takarmányt. Mindehhez a lakosoknak jelentős jövedelemmel kellett rendelkezniük. Ezt a növénytermesztés extra bevételei (pl. Ferencszállás korai zöldségek termesztése) biztosították.

Az állatsűrűség marosközöi átlagát (18,1 számosállat/100 kat. hold) a fenti három településen túlmenően még 20 település értéke haladta meg, amelyekben belül kiemelkedett Ócsanád, Egyházaskér és Keglevichháza, valamint a németek által lakott települések, a fejlett és intenzív szarvasmarha és lótenyésztés eredményeként (KÓKAI S. 2021). A magas juhállománnyal rendelkező települések (pl. Óbáb, Ókeresztúr, Deszk, Törökkanizsa, Oroszlámos, Valkány stb.) a kedvezőtlen környezeti adottságok miatt az átlag körüli

vagy attól alacsonyabb állatsűrűséggel rendelkeztek. E települések egy részén a juhtartás tradíciói is a külterjes juhászat fennmaradását segítették elő. Az állatállomány sűrűségét jelző értékekbe nem számítottuk bele a baromfiféleket, mindazok ellenére azonban tudjuk, hogy néhány település lakóinak esetében (pl. Nagycsanád, Óbesenyő stb.) fontos volt a hizott libatartás, melyet szezonálisan – elsősorban ősszel – a makói vagy a szegedi piacokon értékesítettek.

Az 1909. évi kataszteri felmérés szerint a szántók részaránya (77,9%) tovább emelkedett, a kertekkel együtt megközelítette a 80%-ot. A növekedés forrásai a rétek és legelőterületek csökkenése (pl. Óbéb, Törökkanizsa, Tiszaszentmiklós stb.) és az erdők kivágása. A rétek és legelők 11,4%-kal, a szőlők 1,9%-kal, az erdők 1,3%-kal részesedtek a mezőgazdasági földalapról. A filoxéravész utáni sikeres szőlőtelepítések eredményeként e fontos haszonnövény termőterülete megduplázódott. Az erdők közül a korábban méltán híres nagyszentmiklósi és ladányi erdőket kivágták, s csak a csanádi és a perjámosi erdők maradtak fenn. A terméketlennek minősített területek 6,3%-ot tettek ki.

A környezetátalakítás és gazdálkodás folyamatát elemezve (*1. táblázat*) és összehasonlítva (*3. és 5. ábra*) megállapítható, hogy nagymértékben homogenizálódott, egyszerűsödött és állandósult e mikroformákban gazdag mezorégió gazdasági-gazdálkodási térszerkezete.

Összegzés

Az integrált környezet-átalakító munkálatok eredményeként a mezőgazdasági tevékenység régió belüli differenciálódása felgyorsult, belső és külső kapcsolatrendszere, térszerkezete és árualapja mind a mennyiségi, mind a minőségi mutatókat tekintve megváltozott, s kialakultak a tőkés mezőgazdaság termelési és kapcsolat-rendszerét jellemző sajátosságok. Az agrártermékek folyamatosan emelkedő árai, biztos piaci és a szállítási-feldolgozási feltételek megteremtése azt eredményezte, hogy az extenzív növekedés rendelkezésére álló tartalék területeit (pl. árterek, rétek és legelők, erdők stb.) is igénybe véve a termelés a búza- és kukorica-termesztésen alapuló monokultúrás jellegű gazdálkodás irányába toldott el. Az integrált környezet-átalakító munkálatok sokat javítottak mind az ár-, mind a belvízvédelem terén, azonban a már megoldott problémákon túl újabb gondok is jelentkeztek. Az átalakítás kétségtelen pozitívumai ellenére a negatívumok (pl. magas talajvíz, elszikesedés, ökológiai környezet teljes átalakulása, lápi vegetáció megszűnése stb.) napjainkig jelen vannak. A Marosszög lakóinak a Marostól és a Tiszától való rettegése, a szabályozások után sem szűnt meg, bár a gyors mederváltozás veszedelme ugyan kevésbé jelentős, de az árvízveszedelem fokozódott, s a hullámtéri akkumuláció felerősödött.

KÓKAI SÁNDOR

Nyíregyházi Egyetem, Turizmus és Földrajztudományi Intézet, Nyíregyháza
kokai.sandor@nye.hu

FRISNYÁK SÁNDOR

Nyíregyházi Egyetem, Turizmus és Földrajztudományi Intézet, Nyíregyháza
drfrisnyaksandor@gmail.com

BÁNYÁSZNÉ KRISTÓF ANDREA

Nyíregyházi Egyetem, Turizmus és Földrajztudományi Intézet, Nyíregyháza
kristof.andrea@nye.hu

VASS RÓBERT

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Földtudományi Intézet,
Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
vass.robort@science.unideb.hu

IRODALOM

- ANDÓ M. 2002: A Tisza vízrendszer hidrogeográfiája. – SZTE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged. pp. 89–107.
- BÁNYÁSZNÉ KRISTÓF A. – KÓKAI S. 2022: Pordánymonostora és földrajzi környezete. In: OLÁH R. (szerk.): „... születtem, elvegyültem és kiváltam...” – Tanulmánykötet Dr. Makra László professzor 70. születésnapjára. Magánkiadás, Nagykőrös. pp. 156–169.
- BÁRÁNY Á. 1845: Torontálvármegye hajdana I–II. – Buda. p. 80.
- BOROVSKY S. 1909: Magyarország vármegyéi és városai. Torontál vármegye. – Országos Monográfia Társaság, Budapest. 632 p.
- BORSY Z. 1989: Az Alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki fejlődéstörténete. – Földrajzi Értesítő 38/3–4. pp. 211–224.
- DEÁK J. Á. 2005: Landscape ecological researches in the western Marosköz. – Acta Climatologica et chorologica, Universitatis Szegediensis, Szeged. pp. 33–46.
- FRISNYÁK S. 1992: Az Alföld kultúrgeográfiai korszakai (Adalékok a környezethasznosítás és -átalakítás értékeléséhez). – Borsodi Földrajzi Évkönyv, Miskolc. pp. 5–19.
- FRISNYÁK S. 1994: A tájak és az emberi tevékenységi formák. – In: VIGA GY. (szerk.): Megyekönyv. Miskolc. pp. 9–44.
- FRISNYÁK S. 2012: Tájhasználat és térszervezés: történeti földrajzi tanulmányok. – Nyíregyháza. 201 p.
- KISS T. – HERNESZ P. 2011: Az Alsó-Tisza-vidék árterének geomorfológiai jellegzetességei és kora. – Földrajzi Közlemények. 3. pp. 261–274.
- KÓKAI S. 2002: A kultúrtáj terjedése és változása a Marosközben a XVIII–XIX. században. – In: FÜLEKY GY. (szerk.): A táj változásai a Kárpát-medencében. IV. Tájérténeti konferencia. Gödöllő. pp. 210–223.
- KÓKAI S. 2010: A táj és az ember kapcsolata a Marosköz területén (18-19. sz.). – In: PÁL Á. (szerk.): Dr. Moholi Károly emlékkötet, Szeged. pp. 167–177.
- KÓKAI S. 2016: A dohánykertészek szerepe a Marosköz 18–19. századi társadalmi-gazdasági változásaiban. – Történeti Földrajzi Közlemények 4/1. pp. 84–107.
- KÓKAI S. 2021: A Marosköz történeti földrajza (1718–1918): a táj- és erőforrás használat változása a 18. század elejétől a 20. század elejéig. – MTA Társadalomföldrajzi Tudományos Bizottság Történeti Földrajzi Albizottsága, Nyíregyháza–Kiszombor. 296 p.
- LÓCZY D. 2010: Az árterek tájökölógiai jelentősége. – Tájökölógiai Kutatások 2010. Bp. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. pp. 147–154.
- Magyar Korona Országainak Mezőgazdasági Statisztikája 1897.
- MAROSVÁRI A. (szerk.) 2008: Kiszombor története I–II. – Kiszombor Község Önkormányzati Képviselő-testülete, Kiszombor, ISBN 978 963 06 2794 8, 635 + 568 p.
- MIKE K. 1975: A Maros kialakulása és fejlődése. – In: Vízrajzi Atlasz sorozat 19., Maros, VITUKI, Bp., pp. 14–18.
- MIKE K. 1991: Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története. – Aqua, Budapest, ISBN 963 602 552 5, pp. 680–692.
- 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. 93–126.
<https://doi.org/10.32643/fk.146.2.1>
- SOMOGYI S. 2000: A folyóhálózat kialakulása és természetes fejlődése. – In: SOMOGYI S. (szerk.): A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai Magyarországon. Bp. pp. 57–80.
- Szöreg és Deszk helységek között ABCD betűk mentén... Torontál vármegye által... újonnan tététt és... Szeged városára nézve, nagyobb vízár idején sérelmesnek találtott töltéseknek tájék rajzolatya, Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Div. XIX. – No. 123. (kéziratos térkép)
- Torontál vármegye adóközségeinek területe és kataszteri tisztajóvédelme művelési áganként és osztályonként az 1909. évi V. t.-cziikk alapján végrehajtott kataszteri kiigazítás után. Bp, Állami Ny. 1914. 115. p.
- VASS R. 2022: A tájhasználat változásának vizsgálata a Bodrogszigeten. – In: KISS E. – BALLA D. (szerk.): Tájökölógiai kihívások, adaptációs lehetőségek. Debrecen, MTA DTB Földtudományi Szakbizottság. pp. 133–137.

A TISZA-TÓ VÁLTOZATOS TERMÉSZETI ADOTTSÁGAINAK TURISZTIKAI KIHASZNÁLÁSA

BENKHAARD BORBÁLA – CSORBA PÉTER – MESTER TAMÁS – SZABÓ GYÖRGY
– ROOIJEN, AZIN – KISS EMŐKE – BALLA DÁNIEL – FAZEKAS ISTVÁN
– VASS RÓBERT – BABKA BEÁTA – BALÁZS DÁVID – VASVÁRI MÁRIA

TOURISTIC USE OF THE DIVERSE NATURAL ADVANTAGES OF LAKE TISZA

Abstract

Lake Tisza is a lowland reservoir with an area of 127 km² in the middle of the Carpathian Basin established in the 1970s. Among its original functions, in addition to flood control, it was expected to irrigate a larger agricultural area and increase water freight transport. Today, buffering of extreme water conditions, nature conservation and recreation have become the main profiles. The diverse hydroecological features and mosaic landscape structure of the lake allow for versatile nature conservation and utilization in tourism. This differentiated use is in line with the worldwide trend of favouring locations with multiple leisure activities in close proximity to each other. Lake Tisza offers fishing, swimming, sailing, canoeing, nature observation boating and cycling opportunities, but due to its status as a Ramsar bird conservation site, it is also a valuable destination for ornithologists. In the course of our research, we examined the current spatial pattern of these activities and the possible arrangement of expedient further development.

Keywords: landscape diversity, land use preferences, zonation of the landscape pattern, site management, visitor management

Bevezetés

Egy alföldi tájon kialakított mesterséges víztározóról általában nem a természeti változatosság és a sokféle rekreációs lehetőség jut az ember eszébe. Pedig a kiskörei vízerőmű felvén, az 1970-es években felduzzasztott Tisza-tó ökológiai és tájképi diverzitása igen magas és joggal hirdeti magát „4 évszakos” kikapcsolódási helyszínnek.

A Tisza-tó idegenforgalmi potenciáljának vizsgálatát a Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék munkatársai több mint tíz évvel ezelőtt kezdték (BENKHAARD B. 2011; VASVÁRI M. et al. 2014, 2015; CZICZE G. – BENKHAARD B. 2020). A kutatást 2022-ben kiterjesztettük a térség komplex természet-, táj-, és környezetföldrajzi vizsgálatára (MESTER T. et al. 2023).

A Tisza-tóhoz hasonló, nagyméretű rekreációs térség menedzselése sokrétű feladat. A turisták egyre inkább elvárják a megbízható (internetes) tájékoztatást, a helyszín gyors, kényelmes megközelítését, magas szintű infrastrukturális felszereltségét, egészségügyi biztonságát (víz- és levegőtisztaság, minimális allergia- és fertőzésveszély) valamint azt, hogy egymás közelében legyen többféle kikapcsolódásra alkalmas hely, ugyanakkor ezek a tevékenységek egymást ne zavarják.

A Tisza-tó mozaikos természeti adottságának kialakulása

A Tisza-tó a folyó épp azon szakaszára esik, ahol egykor a síkvidéki mederfejlődés a legszabadabb módon érvényesült, ahol a folyó 80–90 km széles árteret uralt. A középszakasz jellegű, kanyarogva feltöltő mechanizmusa nyomán folyamatosan változó ártéri

domborzat alakult ki és elsősorban a vízborítás időtartama alapján változatos élőhely-mintázat jött létre.

A Tisza menti táj változatossága tehát alapvetően a vízkedvelő élőhelyek mozaikos mintázatából eredt, amit a 18. század közepéig alig bolygatott meg az emberi földhasználat. A fordulópontra a szántóföldek iránti megnövekedett igény és a közlekedési utak biztosítása hozta el, de a 19. század végéig valószínűleg senki sem gondolta volna, hogy a mentett árterek szántóföldjeire alig egy évszázad elteltével már nem lesz olyan nagy szükség.

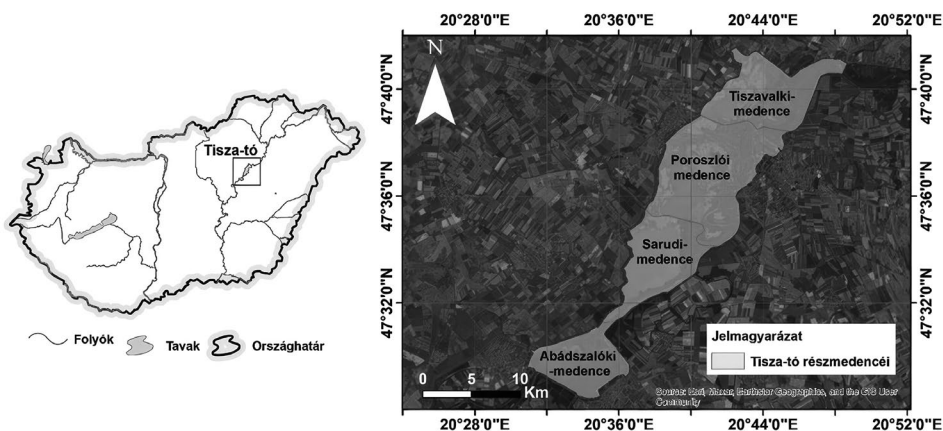
A mentett ártéri földek művelésének gyenge jövedelmezősége hamar kiütközött, amin öntözéssel már az 1930-as években próbáltak segíteni. Az öntözési lehetőség erőteljes bővítése később is kiemelten fontos szempont volt, így a prioritási sor elején szerepelt az 1960-as években, a kiskörei vízerőmű és a víztározó építésének céljai között is:

- vízenergia nyerése,
- ipari (hűtő)víz biztosítása a tiszapalkonyai hőerőmű és a szolnoki üzemek számára,
- öntözhető terület növelése,
- árvízvédelmi műtárgyak erősítése,
- vízi áruszállításhoz szükséges egyenletes vízszint biztosítása,
- a Balaton idegenforgalmi terhelésének csökkentése, áterelése a Tiszához.

A fontos célok között nem szerepelt a természetvédelem és csak utolsó helyen említették a turizmust.

A tavat körbefutó gát és az erőmű elkészülte után 1973-ban megkezdték a tározómedence feltöltését (1. ábra). A 8–10 évre tervezett duzzasztást – a vízszint kiskörei felső vízmércénél 550-ről 850 cm-re történő emelését – eredetileg három ütemben akarták megvalósítani (Kötivizig 2010). Az első két szakaszban megemelkedő vízszint által érintett területen jelentős mennyiségű – részben nem sokkal azelőtt telepített (!) – erdőt kellett kivágni, ami komoly erdőgazdasági veszteséget okozott. A tó részletes térképein feltüntetett „Óhalászi temető” viszont nem a duzzasztás áldozata volt. Tiszahalász falut az 1876-os árvíz rombolta le oly mértékig, hogy újjáépítését megiltották és lakosai számára felépítették Újlőrincfalvát.

A 3. feltöltési szakasz megkezdése idejére változott a koncepció, az 1973-ban létrehozott Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága erősen szorgalmazta a természetvédelmi érdek figyelembevételét és jelentkeztek bizonyos finanszírozási nehézségek is. Ezek együttes hatására 1984-ben lemondtak a vízszint további (125 cm-es) megemeléséről, maradt az



1. ábra A Tisza-tó négy részre tagolóó medencéje (BALLA D.)
 Figure 1 Location and sub-basins of Lake Tisza (BALLA, D.)

akkorra elért és ma is érvényes 725 cm-es maximális vízmagasság. Emiatt a tó É-i részén már nem volt szükség a tározótér növénymentesítésére, megmaradt a természetközeli ártéri erdő, és a vízelöntés időtartama is csak kevéssel hosszabbodott meg. A tó É-i részén a nyár végétől már felszínre, vagy közvetlenül a vízfelszín közelébe kerülnek a domborzat pozitív formái; folyóhátak, övzátonyok, szigetek, az 50–100 évvel korábban ásott belvízlevezetők, vagy a 12 öblítőcsatorna mentén felhalmozott földhányások (2. ábra). Az üzemszerűen biztosított rendszeres vízállásingadozás igen jelentős mértékű (1. táblázat). Az őszi fagyok előtt minden évben 80–100 cm-el lejjebb engedik a vízszintet, ekkor a tómeder 127 km²-éből kb. 43 km² szárazra kerül. A leürítést azonban nem mindig sikerül végrehajtani. 2023/24 telén pl. 7 kisebb árvíz miatt nem lehetett beállítani a téli alacsony vízszintet. Így ebben a szezonban alig kerültek szárazra a fenékdomborzat legmagasabb foltjai. 2022 nyarán ezzel ellentétes vízszintkilengés történt, a szélsőségesen erős aszály miatt 60 cm-el a szokásos nyárvégi szint alá süllyedt a vízállás, szárazra kerültek olyan részek, amelyekről egyébként csak télen engedik le a vizet.

A térben és időben változatos vízborításnak köszönhetően nagyfokú a természetes, a behurcolt és a telepített növényzet diverzitása (2. ábra, 1. táblázat). A nyílt vízfelszínnek kb. 42%-át hínár és mocsári növényzet fedi. A leggyakoribb ilyen növény, a sulyom (*Trapa natans*) terjedését rendszeres ritkításával akadályozzák. Ezek a beavatkozások viszont kiváltják néhány faj robbanásszerű elszaporodását (*Ceratophyllum demersum*, *Najas marina*, *Urticularia vulgaris*) (Internet 1).

A tározótér D-i részén a feltöltés előtt kituskózták a fák tövét, gyökerét is, a Poroszlói-medencében viszont nem, ezért a nagyobb erdőfoltok kitermelése után sok helyen gyökérről újra sarjadt a fás vegetáció.



2. ábra A Tisza-tó környéke OLI's true color composite felvételen, amelyen jól látszik az É-i rész természetközeli, mozaikos jellege és D-felé az egyre nagyobb nyílt vízfelületek
 Forrás: Landsat-8 (SZABÓ L. et al. 2020)

Figure 2 Lake Tisza area on OLI's true color composite, which clearly shows the more natural, mosaic nature of the northern part and the increasingly large open water areas towards the south.
 Source: Landsat-8 (SZABÓ L. et al. 2020)

A tó legnagyobb természetvédelmi értéke a madárvilág. A kb. 200 azonosított madár-faj fele őszi és tavaszi átvonuló. A Tiszavalki-medence 1979 óta Ramsari-terület, a tározó a Nemzeti Ökológiai Hálózat egyik magterülete és 2004 óta a tó egésze Natura2000 besorolású térség (Kötivizig 2010).

A tó különleges hidroökológiai adottsága részben abból ered, hogy a tó a szó szoros értelmében nem állóvíz, hiszen átfolyik rajta a Tisza. A folyó az É-i medencéknek a K-i szélén halad, az abádszalóki medencét viszont Ny-ról keretezi (2. ábra). A medencék élő-Tiszával ellenkező oldalán Kis-Tiszának, Holt-Tiszának nevezett ágak húzódnak.

Az őszei, kb. 1 hetig tartó leürítés során naponta 8-10 cm-el csökken a tó vízszintje. Az erős vízáramlás magával sodor sok kiülepedett szennyezett hordalékot, megakadt szemetet. Így a következő tavaszi feltöltődés során tisztább lesz a tó egész medencéje.

A víz mozgása természetesen az élő-Tisza vonalában a leggyorsabb, de különösen a tavaszi áradások idején élénk sodrása van a Kis-Tiszának és az Eger-patak egykori torkolati szakaszának is. Ahogy távolodunk ezektől a fő vízáteresztő nyomvonalaktól, úgy lassul a víz mozgása, míg végül az öblözetek félreeső zugait lényegében állóvíznek lehet tekinteni. Ökológiai szempontból fontos következmény, hogy az élő víz 20–22 fok körüli átlagos nyári hőmérsékletével szemben a sekély, alig mozgó részeken rendszeresen 30 fokig emelkedik a víz hőmérséklete.

Magyarország III. Vízyűjtő-Gazdálkodási Tervében a Tisza-tó erősen módosított állóvíz kategóriába, valamint a síkvidéki – meszes – sekély – nagy felületű – állandó vízborítottságú állóvíz (LW5) típusba sorolták be. A változatos hidroökológiai körülmények hatására jelentős eltérések vannak a víz hidrokémiai tulajdonságaiban is. Az áprilisi feltöltés idején ezek a különbségek még nem jelentősek. Később azonban – elsősorban a Tiszavalki-medencében – a sekély, meleg vízben igen magas BOI5 és KODcr értékeket, 300 mg/l-t meghaladó összes anion- és PO4-P tartalmat lehet mérni (MESTER T. et al. 2023). A megnövekedett értékeket a gyorsan bomlásnak induló nagytömegű biomassza okozza. A nitrogéntartalom változása is a nádasok és a vízinövények jelenlétével függ össze, amelyek jelentős mennyiségű nitrogént tudnak felvenni a vízből (1. táblázat). A nyílt vízfelület az Abádszalóki-medencében a legnagyobb, itt a növényzet szűrőhatása kevésbé érvényesül és a fürdőzők nagy száma is hozzájárul a magas ammónia koncentrációhoz. A Tisza-tó ökológiai állapota a Vízkertirányelv szempontrendszere szerint összességében a kiváló-jó potenciálú kategóriákba tartozik, de a nitrát és foszfát koncentrációk több esetben is a mérsékelt kategóriába esnek, a 2021–2022-es időszakban a legmagasabb értékeket az Abádszalóki-medencében mérték (MESTER T. et al. 2023). A szerves nitrogén- és foszforformák koncentrációja ugyanakkor az ivóvizekre vonatkozó egészségügyi határ-

1. táblázat – Table 1

A Tisza-tó részmedencéire jellemző adatok
Data characterising the different parts of Lake Tisza

	Terület-nagyság km ²	Átlagos vízmélység cm	Nyílt vízfelszín aránya %	Időszakosan vízi növényzettel fedett rész aránya %
Tiszavalki részmedence	26	50-60	44	56
Poroszlói részmedence	52	80	45	55
Sarudi részmedence	28	120	76	24
Abádszalóki részmedence	21	210	83	17

Forrás/Source: Kötivizig adatgyűjtés; FEJES I. 2011

értékek alatt alakult (5/2023. (I. 12.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről).

A Tisza-tó természetes, de számos emberi behatással átformált mozaikosságát jól mutatják az *1. táblázat* adatai.

A mozaikosság jelentősége az idegenforgalomban

A táj vizuális képének mozaikossága főleg a domborzat, a növényfedettség, a beépítettség és a vízfelületek területi mintázatától függ. A látványt általában az eltérő terület-használatú foltok vizuális összhatásával, harmóniájával vagy kontrasztosságával jellemzik (DANIEL, T.C. 2001; TVEIT, M.S. et al. 2006; KONKOLY-GYURÓ É. et al. 2019).

A turizmus szervezői számára fontos információ a táji látvány attraktivitása, a kedvelt vagy elutasított táji mintázat megismerése. Számos felmérés igazolja, hogy a történelmi helyszínek után a változatos, gondozott tájkép a legnagyobb vonzerő a turisták számára (RÁCZ T. – MICHALKÓ G. 2013; HAHN, T. et al. 2018; BIEDENWEG, K. et al. 2019; KARANCSI Z. et al. 2022).

A tájak érzelmi hatásának kulcstényezője a mozaikosság (WÖBSE, H. H. 2002; PEDROLI, B. et al. 2007). Több felmérés igazolta, hogy a vízfelszint is magába foglaló, változatos felszínborítású, különböző alakú, színű és méretű művelt foltok, fasorok, elszórt facsoportok alkotta mozaikos tájak kedveltsége a legmagasabb (*1. fénykép*) (FUENTE DE VAL, G. et al. 2006; JUNGE, X. et al. 2014). Beigazolódott, hogy az európai tájak homogenitásának növekedése, vagyis az egyre nagyobb méretű szántóföldi parcellák, a sűrű erdőtelepítvények (pl. energiaerdők!) szabályos, szögletes formái nem nyerik el a turisták tetszését (ARRIAZA, M. et al. 2004; SOINI, K. – AAKKULA, J. 2007; LLEWELLYN, D. H. et al. 2019).

A táji látvány megítélésében kiemelt szerepe van a táj nyílt vagy zárt jellegének, a rálátás, a kilátás tágasságának (WIBORG, A. 2004; TUOHINO, A. 2015). Sík vidékeken a panoráma-érzetet az égbolt, ill. a vízfelület erősíti (HEDBLUM, M. et al. 2020). A vízpartok mentén ökológiai és esztétikai szempontból is a mozaikos növényfedettséget és a térélményt nem akadályozó, szerény mértékű beépítettséget tartják a legszerencsésebbnek (HALL, M. – HARKONEN, T. 2006; FURGAŁA-SELEZNIOW, G. et al. 2012, 2020).



1. kép Nyílt víz és nádas foltok alkotta mozaikosság Tiszavalknál (CSORBA P.)
Picture 1 A mosaics of open water and reed patches at Tiszavalk (CSORBA, P.)

A Tisza-tó hasznosításának irányváltása

Ötven évvel ezelőtt a középső Tiszavidék az ország egyik belső perifériájának számított. A gazdasági élet súlypontja a mezőgazdaság volt, a földek termőképessége azonban éghajlati és talajtani okok miatt a közepes szintet is alig érte el. A térségben magas volt a lakosság elvándorlása és elöregedése, 1989 után pedig a munkanélküliség fokozta a közösségi feszültséget. Ilyen körülmények között a turizmus fejlesztésének felvetése az 1960-as években előremutató lépés volt.

Az ezredforduló óta az eredetileg tervezett funkciók közül megnőtt az árvízvédelem jelentősége, mert az éghajlatváltozás egyre szélsőségesebb vízjárást produkál. A vízi áruszállításra azóta sem mutatkozik igény. 2000 és 2020 között 15%-al csökkent a magyarországi öntözött területek nagysága (JUNG I. 2022). A szolnoki ipari vízszükséglet méréselken nőtt, a tiszapalkonyai hőerőmű már nem működik, a kiskörei vízerőmű változatlanul termel. Az egykor kitűzött célok fontossági sorrendje tehát teljesen megváltozott, élre került a kezdetben alig említett természetvédelmi és a rekreációs funkció. Ennek a két profilnak a működtetése azonban csakhamar területi konfliktusokat és hosszútávú fenntarthatósági problémákat eredményezett (DÁVID L. – MICHALKÓ G. 2008; REMENYIK B. 2009; BOROMISZA, Zs. et al. 2014; POMUCZ, A.B. – CSETE, M. 2015). Amikor 1993-ban, a tó 65%-ának kezelője a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság lett, a természetvédelem és a turisztikai hasznosítás elkülönítése érdekében elkészült a tóhasználat zónabeosztása (Kormányhatározat 1993; Kötivizig 2010).

A folyásirány szerint Tiszavalktól Kisköre felé haladva enyhülnek a természetvédelmi korlátozások (ld. *1. ábra*):

- A Tiszavalki-medencében a természetvédelem az elsődleges szempont. Zárt és szigorúan zárt élőhelyek zavartalansága elsőbbséget élvez minden más hasznosítással szemben.
- A Poroszlói-medencében a természetvédelemmel azonos súlyt kaphat az ökoturizmus, a vízisportok környezetkímélő formái és a horgászat.
- A Sarudi-medencében a rekreáció, az idegenforgalom és a horgászat elsődleges szabályozó érdek, de figyelembe kell venni a természetvédelmi szempontokat is.
- A topográfiailag legjobban elkülönülő Abádszalóki-medencében az idegenforgalmi, rekreációs tevékenységek élveznek elsőbbséget. Ez a rész az ún. „hangos turizmus”, a vízi sportok és vízi szórakozások, valamint a sporthorgászat igényeinek kielégítését szolgálja. Itt engedélyezett a motoros vízisport-eszközök használata és a vitorlázás is.

A tó természetvédelmi és rekreációs használata bizonyos mértékig vertikálisan is elkülönül egymástól:

- A víz szintje a fürdőzők és vízi járművel közlekedők terepe.
- Pallóutakon vezető tanösvények kismértékű rálátást biztosítanak az élőhelyekre.
- A tavat körülölelő gát koronája 3-5 m-el emelkedik az átlagos vízfelszín fölé. A panorámát elsősorban a kerékpárosok élvezik.
- A nagyobb tájrészletekre a legjobb rálátást az épített kilátók, madármegfigyelő tornyok nyújtják. 15-19 m magas kilátó épült a hullámtéren, néhány szigeten, ill. magán a tavon is (*2. fénykép*).

A tó turisztikai hasznosításában kezdetek óta a fürdőzés a legnépszerűbb forma (MICHALKÓ G. 2005; DUDA-GROMADA, K. et al. 2010; POMUCZ, B. – CSETE, M. 2015). A felmérések szerint egy-egy kánikulai hétvégén a tiszafüredi, poroszlói, sarudi, dinnyesháti (Tiszanána) és abádszalóki strandokon kb. 10 ezer fürdőző élvezi a tó vizét. A legjobban



2. kép Vizről megközelíthető kilátótorony a Tiszavalki-medencében (BENKHArd, B.)
Picture 2 Water-accessible observation tower in the Tiszavalk-basin (BENKHArd, B.)

kiépített strand Abádszalókon van, 600 m hosszú, homokos part, 20%-a árnyékos, jól felszerelt helyszín.

A gát tetején mindenütt egysávos betonút van. Ezen a gépkocsis közlekedés csekély díjfizetés mellett engedélyezett (<https://gatfelhajtasiengedely.hu/>). Sajnos a keskeny gátkorona sok helyen már most szűk a gépkocsis, motorkerékpáros, biciklis és a gyalogos használók együttes közlekedésére, különösen azért, mert a horgászok többsége csak a gátkorona peremén tud parkolni, a gát oldalára lehajtani tilos, és csak néhány helyen vezet földút a gátról a vízpartig. A gát mentén szervezett hulladékgyűjtés folyik, a műanyagzsákokban kitett szemetet elszállítják.

Az EuroVelo11 nemzetközi hálózatba bekapcsolt kerékpárút népszerűsége minden évszakban nő (3. fénykép). Az É-i részt kihagyó, zömében a gátkoronán futó kerékpáros körút hossza 64 km. A gát külső oldalának csak kb. 15%-a érintkezik valamely településsel. A tóparti (gáton belüli) beépítettség minimális, csupán a 9 kikötőhöz, kempinghez, strandhoz kapcsolódva van néhány 100 méteres foglalt partszakasz. A kerékpáros turizmusnak kisebb a környezetterhelése, jobb a fenntarthatósági kilátásai, mint a horgászatnak, vagy a fürdőzésnek (POMUCZ, B. – CSETE, M. 2015).

A kerékpáros körút kiépítése 2020-ban fejeződött be, azóta a kényelmi és higiéniai infrastruktúra fejlesztése zajlik (4. fénykép). 2021-ben a gáton elhelyezett érzékelők 88 ezer kerékpáros áthaladást regisztráltak, ami lényegesen meghaladta a korábbi évek adatait. A kerékpározás növekvő népszerűségének jele, hogy 2024 májusától a MÁV Budapestről Tiszafüredre és vissza 50–80 kerékpár szállítására alkalmas vonatpárt közlekedtet.

Szintén egyre többen érkeznek a tóhoz horgászni. A 2020-ban eladott horgászjegyek száma (130 ezer) 30%-kal több volt az előző évhez képest (Internet 2). A tavat „4 évszakos horgászhelyként” reklámozzák, mert a természetjárás és a kerékpározás mellett ez a hobbi is üzhető télen is. A külföldi felmérések szerint a rekreációs horgászok számára az eredményes horgászat mellett egyre fontosabb a harmonikus természeti környezet, a csönd,



3. kép A kerékpározás téli időszakban is népszerű kikapcsolódási forma (Tiszaörvény, CSORBA P., 2024. február 25.)
Picture 3 Cycling is also a popular recreation in winter too (Tiszaörvény, CSORBA, P.)



4. fénykép Kerékpáros pihenőhely Tiszaderzsénél (CSORBA P.)
Photo 4 Rest place for cyclists near Tiszaderzs (CSORBA, P.)

a mentális felüdülés (BONNICHSEEN, O. et al. 2016; COOKE, J.S. et al. 2018; BROWNSCOMBE, J.W. et al. 2019). A másik fontos megállapítás, hogy a horgászok egyre inkább keresik a változatos halfaunájú helyeket és egyre kevésbé nyújt emocionális élményt a tömegfajok egyedeinek kifogása (BREADMORE, B. et al. 2015; ARLINGHAUS, R. et al. 2017). Ilyen szempontból a Tisza-tó adottságai kifejezetten jók, hiszen a változatos vízmélység és

a növényzet mozaikossága miatt több halfaj megtalálja a számára szükséges élőhelytípust (HARKA Á. 1985).

A becslések szerint nyári csúcsszezonban kb. 800–1000 vízijármű is lehet a tavon. A kenutás és a motorcsónakos vezetett túrák igen népszerűek, ezek segítségével bejárhatóak a tó nádasai között lévő zegzugos csatornák, szigetekkel tarkított természetközeli területek. A sekély vízmélység miatt csak kis merülésű vitorlások használhatók, ezért a vitorlások száma az 5 rendelkezésre álló kikötőben viszonylag csekély; összesen 50–80 hajó. Komoly környezeti kockázat és személyi konfliktus kíséri a motorcsónakok, a jet-ski, a wakeboard, stb. használatát. Ezek szigorú elkülönítése a fürdőzőktől és a horgászoktól, ill. a természetvédelmi területektől a legnagyobb térszervezési kihívás.

A tó messzemenően alkalmas a madármegfigyelésre, különösen a fürdőszezonon kívüli a tavaszi és őszi hónapokban.

Az idegenforgalmi statisztikák (KSH 2021) szerint a nagyjából 30 ezer állandó lakost számláló térségben 2016 és 2020 között évente 350 ezer körüli vendégéjszakát regisztráltak. A tó körül kb. 1000 szálláshely van, zömmel 5–8 férőhelyes panziókban és vendégházakban. A Tisza-tavi célterület idegenforgalmi stabilitását bizonyítja, hogy a korlátozásokkal teli 2020/21-es években itt kevésbé csökkent a vendégek száma. (Nyilván sem a horgászat, sem a kerékpározás nem tartozott a pandémiás időszakban tiltott rekreációs formák közé.) Míg a kereskedelmi szálláshelyek forgalma országos viszonylatban 55%-os visszaesést mutatott, addig a Tisza-tónál „csupán” 45% volt a csökkenés. 2020-ban 77 ezer regisztrált vendég összesen 216 ezer éjszakát töltött a tó körüli szolgáltató helyeken.

Összefoglalás

A Tisza-tó természeti adottságait, a kültéri (outdoor) rekreáció fejlesztésének lehetőségeit és a felmerülő konfliktusokat vizsgáló kutatásaink eddigi megállapításait az alábbiakban összegezhetjük:

- A Tisza-tó mesterséges kialakítottága ellenére igen mozaikos élőhelyi szerkezettel rendelkezik.
- Korlátozni kell az úszó, ill. lebegő növényzet terjedését, akadályozni az özönnövények megtelepedését és a feliszapolódást.
- A természetvédelmi célok és minden rekreációs forma számára előfeltétel a kifogástalan vízminőség biztosítása.
- A Tisza-tónál is célszerű módszer a rekreációs térség zonációs elrendezése, mert ezzel megvalósítható az eltérő igényekkel érkező turisták konfliktuskerülő helyhasználatára.
- A tó értékes adottsága, hogy minden évszakban lehetőség van két, egymást egyáltalán nem zavaró, népszerű rekreációs formára, a horgászatra és a kerékpározásra.
- A Tisza-tó elegendő nagyságú terület ahhoz, hogy eredeti értékei közül megmaradjon az egyre fontosabb desztinációs vonzótevénytényezőnek tekinthető csönd és a természetközeli környezet.
- A jövőbeli fejlesztések indokolt iránya a tóparti infrastrukturális felszereltség javítása; pl. ivóutak, komfortos pihenőhelyek kialakítása.
- Tiszafüred, Poroszló, Kisköre és Abádszalók környékén időnként már jelentkezik a zsúfoltság.
- A Tisza-tó idegenforgalmi kínálatában még mindig igen szerény mértékben vannak jelen a zárttéri rendezvények, kulturális események.

Köszönetnyilvánítás

Megvalósult a DE Tudományos Kutatási Alap (DETKA) Áthidaló Pályázat támogatásával.

BENKHARD BORBÁLA

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
benkhard.borbala@science.unideb.hu

CSORBA PÉTER

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
csorba.peter@science.unideb.hu

MESTER TAMÁS

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
mester.tamas@science.unideb.hu

SZABÓ GYÖRGY

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
szabo.gyorgy@science.unideb.hu

AZIN, ROOIJEN

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen

KISS EMŐKE

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
kiss.emoke@science.unideb.hu

FAZEKAS ISTVÁN

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
fazekas.istvan@science.unideb.hu

VASS RÓBERT

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
vass.robert@science.unideb.hu

BABKA BEÁTA

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
babkabeata@science.unideb.hu

BALÁZS DÁVID

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
david.balazs99@gmail.com

VASVÁRI MÁRIA

DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen
vasvari.maria@science.unideb.hu

BALLA DÁNIEL

DE IK, Adattudomány és Vizualizáció Tanszék, Debrecen
balla.daniel@inf.unideb.hu

- ARLINGHAUS, R. – ALÓS, J. – BEARDMORE, B. – DEADLOW, K. – DOROW, M. – FUJITANI, M. – HÜHN, M. – HAIDER, W. – HUNT, L. M. – JOHNSON, B. M. – JOHNSON, F. – KLEFOTH, T. – MATSUMURA, S. – MONK, C. – PAGEL, T. – POST, J. R. – RAPP, T. – RIEPE, C. – WARD, H. – WOLTER, C. 2017: Understanding and managing freshwater recreational fisheries as complex adaptive social-ecological systems. – *Review Fisheries Science Aquaculture* 25. pp. 1–41. <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1209160>
- ARRIAZA, M. – CANAS-ORTEGA, J. – CAÑAS-MADUEÑO, J. – RUIZ-AVILES, P. 2004: Assessing the visual quality of rural landscapes. – *Landscape and Urban Planning* 69. pp. 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.029>
- BEARDMORE, B. – HUNT, W. – HAIDER, M. – DOROW, M. – ARLINGHAUS, R. 2015: Effectively managing angler satisfaction in recreational fisheries requires understanding the fish species and the anglers. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72. pp. 500–513. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0177>
- BENKHARD, B. 2011: Travel practice of the new generation of tourist managers in the University of Debrecen. – *Tourism & Management Studies*. 2. 1011–1013.
- BIEDENWEG, K. – WILLIAMS, K. – CERVENY, L. – STYERS, D. 2019: Is recreation a landscape value? Exploring underlying values in landscape values mapping. – *Landscape and Urban Planning* 185. pp. 24–27. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.12.005>
- BONNICHSEN, O. – LENSEN, C. L. – OLSEN, L. B. 2016: An empirical investigation of German tourist angler's preferences for angling in Denmark. – Department of Food and Resource Economics, University of Copenhagen, IFRO Working Paper; No. 2016/10.
- BOROMISZA, Zs. – TÖRÖK, É. P. – ACS, T. 2014: Lakeshore restoration – landscape ecology – land use: Assessment of shore sections, being suitable for restoration, by the example Lake Velence (Hungary). – *Journal of Earth and Environmental Sciences* pp. 179–188.
- BROWNSCOMBE, J. W. – HYDER, K. – POTTS, W. – WILSON, K. L. – POPE, K. L. – DANYLCHUK, A. J. – CLARKE, A. – ARLINGHAUS, R. – POST J. R. 2019: The future of recreational fisheries: Advances in science, monitoring, management, and practice. – *Fisheries Research* 211. pp. 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.10.019>
- COOKE, J. S. – ARLINGHAUS, R. – JOHNSON, B. M. – COWX, I. G. 2018: Recreational fisheries in inland water. – In: CRAIG J. F. (ed.) *Freshwater Fisheries Ecology*. Wiley Blackwell. pp. 449–465. <https://doi.org/10.1002/9781118394380.ch36>
- CZICZE G. – BENKHARD B. 2020: Az én sártam az én váram. – A vadkempingezés változása a Tisza-tó térségében. – *Acta Carolus Robertus* 10. (2) pp. 37–45. <https://doi.org/10.33032/acr.2474>
- DANIEL, T. C. 2001: Whether scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. – *Landscape and Urban Planning* 54. pp. 267–281. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00141-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00141-4)
- DÁVID L. – MICHALKÓ G. (szerk.) 2008: A Tisza-tó turizmusa. – Magyar Turizmus Zrt., Budapest. 224 p.
- DUDA-GROMADA, K. – BUJDOSÓ, Z. – DÁVID, L. 2010: Lakes, reservoirs and regional development through some examples in Poland and Hungary. – *GeoJournal of Tourism and Geosites* 5 (1). pp. 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.05.003>
- FEJES, I. 2011: A Tisza-tó vízhálózata. [kötivizig.hu](http://kotivizig.hu)
- FUENTE DE VAL, G. – ATAURI, A. – DE LUCIO, J. V. 2006: Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices: A test study in Mediterranean-climate landscapes. – *Landscape and Urban Planning* 77. pp. 393–407.
- FURGALA-SELEZNIOW, G. – SKRZYPCZAK, A. – KRAJKO, A. – WISZNIEWSKA, K. – MAMCARZ, A. 2012: Touristic and recreational use of the shore zone of Ukiel lake (Olsztyn, Poland). – *Polish Journal of Natural Sciences* 27 (1). pp. 41–51.
- FURGALA-SELEZNIOW, G. – JANKUN-WOŹNICKA, M. – MIKA, M. 2020: Lake regions under human pressure in the context of socio-economic transition in Central-Eastern Europe: The case study of Olsztyn Lakeland, Poland. – *Land Use Policy*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104350>
- HAHN, T. – HEINRUP, M. – LINDBERG, R. 2018: Landscape heterogeneity correlates with recreational values: a case study from Swedish agricultural landscapes and implication for policy. – *Landscape Research* 43 (5). pp. 696–707. <https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1335862>
- HALL, M. – HARKONEN, T. (Eds.) 2006: *Lake Tourism. An Integrated Approach to Lacustrine Tourism Systems, Aspects of Tourism*. – Channel View Publications, 32, Clevedon, Buffalo, Toronto. 235 p. <https://doi.org/10.21832/9781845410421>
- HARKA Á. 1985: A Kiskörei víztározó halállománya. – *Halászat*, 78. pp. 35–37. <https://doi.org/10.1007/BF03257523>

- HEDBLM M. – HEDENAS, H. – Blicharska, M. – Adler, S. KNEZ, I. – MIKUSINKSKI, G. – SVENSSON, J. – SANDSTRÖM, S. – SANDSTRÖM, P. – WARDLE, D.E. 2020: Landscape perception: linking physical monitoring data to perceived landscape properties. – *Landscape Research*. 45 (2). pp. 179–192.
<https://doi.org/10.1080/01426397.2019.1611751>
- JUNG, I. 2022: Öntözés a magyar mezőgazdaságban. magyarmezogazdasag.hu
- JUNGE, X. – SCHÜPBACH, B. – WALTER, TH. – SCHMID, B. – LINDEMANN-MATTHIES, P. 2014: Aesthetic quality of agricultural landscape elements in different seasonal stages in Switzerland. – *Landscape and Urban Planning*. 133. pp. 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.010>
- KARANCSI, Z. – HORNYÁK, S. – SZALMA, E. – OLÁH, F. – KOROM, A. – HORVÁTH, G. – GYÖRI, F. 2022: Evaluating waterfront landscape aesthetics as a tourist attraction: Case study of the river Tisza, Hungary. – *Turizam* 26(2). pp. 105–113. <https://doi.org/10.5937/turizam26-29744>
- KONKOLY-GYURÓ, É. – BALÁZS, P. – TIRÁSZI, A. 2019: Transdisciplinary approach of transboundary landscape studies: a case study of an Austro-Hungarian transboundary landscape. – *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*. 119 (1). pp. 52–68. <https://doi.org/10.1080/00167223.2019.1581628>
- Kormányhatározat: 2048/1993. (XI.18.) <https://doi.org/10.1097/00007632-199310001-00021>
- Kötivizig 2010: Tisza-tavi kódex. http://www.kotivizig.hu/doksik/tisza_tavi_kodex/tiszatavikodex.pdf.
- KSH 2021: A kereskedelmi szálláshelyek vendégforgalma. https://www.ksh.hu/statadat_files/tur/hu/tur0021.html
- LLEWELLYN, D.H. – ROHSE, M. – BERE, J. – LEWIS, K. – FYFE, H. 2019: Transforming landscapes and identities in the south Wales valleys. – *Landscape Research* 44. (7). pp. 804–821.
<https://doi.org/10.1080/01426397.2017.1336208>
- MESTER, T. – BENKHARD, B. – VASVÁRI, M. – CSORBA, P. – KISS, E. – BALLA, D. – FAZEKAS, I. – CSÉPES, E. – BARKAT, A. – SZABÓ, G. 2023: Hydrochemical Assessment of the Kisköre Reservoir (Lake Tisza) and the Impacts of Water Quality on Tourism Development. – *Water* 2023, 15, 1514. <https://doi.org/10.3390/w15081514>
- MICHALKÓ, G. 2005: A Tisza-tó turisztikai potenciálja. – *Földrajzi Értesítő* 54 (1–2), pp. 63–69.
- PEDROLI, B. – VON DOORN, A. – DE BLUST, G. – PARACCHINI, L. – WASCHER, D. – BUNCE, F. (Eds.) 2007: Europe's living landscapes. Essays exploring our identity in the countryside KNNV Publishing, Zeist, p. 432.
<https://doi.org/10.1163/9789004278073>
- POMUCZ, A.B. – CSETE, M. 2015: Sustainability Assessment of Hungarian Lakeside Tourism Development. – *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences* 23 (2). pp. 121–132.
<https://doi.org/10.3311/PPso.7506>
- RÁCZ, T. – MICHALKÓ, G. 2013: Tourist Experience and Fulfilment. – Routledge, 256 p.
- REMEYIK B. 2009: Fentartható turizmusfejlesztés a Tisza-tónál. – *Gazdálkodás* 53 (5). pp. 465–469.
- SOINI, K. – AAKKULA, J. 2007: Framing the biodiversity of agricultural landscape: the essence of local conceptions and constructions. – *Land Use Policy* 24. pp. 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2006.03.001>
- SZABÓ, L. – DEÁK, B. – BIRÓ, T. – DYKE, G. J. – SZABÓ, S. 2020: NDVI as a proxy for estimating sedimentation and vegetation spread in artificial lakes – monitoring of spatial and temporal changes by using satellite images overarching three decades. – *Remote Sensing* 12(9). 1468. <https://doi.org/10.3390/rs12091468>
- TUOHINO, A. 2015: In Search of the Sense of Finnish Lakes. A Geographical Approach to Lake Tourism Marketing. – *Nordica Geographical Publications* 44 (5) Oulu, 139 p.
- TVEIT, M.S. – ODE, A.S. – FRY, G. 2006: Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. – *Landscape Research* 31. (3) pp. 229–255. <https://doi.org/10.1080/01426390600783269>
- VASVÁRI, M. – BODA, J. – DÁVID, L. – BUJDOSÓ, Z. 2014: Lakes as Destinations of Tourism: a Case Study of Balaton and Lake Tisza, Hungary. – *PENSEE* 76. (4) pp. 83–95.
- VASVÁRI, M. – BODA, J. – DÁVID, L. – BUJDOSÓ, Z. 2015: Water-based tourism as reflected in visitors to Hungary's lakes. – *Geojournal of Tourism and Geosites* 15. (1) pp. 91–103.
- WIBORG, A. 2004: Place, nature and migration: Students' attachment to their rural homes places. – *Sociologia Ruralis* 44. pp. 416–432. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2004.00284.x>
- WÖBSE, H.H. 2002: Landschaftsästhetik. – Ulmer Verlag 304 p.

Internetes források:

- Internet 1: single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/tourism/edenen (Letöltés dátuma: 2022. december 15.)
- Internet 2: <https://ilovetiszato.hu/2021/04/06/iden-is-oriasit-lep-elore-a-tisza-to-es-tersege/> (Letöltés dátuma: 2023. február 10.)

SZŐLŐK A VÁROSBAN: SZŐLŐTERÜLETEK VÁLTOZÁSAI EGER ÉS PÉCS VÁROS TERÜLETÉN 1783–2018 KÖZÖTT

NÉMETH GERGŐ – BALOGH SZABOLCS – RÓZSA PÉTER – SÜTŐ LÁSZLÓ
– NOVÁK TIBOR JÓZSEF

VINEYARDS IN THE TOWN: CHANGES OF VINEYARD PLANTATIONS
IN THE URBAN AREA OF EGER AND PÉCS BETWEEN 1783 AND 2018

Abstract

The vineyard cadastre areas of the two cities were compared in this study, which shows up similar characteristics, and carry significant potential settlement opportunities. In both settlements the slopes of 200–250 meters above sea level, mostly 5–12%, carry the majority of the vineyards. However, while grape growing in Eger began on better plots, nowadays it has shifted towards the higher lying slopes. Another difference is that since the end of 20th century in Pécs, the vineyards above 350 m disappeared due to urbanization. In Eger, the loss mainly affected the valley slopes, their area above 350 m still reaches 9.2%. A more significant difference is the slope exposure. While in Pécs 89% of the vines cover the S-SE slopes, in Eger the distribution is completely even. While 17% of the vineyards in Pécs were planted first in the areas with the best slopes (above 17%), in Eger it remained 13.7%, more than 12 times more than in Pécs in terms of total area. If the trends continue, today's winemakers will aim not primarily at quantitative but at quality improvement, and according to the evidence of wine competitions, they are increasingly successful.

Looking at the total area of the vineyard, Eger, even opposite Pécs, had a dominant, monocultural use until the appearance of phylloxera. Due to the emergence of socialist heavy industry, Pécs lost its vineyards, which fell to less than 5% of the largest area in 1941. Although the decrease was not as great in Eger (it shrank to 41.4%), it still suffered a significant territorial loss. As we have seen, it reached its greatest extent earlier (1883), but by 1984 it was already over the crisis, and by 2018 it had started to slowly improve in quality and increase in quantity. In Eger, the character of the grape and wine region remained a defining and increasingly strong feature of the city's image, while in the case of Pécs, this function was rather relegated to the background.

Keywords: vineyards, urbanisation, functional change, spatial restructuring

Bevezetés

A szőlőterületek területi kiterjedésének és mintázatának változását a közép-európai térségben az elmúlt évszázadok során lezajlott folyamatok közül a mindenhol meghatározó filoxerajárvány és azt követő újratelepítés, valamint a mezőgazdaság gépesítéséből fakadó térbeli átrendeződés mellett a városi, urbanizált térségekben a lakó és vegyes városi funkciók terjeszkedése határozta meg, amely változó mértékben alakította át a városi és városkörnyéki szőlőterületek térbeli struktúráját. Tanulmányunkban két, a szocialista iparosításig hasonló tájtörténettel jellemezhető, hazai város Eger és Pécs közigazgatási területén belül vizsgáltuk a szőlőterületek kiterjedésének és mintázatának változását.

A két város számos elemében hasonló domborzati adottságokkal rendelkezik: a Mecsek, illetve a Bükk lábánál fekvő városok a mögöttes hegységek 500–600 m tengerszint feletti magasságáig (Eger: Nagy-Eged, 536 m, Pécs: 612 m) emelkedő lejtők derekáig húzódnak, átlagosan mintegy 153 m (Pécs) és 165 m (Eger) tengerszint feletti magasságban. Mindkét város dél-dél-nyugat felé nyitott, az Eger-patak, illetve a Pécsi-víz völgye köré települt városrészekkel, ahol a szőlőművelés már a kora középkortól a városszerkezet meghatározó elemévé vált. A mintegy 50 000 lakosú Eger és a 141 000 lakosú Pécs ese-

tében azonban eltérő népsűrűséggel (Eger: 533 fő/km² Pécs: 893 fő/km²) és eltérő város-fejlődési folyamatokkal szembesülhetünk, amely a szőlők sorsát eltérő módon befolyásolta. Mindkét településen a lakosság növekedése az 1980-90-es években elért csúcsot követően fogyadba csapott át, ugyanakkor a csaknem háromszoros méretű Pécs esetében a lakó-, kereskedelmi-ipari, gazdasági és egyéb városi funkciók lényeges térnyerése eltérő mértékű térszerkezeti átalakulást okozott, így a korábban mindkét városban meghatározó szőlőművelés, mint területhasználát eltérő mértékben maradt fenn és őrződött meg a várások területének művelési és funkcionális szerkezetében.

Tanulmányunkban azt vizsgáltuk, hogy milyen közös vagy eltérő vonások figyelhetők meg a korábban szőlő- és bortermelés szempontjából is jelentős területek urbanizációja során? Milyen mértékben érintették a város terjeszkedése során átalakuló funkciók a korábbi szőlőterületeket, hogyan változott a szőlők kiterjedése, és milyen jellemző folyamatok figyelhetők meg a korábbi szőlők átalakulásában?

Anyag és módszer

Mindkét város közigazgatási határain belül azonosítottuk és lehatároltuk a szőlőműveléssel hasznosított területeket 1783 és 2018 között összesen hat eltérő időpontból származó térképi adatbázis alapján.

A szőlőparcellákat tartalmazó vektoros térinformatikai rétegeket vizuális interpretáció alkalmazásával, szabadkézi digitalizálással hoztuk létre az alábbi térképek felszínborítási, területhasználati adatai alapján:

- Első Katonai Felmérés 1783–1784 (1 : 28 800),
- Második Katonai Felmérés 1858–1859 (1 : 28 800),
- Harmadik Katonai Felmérés 1880 és 1883 (1 : 25 000),
- 1941-es Katonai Felmérés (1 : 25 000),
- 1980–1984-es EOTR topográfiai térkép (1 : 10 000),
- CORINE Land Cover adatbázis 2018 (1 : 100 000).

A legújabb felszínborítási adatokat az aktuális Google Maps 2024 márciusi felvételei alapján egészítettük ki. Vetületként az Egységes Országos Vetületet (EPSG: 23 700) állítottuk be. Az Első és a Második Katonai Felmérések szelvényei jelentős térbeli pontatlansággal rendelkeztek, melyet a georeferálás pontosításával igyekeztünk javítani, de így is szükség volt további manuális korrekcióra. A Harmadik és az 1941-es Katonai Felméréseknél a jelkulcs értelmezése okozott gondot, mert csak mintázatokkal különítették el a szőlőket, színekkel nem. A hibák kiküszöbölése miatt összevettük a többi térképpel, hogy könnyebben lokalizálhassuk a parcellákat. A 2018-as CORINE csak a 25 hektárt meghaladó foltokat ábrázolja, ezért a részletgazdagság növelése érdekében távérzékelési adatokkal egészítettük ki. A Google Maps aktuális műholdfelvételéről digitalizáltuk a nagyobb, összefüggő (3000 m² feletti) szőlőterületeket. Az egykori zártkertereket általában a „Komplex művelési rendszerek” kategóriájába sorolja a CLC adatbázis, melyet lehetne szőlőként is azonosítani, viszont Pécs esetében nem számoltuk bele, mert nagyrészt kertés, családi házakkal beépített övezetté alakultak át, ezért a tájhasználati változások számításánál „kert, udvar, egyéb mezőgazdasági terület” megnevezéssel láttuk el. A többi kategóriát is egyszerűsítettük, az erdőket és a beépített területeket is egy-egy csoportba vontuk össze.

A domborzati elemzés alapját az EOTR szelvények szintvonalaiából előállított, 10×10 méteres terepi felbontású digitális domborzati modell jelentette. Az ebből származó tematikus rétegeket (tengerszint feletti magasság, lejtőkitettség, lejtőkategória) az ArcGIS

beépített moduljaival (Slope, Aspect) hoztuk létre, majd újraosztályozást (reclassify) végeztünk. A tengerszint feletti magasság értékeit 50 méterenként növekvő kategóriákba soroltuk (100–150 m, 150–200 m stb.). A lejtőkíttettséget a 4 fő és 4 mellékégtáj szerint vizsgáltuk. A lejtőkategóriákat pedig az agronómiai gyakorlatban használt beosztással láttuk el (0–5%, 5–12%, 12–17%, 17–25%, >25%). Ezt követően kivágtuk az adott időkeresztmetszet szőlőterületeihez tartozó térbeli egységeket, amelyekből táblázatos formába exportáltuk a kapott adatokat.

Tájhasználat-történet

Pécs

Pécs szőlőkultúrája a Római Birodalomig nyúlik vissza. A Probus császár (276–282) uralkodása alatt érkező telepesek a Mecsek vidékén is szőlőtelepítésbe kezdtek (MAJDÁN J. – PÁLFI J. 2008). Feljegyzések tanúsága szerint a Mons Aureus, vagyis Aranyhegy lejtőin zajlott a termelés. A népvándorlás és a Frank Birodalom alatt bizonyíthatóan fennmaradtak a város szőlőskertjei, ugyanis egy 890-ből származó okirat szerint Arnulf király megerősítette a salzburgi érsek jogait a pécsi szőlők birtoklására, adószedésre és telepítésre (MÉSZÁROS G. 2024).

A Honfoglalás után tovább folytatódott a gazdálkodás, mivel a magyarság ismerte a szőlőtermelés és a borkészítés technológiáját. Az Árpád-korban kiemelt jelentőséggel bírt ez a terület, melyről az 1015-ben Szent István által alapított pécsváradi apátság alapítólevele is említést tesz (GYÖRFFY GY. 1963; MAJDÁN J. – PÁLFI J. 2008). A történeti leírások alapján látható, hogy a későbbi évszázadokban is fontos szerepet töltött be a város életében ez az ágazat, például Oláh Miklós (1493–1568) pécsi kanonok, később esztergomi érsek említése szerint „termékeny földű és jó borban igen bővelkedő város” (OLÁH M. 1536).

A török hódoltság alatt a térség elnéptelenedett, azonban a megmaradt lakosság tovább folytatta a szőlőművelést. A korabeli adójegyzékek szerint az 1680-as években 137 ha szőlőt tartottak nyilván (SZABÓ P. Z. 1958; MAJDÁN J. – PÁLFI J. 2008).

A 18. század eleje kritikus időszak volt a pécsi szőlőkultúra történetében, mert a Rákóczi-szabadságharc, illetve az azt követő, ún. rácdúlás (SZITA L. 1976; BEZERÉDY et al. 1977) miatt 1715-re nagyjából 34 hektárra esett vissza a parcellák összterülete (ACSÁDY I. 1896). Ezt követően viszont nagy volumenű telepítés kezdődött, ezért az Első Katonai Felmérés (1783–1784) térképén már 1376 ha termőterületet figyelhetünk meg. 1780-ban Pécs szabad királyi városi rangot kapott, ezért a polgárok önrendelkezést nyertek a termelés és értékesítés felett (MAJDÁN J. – PÁLFI J. 2008), amely tovább erősítette a gyarapodást.

A Második Katonai Felmérés (1859) szelvényein közel 2000 ha szőlőként azonosított területet számolhatunk össze. Új telepítések történtek a várostól keletre (Fehér-hegy, Bánom-tető, Gesztenyés-dűlő), továbbá délre, a Baranyai-dombság lankáin (Postavölgy). A növekvő termelés és a prosperáló borkereskedelem hatására 1859-ben alakult meg Littke Lőrinc jóvoltából Pécsen a mai Magyarország területének első pezsgőgyára, ahol francia eljárással készítették az italokat (ROMVÁRY F. 2010).

A Harmadik Katonai Felmérés (1880) időszakában további bővülést láthatunk, ekkoriban 2291 ha szőlőültetvény volt a városban. Újhegyen délkeleti irányba, Málomban pedig észak felé terjeszkedtek a parcellák. A térképen még nem látható a filoxéra pusztítása, amely a felmérési munkálatok után következett be. 1887-ben észlelték Pécsen a kártevőt, amely néhány évtized alatt elpusztította a szőlők 98%-át (VÖRÖS A. 2001). A lakosság belekezdett az újratelepítésbe, ellenálló, amerikai alanyra oltott tőkét ültet-

tek, ezért 1913-ra a termőterület 1246 hektárra nőtt (MAJDÁN J. – PÁLFI J. 2008). A termelés gazdasági jelentősége viszont rohamosan csökkent, egyre inkább csak saját célra állítottak elő bort a pécsi polgárok. 1941-ben 2357 ha szőlőt láthatunk a térképen, amely a vizsgált időszak csúcsertékének számít. A következő évtizedekben a társadalmi és gazdasági szerkezetváltás miatt a szőlőkultúra hanyatlásnak indult, ugyanis a város életében az ipar és a bányászat vált meghatározóvá. 1984-ben a szőlők kiterjedése 1156 hektárra esett vissza. Szembetűnő a parcellák aprózódása, fragmentációja. Helyenként teljesen felszámolták őket a Karolina-külfejtés létrehozása, illetve a város terjeszkedése miatt.

Az 1990-es évektől kezdődő lakhatási válság hatására sokan az egykori zártkerti ingatlanok beépítésével jutottak lakáshoz, ezért Pécs közigazgatási területéről szinte teljes egészében kiszorultak a termőhelyek. Napjainkban mindössze 93 hektáron zajlik a termelés, amely a Szőlészeti Kutatóintézet Szentmiklósi és Máriai telephelyére, továbbá egy, a város keleti területén fekvő ültetvényre, valamint néhány megmaradt házikerti parcellára korlátozódik. A drasztikus mértékű zsugorodás ellenére a szőlészeti szakmai munka tovább zajlik, ugyanis a Kutatóintézet több mint 1800 fajtaból álló génbankja Európában a 2., világszinten pedig a 6. legnagyobb létesítmény (TAKÁCS K. 2023).

Eger

Eger szőlőtermesztése államalapító királyunk, Szent István uralkodásáig, az Egri Egyházmegye megalapításáig vezethető vissza. A püspökök még a tatárjárás előtt hívtak szőlőtermesztésben és borkészítésben járatos vallon és német telepeseket, valamint cisztercita szerzeteseket, akik fejlettebb ismereteket és technikákat honosítottak meg (KRISTÓF I. et al. 2020). Betelepítésük oka, hogy a helyi püspökség és káptalan rendelkezhetett a bortizeddel (BODNÁR L. 2001). A szőlők tatárjárás utáni térfoglalását az is segítette, hogy a várépítéshez kivágott erdők helyét gyakran ültették be. Jelentőségét mutatja az egri káptalan 15. századi birtokkönyve, amelyben a szőlőhegyek megnevezését és a terméshozamokat is megadják (BAKÓ F. 1996). A XVI. századra a szőlőkultúra szinte minden más művelési formát kiszorított, ami elsősorban azzal magyarázható, hogy az egri püspökség bevételeinek legnagyobb részét a bordézsma jelentette (BAKÓ F. 1996). Az intenzív borkereskedelem a többágú egri pincerendszer kialakításához vezetett (TÓTH A. et al. 2020). A Szerémség török kézre kerülése a szőlőművelés további fellendülését eredményezte. A szőlőtermesztés és borkészítés Eger török megszállása alatt is folytatódott, elsősorban azért, mert fontos adóbevételt jelentett számukra (TÓTH A. et al. 2020; BORBÉLY Z. – VÁCZY K.Z. 2023). Egyes vélemények szerint a vörösbor megjelenése is a török hódoltsághoz köthető (ANDRÁSFALVY B. 1957), ugyanakkor egyes történeti források arra engednek következtetni, hogy a vörösbort már a 15. században is termeltek Egerben (KLEB B. 1978).

A török alóli felszabadulást követően ismét a szőlőművelés vált a város gazdaságának legfontosabb tényezőjévé, lényegében monokultúra jött létre (TÓTH A. et al. 2020). Az ismét tulajdonossá váló püspökség – elsősorban Barkóczy Ferenc, majd Eszterházy Károly – modernizált feudális nagybirtokot alakított ki; az első vincellérek is ekkor kerültek alkalmazásba (BORBÉLY Z. – VÁCZY K.Z. 2023). A 18. században az egri bor az egész országban nagy elismertségnek örvendett. A püspöki szőlők 17%-a Nagy-Egeden terült el (SZILÁGYI R. et al. 2021). Ekkor mélyültek az egri külterületek, a hóstyák pincerendszerei (PETERCSÁK T. 2007). Az Első Katonai Felmérés (1784) térképei alapján az egri szőlők területe 3148 ha kiterjedésű volt. A 19. század első felének bortermelését stagnálás és területi csökkenés jellemezte. A Második Katonai Felmérés (1858) szerint a szőlőterület újra növekedett (3544 ha). A század második felében a termelés jelentős modernizálása

a polgári földtulajdonszerzés lehetővé válásának köszönhetően révén következett be. Több nagypolgári család (például a híres borász és borkereskedő Gröber familia) tevékenységének köszönhetően fellendült a minőségi bortermelés (BERECZ, A. 2020). A Harmadik Katonai Felmérés idejére – nem függetlenül a meginduló polgárosodástól – a szőlőterület a száz évvel korábbi kiterjedésre esett vissza (3169 ha).

Az Eger-patak völgyétől nyugatra eső földeket hívták „vízen inneni” a keletiek pedig „vízen túli résznek”. A minőséget mutatja, hogy a korabeli beosztás szerint 253 kat. hold I. osztályú minősítésű termőhelynek számított, köztük a Síkhegy, a Kis- és a Nagygalagonyás dűlő, valamint a Nagy-Eged. A monokultúras területhasználatot mutatja, hogy az összesen 10052 kat. hold (kb. 2400 ha) szőlő az összes megművelt terület 42%-át adta (SZILÁGYI R. et al. 2021).

A filoxéra 1883-ban ért Eger környékére. Bár 1886-ra minden egri dűlő fertőzötté vált, s a szőlők több mint 90%-a kipusztult (KOZÁRI J. 1982), de 1888-ban még a Nagy-Eged dűlőinek 40%-án találunk szőlőültetvényeket, míg a járvány végére csak 363 kat. hold maradt (SZILÁGYI R. et al. 2021). A járvány okozta szociális válság enyhítésére, a munkanélküliség csökkentésére új létesítmények, például a dohánygyár alapítására is sor került (BORBÉLY Z. – VÁCZY K. Z. 2023). A katasztrofális pusztítás és az új munkalehetőségek ellenére az egri gazdák mindent elkövettek a szőlőtermesztés megmentése érdekében, kihasználva „*A phylloxera által elpusztított szőlők felújításának előmozdítása tárgyában*” címet viselő 1896. évi V. törvénycikk adta lehetőségeket. A rekonstrukció részét képezte a városi szőlőtelep állami kezelésbe vétele, s egy vincellériskola létesítése is (KÁRBIN Á. 2013). Az intézmény az ott előállított oltványok és vesszők révén, melyeket a város lakosai kedvezményesen vásárolhattak meg, jelentős szerepet játszott a Eger szőlő- és bortermelésének rekonstrukciójában. Ettől kezdve lett jellemző, hogy az egyes fajtákat külön táblába telepítették (MÁTÉ A. 2003). Mindezek ellenére a szőlőterület a második világháború küszöbén nem érte el a filoxéra előtti kiterjedésének kétharmadát sem (2047 ha).

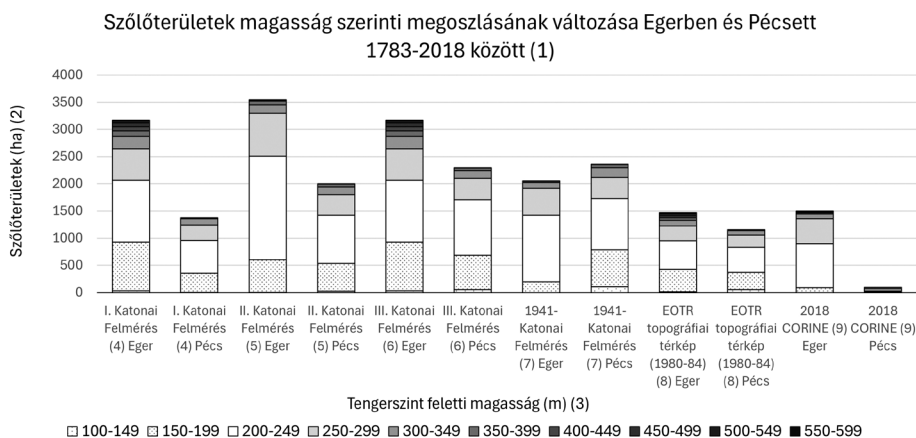
A II. világháborút követően, nem függetlenül a mezőgazdaság kollektivizálásától, a meginduló iparosítástól és a népességnövekedés miatt szükségessé vált beépítések miatt a szőlőterület tovább csökkent, kiterjedése a múlt század hetvenes éveire nem érte el a másfélezer hektárt (1467 ha). Ugyanakkor pozitív fejlemény volt, hogy az Ampelológiai Intézet bázisán 1949-ben létrehozott Szőlészeti Kutató Intézet egyik kísérleti telepét Egerben létesítették, amely ma az Eszterházy Károly Katolikus Egyetemhez tartozik. Az azt követő évtizedekben azonban a szőlőművelés stabilizálódott, s 2018-ban Eger szőlői lényegében ugyanekkora területet foglaltak el (1489 ha). Különlegességét adja, hogy a vulkáni alapközetű dűlők mellett a Nagy-Eged szőlői mészalkotó alapközetben terülnek el (DOBOS A. et al. 2015).

A szőlők topográfiai helyzetének változásai

Pécs

A legtöbb szőlőparcella a 200–250 m magas területeken helyezkedett el a vizsgált időszak során. A klaszter részaránya kezdetben megközelítőleg állandó volt, a Harmadik Katonai Felmérés időszakáig 43,7–44,3% közötti tartományban mozgott, azonban ezt követően csökkenni kezdett. Meghatározó még a 150–200 m közötti sáv is, melynek részesedése 1941-ig 25,6%-ról 28,7%-ra emelkedett. Ugyanezen időszak során a 250–300 m-es zónában található ültetvények kiterjedése 20,4%-ról 16,6%-ra esett vissza.

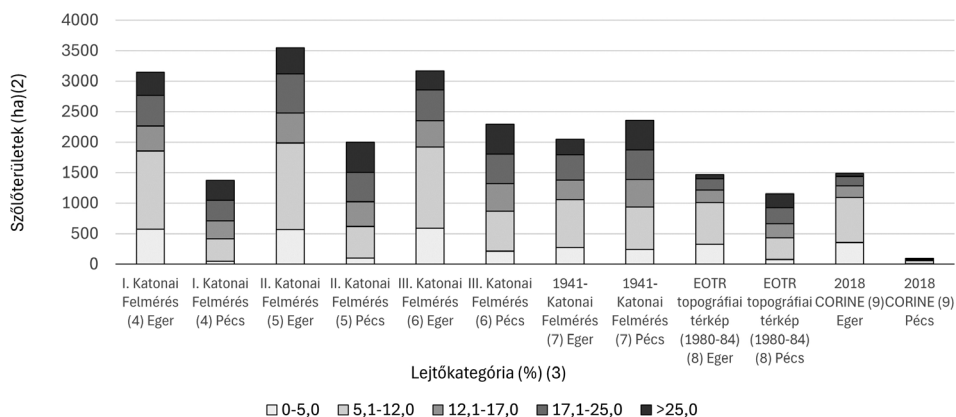
Ezzel szemben a 100–150 m-es sávban bővülést tapasztalhatunk, 0,4%-ról 4,6%-ra nőtt a parcellák aránya. A szőlőművelés fokozatosan az alacsonyabb térszínek felé tolódott, ugyanis a város terjeszkedésével a központhoz közeli domboldalakat fokozatosan beépítették. Ellentmondásosnak tűnhet a 350–400 m-es kategóriában jelentkező növekedés (1,4-ről 2,5%-ra). A folyamat magyarázata, hogy a 19. században a magasabban fekvő, a településtől távolabb eső hegyoldalakon is jellemző volt a telepítés. Ezután viszont már nem történt további bővülés ezeken a területeken. A 20. század második felében zajló nagy visszaesés következtében a magassági eloszlás is megváltozott. Az 1984-es térkép alapján a 150–200, a 300–350 és a 350–400 m-es klaszterekben is csökkenést figyelhetünk meg, mivel az újonnan beépített területek döntően itt helyezkedtek el (Rókus-domb, Csoronika, Havihegy, Újhegy), illetve a Karolina-külfejtés kialakítása is jelentős mértékben közrejátszott a térvésztesben. A 250–300 m közötti szőlők részesezése 19,5%-ra, a 100–150 m közöttieké pedig 5,1%-ra nőtt, mert ezeket a zónákat kevésbé érintette a táj-átalakítás (1. ábra).



1. ábra A szőlőterületek magasságkategóriái szerinti megoszlásának változása 1783–2018 között Egerben és Pécsen
 Figure 1 Changes in distribution of vineyards according to their elevation above sea level in Eger and Pécs between 1783 and 2018 (1), Area covered by vineyards (ha) (2), Elevation above sea level (m) (3)

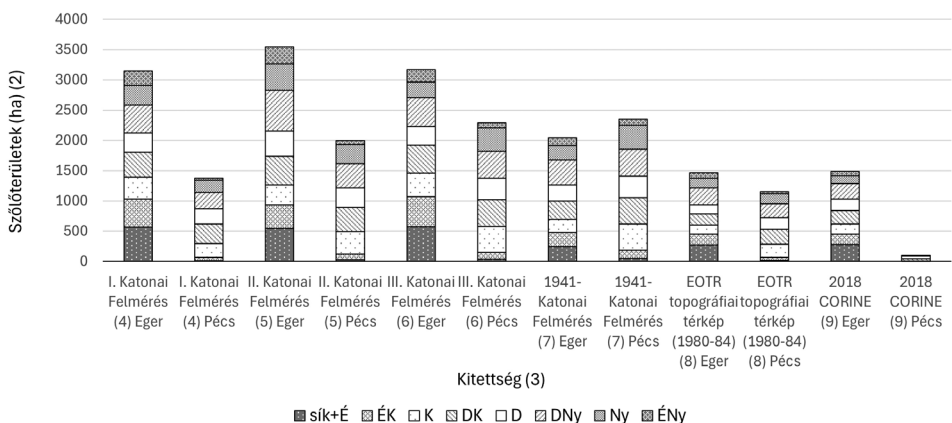
A lejtőkategóriák megoszlásánál szembejövő az 5–12%-os lejtők arányának szinte folyamatos bővülése, 1784 és 1984 között 26,6%-ról 30,6%-ra emelkedett a részesezésük. A 17–25%-os és a 25%-ot meghaladó területek térfoglalása szintén magas, 20% feletti volt egészen 1984-ig, amely kedvezőnek tekinthető a szőlőtermesztés szempontjából. A síkságokon történő szőlőtelepítés 1941-ig volt jellemző (például a mai 6-os úttól délre fekvő térségben és a Postavölgy lankásabb részein), ezért a 0-5% közötti parcellák területe elérte a 10,3%-ot. Ezzel szemben a 12–17%-os lejtőkön visszahúzódás történt (2. ábra).

A lejtőkitejttség elemzése alapján látható, hogy a kutatási időszakban végig a délkeleti és délnyugati irányok voltak meghatározók, 20% körüli vagy azt meghaladó részesezéssel. Ez az adottság kimondottan optimálisnak számít a szőlő termőhelyi igényeit tekintve. Az Első Katonai Felméréstől 1880-ig a keleties, továbbá 1941-ig a nyugatias fekvés aránya nőtt a délies kitejttségű, lakóövezetek kialakításával jobban érintett hegyoldalak rovására. Az északi, északnyugati és északkeleti lejtőkön általában nem volt jellemző a szőlőtermesztés, mivel ezek a város közvetlen környezetében amúgy sem fordulnak elő számottevő mértékben, azonban 1941-ig megfigyelhető egy fokozatos terjesz-



2. ábra A szőlőterületek lejtőkategóriánkénti megoszlásának változásai 1783–2018 között Egerben és Pécssett
 Figure 2 Changes in distribution of vineyards according to slope grade in Eger and Pécs between 1783 and 2018 (1), Area covered by vineyards (ha) (2), Sloping class (%) (3)

kedés, ugyanis a beépítettség növekedése miatt a gazdálkodók kedvezőtlenebb helyeken pótolták a kiesett termőterületeket. Észrevehető a nyugatias lejtők 1984-es időkeresztmetszetenél látható visszaesése, amely a külszíni bánya terjeszkedése miatt következett be (3. ábra).



3. ábra A szőlőterületek lejtőkitettség szerinti megoszlásának változásai 1783–2018 között Egerben és Pécssett
 Figure 3 Changes in distribution of vineyards according to their aspect categories in Eger and Pécs between 1783 and 2018 (1), Area covered by vineyards (ha) (2), Exposure (3) flat+N, NE, E, SE, S, SW, W, NW

Eger

A szőlőterületek zöme 200–250 m magasságban helyezkedik el, az idők során meglehetősen hullámzó részarányal. Alacsonyabb (30%) helyzetből indulva, a Második Katonai Felmérésnél és 1941-ben kiugró értéket ért el (54–60%), amely a rendszerváltás időszaka harmadára esett vissza, majd napjainkban (2018) ismét 50% fölé került (53%). Míg korábban a második legnagyobb aránnyal a 100–150 m közötti tszf. magasságú területek rendelkeztek (1784: 28%, 2018: 6,3%), addig ezt az előkelő helyezést mára a 250–300 m

tszf. területek vették át (18%-ról 31,2%-ra növe). Ez részben annak köszönhető, hogy a beépítés növekedése ugyan a város észak-déli irányú tengelye mentén történt, de az erre kifutó hegyoldalokon épült új lakónegyedek az alacsonyabban fekvő szőlőterületeket érintették (OLASZ A. 2010; CDC 2014). Napjainkra alig 3%-ra esett vissza a 350 m-nél magasabban fekvő szőlők aránya, de ezek ma hazánk egyik legmagasabbra húzódó dűlői (TÓTH A. et al. 2020). Itt már főként teraszos művelést alkalmaznak és manapság is vannak friss telepítések. A 250 m-nél magasabban fekvő területek a Nagy-Eged hegy dűlőhöz, az alacsonyabban húzódó területei a Nagy-Eged dűlőhöz tartoznak, végig a hegy délnyugati lejtőin.

Lejtőmeredekség tekintetében Egerben is az 5–12%-os lejtők adják a szőlők törzsterületét (2. ábra). Azonban itt részarányuk 1784-től 1941-ig stagnált (kb. 40%), majd a teljes szőlőterület csökkenése miatt nőtt ez az arány 46,6–49,6%-ra. A nagyüzemi termelés indukálta területi változás azzal járt, hogy a szőlők a hegyoldalak szoknyáján 0–5% lejtőszögű térszíneken is jelentősek maradtak (22–24%). Ekkoriban hagytak fel például több, a Nagy-Egedben magasabban fekvő neves dűlő is. A tömegtermelés minőségromláshoz vezetett, amely csak a rendszerváltás utáni újratelepítés során nyerte vissza rangját.

A 12–17% közötti lejtőkön a 1941-től eltekintve (15,7%) stagnált a szőlők aránya. A legjobb minőségű 17% feletti lejtőmeredekségű területeken is csak a nagyüzemi gazdálkodás elterjedése után esett vissza 1/3 alá a szőlőparcellák aránya, de 1984-ben már csak 17%-t, 2018-ban pedig 13,7%-ot ér el.

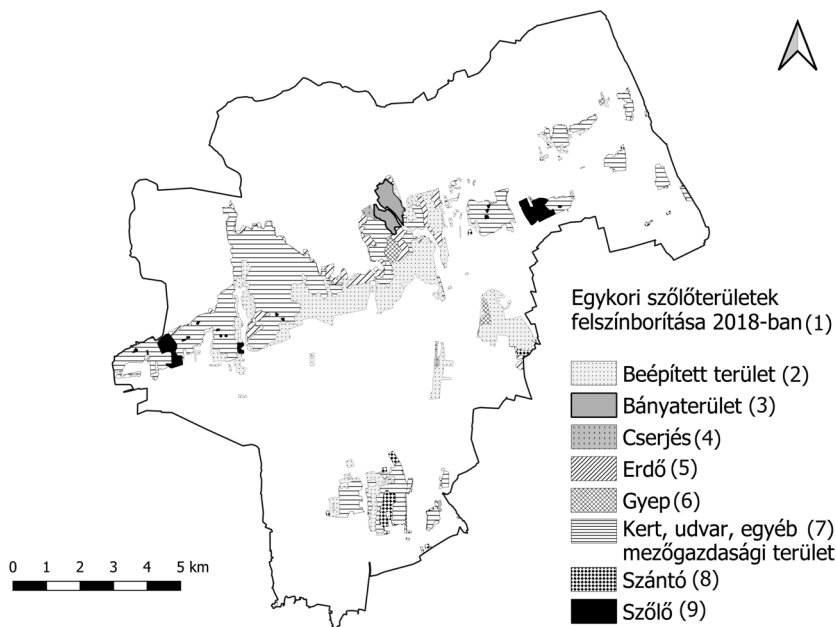
Érdekes, hogy a különböző lejtőkitettséggű szőlőterületek aránya hasonló. Az Első Katonai Felmérés esetén a 8 fő égtáj esetén kb. egyenlő nagyságú (3–400 ha) területekkel számolhatunk. Különös módon éppen a délies lejtők részaránya az egyik legkisebb (9,9%). 1883-ra az arány kismértékben, de még inkább a délkeleti (13,4%), délnyugati (19,1%) és nyugati (12,3%) lejtők felé tolódott el, alkalmazkodva a hegyvonulatok és heglábfelsőszínek fő csapásirányához (3. ábra). A filoxéra utáni, majd a napjainkban történő újratelepítések során igyekeztek a jobb termőhelyi adottságú területeket bevonni a művelésbe, ezért a délies lejtők részaránya vált a legmagasabbá (1941: 48%; 2018: 46,9%).

Tájhasználat változás

Pécs

Az egykori szőlőterületek kiterjedése 2930,2 ha volt, amely napjainkra a töredékére, 93,7 hektárra (3,2%) csökkent. Ez az érték magában foglalja az összes vizsgált időszak bármelyikében szőlőként hasznosított területeket, amelyek azonban egyidejűleg sohasem voltak mind szőlőként hasznosítva, azaz a szőlők kiterjedése ezt az értéket egy-egy adott időszakban soha nem érte el.

A valaha szőlővel fedett területek aránya a város területének 17,9%-a, amelyeknek a helyét ma túlnyomóan a „kert, udvar, egyéb mezőgazdasági terület” kategória (1504,5 ha = 51,3%) vette át, mely nagyrészt az egykori zártkerteket foglalja magába (például Donátus, Deindol, Patacs). Számottevő mértékűvé vált a beépített területek (894,3 ha = 30,5%) aránya. Jelentős részük a Belvárostól északra, északkeletre helyezkedik el, továbbá Újhegyen is meghatározó mértékben vannak jelen (4. ábra). A korábbi szőlőparcellák 7,1%-a (208,7 ha) erdővé alakult át, többek között a Makár-hegy északi oldalán és a városszéli meredek, nehezen megközelíthető lejtőkön. A bányaterületek aránya 2,8%-ot tett ki (82,6 ha). A szántók 2,55%-ban (74,7 ha), a gyepek 1,72%-ban (50,5 ha), a cserjések pedig 0,73%-ban (21,3 ha) foglalták el az egykori termőterületek helyét (4. ábra).



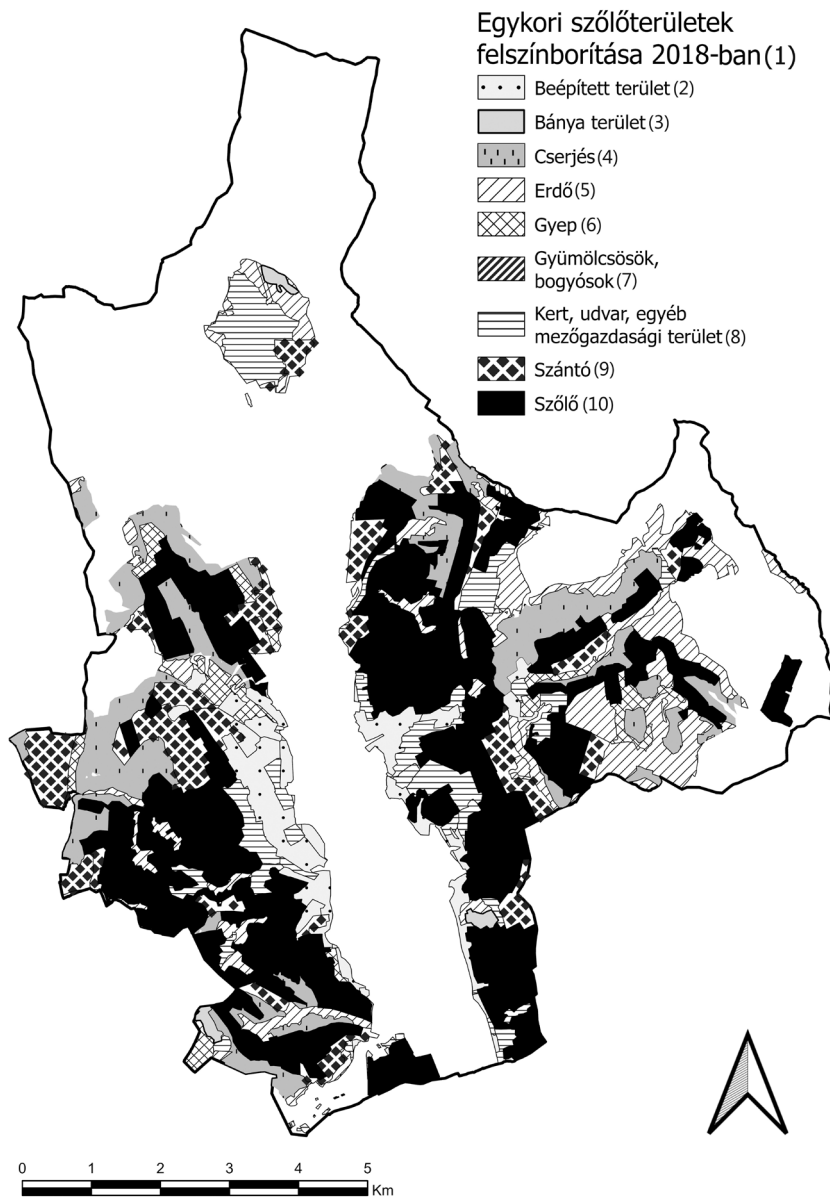
4. ábra Az egykor (1783–2018 között bármely időszakban) szőlőként hasznosított területek aktuális felszínborítása a 2018-as CORINE felszínborítási adatok alapján Pécsen (2024-es Google Earth felvételek alapján pontosítva)
 Figure 4 Recent land use- land cover classes of the earlier vineyard covered (in any period between 1783 and 2018) areas in Pécs based on the land cover classes of CORINE 2018 data (corrected according the 2024 Google Earth images) (1), Built up area (2), Mining area (3), Shrubland (4), Forest (5), Grassland (6), Garden, complex cultivation (7), Cropland (8), Vineyard (9)

Eger

Eger esetében a szőlők legnagyobb kiterjedése a Második Katonai Felmérés időszaka-kára tehető, amikor a mai városterület 38,4%-án, mintegy 3544,8 ha-on folytattak szőlőművelést. A filoxéra időszakát követő jelentős visszaesés után a művelt szőlőterületek aránya stabilizálódni látszott, melyet a kollektivizálás akasztott meg. A rendszerváltás környékére a szőlőterületek szétaprózódtak, a város északi határában elterülő nagyobb összefüggő ültetvények (Almár környékén) részben állandóan lakott zártkertté alakultak át (5. ábra). A 2018-as adatok alapján 1489,2 ha, azaz a város közigazgatási területének 16,2%-a volt szőlő. A további növekedés lehetőségét hordozza, hogy a város külterületének kétharmada, a mai szőlőültetvények által borított felszín kb. négy és félszerese szőlőkataszteri területnek számít (CDC 2014).

Összefoglalás

Mint láthatjuk a termőhelyeket, történelmi léptékben nézve a két város szőlőkataszteri területei hasonló adottságokkal bírnak, jelentős potenciális betelepítési lehetőséget hordoznak. Mindkét helyen 200–250 méter tszf-i magasságú, többségében 5–12%-os lejtők hordozzák a szőlőültetvények többségét. Azonban, amíg Egerben a szőlőtermesztés alacsonyabb térszíneken kezdődött, addig napjainkra a magasabban fekvő dülők részaránya felé tolódott el. További eltérés, hogy a rendszerváltás környékén Pécsen a beépítés



5. ábra Az egykor (1783–2018 között bármely időszakban) szőlőként hasznosított területek aktuális felszínborítása a 2018-as CORINE felszínborítási adatok alapján Egerben

Figure 5 Recent land use- land cover classes of the earlier vineyard covered (in any period between 1783 and 2018) areas in Eger based on the land cover classes of CORINE 2018 data (1), Built up area (2), Mining area (3), Shrubland (4), Forest (5), Grassland (6), Orchards (7) Garden, complex cultivation (8), Cropland (9), Vineyard (10)

miatt 350 m magasság felett eltűntek a szőlők. Egerben a veszteség főként az alacsonyabb völgyoldalakat érintette, 350 m fölött még ma is 9,2%-ot ér el a területük. Jelentősebb különbséget a lejtőkiettség hordoz. Míg napjainkban Pécssett a szőlők 89%-a a déli és

délkeleti lejtőket foglalja el, addig Egerben az égtáji eloszlás teljesen egyenletes. A pécsi szőlők területének 17%-a foglalja el a legjobb (17% fölötti) lejtőmeredekségű területeket. Egerben ez csak 13,7%, de összterületét tekintve több, mint 12-szerese a Pécssett megmaradt szőlőterületeknek. Úgy tűnik, hogy az utóbbi években a borászatok elsősorban nem a mennyiség növelését, hanem a minőség javítást tartják fontosnak, a borversenyek tanúságai szerint egyre sikeresebben.

A szőlőbirtokok összterületét nézve Eger Pécshez képest egyértelműen domináns, monokultúras területhasználattal rendelkezett a filoxéra megjelenéséig. A szocialista nehézipar megjelenése, majd a későbbi beépítések miatt azonban Pécs gyakorlatilag elvesztette szőlőültetvényeit, amelyek az 1941-es legnagyobb kiterjedésnek kevesebb mint 5%-ára estek vissza. Bár a csökkenés Egerben nem volt ekkora mértékű (41,4%-ra zsugorodott), de így is jelentős területi veszteséget szenvedett el. Legnagyobb kiterjedését az utóbbi város területén hamarabb érte el (1883), de 1984-re már túl volt a krízisen, így 2018-ra lassú minőségi javulásnak és mennyiségi növekedésnek lehetünk tanúi. Egerben tehát a szőlő- és borvidék jelleg napjainkban is a város arculatának meghatározó és egyre erősödő vonása maradt, míg Pécs esetében ez a funkció egyre inkább háttérbe szorult az elmúlt évtizedekben.

NÉMETH GERGŐ

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földtudományok Doktori Iskola, Pécs
gergotab@gmail.com

BALOGH SZABOLCS

Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Debrecen
balogh.szabolcs@science.unideb.hu

RÓZSA PÉTER

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai kar, Földtudományi Intézet,
Ásvány- és Földtani Tanszék, Debrecen
rozsa.peter@science.unideb.hu

SÜTŐ LÁSZLÓ

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet, Eger
suto.laszlo@uni-eszterhazy.hu

NOVÁK TIBOR

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási
Kar, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen
novak.tibor@science.unideb.hu

IRODALOM

- ACSÁDY I. 1896: Magyarország népessége a Pragmatica Sanctio korában. Országos Magyar Királyi Statisztikai Hivatal, Budapest. 496. p.
- ANDRÁSFALVY B. 1957: A vörösbor Magyarországon. Szőlőművelésünk balkáni kapcsolatai. Néprajzi Értesítő 39. pp. 49–69.
- BAKÓ F. 1996: Borpincék történeti-néprajzi kutatása a Felföldön. *Agria* (Az egri Dobó István Vármúzeum Évkönyve) XXXI–XXXII. (1995–1996) pp. 239–272.
- BERECZ, A. 2020: The Relationship between grape and fruit production in Eger and its surroundings, in *Acta Carolus Robertus*. Az Eszterházy Károly Egyetem Gyöngyösi Károly Róbert Campusának tudományos közleményei, Eger. pp. 5–10. <https://doi.org/10.33032/acr.2020.spec.5>

- BEZERÉDY GY. – HÁRS É. – MARÁZ B. – MÁNDOKI L. – UHERKOVICH Á. (szerk.) 1977: Janus Pannonius Múzeum Évkönyve 20-21 (1975-76). – Baranya megyei Múzeumok Igazgatósága, Pécs. pp. 111–112.
- BODNÁR L. (2001): Az egri borvidék. Bodnár és Társa Geográfus Bt., Vámospércs, 2001. 326 p.
- BORBÉLY Z. 2010: Az Egri Püspökség szőlő- és borgazdálkodása a XVIII. század második felében. – *Agria* (Az egri Dobó István Vármúzeum Évkönyve) XLVI. pp. 157–177.
- BORBÉLY Z. – VÁCZY K.Z. 2023: Az egri szőlészeti és borászati oktatás és kutatás rövid története. In: NAGY A. (szerk.): Nagy elődök nyomában: a 70 éves Ternyák Csaba érsek köszöntése. Líceum Kiadó, Eger. pp. 377–386.
- CDC Településfejlesztési Tervező és Tanácsadó Kft. 2014: Eger MJV Településfejlesztési koncepció és teljes felülvizsgálata. Települési adatbázis kiépítés. – Eger MJV Önkormányzata. <https://www.egrinapok.hu/wp-content/uploads/2013/12/IVS.pdf> (letöltve: 2024. 04. 15.)
- DOBOS A. – NAGY R. – BALÓ B. – GÁL L. 2015: Különböző egri szőlőterületek talajtípusának és talajparamétereinek meghatározása, valamint termőhelyi adottságainak vizsgálata. Borászati Füzetek különdíjadványa, Szőlőtermesztési és Borászati Tudományos Konferencia, Budapest. pp. 120–122.
- GYÖRFFY GY. 1963: Az Árpád-kori Magyarország történeti földrajza. I. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 907. p.
- KÁRBIN Á. 2013: Az állam szerepe Eger város szőlészetiének újjáépítésében. – Heves Megyei Levéltár közleményei 20. 71–89.
- KLEB B. 1978: Eger múltja a jelenben. – Eger Városi Tanács V. B. műszaki osztálya, Budapest. 399 p.
- KOZÁRI J. 1982: Adalékok a filoxéra-pusztításának Eger város gazdaságára gyakorolt hatásához. – *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis nova series* tom XVI. pp. 129–140.
- KRISTÓF I. – A. HALÁSZ Á. – BUZÁS G. 2020: Eger története a középkorban. – In: KRISTÓF I. – BEREZ A. (szerk.): Eger ezer éve. Líceum Kiadó, Eger. pp. 9–49.
- MAJDÁN J. – PÁLFI J. 2008: Szőlők Pécssett 1918-ig. *Korunk* (Kolozsvár) 19. (9) pp. 77–82.
- MÁTÉ A. 2018. A bikavér legendája. – In: RÁCZ Á. (szerk.): Magyar bortörténelem, Rubicon különszám 1–2. (40–41.), p. 82.
- MÉSZÁROS G. 2024: Pécsi borvidék. <https://bor.hu/borregio/pecsi-borvidek> (letöltve: 2024.04.15.)
- OLÁH M. 1536: Hungária. <http://mek.niif.hu/06000/06072/html/gmolah0003.html> (letöltve: 2024.04.15.)
- OLASZ A. 2010: Eger településfejlődési és „szőlőföldrajzi” térinformációs kapcsolatrendszer. – *Falu–Város – Régió*. 2–3. pp. 72–79.
- PETERCSÁK T. 2007: Szőlészet és borászat az egri hóstyákon. *Rubicon*. 6–7. pp. 85–86.
- PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet: Génbank. <https://szbki.pte.hu/genbank> (letöltve: 2024.04.15.)
- ROMVÁRY F. (főszerk.) 2010: Pécs lexikon I. (A–M). – Pécs Lexikon Kulturális Nonprofit Kft., Pécs. 545 p.
- SZABÓ P. Z. 1958: A török Pécs. – Pécs MJ. Város Tanácsa VB. Művelődésügyi Osztály. 105 p.
- SZILÁGYI R. – CSUTORÁS F. – PAP P.I. 2021: Az Egri bikavér – Egy legendás bor története története. Jaffa Kiadó, Budapest. 198 p.
- SZITA L. 1976: A Rákóczi-szabadságharc és Baranya. – *Dunántúli Napló*. 1976. március 27. p. 6.
- TAKÁCS K. 2023: Ez egy nagy kincs, ami mindenkié – interjú a PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet főborászával. 2023.08.13. Pécs <https://vince.hu/szakma/szoleszeti-es-boraszati-kutatointezet-ipacs-szabo/> (letöltve: 2024.09.09.)
- TÓTH A. – BOZÓ Á. – ZSÓFI Zs. 2020: Magyarország borvidékei. Eszterházy Károly Egyetem, Eger https://pegazus.uni-eszterhazy.hu/tankonyv/magyarorszag_borvidekei/ (letöltve: 2024.04.15.)
- VORÓS A. 2001: Borhamisítási botrány Pécssett a 19. század végén. – Pécsi Szemle, 4(1–4), pp. 70–79.

KISEBB TANULMÁNYOK

A KORSZERŰ TÁJKUTATÁS KIHÍVÁSAI

KERTÉSZ ÁDÁM

CHALLENGES OF STATE OF THE ART LANDSCAPE RESEARCH

Abstract

Global and regional environmental changes are the main triggering factors of the new challenges, including among others population growth, increasing food production, land use change, climate change, biodiversity loss, especially deforestation, landscape degradation and desertification. The development of landscape science, landscape ecology dates back to the middle of the twentieth century. This time Europe lead research activities. At the end of the century the focus of landscape research shifted to North America where the Allerton Park Workshop in 1983 is considered to be the founder of modern landscape ecology, focusing on spatial pattern and on the development and dynamics of spatial heterogeneity as well as on the interactions of heterogeneous landscapes in space and time. Recent advances since Allerton are revised and the top ten list is given in the paper based on Wu, J. (2013), followed by a list of landscape processes triggering the challenges of state of the art landscape research.

Keywords: landscape ecology, global change, land use change

Bevezetés

Közismert, hogy az új kihívások fő mozgatórugója a globális és regionális környezeti változások gyorsuló, szinte követhetetlen üteme. A változások komplex jellegéből fakadóan egyértelműen adódik, hogy azokra komplex tudományok adhatnak minden szempontot figyelembe vevő választ. Ilyen tudomány a földrajz és a tájökológia.

A táj kutatás új kihívásai elsősorban az emberi társadalom rohamosan növekvő környezet alakító szerepe következtében keletkeztek. A világ népessége rohamosan nő, ennek következménye az élelmiszertermelés iránti igény fokozódása. Az élelmiszertermeléshez újabb területek bevonása, illetve a termelés intenzitásának fokozása szükséges. Mindkét megoldás károsítja a környezetet. Új területeket elsősorban erőtirtás révén lehet bevonni. Az erőtirtás következményei jól ismertek, ezek közül itt most a táj- és talajdegradációt, valamint az elsivatagosodás folyamatát emelem ki.

A globalizáció hívta életre a környezettudatosság és a természetesség iránti igény fokozódását. A földrajztudomány és a tájtan a környezetet integrált módon szemlélik. Az élő és élettelen természet integrált vizsgálatának

fontos része az emberi társadalom környezet alakító szerepének fokozott figyelembevétele. A tájban végbemenő folyamatok vizsgálata lokális, regionális és globális léptékben történik. Közismert a méretarány szerepe, tehát más-más méretarányban különböző folyamatok vizsgálhatók eredményesen. A tájökológia tudománya nagyon fontosnak tartja, hogy a méretarány miként befolyásolja a heterogenitás mérését. Fontos továbbá, hogy melyik az a méretarány, amely az ökológiai jelenségek szempontjából meghatározó. Kis méretarányban és rövid időszak alatt mért térszerkezetek és folyamatok valószínűleg másképp mutatkoznak nagyobb méretarány és hosszabb időszak alkalmazása esetén. Szükséges tehát megértenünk, hogy hogyan változik a térszerkezet térben és időben a méretarány függvényében (KIMBERLY, A. W. 2019). A méretarány megváltoztatásának szerepe az alábbiakban többször is visszatérünk.

Megváltozott a tájfogalom értelmezése?

A tájökológia tárgya és kutatási területe alapvetően nem változott, ma is ugyanaz, mint a tudományág kialakulásának kezdetén (a táj-

ökológia kifejezést először Carl Troll használta, TROLL, C. (1939), tehát legtágabb értelmében szerint továbbra is az abiotikus, a biotikus szféra és az emberi társadalom közötti kölcsönhatásokkal foglalkozik. Vizsgálja a tájak közötti különbségeket, a heterogenitás okait és következményeit különböző léptékekben, ezáltal megteremtve a tájtervezés és tájmenedzsment tudományos megalapozását (KERTÉSZ Á. 2008, LÓCZY D. 2008).

Másfelől viszont az is igaz, hogy a kutatási terület és a kutatás tárgya jelentősen változott az elmúlt bő félszázad során. A múlt század derekán még elsősorban Közép- és Kelet-Európában virágzó és főként a táj működését és térszerkezetét elemző vizsgálatok álltak a középpontban (HAASE, G. 1964.) Századunkban az amerikai tájökölógiai iskola viszi a vezető szerepet. Ennek kialakulását NAVEH, Z.–LIEBERMAN, A.S. (1984); WIENS, J.A. et al. (1985); valamint FORMAN, R.T.T.–GODRON, M. (1986) munkáihoz köthetjük.

A fejlődést az Allerton Park Workshopotól érdemes vizsgálni, amely 1983. április 25–27. között került megrendezésre mindössze 25 résztvevővel, akik között csak egy európai (francia) volt. Ez a találkozó fektette le a korszerű tájökológia alapjait, ugyanakkor rámutatott a diszciplína európai gyökereire. Az azóta eltelt idő változásait Wu, J. (2013) tekintette át. Az Allerton Park találkozó eredményeit RISSER, P.G. et al. (1984) foglalták össze. Az összefoglaló a térbeliséget emeli ki és hangsúlyozza: a tájökológia a térszerkezetre fókuszál, a térbeli heterogenitás fejlődését és dinamikáját, a heterogén tájak térbeli és időbeli interakcióit és változásait vizsgálja. Az ökológiai folyamatok hatásai és fontosságuk különböző méretarányok alkalmazása esetén eltérők. E megállapítások valójában nem különböznek attól, amit a tudományág kezdetén a különböző szerzők megfogalmaztak és alkalmaztak.

Wu, J.–HOBBS, R. (2002) tíz fő tájökölógiai kutatási témát határozott meg: (1) ökológiai áramlások heterogén tájakban, (2) a földhasználat és a felszínborítás változásának okai, folyamatai és következményei, (3) a nem lineáris dinamikák és a táj komplexitása, (4) a skálázás (méretarány változtatás), (5) módszertani fejlődés, (6) a tájmetria és az ökológiai folyamatok, (7) az emberek (a társadalom) és tevékenységük integrálása a tájba, (8) a tájszerkezet optimalizálása, (9) tájfenntarthatóság, (10) az adatgyűjtés és a hitelesség, pontosság becslése. Itt valójában

az Allerton Park Report-ban megfogalmazott témák pontosításáról és kiterjesztéséről van szó. Wu, J. (2013) ezt a listát a következőképpen aktualizálta:

- 1) A mintázat – folyamat – méretarány-kapcsolatok elemzése. Az élő szervezetek, anyagok és energiák áramlása a különböző, dinamikus tájmozaikokban, az erre vonatkozó hipotézisek kialakítása és tesztelése, a tájmozaik-elmélet felállítása a populációk, társulások és az ökoszisztémák vonatkozásában.
- 2) Tájkonnectivitás és -fragmentáció. Különböző konnectivitás-típusok tipológiája, mérése és ökológiai relevanciája, a konnectivitás és a fragmentáció ökológiai hatásai és mechanizmusai, az élőhelyvesztés vonatkozó kérdései.
- 3) Méretarány és skálázás. A skálázás hatásának mögöttes mechanizmusai, skálázási módszerek, a mintázatok és a folyamatok kapcsolatai térben és időben.
- 4) Téranalízis és tájmodellezés. A tájmetria és térstatisztika kapcsolata az ökológiai funkciókkal, tájfunkciós indikátorok kidolgozása, modellfejlesztés.
- 5) A földhasználat és a felszínborítás változása. A változás tér- és időbeli kapcsolatainak, kiváltóinak, indikátorainak magyarázata, a földhasználat és felszín borítás kapcsolata a biodiverzitással, az ökoszisztéma funkciókkal és a környezeti feltételekkel, az urbanizáció ökológiai és környezeti hatásai különböző méretarányban.
- 6) Táj történeti és örökséggel kapcsolatos (hagyomány) hatások. A múltbeli földhasználati és történeti eseményeknek a biodiverzitásra és az ökológiai folyamatokra való hatásai a különböző táj típusokon, a tájörökség hatásai a jelen és a jövő tájainak összetételére és funkcióira.
- 7) A táj és a klíma kölcsönhatásai. A változó tájmintázat hatásai a lokális és a regionális klímafolyamatokra, a klímaváltozás mitigációja és adaptációja tájszemléletű megközelítéssel, városi hőszigetek.
- 8) Ökoszisztéma-szolgáltatások a változó tájkon. Tér- és időbeli mintázatok, kibocsátás, elnyelés, dinamikák, trade-off, a különböző ökoszisztéma-szolgáltatások szinergikus kölcsönhatásai, a szolgáltatások és a környezeti, valamint tájváltozások összefüggései.
- 9) Tájfenntarthatóság (a biodiverzitás, az ökoszisztéma-szolgáltatások és az emberi jólét

fenntartása és növelése a tájban). A szolgáltatások és az emberi jóllét összefüggései, hatásai, az ökoszisztéma-szolgáltatások és az emberi jóllét fenntartásának alternatív módszerei a tájtervezés segítségével, tájreziliencia.

10) Pontosságbecslés és bizonytalanságanalízis. Különböző forrásból származó és különböző méretarányú adatforrások, skálázási hibák, megoldások fejlesztése a bizonytalansági problémák megoldására, menedzsment és döntéshozatal segítése.

A fentiekből jól látható, hogy a tematikai csoportok jobban támaszkodnak a biológiai ökológiára, mint a természetföldrajzi alapvetésűre. Az Allerton Parkban tartott munkamegbeszélés a paradigma váltás kezdetét jelentette (WU, J. 2013).

Táji folyamatok mint a kihívások kiváltói

A tájökológia tudománya elméleti diszciplínaként indult a múlt század derekán (l. pl. HAASE, G. 1964, ma is jelentős az elméleti kutatás, azonban a tájtan egyre inkább gyakorlati diszciplínává válik (TURNER, M.G.–GARDNER, R.H. 2015). Ennek okai – és egyben a kihívások okai is –, az emberi társadalom tevékenysége következtében nagymértékben módosuló táji folyamatok.

A fenti probléma hívta életre a környezettel foglalkozó nemzetközi konferenciákat. Az első riói konferenciát (UN Conference on the Environment and Development, 1992), amely megfogalmazta a fenntartható fejlődés koncepcióját (Agenda 21). E koncepcióhoz kapcsolódik a fokozódó természetesség iránti igény és a biológiai sokféleség megőrzése. Ez utóbbit is a riói konferencián fogalmazták meg először (Biológiai Sokféleségről Szóló Egyezmény). Az alábbiakban vegyük sorra azon folyamatokat, amelyek szükségessé tették a fenti koncepció, illetve egyezmény megfogalmazását.

1) *A tájváltozás* általában is említendő. A változásokat különböző szempontokból értékelhetjük (LÓCZY D. 2002). ANTRÓP, M. (1998) szerint a változással kapcsolatos legfontosabb kérdések a következők: (a) Minek a változásáról van szó? (b) Milyen gyakoriságú a változás? (c) Milyen nagyságú, nagyságrendű változásról van szó? (d) Milyen időskálát használunk és milyen alapegységgel? A táj-

változás sokrétű hatásai közül fontos megemlíteni, hogy megváltozhat a víz, az energia, a tápanyagok hozzáférhetősége, átalakul a fajösszetétel és a fajok elterjedése, megváltozik az ökoszisztéma szerkezete és funkciói (PRATO, T. 2005).

2) *A földhasználat és felszínborítás változása* az antropogén eredetű tájváltozások kiemelt fontosságú típusa, egyéb (globális) változások kiváltója, az ökoszisztémák és az ökoszisztéma szolgáltatások (l. alább) jelentős megzavarója és átalakítója. Legkárosabbnak tekinthető folyamata az erdőirtás, különös tekintettel a trópusi erdők kiirtására. Fokozza a talajerózió kockázatát, csökkenti a biológiai sokféleséget és a szénháztartásra is kedvezőtlenül hat. Hasonlóképpen igen káros folyamat a talajfelszín betapasztása is (urbanizáció, ipari területek expanziója, útépités stb.), amely csökkenti a természetes növénytakaró által elfoglalt területet is, valamint a növénytermesztéssel hasznosított zöld agrárterületeket is. A földhasználat változása WINCKLER, K. et al. (2021) szerint a szárazföld területének csaknem egy harmadát (32%-át) érintette. A változások közel 20%-a a mezőgazdasági terület növekedése és a vele járó erdőirtás következménye. Az *1. táblázat* a mezőgazdasági területnek a szárazföld területéből való részesedését mutatja.

3) *A tájdegradáció és elsivatagosodás* folyamatai a táj fenntartható működését, továbbá a biológiai sokféleséget nagymértékben befolyásolják, károsítják. A degradáció fogalma korábban a talaj degradációjára utalt, a talaj leromlása azonban egyben tájdegradációt is jelent, hiszen a talaj állapotának megváltozása a többi tájalkotó tényezőre is hat és így a táj egészének megváltozásához vezet. A tájdegradáció fogalma a német irodalomban is szerepel (Landschaftsdegradation, pl. MENSCHING, H.G.–SEUFFERT, O. 2001). Az UNEP (United Nations Environment Programme, 1992) meghatározása szerint: „*a tájdegradáció az erőforrás potenciál csökkenése a tájban ható egy, vagy több folyamat kombinációja által*”. A folyamatok természetes eredetűek is lehetnek, napjainkban azonban az antropogén folyamatok jelentősége sokkal nagyobb.

Külön említendő a szárazabb területek folyamatai Az „United Nations Intergovernmental Convention to Combat Desertification” (Az Egyesült Nemzetek Elsivatagoso-

A mezőgazdasági terület részesedése a szárazföldek területéből (Antarktisz nélkül) (2019)
Share of agricultural area in total dry land area (excluding Antarctica) (2019)

Földhasználat	A terület részesedése a szárazföld területéből (2019)	Változás 1990-2019
Mezőgazdasági terület (MGT) összesen	37%	-1%
MGT-n belül rét, legelő	25%	-4%
MGT-n belül szántó	12%	5%
Erdő	31%	-4%
Egyéb	32%	
Egy főre jutó mezőgazdasági terület		-30%

Forrás: Land use statistics and indicators, fao.org

- dás Léküzdésével Foglalkozó Kormányközi Bizottsága) definíciója szerint (UNCOD, 1977): „az elsvatagosodás az arid, szemiárid és szubhumid területek különböző tényezők hatására bekövetkező tájdegradációs folyamatait foglalja össze, beleértve a klímaváltozás és az emberi tevékenység hatásait”. Az elsvatagosodás folyamatai hazánkat is érintik, ezért az egyezményt Magyarország is aláírta.
- 4) *A globális klímaváltozás* a táj működését értelemszerűen az évszakosan is változó hőmérséklet- és csapadékértékek, elsősorban azonban a szélsőséges események gyakoriságának és amplitúdójának növekedése által befolyásolja.
- 5) *Az ökoszisztéma szolgáltatások vizsgálata.* Az ökoszisztéma szolgáltatások a természet azon javait és szolgáltatásait jelentik, melyeket az emberek saját céljaikra felhasználnak. Az ökoszisztémák által biztosított javak és szolgáltatások az emberi társadalom jelen és jövőbeli működésének fontos feltételei. Az emberi társadalom és az ökoszisztémák között kölcsönhatás van. A természeti táj a történelem során mindig is szolgáltatott, biztosított valamit az embernek, így kezdetben lakóhelyet, barlangot, fát, elejthető vadakat stb.
- 6) *A tájértékelés* iránti fokozódó igény. Ide tartoznak mindenekelőtt az alkalmasság-vizsgálatok, amelyek arra a kérdésre adnak választ, hogy egy adott terület mely részei milyen mértékben alkalmasak valamilyen felhasználási célra.
- 7) *Identitástudat.* A tájak fontos szerepet játszanak a személyes, csoport, nemzeti, vagy

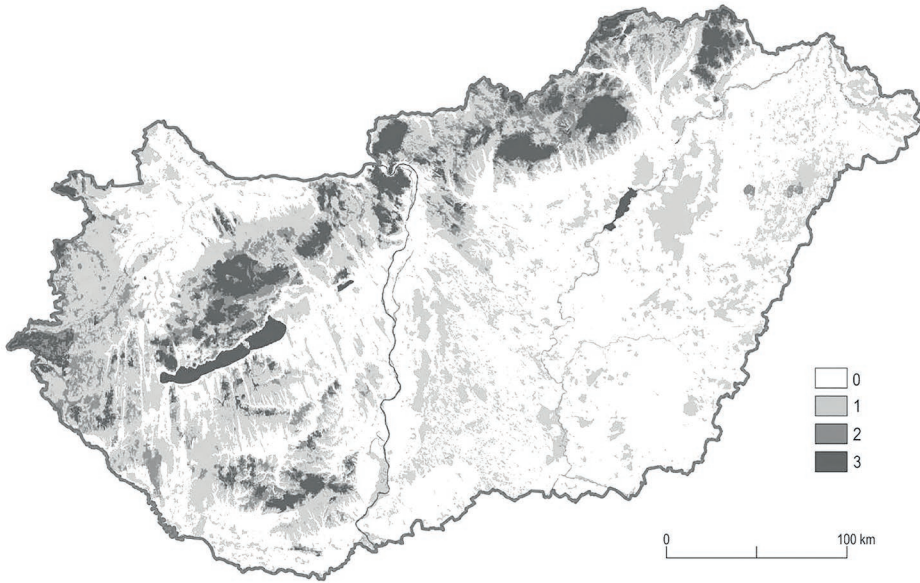
- nemzetiségi, sőt kontinentális önazonosságának kialakulásában is (CSORBA P. 2010).
- 8) *Tájéztetés.* Az előzőhöz hasonlóan nehezen konkretizálható, szubjektív tulajdonság (ECKBO, G. 1975., KARANCSI, Z. 2004). Az *I. ábra* Magyarországról mutat be ilyen szempontú értékelést.
- 9) *Fenntartható tájhasználat.* A fenntartható, környezetkímélő tájhasználat megvalósítása talán a legfontosabb cél, amely nem csupán nagyon értékes tájakra vonatkozik, hanem minden tájra, még a jórészt mesterségesen kreált tájakra is.

Következtetések

Az emberi tevékenység napjaink legfontosabb hatótényezőjeként folyamatosan változtatja a táj szerkezetét és a tájban ható folyamatokat. E változások tájszintű értelmezése döntő fontosságú az ésszerű földhasználat tervezés és menedzsment számára, mind a termelés, mind pedig a biológiai sokféleség megőrzése szempontjából (HOBBS, R. 1997). A változások értelmezése a jövőbeni tájökológia tudományának legfontosabb feladata.

Elemezni kell a földhasználat változásokat az ökoszisztéma szolgáltatások és a fenntarthatóság szempontjából, valamint javaslatot szükséges tenni arra vonatkozóan, hogy a jövőben milyen változásokra kellene törekedni és ezek hogyan illeszthetők a jelenlegi és jövőbeni döntéshozatal keretébe.

A tájökológia tudományának további jelentős feladata a földhasználat tervezés és a tájvédelem szolgálata, továbbá az ökoszisztéma szolgáltatá-



1. ábra A természeti képződmények tájéesztétikai értéke. 1 = legkevésbé értékes; 3 = a legértékesebb
(PÁLINKÁS M. et al. 2019)

Figure 1 Landscape aesthetical value of natural features. 1 = least valuable; 3 = most valuable
(PÁLINKÁS M. et al. 2019)

sok biztosításának feltételeivel kapcsolatos kutatás (KERTÉSZ, Á. et al. 2016). A tájökölógusoknak aktívan részt kell venniük a tájak jövőbeli fejlődésének, alakulásának meghatározásában. A tájökölógusok fokozott szerep vállalására van szükség a tekintetben, hogy egy valóban integrált tudományt művelve egészséges, megbízható tájtervezési elveket határozzanak meg és

fejlesszenek, a döntéshozatallal, a tervezéssel és a menedzsmenttel való fokozott együttműködés keretében (HOBBS, R. 1997).

KERTÉSZ ÁDÁM
HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Budapest
kertesza@helka.iif.hu

IRODALOM

- ANTROP, M. 1998: Landscape change: Plan or chaos? – Landscape and Urban Planing 41. pp. 155–161.
[https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(98\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00068-1)
- CSORBA P. 2010: A földrajzi tájakhoz fűződő identitástudat rétegei. – Tájökölógiai Lapok 8. 1. pp. 3–21.
<https://doi.org/10.56617/tl.3952>
- ECKBO, G. (1975): Qualitative Values in Landscape. – In: ZUBE E. H. et al. (eds.): Landscape assessment. Dowden, Hutchinson and Ross, Pennsylvania. pp. 31–38.
- HAASE, G. 1964: Landschaftsökologische Detailuntersuchungen und naturräumliche Gliederung. – Petermanns Geogr. Mitteilungen 108. pp. 8–30.
- FORMAN, R.T.T. – GODRON, M. 1986: Landscape ecology. John Wiley and Sons. New York. 619 p.
- HOBBS, R. 1997: Future landscapes and the future of landscape ecology. – Landscape and urban planning 37. 1–2. pp. 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(96\)00364-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(96)00364-7)
- JIANGUO, W. – YE, Q. 2000: Dealing with Scale in Landscape Analysis: an Overview. – Geographic Information Sciences 6.1. pp. 1–5. <https://doi.org/10.1080/10824000009480528>
- KARANCSI Z. (2004): A tájéesztétika jelentősége. – Tájökölógiai Lapok 2.2. pp. 187–197.
<https://doi.org/10.56617/tl.4591>
- KERTÉSZ Á. 2008: Korszerű tájöldrajz és tájökölógia. – In: SZABÓ V. – OROSZ Z. – NAGY R. – FAZEKAS I. (szerk): IV. Magyar Földrajzi Konferencia előadaskötete, Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 213–218.

- KERTÉSZ Á. – PÁLINKÁS M. – TÓTH A. 2016: Földhasználat változás és tájdegradáció. – In: PAJTÓKNÉ, TARI I. – TÓTH A. (szerk.) Magyar Földrajzi Napok 2016. Konferenciakötet, Magyar Földrajzi Konferencia, Eger. Agria Geográfia Alapítvány, Eszterházy Károly Egyetem. pp. 470–475.
- KIMBERLY, A. W. 2019: Scale issues in Landscape Ecology. – In: *Essentials of Landscape Ecology*. Oxford University Press, O pp. 14–41. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198838388.003.0002>
- Land use statistics and indicators (fao.org) www.worldometers.info/world-population (letöltés: 2024. 05. 09.)
- LÓCZY D. 2002: Tájértékelés, földértékelés. – Dialóg Campus Kiadó. Budapest – Pécs. 307 p.
- LÓCZY D. 2008: A geomorfológiai és tájföldrajzi kutatások várható jövőbeli irányai. – *Földrajzi Közlemények* 132. 1. pp. 101–106.
- MENSHING, H.G. – SEUFFERT, O. 2001: (Landschafts-)Degradation – Desertifikation: Erscheinungsformen, Entwicklung und Bekämpfung eines globalen Umweltsyndroms. – *Zeitschrift für Geo- und Umweltwissenschaften*. Petermanns Geographische Mitteilungen. 5. pp. 6–15.
- NAVEH Z. – LIEBERMANN, A.S. 1984: *Landscape Ecology*. – Springer-Verlag, New York. 356 p.
- PÁLINKÁS M. – TÓTH A. – KERTÉSZ Á. 2019: Landscape aesthetics. – In: KERTÉSZ Á. (szerk.) *Landscape degradation in Hungary*. Geographical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Budapest. pp. 85–93.
- PRATO, T. 2005: Modeling ecological impacts of landscape change. – *Environmental Modelling & Software* 20. pp. 1359–1363. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2005.01.003>
- Report of the United Nations Conference on Environment and Development (1992). Rio de Janeiro, 3–14 June 1992 Volume I Resolutions Adopted by the Conference: 1993. – United Nations, New York.
- RISSE, P.G. – KARR, J. R. – FORMAN, R.T.T. 1984: *Landscape ecology: directions and approaches*. – Illinois Natural History Survey Special Publ. 2. Champaign. 18 p.
- TROLL, C. (1939): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. – *Zeitschrift der Gesellschaft für Erkunde zu Berlin*. 718. pp. 297.
- TURNER, M.G. – GARDNER, R.H.: 2015. *Landscape Ecology in Theory and Praxis. Pattern and Process*. – Springer, Berlin. 482 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2794-4>
- UNEP 1992: *World Atlas of Desertification*. – UNEP. Nairobi and Edward Arnold London. 69 plates.
- UNCOD 1977: *Proceedings of the Desertification Conference*. – UNEP – Nairobi and Pergamon Press – New York.
- WINCKLER, K. – FUCHS, R. – ROUNSWELL, M. – HEROLD, M. 2021: Global land use changes are four times greater than previously estimated. – *Nature Communications* 12. (2501) <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>
- WIENS, J.A. – CRAWFORD, C.S. – GOSZ, J.R. 1985: Boundary dynamics – a conceptual framework for studying landscape ecosystems. – *Oikos* 45. pp. 421–427. <https://doi.org/10.2307/3565577>
- WU, J. 2013: Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop. – *Landscape Ecology* 28. pp. 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9836-y>
- WU, J. – HOBBS, R. 2002: Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. – *Landscape Ecology*. 17. pp. 355–365. <https://doi.org/10.1023/A:1020561630963>

GÉPI TANULÁSI MÓDSZEREK AZ ASZÁLY ÉS BELVÍZ MONITORING ÉS ELŐREJELZÉS FEJLESZTÉSÉBEN

BLANKA-VÉGI VIKTÓRIA – TOBAK ZALÁN – KAJÁRI BALÁZS – SIPOS GYÖRGY
– BARTA KÁROLY – KOVÁCS FERENC – BOUDEWIJN VAN LEEUWEN

MACHINE LEARNING METHODS TO IMPROVE DROUGHT AND INLAND
WATER MONITORING AND FORECASTING

Abstract

As climate change is expected to lead to more extreme hydrological events, monitoring and forecasting these events is of key importance for understanding the processes and planning prevention activities. In our research, we tested machine learning algorithms integrating satellite and field data as well as map information, with XGBoost (eXtrem Gradient Boosting) providing the best results. The accuracy of the model developed for inland water forecasting is 86%, which allows the operational use of the data provided by the model in protection and planning. The algorithm developed for soil moisture estimation and the observed Sentinel-1 S1SSM values show good agreement, especially in areas with less heterogeneous land use (e.g. fields and pastures). Our results suggest that integrated machine learning methods can be an effective tool for predicting and monitoring inland water and soil moisture, contributing to improved water management and effective conservation.

Keywords: hydrological extremes, soil moisture, inland water, machine learning, Sentinel-1, XGBoost

Bevezetés

A hidrológiai szélsőségek, mint például az aszály, a belvíz vagy az árvíz, komoly kihívást jelentenek a mezőgazdaság, vízgazdálkodás, és a természeti területek kezelése és fenntartása számára. Éppen ezért a talaj vízháztartásának tér- és időbeli dinamikáját értékelő részletes információk és a szélsőséges éghajlati események előrejelzése kiemelt jelentőséggel bírnak az érintett területeken (KUTI, L. et al. 2006; LI, Q. Q. et al. 2007; ROBINSON, D. A. et al. 2008; VEREECKEN, H. et al. 2018). Ezen szélsőséges hidrológiai események hatásainak értékelésére számos módszer létezik, beleértve a meteorológiai és hidrológiai adatok elemzését, a növényzet állapotának felmérését, valamint a műholdas vagy légi távérzékelési adatok feldolgozását. A hidrológiai szélsőségek kialakulásának monitorozása, előrejelzése és a vízkészletekre gyakorolt hatásuk mennyiségi értékelése azonban még jelenleg is számos kihívást tartogat. A vízgazdálkodás tervezését és irányítását hatékonyan segítheti, ha az aszály, a belvíz, vagy az árvíz kialakulását jelző mutatók változását követni és számszerűsíteni lehet. Ezt azonban jelentősen megnehezíti a talajnedvesség nagy tér-időbeli változékonysága (KOSTER, R. D. et al.

2004; LABORCZI, A. et al. 2020), ezért jelenleg nem állnak rendelkezésre részletes és térben és időben folytonos információk a talaj hidrológiai állapotáról.

A probléma egyik lehetséges megoldása a multispektrális, a passzív és aktív mikrohullámú (radar), valamint a termikus távérzékelési adatok alkalmazása. Felhasználásukat azonban nehezíti, hogy mindegyik megfigyelési elvnek megvannak az előnyei és hátrányai. A mikrohullámú adatok térbeli felbontása kisebb, azonban időjárástól független észlelést tesznek lehetővé. az optikai műholdfelvételek nagyobb térbeli részletességgel jelenítik meg a földfelszín jellegzetességeit, viszont sajátos problémájuk, hogy felhős időben nem állnak rendelkezésre értékelhető adatok. Ezért a vízgazdálkodásban és a mezőgazdaságban történő operatív alkalmazásukat javítani kell.

A gépi tanulási módszerek alkalmazása fejlesztési lehetőséget nyújthat a térben és időben gyorsan változó, nehezen monitorozható és előrejelezhető környezeti problémák nagy adathalmazokon (big data) alapuló vizsgálatában, ezért a földtudományi alkalmazásokban is egyre nagyobb térnyerése figyelhető meg (LECCUN, Y. et al. 1990; GIULIA C. et al. 2023; YICHEN, L. et al. 2022; SÁNCHEZ, S. et al. 2022).

A kutatás célja olyan gépi tanuláson alapuló modellek kifejlesztése és tesztelése, amely a talajnedvesség és a belvíz vizsgálatára műholdas távérzékelt adatokat, valamint terepen mért és térképi adatokat integrál a folyamatok tér-időbeli változásainak becslésére egy olyan területen, amely aszályos és belvizes időszakokkal is érintett és fokozódó mértékben van kitéve a szélsőséges hidrológiai eseményeknek.

Mintaterület

A vizsgálatokat Dél-Alföldi mintaterületen végeztük, mivel az ország ezen területe a leginkább kitéve a hidrológiai szélsőségeknek, mint az aszály és a belvíz. Az éghajlatváltozás és a természetföldrajzi adottságok miatt a régió vízháztartása szélsőséges, a szélsőséges hidrológiai helyzetek tér- és időbeli előfordulása és mértéke is fokozódik, ami egyre gyakoribb és súlyosabb aszályos (pl. 2000, 2003, 2007, 2012, 2015, 2022) és belvizes (pl. 2000, 2006, 2010, 2011, 2013) helyzeteket eredményez. Ezek egymást követő években vagy akár ugyanabban az évben is előfordulhatnak.

A talajnedvesség vizsgálatok a Dél-Alföld Tisza vízgyűjtőhöz tartozó területét fedik le (1. ábra). Ez a terület jó lehetőséget kínál a vizsgálatokhoz, mivel tájtypus, talaj, földhasználat és a növényzet szempontjából is változatos. Emellett a terepi adatokat szolgáltató Országos Vízügyi Főigazgatóság Operatív Vízhány Értékelő és Előrejelző Monitoring Rendszerének állomás sűrűsége a vizsgált területen a legnagyobb (40 állomás található a vizsgált területen) (FIALA, K. et al 2018).

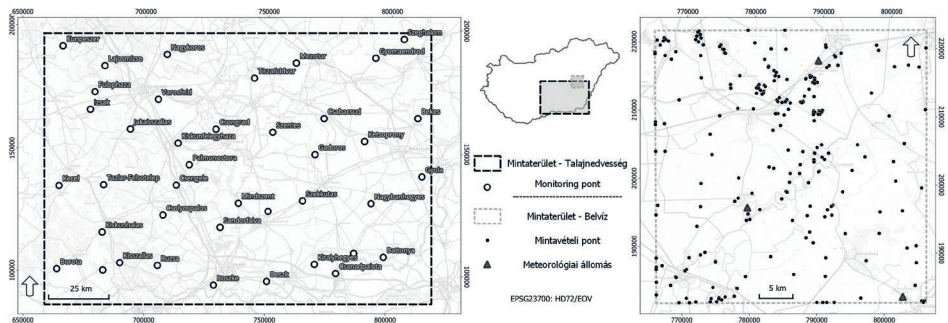
A belvíz azonosítására kidolgozott módszer tesztelésére egy 1600 km²-es területet jelöltünk ki Mezőtúrtól EK-re. A terület a síksági karakter

ellenére igen változatos morfológiával rendelkezik pl. elhagyott folyómedrek találhatók itt, melyeket iszapos-agyagos üledékek töltenek ki. A rossz vízgazdálkodású talajok miatt gyakran aszályok és belvizek is sújtják a területet.

Módszerek

A talajnedvesség és a belvíz értékeléséhez műholdas, valamint dinamikus terepi adatokat, és statikus térképi információkat integráló gépi tanulási módszereket teszteltünk. A talajnedvesség vizsgálatához távérzékelt és terepi talajnedvesség adatokat, valamint talajnedvességre hatással lévő fontosabb környezeti paramétereket (talaj tulajdonságok, meteorológiai adatok és vegetáció) vizsgáltuk 2021–2023 közötti időszakra. A távérzékelt talajnedvesség a Sentinel-1 SSM1km 1km-es felbontású terméke volt, ami a talaj felső 5 cm-re szolgáltat adatot 2–4 naponként. A 10 cm mélységben mért terepi talajnedvesség és a meteorológiai adatok (napi csapadék, hőmérséklet és párolgás) az OVF monitoring rendszerének állomásairól származtak. A talaj tulajdonságok jellemzésére a 100 m felbontású HU-SoilHydroGrids adatait használtuk (a talaj maximális vízkapacitása (%) (THS), szabadföldi vízkapacitása (%) (FC), és holtvíz tartalma (%) (WP) hidraulikus vezetőképessége (KS) (SZABÓ, B. et al. 2024). A növénytakaró felszíni talajnedvességre gyakorolt hatásának értékeléséhez Sentinel-2 műhold adataiból származtatott havi NDVI adatokat használtunk.

A kutatás során négy gépi tanulási módszert vizsgáltunk a talajnedvesség becslésére: Multi Linear Regression (MLR), Support Vector machine Regression (SVR), eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) és Deep Neural Network (DNN). A létrehozott adatbázisban a függő vál-



1. ábra A talajnedvesség és belvíz vizsgálatok mintaterülete
Figure 1 Study area of the soil moisture and inland excess water analyses

tozót és az alkalmazott 12 független változót a vizsgált 40 állomáshelyre hoztuk létre. A modellek tesztelése során a végleges adatkészletet betanítási (70%), tesztelési (20%) és validálási (10%) adatokra osztottuk.

A belvíz vizsgálatok során a tesztelt gépi tanulási módszerekkel belvíz elöntés gyakorisági térképek és előrejelzési módszerek fejlesztését céloztuk meg. A vizsgálatok során a Convolutional Neural Network (CNN), az eXtrem Gradient Boosting (XGBoost) és a Deep Neural Network (DNN) módszereket alkalmaztuk (KAJÁRI, B. et al. 2023, 2024). Ezekhez a vizsgálatokhoz a távérzékelte adatforrásokat Sentinel-1 radar és Sentinel-2 multispektrális képek szolgáltatták. A földfelszíni adatok a talajnedvesség vizsgálathoz hasonlóan magukban foglaltak meteorológiai, felszínborítás és talaj tulajdonságokat, valamint topográfiai adatokat. Műholdas adatok közül a kutatáshoz a Sentinel-1 interferometrikus Wide-Swath (IW) üzemmódban készült, 5×20 m térbeli felbontású Ground Range Detected (GRD) termékét, valamint Sentinel-2A és Sentinel-2B 13 spektrális sávot lefedő (láthatótól a közeli infravörös tartományokon át a rövidhullámú infravörös) Level 2A terméket használtunk. Az OMSZ állomáshálózatán mért napi meteorológiai paraméterek (csapadék (mm), globálsugárzás (J/m^2), relatív nedvességtartalom (%), átlag, minimum és maximum hőmérséklet ($^{\circ}C$), valamint 10 m magasságban mért szélesebbesség (m/s) és a számított potenciális evapotranspiráció mellett, a felszínborítást a 20×20 m felbontású NÖSZTÉP adatokkal, a talaj tulajdonságokat a 250 m felbontású European Soil Hydraulic Database (EU-SoilHydroGrids) adataival jellemeztük. A domborzatra vonatkozó információkat az 5 méteres térbeli felbontású országos digitális domborzatmodellből származtattuk. Az OpenStreetMap térképi objektumait a legközelebbi úttól, csatornától vagy településtől való távolság számításához használtuk fel. Az előállított elöntés térképek térbeli felbontása 10×10 m.

Eredmények

A felszíni talajnedvesség tér- és időbeli változékonysága

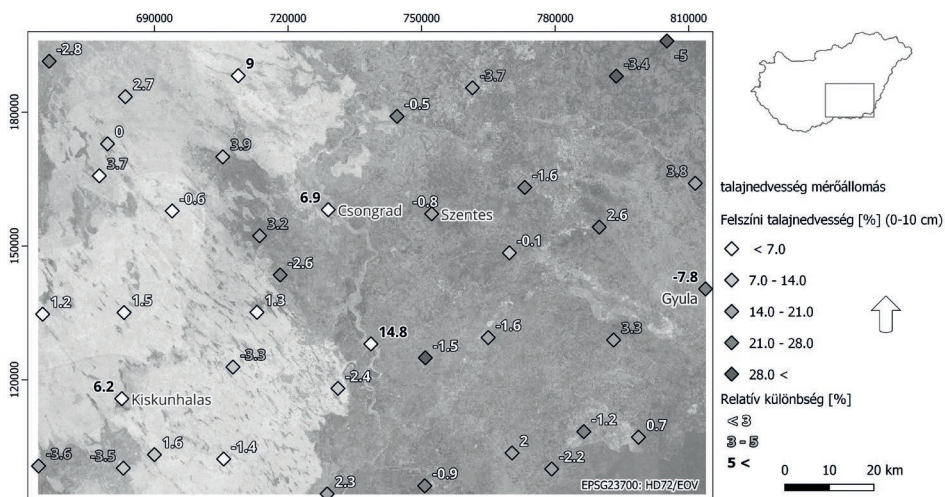
Az eredmények azt mutatják, hogy a talajnedvesség becsülésére alkalmazott négy módszer szignifikánsan eltérő kapcsolatot muta-

tott a becsült és a mért talajnedvesség-értékek között. Az eredmények közös jellemzője, hogy magasabb talajnedvesség értékek esetén gyengébb a korreláció, mint az alacsonyabb értékek esetében. Az MLR módszer szolgáltatta a legalacsonyabb korrelációs együtthatót (0,59), míg a legerősebb összefüggést (0,92) az XGBoost módszer adta. Így a részletes értékeléseket az XGBoost modellel végeztük.

Az XGBoost modellel készített 100 méteres felbontású, térben folytonos becsült felszíni talajnedvességet (SSM = surface soil moisture) összehasonlítottuk egy kiválasztott nyári teszt nap (2023. július 13.) földi mérőállomásokon 10 cm mélységben mért napi átlagos talajnedvesség (SM = soil moisture) értékeivel (2. ábra). A legtöbb állomáson a modellezett és a megfigyelt SM-értékek nagyfokú hasonlóságot mutatnak. Az állomások többségénél (24 állomás) a modellezett és a megfigyelt SM-érték közötti különbség 3%-nál kisebb volt, és csak 5 állomáson fordult elő 5%-nál nagyobb eltérés. Az 5 állomásból 4 esetben az állomás 100×100 méteres pixelhatár közelébe esett, és a szomszédos pixel modellezett értéke közel volt a terepen megfigyelt adatokhoz. Emellett a legtöbb esetben az állomások különböző növénytakarók határára helyezkednek el, ahol a pixel növényzete nem feltétlenül volt jellemző a mérési pontra.

Megvizsgáltuk az S1SSM műholdas termékből származó értékek és a modellel előállított folytonos becsült értékek közötti különbséget is. A terület nagy részén (45,5%) jó egyezést mutatott (10% alatti különbség) a megfigyelt és a modellezett érték. Jelentősebb (20% feletti) különbség a vizsgált terület 27,1%-án volt kimutatható. Ezek főként a terület nyugati részén és a folyók mentén helyezkedtek el. A különbségek egyik lehetséges magyarázata lehet, hogy a heterogénebb területhasználat egyes pixeleket eredményez az 1 km-es térbeli felbontású S1SSM-adatokban, amelynek pixelei így heterogén talajnedvességű területeket fednek le. További magyarázat lehet a korábban BAUER-MARSCHALLINGER, B. et al. (2019), BAZZI, H. et al. (2024), vagy SCHMIDT, T. et al. (2024) által is azonosított jelenség, hogy a műholdas talajnedvesség termékek pontossága függ a talaj és területhasználat típusától. A legnagyobb pontatlanságokat az erdők esetében azonosították.

Vizsgáltuk a független változók szerepének fontosságát és hatását a modellezési eredményekre. Ez alapján a modell kimenetét a talajparaméterek és a hőmérséklettel kapcsolatos



2. ábra A 100 méteres felbontású, térben folytonos modellezett és a terepi állomásokon mérési napjaink átlagos talajnedvesség összehasonlításának eredménye (a színek a talajnedvesség értékét, a feliratok a modellezett és a mért talajnedvesség relatív különbségét jelzik).

Figure 2 Comparison of the measured ground-based soil moisture and the 100-meter resolution continuous prediction (colours indicate the soil moisture value, captions indicate the relative difference between modelled and measured soil moisture)

adatok (az előző 7 nap átlaghőmérséklete és párolgása) kiemelkedő mértékben befolyásolják.

A belvizek gyakorisága és az elöntések előrejelzése

A kidolgozott algoritmusok háromféle eredményt szolgáltatnak. Először is, megmutatták az elöntések gyakoriságát, ami alapján megállapítható a terület belvizek-veszélyeztetettsége. Másodsorban, információval szolgáltatnak a tesztelt gépi tanulási modellek alkalmazhatóságáról a belvizek borítottság feltérképezésére. Végül pedig az előrejelző algoritmus segítségével több napos előrejelzés adtak a várható elöntések térbeli helyzetére vonatkozóan.

Kutatásaink alapján (KAJÁRI, B. et al. 2023) a belvizek elöntési térképek előállításához a CNN módszer adja a legjobb eredményt. A CNN-modell tovább előnye, hogy robusztus és újra felhasználható más időintervallumot érintő adatokon, ami az idősoros vizsgálatoknál fontos tényező (3. ábra).

A tesztelt XGBoost és DNN modellek közül előrejelzés készítésére az XGBoost modell bizonyult alkalmasabbnak. Ez a modell valamivel jobb pontossággal és sokkal nagyobb hatékonysággal rendelkezett, mivel a betanítás és a modellfuttatás az XGBoost-tal lényegesen

gyorsabb volt. Következésképpen ezt a modellt alkalmaztuk a belvizek elöntés előrejelzésére egy 9 napos elöntési időszak alatt, 2021. február 15–23. között. A február 15-ére vonatkozó vízborítást műholdas adatokból CNN módszerrel számítottuk. A következő napok előrejelzéséhez mindig az előző napok modell adatait használtuk. Az előrejelzési eredmények validálására műholdképek alapján készült vízborítási térképeket használtunk (KAJÁRI et al. 2024). A modell működésének jobb megértésére és a hibák lehetséges forrásainak azonosítására az eltéréseket mutató hibaterkép készült. A téves pozitív eredmények általában a nagyobb vízfoltok szélénél, valamint a sekély, időszakosan kiszáradó vízfelületek és telített talaj esetén jelentek meg, ami a modell nedves talajokra való érzékenységére utal. Téves negatív eredmény a kicsi, keskeny elöntés foltoknál volt jellemző, ami a térbeli felbontás (10 m) korlátaival magyarázható.

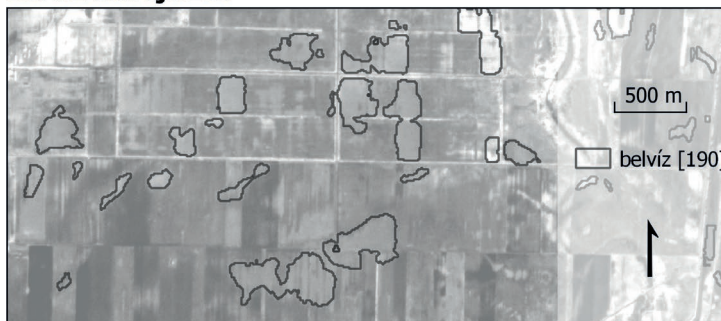
Összefoglalás

A műholdas és terepi adatokat, valamint térképi információkat integráló gépi tanulási módszerek komoly lehetőséget rejtenek magukban mind a belvizek, mind a talajnedvesség monitorozása és előrejelzése tekintetében. A tesztelt

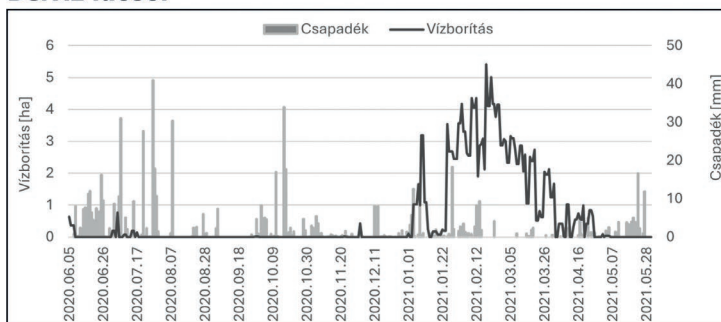
Belvíz gyakorisági térkép



Belvíz előrejelzés



Belvíz idősor



3. ábra a) Belvízi elöntés gyakorisága és b) előrejelzett elöntések, valamint a c) belvízborítás kiterjedése és az időszak csapadék mennyisége a 2020. júniusától 2021. májusáig egy kiválasztott területen (KAJÁRI, B. et al. 2024 alapján)

Figure 3 a) Inland excess water inundation frequency and b) predicted inundations, and c) Inland excess water coverage and precipitation amount between June 2020 and May 2021 in a selected area (based on KAJÁRI, B. et al. 2024)

algoritmusok közül a belvíz előrejelzésére, és a talajnedvesség monitorozásra is az XGBoost algoritmus adta a legjobb eredményt. Mindkét XGBoost algoritmuson alapuló modell megfelelő eredményt szolgáltatott. A belvíz előrejelzésére kidolgozott modell pontossága 86%, így a modell által szolgáltatott adatok felhasználhatók a belvíz elleni védekezéssel kapcsolatos

operatív intézkedésekhez, valamint az elöntések megelőzését célzó tevékenységek tervezéséhez. A talajnedvesség becslésére kifejlesztett algoritmus és a megfigyelt Sentinel-1 S1SSM értékek jó egyezést mutatnak (kevesebb mint 10% eltérés) a kevésbé heterogén, jellemzően mezőgazdasági művelés alatt álló területeken (pl. szántóföldek, szőlőültetvények, legelők). A talajnedvesség

becslésére tehát mind a kifejlesztett algoritmus, mind az SSISSM-adatok jól használhatók.

A bemutatott modellek jó teljesítménye ellenére mindkét esetben azonosíthatók korlátozó tényezők a bemeneti adatokkal (az alkalmazott terepi és műholdas adatok, valamint egyéb térképi adatok tér- és időbeli felbontása, pontossága), az előfeldolgozással és a modellezéssel kapcsolatban is.

A talajnedvesség esetében a heterogénebb földhasználati típusokkal (pl. erdők, települések) és/vagy talajtípusokkal (homokos talajok) rendelkező területeken mind a modell, mind a műholdadat alapú SSISSM termék már kisebb megbízhatóságú. Emellett a bemutatott modell térbeli kiterjesztésének lehetősége további vizsgálatokat és fejlesztéseket igényel. A jövőbeli elemzések középpontjában az eltérő környezeti jellemzőkkel rendelkező területek és további adatforrások bevonásának tesztelése, valamint a szezonálisan változó meteorológiai és vegetációs adatok modell eredmények pontosságára gyakorolt hatásának értelmezése áll.

A belvízi elöntés előrejelzés eredményére jelentős hatása van a CNN-modellen alapuló osztályozási térképek pontosságának, mivel ezek képezik az előrejelzések alapját. Ezeknek a térképeknek a pontossága ugyan magasnak bizonyult, de erősen függ a rendelkezésre álló Sentinel-1 és/vagy Sentinel-2 adatoktól. A hiányzó műholdas adatok növelik az időbeli interpoláció szükségességét, ami az előrejelzés pontosságának csökkenését eredményezhetik. A módszer előnye a statikus belvíz veszélyeztettségi térképekkel szemben, hogy az előrejelzés alapját képező belvíz elöntési gyakorisági térképeket dinamikusan frissíti, amikor új adatok állnak rendelkezésre.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Labor (RRF-2.3.1-21-2022-00008) projekt támogatta.

BLANKA-VÉGI VIKTÓRIA
SZTE Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Szeged
Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Budapest
blankav@geo.u-szeged.hu

TOBAK ZALÁN
SZTE Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Szeged
Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Budapest
tobak@geo.u-szeged.hu

KAJÁRI BALÁZS
SZTE Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Szeged
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont, Szarvas
kajari.balazs@ovki.naik.hu

SIPOS GYÖRGY
SZTE Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Szeged
Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Budapest
gysipos@geo.u-szeged.hu

BARTA KÁROLY
SZTE Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Szeged
Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Budapest
barta@geo.u-szeged.hu

KOVÁCS FERENC
SZTE Geoinformatikai, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék, Szeged
kovacsf@geo.u-szeged.hu

BOUDEWIJN VAN LEEUWEN
Víztudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Budapest
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Biotechnológiai Divízió, Szeged
leeuwen@geo.u-szeged.hu

IRODALOM

- BAUER-MARSHALLINGER, B.–FREEMAN, V.–CAO, S.–PAULIK, C.–SCHAUFLER S.–STACHL, T.–MODANESI, S.–MASSARI, C.–CIABATTA, L.–BROCCA, L.–WAGNER, W. 2019: Toward Global Soil Moisture Monitoring With Sentinel-1: Harnessing Assets and Overcoming Obstacles. – IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 57. 1. pp. 520–539. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2018.2858004>

- BAZZI, H. – BAGHDADI, N. – NINO, P. – NAPOLI, R. – NAJEM, S. – ZRIBI, M. – VAUDOUR, E. 2024: Retrieving Soil Moisture from Sentinel-1: Limitations over Certain Crops and Sensitivity to the First Soil Thin Layer. – *Water* 16. 40. <https://doi.org/10.3390/w16010040>
- FIALA K. – BARTA K. – BENYHE B. – FEHÉRVÁRY I. – LÁBDY J. – SIPOS GY. – GYÖRFFY L. 2018: Operatív aszály- és vízhiánykezelő monitoring rendszer. – *Hidrológiai Közlöny* 98. 3. pp. 14–24.
- GIULIA, C. – DE FIORAVANTE, P. – DICHICCO, P. – CONGEDO, L. – MARCHETTI, M. – MUNAFO, M. 2023: Land Cover Mapping with Convolutional Neural Networks Using Sentinel-2 Images: Case Study of Rome – *Land* 12. 4. DOI <https://doi.org/10.3390/land12040879>
- KAJÁRI, B. – BOZÁN, C. – VAN LEEUWEN, B. 2023: Monitoring of Inland Excess Water Inundations Using Machine Learning Algorithms. – *Land* 12. 36. <https://doi.org/10.3390/land12010036>
- KAJÁRI, B. – TOBAK, Z. – TÚRI, N. – BOZÁN, C. – VAN LEEUWEN, B. 2024: Prediction of Inland Excess Water Inundations Using Machine Learning Algorithms. – *Water* 16. 1267. <https://doi.org/10.3390/w16091267>
- KOSTER, R. D. – DIRMEYER, P. A. – GUO, Z. – BONAN, G. – CHAN, E. – COX, P. – YAMADA, T. 2004: Regions of strong coupling between soil moisture and precipitation. – *Science* 305. 5687. pp. 1138–1140. <https://doi.org/10.1126/science.1100217>
- KUTI, L. – KERÉK, B. – VATAI, J. 2006: Problem and prognosis of excess water inundation based on agrogeological factors. – *Carpath. J. Earth Environ. Sci.* 1. pp. 5–18.
- LABORCZI, A. – BOZÁN, C. – KÖRÖSPARTI, J. – SZATMÁRI, G. – KAJÁRI, B. – TÚRI, N. – KERESZI, G. – PÁSZTOR, L. 2020: Application of Hybrid Prediction Methods in Spatial Assessment of Inland Excess Water Hazard. – *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9. 4. <https://doi.org/10.3390/ijgi9040268>
- LECUN, Y. – BOSER, B. – DENKER, S. J. – HENDERSON, D. – HOWARD, E. R. – HUBBARD, W. – JACKEL, D. L. 1990: Handwritten Digit Recognition with a Back-Propagation Network. – In: D. Touretzky (Ed.): *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS 1989)*, Denver, CO (Vol. 2). Morgan Kaufmann. pp. 396–403.
- LI, Q. Q. – CHEN, Y. H. – LIU, M. Y. – ZHOU, X. B. – DONG, B. D. – YU, S. L. 2007: Effect of Irrigation to Winter Wheat on the Soil Moisture, Evapotranspiration, and Water Use Efficiency of Summer Maize in North China. – *Transactions of the ASABE*. 50. 6. pp. 2073–2080. <https://doi.org/10.13031/2013.24109>
- ROBINSON, D. A. – CAMPBELL, C. S. – HOPMANS, J. W. – HORNBUCKLE, B. K. – JONES, S. B. – KNIGHT, R. – OGDEN, F. – SELKER, J. – WENDROTH, O. 2008: Soil Moisture Measurement for Ecological and Hydrological Watershed-Scale Observatories: A Review. – *Vadose Zone Journal* 7. pp. 358–389. <https://doi.org/389.10.2136/vzj2007.0143>
- SÁNCHEZ, S. – MARTÍN, A. – GONZÁLEZ-PIQUERAS, J. – DE LA OSSA, L. – CALERA, A. 2022: Convolutional Neural Networks for Agricultural Land Use Classification from Sentinel-2 Image Time Series. – *Remote Sensing* 14. 21. <https://doi.org/10.3390/rs14215373>
- SCHMIDT, T. – SCHRÖN, M. – LI, Z. – FRANCKE, T. – ZACHARIAS, S. – HILDEBRANDT A. – PENG, J. 2024: Comprehensive quality assessment of satellite- and model-based soil moisture products against the COSMOS network in Germany. – *Remote Sensing of Environment*, 301. 113930. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113930>
- SZABÓ, B. – MÉSZÁROS, J. – LABORCZI, A. – TAKÁCS, K. – SZATMÁRI, G. – BAKACSI, ZS. – MAKÓ, A. – PÁSZTOR, L. 2024: From EU-SoilHydroGrids to HU-SoilHydroGrids: A Leap Forward in Soil Hydraulic Mapping. – *Science of Total Environment* 921.171258. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171258>
- VERECKEN, H. – HUISMAN, J. A. – PACHEPSKY, Y. – MONTZKA, C. – VAN DER KRUK, J. – BOGENA, H. – WEIHERMÜLLER, L. – HERBST, M. – MARTINEZ, G. – VANDERBORGH, J. 2014: On the spatio-temporal dynamics of soil moisture at the field scale. – *Journal of Hydrology*. 516. pp. 76–96, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.11.061>
- YICHEN, L. – JAMES, T. – SCHILLACI, C. – LIPANI, A. 2022: Snow Detection in Alpine Regions with Convolutional Neural Networks: Discriminating Snow from Cold Clouds and Water Body. – *GIScience and Remote Sensing* 59. 1. pp. 1321–1343. <https://doi.org/10.1080/15481603.2022.2112391>

A MOHÁCSI TERASZOS SÍK FELSZÍNFEJLŐDÉSE A HOLOCÉNENBEN ÉS AZ 1526-OS MOHÁCSI CSATA IDEJÉN

VICZIÁN ISTVÁN – SZEBERÉNYI JÓZSEF – SZÁVOSZT-VASS DÁNIEL
– DRUSZA TAMÁS

EVOLUTION OF THE MOHÁCS TERRACED PLAIN DURING THE HOLOCENE
AND THE BATTLE OF MOHÁCS IN 1526

Abstract

The Mohács Terraced Plain microregion is part of the Danube's right-bank plain, situated between Mohács and Kiskőszeg. Its western part is a flood-free river terrace, while the eastern part belongs to the Danube's floodplain. The floodplain's landforms have been shaped by the meandering Danube River, while the terrace surface has primarily been influenced by stream valleys. Six streams dissect the terrace surface. These streams built alluvial fans in the western part of the region and later formed valleys extending southward towards the subsiding Krasica Valley. The formation of new valleys on the terrace surface is primarily linked to shifts in the streams' courses within the alluvial fans. Over the past two to three millennia, the Danube has captured all these southward valleys. By the Battle of Mohács in 1526, the streams were already flowing in valleys leading towards the Danube, and these remained their courses until the last modern drainage works were carried out. The course of the battle was significantly influenced by the floodplains of these channels and the swamps that had developed in the abandoned stream valleys.

Keywords: Mohács, Danube river, flood-free river terrace, fluvial geomorphology

Bevezetés

A Mohácsi teraszos sík kistáj a Duna jobb parti síkságának része, a folyó Mohács és Kiskőszeg közötti szakaszán. Nyugati része árvízmentes terasz, keleti része ártéri terület. Részletes geomorfológiai kutatásaink során e kistáj domborzati formáit, felszínformáló erőit vizsgáltuk. Meg akartuk érteni a tájat, magunk előtt akartuk látni a kistáj kialakulása és változása mögött rejlő folyamatokat, eseményeket és összefüggéseket. Célunk volt, hogy rekonstruáljuk a felszínfejlődés holocén történetét, annak egymást követő fejlődési szakaszait. Külön foglalkozunk egy történelmileg fontos időszakkal, az 1526-os mohácsi csata idején fennálló vízrajzi, domborzati viszonyok ismertetésével. Ezzel a munkával hozzá kívántunk járulni a Duna-völgy fejlődésének, az ember és környezet változó kapcsolatának vizsgálatához és az 1526-os csata rekonstrukciójához.

Anyag és módszer

A geomorfológiai és környezetrekonstrukciós kutatások keretében a terület domborzati

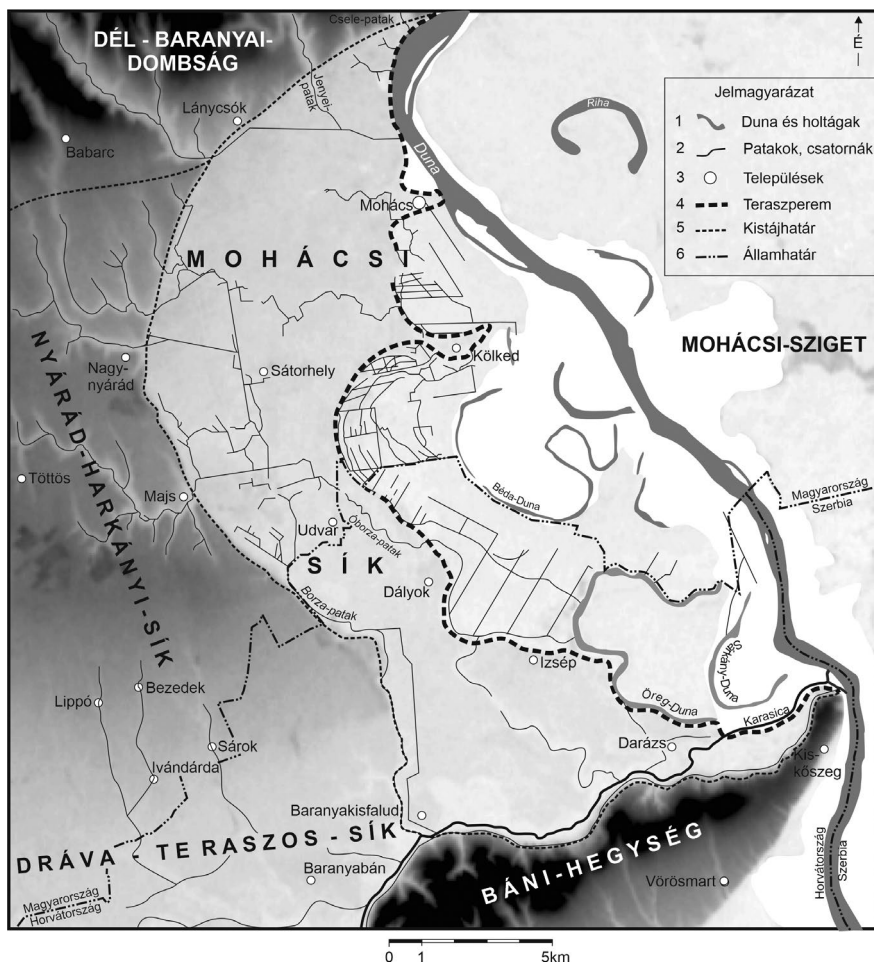
formáit, valamint a természetes és antropogén felszínformáló folyamatokat vizsgáltuk. A Mohácsi teraszos sík kistájáról és a szomszédos területek peremterületeiről digitális domborzatmodelltel készítettünk HD72 EOVS koordináta-rendszerben készült 1:10000-es méretarányú topográfiai térképek alapján. Az adatokat több forrásból származó információkkal, többek között azonos méretarányú Gauss–Krüger vetületű térképlapok, 30 méteres felbontású SRTM állományok, LIDAR felvételek, műholdfelvételek és archiv térképek (katonai felmérések, kataszteri térképek), valamint terepbejárások adatai alapján pontosítottuk, hogy a rekonstrukció az 1526-os csata idején létező domborzatot mutassa. A későbbi korokban épült mesterséges tereptárgyakat, út- és vasúttöltéseket, bevágásokat és csatornákat eltávolítottuk az adatbázisból, és a hiányzó részeket a környező domborzati formák alapján rekonstruáltuk. A digitális domborzatelemzés során az ARCMAP 10.8.1 programot használtuk, míg a 3D domborzatmodell elkészítéséhez Surfer 8 szoftvert alkalmaztunk. A felszínformák, a völgytalpak egymáshoz viszonyított helyzete és állapota alapján a relatív kronológia módszerével meghatároztuk a teraszfelszint tagoló völgyek kiala-

kulásának sorrendjét, egymás követő állapotait. A teraszperem hátrálásának idejére az adott teraszperemen lévő régészeti lelőhelyek kora és az öblözet geomorfológiai viszonyai alapján következtettünk.

Geomorfológiai adottságok és ártéri domborzatformálódás

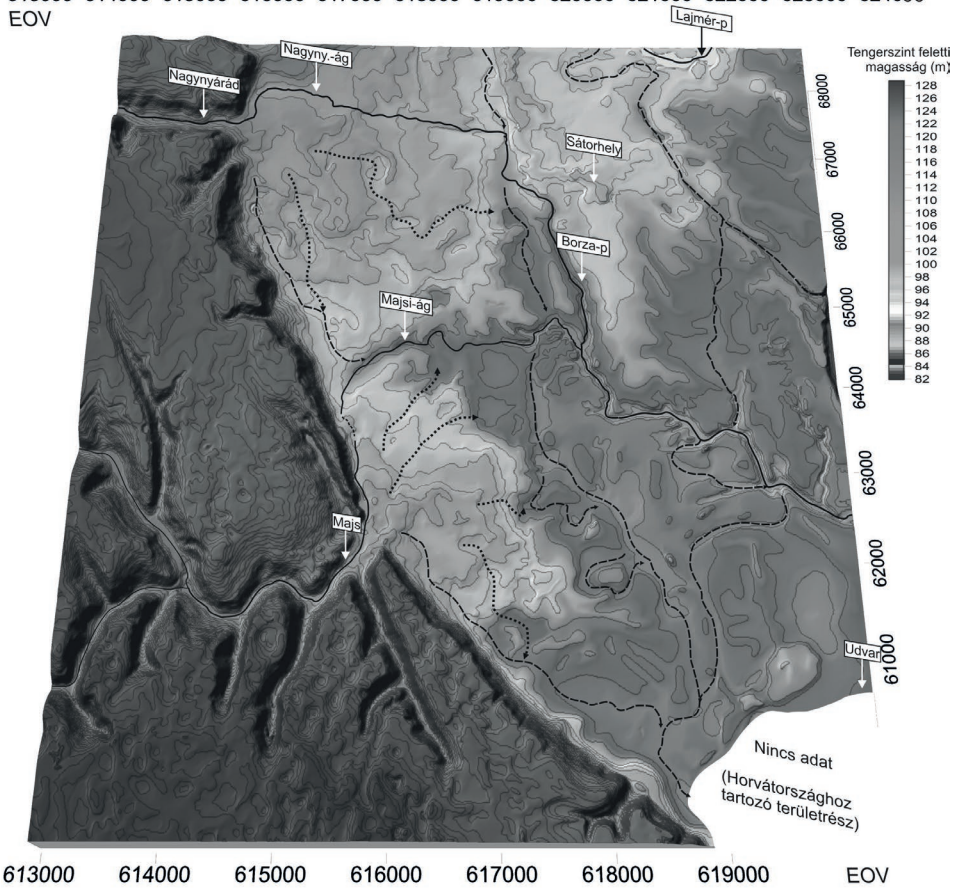
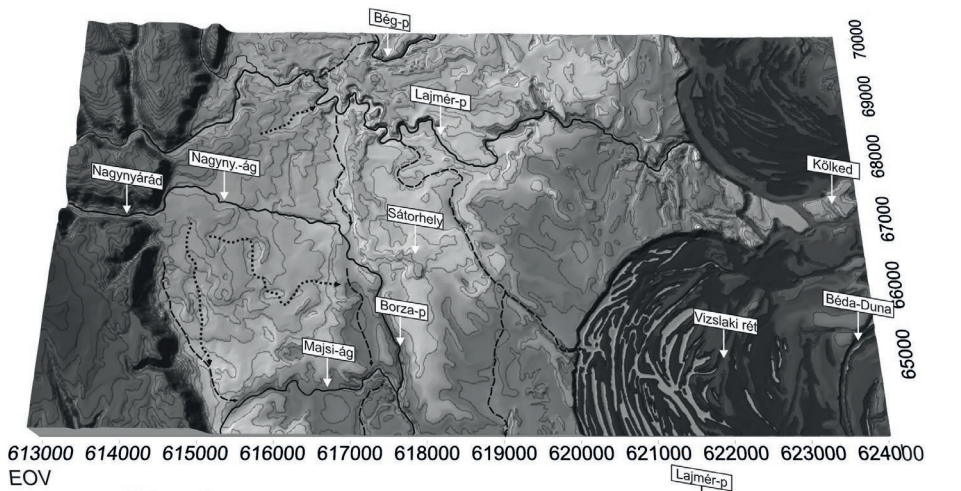
A Mohácsi teraszos sík területét nyugaton egy 15–70 méter magas magaspárt határolja melytől nyugatra löszös dombsági, síksági kis-

tájak, a Dél-Baranyai-dombság és a Nyárad–Harkányi-sík, illetve a Dráva teraszos sík területnek el (1. ábra). A Mohácsi teraszos sík kétosztatú, nyugati fele a Mohácsi sík, a Duna II/a számú, ármentes terasza. A terasz sík keleten egy 3–8 méter magas teraszperemmel végződik. A teraszperem alatt pedig a Duna meanderekkel, morotvákcal, ártéri mocsarakkal, övzátonyokkal és sarlólaposokkal tagolt alacsony és magasártere található (2. ábra), melyet gyakran előntött a folyó a közepesenél nagyobb árvizei idején, mielőtt a folyószabályozásokat végrehajtották. A kistáj keleti határa a Duna, az ártér azon túl



1. ábra A Mohácsi teraszos sík és környezetének domborzatmodellje a kistájak és a mai vízrajz feltüntetésével.
Figure 1 The digital elevation model of the Mohács Terraced Plain and its surroundings, with the depiction of microregions and contemporary hydrography.

Legend: 1 = Danube and abandoned channel; 2 = streams and channels; 3 = settlements; 4 = terrace edge; 5 = microregion border; 6 = state border;



2. ábra A Lajmér-patak és a nagynyárádi Borza (fent), illetve a majsi Borza (lent) hordalékkúpja, medrei és völgyei domborzatmodellén ábrázolva
 Figure 2 Elevation model of the Lajmér and Borza streams (top) and the Borza of Majs (bottom), depicting their alluvial fans, channels, and valleys

is folytatódik a Mohácsi-sziget területén. A kis-táj déli határát a Báni-hegység északi előterében lévő Karasica-völgy jelenti. Ez a völgy, hasonlóan a Duna árteréhez, egy pleisztocén végi és holocén süllyedékterület (BOGNAR, A. 1990). A dunai ártér leginkább süllyedő déli részén a folyó üledékeinek vastagsága a 40–50 métert is meghaladja (JASKÓ S. – KROLOPP E. 1991), míg északon Váripusztá környékén az alaphegység felszíni kibúvása is ismert (LÓCZY L. 1912; SZEDERKÉNYI T. 1962). A Duna medre csak a könnyen erodálható, legfelső iszap- és homokrétegekbe vágódik be, az alatta települt kavicsos rétegeket nem éri el (PÉCSI M. 1959; SOMOGYI S. 1974). A laza üledék és a süllyedő terület önmagában is a meanderező mintázat kialakulását segíti. Ennek megfelelően a leginkább süllyedő déli részen, a Mohács, Udvar, Nagybaracska, Hercegszántó települések által meghatározott részen a legszélesebb az ártér, a medrek kiterjedése és kanyargóssága is itt a legnagyobb (VICZIÁN I. 2022).

A Duna ezen a szakaszon természetes állapotában anasztomizáló jelleget mutatott azzal, hogy medre két ágra, a nyugati Mohácsi-Dunára és a keleti Baracska-Dunára. A mindkét ág viszont egyenként erősen meanderező mintázattal bírt. A Duna meander-kanyarulatainak külső, domború ívén a part pusztul, míg a kanyar belső, homorú részén övzátony épül. Egy meander kialakulásától a lefűződéséig tartó ciklus kb. 300–400 évig tart (VICZIÁN I. 2022). A meder és az ártér fejlődési folyamatait jelentősen befolyásolták a 19. század leelejétől zajló folyószabályozási, ár- és belvízmentesítési munkálatok. 1828-ban egy vezérárok kialakításával a Baracska Duna vizét jórészt a Mohácsi-Dunába irányították (MELCZEL J. 1828; HERVAI A. – LÓCZY D. 2009; KONKOLY S. 2015.). Ezt követően ez az ág vezette le a folyó szinte teljes vízhozamát, ami felgyorsította a parteróziót, a meder jelentősen, 1,5 métert vágódott be, ami együtt járt az ártéri talajvízszint süllyedésével is (KALOCSA B. – TAMÁS E. 2003). Az egykori ártér kilenc tizedét árvédelmi töltések védik, a sziget területét már nem fenyegeti az árvíz. A Duna szerepe a vizsgált terület felszinformálódásában mérsékelte vált. A kanyarátvágások miatt a Mohács alatti szakaszokon a meanderező jelleg jóformán megszűnt, az ártérfejlődés új, emberileg meghatározott irányt vett. A domborzat azonban őrzi az egykori folyóvízi formakincset. Az ártér domborzatában több egymást követő meander-képződési ciklus formái, a meder

folyóvölgy lejtésirányára merőleges tágulása, illetve a meanderek folyásirányban lefelé történő vándorlás során keletkezett övzátony-sarlólapos sorozatok, zátonyszigetek, természetes és mesterséges morotvák, folyóhátak, fokok, ártéri laposok maradtak fenn (GYENIZSE P. – VARGA G. 2020; VICZIÁN I. 2022).

Amennyiben a meander eléri a teraszperemet, azt laterális erózióval mossa alá és a terasz testébe mélyülő íves vonalú öblözeteket alakít ki (2-3. ábra). Azt a kort, amikor a teraszperemet utoljára mosta alá a Duna, a peremen lévő emberi megtelepedések kora alapján becsülhetjük.

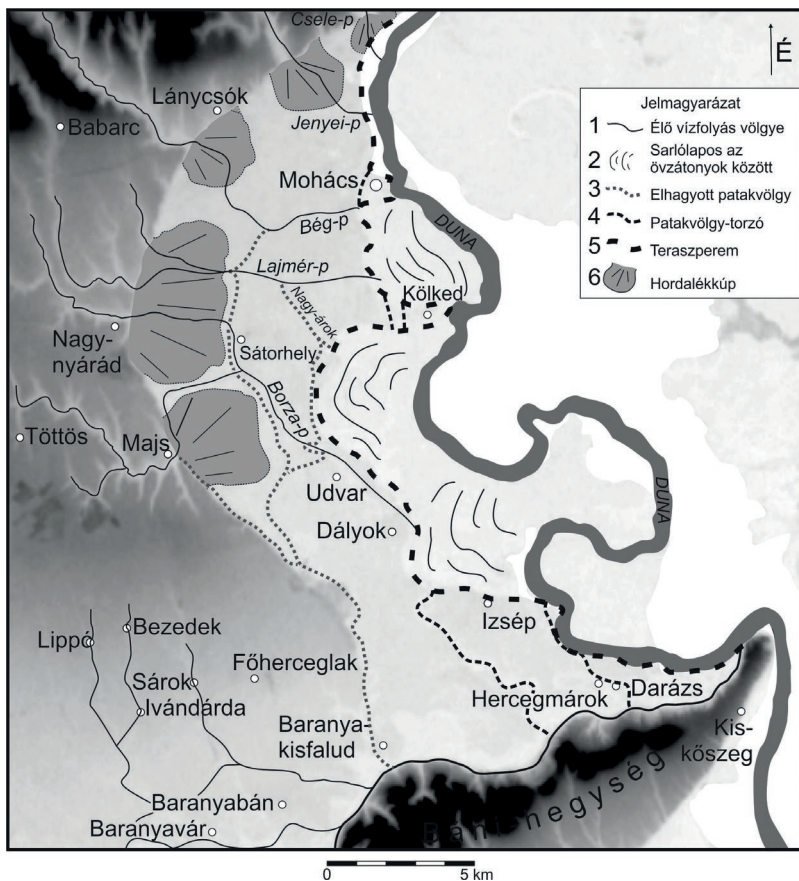
Északon a Csele-patak torkolatát és Mohács területét recens oldalazó erózió érinti, amit parti védművekkel fékeznek. Az 1526-os csata óta pár száz métert hátrált a teraszperem (VICZIÁN I. et al. 2023).

A Mohács és Kölked közötti öblözet peremét feltehetően a római korban mosta alá Duna, a teraszperem délnyugati részén, Hajlokpartnál található Altinum római katonai tábor, melyet a 4. század végéig használtak (VIRÁGOS R. 2007). Az építmény északkeleti sarka azóta elpusztult, feltehetően a Duna mosta el.

A Kölkedtől délre található Vizslaki-öblözet az előzőnél valamivel fiatalabb, átlagosan egy méterrel alacsonyabb fekvésű terület, ártéri formakincse is épebben maradt meg (3. ábra). A teraszperem középső részén a Törökdőmb néven is ismert késő római őrtorony állt (VISY Zs. 2000), tőle némileg északabbra, Kölked Feketekapu területén pedig avar kori település (6-8. század) ismert (KISS A. 2001).

A Vizslaki öblözettől délre a Dályok és Izsép közötti öblözet(rész) morfológiai állapota alapján idősebb, közel azonos korú lehet a Mohács és Kölked közötti öblözettel. Ettől délre Izsép és Kiskőszeg (Batina) szakaszon az első katonai felmérés (1783) előtti években még az Öreg-Duna majd annak lefűződése után a Sárkány-Duna meandere mosta alá a teraszperemet (VICZIÁN I. et al 2023). Ez utóbbi meandert később átvágták és mesterséges morotvává alakult.

A Mohácsi-Duna öblözeihez hasonló méretű öblözetek sorakoznak Baracska-Duna mentén is a bácskai terasz testébe mélyülve. Mindkét folyóág mentén hasonló méretű morotvák, medermaradványok, övzátony-sarlólapos sorozatok fekszenek. Ezek alapján mondhatjuk, hogy az elmúlt évezredek során a két Duna ág egymással közel azonos vízhozamú és szélességű volt. A két mederre egykor jellemző mean-



3. ábra A Mohácsi teraszos sík és környezetének domborzata és az 1526. évre rekonstruált vízrajza.
 Figure 3 Topography of the Mohács terraced plain and its surroundings and the reconstructed hydrography for the year 1526.

Legend: 1= valley of an active water course; 2= swales between the point bar deposits; 3= abandoned stream valley; 4= abandoned valley below the capture point; 5= terrace ridge; 6= alluvial fan

derező mintázat változékonysága azonban megengedte, hogy hosszabb-rövidebb időszakokra egyik vagy másik meder válhasson szerényebb vízhozamúvá, vagy meghatározóvá.

A teraszík felszínfejlődése

A teraszík egy tökéletes síkság, melynek felszínét eróziós patak völgyek tagolják, illetve némi változatosságot jelent még a domborzatban a dombosági területekről kilépő patakok hordalékkúpjai (2-3. ábra), illetve annak a Duna medernek a maradványformái, mely a würmben alámosta a magaspártot (GABRIS GY. 1980; GYENIZSE P.–LÓCZY D. 2020; VICZIÁN I. et al.

2023). A teraszt tagoló völgyek kialakításáért hat jelentősebb patak felel, északról délre haladva ezek a Csele-patak, a Jenyei-patak, a Bég-patak, a Lajmér-patak, valamint a Borza-patak nagygyárádi és majsai ágai. Ma már szabályozott mederben vagy mesterséges csatornában folynak keletre a Duna, vagy délre a Karasica felé. A holocén során a teraszperem hátrálását okozó Duna mellett e patakok képezték a legjelentősebb felszínformáló erőt a terasz síkon.

A teraszfelszínen kialakult patak völgyeket geomorfológiai szempontból három szakaszra lehet osztani (VICZIÁN I. et al. 2023). A löszös területekről a teraszra kilépő patak első szakaszán hordalékkúpot épít. Ezek erősen szétterülő, lapos, nagy területre kiterjedő felszínformák,

melyek enyhe lejtővel simulnak a teraszfelszín síkjába. A második, síksági szakaszon a meder a terasz testébe vágódik, a patak a völgytalpán belül meanderező mintázatot vesz fel. A harmadik szakasz a teraszperem előtti hátravágódó, regressziós völgyszakasz. Ezek a legmélyebb völgyszakaszok.

A terasz területén vannak élő vízfolyással rendelkező völgyek (pl. Csele-patak) és olyan völgyszakaszok is, melyek elhagyottak, melyekben már nem folyik élő vízfolyás. Ez utóbbi völgyek völgytalpának rossz lefolyású laposában sok helyen mocsaras területek alakultak ki. Az elhagyott völgyek két típusát különböztethetjük meg (3. ábra). Az első típusnál a patak a hordalékkúp utáni szakaszán új völgyet hoz létre, régi völgyét elhagyja (pl. a Nagy-árok Sátorhelytől délkeletre, a Borza Majs és Udvar alatti szakaszai). Ez a helyzet akkor alakulhat ki, ha a patak medre a hordalékkúpon belül máshová tevődik át és a patak egykori völgyétől távol ér ki a síkra. Az adott morfológiai helyzet függvénye, hogy a patak ott új völgyet alakít-e ki vagy megtalálja régi völgyét, önállóan vagy más patakokkal egyesülve folyik-e tovább. A másik típus, amikor egy patak völgyet a Duna lefejez és így a kaptúra alatti szakasz völgytorzóvá válik. Ilyen észak-déli futású völgytorzók találhatók pl. Mohács és Kölked nyugati határában, valamint Izsép, Hercegmárok és Darázs környékén.

A különböző típusú patak völgyek geomorfológia jellemzői, völgytalpainak egymáshoz viszonyított helyzete alapján megállapítottuk az egyes patak völgy szakaszok keletkezésének sorrendjét és relatív korát. Ennek történetét részletesebben a VICZIÁN I. et al. 2023 tanulmányunkban mutattuk be. A Csele-patak és a Jenyei-patak Mohács északi részén egyesült a Mohácsi öblözet kialakulása előtt (3. ábra). A Bég-patak kevésbé változtatta völgyét a terasz síkon a holocén során. A dunai kaptúrák kialakulása előtt, e három vízfolyásnak közös, délies völgye volt a Karasica felé, melynek idős völgytorzói megmaradtak Mohácstól és Kölkedtől nyugatra, illetve Darázs mellett (3. ábra). A Lajmér-patak a Mohácsi teraszos sík leginkább változó medrű vízfolyása. Első rekonstruálható medre a Bég-patakba tartott, második a Borza-patakba, a harmadik, önálló völgye Sátorhelyt keletről került, ott délre fordult, egyesült a két Borzával, közös völgyükben, a magaspárt lábánál folyt a Karasica felé, negyedik a „Nagy-árok” szintén a Karasica felé tartott, de már nem

a Borzával együtt, hanem az északi patakokkal egyesülve. E völgy idős völgytorzója található Izséptől nyugatra. Az ötödik völgy keleti irányba tartott, Mohács és Kölked között folyt, ahol a Duna végülis kaptúrával elhódította. A nagynyárádi és a majsi Borza idős völgyei délre tartanak a Karasica felé. Kezdetben a magaspárt lábánál alakítottak ki völgyet, később Izsép felé kerülve folytak a Karasica felé. Ezt a völgyet a Dályok és Izsép közötti öblözet kialakítása során fejezte le a Duna. Völgytorzója Izséptől nyugatra maradt meg (3. ábra).

Következtetések

A meanderező Duna meghatározó szerepet játszott kistáj felszínfejlődésében az ártér és a terasz sík esetében egyaránt. A folyó által létrehozott ártéri formák uralják az ártér domborzatát. A teraszfelszínt tagoló korai, délies patak völgyek, a délies futású völgytorzók helyzete alapján állíthatjuk, hogy az összes patak a holocén nagy részében, délre a Karasica felé tartott. A Duna oldalazó eróziójával pedig mintegy 10-15 km széles sávot mosott el a terasz területéből a holocén során, a folyó által létrehozott teraszperemi öblözetek idővel elérték a délies futású völgyeket és a Duna az összes patakot lefejezte. A kaptúrák kialakulásának ideje az öblözetek rekonstruált kora alapján az elmúlt két évezredre estek.

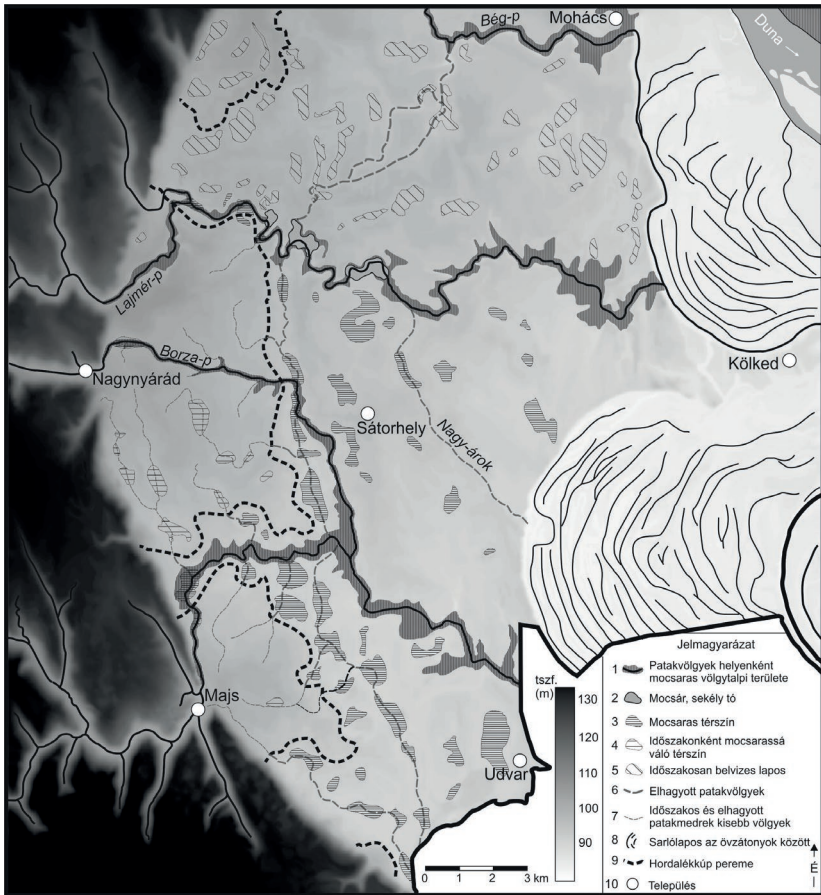
A patakok jelentették a másik meghatározó felszínformáló erőt a Duna mellett a terasz sík területén. A terasz síkra lépve hordalékkúpokat építettek, majd hol önállóan, hogy egyik-másik patakkal egyesülve völgyeket vágtak a terasz testébe. A völgyek között elterülő sík teraszfelszín domborzata ez alatt alig változott. A hordalékkúpon belül történt mederáttevődések nagy jelentőséggel bírnak a felszínfejlődés szempontjából. Ha a meder a hordalékkúpjának más részére tevődött át, akkor a hordalékkúp utáni szakaszon új völgy alakulhatott ki megfelelő geomorfológiai adottságok mellett. A terasz síkon átfolyó síksági szakaszon a bevágódás alig pár méternyi tesz ki, de ez is elegendő ahhoz, hogy a patak ne tudjon eróziós völgyéből oldal irányba kilépni, így azok völgyeikben maradván általában tovább mélyítették a völgytalpat. A völgyek helye ezért meglehetősen állandó volt, különösen a kistáj északi részének patakjai folytak sok-sok évezreden át változatlan irányba völgyeikben. A déli rész patakjai a hordalékkúpi

mederáttevődés miatt jellemzően több völgyet is kialakítottak e síksági szakaszon az egymást követő időszakokban. Nem volt ritka, hogy a sík területén két-három patak egyesüljön és közös völgyszakaszt használjon. A teraszfelszín ezért itt völgyekkel erősebben tagolt és nagyobb területeket foglalnak el a völgytalp rossz lefolyású lapaiban kialakult mocsarak. Közülük a legnagyobb ilyen területeket Majstól délre, a Lajmér és a két Borza egyesült, délre tartó, elhagyott völgyében találjuk.

Az élő patakokat övező ártéri sáv és a völgytalp rossz lefolyású laposai, valamint az elha-

gyott völgyek alján kialakult mocsaras területek az 1526-os csata rekonstrukciója szempontjából is nagy jelentőséggel bírnak, mivel ezek befolyásolhatták a csatátér helyének kiválasztását, a csata eseményeit, gátolhatták a csapatok szabad mozgását, különösen nehezebb felszereléssel (ágyúk, szekerek). A Duna mocsaras ártere pedig ezeknél is járhatatlanabb volt a csapatok számára. A csata idejének rekonstruált vízrajz, domborzati állapotokat domborzatmodellen ábrázoltuk (4. ábra).

A teraszperemek régészetiileg igazolt kora alapján mind a hat patakról elmondható, hogy



4. ábra Vízrajzi rekonstrukció az 1526. évről az akkor élő és az addigra már elhagyott patakvölgyek feltüntetésével a domborzatmodellen

Figure 4 Elevation model and hydrographic reconstruction for the year 1526, illustrating the active and abandoned stream valleys

Legend: 1=locally swampy valley bottom areas; 2=swamp, shallow lake; 3=marshy surface; 4=intermittently marshy areas; 5=periodically inundated flats; 6=abandoned stream valleys; 7=intermittent and abandoned streambeds, minor valleys; 8=swales between the point bar depositions; 9=alluvial fan margins; 10=settlements

a kaptúra időpontja legalább egy évezreddel megelőzte a csatát, 1526-ban már régen mind a Dunába torkolltak. Mindegyik patak esetében a kaptúrával érintett völgyszakasz a patak legfiatalabb völgye. A csata idején az élő vízfolyások már azokban a völgyekben folytak, amelyekben az első és második katonai felmérés térképein is jelölve vannak. A Duna laterális eróziója az utóbbi fél évezredben csak a Csele-patak és Jenyei-patak esetében pusztít torkolati szakaszt, Mohács területén. A teraszperem hátrálása ezen kívül még az Izséptől délre eső szakasz egyes részeit érintette.

A Duna ártere természetes állapotában is igen változékony volt, a táguló, lefűződő meanderek pár száz év alatt átforgultak domborzatát. Az egykori morotvák, övzátányok, sarlólapok formái azonban akár évezredekkel keletkezésük után is megmaradtak, morotva tavakká, mocsaras laposokká váltak, esetleg árvíz idején időszakos mederként szolgáltak. Nem ritka, hogy egymás mellett, illetve egymáson kettő vagy még több meander-generáció fosszilis felszínformáit figyelhetjük meg. Az elmúlt évszázadok során az árvízvédelmi, vízmentesítési munkálatoknak köszönhetően az ártér egy szárazabb, egyveretűbb területté vált, amit utoljára 1956-ban öntött el a Duna.

A teraszszíkon elsősorban a patakvölgyek alakultak át, különösen a csatornázási, vízrendezési munkálatok és a szántóföldek nagygépes mezőgazdasági művelése következtében. A patakok ma már mesterséges csatornában folynak, a mocsaras területeket jórészt lecsapolták, feltöltötték.

Összefoglalás

A felszínfejlődés menetére vonatkozóan a Duna ártéri domborzata, az egymást követő meanderciklusok övzátány-sarlólapos sorozatai és a folyó által alámosott teraszperemek közel két évezred folyóvízi eseményeinek emlékeit őrizték meg, jó részük tehát az 1526-os események előtt keletkezett, így alkalmasak a csata időszakának rekonstruálására és a természetes ártér- és meanderfejlődés folyamatainak vizsgálatára. A teraszfelszín felszínformái, patakvölgyei pedig akár a holocén egészére „emlékeznek”, geomorfológiai elemzésükkel a holocén felszínfejlődés fontosabb eseményeit, az egyes állapotok egymásutánosságát, környezeti változásait sikerült rekonstruálnunk.

VICZIÁN ISTVÁN
HUN-REN CsFK, Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest
viczian.istvan@csfk.hun-ren.hu

SZEBERÉNYI JÓZSEF
HUN-REN CsFK, Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest
szeberenyi.jozsef@csfk.hun-ren.hu

SZÁVOSZT-VASS DÁNIEL
Dunai Szigetek
dunaiszigetek@gmail.com

DRUSZA TAMÁS
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest
drusza.tamas@uni-nke.hu

IRODALOM

- BOGNAR, A. 1990: Geomorfologija Baranje. – Ognjen Prica, Zagreb. p. 17.
- GÁBRIS GY. 1980: A mohácsi csatamező. – Föld és Ég 15.8. pp. 249–252.
- GYENIZSE P. – LÓCZY D. 2020: A Mohácsi-sík vízrajza és annak hatása a mohácsi csatára. – In: PAP N. (szerk.): Mordortól Mohácsig. A mohácsi csatáj történeti földrajzi kutatása. Mohács 1526–2026. Rekonstrukció és emlékezet. Pécs. pp. 51–89.
- GYENIZSE P. – VARGA G. 2020: A Mohácsi-sík és környéke geomorfológiai viszonyai, valamint ezek szerepe a mohácsi csatában. – In: PAP N. (szerk.): Mordortól Mohácsig. A mohácsi csatáj történeti földrajzi kutatása. Pécs. pp. 23–50.
- HERVAI A. – LÓCZY D. 2009: A Mohácsi-sziget tájhasználat történeti megközelítésben. – In: SZABÓ KOVÁCS B. – TÓTH J. – WILHELM Z. (szerk.): Környezetünk természeti-társadalmi dimenziói – Tanulmánykötet Fodor István tiszteletére. Pécs. pp. 51–60.
- JASKÓ S. – KROLOPP E. 1991: Negyedidőszaki kéregmozgások és folyóvízi üledékfelhalmozódás a Duna-völgyben Paks és Mohács között. – A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1989. évről. pp. 65–82.
- KALÓCSA B. – TAMÁS E. 2003: A folyamszabályozás morfológiai hatásai a Dunán. – In: SOMOGYVÁRI O. (szerk.): Élet a Duna-ártéren tudományos tanácskozás összefoglaló kötete. Pécs, 251–257.
- KISS A. 2001: Das awarenzeitliche Gräberfeld in Kölked-Feketekapu B. – Monumenta Avarorum archaeologica (6). Magyar Nemzeti Múzeum, MTA Régészeti Intézet. pp. 1–188. <https://doi.org/10.62150/MAA.6.1.2001>

- KONKOLY S. 2015: Középkori vár vagy római erőd? Rejtélyes nyomok a Mohácsi-szigetről. – In: HORVÁTH L. (szerk.): *Ingenia Hungarica I. Kárpát-medencei Szakkollégiumi Konferencia*. Budapest, 2015. pp. 177–204.
- LÓCZY L. 1912: A Villányi és Báni hegység geológiai viszonyai. – *Földtani Közöny* 17. pp. 677–678.
- MELCZEL J. 1828: Duna-mappáció. A magyarországi Duna szakasz szelvényleírásai. Kézirat. MNL OL S 81 1554/376.
- PÉCSI M. 1959: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalakítása. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 345 p.
- SOMOGYI S. 1974: Meder- és ártérfejlődés a Duna sárközi szakaszán az 1782-1950 közötti térképfelvételek tükrében. – *Földrajzi Értesítő* 23. 1. pp. 27–28.
- SZEDERKÉNYI T. 1962: A baranyai Duna menti mezozoós szigettrögök földtani viszonyai. – *Földtani Közöny* 94. 1. pp. 28–32.
- VICZIÁN I. – SZEBERÉNYI J. – SZÁVOSZT-VASS D. – DRUSZA T. 2023: A mohácsi teraszos sík holocén felszínfejlődése és az 1526. évi mohácsi csata környezetének vízrajzi és geomorfológiai rekonstrukciója. – In: VARGA SZ. (szerk.): *Elsüllyedt Mohács: újabb tanulmányok a mohácsi csatával kapcsolatos kutatások eredményeiről*. pp. 209–251.
- VICZIÁN I. 2022: A Duna domborzatformáló hatása Mohács környékén és az 1526. évi mohácsi csata. – In: VARGA SZ. – TÜRK A. (szerk.): *Mohács szimfónia: Tanulmányok a mohácsi csatával kapcsolatos kutatások eredményeiből*. pp. 93–114.
- VIRÁGOS R. 2007: Continuity and change in early Medieval landscapes in Western Hungary: possibilities for research. *Annual of medieval studies at Central European University Budapest* 13. pp. 213–240.
- VISY ZS. 2000: A Ripa Pannonica Magyarországon. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 99 p.

ANDEZITBÁNYA MEDDŐHÁNYÓINAK TÁJBAILLESZTÉSE FELSZÍNALAKÍTÁSSAL

CSIMA PÉTER – KERTÉSZ BOTOND – MÓDOSNÉ BUGYI ILDIKÓ
– VARGA DALMA

LANDSCAPEING OF THE ANDESITE MINE SPOIL HEAPS
WITH TERRAIN TRANSFORMATION

Abstract

In 2013, the landscape concept plan of the spoil heaps of the andesite mine located in Tállya was prepared. The plan included a landscape history overview, an analysis of the visual landscape quality and a so-called fit into the landscape concept. In 2014, the final landscaping construction plan of the two spoil heaps was completed. The mine was opened in 1927, and since then spoil heaps have been deposited. To plan the landforms, we analysed in a geomorphological way the existing surfaces regarding to the characteristics of the landforms of the spoil heaps; the fitting of the spoil heaps' surfaces and rim lines into the surrounding natural landforms; the relative heights of the spoil heaps and the height differences within each part; the slope angles and exposure of the spoil heaps' sides; and the landforms degraded by erosion. In the landscape concept, our aim was to fit into the surrounding topography, rounding horizontal contours and sharp joints, and transforming slopes steeper than 38 degrees and areas of landforms degraded by erosion. Macro-scale landscaping involved the removal of 177,000 m³ of soil by mine-loaders. The effects of the landscaping activities are the following: safe drainage of stormwater from the plateaux; the transformation of the unfavourable rim lines of the plateaux; the articulation of high embankment slopes by the creation of wide terraces; the creation of micro-terraces suitable for planting.

Keywords: spoil heap, andesite mine, terrain transformation

Bevezetés

2013-ban készült a tállyai andezitbánya tájrendezési tanulmányterve a Colas-Északkő Kft. megbízása alapján a BCE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszékén. Annak része volt egy tájtörténeti áttekintés, egy látványvizsgálat és a tájbaillesztési koncepció. 2014-ben pedig elkészült a bánya két meddőhányójának tájrendezési kiviteli terve. A hányók tereprendezése még abban az évben megvalósult. A tervezés és a kivitelezés szempontjairól és eredményeiről többször beszámoltunk tematikus konferenciákon (CSIMA P. et al. 2017, 2018). Mostani tanulmányunk tíz év elteltével az első összegzés a tállyai meddőhányók felszínalakításának geomorfológiai szempontú tapasztalatairól.

A tájbaillesztés – általános értelmezése szerint – egy létesítmény és az azt befogadó táj közötti összhang (harmónia) megteremtését célozza. A tájépítészet tágabb szakmai értelmezése szerint ez nem csak a tájképi összhangra, hanem a tájhasznosítási és a tájökológiai összhangra is vonatkozik. A felszín és annak

alakítása mindhárom szempontnál fontos résztényező. A tájrendezés célja a minél előnyösebb ökológiai és tájképi feltételek megteremtése a rombolt felszínnek társadalmi igényeknek leginkább megfelelő utóhasznosításához, valamint a degradált tájrészletekben a megváltozott környezeti adottságok viszonylag kedvezőbbé tétele. A tájképvédelem és a tájrehabilitáció együttesen jelentkező feladatok a gazdasági tevékenységek során átalakított felszínnek rendezésében.

Kopasz-hegyi andezitbánya

A tállyai Kopasz-hegy piroxén-andezit (továbbiakban: andezit) előfordulása egy kis mélységben megrekedt, kb. 12 millió éves andezit dák, amelyet később, mintegy 9 millió évvel ezelőtt egy újabb magma felnyomulás tört át és az ömlött ki a korábbi felszínre (PINCZÉS Z. 1998). A kőzet fejtése döntően robbantással történik, az értékesítésre kerülő anyagot az út- és vasútépítésben használják. A miocén korszak végén intenzív hidro- és epitermális aktivitás

volt a térségben, amely elsősorban a nagyobb törési szerkezeti elemek – vetők, eltolódások – mentén végezte közetbontó tevékenységét. Az andezit alatt főleg riolittufa és lignites tufit kőzet található, a riolittufa több szintben megjelenik (például a szomszédos, a bányánál magasabban fekvő Dorgó-tetőn is). A kőbányászat szempontjából a hidrotermálisan bontott nyersanyagok és a riolittufa kedvezőtlen, azokból megfelelő minőségű építőipari alapanyag nem gyártható (KERTÉSZ, B. 2016).

A meddőhányók

A bányát 1927-ben nyitották, azóta folyik a meddőanyag lerakása is (LÁZÁR I. 1990). A meddőhányók öt egységben helyezkednek el a bánya körül, kettő a bányától keletre húzódó völgyben, három a bánya nyugati oldalán van. A kőzutakról jól látható két hányóegységből a Remete-hányó egy egykori szőlődűlőről kapta nevét, a Dorgó-hányó pedig a Dorgó-tetőről, arról a 375 méteres magaslatról, amelynek nyugati felszínéhez támaszkodik. Ezt a lerakási formát ERDŐSI F. (1987) peremhányónak nevezi. Jelentős mérete és az egyes részek eltérő jellege miatt a Dorgó-hányón belül önálló nevet kapott a Dorgó-alsó, a Dorgó-felső és a Dorgó-hátsó hányórész, valamint a tetőszint, amely a legfelső, viszonylag alacsony magasságú kiemelkedés. A Remete-hányó legnagyobb relatív magassága 79 méter, a Dorgó-hányóé pedig 101 méter.

A meddőhányók anyaga két helyről származik. Az 1990-es évekig a fejtésből minden anyagot a törő-osztályozó, feldolgozó technológiához szállították. Onnan szállítószalaggal a meddőhányókra került a törő-osztályozó technológia első lépcsőjén leválasztott, 0/20–0/40 mm szemmagyságú, értékesítésre alkalmatlan anyag. A későbbiekben a fejtésből közvetlenül a hányókra szállították teherautókkal a gyenge szilárdságú fedőkőzetek, valamint a köztes meddő rétegek anyagát.

Humuszos talaj a kitermelésből gyakorlatilag nem került a hányókra. A lerakott, döntően aprószemcsés közettörmelék értékesítésre alkalmatlan, tufás, agyagos, bontott, vagy nagyon bontott kőzetből áll, nagy mérettartományban (20–3000 mm) szóró kőzetdarabokkal. A törmelék összetételétől függően 37–38 fokos, önbeálló rézsűszög képezte a meddőhányó külső formáját. A nagyobb méretű kövek a felszínen is

megjelentek. Az utóbbi évtizedekben a hányókat rétegenként építették és tömörítették.

A vizsgálatok és a tervezés módszere

A tájrendezési koncepciót látványvizsgálattal és a tájtörténet kutatásával alapoztuk meg. A látványvizsgálatnak két szintje volt:

- A távoli látványt vizsgálva hét települést – Abaújszántó, Golop, Mád, Szerencs (Onddal együtt), Mezőzombor, Rátka és Tállya – érintő tájkép-elemzést végeztünk a településeket összekötő, a gépkocsis és kerékpáros turizmussal érintett kőzutakról.
- A közeli látványt illetően megvizsgáltuk a meddőhányók látványkapcsolatát Tállya településsel, a szőlőtermesztő tájjal és a bányát környező erdős, hegyvidéki peremsávval, illetve feltártuk a tájképi konfliktusokat. A felszínalakítás tervezéséhez a meglévő felszín vizsgálatánál során elemeztük:
- az egyes hányórészek felszínformáinak sajátosságait,
- a hányófelszínek és a peremvonalak illeszkedését a környező természetes felszínformákhoz,
- a hányók relatív magasságát és az egyes hányórészleteken belüli magasság-különbségeket,
- a hányóoldalak lejtőszögét,
- a hányóoldalak kitérttségét (elsősorban a növénytelepítés tervezéséhez), valamint
- a korábbi erózió okozta jelenségeket.

Figyelmeztető jelként tekintettünk a szinte valamennyi hányóoldalban látható, erózió által előidézett felszínformákra – mély vízmosásokra, eróziós barázdákra.

A kialakult helyzet megértéséhez irodalmi adatok, valamint Tállya településre és közvetlen környékére fellelt archív dokumentumok felhasználásával összeállítottunk egy rövid bányatörténeti ismertetést, történeti térképekkel és archív fotókkal illusztrálva a bánya megnyitásától a jelenkorig történt főbb eseményeket (CSIMA P. – MÓDOSNÉ B.I. 2013, 2014).

A látványvizsgálat eredménye

A tágabb térség látványában meghatározóak a vulkáni tevékenység során kialakult változatos domborzati formák, a középkorban kialakult településhálózat, a hegylábakat és a hegyoldala-

kat elfoglaló szőlőültetvények, a szőlők fölötti hegygerinceken és a háttért képező Molyvás hegycsoport magaslatainak oldalában az összefüggő erdőekkel. Ugyancsak meghatározó tájszerkezeti elemek a részben a több évszázados legeltetés következtében, részben az egykori szőlőültetvények felhagyását követően létrejött gyepes, fokozatosan cserjésedő domboldalak és dombtetők is. A meddőhányók 3–8 kilométer távolságból nézve csak jó látási viszonyok között tűnnek fel feltűnő eltérő színével. A 2012-ben végzett látványvizsgálat idején, mintegy 3000–1500 méteres távolságból, a szomszédos településektől Tállya felé vezető utakról nézve, a meddőhányók jelentősen uralták a tájképet, az egyes hányórészek már markánsan elkülönülve jelentek meg. Különösen zavaróak voltak a Dorgó-hányó felső, hosszú, vízszintes peremvonalai, alattuk a 40–50 méter magas hányóoldakkal és a Remete-hányó sarkosan előreugró, félkúp formája. A látványban erőteljesen feltűnt a sziluttból kiemelkedő, körbe-fejtett andezit sziklatömb. A hányók világos színe, évszaktól függően, jelentősen elütött a környezet színétől. A Remete-hányó látványa konkurált a falu műemléki védettségű templomainak a tájképet vertikálisan tagoló tornyaival. A hátsó bányafalakat a hányók Mád és Rátka felől kulissza-jelleggel takarják, de Golop és Abaújszántó felől nézve azok is megjelennek a tájképben.

Felszínformák

A cikkben alapvetően a 2006-ban megjelent, Szabó József és Dávid Lóránt által szerkesztett tanulmánykötetben szereplő geomorfológiai fogalmakat használjuk. A könyvben az antropogén geomorfológiai jelenségeket és alapfogalmakat összegezte SZABÓ JÓZSEF (2006); a szénbányák meddőhányóinak felszínformáit elemezte SÜTŐ LÁSZLÓ (2006). Az antropogén felszínalakítás társadalmi-környezeti hatásait ismertette és az uránbányák meddőhányóinak rendezéséről számolt be LÓCZY DÉNES (2006a, 2006b). Környezeti hatásai szerint osztályozta a felszínalakítás módjait CSORBA PÉTER (2006), a tájtervezés vizsgálati szakaszában alkalmazott geomorfológiai szempontokat összegezte CSIMA PÉTER (2006). Az építőipari és egyéb ásványi nyersanyagok bányászatának geomorfológiai problémáit elemezte DÁVID LÓRÁNT (2006).

A tállyai andezitbánya 124 hektárnyi területén az antropogén felszínalakítás összes jellemző formája együtt látható. A kőbányászat alapvetően negatív felszínformákat (exkaváció) eredményezett. A nagyméretű, többszintes bányaurogen belül megjelentek a konkáv falakat tagoló teraszok, a belső utak és a többszintű bányatalp. A meddő elhelyezése első ütemben az egykori bányagödörök egy részében feltöltést (helyreállítást, részleges rekonstrukciót), második ütemben már felhalmozást (akkumulációt) eredményezett. Majd egyre inkább meghatározóvá vált az eredeti terepfelszínhez támaszkodó külső hányók létesítése, ami pozitív (konvex) felszínformákat hozott létre. A külső hányók felszíne morfológiai szempontból gravitációsan felhalmozott mesterséges törmelékletű. A hányókon a lerakást követően azonnal megindultak a természetes felszínalakítási folyamatok. Végül a tájrendezési beavatkozás már az antropogén felszínforma másodlagos, új formává alakítását célozta. A tájrendezést követően pedig a heves esőzések következményeként rövidesen ismét természetes felszínformáló folyamatok jelentkeztek, a felszínpusztulás mind a felületi, mind a lineáris (mélyárok, barázdás) erózió formájában látható, és kisebb-nagyobb csuszamlások is tapasztalhatók. A meddőhányóra kerülő anyag vegyes jellegéből adódóan a felszín anyaga is nagyon heterogén. Az agyaggal vegyes aprószemcsés felszín megszokják a nagyobb méretű kövek. Döntően ezek a nagyobb kövek sodródhatnak le a hányók lábához, ahol megindult a természetes felhalmozódás.

A felszínalakítás koncepciója

A tájrendezési koncepcióban célul tűztük ki a bányát környező táj domborzati formáihoz illeszkedést, a vízszintes peremvonalak és a hegyesszögű csatlakozások lekerekítését, a 38 fokosnál meredekebb lejtők és az erózió által rombolt felszínrészek átalakítását. A tervezett – 6 méter szélességű, enyhén kifelé lejtő – teraszok a helyenként 35–40 méter magas hányóoldalak tagolásával a felszínforma látványát kedvezőbbé teszik, az erózióvédelmet szolgálják és az oldalak stabilitását növelik, továbbá növényzet telepítésére is alkalmasak. A terülpokon 1 méteres szintvonalakkal ábrázoltuk a két meddőhányó tervezett felszínét. Tájképi szempontból szükséges lett volna a 45 méter magasú Dorgó-alsó hányórész tagolása is széles

terasszal, az azonban nem valósult meg, mert a munkagépek nem tudtak a hányó lábához jutni az ott lévő, a hányóról legurult közhalmok és az eróziós hordalékkúpok miatt. A platók peremvonalai alatt 1,5 méterrel tervezett, 2–2,5 méteres szélességgel létesülő mikroteraszok a növénytelepítés kedvező feltételeinek gyors megteremtését szolgálják, az azokra telepíthető növényzet oldja a peremvonalak kedvezőtlen látványát.

A javasolt további terepalakítások fő célja a látványt kedvezőtlenül tagoló hosszú egyenes peremvonalak megszüntetése, illetve a távoli nézőpontokról feltáruló látványban az eredeti terepfelülethez kedvezőtlenül csatlakozó vonalak harmonikus illesztése. A Dorgó-felső hányórész Dorgó-tetőhöz csatlakozásának átalakítása a tájképi szempont mellett a hányó fölötti hegyoldalaról induló természetes vízfolyás útjának szabaddá tételét is szolgálta. A Dorgó-hányó rendezés előtti állapotát, annak szintvonalas tereprendezési tervét és a hányók felszínalakításának két jellemző metszetrajzát az 1. ábrán mutatjuk be. A látványkonfliktusok és azok feloldására adott javaslatainkat az 1. táblázatban ismertetjük.

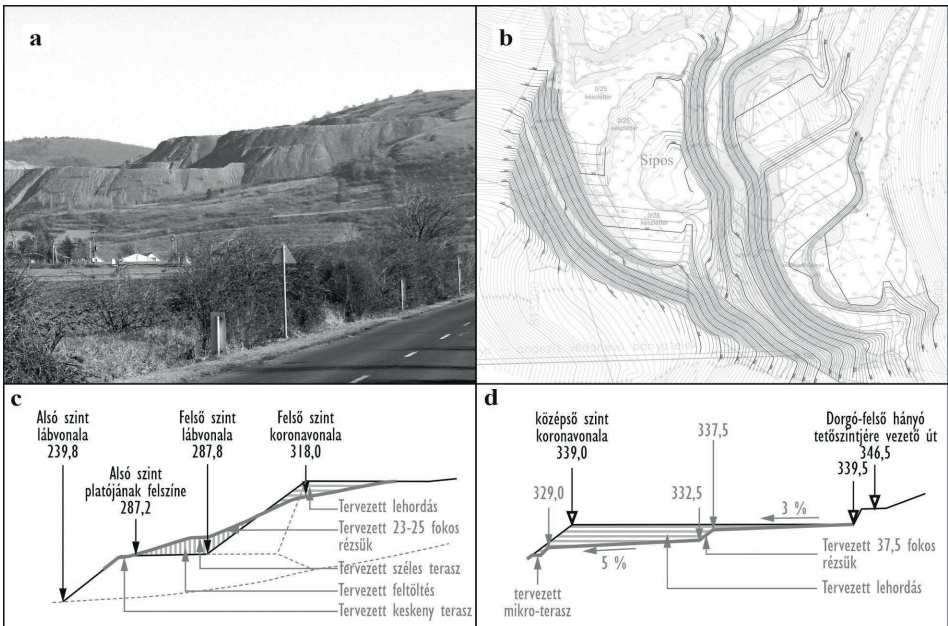
Tereprendezési javaslatok a kiviteli tervben és megvalósításuk

A tereprendezés két szakaszból állt, amit kiegészített a körbefejtett sziklatömb elbontása.

1) A tereprendezés első szakasza bányagépekkel történt a tervezett új felszínformák és a teraszok kialakítása érdekében. A bánya adatai szerint a két hányón összesen 177 ezer m³ földmozgatás történt. A makro-tereprendezés célja és hatásai:

- a csapadékvizek biztonságos elvezetése a platókról,
- a platók kedvezőtlen látványú peremvonalainak átalakítása,
- a magas hányóoldalak tagolása széles teraszok kialakításával,
- növénytelepítésre alkalmas mikroteraszok kialakítása, valamint
- a lerakáskor keletkezett, továbbá az erózió következményeként kialakult terepegyenlenségek megszüntetése.

A Remete-hányó eredeti és átalakítás utáni látványát, valamint a körbefejtett sziklatömböt



1. ábra (a) A Dorgó hányó látványa a felszínalakítás előtt. (b) A Dorgó-hányó terepalakításának terve. (c) A Remete-hányó felszínalakításának metszetrajza. (d) A Dorgó-hátsó hányórész egyenes vonalú pereme alakításának metszetrajza.

Figure 1 (a) View of the Dorgó spoil heap before terrain transformation. (b) Terrain transformation plan of the Dorgó spoil heap. (c) Cross-section of the terrain transformation of the Remete spoil heap. (d) Cross-section of the terrain transformation of the Dorgó-hátsó spoil heap.

A Tállyai meddőhányók kedvezőtlen tájképi hatásai és a hányók tájbaillesztésére adott javaslatok
Negative landscape impacts of the Tállya spoil heaps
and proposals for their integration into the landscape

Kedvezőtlen tájképi elem	Javaslat
A Remete-hányó félkúp formájú, meredek, kb. 45°-os letörése.	A jelenlegi letörés helyett a terep legfeljebb 30-35°-os hajlásszöggel kialakítása. A hányó alsó részének terrasszal tagolása.
A Dorgó-felső és a Dorgó-hátsó hányórészek felső, vízszintes peremvonalai.	A Dorgó-hátsó hányórész magasságának 10-12 méterrel csökkentése, a plató kettéválasztása rézsúvel és mindkét platórész 5%-os lejtésű kiképzése. A peremvonalak alatt növénytelepítésre alkalmas mikroteraszok kialakítása.
A Dorgó-felső hányórész déli és dél-nyugati oldalának nagy magassága.	A nyugati hányóoldal tagolása 6 méter széles, növénytelepítésre is alkalmas teraszokkal.
Dorgó-felső hányórész hegyesszögű csatlakozása a Dorgó-tető természetes felszínéhez.	A sarkos kiszögellés elbontása, a Dorgó-tetőről induló természetes vízmosás mélyvonalának szabadon hagyása.
A körbefejtett, kiemelkedő sziklatömb.	A sziklatömb felső szintjének elbontása.
Belső bányafalak láthatósága.	A falak várható további fejtése miatt jelenleg nem szükséges intézkedni.
Hányóoldalak kopársága.	A kopár oldalak gyepesítése, valamint fa és cserje telepítés az oldalakat tagoló széles teraszokon, és a peremvonalak alatti mikroteraszokon.
Hányóoldalak kopársága.	A kopár oldalak gyepesítése, valamint fa és cserje telepítés az oldalakat tagoló széles teraszokon, és a peremvonalak alatti mikroteraszokon.

Forrás: Land use statistics and indicators, fao.org

és annak 2015-ben két robbantással elbontását mutatjuk be a 2. ábrán.

2) A tereprendezés második szakasza kertépítő kisgépekkel és kézi szerszámokkal a fás növényzet telepítésére alkalmas felszín kialakításához. A mikro-tereprendezési munkálatok együtt folytak a növénytelepítéssel, az ahhoz szükséges talaj-előkészítés részfeladataként.

A mikro-tereprendezés célja és hatásai:

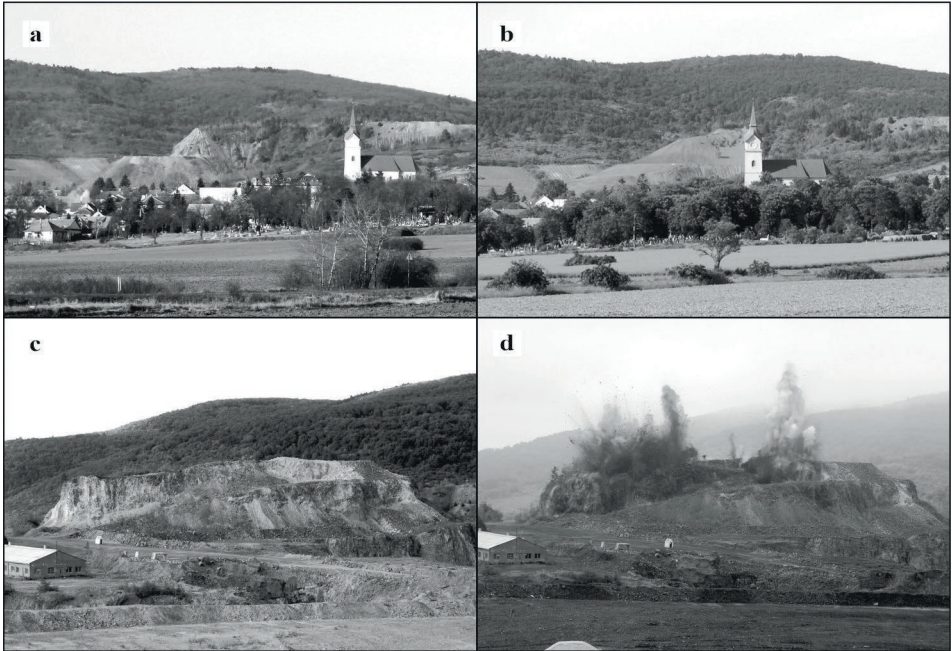
- felszíni erózió elleni védelem az eróziós kártételek várható kritikus pontjain,
- növénytelepítéshez kedvező élőhelyek kialakítása,
- ökológiai és esztétikai értelmű környezetrendezés, az eredeti természetes és a mesterséges felszín közötti kedvező kapcsolatteremtéssel.

Összefoglalás

- A felső peremvonalak átalakításával és a Dorgó-felső hányórész korábbi, hegyesszögű csatlakozása megszüntetésével sikeresnek bi-

zonyult a Dorgó-hányó illesztése a környező domborzathoz – a Dorgó-tetőhöz és a háttérben látható magaslatok felszínéhez. A teljes felszínén átalakított Remete-hányó látványa beolvad a háttér-domborzatba, lényegesen kevésbé zavarja Tállya településképét (3. ábra).

- Tíz év elteltével már a távoli látványban is megjelenik a platók alatti mikroteraszokra és a széles teraszok peremsávjába telepített fás növényzet. A Remete-hányó enyhe lejtésű alakítása alkalmas volt az eredményes gyepesítésre.
- A távoli látvány szempontjából kedvezőnek bizonyult a körbefejtett sziklatömb két ütemben történt robbantással elbontása.
- A Dorgó-hányó 40-50 méteres déli-dél-nyugati oldalain a vegyes méretű törmelék és a felszínre került, korábban lerakott nagy kőzetdarabok miatt nem sikerült a kívánatos, legfeljebb 38 fokos oldallejtés kialakítása. A lejtés 39-40 fokos lett, a felszínen helyenként domború kidudorodásokkal, ami néhány ponton a felszíni réteg megcsúszásához vezetett.



2. ábra (a) A Remete-hányó látványa a felszínalakítás előtt. (b) A Remete-hányó látványa a tereprendezést követően. (c) A körbefejtett sziklatömb látványa a Dörgő-hányó felől, 2015-ben, elbontása előtt. (d) A sziklatömb elbontásának első robbantása 2015 őszén. (fotó: ERDEI JÓZSEF)

Figure 2 (a) The view of Remete spoil heap before the terrain transformation. (b) The view of Remete spoil heap after the terrain transformation. (c) The view of the mined around rock block from the Dörgő spoil heap in 2015, before its demolition. (d) First demolition blast of the rock block in autumn 2015. (Photos by JÓZSEF ERDEI)

- A hányókon a természetes felszínalakítási folyamatok a terepalakítással nem szüntethetők meg. A hirtelen lezúduló és a klímaváltozás miatt az utóbbi évtizedben egyre gyakoribb és erősebb záporok miatt – különösen a Dörgő-hányon – erőteljesen jelentkeznek az eróziós folyamatok.

CSIMA PÉTER
Szent István Egyetem, Tájépítészeti és Tájökológiai Doktori Iskola, Budapest
csimapeter1@gmail.com

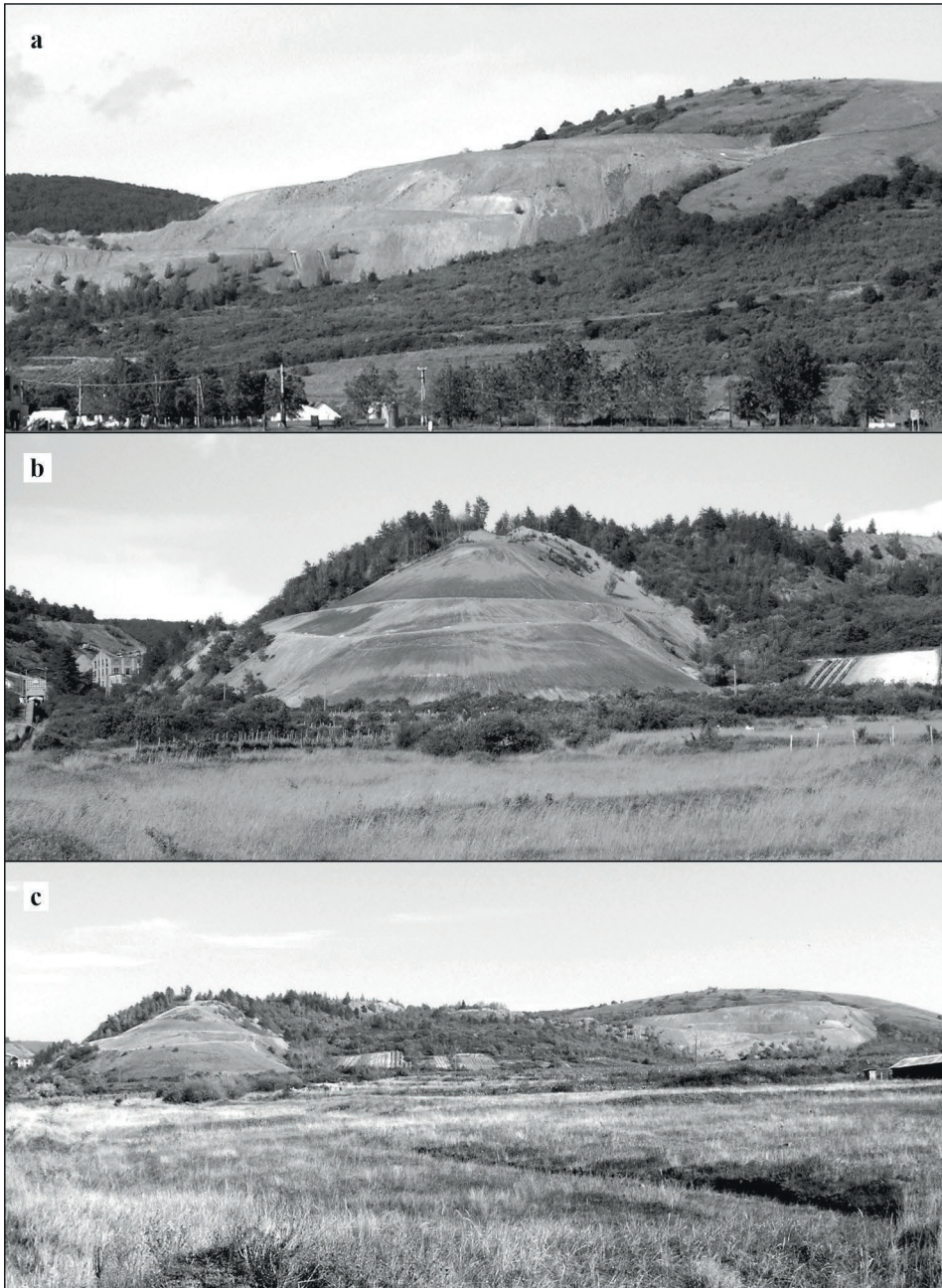
KERTÉSZ BOTOND
Colas Északkkö Kft.
botond.kertesz@colas.hu

MÓDOSNÉ BUGYI ILDIKÓ
MATE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék,
Budapest
Modosne.Bugyi.Ildiko@uni-mate.hu

VARGA DALMA
MATE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék,
Budapest
Varga.Dalma.Erzsebet@uni-mate.hu

IRODALOM

- CSIMA P. 2006: A települések antropogén geomorfológiai sajátosságai. Az antropogén geomorfológia és a felszínalakítás települési vonatkozásai. – In: SZABÓ J. – DAVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 191–201.
- CSIMA P. – MÓDOSNÉ B. I. 2013: Tállya, Kopasz-hegyi andezitbánya meddőhányóinak tájbaillesztése. Kutatási jelentés. Budapest, BCE Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék, COLAS. 57 p. + 2 térkép
- CSIMA P. – MÓDOSNÉ B. I. 2014: Egy andezitbánya története és hatása a tájszerkezetre. – In: FÜLEKY Gy. (szerk.): A táj változásai a Kárpát-medencében: A vízgazdálkodás története a Kárpát-medencében. Gödöllő, Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány. 2014. pp. 178–184.



3. ábra (a) A Dorgó-hányó látványa a terepalakítást követően Rátka szegélyétől.

(b) A Remete-hányó látványa a terepalakítást követően Tállya északi szegélyétől.

(c) A Remete-hányó és a Dorgó-hányó együttes látványa a terepalakítást követően ÉK felől.

Figure 3 (a) View of the Dorgó spoil heap from the outskirts of the village of Rátka after the landscaping.

(b) View of the Remete spoil heap from the northern edge of Tállya village.

(c) Aggregate view of the Remete spoil heap and the Dorgo spoil heap from the northeast after terrain transformation.

- CSIMA P.–KERTÉSZ B.–MÓDOSNÉ B. I. 2017: Meddőhányók tájbaillesztésének tájökölógiai tapasztalatai. – In: BLANKA V.–LADÁNYI ZS. (szerk.): Szeged, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Földrajzi és Földtudományi Intézet. pp. 100–111.
- CSIMA P.–KERTÉSZ B.–MÓDOSNÉ B. I. 2018: Andezitbánya meddőhányóinak tájbaillesztése világörökségi környezetben. Landscape reclamation of andesite spoil heaps in a world heritage site. – In: CSERNY T.–ALPEK B. L. (szerk.): „Földtudományok és környezet – harmóniában”. Pécs, Magyarhoni Földtani Társulat, pp. 75–79.
- CSORBA P. 2006: Az antropogén geomorfológia szerepe a tájökölógiai kutatásokban. – In: SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 47–59.
- DÁVID L. 2006: Az építőipari és egyéb ásványi nyersanyagok bányászatának geomorfológiai problémái. – In: SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 126–143.
- KERTÉSZ B. 2016: Tokaj-hegyvidék geológiája közérthetően. – In: CSEH Z.–DANKÓ J.–IZSÓ I.–KERTÉSZ B. (szerk.): Tokaj-hegyvidék kőbányászata – Kulturális örökségünk nyomában. Colas Északkő Kft. Tarcal. pp. 22–34.
- ERDŐSI F. 1987: A társadalom hatása a felszínre, a vizekre és az éghajlatra a Mecsek tágabb környezetében. Budapest. 228 p.
- LÁZAR I. (szerk.) 1990: A tállyai kőbánya 60 éve. Észak-Magyarországi Kőbánya Vállalat, Tállya. www.mek.oszk.hu. Letöltés: 2013.03.20.
- LÓCZY D. 2006a: Az antropogén geomorfológia szerepe a környezetgazdálkodásban. – In: SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 31–46.
- LÓCZY D. 2006b: Esettanulmány: Az uránbányászat hatásai a domborzatra a Mecsekben. – In: SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 164–166.
- MÓDOSNÉ B. I.–CSIMA P. 2010: Felhagyott és helyreállított külszíni bányák szerepe a tájkarakterben. – In: KERTÉSZ Á.–JAKAB G.–MADARÁSZ B.–ŐRSI A.–PÁLINKÁS M. (szerk.): Tájökölógiai kutatások, 2010. IV. Magyar Tájökölógiai Konferencia. Kerekegyháza, 2010. május 13–15. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. 294 p. pp. 171–175.
- PINCZÉS Z. 1998: A Tokaji-hegység geomorfológiai nagyformái. – Földrajzi Értesítő. XLVII. évf. 3. füzet, pp. 379–93.
- SÜTŐ L. 2006: Az energiahordozók bányászatának geomorfológiai problémái. – In: SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 144–167.
- SZABÓ J. 2006: Az antropogén geomorfológia tárgya és rendszere. – In: SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.): Antropogén geomorfológia. Debreceni Egyetem, Debrecen. pp. 7–13.

UAV-ALAPÚ TEREPI SZÉLERÓZIÓS MÉRÉSEK EGY NYÍRSÉGI GARMADÁN

NÉGYESI GÁBOR – TÚRI ZOLTÁN – SZABÓ GERGELY
– BERTALAN LÁSZLÓ

UAV-BASED FIELD WIND EROSION MEASUREMENTS
ON A GARMADA IN NYÍRSÉG

Abstract

The fragile landscape of the Nyírség region is highly susceptible to wind erosion due to its soil properties and intensive agricultural land use. Accurately estimating wind erosion rates is crucial for managing these affected environments and optimizing locations for erosion control. In this study, we conducted field measurements of wind erosion on the experimental plot of the DE ASC Westsik Vilmos Research Institute near Nyíregyháza in late winter and early spring of 2024. We aimed to investigate wind erosion dynamics concerning two key climate parameters: wind velocity and precipitation. We utilized UAV aerial imaging during periods of erosive winds and tested eight different point cloud co-registration methods to evaluate their relative performance. Significant differences were observed due to topographic conditions and the absence of permanent ground control points. Further improvements in survey design are necessary to quantify centimeter-scale material displacement accurately.

Keywords: wind erosion, Nyírség, blown sand, field measurements, UAV

Bevezetés

A szélerózió a Föld számos területén, így hazánkban is komoly problémákat és jelentős károkat okoz (ZHENG, X. 2009). Ez a jelenség elsősorban a homoktalajokat veszélyezteti, de a kötöttebb talajok termőképességének leromlásában is fontos szerepet tölt be (GUO et al. 2014). A károk egy része lehet mezőgazdasági (talajvesztés, termőképesség-csökkenés stb.), illetve közegészségügyi (poremmisszió, kemikáliák levegőbe jutása) (GOESSENS, D. – BUCK, B. 2011).

A szélerózió nagyságrendjének meghatározása és nyomon követése a talajdegradáció és az ebből következő élelmiszerbiztonság szempontjából is fontos (RAVI, S. et al. 2010). Habár a szélerózió elleni védekezés fontosságát széles körben elismerik, a szél által mozgatott anyag mennyiségének meghatározása jelenleg is kihívást jelent (BATISTA, P.V. G. et al. 2019). Annak ellenére is így van ez, hogy a szélerózió mérésére és térképezésére ma már számtalan lehetőségünk van: szélszatórnában végzett mérések, eróziós tűk (WARREN 2013), üledékcsapdák (NICHOLS, M. 2006) távérzékelés (POORMORTEZA, S. et al. 2023) vagy éppen az adatbányászati modellek (GHOLAMI, et al. 2020).

Hazánkban a mezőgazdasági szakemberek közül WESTSIK V. (1965) volt az, aki elsőként

foglalkozott kifejezetten a nyírségi homoktalajok termőképességének javításával és a defláció elleni védekezés lehetőségeinek a kidolgozásával. A Nyírségben az első terepi széleróziós vizsgálatokat BORSY Z. végezte az 1960-as évek elejétől kezdődően (BORSY Z. 1974). Több éven keresztül végzett megfigyeléseivel igazolta, hogy a szélerózió szempontjából a tavasz a legveszélyesebb időszak, annak is főként a márciusi és az április elejéig tartó szakasza, mivel ekkor a talaj fedettsége nem megfelelő (a növények nem keltek ki vagy nem erősödtek meg).

LÓKI J. (1985) tanulmányában a téli széleróziót vizsgálta, ugyanis megfelelő időjárási helyzetekben télen is jelentős szélerózió sújthatja a nem megfelelően védett homokfelszíneket, különösen akkor, ha a téli hónapokban kevés csapadék hullik és emiatt a talajban kicsi a nedvességtartalom, a szél erőssége viszont nagy.

KISS T. (1997) a Nyírség déli részén végzett több éven keresztül üledékcsapdás eróziós méréseket, különböző magasságú, lejtőhosszú, kitett-ségű és növényzetű lejtőkön. Megállapította, hogy a buckák csapadék okozta lepusztulása a kora nyári esők idején a legintenzívebb, a szárazabb késő nyári, őszi időszakban pedig a legkisebb. A legintenzívebb lepusztulást a buckák lee oldalán, az inflexiós sáv feletti lejtőszakasznál mérte.

A Debreceni Egyetem Természetföldrajz és Geoinformatika Tanszékén 2011 óta végzünk széléróziós méréseket egy, a nyíregyházi Westsik Vilmos Kutatóintézet kísérleti területéhez tartozó garmadán (BURÓ B. et al. 2018). A terepi mérések során a szél által okozott felszínváltozások kvantitatív jellemzéséhez eróziós karókat használtunk. A mérési időszakban a mért maximális anyagelhordás vastagsága elérte a 10 cm-t. A mérések során korlátozó tényezőként jelentkezett, hogy a kutatóintézet termelési rendszerének sajátosságai miatt a méréseinket csak a tavaszi időszakban tudtuk kivitelezni. A mérési eredményeket tekintve ez nem jelentett problémát, mivel a májusi és a júniusi esők hatására a növényzet annyira megerősödött, hogy teljesen lekorlátozta a szélérózió lehetőségét. Másrészt pedig a parlagon hagyott területen a csapadék hatására erőteljes gyomosodás indult meg, ezért azt májusban feltárcsázták, ami a további mérések folytatását értelmetlenné tette, mivel ez a beavatkozás megbolygatta a felszínt. Az eredmények értékelését tovább nehezítette, hogy a mérési metodikából adódóan csak pontszerűen szolgáltatott releváns eredményeket, így a mérési pontok között elhelyezkedő területek felszínváltozásáról nem, ráadásul a leolvasások során azok bolygatásra is kerültek.

Ennek kiküszöbölésére 2020-tól kezdődően fotogrammetriai és földi lézerszkennelésen alapuló módszereket kezdünk el alkalmazni. Ezek többek között arra is alkalmasak, hogy segítséggel a szélérózió felszínformáka és talajpusztulásra gyakorolt hatását elemezzük (LACKÓÓVÁ, L. et al. 2023). Ez többek között azzal magyarázható, hogy ezek az eszközök (1) rugalmasan alkalmazhatók, (2) jobb térbeli és időbeli felbontású felvételeket szolgáltatnak, mint a műholdas távérzékelés (MANCINI, F. et al. 2013), nagy és kis méretarányban elvégzett mérésekhez egyaránt használhatóak (WHITEHEAD K. – HUGENHOLTZ, C.H. 2014), (3) az erózió által okozott felszínváltozást nem pontként, hanem folyamatos felszínként adják meg (BAILEY, G. et al. 2022), (4) valamint olyan helyeken is alkalmazhatóak, ahol előfeltétel az, hogy azt a területet, ahol mérni szeretnénk, az ember ne bolygassa meg (kifejezetten ilyenek azok, ahol például az elhordott anyag vastagságát szeretnénk meghatározni, mivel az emberi taposás tömöríti a területet, ez viszont már nem a természetes felszínváltozás következménye!). A 3D pontfelhőkön alapuló változás-vizsgálat megbízhatóságát azonban nagymértékben befolyásolja az egymást köve-

tő felmérések pontos egymáshoz illesztésének (co-regisztráció) hatékonysága. Tekintve, hogy a korábbi tapasztalataink alapján az erózió mértéke mindössze néhány centiméteres nagyságrendű, nem elegendő a légifelvételek alapos külső tájékozása. Az UAV-felmérések tájékozásához használt RTK-alapú georeferencia is mindössze ± 3 cm pontossággal biztosítható, ez pedig már sok esetben a lepusztulás pontatlan detektálását eredményezheti.

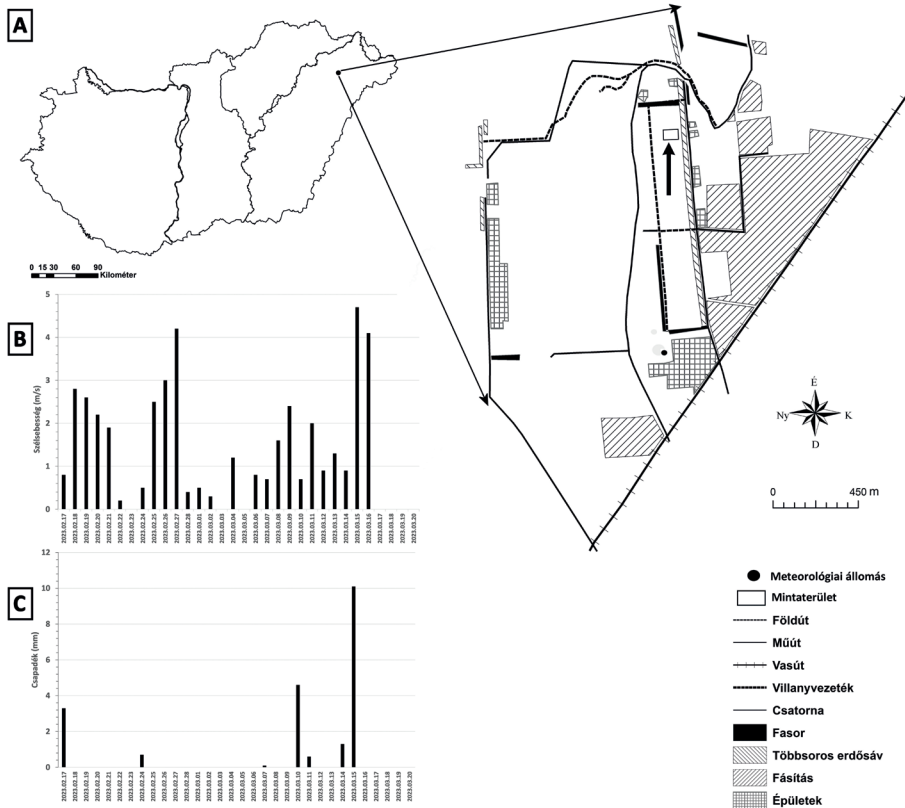
Jelen munkánkban a 2023 február-márciusi időszakban elvégzett, UAV-felméréseken alapuló mérések eredményeit mutatjuk be, rávilágítva azokra a módszertani korlátokra, amelyek jelentősen csökkentik a térbeli-időbeli változásvizsgálat pontosságát.

Anyag és módszer

A terepi széléróziós vizsgálatainkat a fentebb már említett Westsik Vilmos kutatóintézet területén végeztük. A szántóföld keleti oldalán a Nyíregyházát Bujjal összekötő műút húzódik, melyet a szántóföldtől egy többsoros, az uralkodó szélirányra merőlegesen elhelyezkedő, akácfákból álló erdősáv választ el, amely ezáltal a területnek a szél ellen jó védelmet biztosít (1. ábra).

Morfológiailag a terület egy É–D-i irányú összetorlódott garmadasoron helyezkedik el. Ezt a környezetet főleg 6–6,5 méterre kiemelkedő garmadavonulatot az É–ÉK-i szelek hordták össze a töle északra elterülő szélbarázda homokanyagából. A garmada felszínén alacsony humusztartalmú (0,8–0,9%), enyhén savanyú, mészből szegény futóhomok váztalaj képződött. Ezek uralkodó szemcsefrakciója az apró homok (0,1–0,2 mm), amely 60–75% közötti arányban van jelen, a finom- és középszemű homoknak már lényegesen alacsonyabb, míg az iszap- és agyagfrakciónak elenyésző a részesedése. A garmada oldalán lefelé haladva ez a kedvezőtlen talajtani adottság kedvezőbbé válik. Itt már a magasabb humusz- és mésztartalom mellett a finomabb szemcsefrakció felé tolódik el az üledék mechanikai összetétele.

A vizsgálati időszak meteorológiai jellemzéséhez szükséges szélesebb- és csapadék-adatok a Westsik Vilmos kutatóintézet területén elhelyezett meteorológiai mérőállomás mérési adatsorából származnak. A mérőállomás mindössze néhány száz méterre található a kísérleti területtől.



1. ábra A vizsgálati terület helyszínrajza (A).

A vizsgálati időszak fontosabb meteorológiai jellemzői: B=a napi átlagos szélesség; C=a csapadék mennyisége

Figure 1 Site plan of the study area (A).

The main meteorological features of the study period: B=average daily wind speed; C=precipitation

A légi térképezési adatgyűjtést egy DJI Matrice M210 RTK v2 UAV eszközzel, valamint egy Zennuse X7 24mm RGB kamerával végeztük, kiegészítve egy DJI D-RTK 2 bázis-állomással. A felmérés során készült képek koordinátái hálózati RTK-kapcsolaton keresztül kerültek meghatározásra VITEL-2014 transzformáció alapján, ezeket később a feldolgozás során UTM34N vetületi rendszerbe transzformáltuk. Az eltérő időszakban készült felmérések adatainak co-regisztrációja érdekében 4 db permanens földi illesztőpontot is kihelyeztünk, melyek koordinátáit Spectra Precision Focus 8 mérőállomással határoztuk meg. A légi adatgyűjtést a felszíntől számított 60 méteres magasságból végeztük, előre-, illetve oldalirányban egyaránt 80%-os sorok közötti átfedéssel.

A légifelvétel fotogrammetriai feldolgozását Agisoft Metashape Professional v2.0

szoftverben végeztük, melynek eredményeként felmérésenként a vizsgált területről egy ~2500 pont/m² sűrűségű 3D pontfelhő generálódott. A pontfelhők térbeli interpolációját követően digitális domborzatmodellt generáltunk, majd ezeket felhasználva elkészítettük az ortofotómozaikokat is, 2 cm/pixel térbeli felbontással. Jelen tanulmányunkban arra voltunk kíváncsiak, hogy két UAV felmérésből származó pontfelhő összehasonlítása esetén az eltérő co-regisztrációs eljárások milyen mértékű relatív eltéréseket eredményezhetnek. Ennek érdekében a CloudCompare v2.13 szoftver M3C2 pluginja segítségével hasonlítottuk össze a februári és márciusi pontfelhőket az alábbi nyolc variáció szerint: 1) az ICP (Iterative Closest Points) illesztő algoritmus alkalmazásával; 2) a 4 permanens illesztőponton illesztve (point-picking); 3) az előző kettő kombinációjával, illet-

ve 4) co-regisztráció nélkül. Az első elemzési sorozatban kizárólag az RTK-koordinátákkal tájékozott adatokat használtuk fel (rawRTK), míg a másodikban a fotogrammetriai feldolgozás során a 4 permanens illesztőpontot is bevontuk a pontfelhő-generálásba.

Eredmények

A vizsgálati időszakok főbb meteorológiai jellemzői

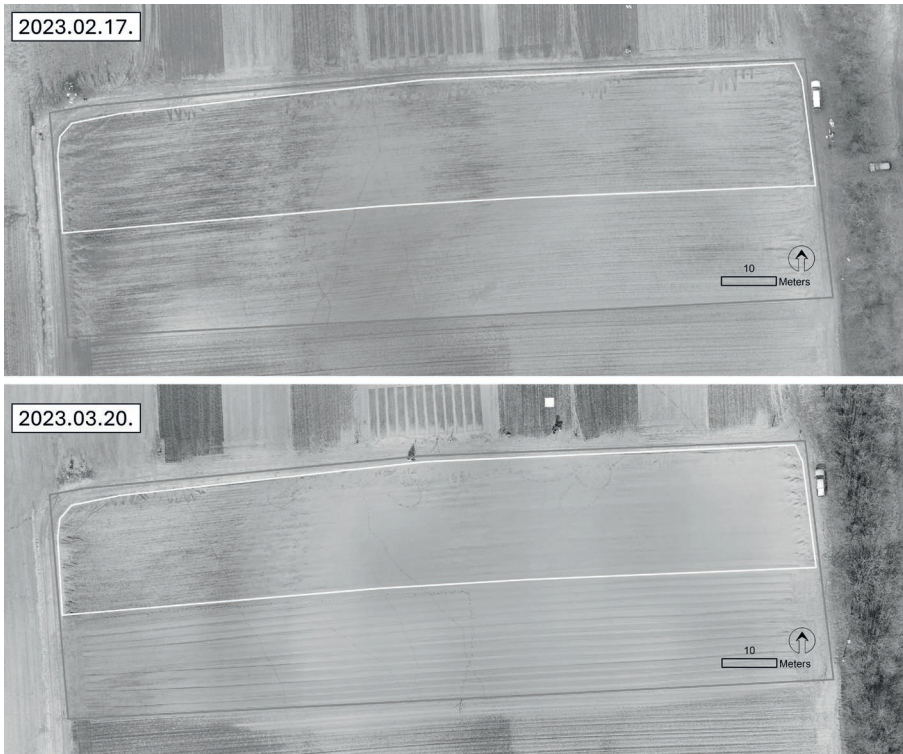
2023 februárjában és márciusban is elenyésző mennyiségű, 4 és 15 mm csapadék hullott. Ez azt jelenti, hogy egy-egy csapadékesemény során mindössze 2–3 mm eső hullott (1. ábra).

A mintaterületünkön a mérési időszakokban az uralkodó szélirány az É–ÉK-i és a D–DNY-i volt. A területre jellemző homok textúrájú talajok szélszélén meghatározott kritikus indítósebessége 6 m/s, ezt a küszöbértéket a mért szélsébség értékek három alkalommal közelít-

tették meg. Fontos hangsúlyozni, hogy ezek minden esetben napi átlagértékek, így a napi maximális szélsébség értékek ennél nagyobbak lehetnek. Az 1. ábrán az is jól látható, hogy jelentősebb csapadék mindig akkor hullott, amikor nagy sebességű szelek fújtak (jellemzően valamilyen frontbetörés idején), emiatt a talajfelszínre érkező csapadék gyorsan el is párologott, így a feltalaj nedvességtartalmának pótlásában (és így a talajszemcsék közötti kohézió növelésében) szerepet nem játszott. Szélszélén végzett méréseink alapján 5 mm csapadék elpárolgásához homok textúrájú talajokon 7 m/s sebesség esetén kb. 10 óra szükséges, vagyis eddig jelent védelmet a talajnak (NÉGYESI G. et al. 2021).

Az eróziós mérések eredményei

Az UAV felmérésekből származó ortofotó-mozaikok vizuális interpretációja alapján a paragon hagyott parcellán a mérés kezdetétől március közepéig tartó időszakban intenzív eróziós folyamatot figyelhettünk meg (2. ábra). Ezt



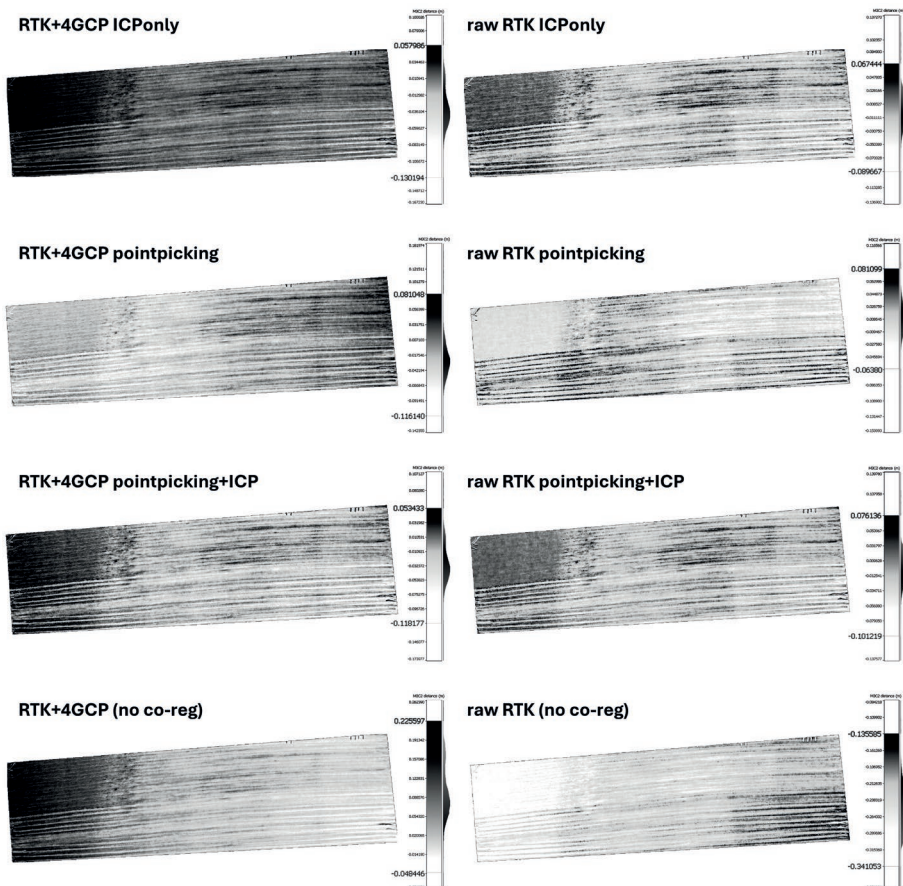
2. ábra UAV-felmérésekből generált ortofotómozaikok a vizsgált időpontokban
Figure 2 Orthophoto mosaics generated from UAV surveys at the time points under investigation

a viszonylag nagyobb szélességekkel jellemezhető, csapadékban szegény időszak, valamint a parlagon hagyott, csupasz talajfelszín együttesen idézte elő. Ebben az időszakban az általunk mért legnagyobb talajelhordás értéke 10–11 cm volt. A legnagyobb talajvesztés a garmada széllel szemközti lejtőjén, valamint a gerincvonalon következett be, ahol mind az északias, mind pedig a délies irányú szelek hatása érvényesülni tudott, köszönhetően annak, hogy azokban az irányokban a területet nem védtek erdősávok. Ezen a területen a szél az őszi szántás során kialakult bakhátakat letarolta és jelentős planációt hajtott végre. A mintaterület keleti szegélyén elhelyezkedő mezővédő erdősáv szélesség csökkentő hatását a terepi megfigyeléseink is alátámasztották: a parcella keleti oldaláról a szél nem hordott el anyagot, sőt ezzel

ellentétes hatás érvényesült: ott jelentős akkumuláció következett be.

A parlagon hagyott területtől délre elhelyezkedő, őszi vetésű rozssal beültetett területre a garmada gerincvonalaiban az északias irányú szelek 2–3 cm vastagságú lepelhomok takarót hordtak, amellyel a növényeket betakarta és ezzel azok fejlődésében jelentős visszamaradást okozott, amit a növények a későbbiekben már nem is tudtak behozni. A rozs védőhatását igazolja, hogy a homok lerakódása már a szél felőli oldalon 4–5 sornyi távolságra megtörtént, a mögöttes területeken már az erózió volt megfigyelhető.

Az eltérő co-regisztrációs műveletek összehasonlítása (3. ábra) alapján nagymértékű relatív eltéréseket azonosítottunk a szélerózió számszerűsítése során. Az elkészült variációk többségében ~10 cm erózió, valamint ~5 cm



3. ábra Az eltérő co-regisztrációs eljárásokkal generált pontfelhő-párok közötti relatív eltérések
 Figure 3 Relative differences between point cloud pairs generated by different co-registration procedures

akkumuláció számszerűsíthető, azonban bizonyos esetekben ettől jelentősen eltérve, 35 cm erózió számított.

Ez azonban a korábbi mérési tapasztalataink alapján nem tekinthető reálisnak. A vizuális interpretációval leginkább az RTK-tájékozással, valamint a 4 permanens illesztőponttal közösen generált változat hozható összefüggésbe (3. ábra), kiemelve a garmada gerincén detektált magas eróziós intenzitást. Mindezek ellenére jelen mérési kampány alapján megállapítható, hogy a pontfelhők egymáshoz regisztrálásának hatékonyságát két tényező is jelentős mértékben csökkentette. Egyrészt a garmada gerinc és talpa közötti 6 méteres magasságkülönbség, másrészt az a tény, hogy ez a topográfiai sajátosság nem volt kiküszöbölhető egy további permanens illesztőpont telepítésével, a felszínen végzett hozamkísérletek miatt. A pontfelhők automatikus co-regisztrációjára gyakran alkalmazott ICP algoritmus nem bizonyult hatékonynak, ugyanis ehhez mindenképpen szükséges változás-mentes területek azonosítása. Az általunk vizsgált terület felszíne és textúrája azonban mindössze néhány hét alatt is jelentős változásokon ment keresztül.

Bár mérési eredmények nem állnak rendelkezésre, de a vizuális megfigyeléseink alapján kijelenthetjük, hogy április közepe után jelentős felszínváltozás már nem következett be. Ez részben a meteorológiai feltételek kedvező változásával magyarázható: április végén, májusban már csökken a szél sebessége, ugyanakkor több csapadék hullik, ami kellően stabilizálja a felszínt, hiszen egy nagyon vékony, kéreg kialakulása a homoktalajok felszínén is megfigyelhető. A lehulló csapadék miatt a talaj tömörödésem is keresztül megy, ami szintén védelmet nyújt a szél eróziója ellen. Számolnunk kell továbbá azzal is, hogy a csapadék hatására gyomtakaró jelenik meg, ami a korábbi szélmarások hatására már egyébként is érdessé vált felszín érdességét tovább növeli és a felszín felett áramló szél sebességét tovább csökkenti.

Összefoglalás

A nyíregyházi mintaterületen végzett mérés adatai és a korábbi tapasztalataink is azt mutatják, hogy a garmada felszínén – ha az eróziót befolyásoló éghajlati és vegetációs tényezők (kevés csapadék, nagy szélsebesség, nagy kiterjedésű, tavaszi vetésre előkészített parcellák)

kedvezőek – a homok áthalmazódása és a felszín denudációja igen jelentős lehet. A hosszú távú folyamatokat nézve – ha nem is látványosan –, de a garmada felszínközeli rétege áthalmazódik. Ilyenkor a humusztartalom fokozatosan csökken és romlik a talaj minősége.

Az UAV eszközök alkalmasak a terepi mérések és a távérzékelte adatok közötti adathiány kitöltésére. Az akár 1–2 cm léptékű szél-eróziós folyamatok detektálása érdekében kiemelt fontosságú azonban, hogy az UAV-felmérések esetén nem elegendő az RTK-georeferencia, hanem mindenképpen szükséges megfelelő térbeli eloszlású, permanens illesztőpontok alkalmazása. Ezek a pontok teszik lehetővé ugyanis az egymást követő légitelérések hatékony egymáshoz regisztrálását. Az általunk végzett UAV-alapú szél-eróziós vizsgálat hatékonyságának növelése érdekében további co-regisztrációs algoritmusok (pl. TimeSIFT) bevonása szükséges.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az NKFI K138079 számú projekt támogatta.

NÉGYESI GÁBOR

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Földtudományi Intézet, Természettudományi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen
negyesi.gabor@science.unideb.hu

TÚRI ZOLTÁN

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Földtudományi Intézet, Természettudományi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen
turi.zoltan@science.unideb.hu

SZABÓ GERGELY

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Földtudományi Intézet, Természettudományi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen
szabo.gergely@science.unideb.hu

BERTALAN LÁSZLÓ

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Földtudományi Intézet, Természettudományi és Geoinformatikai Tanszék, Debrecen
bertalan@science.unideb.hu

IRODALOM

- BAILEY, G. – LI, Y. – MCKINNEY, N. – YODER, D. – WRIGHT, W. – WASHINGTON-ALLEN, R. 2022: Las2DoD: Change detection based on digital elevation models derived from dense point clouds with spatially varied uncertainty. *Remote Sensing* 14.7. pp. 1537. <https://doi.org/10.3390/rs14071537>
- BATISTA, P.V. G. – DAVIES, J. – SILVA, M.L. N. – QUINTON, J.N. 2019: On the evaluation of soil erosion models: are we doing enough? *Earth Science Reviews* 197. 102898. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102898>
- BORSY Z. 1974: A fútóhomok mozgásának törvényszerűségei és védekezés a szélerozió ellen. *Akadémiai doktori értekezés, Kézirat.* 322 p.
- BURÓ B. – TÓTH CS. – LÓKI J. – ANDRÁSI B. – NÉGYESI G. 2018: Széleroziós vizsgálatok egy nyírségi garmadán. – in: FÜLEKY GY. (szerk.): XIV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia kiadványa. pp. 47–51.
- GHOLAMI, H. – MOHAMMADIFAR, A. – BUI, D.T. – COLLINS, A.L. 2020: Mapping wind erosion hazard with regression-based machine learning algorithms. *Scientific Reports* 10.1. pp.1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77567-0>
- GOOSSENS, D. – BUCK, B. 2011: Effects of wind erosion, off-road vehicular activity, atmospheric conditions and the proximity of a metropolitan area on PM10 characteristics in a recreational site. *Atmospheric Environment* 45.1. pp. 94–107. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.09.046>
- GUO, Z. – HUANG, N. – DONG, Z. – ZOBEC, T.M. 2014: Wind erosion induced soil degradation in Northern China: Status, measures and perspective. *Sustainability* 6. pp. 8951–8966. <https://doi.org/10.3390/su6128951>
- KISS T. 1997: Eróziós mérések a parabolabuckák lejtőin a debreceni Erdőpuszta területén. *Acta Geographica ac Geologica et Meteorologica Debrecina Tomus XXIV.* pp. 151–165.
- LACKÓVÁ, L. – LIESKOVSKÝ, J. – NIKSERESHT, F. – HALABUK, A. – HILBERT, H. – HALÁSZOVÁ, K. – BAHREINI, F. 2023: Unlocking the Potential of Remote Sensing in Wind Erosion Studies: A Review and Outlook for Future Directions. *Remote Sensing* 15.13. 3316. <https://doi.org/10.3390/rs15133316>
- LÓKI J. 1985: A téli nyírségi szélerozióról. *Acta Academiae Paedagogicae Nyíregyháziensis, Tomus X., Nyíregyháza,* pp. 35–41.
- MANCINI, F. – DUBBINI, M. – GATTELLI, M. – STECCHI, F. – FABBRI, S. – GABBIANELLI, G. 2013: Using unmanned aerial vehicles (UAV) for high-resolution reconstruction of topography: the structure from motion approach on coastal environments. *Remote Sensing* 5.12. pp. 6880–6898. <https://doi.org/10.3390/rs5126880>
- NÉGYESI, G. – SZABÓ, SZ. – BURÓ, B. – SAFWAN, M. – LÓKI, J. – RAJKAI, K. – HOLB, I. 2021: Influence of Soil Moisture and Crust Formation on Soil Evaporation Rate: A Wind Tunnel Experiment in Hungary. *Agronomy* 11. 935. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050935>
- NICHOLS, M. 2006: Measured sediment yield rates from semiarid rangeland watersheds. *Rangeland Ecology and Management* 59.1. pp.55–62. <https://doi.org/10.2111/05-075R1.1>
- POORTMORTEZA, S. – GHOLAM, H. – RASHKI A. – MORADI N. 2023: High-resolution, spatially resolved quantification of wind erosion rates based on UAV images (case study: Sistan region, southeastern Iran). *Environmental Science and Pollution Research* 30. pp. 21694–21707. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23611-7>
- RAVI, S. – BRESHEARS, D.D. – HUXMAN, T.E. – D'ODORICO, P. 2010: Land degradation in drylands: interactions among hydrologic– aeolian erosion and vegetation dynamics. *Geomorphology* 116.3–4. pp. 236–245. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.11.023>
- WARREN, A. 2013: *Dunes: dynamics, morphology, history.* – John Wiley & Sons, 240 p. <https://doi.org/10.1002/9781118295786>
- WESTSIK, V. 1965: *Vetésforgó kísérletek homoktalajon.* – Akadémiai Kiadó, Budapest. 216 p.
- WHITEHEAD, K. – HUGENHOLTZ, C.H. 2014: Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part I: a review of progress and challenges. *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 2. 3. pp. 69–85. <https://doi.org/10.1139/juvs-2014-0006>
- ZHENG, X. 2009: *Mechanics of wind-blown sand movements.* – Springer, 309 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-88254-1>

A DERÁZIÓS VÖLGYEK RECENS FEJLŐDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ TERMÉSZETI ÉS ANTROPOGEN TÉNYEZŐK: BOSTA, BARANYAI-DOMBSÁG

VARGA GÁBOR – PIRKHOFFER ERVIN – CZIGÁNY SZABOLCS
– BALOGH RICHÁRD – FÁBIÁN SZABOLCS ÁKOS

NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS INFLUENCING THE RECENT
FORMATION OF A DERASION VALLEY: BOSTA, BARANYA HILLS

Abstract

In this study, we investigated a derasion valley located south of Pécs in the South-Baranya Hills, near the village of Bosta. The exciting pattern of soil erosion on the Google Earth Pro satellite image and the asymmetry of its catchment drew attention to it. An interpretation of the contours of the 1:10 000 scale topographic map, followed by field observation, confirmed the somewhat unusual asymmetry of the derasion valley. Its catchment develops on the west-facing slope of an interfluvium. As a characteristic hilly landform, the valleys developed intensively during the periglacial climate of the Pleistocene. However, as in this case, agriculture's intensive soil disturbance accelerated their development recently. The development of the studied derasion valley is essentially influenced by the narrow strip of forest that runs unusually transversely across the valley in an E-W direction. We aimed to determine the reasons for the asymmetry of the valley, the terracing of its west-facing slope and the unusual position of the forest strip. In addition to field observations, we analysed various images (i.e. topographic and historical maps and aerial photos) and used geoinformatics to study the derasion valley. Only partial results can be reported as the research is not yet completed. The valley asymmetry is due to the local, sub-sequential character of the derasion valley. We have only indirect assumptions about the terraced appearance of the longer slope. It may be caused by the intersection of the slope with outcrops of the paleosoils of loess sequences. The tree line crossing the derasion valley is the remnant of a hollow way that formed along a dirty road during the 18th and 19th centuries, which was transformed into a loess depression and then into a forested ditch.

Keywords: derasion, dry valley, gully, historical maps, South Baranya Hills

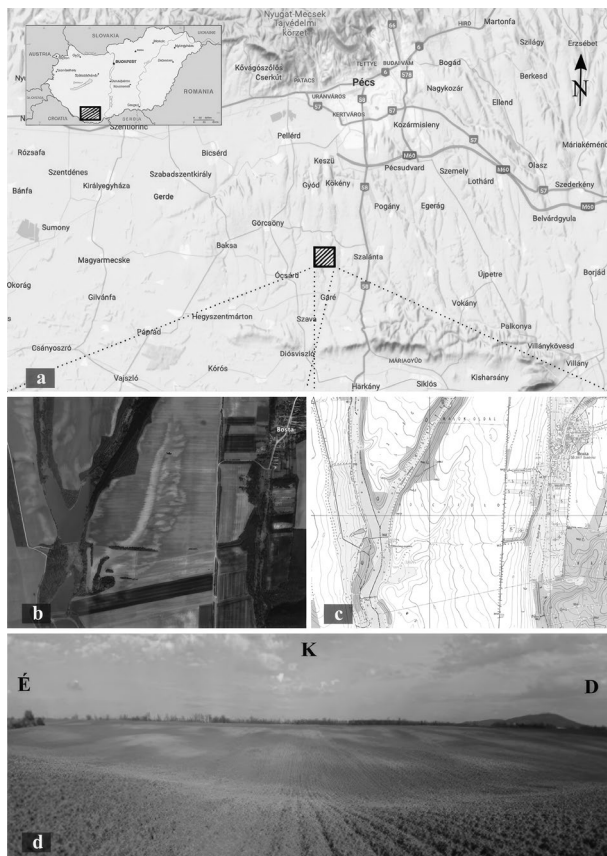
Bevezetés és célkitűzés

Kutatásunk kezdetén a Dél-Baranyai-dombság területén a Google Earth Pro program segítségével kerestünk a völgyek völgyfőhöz közeli szakaszán eróziót és a talaj lepusztulását jelző mintákat. Ezek kitűnően látszanak a program műholdfelvételein, kimondottan a szántóföldi művelés alatt álló területeken, amikor nem takarja növényzet a felszínt. A keresés közben Pécestől délre, Göröcsöny, Ócsárd és Szalánta közötti területen, Bosta határában feltűnt egy a többitől eltérő mintázatú vízfolyás nélküli, tehát deráziós mellék völgy (*l. ábra*), amely az 1:10 000 méretarányú topográfiai térkép (EOTR 14-334) felirata szerint a Völgy-földön helyezkedik el.

A dombság területének jellemző formái a deráziós völgyek, amelyek vízfolyás nélküli, általában lapos, tál alakú völgyek, bár alaktani érte-

lemben rendkívül változatosak. Kialakulásuk fő ideje a pleisztocénre tehető, de fejlődésük – különösen a folyamatosan bolygatott – dombsági jellegű tájegységeink szántóföldi területein újra lendületet vett (HERVAI A. et al. 2008; MAROSI S. 1965; PÉCSI M. 1964; ROMMENS, T. et al. 2009)

A felső részén É–D-i irányú völgy-földi deráziós völgy a Google Earth Pro térképi ábrája alapján erősen aszimmetrikusnak tűnik. A környezetéhez képest világos sávként megjelenő, azaz a talajtakarójában erősen lepusztult K-i kitétséggű lejtővel szemben a Ny-i kitétséggű, enyhébb lejtő, nagyobb kiterjedésű völgyoldalon az időszakos vízfolyások által felszabdalt maradványfelszínek világos foltjai tagolják a lejtőt (*l. ábra*). Ezen kívül feltűnt, hogy a deráziós völgy alsó részén a völgyre keresztben egy keskeny erdősáv húzódik éppen a völgy szélességében, de ennek irányában, a völgyközi hát lejtőjének magasabb részén is van egy rövidebb.



1. ábra a) A völgy-földi deráziós völgy elhelyezkedése Dél-Baranyai-dombság területén; b) a deráziós völgy a Google Earth Pro műholdfelvételen; c) a deráziós völgy az 1:10000 méretarányú topográfiai térképszelvényen (EOTR 14-334); d) a deráziós völgy felső, E–D-i irányú szakaszának képe K-i irányban
 Figure 1 a) Location of the Völgy-föld derasion valley in the South Baranya Hills; b) the derasion valley on the Google Earth Pro satellite image; c) the derasion valley on the 1:10000 scale topographic map section (EOTR 14-334); d) image of the upper section of the derasion valley in a N-S direction looking E.

A célkitűzés nem lehet más, mint feltárni a deráziós völgy keresztmetszetében a völgy-aszimetria okát, a maradványfelszínek kapcsolatát a völgyképződéssel, valamint magyarázatot találni az erdősáv helyzetére.

Eszközök és módszerek

A vizsgált terület leírása

A vizsgált deráziós völgy a Dél-Baranyai-dombság Ny-i felén, a Pécsi-víz vízgyűjtő területén helyezkedik el Bosta és Szőke települések közvetlen közelében, közel ahhoz a völgyközi háthoz, amelyik elválasztja egymástól a Pécsi-

víz és a Karasica vízrendszerét. Ezen a háton fut az 58-as számú másodrendű főútvonal Pécs és Harkány, illetve az országhatár (Drávaszabolcs) között. A völgy a Szőke-árkon keresztül, a Hegyadó-patak, Ócsárdi-patak, Pécsi-víz, Fekete-víz útvonalon kapcsolódik a Drávához.

A Pécsi-medence tektonikusan preformált süllyedékéhez igazodó víz-, illetve völgyhálózat fejlődése során kaptúrák sorozata jelent meg a területen (LOVÁSZ GY. – WEIN GY. 1974; LOVÁSZ GY. 1977; FÁBIÁN SZ. Á. et al. 2005; KONRÁD GY. – SEBE K. 2010; KONRÁD GY. et al. 2010). A Dél-Baranyai-dombság víz- és völgyhálózata kettős arculatú lett; egyrészt az É felé néző lejtőkön új, obszekvens jellegű völgyek fejlődtek, másrészt a D felé néző lejtőin a nyugat-mecseki

hegylábfelszín eredeti lefolyási viszonyaihoz igazodva fejlődtek tovább az É–D-i irányú hosszú konkrekvens völgyek. Ez utóbbiak a domb-ság legmagasabb É-i peremén közel 230 m-es magasságig vágódnak hátra, míg D-i irányban több mint 10 km-es hosszban és 100 m-es esést követően érkeznek meg a Villányi-hegység Ny-i nyúlványainak előterébe.

A vizsgált deráziós völgy két ilyen eróziós völgy, a Szőke-árok és Szilvási-mellékága, valamint a Bostai-árok határolta völgyközi hát Ny-i kitettségű lejtőjébe mélyül (*1. és 2. ábra*). A Szőke-árokhoz (Szőkei-víztározó 2-es halastó) csatlakozó torkolata felett azonnal É felé fordul, tehát nem konkrekvens, hanem szubszekvens irányban mélyül és vágódik hátra a lejtőn. Fontos megjegyezni azonban, hogy az adott lejtőn lokálisan szubszekvens irányú tájegységi szinten konkrekvens irányt jelent!

A Dél-Baranyai-domság földtani felépítésében a laza késő miocén (pannon) üledékek jelentik az alapot, amelyre regionálisan pliocén-pleisztocén vörösiságy (pl. Csarnóta) és 5–10 m vastag löszösszetel települ (PÉCSI M. et al. 1988). Ez a fiatal lösztakaró adja a terület talajainak (főleg agyagbemosódásos barna erdőtalaj és Ramann-féle barnaföld) alapkőzetét (DÖVÉNYI Z. 2010).

Módszerek

Jelen tanulmányhoz a Google Earth Pro vizsgált területre vonatkozó idősoros műholdfelvételeit, valamint az Arcanum adatbázisában georeferáltan elérhető katonai felmérések (első és második katonai felmérés) vonatkozó térképlapjait, továbbá a Lechner Tudásközpont (www.fentrol.hu) georeferált légi fotóit (1966_0734_3250; 1976_0116_2502; 1979_0085_4941; 1984_0119_4331) használtuk fel. A felvételeket és térképlapokat szisztematikusan átvizsgáltuk, összehasonlítottuk és értelmeztük. Ehhez felhasználtuk a HungaroMet adatbázisából a Pécs-Pogány repülőtér (adóház) meteorológiai állomás 1984. évi június és július havi napi csapadékkértékeit is.

A térinformatikai elemzéshez egy 5×5 méteres felbontású domborzati modellt használtunk fel. A domborzati modellt az ortofotó alapján javítottuk. A domborzati modelltől levezettük a lefolyási pályákat, valamint meghatároztuk a völgy elvi vízgyűjtő határát és területét. Az elemzéseket ArcGIS Pro program segítségével végeztük el.

Eredmények

A deráziós völgyekről

A derázió, mint fogalom, és az abból származó deráziós völgy, mint forma majdnem tipikusan magyar geomorfológiai jelenség. PÉCSI M. (1964) alkotta meg olyan formák leírására, amelyek képződésében nem vesznek részt a klasszikus külső erők, mint a szél, a folyóvíz, vagy épp a jég. Természetesen korábban is ismertek voltak e formák, leginkább a delle, vagy a korráziós völgy kifejezéseket használták rájuk (KÉZ A. 1956; PÉCSI M. 1962). A derázió Pécsi-féle magyarázata szerint „*E folyamatok ugyanis a felszínt lassan, felületileg – areálisan – pusztítják le*” (PÉCSI M. 1964 p. 14.), létrehozva a kérdéses völgyeket, amelyek „...*alatt hosszabb-rövidebb, tál keresztmetszetű vagy keskeny félhenger alakú száraz völgyet értünk. Benne a lineáris erózióknak nyomai nem látszanak, a völgy lejtőit és talpazatát különböző összetételű lejtőüledékek bélelik ki*” (PÉCSI M. 1964 p. 21.). E definíciók hangsúlyozzák a gravitáció szerepét, azaz a szállítóközeg nélküli folyamatokat. Azonban valljuk be, elég nehéz elképzelni, hogy e speciális völgyek létrejöttében és mai arculatában ne játszana szerepet a felszínen lineárisan csordogáló időszakos csapadékvíz, vagy hogy a szárazabb időszakok erősebb szelei ne ragadnának el egy-egy apró porszemcsét a talajról. E fogalom, bár itthon széles körben használt, nemzetközileg nem terjedt el a geomorfológiai szakirodalomban, annak ellenére, hogy a geomorfológiai enciklopédia egyik kiadásába is belekerült. Angol nyelven magyar szerzők, illetve az egykori keleti blokk szerzőinek tollából jelentek meg e fogalmat (derasion, derasion valley) használó tanulmányok (bár nem sok) az elmúlt évtizedekben (BOČIĆ, N. et al. 2010; KRKLEC, K. et al. 2012; LÓCZY D. et al. 2015). Sokkal elterjedtebb a száraz völgy (dry valley) és a delle (dell) használata (SPARKS, B. W. – LEWIS, W. V. 1957; FAIRBRIDGE, R. W. 1968).

E formák létrejöttét egyrészt a már kissé bizonytalan értelmezésű periglaciális (FRENCH, H. M. 2007) folyamatokhoz és területekhez kötik. Másrészt a természetes talajvízforrások által okozott erózióval (sapping) fejlődhetnek a völgyfők területén (SMALL, R. J. 1964). A klimatikus (periglaciális) formának tartott deráziós völgyek azonban a holocénben is képződtek és

képződnek ma is megfelelő feltételek mellett. Ebben szerepet játszik az aprózódás, a felszíni leöblítés és a vonalas erózió is, de fontos ezek meghatározott egyensúlya az anyagáttelepítésben (MAROSI S. 1965), mivel a lineáris és az areális folyamatok egyszerre hatnak egy ilyen forma kialakulása közben.

Napjainkban éppen az enyhe lejtőjű szántó-földi művelésbe vont területek felszínén újult fel képződésük (HERVAI A. et al. 2008; ROMMENS, T. et al. 2009). Ez jellemző a völgy-földi deráziós völgyre is, amelynek recens fejlődésében nagy szerepet játszanak a hirtelen lezúduló, heves esőzések. Ennek következtében az areális erózió völgyoldalakat letaroló munkája a „völgytalp” felé szállítja a lejtőhordalékot, de a völgy tengelyében a lineáris erózió ezt a hordalékot a völgy kijáratára felé mozdítva alakítja a völgyfejlődést (ÁDÁM L. 1969).

*A völgy-földi deráziós völgy
aszimmetriája és lejtőfejlődése*

Az első felfedező megfigyelés (Google Earth Pro) után a topográfiai térkép szintvonalai, majd a közvetlen terepi megfigyelés is igazolták az észrevételt, az erősen aszimmetrikus völgykeresztmetszetet. Az aszimmetrikus völgyek kialakulását a Mecsekben, valamint a Dél-Baranyai-dombság területén tektonikus okokra vezetik vissza, amit az eróziós völgyek geoinformatikai vizsgálatából állapítottak meg (PETRIK A. – JORDÁN GY. 2012; KOVÁCS I. P. 2015).

Az 1578 m hosszú és 39,6 m-t eső (25%-os lejtőjű) deráziós völgynek a keresztező erdősav feletti szakaszon a legnagyobb szélessége eléri a 300 m-t. Ebben a keresztmetszetben a K-i kitétségű meredek lejtő mindössze 80 m hosszú, míg a Ny-i kitétségű lejtő értelem szerint 220 m. A szubszekvens jelleg miatt a völgyperemek magassága nem egyforma: a Ny-i 151 m-es, a K-i 157 m-es magasságban található, de az aszimmetria egyértelmű. Ezt igazolják a völgy fontosabb morfológiai paraméterei is (1. táblázat). Ebben az esetben tehát a völgyaszimmetria nem tektonikus eredetű, hanem tisztán a geomorfológiai helyzet, a szubszekvens jelleg eredménye (2. ábra).

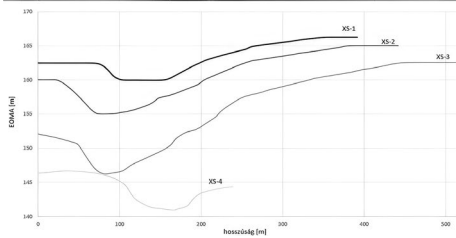
A völgy enyhébb lejtésű, Ny-i kitétségű lejtőjét különböző szintekben, a környezetétől elkülönülten, magasabb szintben világos színű felszínmaradványok tagolják (1. ábra). Olyan, mintha felszabdalt teraszfelszínek lennének, de nyilvánvaló, hogy azok nem lehetnek. A felszínmaradványok közötti lineáris mélyedések sötétebb színe még kontrasztosabbá teszi a lejtő képét. A színes lejtők képe nem jelent meglepetést, hiszen a talajerózióval van kapcsolatban, ami éppen a jelenlegi deráziós folyamatok működését is jelzi. A világos színű magasabb felszínrészletekről már lepusztult a talajtakaró, így ablakszerűen (a tektonikai ablak mintájára) felszínre kerül a talajképző alapközet, a világossárga színű lösz. A humuszt és szerves anyagú talajalkotókat is tartalmazó mozgatott lejtőhordalék a kiemelkedő maradványfelszí-

1. táblázat – Table 1

A vizsgált deráziós völgy fontosabb morfológiai paraméterei
(H – a legmagasabb pont; h – a legalacsonyabb pont magassága)
The principal morphometric parameters of the valley
(H and h – altitude of the highest and lowest point, respectively)

	Képlet	Érték
Kerület (P) [m]	–	3917,00
Terület (A) [m ²]	–	572 846,00
Maximális vízgyűjtőhossz (L) [m]	–	1578,00
Integritás mutató (C)	$C = A/L$	363,02
A völgy területével megegyező területű kör átmérője (D)	–	854,03
Megnyúltsági arány (Re)	$Re = D/L$	0,54
Alaki tényező (Ff)	$Ff = A/L^2$	0,23
Köralakúsági arány (Rc)	$Rc = 4\pi A/P^2$	0,47
Gravelius-féle együttható (GC)	$GC = P/2(\pi A)^{0,5}$	2,59
Relief hányados (Rr)	$Rr = H-h/L$	167,42

Forrás: Land use statistics and indicators, fao.org



2. ábra A völgy-földi deráziós völgy és környezetének domborzatmodellje a vízgyűjtő-lehatárolással és a számított lefolyási pályákkal, valamint a völgy keresztmetszeteivel (1–4)

Figure 2 Digital elevation model of the Völgy-föld derasion valley and its surroundings, with catchment delineation and calculated runoff paths and profiles (1–4)

nek környezetének mélyedéseiben rakódik le és halmozódik át egy-egy időszakos csapadékese-mény hatására. Így ezek sötét színűek lesznek és a nedvességet is jóval tovább tárolják, ami hozzájárul a határozott színbeli elkülönüléshez.

A lejtőn két-három szintben lehet elkülöníteni a világos színű felszínmaradványokat a deráziós völgy „talpa” fölött. Az továbbra is kérdés, hogy mi okozza ezt a teraszos jellegű formai megjelenést. Ehhez érdemes lenne sekélyfűrészeket mélyíteni a lejtő felszínébe. Hipotézisünk szerint a löszösszletet tagoló paleotalajok itt bukkanak ki a völgylejtőn (elmetszik a lejtőfelszínt), ami befolyásolja a lejtő lepusztulási folyamatát.

A deráziós völgyet tagoló erdősávok eredete és jelentősége a völgyfejlődésben

Már a deráziós völgy felfedezésénél is érdekesnek tűntek a lejtő tagoló erdősávok és azok helyzete (1. ábra). Ráadásul harmadikként egy sokkal rövidebb is látható a térképen a völgyfő közelében. A deráziós völgy alsó szakaszán, nem messze a keresztirányú erdősávtól van egy újabb, amely azonban a völgy tengelyének irányában kanyarodik.

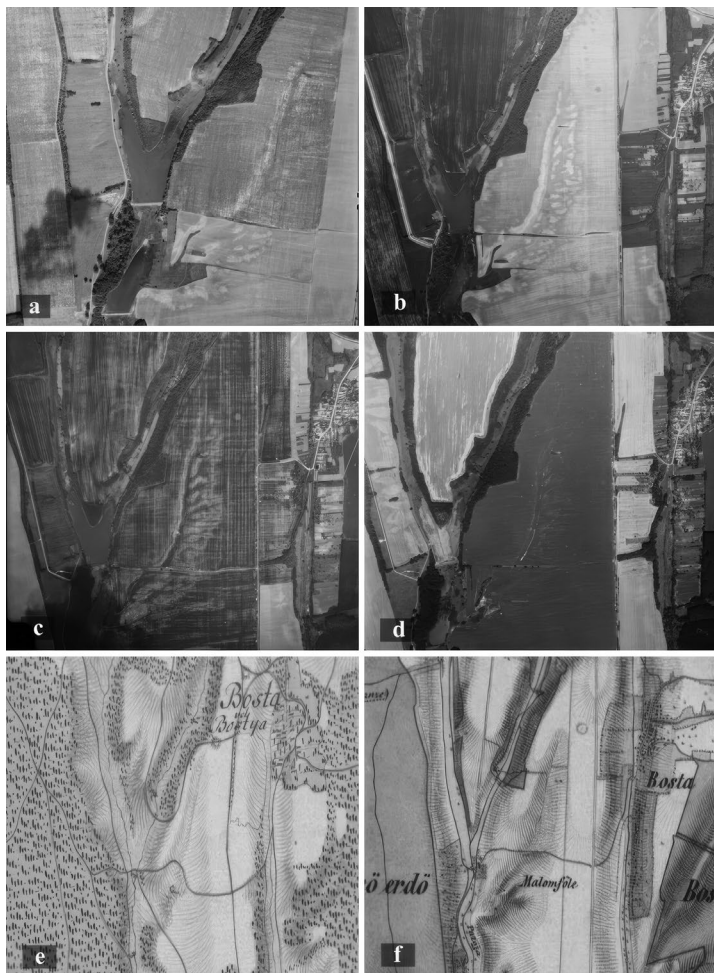
A lejtőirányban hosszában, illetve vonalban rendeződött erdősávok nem ismeretlen jelenségek, különösen lösz borította lejtős felszíneken. Ez teljes egészében ervényes a mi területünkre is. A jelenség a lösz lepusztulási folyamatához kapcsolódik. A lejtős területek dűlőútjain antropogén hatásra löszmélyutak alakulnak ki, amelyek tekintélyes, akár 10 m-t is meghaladó mélységet érhetnek el. Ezt a lösztakaró vastagsága szabályozza. Amennyiben túlfelődnek, függőleges lejtőik beomlanak. Ezzel a folyamattal a löszmélyutak átalakulnak löszszakadékokká, amelyben a közlekedés lehetősége megszűnik. Ezért a löszszakadékká alakult egykori dűlőt mellett közvetlenül általában újabb nyomvonalon új utat kezdenek el használni. Innen a folyamat ismét löszmélyút kialakulásával folytatódik. Az elhagyott löszszakadékban megindul a növényzet megtelepedése és idővel a fás szárú növények fejlett példányai nőnek ki belőle, ami szántóföldi környezetben könnyen észrevehető és jól azonosítható jelenség. Könnyen gondolhatnánk, hogy akkor itt is ez a helyzet, de a hosszabb (360 m) keresztvező erdősáv a völgyközi hát lejtőjébe mélyülő deráziós völgy tengelyén is áthalad, annak mindkét lejtőjén megjelenik.

Az 1:10 000 méretarányú polgári topográfiai térképen nem látható sem út, sem löszmélyút, sem erdősáv, viszont a lejtőn bevágódó metszések igen (1. ábra), amelyek pontosan ott helyezkednek el, ahol most az erdősávok vannak. Ha erdőt nem is, de pár egyedi fát jelöl a térkép éppen a deráziós völgyünk tengelyében, a metsződés mellett. Az egybeesés nem lehet véletlen. A topográfiai térkép ugyanakkor tartalmaz még számunkra fontos információt: az eróziós Szőke-árok völgytalpának K-i oldalán (éppen a metsződés vonalában) található – az árokra telepített völgyzárógát rajza alatti felirat szerint – a Miszlang-malom. A metsződés ellentétes K-i irányú folytatásában a völgyközi hát másik oldalán található egy földút, illetve

minden bizonnyal löszméllyút, amely Bosta településhez vezet.

Hogy új információt tudjunk gyűjteni a völgy-földi derázis völgyről és az erdősávok kialakulásáról, a Lechner Nonprofit Kft. légi filmjeinek tárában található felvételeket kerestünk a fentrol.hu oldalon. Az első egy 1966-ból származó felvétel (3. ábra), amelyen jól láthatók a térképen metsződéssel jelölt formák. Ezek olyan, a barázdákknál már jobban fejlett árkok, amelyeket nem tudnak a mezőgazdasági gépekkel elszántani. A felvételen kivehető egy út nyomvonala, amely

a völgytalp irányából az árkok mellett halad. A hosszabb és szélesebb árkokban még erózióval mélyített barázda is megfigyelhető. Itt a barázdában még csak egy-két fát lehet azonosítani, a felsőben pedig nincs fásszárú növényzet. A következő, 1976-os légi felvételen is azonosítható a földút nyomvonala a völgytalptól az árkok mentén felfelé, egészen a völgyközi hát tetejéig, ennek folytatásában pedig ott van a Bostaig vezető út (3. ábra). A harmadik, 1979-es felvételen mintha lefolyás-, illetve lejtőmeredekség-térképet látnánk, olyan jól rajzolódnak ki



3. ábra A völgy-földi derázis völgy régebbi légi felvételek és katonai felmérések térképszelvényeinek kivágatain.
a – Légi fotó 1966-ból; b – légi fotó 1976-ból; c – légi fotó 1979-ből; d – légi fotó 1984-ből; e – első katonai felmérés;
f – második katonai felmérés.

Figure 3 Ancient aerial photos and military survey map sections of the Völgy-föld derasion valley.

a – Aerial photo from 1966; b – aerial photo from 1976; c – aerial photo from 1979; d – aerial photo from 1984;
e – first military survey; f – second military survey

a lefolyás pályáját mutató sötét színű vonalak és a relatív kiemelkedő maradványfelszínek, valamint a legmeredekebb lejtőrészletek világos színű erodált foltjai és vonalai. Az 1984. július 31-én készült negyedik légi felvételen több figyelemre méltó részletet lehet azonosítani. A hosszabb árokban már öt természetes fa lombkoronája jelenik meg, és a felsőben is elindul két fa növekedése, tehát folyamatban van az árkok beerdősülése. Ugyanezen a képen látható, hogy a szántón van felszínborítás, azaz nagy valószínűség szerint kukorica nő rajta. Ezen kívül a deráziós völgy tengelyében jól követhető – a völgyfő irányából szinte a völgy kijárataig – a lefolyó víz lineáris munkája, ami egy korábbi nagyobb csapadékesemény eredménye (3. ábra). A felvétel időpontja előtt – az innen mindössze 7 km távolságban található Pécs-Pogány repülőtéri (adóház) meteorológiai állomás adatai (HungaroMet, é.n.) szerint – 26 mm csapadék esett egész júliusban. Ez kimondottan kevés, és a legnagyobb napi csapadékösszeg is csak 11,4 mm volt a hónap elején, július 3-án. Ha a júniusi adatokat is megvizsgáljuk, akkor már más a helyzet. Az állomáson júniusban 78,6 mm csapadékot mértek, a legtöbb csapadék (21 mm) június 23-án esett. Ez már elegendő mennyiség lehet ahhoz, hogy meginduljon a felszíni lefolyás. Sőt, az ezt követő tíz naptól hat esetben mértek csapadékot, így ennek a június 23-tól július 3-áig tartó tizenegy napnak az összes csapadéka eléri az 54,8 mm-t. A légi felvételen látható vízmosásnyom (barázda) tehát ebben az időszakban alakult ki.

A keresztező árok felett fehér foltokká nő a vízfolyás, illetve barázda vonala, ami azt jelenti, hogy a lefolyó víz munkája már nem elég a hordalék elszállításához, azt kicsi hordalékkúpok formájában lerakja. Ezzel a deráziós völgy itteni szakaszát feltölti, esését helyileg tovább csökkenti. A hordaléktól megszabadult folyóvíz ezt követően eléri az árok peremét és azt egy kanyarral beréselve eljut az árokba. Ami igazán furcsa, hogy aztán ki is lép belőle és folytatja útját a deráziós völgy tengelyében. Itt az árok peremei beréselésénél felvett hordalékot rakja le, tehát ismét feltölti a deráziós völgy alsó részét, fokozva az eséseszkökenés mértékét.

Az 1959-es dátumtól elérhető légi felvételeknél korábbi időpontokból is tudunk információt szerezni területünkről. A Habsburg Birodalom első katonai felmérése 1763–1787 között zajlott. Ennek, valamint az I. világháborúig készült későbbi katonai térképeknek a térképlapjai elér-

hetők az Arcanum Adatbázis Kiadó honlapján. A magyarországi részek felmérését 1782–1785 között hajtották végre, a vizsgált területünkön 1783–1784-ben. Ennek térképlapja (Colonne X, Sectio 31) kivágatán a pillacsíkos lejtőábrázolás is jól mutatja a vizsgált deráziós völgyet (3. ábra). Ezen kívül megoldódni látszik a deráziós völgyön keresztben megjelenő árok, illetve erdősáv „rejtélye”. A térképlapon ezen a helyen a jelkulcs szerint egy közönséges kocsíút látható (bár az alsó szakaszán még nem ugyanott), amely a völgyközi háton túl Bosta felé tart.

A második katonai felmérést hazánk területén 1829–1866 között végezték, ezen belül az egész Dél-Dunántúl területén, így Bosta környékén is 1856–1860 között. Ennek területünkre eső térképlapján (Section 64, Colonne XXIX) a deráziós völgy ábrázolása részletesebb és rajta keresztben már ugyanott vezet az út, ahol ma az erdősávok vannak. További újdonság, hogy ezen már szerepel a korábban említett malom jelkulcsa. A deráziós völgyet is érintő út a jelölés szerint nem karbantartott, de forgalmas kocsíútként összeköti a Szőke-árok átkelőjét (fahidak), valamint a malmot Bosta településével (3. ábra). A térképeken jelölt kocsíút tehát a 18–19 századi úthálózat része volt. Így visszajutottunk az antropogén felszínformáláshoz és a löszmélyutakhoz, hiszen ezek az árkok nem lehetnek mások, mint egykori löszmélyutak maradványai.

VARGA GÁBOR

PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet,
Pécs

gazi@gamma.ttk.pte.hu

PIRKHOFFER ERVIN

PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet,
Pécs

pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu

CZIGÁNY SZABOLCS

PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet,
Pécs

sczigany@gamma.ttk.pte.hu

BALOGH RICHÁRD

PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet,
Pécs

mitch24@gamma.ttk.pte.hu

FABIÁN SZABOLCS ÁKOS

PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet,
Pécs

smafu@gamma.ttk.pte.hu

- ÁDÁM L. 1964: A Szekszárdi-dombvidék kialakulása és morfológiája. – Földrajzi Tanulmányok 2. Akadémia Kiadó, Budapest. 83 p.
- BOČIĆ, N. – PAHERNIK, M. – BOGNAR, A. 2010: Geomorfološka obilježja Slunjske zaravni. – Hrvatski geografski glasnik 72. 2. pp. 5–26. <https://doi.org/10.21861/HGG.2010.72.02.01>
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. 876 p.
- FÁBIÁN SZ. Á. – SCHWEITZER F. – VARGA G. 2005: A Pécsi-víz völgyének kialakulása és kora. – In: DÖVÉNYI Z. – SCHWEITZER F. (szerk.): A földrajz dimenziói: Tiszteletkötet a 65 éves Tóth Józsefnek. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. pp. 461–472.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1968: Dell. – In: FAIRBRIDGE, R. W. (szerk.): Geomorphology. Encyclopedia of earth science. Springer, Berlin – Heidelberg. pp. 250–252. https://doi.org/10.1007/3-540-31060-6_87
- FRENCH, H. M. 2007: The periglacial environment. – Wiley, Chichester. 458 p. <https://doi.org/10.1002/9781118684931>
- FRISNYÁK S. 1999: Magyarország történeti földrajza. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 216 p.
- HungaroMet (é.n.): Éghajlat, Magyarország éghajlata, éghajlati adatsorok, Pécs. https://met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok/Pecs/adatok/napi_adatok/index.php (letöltés: 2024. 06. 05.)
- HERVAI A. – LÓCZY D. – VARGA G. 2008: Human impact by agriculture on geomorphic process in hills and floodplains. – In: LÓCZY D. – TÓTH J. – TRÓCSÁNYI A. (szerk.): Progress in geography in the European Capital of Culture 2010. Imedias Kiadó, Pécs. pp. 207–216.
- JAKAB G. – MADARÁSZ B. – SZALAI Z. 2009: Gully or sheet erosion? A case study at catchment scale. – Hungarian Geographical Bulletin 58. 3. pp. 151–161.
- KÉZ A. 1956: A korráziós völgyek egy fajtájáról (dellék). – Földrajzi Értesítő 5. 1–4. pp. 343–348.
- KONRÁD GY. – SEBE K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugat-Mecsekben és környezetében. – Földtani Közlemények 140. 2. pp. 135–162.
- KONRÁD GY. – SEBE K. – HALÁSZ A. – HALMAI Á. 2010: A Délkelet-Dunántúl földtani fejlődéstörténete – recens analógiák. – Földrajzi Közlemények 134. 3. pp. 251–265.
- KOVÁCS I. P. 2015: Domborzati formák kialakulása és fejlődése a Nyugat- és Középső-Mecsek déli előterében, a Pannon-beltő visszahúzóódását követően. – Modern Geográfia 10. 1. pp. 31–189.
- KRKLEC, K. – LOZIĆ, S. – ŠILJEG, A. 2012: Geomorfološke značajke otoka Visa. – Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo 59. 5–6. pp. 290–300.
- LÓCZY, D. – PIRKHOFER, E. – GYENIZSE, P. 2015: Kapos Valley: the most asymmetrical in Hungary. – In: LÓCZY D. (szerk.): Landscapes and landforms of Hungary. Springer. pp. 105–112. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08997-3_13
- LOVÁSZ GY. 1977: Baranya megye természeti földrajza. – Baranya Megyei Levéltár, Pécs. 384 p.
- LOVÁSZ GY. – WEIN GY. 1974: Délkelet-Dunántúl geológiája és felszínfejlődése. – Baranya Megyei Levéltár, Pécs. 215 p.
- MAJEWSKI, M. – PALUSZKIEWICZ, R. 2019: The origin and evolution of small dry valleys in the last-glacial area on the example of the Pomeranian Lake District (Poland). – Estonian Journal of Earth Sciences 68. 1. pp. 26–36. <https://doi.org/10.3176/earth.2019.03>
- MAROSI S. 1965: A deráziós völgyekről. – Földrajzi Értesítő 14. 1–4. pp. 229–237.
- PÉCSI M. 1962: A magyarországi pleisztocénkori lejtős üledékek és kialakulásuk. – Földrajzi Értesítő 11. 1–4. pp. 19–39.
- PÉCSI M. 1964: A magyar középhegységek geomorfológiai kutatásának újabb kérdései. – Földrajzi Értesítő 13. 1–4. pp. 1–25.
- PÉCSI M. 1991: Geomorfológia és domborzatminősítés. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 296 p.
- PÉCSI M. 1997: Szerkezeti és vázlatalképződés Magyarországon. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest. 296 p.
- PÉCSI M. – GEREI L. – SCHWEITZER F. – SCHEUER GY. – MÁRTON P. 1988: Ciklikus éghajlatváltozás és rosszabbodás visszatükröződése a magyarországi löszök és eltemetett talajok sorozatában. – Időjárás 92. 2–3. pp. 75–86.
- PETRIK A. – JORDÁN GY. 2012: A Villányi-hegység és térségének morfometriai és morfotektonikai vizsgálata digitális terepmodell alapján. – In: LÓCZY D. (szerk.): Geográfia a Kultúra Fővárosában I. Publikon, Pécs. pp. 37–48.
- PIROS Cs. 2018: A Völgy-földi deráziós völgy kialakulása és morfometriája. Szakdolgozat. – PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet, Pécs. 36 p.
- RODZIK, J. – REDER, J. 2014: Natural and human influence on loess gully catchment evolution: A case study from Lublin Upland, E Poland. – Geomorphology 212. pp. 28–40. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2013.09.011>

- ROMMENS, T. – PEETERS, I. – POESEN, J. – GOVERS, G. – LANG, A. 2009: A temporarily changing Holocene sediment budget for a loess-covered catchment (central Belgium). – *Geomorphology* 108. 1–2. pp. 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.03.022>
- SCHWEITZER F. – BABÁK K. – FÁBIÁN SZ. Á. – GÖRCS N. L. – KOVÁCS I. P. – POZSÁR V. – RADVÁNSZKY B. – VARGA G. – VARGA GY. 2012: Lössképződés és formakincse. – In: DÖVÉNYI Z. (főszerk.): *A Kárpát-medence földrajza*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 305–331.
- SMALL, R. J. 1964: The escarpment dry valleys of the Wiltshire Chalk. – *Transactions and Papers (Institute of British Geographers)* 34. pp. 33–52. <https://doi.org/10.2307/621072>
- SPARKS, B. W. – LEWIS, W. V. 1957: Escarpment dry valleys near Pegsdon, Hertfordshire. – *Proceedings of the Geologists' Association* 68. 1. 26-IN8. [https://doi.org/10.1016/S0016-7878\(57\)80015-7](https://doi.org/10.1016/S0016-7878(57)80015-7)
- SZÉKELY A. 1989: A derázió felszínformáló szerepe Magyarországon. – *Földrajzi Értesítő* 38. 3–4. pp. 225–242.
- SZILÁRD J. 1967: Külső-Somogy kialakulása és felszínalakítása. – *Földrajzi Tanulmányok* 7. Akadémiai Kiadó, Budapest. 150 p.

Internetes források

- <https://www.google.com/maps/@46.0734934,18.2333794,9.97z?entry=ttu>
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Sablon:Magyarorsz%C3%A1g-t%C3%A9r%C3%A9sz>

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

BERNEK ÁGNES szakosztályelnök,
főiskolai tanár

BUJDOSÓ ZOLTÁN főiskolai tanár

CSAPÓ JÁNOS osztályelnök, egyetemi tanár

CSIZMADIA NORBERT szakosztályelnök

DÁVID LÓRÁNT DÉNES osztályelnök,
egyetemi tanár

GERHARDTNÉ RUGLI ILONA ny. középiskolai
tanár

GÖNCZY SÁNDOR osztályelnök, főiskolai
docens

GRUBER LÁSZLÓ középiskolai tanár

GUBA ANDRÁS középiskolai tanár

GYENIZSE PÉTER egyetemi docens

GYŐRI RÓBERT egyetemi docens

GYURICZA LÁSZLÓ osztályelnök,
egyetemi docens

HEVESI ATTILA osztályelnök,
ny. egyetemi tanár

HUSZTI ZSOLT osztályelnök, intézetigazgató

KARANCSI ZOLTÁN tszv. egyetemi docens

KARÁTSON DÁVID szakosztályelnök,
tszv. egyetemi tanár

KISS EDIT ÉVA tudományos tanácsadó,
egyetemi tanár

KLINGHAMMER ISTVÁN szakosztályelnök,
akadémikus

KÓKAI SÁNDOR osztályelnök,
egyetemi tanár

KOVÁCS ZOLTÁN akadémikus, tudományos
tanácsadó, egyetemi tanár, az IGU Magyar
Nemzeti Bizottságának elnöke

KUBASSEK JÁNOS Magyar Földrajzi Múzeum
igazgatója

KUNOS GÁBOR szakosztályelnök,
villamosmérnök

LENNER TIBOR osztályelnök,
tszv. egyetemi docens

LERNER JÁNOS szakosztályelnök

MÁJAI CSABA osztályelnök, tanfelügyelő

MAKÁDI MARIANN szakosztályelnök,
ny. főiskolai docens

MUCSI LÁSZLÓ osztályelnök,
egyetemi docens

NAGY BALÁZS egyetemi docens,
A Földgömb főszerkesztője

NAGY GYULA egyetemi adjunktus

PÁL VIKTOR egyetemi docens

PAP NORBERT osztályelnök, egyetemi tanár

RADICS ZSOLT egyetemi adjunktus

SIMON GYÖRGY osztályelnök, középiskolai
tanár

SISKÁNÉ DR. SZILASI BEÁTA egyetemi docens

SUBA JÁNOS szakosztályelnök, térképész

SZILASSI PÉTER egyetemi docens

SZŐLLŐSY LÁSZLÓ középiskolai tanár

SZÖRÉNYINÉ KUKORELLI IRÉN osztályelnök,
tudományos tanácsadó, egyetemi tanár

TEPERICS KÁROLY osztályelnök,
egyetemi docens

TIMÁR JUDIT osztályelnök,
tudományos főmunkatárs

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

GYENIZSE PÉTER–JENEY LÁSZLÓ: Előszó és köszöntés	89
SZILASSI PÉTER–MEZŐSI GÁBOR–BOROS LAJOS–KOVALCSIK TAMÁS: A táj- és környezetföldrajzi kutatások története Magyarországon az 1880-as évektől napjainkig a Földrajzi Közleményekben megjelent értekezések és az MTMT adatbázis bibliográfiai elemzése alapján / Landscape and environmental geography research in Hungary from the 1880s to the present based on the analyses of Hungarian Science Bibliography, and Geographical Review of Hungarian Geographical Society	92
VERESS MÁRTON–SZUNYOGH GÁBOR–PÉNTEK KÁLMÁN–MITRE ZOLTÁN–ZENTAI ZOLTÁN–DEÁK GYÖRGY–TÓTH GÁBOR–SZÉLES GYULA: Csupaszt lejtők karrjainak vizsgálata / The study of the karren of bare slopes	104
ELEKES TIBOR–HEGEDŰS ANDRÁS–HEVESI ATTILA–KOCISIS KÁROLY–PECSMÁNY PÉTER–SISKÁNÉ SZILASI BEÁTA–SZALONTAI LAJOS–VÁGÓ JÁNOS: Tájélföldrajzi kutatások a Bükkalján / Landscape geographical researches in the Bükkalja	117
KÓKAI SÁNDOR–FRISNYÁK SÁNDOR–BÁNYÁSZNÉ KRISTÓF ANDREA–VASS RÓBERT: A tájhasználat és tájgazdálkodás változása a Marosközében (18–19. század) / Changes in landscape use and landscape management in Marosközög (18th–19th centuries)	131
BENKHAARD BORBÁLA–CSORBA PÉTER–MESTER TAMÁS–SZABÓ GYÖRGY–ROOIJEN, AZIN–KISS EMŐKE–BALLA DÁNIEL–FAZEKAS ISTVÁN–VASS RÓBERT–BABKA BEÁTA–BALÁZS DÁVID–VASVÁRI MÁRIA: A Tisza-tó változatos természeti adottságainak turisztikai kihasználása / Touristic use of the variable natural advantages of Lake Tisza	144
NÉMETH GERGŐ–BALOGH SZABOLCS–RÓZSA PÉTER–SÜTŐ LÁSZLÓ–NOVÁK TIBOR JÓZSEF: Szőlők a városban: szőlőterületek változásai Eger és Pécs város területén 1783–2018 között / Vineyards in the town: changes of vineyard plantations in the urban area of Eger and Pécs between 1783 and 2018	156

Kiseb tanulmányok / Short papers

KERTÉSZ ÁDÁM: A korszerű táj kutatás kihívásai / Challenges of state of the art landscape research	169
BLANKA-VÉGI VIKTÓRIA–TOBÁK ZALÁN–KAJÁRI BALÁZS–SIPOS GYÖRGY–BARTA KÁROLY–KOVÁCS FERENC–BOUDEWIJN VAN LEEUWEN: Gépi tanulási módszerek az aszály és belvíz monitoring és előrejelzés fejlesztésében / Machine learning methods to improve drought and inland water monitoring and forecasting	175
VICZIÁN ISTVÁN–SEBERÉNYI JÓZSEF–SZÁVOSZTI-VASS DÁNIEL–DRUSZA TAMÁS: A Mohácsi teraszos sík felszínfejlődése a holocénben és az 1526-os mohácsi csata idején / Evolution of the Mohács terraced plain during the Holocene and the Battle of Mohács in 1526	182
CSIMA PÉTER–KERTÉSZ BOTOND–MÓDOSNÉ BUGYI ILDIKÓ–VARGA DALMA: Andezitbánya meddőhányóinak tájba illesztése felszínalakítással / Landscaping of the andesite mine spoil heaps with terrain transformation	191
NÉGYESI GÁBOR–TÚRI ZOLTÁN–SZABÓ GERGELY–BERTALAN LÁSZLÓ: UAV-alapú terepi széléróziós mérések egy nyírségi garmadán / UAV-based field wind erosion measurements on a garmada in Nyírség	199
VARGA GÁBOR–PIRKHOFFER ERVIN–CZIGÁNY SZABOLCS–BALOGH RICHÁRD–FÁBIÁN SZABOLCS ÁKOS: A derázios völgyek recens fejlődését befolyásoló természeti és antropogén tényezők: Bosta, Baranyai-dombság / Natural and anthropogenic factors influencing the recent formation of a derasion valley: Bosta, Baranya Hills	206

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: Jenei László
Tördelés: Szabó Béla | Borítóterv: Liszi János
HU ISSN 0015-5411