

# Természetföldrajzi Közlemények

---

a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből



# Természetföldrajzi Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből

---

2014. 1.

ISSN 2063-4153

## Főszerkesztő:

DR. NAGYVÁRADI LÁSZLÓ

## Szerkesztők:

DR. FÁBIÁN SZABOLCS ÁKOS, DR. GYENIZSE PÉTER, DR. VARGA GÁBOR

## Szerkesztőbizottság:

DR. DOBOS ENDRE (*Miskolci Egyetem*), DR. ELEKES TIBOR (*Miskolci Egyetem*), DR. GERESDI ISTVÁN (*Pécsi Tudományegyetem*), DR. KARÁTSZON DÁVID (*Eötvös Loránd Tudományegyetem*), DR. LÓCZY DÉNES (*Pécsi Tudományegyetem*), DR. LÓKI JÓZSEF (*Debreceni Egyetem*), DR. MUCSI LÁSZLÓ (*Szegedi Tudományegyetem*), DR. SZABÓ MÁRIA (*Eötvös Loránd Tudományegyetem*), DR. SZABÓ SZILÁRD (*Debreceni Egyetem*), DR. VERESS MÁRTON (*Nyugat-magyarországi Egyetem*)

## Technikai szerkesztő:

VARGA TAMÁS, SZEBÉNYI ANITA

## Impresszum:

Kiadó: PTE TTK Földrajzi Intézet  
Székhely: 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.  
Felelős kiadó: Dr. Nagyvárad László

---

## TARTALOM

HEGEDÜS ADRIENN – SERES ANDRÁS TAMÁS – BREUER HAJNALKA – FODOR ZOLTÁN: <i>Instabilitási indexek vizsgálata radarmérések és modelleredmények alapján</i> .....	1
MOLEK ÁDÁM JÓZSEF – DOBOS ANNA: <i>Földtudományi tájértékek felvételezése a Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy területén</i> .....	11
MORVA TAMÁS: <i>Cserszegtomaj területhasználatának vizsgálata geoinformatikai módszerekkel</i> .....	27
KALMÁR PÉTER – JÓZSA EDINA: <i>Geomorfológiai tanulmányúton a Małopolskie régióban (Jagiellonian University Institute of Geography and Spatial Management, Krakko, Lengyelország, 2014. április 7–12.)</i> .....	35

# Instabilitási indexek vizsgálata radarmérések és modelleredmények alapján

Hegedüs Adrienn<sup>1</sup> – Seres András Tamás<sup>2</sup> – Breuer Hajnalka<sup>3</sup> – Fodor Zoltán<sup>4</sup>

<sup>1</sup> egyetemi hallgató, ELTE TTK, E-mail: adri04@caesar.elte.hu

<sup>2</sup> meteorológus főtitest, Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat, E-mail: seres.andrastamas@upcmail.hu

<sup>3</sup> tanársegéd, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, E-mail: bhajni@nimbus.elte.hu

<sup>4</sup> osztályvezető, Országos Meteorológiai Szolgálat. E-mail: fodor.z@met.hu

## Kulcsszavak

zivatar  
radarmérés  
GFS modell  
instabilitási index  
Magyarország

## Absztrakt

A konvektív időjárási jelenségek térben és időben kis skálán zajlanak, ezért az előrejelzésük nem könnyű feladat. A légköri konvekció erősségének számszerűsítésére ún. instabilitási vagy labilitási indexeket használtunk, melyek alkalmazása lehetővé teszi a konvektív környezet egyetlen számértékkel való jellemzését. A heves konvekciót vizsgáló kutatásunk alapvető célja, hogy kiderítsük, a gyakorlatban mely labilitási indexek segíthetik leginkább a zivatar-tevékenységgel járó jelenségek lehető legpontosabb előrejelzéseit. Ezt hazai radarméréseknek, illetve az amerikai GFS modell eredményeinek objektív feldolgozásával és összehasonlításával végezzük. A keletkező zivatarok radarképeken megjelenő, szabálytalan alakú alakzatait számunkra ismert tulajdonságú ellipszisekkel modellezzük. A kutatás során csak heves zivatarellipsziseket vizsgáltunk, mely objektumok legalább 20 km<sup>2</sup>-nyi területen minimum 45 dBZ-s reflektivitással rendelkeznek. A detektált zivatarellipszisek száma, illetve a labilitási energia függvényében hatagú osztályozási rendszert alkalmazunk, eredményeink megjelenítéséhez pedig dobozdiagramokat használunk. A vizsgált időszak a 2011–2013 közti zivataros félévek (április-szeptember), a vizsgált terület pedig Magyarország. A vizsgálat során összesen 52 instabilitási, nedvességi és szélnyírási paramétert elemzünk. Közülük a Lifted és a Best Lifted Index, a Thompson Index, a K-Index, a leglabilisabb kevertrétegű konvektív hasznosítható potenciális energia, valamint a kihullható vízmennyiség és a specifikus nedvesség esetében elmondható, hogy a heves konvekció megjelenése, mértéke relatív szűk tartományokhoz köthető. Ebből következően segítségünkre lehetnek a kérdés eldöntésében, kell-e számítani egy adott területen kialakuló vagy épp odaérkező intenzív konvektív jelenségre.

DOI: 10.17799/2014.1.1

## 1. Bevezetés

A heves konvektív időjárási jelenségek vizsgálata különösképp a veszélyjelzések készítésénél jelent nagy segítséget a meteorológusok számára, hiszen a személyi- és vagyónbiztonság érdekében, illetve a repülésmeteorológia területén elengedhetetlen minél pontosabb ismeretük, ugyanis gyakran járnak együtt erőteljes szélviharokkal, jégesóval, nagy mennyiségű csapadékkal, esetenként tornádókkal is. Emiatt zivataros helyzetben az előrejelző egyik – ha nem a legfontosabb – feladata meghatározni, hogy a vizsgált területen megjelenhet-e bármilyen veszélyes jelenséggel fellépő konvektív esemény, és ha igen, az milyen típusú és intenzitású.

A zivatarok jellemzőivel kapcsolatos hazai tapasztalatokról már az 1900-as évek előtt is jelentek meg

különböző feljegyzések. Váradi 1898-ban megjelent cikke alapján a zivatarképződés és a napsugárzás beesési szöge kapcsolatba hozható egymással: a földfelszín erőteljesebb felmelegedése esetén (azaz a beesési szög merőlegeshez közeli) intenzívebb zivatar-tevékenység várható. Szalay-Ujfalussy (1917) szerint a zivatarok létrejöttéhez minden esetben ugrásszerű nyomásváltozásra van szükség.

A heves konvektív jelenségek idő- és térbeli előfordulásáról már számos tanulmány jelent meg. Riegl (1902) alapján a májustól októberig tartó időszakot nyári, zivataros félévnek nevezzük. Hegyfoky (1912) kutatásai alapján a zivatarok napi megjelenési maximuma körülbelül délután 2–3 óra körülre tehető, területi eloszlásban pedig a tengerpartokat, a hegyvidékeket és a síkvidéke-

ket tekintve a kialakulási maximum folyamatosan későbbre tolódva, délután 1 és 4 óra között változik. Szudár 1992-es eredményeiből kiderül, hogy a hazánk területére érkező zivatarok jelentős része Ausztria felől, közülük a prefrontálisak délnyugati, a frontálisak pedig északnyugati irányból érkeznek.

Seres (2006), Horváth, Ács és Seres (2008), illetve Énekes (2010) és Kohlmann (2013) már radarméréseken alapuló zivatarstatisztikai, zivatarklimatológiai kutatásokat végzett. Az első két munkában többek között megállapították, hogy a legtöbb heves konvektív objektum hazánk délnyugati, illetve északi, északkeleti tájain fordult elő, továbbá a tér- és időbeli sajátosságok mellett a jelenségek szinoptikai háttereit is vizsgálták. Énekes munkájára a következő fejezetben térünk ki, míg Kohlmann megalkotott egy, mind a gyakorlatban, mind pedig a további kutatásokban jól használható esetleválogató programot, amely segítségével vizsgálhatók az egyes konvektív paraméterek szinoptikus klimatológiai tulajdonságai.

## 2. Célkitűzés

Kutatásunk közvetlen előzményének Énekes (2010) munkája tekinthető, amely a 2009-es év megfelelő időszakára vizsgálta meg a Magyarország területén detektálható, minimum 40 dBZ-s radarjel-erősséggel (más néven reflektivitással) rendelkező objektumokat. Jelenlegi elemzésünkben a vizsgált időszak hosszán túl a reflektivitás küszöbértékét is megnöveljük. A magasabb küszöbérték segítségével célunk a heves konvektív cellák azonosítása, illetve azok környezetének labilitási indexekkel és egyéb nedvességi, szélnyírási mennyiségekkel történő minél pontosabb jellemzése. Azoknál a változóknál, amelyeknél a stabilis ( $\theta(S)$ ) és a labilis ( $\theta(L)$ ) légköri helyzetek jól elkülöníthetők egymástól, szeretnénk küszöbértékeket kijelölni a heves konvekció kialakulásának lehetőségét

illetően. Fontosnak tartjuk továbbá a változók előfordult abszolút minimum-, illetve maximumértékeinek vizsgálatát is a megfelelő időszakra, amelyek legfőképp a konvektív aktivitást gyengébben jellemző mennyiségekhez tartozó küszöbértékek meghatározásában lehetnek segítségünkre. Cikkünkben a kutatásunk legfontosabb eredményeit mutatjuk be (1. táblázat).

## 3. Módszerek

Vizsgálatunk alapvetően a hazai meteorológiai radarméréseken, illetve a GFS numerikus modell eredményeinek összevetésén alapul. Elemzésünket a 2011–2013-as évek áprilistól szeptemberig terjedő időszakára végeztük el.

### 3.1. A felhasznált radaradatok

A radarmérések segítségével több, egymástól különböző módon is kaphatunk információt a légkör elemeiről. Az általános mérési módok közül a PPI (Plan Position Indicator – helyzetet jelző mérés) a legelterjedtebb. PPI-mérés esetén a radar rögzített kibocsátási szög mellett folyamatosan körbefordul, majd ezt az impulzus-kibocsátási szög növelése után ismételt elvégzi, így a légköri elemek elhelyezkedéséről, méretéről és alakjáról összetettebb képet kaphatunk. A PPI-mérés segítségével mindhárom hazai radarral (nyugati országrész: Pogányvár, keleti országrész: Napkor, az ország középső területei: Pestszentlőrinc) szerzett információk alapján, az egyes berendezések által előállított mérésekből létrehozhatók az országos kompozit képek, melyeknek a vizsgálatunkban alkalmazott felbontása időben 15 perc, térben  $2 \times 2$  km.

### 3.2. GFS modelladatok

Kutatásunk szerves részét képezik a GFS (Global Forecast System) adatai is. A GFS egy globális, hidrosztatikus időjárás-előrejelző modell, mely a National Centers

**1. táblázat: A kutatás során vizsgált összes változó.** Jelen tanulmányban a vastaggal kiemelt mennyiségekre vonatkozó eredményeinket mutatjuk be.

Paraméter	Származtatott változók
CAPE Index - konvektív hasznosítható potenciális energia	TLR - hőmérsékleti gradiens / több szinten
MLMUCAPE - kevertretegű potenciális energia	BII - Boyden Instability Index
CIN - konvektív gátlás	TT - Total Totals
MLMUCIN - kevertretegű konvektív gátlás	KI - K-index
LI - emelési index	TI - Thompson index
BLI - Best Lifted Index	NI - nedvesség index
RH - relatív nedvesség / több szinten	SHR - szélnyírás / több magassági szint között
Kihullható vízmennyiség	BRN - Bulk-Richardson-szám
Specifikus nedvesség 2 m-en	MC - nedvesség konvergencia
	0 °C-os szint magassága
	Divergencia / több szinten

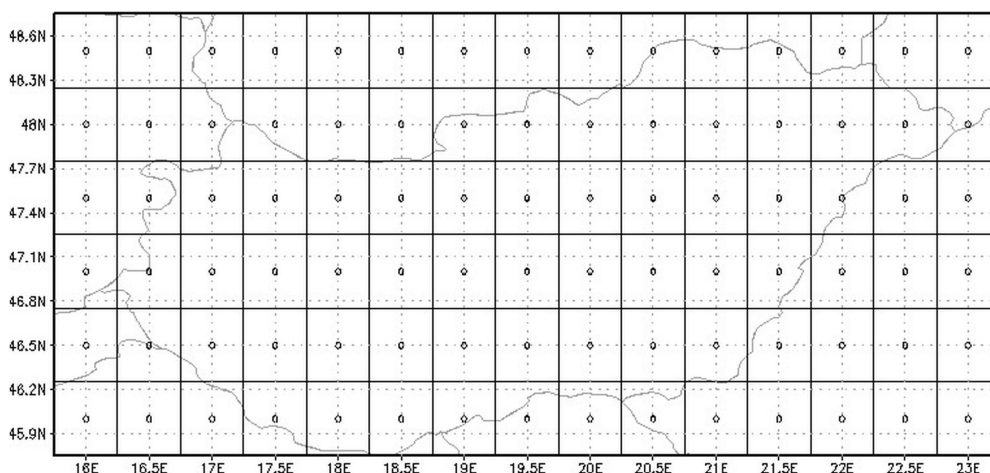
for Environmental Prediction (NCEP) fejlesztése alatt áll. A modell kezdeti verzióját, az MRF-et (Medium Range Forecast) Sela fejlesztette ki az 1980-as években (Sela, 1982). Ezt követően számos fejlesztésen ment keresztül, napjainkban a horizontális rácsfelbontás már  $0,5 \times 0,5$  fok, amely a szélességünkön megközelítőleg 55 km-es rácsávolságot jelent. A vertikális felbontás 64 szintet különböztet meg. Időbeli felbontás alapján két szakasz különíthető el: a hat óraként lefutó modell az első részben (0–180 óra) 3 óránként, a másodikban (180–384 óra) 12 óránként szolgáltat információt a légkör várható állapotáról (NCEP, 2013). További előnye, hogy az eredmények szabadon és gyorsan hozzáférhetők. A vizsgálathoz felhasznált GFS-adatok az amerikai NOMADS (National Operational Model Archive & Distribution System) szerveréről származnak (NOMADS, 2013). Vizsgálatunkhoz a numerikus modell 00, 06, 12 és 18 UTC-s analíziseit, illetve első előrejelzési időlépcsőit (analízis +3 óra: 03, 09, 15 és 21 UTC) használjuk fel, így kellő, 3 órás finomságú adatsort nyerünk.

### 3.3. Zivatarellipszisek előállítása

Elsőként egy ismert zivatardetektáló- és követő módszer segítségével Magyarország területére előállítjuk a zivatarellipszisek területi eloszlásait. Ez egy matematikai-programozási eljárás: a TITAN (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) (Dixon & Wiener, 1993). A program az egymást követő radarképeken megjelenő magas reflektivitású góccokat detektálja és követi. Amennyiben talál olyan objektumot, amely meghaladja az általunk előre meghatározott területi ( $T_{limit}$ ) és radarjel-erősségi ( $R_{limit}$ ) küszöbértékeket, területét azonos tulajdonságú ellipszissel közelíti, miközben számolja az egyes rácsdobozokba eső ellipszisközéppontokat is. Az eljárás segítségével megadhatók a zivatarellipszis derékszögű-koordináta-rendszerben kifejezett középponti koordinátái, kis- és nagytengelyei, illetve az alkotó képpontok darabszáma is (Horváth et al., 2008). Kutatásunkban a  $T_{limit} = 5$  pixel ( $20 \text{ km}^2$ ), míg a  $R_{limit} = 45 \text{ dBZ}$ . Azokat az objektumokat, amelyek eleget tesznek a fenti küszöbértékeknek, heves zivatarellipsziseknek nevezzük.

### 3.4. A zivatarellipszisek számának és a GFS modell eredményeinek összevetése

Az ellipszis-detektáló programrendszer segítségével 15 perces felbontásban előállítjuk a zivatarellipszisek területi eloszlásait a megadott rácsálózatra (1. ábra). Ekkor



1. ábra: A kutatás során vizsgált rácsálózat. „0”-val a rácsközpontokat jelöltük meg.

minden  $55 \times 55 \text{ km}$ -es rácsdobozra ismertté válik a zivatarellipszis-középpontok száma a negyedórás időszakokban.

A 15 perces zivatarellipszis számokat a rendelkezésre álló modell kimeneti időpontokra összegezzük az adott modellidőpont plusz-mínusz másfél órás időtartamára. Erre a finomítási időeltolásra azért van szükség, hogy folyamatosan, a modellkimenetekhez illeszkedve láthassuk a detektált zivatarellipszisek keletkezési, áthelyeződési és leépülési folyamatait. Az ellipszisközéppontok számához az 1. táblázatban felsorolt modellváltozókat párosítjuk minden 3 órás időszakra.

A kigyűjtött adatszoportokat a labilitási energia és a konvektív aktivitás, azaz a detektált zivatarellipszisek száma alapján Énekes (2010) tipizálását követve különböző kategóriákba soroljuk (2. táblázat). Abban az esetben, ha egyetlen ellipszis sem detektálható a vizsgált 3 órás időintervallumban, a leglabilisabb kevertrétegű potenciális energia értéke alapján megkülönböztetünk stabilis, illetve labilis helyzetet.

Utolsó lépésben eredményeinket ún. box-whisker (box plot) vagy dobozdiagramok (Benjamini, 1988)

2. táblázat: A vizsgálat során alkalmazott csoportosítási rendszer.

Kategória neve	Kategória leírása	Esetszám
0 (S)	Stabilis helyzet ( $MLMUCAPE = 0 \text{ J/kg}$ ) és nincs jelen zivatarellipszis	230 042
0 (L)	Labilis helyzet ( $MLMUCAPE > 0 \text{ J/kg}$ ) és nincs jelen zivatarellipszis	265 260
1	1 db detektált zivatarellipszis	2 846
2–5	A detektált zivatarellipszisek száma 2 és 5 között van	3 614
6–10	A detektált zivatarellipszisek száma 6 és 10 között van	934
> 10	A detektált zivatarellipszisek száma több mint 10	272

segítségével szemléltetjük. A dobozdiagramokon az adat-sorok alábbi statisztikai jellemzőit jelenítjük meg: 95%-os, 75%-os, 25%-os és 5%-os percentilisek. A 25%-os és a 75%-os percentiliseket alsó és felső kvartiliseknek is nevezzük. Az  $n$  százalékos percentilis érték azt jelenti, hogy az adatok  $n$  százaléka kisebb, mint a megjelenő érték, azaz ha például a 25%-os percentilis értéke 19, akkor az adatok 25%-a kisebb 19-nél. Eredményeink megjelenítésének áttekinthetősége érdekében az ábrákon csak a kvartilisek számértékeit tüntetjük fel, a 95%-os és 5%-os percentiliseket a különbségvonalak jelölik.

## 4. Eredmények

Ebben a fejezetben a három évre elvégzett vizsgálat során kapott eredményeinket mutatjuk be. Ezek megjelenítése és elemzése mellett az egyes instabilitási indexek meghatározási módját is ismertetjük.

### 4.1 Thompson Index (TI)

A TI (Haklander & Van Delden, 2003) a K-index (KI) és a Best Lifted Index (BLI) különbségeként áll elő:

$$TI = KI - BLI, \quad (1)$$

ahol

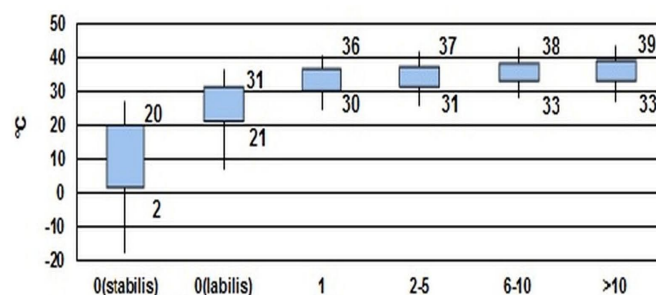
$$BLI = T_{\text{körny}500} - T_{\text{légrész}500}, \quad (2)$$

$$KI = (T_{850} - T_{500}) + T_{D850} - (T_{700} - T_{D700}), \quad (3)$$

A BLI meghatározása általában a termodinamikai diagramok segítségével történik. A talajról indított légrézsz előbb a száraz adiabata mentén emelkedik, majd a kondenzációs szintet elérve a nedves adiabatán halad tovább egészen az 500 hPa-os nyomási szintig, ahol meghatározzuk a légrézsz hőmérsékleti értékét ( $T_{\text{légrész}500}$ ). Ezt az értéket kivonjuk a környezet 500 hPa-os nyomási szintre vonatkozó hőmérsékletéből ( $T_{\text{körny}500}$ ). Ennek a különbségnek a segítségével képet kaphatunk a légoszlopban körülbelül 5 km-es magasságban uralkodó felhajtóerő nagyságáról. Ha a BLI negatív, akkor felhajtóerő áll rendelkezésre. Az egyenletekben  $T_{850}$  a 850 hPa-os,  $T_{700}$  a 700 hPa-os és  $T_{500}$  az 500 hPa-os nyomási szinteken mért léghőmérsékleti értékek, míg  $T_{D850}$  a 850 hPa-os és  $T_{D700}$  a 700 hPa-os nyomási szint harmatpontja. A K-index egyszerre vizsgálja az 500 hPa-os és 850 hPa-os nyomási szintek közti hőmérsékleti gradiens értékét és a rendelkezésre álló nedvességet. Minél nagyobb a hőmérsékletkülönbség a vizsgált két szint között, annál valószínűbb a zivatarok kialakulásának lehetősége, mert a gradiens növekedésével a levegő rétegzettsége a stabilból instabillá válik. A 850 hPa-os nyomási szint harmatpontja a felszínről érkező nedvesség mennyiségét jelzi, mely minél nagyobb, annál több energiával rendelkezik az objektum. Ha a fenti feltételek kedvezőek, de a köztes 700 hPa-os szinten nincs elegendő nedvesség (vagyis

a hőmérséklet és a harmatpont különbsége nagy), akkor nem alakul ki heves konvektív jelenség. Mivel a BLI értéke konvekciót támogató környezetben negatív, ezért a TI meghatározásakor a K-indexből kivonva kapunk egyre nagyobb TI értéket, ahogyan a zivatarok kialakulásának esélye növekszik.

A 2. ábra alapján elmondható, hogy 30°C-ot meghaladó értékek esetén már gyakran kialakulnak 45 dBZ-t meghaladó zivatarellipszisek, míg a detektálható objektumok nélküli labilitás már 20°C fölötti értékek esetén is jelentkezik. A zivatarellipsziseket tartalmazó kategóriák értékei viszonylag szűk tartományon belül helyezkednek el, a 33°C-os küszöbérték meghaladása már nagy valószínűséggel eredményez több ellipszist. Az index szélsőértékeinek vizsgálatai során levonható a következtetés, hogy minél több ellipszis figyelhető meg, annál magasabb, de mindenképpen pozitív minimumértékek fordulnak elő, míg a maximumok elérik a 48–52°C-ot (3. táblázat).



2. ábra: A Thompson Index dobozdiagramja.

3. táblázat: A Thompson Index előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

	45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum		-72	-52	-26	3	16	17
Maximum		37	52	49	49	51	48

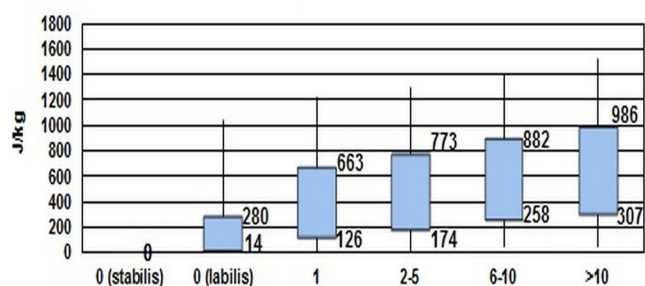
A vizsgálat során kapott eredményeink nem térnek el jelentősen az index nemzetközi szakirodalomban meghatározott 28,5°C-os küszöbértékétől (Brothers, 2008).

### 4.2. Hozzáférhető konvektív potenciális energia (CAPE)

A CAPE az az energiamennyiség, ami a felszínről induló légrézszben emelkedés közben maximálisan felszabadulhat, azaz a termodinamikai diagramon a pozitív terület nagysága a szabad konvekció szintje és a kiegyenlítési szint között. A szabad konvekció szintje az a magasság, ahol a felfelé mozgó légrézsz hőmérséklete megegyezik a környezet hőmérsékletével, illetve e felett már melegebb annál, biztosítva ezzel a további emelkedést. A kiegyenlítési szint pedig az a szint, ahol a légrézsz hőmérséklete már ismét megegyezik a környezetével, így a cella már nem kap többletenergát a további emelkedéshez. A hozzáfér-

hető konvektív potenciális energiát gyakran *SBCAPE*-vel is jelölik, ami az angol „surface based” (talajalapú) kifejezésből ered. Egyéb származtatott változatai még a *MUCAPE* (legnagyobb hozzáférhető potenciális energia) és az *MLCAPE* (kevertrétegű potenciális energia) vagy ezek kombinációja, az *MLMUCAPE* (Markowski & Richardson, 2010). A tapasztalat azt mutatja, hogy célszerűbb a kevert típusú CAPE alkalmazása, hiszen esetében már nem csak a felszíni adatokat vesszük figyelembe, hanem a légréteg 1600–1800 méteres magasságig terjedő hőmérsékleti és nedvességi viszonyait is. Az *MLMUCAPE* még előnyösebb, mivel ekkor az alsó légrétegek különböző tartományából kevert és indított CAPE értékek közül a leglabilisabbat vesszük. A kevert típusú labilitási energiák, ellentétben a talajalapúval, megjelenítik az emelt (például éjszakai) konvekciót is, emiatt az elkülönítési osztályozásnál is az *MLMUCAPE*-t használjuk.

Ahogy 3. ábrán is látható, az *MLMUCAPE* esetében a „nullás” és „nem nullás” esetek viszonylag jól elkülönülnek. A egyetlen detektált ellipszis esetében körülbelül 100–200 J/kg fölötti, míg több ellipszis kialakulásához minimum 200–300 J/kg-nyi energia szükséges. Érdekeség, hogy a legnagyobb CAPE érték éppen egy labilis, de zivatarellipszist nem detektáló esetben jelent meg, a zivatarellipszises helyzetekben jellemzően annál alacsonyabb, 2400–2800 J/kg közötti csúcserkékek vannak, amely az ellipszisszám növekedésével fordított arányban áll (4. táblázat). Ennek lehetséges oka, hogy gyengébb labilitás esetén a külső tényezők szerepe erőteljesebben megmutatkozhat, így a légréteg emelését biztosító energiamegnyiség származhat a szélnyírás és/vagy orográfia, illetve frontvonal együttes hatásából. A legmagasabb érték megjelenésekor valószínűleg még csak kevésbé heves cellák alakultak ki vagy nem állt rendelkezésre elegendő középszíni nedvesség.



3. ábra: A kevertrétegű, leglabilisabb CAPE (MLMUCAPE) dobozdiagramja.

4. táblázat: Az *MLMUCAPE* előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum	0	1	0	0	61	49
Maximum	0	4738	2868	2710	2611	2401

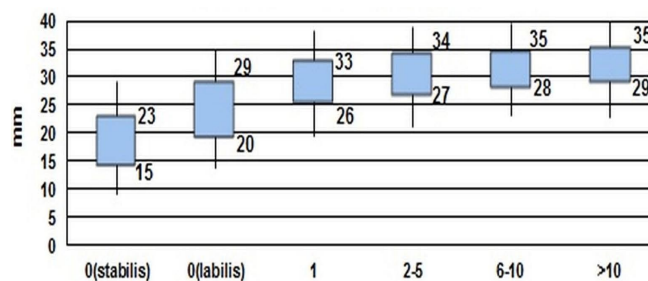
### 4.3. Kihullható vízmennyiség

A kihullható vízmennyiség egy olyan nedvességi paraméter, amely egy adott légoszlop teljes vízgőztartalmának kihullását adja meg (Solot, 1939). A  $z_1 > z_0$  magassági szintek közötti rétegben a kihullható víztartalmat az alábbi összefüggés alapján kaphatjuk meg:

$$p = \int_{z_0}^{z_1} (\rho_v + \rho_w + \rho_i) dz, \quad (4)$$

ahol  $\rho_v$ ,  $\rho_w$  és  $\rho_i$  az egyes vízfázisokra (v: vízgőz; w: folyékony víz; i: jég) vonatkozó sűrűségi értékek. Ez egy elméleti érték, amely természetesen függ a hőmérséklettől is, hiszen minél melegebb a levegő, annál több vízgőzt képes befogadni, amivel nő a légréteg kihullási potenciálja is. Ha a kihullható vízmennyiség várható értéke meghaladja a 25 mm-t, akkor felhőszakadásra lehet számítani, amely lassan áthelyeződő zivatarak esetében kiemelt jelentőséggel bír, hiszen villámárvizeket okozhat.

A kihullható vízmennyiség vizsgálata során is viszonylag jól elkülönültek a stabilis és labilis, illetve a „nullás” és a „nem nullás” esetek (4. ábra). Elmondhatjuk, hogy amennyiben a légréteg kihullható vízmennyisége kisebb, mint 20 mm, akkor kis eséllyel kell számítanunk konvektív esemény kialakulására a légkörben. Azonban, ha értéke meghaladja a 26 mm-t, akkor nagy valószínűséggel jön létre heves konvekció. Látható még, hogy a kihullható vízmennyiség elméleti értéke az ellipszisszám növekedésével emelkedik, hiszen minél több zivatarellipszis keletkezéséhez adottak a légköri feltételek, annál nagyobb mértékű csapadékkihullásra számíthatunk. Az 5. táblázatban megjelenített szélsőértékekből kiderül, hogy már egyetlen detektált zivatarellipszis létrejöttéhez is legalább 8 mm-nyi kihullható vízmennyiség társult (amely a magasabb kategóriák felé haladva méginkább nőtt), míg a maximumok a 46 mm-t is elérték.



4. ábra: A kihullható vízmennyiség dobozdiagramja.

5. táblázat: A kihullható vízmennyiség előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

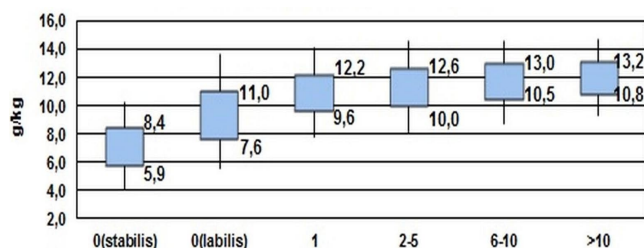
45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum	2	4	8	14	16	19
Maximum	43	47	45	46	46	46

Mivel a csapadékeloszlást nagy térbeli változékonyság jellemzi, így a kihullható vízmennyiség meghatározása is inkább regionálisan értelmezhető. Összevetve azonban eredményeinket a nemzetközi szakirodalommal, például Duplika & Reuter (2005) kanadai vizsgálatai alapján is megadható egy 25 mm-es átlagos küszöbérték a hevesebb konvektív események kialakulásához.

#### 4.4. Specifikus nedvesség

A specifikus nedvesség a nedves levegőben lévő vízgőz és a nedves levegő tömegarányát adja meg (Götz & Rákóczi, 1981).

A specifikus nedvességre kapott eredményeink alapján elkészített eloszlási diagramon elkülöníthetők egymástól a stabilis, illetve labilis, azon belül is az ellipsziseket tartalmazó, heves konvekcióval járó kategóriák (5. ábra). Jól látszik, hogy körülbelül 9 g/kg-nál kisebb értékek esetén viszonylag kis valószínűséggel fordulnak elő zivatarellipszisek a vizsgált 3 órás időintervallumokban. Ez az érték az ellipsziszszám növekedésével együtt haladva folyamatos emelkedést mutat, azaz több zivatarellipszis esetén nagyobb mennyiségű vízgőz található az egységnyi tömegű nedves levegőben, 2 méteres magasságban. A köztük fennálló kapcsolatra lehetséges magyarázat, hogy az emelkedő légréz hűlése során a kondenzálódó vízgőzből további energia szabadul fel (látens hő), amely a légtest melegítésére fordítódik, így az még több nedvességet lesz képes magában tartani. A szélsőértékek is hasonló eredményt tükröznek, sőt a 6. táblázatból az is kiderül, hogy az intenzívebb konvekciót tartalmazó kategóriákban egyre szűkebb tartományra korlátozódnak a minimum-, illetve maximumértékek.



5. ábra: A specifikus nedvesség dobozdiagramja.

6. táblázat: A 2 m-es magasságban számított specifikus nedvesség előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum	1,2	1,8	4	5,5	6	7,4
Maximum	15,2	23,1	18,9	18,2	19,1	18

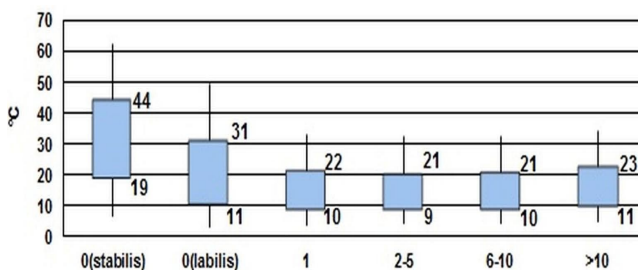
#### 4.5. Nedvességi Index (NI)

A NI a 850 hPa-os, a 700 hPa-os és az 500 hPa-os magassági szintek hőmérsékleti és harmatponti adataiból számolt harmatpont-depressziót veszi figyelembe (Litynska, Parfiniewicz, & Pinkowski, 1976):

$$NI = (T - T_{D,850}) + (T - T_{D,700}) + (T - T_{D,500}), \quad (5)$$

ahol  $(T - T_{D,850})$  a 850 hPa-os szinthez tartozó,  $(T - T_{D,700})$  a 700 hPa-os szinten számolt, a  $(T - T_{D,500})$  az 500 hPa-os szintű hőmérséklet és harmatpont különbségek. Ennek alapján az index értéke és a légoszlop nedvességtartalma fordított arányosságban állnak egymással.

A NI eloszlási diagramján látható, hogy a vizsgált stabilis és labilis kategóriák értékei nem határolódnak el élesen egymástól. Általánosan elmondható, hogy a zivatarellipszis-szám növekedésével az egyes kategóriákhoz tartozó felső kvartilisek értékei csökkennek, de a heves konvektív jelenségeket detektáló esetekben mind az alsó, mind pedig a felső kvartilisek értékei közel együtt mozognak. A 6. ábrán jól látszik, hogy heves konvekció az esetek döntő többségében 22°C-os érték alatt fordult elő, de önmagában ez kevés információ egy intenzív zivatar kialakulási valószínűségének eldöntéséhez, hiszen ilyen értékek a stabilis, illetve labilis, de ellipszist nem tartalmazó esetekben is viszonylag gyakran megjelentek. A 7. táblázat mutatja, hogy a kategóriákhoz tartozó maximumértékek fordított arányosságban állnak az ellipsziszszám növekedésével, hiszen minél nedvesebb a vizsgált légréteg, annál alacsonyabbak lesznek a különböző nyomási szintekhez tartozó harmatpont-deficit értékek.



6. ábra: A Nedvességi Index eloszlási diagramja.

7. táblázat: A 2 m-es magasságban számított specifikus nedvesség előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum	0	0	0	0	1	0
Maximum	120	95	58	61	61	49

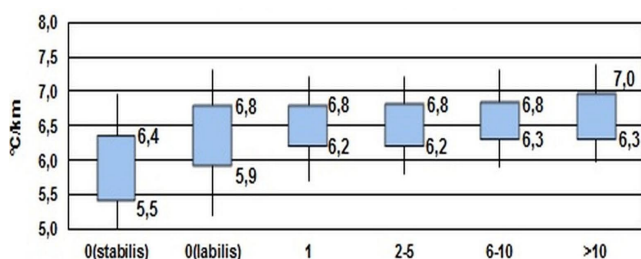
#### 4.6. Különböző nyomási szintek közötti vertikális hőmérsékleti gradiens (TLR)

A TLR a környezet hőmérsékletének magassággal történő változását mutatja meg. Ha a TLR értéke körülbelül 1°C-ot változik 100 méterenként, akkor száraz adiabatikus rétegződésről beszélünk. Amennyiben a TLR körülbelül 5°C/km, nedves adiabatikusnak tekintjük a légrétegződést. Ha a környezet hőmérsékleti gradiense nagyobb, mint az emelkedő légrézecsckéé, akkor a rétegződés instabil, ugyanis ekkor a cella kevésbé hűl, így melegebb marad, mint a környezete, ez pedig az emelkedés feltétele. Fordított esetben, azaz ha a környezet hőmérsékleti



gradiense az alacsonyabb, a légkört stabilan rétegzettnek tekintjük. A hőmérsékleti gradiens különböző nyomási szintek között is vizsgálható, pontosabb képet kapva ezzel a troposzféra egyes részéről.

A 850 hPa-os és az 500 hPa-os nyomási szintek közötti vertikális hőmérsékleti gradiens eloszlási diagramján csak kismértékű elkülönülés fedezhető fel a vizsgált kategóriák között. A TLR a zivatarellipszist tartalmazó kategóriákban 6–7°C/km körül helyezkedik el, míg a „nullás” típusoknál alacsonyabb értékek is megjelennek (7. ábra). A végzett szélsőérték vizsgálatokból az is kiderül, hogy a minimum-, illetve a maximumértékek együttesen egy szűk tartományban változnak mind a stabilis, mind a labilis esetekben, ezért az index használata során mindenképp figyelembe kell vennünk egyéb labilitási indexek számértékeit is a megfelelő pontosságú előrejelzés elkészítéséhez (8. táblázat).



7. ábra: A 850 és az 500 hPa-os nyomási szintek közötti vertikális hőmérsékleti gradiens dobozdiagramja.

8. táblázat: A 850 és az 500 hPa-os szintek közötti vertikális hőmérsékleti gradiens előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum	3,1	2,9	4,7	4,1	4,7	5,2
Maximum	8,4	8,8	8,3	8,1	7,7	8

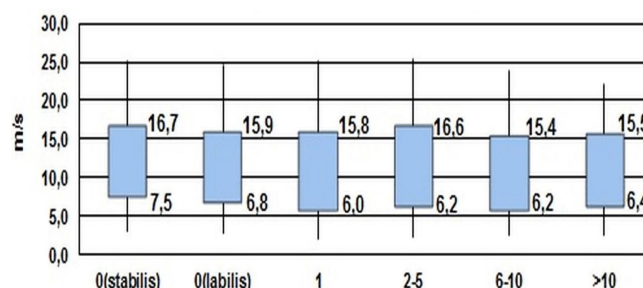
A kutatás során megvizsgáltuk még az 1000 és 850 hPa-os, a 700 és 500 hPa-os, illetve a 700 és 400 hPa-os nyomási szintekhez tartozó hőmérsékleti gradienseket is, de esetükben még gyengébb szétválaszthatóság jelenik meg a definiált kategóriák között, ezért csak a fent említett típus eredményeit közöljük.

#### 4.7. Különböző magassági szintek közötti vertikális szélnyírás

A szélnyírások a szélvektorok térbeli változásait szemléltetik. Az előrejelzési gyakorlatban általában két szintet hasonlítanak össze, leggyakrabban a 0–1 km (körülbelül 1000 és 900 hPa), a 0–2,5 km (körülbelül 1000 és 750 hPa), a 0–6 km (1000 és 450 hPa), illetve a 0–8 km (1000 és 350 hPa) szintek közötti szélnyírás kap figyelmet. Vizsgálatunkban a sebesség szerinti különbségeket elemezzük, de az előrejelzési térképeken szokás a szélnyírás vektorának irányát is megjeleníteni.

A 8. ábrán bemutatott, 0 és 6 km-es magassági

szintek közötti szélnyírás dobozdiagramján gyakorlatilag nincs érzékelhető elhatárolódás a stabilis, illetve a labilis kategóriák között. Elmondható, hogy az értékek széles skálán mozognak, így szűkebb tartományt nem tudunk megadni. Azonban fontos kiemelni, hogy a legnagyobb értékek általában az ellipszis nélküli esetekben fordulnak elő, tehát nagy szélnyírásnál csak ritkán alakul ki heves konvekció (9. táblázat).



8. ábra: Az 1000 és 450 hPa (0–6 km-es) szintek közötti szélnyírás dobozdiagramja.

9. táblázat: Az 1000 és 450 hPa (0–6 km-es) szintek közötti szélnyírás előfordult szélsőértékei az egyes kategóriákban.

45 dBZ	0(S)	0(L)	1	2-5	6-10	>10
Minimum	0	0	0,3	0,1	0,3	0,4
Maximum	54,1	52,8	37,6	37,3	37,3	28,4

Az eredményeket a tapasztalat is megerősíti, a túl erős szélnyírás többnyire rontja a heves konvekció esélyeit, kivéve, ha az rendkívül erős labilitással párosul, ez pedig Magyarország területén viszonylag ritkán fordul elő.

#### 4.8. A vizsgált változók összegzése

Ahogy a tanulmányban bemutatott labilitási mérőszámok és egyéb mennyiségek dobozdiagramjain is látszik, nem minden vizsgált változóról mondható el, hogy segítségével megfelelő pontossággal jellemezhető a konvektív környezet, hiszen egyes indexeknél még a stabilis és labilis légköri állapotok sem különíthetők el élesen egymástól.

Néhány vizsgált instabilitási, szélnyírási, illetve nedvességi változót tekintve azonban megadhatunk olyan küszöbértékeket, amelyek megjelenése esetén a gyakorlatban kis eséllyel számíthatunk konvekcióra. A 10. táblázatban összefoglalt adatok alapján látszik, ha az előrejelzendő időszakra a BLI értéke magasabb, mint 2°C, konvektív esemény csak kis valószínűséggel fordulhat elő az adott területen. Ugyanez mondható el akkor is, ha a KI és/vagy a TI értéke alacsonyabb 24, illetve 25°C-nál. Ha a modelladatok alapján a kihullható vízmennyiség nem haladja meg a 20 mm-t, valamint a 2 méteres magasságban várható specifikus nedvesség értéke a 8 g/kg-ot, akkor a légköri feltételek szintén nem kedveznek a

konvekciónak. A heves időjárási események kialakulásának eldöntésében segítségünkre lehet még a NI, valamint a tanulmányban nem részletezett, de megvizsgált Total Totals Index (Miller, 1967) és Boyden Instability Index (Boyden, 1963) értékeinek áttekintése is.

**10. táblázat: A vizsgált mennyiségekhez tartozó (heves) konvekciómentes küszöbértékek.**

Változó	Nem valószínű heves konvekció
LI [°C]	> 4
BLI [°C]	> 2
KI [°C]	< 24
TI [°C]	< 25
Kihullható vízmennyiség [mm]	< 20
Specifikus nedvesség [g/kg]	< 8
BII [°C]	< 95
TT [°C]	< 45
NI [°C]	> 32

A fenti táblázatban összegyűjtött küszöbértékeket az egyes indexekre vonatkozó 5%-os, vagy 95%-os percentilisek értékeinek vizsgálatával határoztuk meg attól függően, hogy az adott labilitási mérőszám magas vagy alacsony értéke jellemzi a konvektív folyamatokat. Az említett kilenc változó közül hat esetében megadhatók szűkebb tartományok is a légköri heves konvekció jellemzésére.

A 11. táblázatban megjelenített, a különböző változókra vonatkozó intervallumokat a vizsgált, egymástól jól elkülönülő kategóriák 25, illetve 75%-os percentilisek előforduló értékeinek segítségével határoztuk meg. A táblázat második oszlopában azokat az értékeket jelenítettük

meg, amelynek elérése esetén nagy valószínűséggel számíthatunk kialakuló heves légköri eseményre. A harmadik oszlop azokat a küszöbértékeket tartalmazza, amely az adott mennyiségre vonatkozóan biztosítja az előrejelzést arról, hogy várható több, akár nagyobb területet is lefedő heves zivatar. Például a KI esetében elmondható, ha értéke meghaladja a 29 °C-ot, a légköri feltételek kedvezőek intenzív konvektív jelenség kialakulásához, míg a 31 °C-nál magasabb érték nagyobb számú detektálható objektum megjelenését is jelezheti.

A táblázat segítségével összegzett eredmények így már könnyedén és azonnal alkalmazhatók az előrejelzések készítésénél, javítva azok pontosságát.

## 5. Összegzés

A heves konvekciót vizsgáló kutatásunk célja, hogy kiderítsük, mely labilitási mérőszámok alkalmazása javíthatja leginkább a zivataros helyzetben készülő előrejelzések pontosságát. A vizsgált változók a GFS időjárás-előrejelző modell amerikai szerveréről származnak. Az elemzéshez felhasználtuk még az Országos Meteorológiai Szolgálat radarhálózatában található berendezések méréseit is. A keletkező zivatarok radarképeken megjelenő, szabálytalan alakú alakzatait ugyanakkora területű ellipszisekkel modelleztük. A kutatás során csak azokat az objektumokat vettük figyelembe, amelyek eleget tettek az általunk előre meghatározott területi és radarjel-erősségi küszöbértékeknek, tehát legalább 20 km<sup>2</sup>-nyi területen minimum 45 dBZ-s reflektivitással rendelkeztek. A kigyűjtött adatcsoportok osztályozására hattagú rendszert alkalmaztunk, amelyben az egyes, vizsgált kategóriákat a detektálható zivatarellipszisek száma alapján különítettük el egymástól. Utolsó lépésként eredményeinket dobozdiagramok segítségével jelenítettük meg. Megvizsgáltuk emellett a modellben megtalálható, illetve az általunk származtatott változók előforduló szélsőértékeit is a 2011–2013 közti időszakra, Magyarországi területére.

A vizsgálat során összesen 52 labilitási indexet és egyéb paramétert elemeztünk, jelenleg ezek közül hetet mutatunk be. Közülük a Thompson Indexet, az MLMUCAPE-t és a kihullható vízmennyiséget találtuk kifejezetten

**11. táblázat: Az egyes indexek esetén a heves konvekció kialakulásának kedvező tartományok.**

Változó	Kialakulhat heves zivatar	Nagyobb számban is kialakulhatnak heves zivatarok
LI [°C]	≤ 0	≤ -1
BLI [°C]	≤ -0,5	≤ -1,5
KI [°C]	≥ 29	≥ 31
TI [°C]	≥ 30	≥ 33
Kihullható vízmenny. [mm]	≥ 26	≥ 29
Specifikus nedvesség [g/kg]	≥ 9	≥ 11

megbízhatónak a heves konvekcióval járó légköri események előrejelzéséhez. Találtunk azonban olyan változókat is, amelyeknél a zivatarellipszis-szám növekedése és az index értéke között nem volt olyan erős összefüggés, a tanulmányban erre példa a szélnyírás, a Nedvességi Index és a különböző magassági szintek közötti vertikális hőmérsékleti gradiensek. A megfelelő pontosságú előrejelzés készítéséhez nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk e mennyiségek értékeit sem, hiszen gyakran hordoznak fontos információt a konvektív környezet állapotáról. Az egyes mérőszámok alkalmazásánál mindenképp szükséges több paraméter együttes szemlélete, valamint nagy segítséget jelenthet az is, ha ismerjük, melyek a hozzájuk tartozó előfordult minimum-, illetve maximumértékek ahhoz, hogy a lehető legpontosabb előrejelzést készíthessük.

Jövőbeli terveink között szerepel a vizsgálati idő további hosszabbítása, valamint szeretnénk jelenlegi eredményeinket magasabb reflektivitási küszöbértékek eredményeivel is összehasonlítani, átfogóbb képet adva ezzel az intenzív légköri események szinoptikus és lokális feltételeiről. Fontosnak tartjuk esettanulmányok készítését, azt vizsgálva segítségükkel, hogy a paraméterek mely kombinációja a legkedvezőbb a heves zivatarok kialakulásához. Ezekon túlmenően célszerű lenne még a felhasznált radarméréseket más előrejelző modellekben található adatokkal is összevetni a megfelelő időszakokra, összehasonlítva ezzel a modellek érzékenységét a konvektív folyamatokra. A bemutatott eredmények azonnal alkalmazhatóak a mindennapi előrejelzések, a veszélyjelzések készítésénél, emellett hasznosak lehetnek a balatoni viharjelzésnél, illetve fontos információkat nyújthatnak a repülésmeteorológia számára is.

## 6. Irodalomjegyzék

- Benjamini, Y. (1988). Opening the Box of a Boxplot. *The American Statistician*, 42, 257–262. [doi:10.2307/2685133](https://doi.org/10.2307/2685133)
- Boyden, C. J. (1963). A simple instability index for use as a synoptic parameter. *Meteorological Magazine*, 92, 198–210.
- Brothers, D. A. (2008, October). *Forecasting summertime convection in western North Dakota using RAOB*. Paper presented at the 24<sup>th</sup> Conference on Severe Local Storms, Savannah, GA, Bismarck, ND: North Dakota Atmospheric Resource Board
- Dixon, M., & Wiener, G. (1993). TITAN – Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting – A Radar-based Methodology. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 10, 785–797. [doi:10.1175/1520-0426\(1993\)010%3C0785:titaa%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(1993)010%3C0785:titaa%3E2.0.co;2)
- Dupilka, M. L., & Reuter, G. W. (2006). Forecasting Tornadoic Thunderstorm Potential in Alberta Using Environmental Sounding Data. Part II: Helicity, Precipitable Water, and Storm Convergence. *Weather and Forecasting*, 21, 336–346. [doi:10.1175/waf922.1](https://doi.org/10.1175/waf922.1)
- Énekes, N. A. (2010). *Intenzív konvektív folyamatok környezetének vizsgálata modell analízisek alapján* (Diplomamunka kézirat). ELTE TTK Meteorológiai Tanszék, Budapest
- Götz, G., és Rákóczi, F. (1981). *A dinamikus meteorológia alapjai* (pp. 177–199). Budapest: Tankönyvkiadó.
- Haklander, A. J., & Van Delden, A. (2003). Thunderstorm predictors and their forecast skill for the Netherlands. *Atmospheric Research*, 67–68, 273–299. [doi:10.1016/s0169-8095\(03\)00056-5](https://doi.org/10.1016/s0169-8095(03)00056-5)
- Hegyfoky, K. (1912). A zivatarok napi periódusa Magyarországi sík és hegyes vidékén. *Időjárás*, 16, 269–272.
- Horváth, Á., Ács, F., & Seres, A. T. (2008). Thunderstorm climatology analyses in Hungary using radar observations. *Időjárás*, 112, 1–13.
- Kohlmann, M. (2013). *Konvektív paraméterek vizsgálata modellanalízisek alapján* (Diplomamunka kézirat). ELTE TTK Meteorológiai Tanszék, Budapest
- Litynska, Z., Parfiniewicz, J., & Pinkowski, H. (1976). The prediction of air mass thunderstorms and hails. *WMO Bulletin*, 450, 128–130.
- Markowski, P., & Richardson, Y. (2010). *Mesoscale Meteorology in Midlatitudes*. Wiley-Blackwell: Chichester [doi:10.1002/9780470682104](https://doi.org/10.1002/9780470682104)
- Miller, R. C. (1967). *Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of the Military Weather Warning*

- Center. *Volume 200 of Technical Report*, Washington, DC: Air Weather Service, United States Air Force
- NCEP (2013). *National Centers for Environmental Prediction (NCEP) EMC Model Documentation*. <http://www.emc.ncep.noaa.gov/modelinfo/index.html> [olvasva: 2013. október 1-jén]
- NOMADS (2013). *Data Access, Hi-Res NCEP Model Datasets, GFS* [<http://nomads.ncdc.noaa.gov/data/gfs4/>]. Az adatok elérhetők: <http://nomads.ncdc.noaa.gov/data/gfs4/> [elérés: 2013. augusztus 01–15.]
- Riegl, S. (1902). A zivatarok évi és napi periódusa Kalocsán 1901-ben, a Schreiber-féle viharjelző nyomán. *Időjárás*, 6, 196–201.
- Sela, J. G. (1982). *The NMC Spectral Model*. NOAA Technical Report National Weather Service Series 30, Rockville: U.S. Department of Commerce
- Seres, A. T. (2006). *Heves konvektív folyamatok objektív vizsgálata* (Diplomamunka kézirat). ELTE TTK Meteorológiai Tanszék, Budapest
- Solot, S. B. (1939). Computation of Depth of Precipitable Water in a Column of Air. *Monthly Weather Review*, 67, 100–103. doi: 10.1175/1520-0493(1939)67%3C100:codopw%3E2.0.co;2
- Szalay–Ujfalussy, L. (1917). A zivatarok és a légnyomás. *Időjárás*, 21, 158–159.
- Szudár, B. (1992). A zivatar-tevékenység és néhány konvektív jelenség klimatológiai-statisztikai vizsgálata. *Léggör*, 37, 2–7.
- Várad, A. (1898). A zivatarképződésről. *Időjárás*, 2, 182–186.

# Földtudományi tájértékek felvételezése a Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy területén

Molek Ádám József<sup>1</sup> – Dobos Anna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Környezettan szakos BSc. hallgató, Eszterházy Károly Főiskola, E-mail: molekadam91@gmail.com

<sup>2</sup>Főiskolai docens, Eszterházy Károly Főiskola, Környezettudományi Tanszék, E-mail: dobosa@ektf.hu

## Kulcsszavak

földtudományi egyedi tájértékek  
TÉKA program  
MSZ 20381/2009  
Nagy-Eged-hegy  
Kis-Eged-hegy  
Észak-Magyarország

## Absztrakt

Magyarországon 2009 óta folyik széleskörű, országos egyedi tájérték kataszterezés (TÉKA program), amely a védelem alatt nem álló kultúrtörténeti és tájképi egyedi tájértékek mellett a természeti (ezen belül a földtudományi) egyedi tájértékeket is számba veszi, és egységesített adatbázisban kezeli. Ezen értékek nyilvántartásba vétele fontos feladat, hiszen hazánk természeti és kultúrtörténeti örökségének szerves részét képezik, s nem kellő megelőzéssel és figyelemmel ezek az értékek elpusztulhatnak. Kutatómunkánk során a TÉKA adatbázis kiegészítéseként, Észak-Magyarországon, Egertől 2 km-re, a Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy területén végeztünk földtudományi egyedi tájérték felvételezést. Vizsgálataink kulcskérdése az volt, hogy mintaterületeinken hol találunk olyan tájértékeket, amelyek tudományos érdeklődésre tartanak számot, és hogyan mutathatjuk be ezeket a széles közönség számára. Mind a védett, mind a védelem alatt nem álló tájértékeket felvételeztük. Az országos védelem alatt álló barlangokat az Országos Barlangnyilvántartás alapján, míg a felvett egyedi tájértékeket az MSZ 20381/1999 és az MSZ 20381/2009 szabványok alapján vételeztük fel. A geológiai, talajtani és geomorfológiai egyedi tájértékeket egységes adatlap segítségével katasztereztük, amelyben a főbb topográfiai adatokat, a tájérték szabvány szerinti besorolását, főbb jellemzőit, állapotát, veszélyeztetettségét, tulajdonosát és kezelőjét, valamint a felvételező adatait tüntettük fel. Az adatlapokat fotódokumentáció és térképi dokumentáció egészítette ki. A kutatási területen összesen 14 tájértéket találtunk. Ezek közül négy ex lege védett barlangként, míg a többi tájérték egyedi tájértékként vételezhető fel. A földtudományi egyedi tájértékek között két földtani alapszelvényt, négy geológiai feltárást vagy kőzetkibukkanást, három geomorfológiai és egy talajtani egyedi tájértéket találtunk és írtunk le részletesen. A felvételezett tájértékeket egy természetismereti tanösvény keretében javasoljuk bemutatni az érdeklődők számára. A felvételezett egyedi tájértékeket megóvásuk és fennmaradásuk érdekében mindenképpen az országos jegyzékbe kívánjuk sorolni, s hosszútávon a védett területek kibővítését javasoljuk.

DOI: 10.17799/2014.1.11

## 1. Bevezetés

A tájban minden természeti és ember alkotta képződmény, vagy objektum, amely természeti és kulturális örökségünkre utal, emléknak is tekinthető, és ezek az emlékek tiszteletet ébresztenek bennünk és tanítanak. Napjaink egyik fontos feladata ezen emlékek települési vagy táji szintű nyilvántartásba vétele, majd ezek turisztikai, táj-, településrendezési- és fejlesztési koncepciókba való integrálása (Brocx & Semeniuk, 2007; Carcavilla, Durán, García-Cortés, & López-Martínez, 2009; de Lima, Brilha, & Salamuni, 2010; Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez, 2010; Kavčič & Peljhan, 2010; Pralong,

2005; Reynard, Coratza, & Giusti, 2011; Serrano & González-Trueba, 2005). Az egyes emlékek kataszterezését Magyarországon napjainkban a TÉKA (TájÉrtékKataszter) rendszer (Kiss, Tóth, Sikabonyi, & Farkas, 2011) teszi lehetővé, amely 2009-ben indult. Célja a táji értékek térképezése, megismertetése, valamint értékörző használatuk népszerűsítése. A program keretében lehetőség adódik arra, hogy az egyedi tájértékek felvételezéseivel, megőrzéseivel foglalkozzunk. Az egyedi tájérték fogalmát a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény foglalja magába (Magyar Országgyűlés, 1996): „Egyedi tájértéknek minősül az adott tájra jellemző olyan természeti érték, képződmény és az emberi tevékenységgel

*létrehozott tájalkotó elem, amelynek természeti, történelmi, kultúrtörténeti, tudományos vagy esztétikai szempontból a társadalom számára jelentősége van”.*

Bár az egyedi tájérték fogalmát a törvény határozza meg, az egyedi tájérték kataszterezése az MSZ 20381/1999 és MSZ 20381/2009 szabványok alapján történik. Utóbbi szabvány három kategória felvételezését teszi lehetővé (Kiss & Babus 2011; Kiss et al., 2011), úm. a kultúrtörténeti egyedi tájértékek, a természeti egyedi tájértékek és a tájképi egyedi tájértékek. A földtudományi egyedi tájértékeket a természeti egyedi tájértékek körében vizsgálhatjuk meg. A földtudományi egyedi tájértékeket ugyanakkor négy altípusba sorolhatjuk be: (1) geológiai egyedi tájértékek, (2) geomorfológiai egyedi tájértékek, (3) talajtani egyedi tájértékek és (4) víztani egyedi tájértékek (MSZ 20381/1999; MSZ 20381/2009).

A területen fellelhető természeti képződmények állapotát jelentősen veszélyezteti az emberi tevékenység (pl. rongálás, közetgyűjtés), így szükséges ezen értékek kiemelt védelme. Ezek az értékek jelentős bemutatóhelyei a földtörténeti változásoknak, mivel hosszú évmilliók alatt alakultak ki, és ha nem szentelünk kellő figyelmet ezen értékeknek, egyik pillanatról a másikra eltűnhetnek.

## 2. Céltűzés

Kutatási célunk egyrészt védett tájértékek, másrészt nem védett, földtudományi egyedi tájértékek nyilvántartásba vétele és leírása volt a Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy területén. A kiválasztott mintaterületek turisztikai és környezeti nevelési szempontból kiemelkedő jelentőséggel rendelkeznek, hiszen mindkét terület kedvelt kiránduló hely. Emiatt a terület több, tudományos szempontból érdekes geológiai feltárása, felhagyott bányaterülete és felszínalaktani formája széles érdeklődésre tarthat számot a jövőben. Mivel, e tájértékek tudományos összesítő leírása eddig még nem készült el, így célunk egyrészt e hiány pótlása volt. A felvételezett tájértékek új adatbázisával ugyanakkor a TÉKA adatbázisát szeretnénk kibővíteni. Természetvédelmi szempontból célunk az, hogy a felvételezett értékeket egy tanösvény mentén felfűzzük és bemutatathatóvá tegyük. A Nagy-Eged-hegy területén már működik egy természetismereti tanösvény (Kárász, 1991), amely a terület növény- és állatföldrajzi adottságait mutatja be, így e tanösvény tovább bővíthető az általunk felvételezett értékekkel.

## 3. A kutatási terület tájfeldrajzi bemutatása

A Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy a Bükk-hegység tagjaként, az Északi-középhegységben fekszik. A mintaterületek a Bükk-hegységen belül a Déli-Bükk délnyugati részéhez és az Egri-Bükkalja hegylábfelszínéhez tartoznak. A Nagy-Eged-hegy 536,1 m magas, mellette a Kis-Eged-hegy 301,8 m magasságú. A terület Egertől

Noszvaj felé haladva mintegy 2 km-re, északkeleti irányban található. A két mintaterület észak-északkeleten a Bikk-bérc, a Kis-Tiba-hegy és a Nagy-Tiba-hegy, míg dél-délkeleten a Sík-hegy és a Tó-hegy, nyugaton a Kisbajusz és a Galagonyás határolja (1. ábra).

Mindkét hegy alapközete felső triász és eocén mészkő. A Nagy-Eged-hegy hegylábi előterén oligocén márga és agyag, miocén riolittufa, illetve pleisztocén–holocén lejtőtörmelék és fluviális üledék található. A Nagy-Eged-hegyről elmondhatjuk, hogy Felsőtárkányi Mészkő Formáció és Szépvölgyi Mészkő Formáció, Kosdi Formáció, Budai Márga és Kiscelli Agyag Formáció építi fel. A Kis-Eged-hegyet a Felsőtárkányi és a Szépvölgyi Mészkő Formáció és a Kosdi Formáció alkotja. A lejtőkön pleisztocén lejtőagyag képződött (Pelikán, 2002).

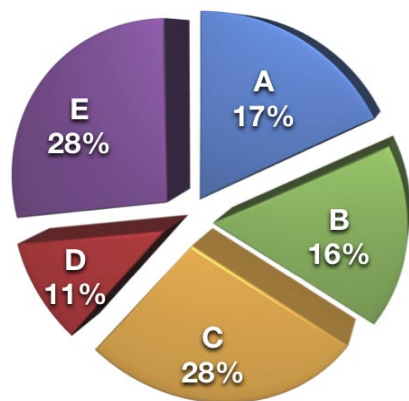
Mintaterületeink domborzatilag kedvező adottsággal rendelkeznek, környezetükből meredeken kiemelkedő középhegységi és hegylábi területek (Dobos, 2002; Hevesi, 1986; Vágó & Hegedűs, 2011). A Nagy-Eged-hegy legmagasabb tetőszintje egy pediplén felszín maradványa, annak előterében pedig egy idősebb és egy fiatalabb hegylábfelszín keletkezett. A hegységperemi helyzetben megjelenő pedimentek egyrészt meleg–száraz, gyér növényzetű területeken képződtek, ahol erős volt az aprózódás, és ezt követően ritka, de heves záporok, illetve a hirtelen nagy víztömeget megmozgató időszakos vízfolyások jelentős felületi eróziót fejtettek ki, vagy jelentősebb volt a periglaciális klímahatás. A fiatal hegylábfelszín szintjébe mélyednek be a nagyobb tagoltságot biztosító, negyedidőszakban keletkezett eróziós fővölgyek (Ostoros-völgy).

A terület talajtani szempontból igen diverz. A magasabb területen köves sziklás vázta talaj és rendzina talaj, a meredek és lankásabb lejtők mentén lejtőhordalék talaj, a hegy déli előterében földeskopár vázta talaj, a szőlők között pedig Ramann-féle barna erdőtalaj található. A hegylábfelszínen agyagbemosódásos barna erdőtalaj, a nyugati és déli előterű völgyekben öntéstalaj a meghatározó.

A mintaterületeken felszíni vízfolyásokat egyáltalán nem lehet találni. Ez a hasadékos mészkő alapközet jelenlétével magyarázható, hiszen a karsztos területek felszíni vízfolyásokban szegény vidékek. A Nagy-Eged-hegy meredekebb déli és nyugati lejtőit helyenként jelentősebb eróziós völgyek tagolják. A Kis-Eged-hegy előterében pedig az Ostoros-patak völgye húzódik.

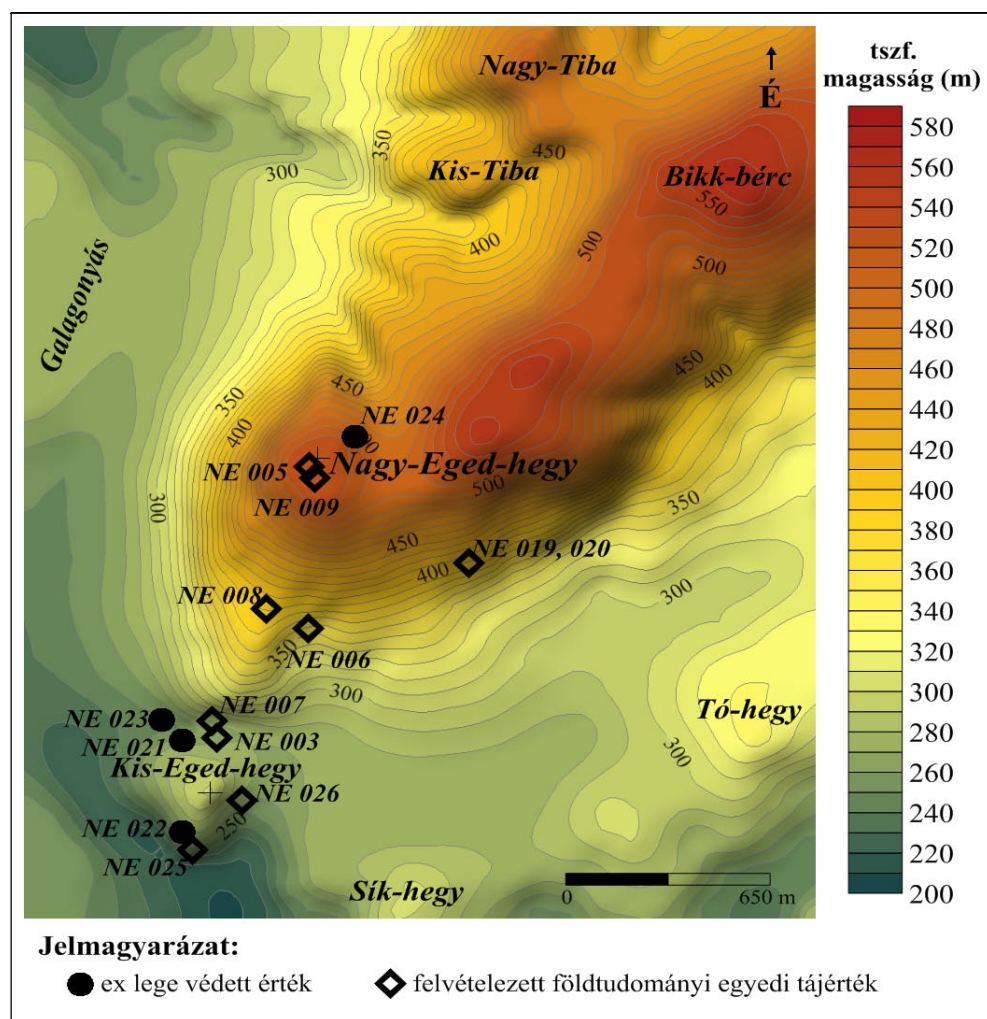
A terület éghajlata mérsékelt száraz, az évi napfénytartam 1900 óra (Kárász, 1991). A csapadékmennyiség sok éves átlagot tekintve, évente kb. 640 mm. A terület évi középhőmérséklete 9 °C. A kiválasztott mintaterületek a Délnyugati-Bükk növényföldrajzi körzetébe tartoznak. Az állatvilág a növényzethez hasonlóan igen fajgazdag és változatos, feltűnően sok a mediterrán–szubmediterrán faunaelem.





2. ábra: A Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy egyedi tájértékeinek megoszlása típusok szerint. A = kilátópont egyedi, vagy jellegzetes látványképpel; B = településsel kapcsolatos egyedi tájérték, C = termeléssel kapcsolatos egyedi tájérték; D = egyéb emberi tevékenységhez, eseményhez kapcsolódó egyedi tájérték; E = földtudományi egyedi tájérték.

2014-ben (Molek, 2014). A felvételezett tájértékeket fő-típus megoszlása alapján a kultúrtörténeti egyedi tájérté-



3. ábra: A Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy felvételezett földtudományi tájértékeinek topográfiai helyzete. A jelzet számok megegyeznek a Molek, Nagy, & Dobos (2014) tanulmányában megjelent besorolással. A jelzett számok megjelennek az 1. táblázatban és a 4. ábrán.

kek (55%), a természeti egyedi tájértékek (28%) és végül a tájképi egyedi tájértékek (17%) csoportjába sorolhatjuk. A főtípusokon belül a típusok megoszlását is elemeztük, s ez alapján a lehetséges földtudományi egyedi tájértékek 28%-os megoszlást mutattak mintaterületeinken (2. ábra).

2014-ben tovább folytattuk kutatásainkat, s a felmért egyedi földtudományi értékeket kibővítettük a területen található, már ex lege védett barlangokkal is. Jelenleg 14 földtudományi tájértéket ismerünk a területről, ezek közül négy védett barlang és tíz földtudományi egyedi tájérték (3. ábra, 1. táblázat).

A védett barlangok országos védelem alatt állnak és jogilag védettek, fennmaradásuk biztosított. A földtudományi egyedi tájértékként felvételezett értékek ugyanakkor helyenként rossz állapotban vannak, védelmük és megóvásuk nagyobb figyelmet érdemel (3. ábra, 1. táblázat). Ezen értékek közé egyrészt azok a kőzetkibukkanások és geológiai feltárások tartoznak, amelyek a mintaterületek legjellemzőbb formációit képviselik. A triász és eocén mészkövekhez egyrészt karsztos mikroformák (mikro-

karrok), másrészt periglaciális formakincsek (krioplanációs formák) társulnak. A területen feltároló talajszelvény ugyanakkor a terület legjellegzetesebb lejtőhordalék talajtípusát mutatja be. A talajszelvény oldalfalában periglaciális klímahatásra utaló fagyos rétegtorzulások figyelhetők meg. A Kis-Eged-hegy déli oldalában egy olyan alapszelvény tárul fel, amely már nemzetközi érdeklődésre tart számot. Az alapszelvény jelenleg nem áll védelem alatt, de a Bükk Nemzeti Park munkatársai országos védelemre javasolják (Ilonczai és Juhász, 2008).

## 5.1. Természetvédelmi oltalom alatt álló tájértékek

Mintaterületünkön négy természetvédelmi oltalom alatt álló, ex lege védett barlang található. Ezek közé tartozik a Kisegedi-barlang, a kisegedi Gömbfülkés-barlang, a Jegec-barlang és a nagy-egedi Remete-barlang.

### 5.1.1. Kisegedi-barlang

A Kisegedi-barlang a Kis-Eged-hegy délnyugati lejtőjén



1. táblázat: A mintaterület felvételezett földtudományi tájértékei

Jelzet szám	Tájérték megnevezése	Topográfiai hely	Tájérték típusa	Védettségi fokozat
NE 003	<i>Felhagyott kőbányák</i>	Kis-Eged-hegy	geológiai feltárás	nem védett
NE 005	<i>Triász mészkő kibukkanás</i>	Nagy-Eged-hegy	geológiai feltárás	nem védett
NE 006	<i>Eocén mészkő kibukkanás</i>	Nagy-Eged-hegy	geológiai feltárás	nem védett
NE 007	<i>Eocén mészkő kibukkanás</i>	Nagy-Eged-hegy	geológiai feltárás	nem védett
NE 008	<i>Krioplanációs formák</i>	Nagy-Eged-hegy	geomorfológiai érték	nem védett
NE 009	<i>Karsztformák</i>	Nagy-Eged-hegy	geomorfológiai érték	nem védett
NE 019	<i>Talajfeltárás</i>	Nagy-Eged-hegy	talajtani érték	nem védett
NE 020	<i>Krioturbációs jelenségek</i>	Nagy-Eged-hegy	geomorfológiai érték	nem védett
NE 021	<i>Jejec-barlang, Kis-Eged-hegy</i>	Kis-Eged-hegy	védett barlang, geomorfológiai érték	ex lege védett
NE 022	<i>Kisegedi-barlang</i>	Kis-Eged-hegy	védett barlang, geomorfológiai érték	ex lege védett
NE 023	<i>Kisegedi Gömbfülkés-barlang</i>	Kis-Eged-hegy	védett barlang, geomorfológiai érték	ex lege védett
NE 024	<i>Remete-barlang</i>	Nagy-Eged-hegy	védett barlang, geomorfológiai érték	ex lege védett
NE 025	<i>Kis-Eged, útbevágás</i>	Kis-Eged-hegy	földtani alapszelvény, kezdőpont	nem védett
NE 026	<i>Kis-Eged, útbevágás</i>	Kis-Eged-hegy	földtani alapszelvény, végpont	nem védett

táru fel, 9 méter hosszú, 1 méter mély és 2 méter magas, vertikális kiterjedése 3 méter (3. és 5. ábra). A barlang kataszteri száma 5383–11. A barlangot Eszterhás és Göncöl (2005) vételezte fel. (Melléklet 1. tábla.)

### 5.1.2. Kisegedi Gömbfülkés-barlang

A kisegedi Gömbfülkés-barlangot Regős József vételezte fel 2002-ben (6. ábra). A barlang a Kis-Eged-hegy északi előterében található (3. ábra). A barlang 5 méter hosszú és 2 méter magas. A barlang kataszteri száma 5383–10. (Melléklet 2. tábla.)

### 5.1.3. Kisegedi Jejec-barlang

A Jejec-barlang a Kis-Eged-hegy északnyugati területén található, védett barlang (3. és 4. ábra). A magyar állami természetvédelem hivatalos honlapján az értékes geomorfológiai formát Jejec-barlang, Kisegedi-odu, illetve Kis-egedi-kőfülke megnevezéssel tartják nyilván (7. ábra). A Jejec-barlang feltüntetett adatai alapján a barlang 2 méter hosszú, 0 méter mély és 1 méter magas, vertikális kiterjedése 1 méter. Kataszteri száma 5383–1. A barlang adatait Kárpát (1983) vételezte fel. (Melléklet 3. tábla.)

### 5.1.4. Remete-barlang

A Remete-barlang a Nagy-Eged-hegy tetőszintje alatt, a csúcstól északkeletre fekszik. Létezéséről a Bükki Nemzeti Park Igazgatóság munkatársai révén értesültünk. (Melléklet 4. tábla.)

## 5.2. Egyedi tájértékként felvételezett tájértékek

A Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy területén további olyan földtudományi tájértékeket találhatunk, amelyek hűen mutatják be a választott mintaterület geológiai és geomorfológiai jellegzetességeit. (Melléklet 5. tábla.)

### 5.2.1. Kis-Eged, felhagyott kőbányák

A Kis-Eged-hegy északi oldalában két kisebb felhagyott kőbánya található, melyet erősen benőtt a növényzet (3. és 4. ábra). A felhagyott kőbányákban szürke tűzkölcsecs, márga betelepüléses felső triász korú mészkő jelenik meg, de helyenként eocén korú agyagot is találhatunk. A mészkőfalakban értékes ásványokra bukkanhatunk. Tömeges, leggyakoribb megjelenésű a kalcit. A kalcit dm-es nagyságrendű tömbök, rostos, hematit által színezett erek és borsókövek formájában jelenik meg. Kristályformáiban a szkalenoéderez és romboéderez példányok jellegzetesek. Előfordulnak még vas-oxidok is, ezek közül mm-es nagyságrendű pirit utáni átalakok, dm-es nagyságrendű konkréciók és pirit hexaéderek és markazit ciklikus ikrek (dárdakovand) utáni átalakok is (Gál, 2011, 2014). A kőbányában Nagy (2014) goethit, hematit, kalcit ásványok előfordulását, valamint mangánoxidok és vasoxidok kiválását is regisztrálta. A kőbányák falai tisztítás után megfelelő bemutató szelvényekké alakíthatók. (Melléklet 6. tábla.)

### 5.2.2. Nagy-Eged: triász mészkő kibukkanás

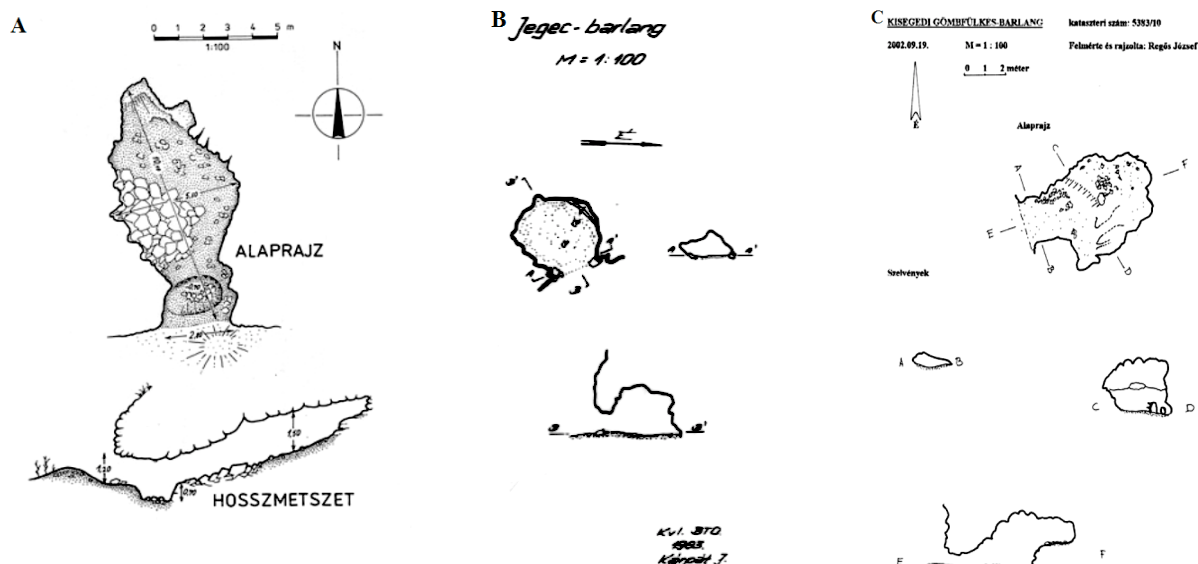
Nagy kiterjedésű, különböző formájú mészkő kibukkanásokat találhatunk a Nagy-Eged-hegy tetején (3. és 4. ábra). Ezeket a kőzetkibukkanásokat a



**4. ábra: Felvételezett földtudományi tájértékek a Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy területén.** Jelmagyarázat: NE 022 = Védett geológiai feltárás (Tardi Agyag Formáció), Kis-Eged-hegy; NE 021 = Jegec-barlang, Kis-Eged-hegy; NE 005 = triász mészkő kibukkanás, Nagy-Eged-hegy; NE 009 = Mikrokarrok, Nagy-Eged-hegy; NE 008 = krioplanációs formák, Nagy-Eged-hegy; NE 003 = felhagyott kőbányák – triász mészkő, Kis-Eged-hegy; NE 006 = eocén mészkő kibukkanás, Nagy-Eged-hegy; NE 019 = bemutató talajszelvény, Nagy-Eged-hegy; NE 020 = krioturbációs formák, bemutató szelvényben, Nagy-Eged-hegy; NE 007 = eocén mészkő kibukkanás, Nagy-Eged-hegy.

Felsőtriás Mészkő Formáció közé soroljuk rétegtani beosztás alapján a formációt világosszürkétől sötétszürkéig terjedő színű, aphanit és finomkristályos mészkő, változó mértékben tüzkölencsés, réteges márga közbetelepüléssel. A mészkőpadon belül gya-

kori a belső finomrétegzettség. A Déli-Bükkben a Bervai Mészkőre települő, medence kifejlődésű mészkövek sorolhatók ebbe a típusba (Pelikán, 2002). E mészkőkibukkanásokat már távolról is észrevenni, de csodálatos látványt nyújtanak a



5. ábra: A = A Kisegedi-barlang metszeti rajzai (Eszterhás és Göncöl, 2005); B = Jegec-barlang metszeti ábrái (Kárpát, 1983); C = A Kisegedi Gömbfülkés-barlang metszeti ábrája (Regős, 2002)

Dobó-kilátóhoz vagy a Milleniumi emléktáblához kirándulók számára. (Melléklet 6. tábla.)

### 5.2.3. Nagy-Eged: karsztformák

A Nagy-Eged-hegy csúcán az erőteljes talajerózió következtében triász mészkőkibukkanásokat találunk. A kőzet felszínét változatos karrok tarkítják. Karroknak azokat a karsztos mikroformákat nevezzük, amelyek a karsztosodó kőzetek (pl. mészkő, dolomit) felszínén, oldódás során keletkeznek. A legjellegzetesebb karrformák itt a gyökérrakok (oldásos lyukak, kisebb járatok) és a repedéskarok (3. és 4. ábra). (Melléklet 7. tábla.)

### 5.2.4. Nagy-Eged: eocén mészkő kibukkanás

A Nagy-Eged-hegy délnyugati oldalában, a Csomós-tanya mellett haladó úton, egy kisebb (2 m magas) geológiai feltárást találunk, ahol is tömegmozgások révén, és az aprózódás hatására felszínre kerültek a Szépvölgyi Mészkő Formációt felépítő kőzetek (3. és 4. ábra). A Szépvölgyi Mészkő Formáció világosszürke, szürkéssárga, sokszor gumós megjelenésű pados mészkő, a padok között vékony márgacsíkok figyelhetőek meg. Jellegzetesen biogén mészkő, gyakori *Nummulites*, *Discocyclina* és *Lithothamnium* maradványokkal (Pelikán, 2002). (Melléklet 8. tábla.)

### 5.2.5. Nagy-Eged: eocén mészkőkibukkanás

A Nagy-Eged-hegy déli lejtőjén, az új szőlőtelepítések peremén szintén találunk egy kőzetkibukkanást (3. és 4. ábra), ahol a Szépvölgyi Mészkő Formáció kőzetei és törmelékei tanulmányozhatók. A kőzetkibukkanás itt a talajfelszín degradálódása és a nem megfelelő tájhasználat miatt került felszínre. A világosszürke, szürkéssárga, gumós megjelenésű pados mészkőben vékony márgacsíkok jelennek meg (Pelikán, 2002). A kőzetkibukkanás területét ki lehetne tisztítani és egy szép bemutató szel-

vényt kialakítani. A feltárás helye azonban erózió által veszélyeztetett terület. (Melléklet 9. tábla.)

### 5.2.6. Nagy-Eged: krioplanációs formák

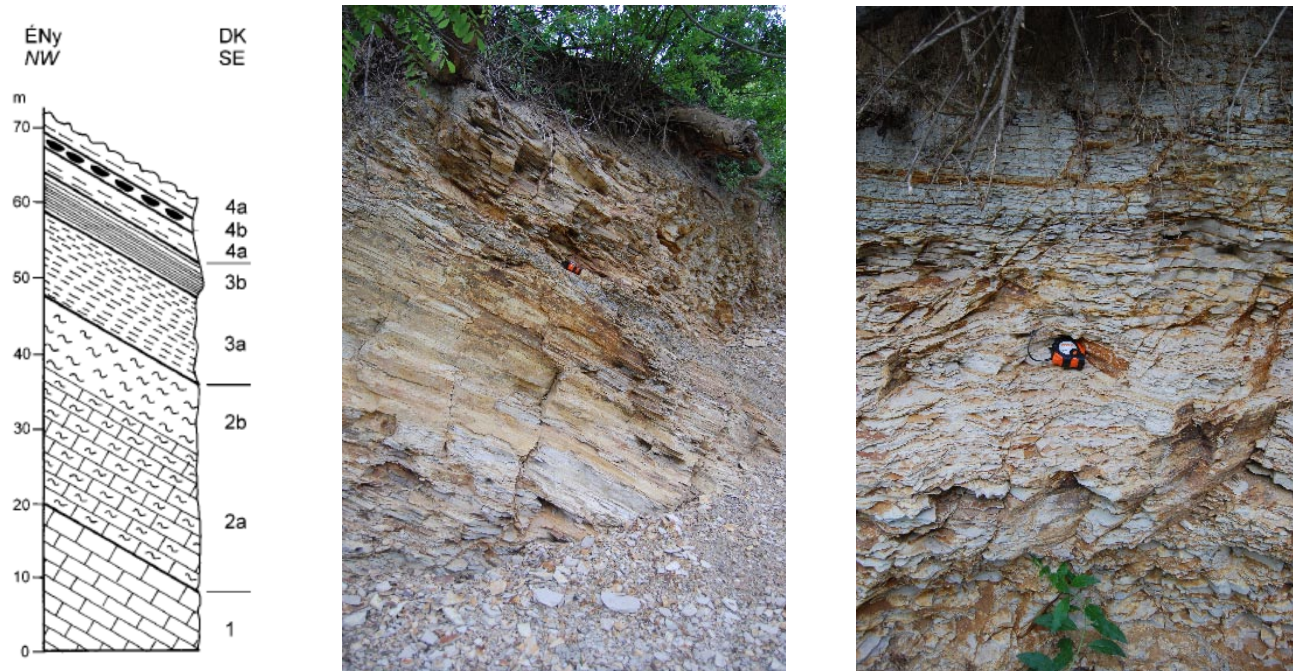
A negyedidőszak hidegebb pleisztocén korának glaciálisában Magyarország a periglaciális területek közé tartozott. A Nagy-Eged-hegy magasabb övezetében jelentős volt a fagy okozta aprózódás és a különböző krioplanációs formák keletkezése (Dobos, 2013). E formák a Nagy-Eged-hegy délnyugati gerincén maradtak épek, s itt a meredekebb falak előterében szép krioplanációs törmelékhalmozatok formálódtak (3. és 4. ábra). (Melléklet 10. tábla.)

### 5.2.7. Nagy-Eged: talajfeltárás, bemutató szelvény

A Nagy-Eged-hegy délkeleti lejtőjén feltároló bemutató talajszelvény (3. és 4. ábra) a magyarországi talajtani besorolás alapján (Novák, 2013) az öntés- és lejtőhordalék talajok fő típusába (Regosol), a lejtőhordalék-talajok típusába, és az erdőtalajok lejtőhordaléka altípusba sorolható be, annak sekély humuszos rétegű változata.

Az említett típusos bemutató talajszelvény az Egert Noszvajjal összekötő útról közelíthető meg. A feltárás a közúttól kb. 400 m-re található a szőlősorok közötti mesterséges nagy fal feltárásnál. A terület 90 fokos lejtéssel (mesterséges fal) és déli kitétséggel rendelkezik. A talajszelvény környezete erősen erodált térszín, melyet lombhullató vegetáció és művelt szőlőültetvény jellemez. A talajfeltárás mind a közép-, mind a felsőoktatásban jól alkalmazható.

A feltárt talajszelvény mélysége 240 cm, a humuszos réteg vastagsága 40 cm. A talajszelvény legfelsőbb szintje a 0-szint, vastagsága 10 cm. A réteg anyaga sötét sárgásbarna színű (10YR 4/4), nagyon száraz agyag, iszap, kavics és tömb. A talaj állapota omlós; nem cementált, nem tömődött. Anyaga karbonátos, mésztartalma 2–10%.



**8. ábra:** A Kis-Eged-hegy útbevágásának egyszerűsített földtani szelvénye (Nagymarosy, 1986; Pelikán, 2005). 1 = Szépvölgyi Mészke Formáció; 2a = mészmárga, 2b = Budai Márga Formáció, agyagmárga; 3a = agyag, 3b = Tardi Agyag Formáció, halas pala, kovásodott laminált agyag; 4a = Kiscelli Agyag Formáció, 4b = mangánlencsés szint. A mellékelt képek a Tardi Agyag Formáció rétegsorát mutatják.

Tarkázottság nem figyelhető meg. Szerkezet nélküli, a talaj elkülönült szemcsékből áll. A szerkezeti elemek alakja morzsás, méretük apró és közepes (1–5 mm).

A 10–40 cm közötti A-szint anyaga sötét sárgásbarna színű (10YR 4/4), nagyon száraz agyag, iszap, kavics és tömb. A talaj állapota omlós; nem cementált, nem tömődött. Anyaga karbonátos, mésztartalma 10–25%. Tarkázottság nem figyelhető meg. Gyengén szerkezetes, az elemek elkülönült szemcsékből állnak, de vannak, amelyeknek alakja morzsás, ezek mérete apró és közepes (1–5 mm).

A 40–160 cm közötti C<sub>k1</sub>-szint anyaga nagyon világos barna színű (10YR 7/3), nagyon száraz tömb, kavics, finom szemű homok és murva. Tömörsege szerint igen

erősen tömődött; cementáltságát tekintve közepesen cementált. A cementáló anyaga karbonát, a talaj mésztartalma 10–25%. A talaj közepesen tarka, a foltok mérete finom (2–6 mm), mintázata pettyezett és csíkos. A talaj szerkezet nélküli, tömött. A szerkezeti típus közet szerkezet, a szerkezeti elemek mérete nagyon durva/vastag (>50 mm).

A 160–212 cm közötti C<sub>k2</sub>-szint anyaga barnássárga színű (10YR 6/6), nagyon száraz kavics, murva és finom szemű homok. Tömörsege szerint igen erősen tömődött; cementáltságát tekintve közepesen cementált. A cementáló anyaga karbonát, a talaj rendkívül erősen karbonátos, mésztartalma 25%-nál nagyobb. A talaj közepesen tarka, a foltok mérete finom (2–6 mm), mintázata pettyezett és

**2. táblázat:** A Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy egyedi tájértékeinek értékszámai GET = Geológiai egyedi tájérték, GEÉ = Geomorfológiai egyedi tájérték, TET = Talajtani egyedi tájérték

Jelzet	NE 003	NE 005	NE 006	NE 007	NE 008	NE 009	NE 019	NE 020	NE 025	NE 026
Ritkaság/egyediség/különlegesség	4	4	3	4	4	4	3	4	5	5
Régiség/ösiségi jelentőség	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4
Idegenforgalmi/látogatottsági jelentőség	2	3	1	3	1	3	2	1	4	4
Hagyományőrzési jelentőség	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Eszztétikai/látványjelentőség)	4	3	3	2	3	3	3	3	4	4
Történelmi/patriotikus jelentőség	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tudományos/szakterületi jelentőség	5	4	4	3	4	3	4	4	5	5
Oktatási/ismeretterjesztési jelentőség	5	4	3	4	4	3	4	4	5	5
Etnikai/néprajzi jelentőség	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Kultúrtörténeti/kulturális jelentőség	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ökológiai jelentőség	3	3	2	1	1	–	–	–	–	–
Sérülékenység/veszélyeztetettség	4	2	5	4	4	3	3	3	4	4
Összes pontszám	33	27	25	25	24	22	22	22	31	31
Típus	GET	GET	GET	GET	GEÉ	GEÉ	TET	GEÉ	GET	GET

csíkos. A talaj szerkezet nélküli, tömött. A szerkezeti típus közet szerkezet és morzsás, a szerkezeti elemek mérete a közet szerkezet esetében apró/vékony (5–10 mm), a morzsás szerkezeti elemeknél pedig durva/vastag (5–10 mm).

A 212–240 cm közötti  $C_{k3}$ -szint anyaga barnássárga színű (10YR 6/6), nyirkos tömb, kavics, finom szemű homok és iszap. Tömörsege szerint erősen tömődött; cementáltságát tekintve gyengén cementált. A cementáló anyaga karbonát, a talaj rendkívül erősen karbonátos, mésztartalma 25%-nál nagyobb. A mész a talajban mészhártya formájában van jelen, 15–40%-os gyakorisággal. A talaj közepesen tarka, a foltok mérete finom (2–6 mm), mintázata pettyezett és csíkos. A talaj közepesen szerkezetes, csak kis mennyiségben fordulnak elő csonka, sérült aggregátumok és elemi szemcsék benne. A szerkezeti elemek alakja rögös és morzsás. A szerkezeti elemek mérete a rögös szerkezeti elemeknél közepes és nagyon durva/vastag (10–20 mm, vagy 50 mm-nél nagyobb), a morzsás szerkezeti elemeknél apró/vékony (1–2 mm). (Melléklet 11. tábla.)

### 5.2.8. Nagy-Eged: krioturbációs jelenségek feltárásában

A Nagy-Eged-hegy déli lejtőjének keleti részén, 405 m magasságban tárul fel az előbb elemzett talajszelvény. A talajszelvény oldalában krioturbációs rétegtorzulások figyelhetők meg (3. és 4. ábra). A pleisztocén periglaciális klíma alatt a talajban permafroszt és aktív réteg volt jelen. A talaj- és törmelékanyagok megjelenését az olvadás és fagyás váltakozó folyamata (regeláció) befolyásolta. A fagyváltozékony rétegben, a regeláció miatt a törmelékanyagban kisebb „fagyzsákokat” és fagyos rétegtorzulásokat ismerhetünk fel. Ma ezek a formák a tundra területek jellegzetes formakincsei. (Melléklet 12. tábla.)

### 5.2.9. Kis-Eged-hegy földtani alapszelvénye, kezdőpont

Nemzetközi érdeklődésre tart számot a Kis-Eged-hegy déli peremén feltáruló geológiai szelvénytársorozat. A szelvényekben az oligocén korú Tardi Aggyag Formáció kőzeteit, az ún. „halaspalát” és a Kiscelli Aggyag Formáció rétegeit tanulmányozhatjuk (4. és 8. ábra). A tanulságos rétegsorban a késő eocéntől a késő oligocénig tárulnak fel a kőzetrétegek, amely döntően növénymaradványairól vált híressé (Nagymarosy, 1986, 1989; Dávid, 2011).

A rétegsorban a Szépvölgyi Mészke Formáció felett a Budai Marga Formáció, majd a Tardi Aggyag Formáció és a Kiscelli Aggyag Formáció rétegei tanulmányozhatók (Nagymarosy, 1989; Pelikán, 2005). A Tardi Aggyag Formáció középső és felső szakaszának kifejlődése jelenik meg a rétegsorban (8. ábra), a felső szakasz anyaga nagyon vékonyan rétegzett. A kőzetanyag világos drappos szürke agyagos aleurit, és kovásodott laminit. Karbonáttartalma 10–30% és 5% alatti. A rétegsorból az 1950-es évek óta több ezer fossziliát gyűjtöttek (Andreánszky, 1949, 1956, 1957, 1959; Erdei, Hably, Kázmér, Utescher, & Bruch, 2007; Kvaček & Hably, 1998; Weiler, 1933). A Kiscelli Aggyag Formáció fakószürke, sárga, homokos-agyagos aleurit, illetve aleuritos agyagmarga. Karbonáttartalma 15–40%. Jelentős a kvarc, plagioklász és kálföldpátok megjelenése is (Pelikán, 2005). A Kis-Eged-hegy Tardi Aggyag Formáció flórája ősi típusú, paleotrópusi elemekből álló, melegigényes flóra. Az itt talált növénymaradványok alapján meleg, száraz szubtrópusi éghajlatra következtethetünk. (Melléklet 13. tábla.)

### 5.2.10. Kis-Eged-hegy földtani alapszelvénye, végpont

A feltüntetett alapszelvény koordinátái a Kis-Eged-hegy útbevágásában, a Kiscelli Aggyag Formációt és a Tardi Aggyag Formációt bemutató rétegsor keleti végpontját mutatják. (Melléklet 14. tábla.)

3. táblázat: A Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy földtudományi tájértékeinek állapota.

Jelzet	Tájérték megnevezése	Állapot kategóriája	Állapot megnevezése
NE 003	Felhagyott kőbányák	2	veszélyeztetett, és sérült vagy rossz állapotú
NE 005	Triász mészkő kibukkanás	5	nem veszélyeztetett és jó állapotú
NE 006	Eocén mészkő kibukkanás	1	veszélyeztetett és kritikus állapotú
NE 007	Eocén mészkő kibukkanás	2	veszélyeztetett, és sérült vagy rossz állapotú
NE 008	Krioplanációs formák	2	veszélyeztetett, és sérült vagy rossz állapotú
NE 009	Karsztformák	5	nem veszélyeztetett és jó állapotú
NE 019	Talajfeltárás	3	veszélyeztetett, de jó állapotú
NE 020	Krioturbációs jelenségek	3	veszélyeztetett, de jó állapotú
NE 021	Jegec barlang, Kis-Eged	4	nem veszélyeztetett, de sérült vagy rossz állapotú
NE 022	Kisegedi-barlang	4	nem veszélyeztetett, de sérült vagy rossz állapotú
NE 023	Kisegedi gömbfűlkés-barlang	4	nem veszélyeztetett, de sérült vagy rossz állapotú
NE 024	Remete-barlang	4	nem veszélyeztetett, de sérült vagy rossz állapotú
NE 025	Kis-Eged, útbevágás	2	veszélyeztetett, és sérült vagy rossz állapotú
NE 026	Kis-Eged, útbevágás	2	veszélyeztetett, és sérült vagy rossz állapotú

### 5.3. A felvételezett földtudományi tájértékek értékelése

A barlangok kivételével, a felmért földtudományi egyedi tájértékeket 1–5-ig terjedő skálán pontoztuk az MSZ 20381/1999 szabvány szempontjai szerint (2. táblázat). 1-es értéket az kapott, ha valami gyakori érték volt, illetve nem hordozott lényeges információt magában. 5-ös értéket a ritka, illetve kiemelkedő fontosságú egyedi tájértékek kaptak. Az egyes pontértékeket végül összeadtuk.

A 2. táblázatban a maximális pontszám 33 volt, a minimális pedig 22. Fontos az értékeket pontozni, mivel csak így sorolhatók be objektíven az egyedi tájértékek csoportjába. Húsz pont alatt nem lehet tájérték a felvett érték, 20–30 pont között lehet, 30 pont felett pedig kiemelt tájértéki kategóriába sorolható a felvételezett értéktípus. Az általunk felvételezett tájértékek mindegyike (az ex lege barlangok kivételével) egyedi tájérték kategóriába sorolható. Az értékek közül három kiemelt jelentőséget mutat. A kiemelt tájértéki kategóriába a Kis-Eged-hegy felhagyott kőbányája és a Kis-Eged-hegy útbevágása sorolható be.

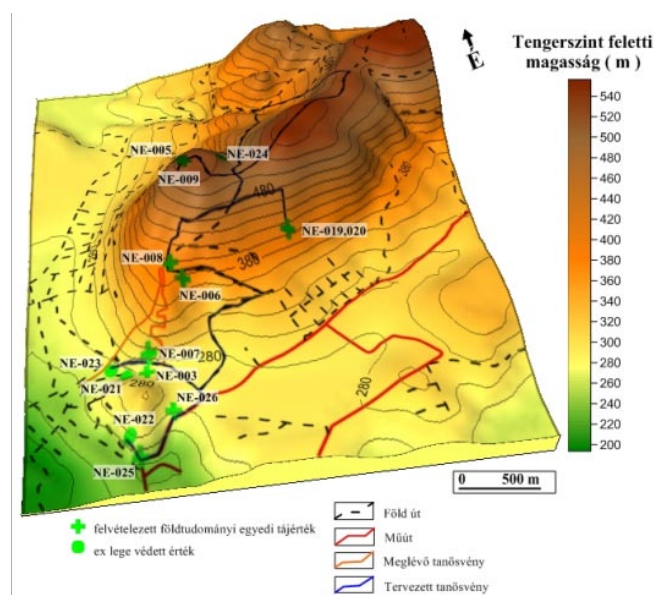
A felvételezett tájértékek állapotát egyedi pontrendszer (3. táblázat) szerint is értékeltük (Kelényi és Dobos, 2014).

Az elvégzett állapotfelmérés eredményeit a 3. táblázat foglalja össze. Ez alapján megállapítható, hogy a területen az eocén mészkő kibukkanás veszélyeztetett, és kritikus állapotú. A felhagyott kőbánya, az eocén mészkő kibukkanás, a krioplanációs formák, illetve a két kis-eged-hegyi útbevágás veszélyeztetett, és rossz állapotú. A talajfeltárás és a krioturbációs jelenségeket bemutató feltárás jó állapotú, de veszélyeztetett. A területen található barlangok rossz állapotúak, de nem veszélyeztetettek. A triász mészkő kibukkanás, és a karsztformák pedig nem veszélyeztetettek, és jó állapotúak.

## 6. Összegzés

Kutatásunk során a Nagy-Eged-hegy és a Kis-Eged-hegy földtudományi tájértékeinek felmérését tűztük ki célul. Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy 14 tájértéket vizsgáltunk meg, ezek közül négy ex lege védett barlangot, illetve tíz földtudományi egyedi tájértéknek minősíthető geológiai, geomorfológiai és talajtani értéket. Az új, felvett egyedi tájértékeket a TÉKA adatbázisába kívánjuk beépíteni, míg a kiemelt kategóriába eső értékeket magasabb szintű védettségi fokozatra javasoljuk. A mintaterületen az értékek mai állapota és veszélyeztetettségi fokozata alapján elsősorban a kőzet- és ásványgyűjtés szabályozását kellene elsősorban megoldani, valamint a látogatható feltárások tisztítását, a talajművelés optimalizálását, a kiemelt értékek fokozottabb védelmét, hulladékgyűjtők kihelyezését és a geológiai feltárások, felszíni formák megközelíthetőségét. E megfelelő intézkedések

után jelölhető csak ki a tervezett tanösvény nyomvonala (9. ábra) a területen.



9. ábra: Tervezett tanösvény a Nagy-Eged-hegyen.

A tanösvény nyomvonala a Kis-Eged-hegy déli előtéren lévő feltárásoktól (NE 025, NE 026) indulna (4. ábra). Ezt követően észak felé haladva a Kis-Eged-hegy felhagyott kőfejtője (NE 003) tekinthető meg, majd a Kis-Eged-hegy kisebb védett barlangjai (NE 021, NE 022, NE 023). A kőbányákhoz visszatérve a felső földúton haladva érhetjük el az eocén mészkő kibukkanását (NE 007). Ezt követően, dél felé haladva, a Csomós-tanya után csatlakozhatunk rá a Nagy-Eged-hegy déli szőlőkbe vezető földútjára, ahol nagyon szép kilátás nyílik a Kis-Eged-hegyre és a bükkaljai területekre. Útközben az eocén mészkő második kibukkanását (NE 006) és a krioplanációs formákat (NE 008) érintve haladhatunk tovább, s a szőlők közötti földutakon érhetjük el a tanösvény legkeletibb pontját, ahol a talajtani feltárást (NE 019) és a feltárásban található krioturbációs jelenségeket (NE 020) tekinthetjük meg. A feltárástól a földúton visszaindulva érhetjük el a Nagy-Eged-hegy tetőzónáját, ahol a Remete-barlang (NE 024), majd a triász mészkő kibukkanások (NE 005) és a mészkő felszínén feltároló karsztformák (NE 009) zárják a tanösvény nyomvonalát.

## 7. Köszönetnyilvánítás

A Tanulmány a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016 számú projekt keretében készült, így köszönetünket fejezzük ki Dr. Ruzskai Csaba projektvezetőnk számára, a projekt során kutatási tevékenységünkhöz nyújtott segítségéért.

## 8. Felhasznált irodalom

- Andreánszky, G. (1949). Néhány páfrány a Kárpát-medence harmadkorából. (Quelques figères de l'époque tertiaire du basin carpathique). *Index Horti. Bot. Univ. Bud.*, 7, 1–9.
- Andreánszky, G. (1956). Neue und interessante tertiäre Pflanzenarten aus Ungarn II. *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 7, Budapest, 221–229.
- Andreánszky, G. (1957). Neue und interessante tertiäre Pflanzenarten aus Ungarn III. *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 8, Budapest, 43–45.
- Andreánszky, G. (1959). Contribution á la connaissance de la flore de l'oligocène inférieur de la Hongrie et un essai sur la reconstruction de la Hongrie contemporaine. *Acta Botanica* 5 (1–2), Budapest, 1–37.
- Brocx, M. & Semeniuk, V. (2007). Geohéritage and geoconservation – history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90, 53–87.
- Carcavilla, L., Durán, J. J., García-Cortés, Á. & López-Martinez, J. (2009). Geological Heritage and Conservation in Spain: Past, Present, and Future. *Geoheritage*, 1, 75–91. [doi:10.1007/s12371-009-0006-9](https://doi.org/10.1007/s12371-009-0006-9)
- Dávid, Á. (2011). 2. megálló: Noszvaj, Kiseged, útbevágás. Paleontológia. Digitális Tankönyvtár. 1–4. ([http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0038\\_foldrajz\\_Oslenytan-DavidArpad/ch01s10.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0038_foldrajz_Oslenytan-DavidArpad/ch01s10.html))
- de Lima, L. F., Brilha, J. B. & Salamuni, E. (2010). Inventorying Geological Heritage in large Territories: A Methodological Proposal Applied to Brazil. *Geoheritage*, 2, 91–99. [doi:10.1007/s12371-010-0014-9](https://doi.org/10.1007/s12371-010-0014-9)
- Dobos, A. (2002). *A Bükkalja II. Felszínalaktani leírás*. In: Baráz Cs. (szerk.): A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 217–227.
- Dobos, A. (2012 augusztus 30 – szeptember 1.). *Periglaciális (geomorfológiai) egyedi tájértékek kataszterezése az egyes felvételezési metodikák alapján*. In: Konkoly-Gyuró É., Tirászi Á., Nagy G. M. (szerk.) *Tájtudomány – Tájtervezés*. Az előadás elhangzott az V. Magyar Tájökológiai Konferencián, Sopron. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 168–174.
- Erdei, B., Hably, L., Kázmér, M., Utescher, T., & Bruch, A. A. (2007). Neogene flora and vegetation development of the Pannonian domain in relation to palaeoclimate and palaeogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 115–140. [doi:10.1016/j.palaeo.2007.03.036](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.03.036)
- Eszterhás, I., Göncöl, I. (2005). A Kisegedi-barlang keresztmetszeti ábrája. Országos Barlangnyilvántartás, ([http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave\\_5383-11](http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave_5383-11))
- FAO (2006). Guidelines for soil description. Rome, 1–97.
- Fuertes-Gutiérrez, I. & Fernández-Martínez, E. (2010). Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*, 2, 57–75. [doi:10.1007/s12371-010-0012-y](https://doi.org/10.1007/s12371-010-0012-y)
- Gál, P. (2011). A bükki mészkőbányák ásványai, kiemelten a vas-szulfidok és azok átalakulási termékei. Lelöhely. Ásványgyűjtői hírlevél, 2011/VII. szám, 2–7.
- Gál, P. (2014). Markazit, pirit és oxidációs termékeik előfordulása a bükki triász mészkövekben. In: Fehér B. (szerk.): *Az ásványok vonzásában*. Tanulmányok a 60 éves Szakáll Sándor tiszteletére. Herman Ottó Múzeum és Magyar Minerofil Társaság, Miskolc, 85–93.
- Hevesi, A. (1986). A Déli-Bükk karsztja II.: Délnyugati-Bükk. *Karszt és Barlang*, 1986/II, Budapest, 87–94.
- Ilonczai Z., és Juhász R. (2008 október). A Bükki Nemzeti Park tervezett délnyugati bővítése, Zöld Horizont, Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 3. évf. 2. szám. (10), Melléklet
- Kárász, I. (1991). Természeti tanösvény a Bükk kapujában: A Nagy-Eged-hegy. Color Kft. 91, Eger, 1–28.
- Kárpát, J. (1983). A Jegec-barlang keresztmetszeti ábrája. Országos Barlangnyilvántartás, ([http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave\\_5383-1](http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave_5383-1))
- Kavčič, M. & Peljhan, M. (2010). Geological Heritage as an Integral Part of Natural Heritage Conservation Through Its Sustainable Use in the Idrija Region (Slovenia). *Geoheritage*, 2, 137–154. [doi:10.1007/s12371-010-0018-5](https://doi.org/10.1007/s12371-010-0018-5)
- Kelényi, R., és Dobos, A. (2014). Bánd természeti és kultúrtörténeti tájértékeinek kataszterezése és állapotfelmérése. *Acta Academiae Agriensis, Nova Series Tom. XL., Sectio Pericemonologica*, 65–99.
- Kéri, Á. (2008). A Nagy-Eged geológiai és geomorfológiai értékei, az antropogén geomorfológia és az agrárgazdálkodás kapcsolata, Szakdolgozat, EKF TTK, Környezettudományi Tanszék, Eger, 1–77.
- Kiss, G., Babus, F. (2011). *Magyar táj – Magyar örökség. A tájkarakter védelmétől az egyedi tájértékek megőrzéséig*. TÉKA. Vidékfejlesztési Minisztérium Környezet- és Természetvédelmi Helyettes Államtitkársága, Budapest, 1–29.
- Kiss, G., Tóth, Sz., Sikabonyi, M., Farkas, R. (2011). *Mindennapi kisemlékeink megőrzéséért. Útmutató az egyedi tájértékek kataszterezéséhez*. TÉKA. Vidékfejlesztési

- tési Minisztérium Környezet- és Természetvédelmi Helyettes Államtitkársága, Budapest, 1–41.
- Kvaček, Z., Hably, L. (1998). New plant elements in the Tard Clay Formation from Eger–Kiseged. *Acta Palaeobotanica* 38 (1), 5–23.
- Magyar Szabvány 20381 (1999). *Természetvédelem. Egyedi tájértékek kataszterezése*. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest.
- Magyar Szabvány 20381 (2009). *Természetvédelem. Egyedi tájértékek kataszterezése*. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 1–17.
- Molek, Á. (2014). A Nagy-Eged tájhasznosítási változásai a XVIII. századtól napjainkig, a terület egyedi tájérték kataszterezése. XIV. Országos Környezettudományi Diákkonferencia Dolgozat, EKTF TTK, Környezettudományi Tanszék, Eger, 1–91.
- Molek, Á. J., Nagy, R. & Dobos, A. (2014). A Nagy-Eged tájhasználat-változás vizsgálata, a terület művelése során feltáruló egyedi tájértékek (Bükk-hegység). In Füleky Gy. (szerk.) *A táj változásai a Kárpát-medencében, X. Tájértéki Konferencia Kiadványa*, Baja – in press
- Nagy, M. (2014). Kis-Eged-hegy, mészkőbánya, Eger, Bükk és Upponyi-hegység. GEOMánia. (<http://geomania.hu>)
- Nagymarosy, A. (1986). Bükk, Noszvaj, Kiseged, útbevágás, Tardi Agyag, Kiscelli Agyag Formációk. Magyarország Geológiai Alapszélvényei, MÁFI, Budapest.
- Nagymarosy, A. (1989). Cenozoic formations of North Hungary. In: Kecskeméti, T. (ed.): *Guidebook. XXI<sup>st</sup> European Micropaleontological Colloquim*. 4–13. 09. 1989. Hungary, Hungarian Geological Society, Budapest, 37–47.
- Novák, T. J. (2013). *Talajtani Praktikum. Talajok terepi vizsgálata, leírása és osztályozása*. Meridián Alapítvány, Debrecen, 1–188.
- Országgyűlés (1996). 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről. ([http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=99600053.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99600053.TV))
- Pelikán, P. (2002). *Földtani felépítés, rétegtani áttekintés*. In: Baráz Cs. (szerk.): *A Bükki Nemzeti Park. Hegyek, erdők, emberek*. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, 23–49.
- Pelikán, P. (szerk.) (2005). *A Bükk hegység földtana*. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1–284.
- Pralong, J.–P. (2005). A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3/2005, 189–196. [doi:10.4000/geomorphologie.350](https://doi.org/10.4000/geomorphologie.350)
- Regős, J. (2002). A Kisegedi Gömbfülkés-barlang keresztmetszeti ábrája. Országos Barlangnyilvántartás, ([http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave\\_5383-10](http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave_5383-10))
- Reynard, E., Coratza, P. & Giusti, C. (2011). Geomorphosites and Geotourism. *Geoheritage*, 3, 129–130. [doi:10.1007/s12371-011-0041-1](https://doi.org/10.1007/s12371-011-0041-1)
- Serrano, E. & González–Trueba, J. J. (2005). Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3/2005, 197–208. [doi:10.4000/geomorphologie.364](https://doi.org/10.4000/geomorphologie.364)
- TÉKA (2013): A tájértéktár (TÉKA) honlapja, <http://tajterektar.hu>
- Vágó, J., & Hegedűs, A. (2011). DEM based examination of pediment levels: a case study in Bükkalja, Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 60. (1), 25–44.
- Weiler, W. (1933). Két magyarországi oligocénkorú fal-fauna. *Geologica Hungarica series Palaeontologica*, Budapest, 1, 1–54.



## 9. Melléklet

1. tábla

Település neve	Eger (Kis-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 022	Előzmény	Országos Barlangnyilvántartás
Nemzeti Park Igazgatóság Tájérték megnevezése	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság Kisegedi-barlang		
Tengerszint feletti magasság	260 m	GPS-koordináták	ész: 47°54'53.01" kh: 20°24'23.35"

2. tábla

Település neve	Eger (Kis-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 023	Előzmény	Országos Barlangnyilvántartás
Nemzeti Park Igazgatóság Tájérték megnevezése	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság Kisegedi Gömbfűlkés-barlang		
Tengerszint feletti magasság	340 m	GPS-koordináták	ész: 47°55'9.67" kh: 20°24'20.27"

3. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 024	Előzmény	—
Nemzeti Park Igazgatóság Tájérték megnevezése	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság Remete-barlang		
Tengerszint feletti magasság	510 m	GPS-koordináták	ész: 47°55'45.35" kh: 20°24'55.39"

4. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 024	Előzmény	—
Nemzeti Park Igazgatóság Tájérték megnevezése	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság Remete-barlang		
Tengerszint feletti magasság	510 m	GPS-koordináták	ész: 47°55'45.35" kh: 20°24'55.39"

5. tábla

Település neve	Eger (Kis-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 003	Előzmény	Kéri, 2008; TÉKA 2013
Nemzeti Park Igazgatóság Egyedi tájérték megnevezése	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság felhagyott kőbányák		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.1. Geológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.1.3. Üledékes kőzet feltárása, előfordulása		
Tengerszint feletti magasság	270 m	GPS-koordináták	ész: 47°55'08.2" kh: 20°24'27.0"

6. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 005	Előzmény	Kéri, 2008
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükkal Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	Triász mészkő kibukkanás		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.1. Geológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.1.3. Üledékes kőzet feltárása, előfordulása		
Tengerszint feletti magasság	537 m	GPS-koordináták	ész:47°55'40.6" kh: 20°24'41.8"

7. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 009	Előzmény	Kéri, 2008
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükkal Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	karsztformák		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.2. Geomorfológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.2.8. Karsztforma		
Tengerszint feletti magasság	536 m	GPS-koordináták	ész:47°55'40.7" kh: 20°24'41.6"

8. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 007	Előzmény	Kéri, 2008
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükkal Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	Eocén mészkő kibukkanás I.		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.1. Geológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.1.3. Üledékes kőzet feltárása, előfordulása		
Tengerszint feletti magasság	270 m	GPS-koordináták	ész:47°55'09.8" kh: 20°24'29.8"

9. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 006	Előzmény	Kéri, 2008
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükkal Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	EOCÉN MÉSZEKŐ KIBUKKANÁS II.		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.1. Geológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.1.3. Üledékes kőzet feltárása, előfordulása		
Tengerszint feletti magasság	500 m	GPS-koordináták	ész:47°55'22.69" kh: 20°24'37.71"

10. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 008	Előzmény	Kéri, 2008
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	KRIOPLANÁCIÓS FORMÁK		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.2. Geomorfológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	Periglaciális formák (Gravitációs és kifagyási folyamatokhoz kapcsolódó egyedi tájérték (MSZ 20381/1999)		
Tengerszint feletti magasság	490 m	GPS-koordináták	ész:47°55'24.3" kh: 20°24'36.8"

11. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 019	Előzmény	—
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	LEJTŐHORDALÉK TALAJ (REGOSOL) TALAJSZELVÉNYE		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.3. Talajtani egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.3.1. Talajszelvény		
Tengerszint feletti magasság	405 m	GPS-koordináták	ész:47°55'31.28" kh: 20°25'13.70"

12. tábla

Település neve	Eger (Nagy-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 020	Előzmény	—
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	krioturbációs jelenségek (fagyzsákok) feltárásban		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.2. Geomorfológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	Periglaciális formák (Gravitációs és kifagyási folyamatokhoz kapcsolódó egyedi tájérték (MSZ 20381/1999)		
Tengerszint feletti magasság	405 m	GPS-koordináták	ész:47°55'31.28" kh: 20°25'13.70"

13. tábla

Település neve	Eger (Kis-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 025	Előzmény	MÁFI
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	KIS-EGED, ÜTBEVÁGÁS (OL-3)		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.1. Geológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.1.3. Üledékes kőzet feltárása, előfordulása		
Tengerszint feletti magasság	292 m	GPS-koordináták	ész:47°54'51,5" kh:20°24'24,4"

14. tábla

Település neve	Eger (Kis-Eged-hegy)	Megye	Heves megye
Jelzet	NE 023	Előzmény	MÁFI
Nemzeti Park Igazgatóság	Bükk Nemzeti Park Igazgatóság		
Egyedi tájérték megnevezése	KIS-EGED, ÚTBEVÁGÁS (OL-03)		
Főtípus	M4.2. Természeti egyedi tájértékek		
Típus(ok)	M4.2.1. Földtudományi egyedi tájértékek		
Altípus(ok)	M4.2.1.1. Geológiai egyedi tájérték		
Fajta (fajták)	M4.2.1.1.3. Üledékes kőzet feltárása, előfordulása		
Tengerszint feletti magasság	263 m	GPS-koordináták	ész:47°54'57,3" kh:20°24'32.7"

# Cserszegtomaj területhasználatának vizsgálata geoinformatikai módszerekkel

**Morva Tamás**

egyetemi hallgató, PTE TTK, E-mail: morvatamas@gmail.com

## Kulcsszavak

területhasználat  
geoinformatika  
hegyközség  
Cserszegtomaj

## Absztrakt

Munkámban a Keszthelyi-hegység hegyláb felszínén elhelyezkedő Cserszegtomaj nyugati részének területhasználati elemzését végeztem el. A területre a Keszthelyt körülölelő szőlőhegyek természetföldrajzi és tájhasználati sajátosságai jellemzőek. Ebben a dolgozatban a területhasználat változását mutatom be, történeti földrajzi és geoinformatikai módszerek felhasználásával. Egy jellegzetes 8 km<sup>2</sup>-es területet választottam ki, amit három időkeresztmetszetben vizsgáltam meg. A második katonai felmérés, az 1985–89-es topográfia térkép és a 2005-ben készült légifelvétel időben másfél évszázadot ölelnek fel. Egy hosszabb és egy rövidebb időszak elemzését teszik lehetővé, amelyek közül az utóbbi a rendszerváltás utáni gyors változásokat szemlélteti. A térképi adatok feldolgozása mellett összehasonlítottam ezeket az írott történeti forrásokkal. Magassági övezeteket jelöltem ki, majd megnéztem az egyes felszínborítottság típusok változásait a vizsgált terület egészén, illetve ezekben az övezetekben külön-külön. Összefüggéseket kerestem a történelmi, gazdasági és területhasználati jellemzők között. Megállapítottam, hogy a legalacsonyabb, legkisebb lejtésű részeket mind a mai napig szántóföldek borítják, bár ezek aránya csökkent a 19. század közepe óta. A közepes magasságú és meredekségű területeken eredetileg vegyes volt a felszínhasználat, de az utóbbi időben a szőlők és rétek erős csökkenése, valamint a beépített területek és kertek erős növekedése figyelhető meg itt. A vizsgált terület legstabilabb területhasználati formáját a legmagasabb térszíneket borító erdők adják.

DOI: 10.17799/2014.1.27

## 1. Bevezetés és célkitűzés

Az elmúlt évszázadokban a települések helyválasztását és életét hazánkban is jelentős mértékben befolyásolták a természeti adottságok. Számos kutató foglalkozott már egy-egy település, vagy kisebb-nagyobb téregység vizsgálata során ezekkel a kérdésekkel (Beluszky, 1999; Elekes, 2008; Frisnyák, 1990; Gyenizse, 2001a, 2001b, 2005; Gyenizse & Kovács, 1999, 2000; Gyenizse, Lovász, & Tóth, 2011; Hajnal, Pirisi, & Trócsányi, 2009; Lovász, 1982; Marosi & Szilárd, 1974; Mendöl, 1963; Mohos, 1988; Pécsi, 1984; Perényi, 1975; Tóth, 1981; Wilhelm, 1997). A kiválasztott 8 km<sup>2</sup>-es terület véleményem szerint a település legjellegzetesebb része és jól tükrözi az ott lezajló változásokat.

Cserszegtomaj hegyközség képét évszázadokon keresztül a mezőgazdasági művelés sajátosságai határozták meg és ez a település mai állapotára is hatással van. A gazdálkodást a természeti viszonyok is befolyásolják, a magasság, lejtődőlés és kiettség összefügg a területhasználattal. Ezért szolgálhat ez a tanulmány példaként a domborzatból levezethető információ sokrétű felhasználhatóságára.

A Balaton környékének részletes tanulmányozása id. Lóczy Lajos vezetésével valósult meg 1891-től, melynek összefoglaló kötetét is ő maga írta meg (Lóczy, 1920). A széleskörű kutatások következtében a Balaton és környezete rendkívül alaposan leírt területté vált. 1913-ban jelent meg a Balaton monográfia sorozat földtani kötete, „A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése” (Lóczy, 1913). A mű a Keszthelyi-hegység kutatásának is az egyik legfontosabb állomása. A 20. században egyre pontosabb földtani térképek születtek, Bohn Péter 1979-ben új eredményekkel egészítette ki a korábbi ismereteket (Bohn, 1979). 1999-ben id. Lóczy Lajos születésének 150. évfordulóján jelent meg a Balaton-felvidékről 1 : 50 000-es méretarányú földtani térkép és hozzá tartozó magyarázó kötet (Budai et al., 1999).

Jelen munka szempontjából azok a történelmi források fontosak, amelyek pontos számszerű adatokat szolgáltatnak a népességről, a területhasználati típusokról, vagy a település egyéb jellemzőiről. Ilyeneket találunk Bontz József „Keszthely város monográfiája” c. művében (Bontz,

1896), Benda Gyula hegyközségekkel foglalkozó tanulmányaiban (Benda, 1997) és Vajkai Aurél néprajzkutató munkáiban (Vajkai, 1999).

A számszerű információk kinyerésére kiváló lehetőséget biztosítanak a geoinformatikai programok (Gyenizse, 2007, 2010; Józsa, 2013; Kovács, Tózsza, & Gecksó, 1988; Nagyváradai & Pirkhoffer, 2008; Szabó G. & Szabó S., 2010, 2013; Szabó, 2001). Céлом, hogy minél objektívebb módszerrel tárjam fel az elmúlt másfél évszázad területhasználatának változását a vizsgált területen.

A vizsgálat során céлом a domborzati modell létrehozása, illetve a különböző időpontokban készült térképekről a felszínborítottság digitalizálása, ezek elemzése geoinformatikai módszerekkel, továbbá az eredmények összevetése a történelmi forrásokkal.

## 2. Kutatási módszerek

A vizsgálathoz másodlagos adatgyűjtéssel szereztem adatokat, azaz a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi Intézetének (PTE TTK FI) térképei közül használtam fel a megfelelő szelvényeket. Három térképet hasonlítottam össze. Időben legkorábbi a második katonai felmérés, amely 1855–56-ban készült el a vizsgált területen (*1. ábra*), majd az 1985–1989 közötti felmérés 1 : 10 000-es méretarányú topográfiai térkép idevágó szelvénye, végül a 2005-ben készült légi felvételezés ortofotója voltak a vizsgálat alapjai. A vizsgált térképi adatok lehetővé teszik egy hosszabb távú és egy rövidebb távú (rendszer váltás utáni) változás elemzését.

A térképi adatokat ArcGIS szoftverrel dolgoztam fel, a cikk megírásához és a számszerű adatok kiértékeléséhez a Libre Office programcsomagot használtam.

A digitalizálás során a területhasználati kategóriákat a következőképpen osztottam be: erdő; fiatal erdő, bozót; rét, legelő; kert, gyümölcsös; szőlő; szántóföld; beépített terület. Ezek a fiatal erdő, bozót kategóriát kivéve valamennyi térképen viszonylag jól elkülöníthetők. Azért tartottam mégis fontosnak ennek a kategóriának a bevezetését, mert a két utóbbi térképen rendelkezésre áll és információt ad a művelés alól kivont területek elhelyezkedéséről. A második katonai felmérés térképe más tekintetben is problémás volt. Itt több objektumtípust is másképpen ábrázoltak, mint a későbbi topográfiai térképen és légi felvételen. Például a topográfiai térképen ábrázolt lakott területeket itt nem találunk, az épületeket közvetlenül kert, szántó stb. övezi, mely utalhat arra, hogy akkoriban az elkerített udvarok még nem voltak jellemzők. Ezen kívül vannak olyan elemek, amelyek csak egy térképen jelennek meg.

A második katonai felmérés szelvényéről 193 darab, az 1985–89-esről 539 darab, a 2005-ösről 708 darab területhasználati poligont digitalizáltam. A digitalizálás munkáigényes, de a pontos eredmények eléréséhez megfelelően alaposan igyekeztem elvégezni.

A domborzatmodellhez szükséges szintvonalakat az 1985–89-es felmérés 1 : 10 000-es topográfiai térképéről digitalizáltam (*2. ábra*). A domborzatmodell az ArcGIS *Topo to Raster* algoritmusával készült. Az antropogén hatások miatt a domborzat természetesen nem teljesen állandó (pl. bányászat), de ez a hatás a területen elhanyagolható kiterjedésű. Az 1980-as években a Kő-hát kavicsbányáját már elkezdték művelni, amely bánya 2005-re már valamivel nagyobb területet foglal el, viszont 1855–56-ban még nyoma sem volt.

Az adatok feldolgozáshoz, megjelenítéséhez és a domborzatmodell elkészítéséhez is ArcGIS-t használtam. A modellből vezettem le a lejtőkíttetés és átlagos lejtőhajlás értékeit. Összehasonlítottam az egyes területhasználati formák abszolút, illetve magassági övezetek szerinti megoszlását és változását. A magassági övezeteket 20 méteresre választottam meg, a vizsgált terület teljes magasságprofiljának a figyelembevételével. Ez a beosztás már elég részletes ahhoz, hogy használható eredményeket kapjak.

## 3. Cserszegtomaj és környékének természeti környezete

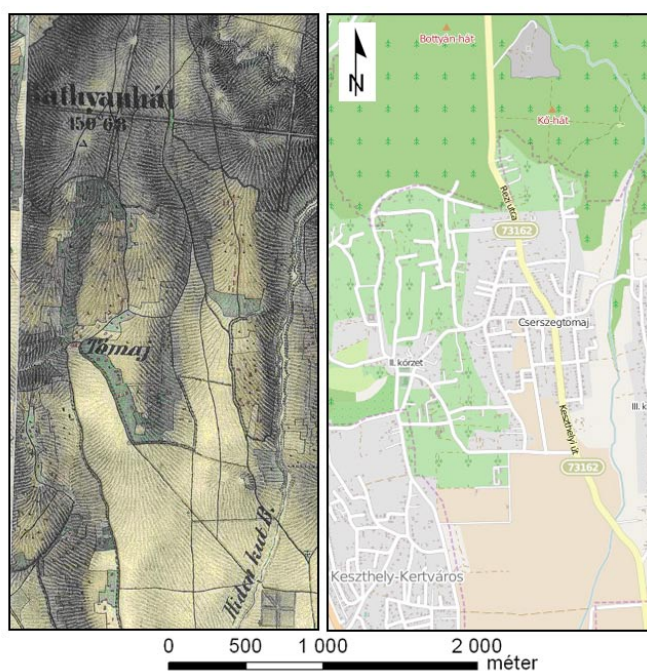
Cserszegtomaj vidéke az ősidőktől fogva ember által lakott terület volt, mert stratégiaileg kedvező helyen terül el. A terület központja az ókorban a római időkben Fenépuszta, majd a honfoglalás után Keszthely. Eközben a cserszegtomaji terület fejlődését mindvégig a mezőgazdasági jelleg határozta meg. Már a római kortól kezdődően természetek szőlőt a környéken. A középkorban Keszthely városa körül jöttek létre az azt övező hegyközségek, melyekben az itt élők elsősorban megtelepedve sajátos gazdálkodást folytattak, de a központi szerepet továbbra is a város töltötte be. A török időkben, a hegyközségekben egyre nehezebbé vált az élet, a végén már állandó lakossággal sem rendelkeztek. A veszély elmúltával ismét fejlődésnek indult a szőlőhegy, amit a lakosság számának, illetve a megművelt területek nagyságának növekedése is mutat (Benda, 1997), de ez igazán csak a 19. századtól vált dinamikussá. A következő korok eseményeit az eredmények részletezésével párhuzamosan tekintem át.

Cserszegtomaj területének nagy része a Keszthelyi-hegység nyugati hegyláb felszínén fekszik. A Keszthelyi-hegységben az attikai fázistól indulóan több ciklusban történt a kiemelkedés – üledékképződés, aminek eredményeképpen több morfológiai szint alakult ki 300, 250 és 130–165 méteres magasságokban (Bohn, 1979). A hegyláb felszínének a hegység nyugati oldalán a legjobban kifejlődtek, ahol a vizsgált terület is található. Itt a triász rögök csak helyenként bukkannak a felszínre a fiatalabb üledékek alól. A területen található a 3320 méter összhosszúságú Cserszegtomaji-kútbarlang, mely a temető kútjából nyílik („Cserszegtomaji-kútbarlang” n.d.), míg tőle néhány száz méterrel nyugatra egy

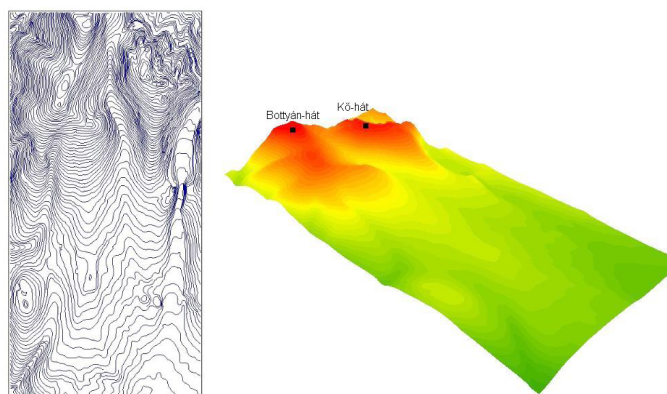
1. táblázat. A területhasználati formák kiterjedése a vizsgált területen.

Terület (ha)	1855–56		1985–89		2005	
	hektár	%	hektár	%	hektár	%
erdő	239,00	29,88	219,30	27,41	243,00	30,71
rét, legelő	18,15	2,27	71,61	8,95	32,59	4,12
szántóföld	315,00	39,38	288,83	36,11	211,60	26,74
kert, gyümölcsös	50,53	6,32	58,36	7,30	143,39	18,12
szőlő	145,49	18,19	95,28	11,91	43,64	5,52
beépített terület	8,82	1,10	66,56	8,32	117,07	14,80

földolomit kibukkanás, a Biked-tető fekszik, amelyen ös-hévíz forrástölcsérek ismertek. Rezi környékén homokbányák működnek.



1. ábra: A vizsgált terület a 19. század közepi második katonai felmérés és az Openstreetmap.org jelen állapotokat mutató szelvényén.



2. ábra: A vizsgált terület digitalizált szintvonalai és a segítségével készített domborzati modell délnyugati irányból nézve.

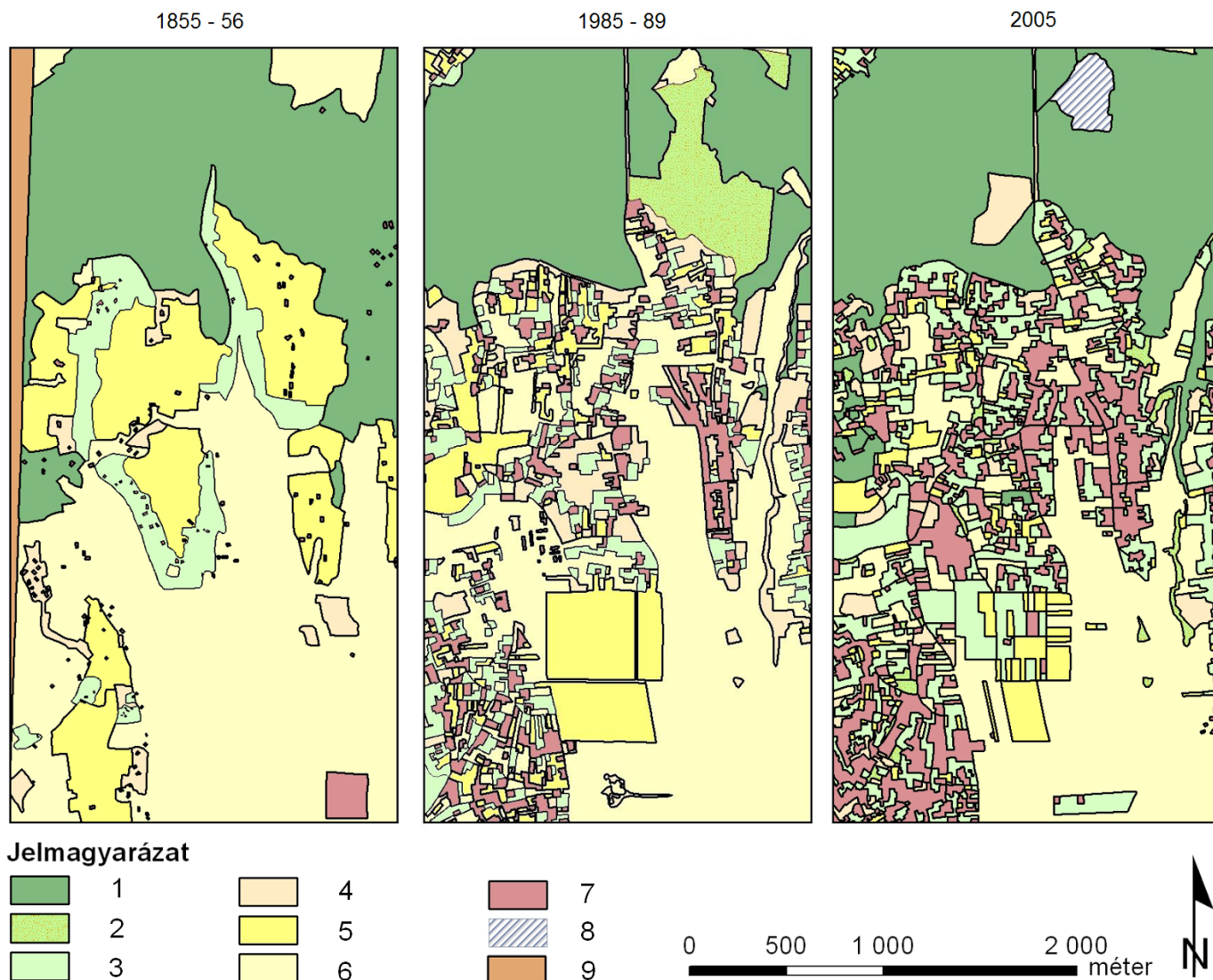
Felszíni vízfolyások a karsztos felszínen nehezen tudnak kialakulni, a vizsgált területen átfolyó Csókakő-patak is csak nagyobb esőzésekkor vagy hóolvadáskor szállít vizet. A vízhiány a hegyközség fejlődésére is nagy hatással volt, mivel csak kevés kút volt ott. Akinek nem volt kútja annak messzire kellett elmennie a vízért, vagy valamilyen ellenszolgáltatás fejében használhatta más kútját. Ez a helyzet a vezetékes vízhálózat kiépítésével változott meg. A vizsgált területen meghatározó délies kitétséggű lejtők kedveznek a mezőgazdasági művelésnek. A talajok kialakulását itt az alapkőzet határozza meg erőteljesen. A tömör kőzeteken rendzina talajok, míg a löszön barnaföldek és agyagbemosódásos barna erdőtalajok képződtek. Ezek a talajok általában vékonyak, vízgazdálkodásuk kedvezőtlen, könnyen pusztulnak, amiben közrejátszik a heglábfelületeken folytatott mezőgazdasági művelés.

2. táblázat. A felszínhasználati formák átlagmagassága a vizsgált területen (saját szerk.).

Átlagmagasság (m)	1855–56	1985–89	2005
erdő	201,20	231,70	200,70
rét, legelő	180,20	196,80	188,20
szántóföld	176,40	180,08	179,93
kert, gyümölcsös	185,00	192,49	193,14
szőlő	194,47	192,31	191,71
beépített terület	192,28	192,72	195,97

3. táblázat. A felszínhasználati formák átlagos lejtése a vizsgált területen (saját szerk.).

Átlagos lejtés (fok)	1855–56	1985–89	2005
erdő	7,06	8,50	7,60
rét, legelő	3,69	5,71	6,33
szántóföld	3,34	3,49	3,64
kert, gyümölcsös	3,57	5,18	4,76
szőlő	5,00	5,24	4,65
beépített terület	4,28	4,66	4,63



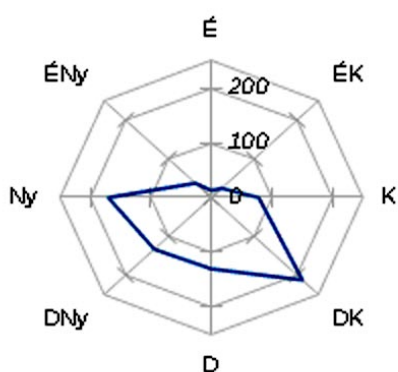
3. ábra: Területhasználat változása 1855 és 2005 között.

## 4. Eredmények

### 4.1. A domborzati modellből kiolvasható adatok

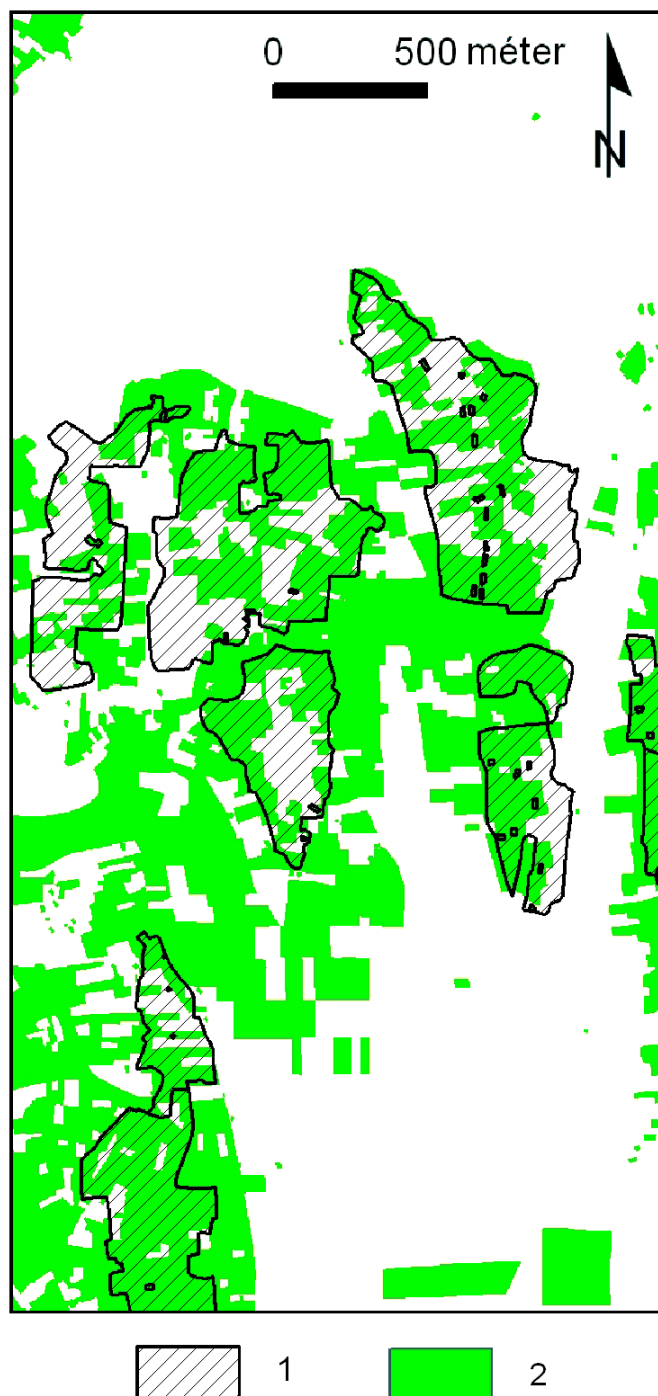
A 8 km<sup>2</sup>-es terület átlagmagassága a domborzatmodell alapján 206 méter, átlagos lejtőhajlása 5,9 fok. A domborzat délről északra magasodik, a legalacsonyabb pont délen 121 méteres magasságban fekszik, majd legmagasabb pontját, 313,6 métert a Bottyán-háton éri el. A Bottyán-háttól keletre található másik kiemelkedés a Kő-hát, ennek magassága 304 méter. A közöttük húzódó völgy szerepe a közlekedés szempontjából nagyon fontos, mert itt halad a Rezi felé tartó út.

A digitalizált területhasználati formák poligonjaiból és a domborzati modellből rengeteg számszerű adatot olvastam ki. Ezek közül területhasználati formákra vonatkozókat az 1., 2. és 3. táblázatban foglaltam össze, melyekre még hivatkozni fogok később az elemzésben.



4. ábra: A vizsgált terület kitétségi viszonyainak megoszlása (hektár).





5. ábra: A beépített területek, kertek, gyümölcsösök térnyerése a szőlők rovására.

#### 4.2. Cserszegtomaj élete és területhasználatának változásai az elmúlt másfél évszázadban

A Keszthely körüli szőlőhegyeken a török uralom után elszórtan telepedtek le az emberek, de néhány sűrűbben lakott terület is megjelent az utak mellett. Az első épületek ideiglenes hajlékok, pincék, gazdasági épületek voltak (Benda, 1997). A 19. század közepén ezek még szétszórtan helyezkedtek el, de néhol már néhány csoportosulás is megfigyelhető, amelyek már állandóan lakott épületek lehettek (3. ábra). A szőlőhegyek jelentősé-

ge a század elejétől egyre növekedett, és a lakosság szám emelkedése szükségessé tette az igazgatás megszervezését. Ez vezetett végül Cserszeg és Tomaj egyesüléséhez (1847), noha a két rész még sokáig elkülönült egymástól a Rezi út mentén.

A vizsgált területen a területhasználat három nagyobb részre osztható már a 19. században. A déli területeken a szántók, az északon az erdők, a középső részeken a szőlők és gyümölcsösök voltak ekkor meghatározóak. A vizsgált terület nagyobb részét mezőgazdaságra, kisebb részét (nagy lejtésű és rossz talajú területeket) erdőgazdálkodásra hasznosították. Ezzel magyarázható, hogy az 1855–56-os szelvényről digitalizált adatok szerint szántóföldek foglalják el a vizsgált terület kétötödét és erdők az egyharmadát. A harmadik legnagyobb kiterjedéssel a szőlők rendelkeznek, ekkor közel egyötödét borították a vizsgált területnek (3. ábra, 1. táblázat). Ezek többnyire a közepesen lejtésű domboldalakon foglalnak helyet, ahol nagyon kedvezőek számukra a kitettségi viszonyok, mert nyugati és déli, délkeleti lejtők vannak többségben (4. ábra).

A 19. század végén a szőlők szerepe háttérbe szorult, amiben a filoxéra pusztítása is szerepet játszott. Később sok szőlőt nem telepítettek újra, sőt inkább lassan, de folyamatosan egyre többet kivágtak. Területük a 19. század közepe és 20. század vége között egyharmadával csökkent. A megszűnt szőlők helyét csak foltokban hódította vissza a természet, mert ezeket a területeket más módon hasznosították, a legtöbbet beépítették (3. ábra, 1. táblázat).

A 20. század első felében Keszthely és Hévíz a turizmusnak köszönhetően felvirágzott, de ez a hullám Cserszegtomajt egyelőre elkerülte (majd a csak 20. század végén lesz a falu életében jelentősége).

A következő változást a szocializmus hozta, ez jelenti az infrastruktúra fejlesztését és a gazdálkodás, a birtokviszonyok mesterséges átalakítását. Az út és közműhálózat kiépítése tette lehetővé a település növekedését. A mezőgazdaság átalakítása miatt a hagyományos gazdálkodás háttérbe szorult, a fiatalok a városba áramlottak. Az 1980-as évtizedben a korábbihoz képest más települést látunk. Több csomópontot találunk mindkét településrészen, amelyek a korábbi központok helyén vannak (3. ábra). A földművelés gazdasági jelentősége nagyon csökkent, a munkaképes népesség fokozatosan az ipar és a szolgáltató szektorba áramlott (Vajkai, 1999).

A 20. század végén a mezőgazdasági területek aránya azonban továbbra is magas maradt a területen, bár egyre kevesebben „keresték a kenyerüket” ebben az ágazatban. A 19. század közepéhez képest a területi arányok keveset változtak, csak a már említett beépített területek és szőlők változtak jelentősen, illetve az állattenyésztés fennmaradása miatt a rétek és legelők területe, amely 2,3%-ról 9%-ra emelkedett (1. táblázat).

A második két időbeli metszetünk a rendszerváltás

utáni változásokat mutatja be. Ekkor a hévízi és keszthelyi turizmus erősödése miatt, Cserszegtomajon is egyre többen (köztük külföldiek is nagy számban) építettek hétvégi házat, nyaralót. A Rezi út mentén lassan összeért a két településrész, mert itt kedvezőek a közlekedési viszonyok és itt jelöltek ki beépítésre szánt területeket (3. ábra). Ezen a részen az új állandó lakosok aránya ma is magasabb, mert innen lehet a leggyorsabban a városokba eljutni. A nyugati részen Hévíz közelsége miatt nyaralók épültek. Mivel itt nagyobb a telekméret, ezért a központi részekhez képest kisebb a beépítés sűrűsége.

A beépítés növekedése előnyökkel és hátrányokkal is járt. A legfontosabb negatív hatások abból adódnak, hogy a kiépített infrastruktúra nem volt felkészülve nagyobb számú népesség kiszolgálására. Másik megfigyelhető jelenség az volt, hogy egyre sűrűbben építették be a telket, ami miatt az egyes kertek területe egyre kisebb lett, de a kertté átalakított területek kiterjedése nőtt. A kertek arányának növekedését a házak számának növekedéséhez kapcsolhatjuk, mert a településen a legtöbb ház rendelkezik kerttel. Az új beköltözők a hagyományos gazdálkodást már nem folytatják a faluban, az új épületek többsége nem is állandóan lakott.

Megállapítható, hogy a katonai felmérés óta a háttérbe szoruló művelési ágak közül a szőlők területe csökkent legnagyobb mértékben, területük szétaprózottá vált és helyüket beépített területek és a házak körüli kertek vették át (5. ábra). Számszerűen az eredetileg szőlőként hasznosított területek 62,3%-át foglalta el a két utóbbi kategória. Szintén a beépítés növekedésének esett áldozatul a rét-legelő és a szántók jelentős része. Ezek a folyamatok egy szerkezetileg átalakuló település képét tárják elénk, ahol ma a régi hegyközségi jelleg bevallottan már csak hagyományként, ha úgy tetszik turisztikai vonzerőként játszik szerepet. 2005-ben az északi részen bányaterület jelenik meg új elemként, területe 8,7 hektár (1,1%).

### 4.3. A magassági övezetek elemzése

A vizsgálat következő „ágát” a domborzat magassági övezeteinek elemzése jelenti, amiből a területhasználati kategóriák magassági eloszlását ismerhetjük meg, illetve ennek változását az utóbbi másfél évszázad során (2. táblázat). A 121 és 313 méteres tengerszint feletti magasságú felszint 20 méteres övezetekre osztottam. Megfigyelhető az a tendencia, hogy egyre magasabb térszíneket építenek be.

A legalacsonyabban fekvő területeken, ahol a lejtés is jellemzően kisebb, a szántóföldek vannak többségben. Ez nem csak a természeti adottságok miatt van így. A Keszthely és a szőlőhegyek közötti síkról nem kellett hosszú ideig szállítani a terményt a városig. Ezek a 121–140 méteres, a 141–160 méteres és a 161–180 méteres övezetek.

A legnagyobb területű a 161–180 méteres magasságú zóna (213,6 hektár, amely a teljes terület 26,7%-a). Itt a

szántóföldek aránya a legmagasabb, azaz 2005-ben 51,7% volt, de napjainkban is folyamatosan csökken (aránya a 19. század közepén 73,6% volt). Itt a lakott területek hódítottak teret, főleg a két falurész közötti zónában.

A teljes területen a 181–200 méteres kategória a második legnagyobb, 178 hektár kiterjedésű. Itt a felszín egyre meredekebbé válik, ebből következően eredetileg jelentős volt a szőlőművelés. Mára az intenzív beépítés következtében ez háttérbe szorult az épületek és kertek aránya mögött.

A 19. században 201–220 méteren a szőlők foglalták el a legnagyobb területet, de ezt az előzőekhez hasonlóan jórészt beépítették. Ez már egy 7,6 fok átlagos meredekségű övezet (3. táblázat). Kijelenthető, hogy újabban a meredekebb, kedvezőtlenebb természeti adottságú részeket is beépítik. Ennek háttérben az állhat, hogy ezek jó panorámával rendelkeznek Hévíz és Keszthely irányában. Ebben a magasságban megjelennek az erdők, viszonylag állandó területtel a három vizsgált időszakban.

A következő övezetek egyre meredekebbek, ezért a természetes növényzet nagyobb arányban maradhatott meg, az ember csak a laposabb részeket vette birtokba, de erre is tovább terjeszkedik a település. A legmagasabb, 281–300, 301–313 méteres magasságokban szinte kizárólag erdőket találunk.

## 5. Összefoglalás

Munkámban Cserszegtomaj térbeli fejlődésének történetét és a tájhasználat változását vizsgáltam a 19. század közepétől a 21. század elejéig. Három térképszelvény állt rendelkezésre az említett időszakban, amelyeket geoinformatikai eszközökkel dolgoztam fel. A számszerű kiértékelés eredményeit folyamatosan összevettem a településtörténeti eseményekkel.

Cserszegtomaj a Keszthelyt övező szőlőhegyek egyiken alakult ki. A hegyközség a 19. századtól dinamikus fejlődésnek indult, de a szőlőhegyi jelleget csak a század végéig őrizte. A lakosság nagy része ekkor még mezőgazdaságból élt. A második katonai felmérés ezt az állapotot dokumentálja a két településrész (Cserszeg és Tomaj) egyesülése utáni évtizedben. Ekkor a település területhasználatában a szántók, erdők és szőlők domináltak (3. ábra, 1. táblázat).

A 20. századfordulótól kezdett egyre sokoldalúbb településsé válni, Keszthellyel mindvégig szoros kapcsolatban volt, azonban a város 20. század elején tapasztalható fellendülés elkerülte. A filoxéra sok szőlőt elpusztított és innentől kezdve ez a gazdálkodási forma folyamatosan háttérbe szorult, ami természetesen a területhasználatban is jól megfigyelhető. A szocialista időszak gazdasági átalakulásait is tükrözi az 1988–89-ben felmért térkép, amelynek jellemzői a nagyobb birtokok, illetve az állattenyésztés előtérbe kerülése és a tervszerű településfejlesztés. A 20. század végéig a szőlőterületek jelentősé-

gének csökkenése, illetve a rétek és legelők, valamint a beépített területek növekedése figyelhető meg (3. ábra, 1. táblázat).

A rendszerváltástól a nyaraló-pihenő jelleg kerül előtérbe. Ez sok nem állandóan lakott ingatlan felépülésével járt, melyeket nagy számban birtokolnak külföldiek, akik Hévíz és a Balaton közelsége miatt választják Cserszegtomajt. Az új épületek korábban mezőgazdaságilag művelt területekre, szőlőkre, gyümölcsösökre, rétekre épülnek az egyre meredekebb és magasabb domboldalakat is birtokba véve.

A magassági övezetek vizsgálata során arra a következtetésre jutottam, hogy a legalacsonyabb és egyben a legkisebb meredekségű részeket mind a mai napig főleg szántóföldek borítják (bár ezek aránya csökkent a 19. század közepe óta). A közepes magasságú és meredekségű területeken eredetileg vegyes volt a felszínhasználat, de az utóbbi időben a szőlők és rétek erős csökkenése, valamint a beépített területek és kertek erős növekedése figyelhető meg itt. A vizsgált terület legstabilabb területhasználati formáját a legmagasabb térszíneket borító erdők adják, amelyeket egyelőre a beépítési hullám elkerült.

## Irodalomjegyzék

Beluszky, P. (1999). *Magyarország településföldrajza. Általános rész.* Budapest–Pécs: Dialóg Campus Kiadó.

Benda, G. (1997). A Keszthely környéki szőlőhegyek építkezése. In Benda G. (szerk.), *Társadalomtörténeti tanulmányok* (442–455). Budapest: Osiris Kiadó.

Bohn, P. (1979). *A Keszthelyi-hegység regionális földtana.* Budapest: Műszaki Könyvkiadó.

Bontz, J. (1896). *Keszthely város monográfiája.* Keszthely: Farkas János könyvnyomdája.

Budai, T., Császár, G., Csillag, G., Dudko, A., Koloszar, L., & Majoros, G. (1999). *A Balaton-felvidék földtana.* Budapest: Magyar Állami Földtani Intézet.

*Cserszegtomaji kútbarlang.* (n.d.). Letöltve: [http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave\\_4440-2](http://www.termeszetvedelem.hu/index.php?pg=cave_4440-2)

Elekes, T. (2008). *A földrajzi tényezők szerepe a településfejlődésben.* Budapest–Pécs: Dialóg Campus Kiadó.

Frisnyák, S. (1990). *Magyarország történeti földrajza.* Budapest: Tankönyvkiadó.

Gyenizse, P. (2001a). A természeti környezet hatása a DK-Dunántúli településhálózat sűrűségének változására. In Judit M. (szerk.), *Földrajz az egész világ: Geográfus Doktoranduszok V. Országos Konferenciája* (99–104). Miskolc: Miskolci Egyetem.

Gyenizse, P. (2001b). Egy DK-dunántúli példa az eltérő természeti környezettípusok településhálózat sűrűségmó-

dosító hatására. In Kovács J. & Lóczy D. (szerk.), *A vizek és az ember: Tiszteletkötet Lovász György professzor úr 70. születésnapjára* (115–125). Pécs: PTE TTK Földrajzi Intézet.

Gyenizse, P. (2005). Helyi és helyzeti energiák hatása síksági települések fejlődésére (a Dráva-alföld és a Fekete-víz síkja példáján). In Bugya T. & Wilhelm Z. *Tanulmányok Tóth Józsefnek* (259–272). Pécs: PTE TTK Földrajzi Intézet.

Gyenizse, P. (2007). A térinformatika néhány alkalmazási lehetősége az önkormányzati irányításban és tervezésben. In Nagyvárad L. & Varga G. *Térinformatika és alkalmazása* (62–76). Pécs: PTE TTK Földrajzi Intézet.

Gyenizse, P. (2010). *A természeti adottságok szerepe a délkelet-dunántúli települések fejlődésében.* Pécs: PTE TTK Földrajzi Intézet.

Gyenizse, P., & Kovács, B. (1999). A települések és a természeti környezet kapcsolata a Völgységben. In Füleky G. (szerk.), *A táj változásai a Kárpát-medencében* (331–344). Gödöllő: GATE, Szent István Egyetemi Kiadó.

Gyenizse, P., & Kovács, B. (2000). Természeti környezet és a települések kapcsolata a Drávamenti- síkságon. In Füleky G. (szerk.), *A táj változásai a Kárpát-medencében a történelmi események hatására* (199–204). Budapest–Gödöllő: GATE, Szent István Egyetemi Kiadó.

Gyenizse, P., Lovász, G., & Tóth, J. (2011). *A magyar településrendszer. A változó természeti környezet és társadalmi-gazdasági viszonyok hatása Magyarország településrendszerére.* Geographia Pannonica Nova 10. kötet. Pécs: IDRResearch Kft./Publikon.

Gyenizse, P., Nagyvárad, L., & Pirkhoffer, E. (2008). Pécs domborzati képe, Pécs beépítettsége. *Pécsi Szemle* 11(2), 97–103.

Hajnal, K., Pirisi, G., & Trócsányi, A. (2009). A táj és a belőle fejlődő város: Pécs. In Fábrián Sz. Á. & Kovács I. P. (szerk.) *Az édesvízi mészkövektől a sivatagi kéregig* (149–166). Pécs: Publikon Kiadó.

Józsa, E. (2013). A település és a domborzat viszonyának geoinformatikai alapú vizsgálata Bátán. *Természetföldrajzi Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetéből*, 2013(1), 21–36.

Kovács, Z., Tózsza, I., & Gecső, O. (1988). A települési környezet információs rendszere (Budapest ökológiai viszonyainak példáján). *Városépítés*, 24(5), 16–18.

Lenner, T. (2012). Győr történeti-településföldrajza. *Településföldrajzi tanulmányok*, 2012(2), 128–142.

Lóczy, D. (2002). *Tájértékelés, földértékelés.* Budapest–Pécs: Dialóg Campus Kiadó.

Lóczy, L. (1913). *A Balaton környékének geológiai*

- képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. *A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei 1. köt., 1. rész, 1. szakasz.* Budapest: Kilián.
- Lóczy, L. (1920). *A Balaton földrajzi és társadalmi eredményeinek leírása: a Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei c. monografia-gyűjtemény adatai alapján.* Budapest: Hornyánszky Viktor M. Kir. Udvari Könyvnyomdája.
- Lovász, Gy. (1982). A természeti környezet szerepe a városépítésben. *Településfejlesztés*, 2(3–4), 17–26.
- Marosi, S., & Szilárd, J. (1974). Domborzati hatások a gazdálkodásra és településekre. *Földrajzi Közlemények*, 98, 185–196.
- Mendöl, T. (1963). *Általános településföldrajz.* Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Mohos, M. (1988). Délnyugat-dunántúli kisvárosok funkcióinak történeti-földrajzi vizsgálata. In Szita L. & Vonyó J. (szerk.), *A dél-dunántúli történelem I. regionális konferenciájának válogatott előadásai* (55–61). Pécs: MTA Pécsi Akadémiai Bizottság.
- Morva, T. (2013). *Cserszegtomaj kialakulásának geoinformatikai vizsgálata* (Kézirat, Szakdolgozat). PTE Földrajzi Intézet, Pécs.
- Nagyváradi, L., & Pirkhoffer, E. (2008). A modern geográfia kihívása: a térinformatika önkormányzati alkalmazásának új lehetőségei Kozármisleny példáján. *Földrajzi Értesítő*, 57, 299–311.
- Pécsi, M. (1984). A földrajzi környezet értelmezése és a környezeti hatások értékelése a gazdaságfejlesztés szolgálatában. *Földrajzi Közlemények*, 108, 309–313.
- Perényi, I. (1975). *Városi környezet – városépítéset.* Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Szabó, G., & Szabó, S. (2010). A Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) során nyert adatbázis pontosságának vizsgálata hazai mintaterületeken. *Geodézia és Kartográfia*, 62(3), 31–35.
- Szabó, G., & Szabó, S. (2013). Városi felszínmodell generálása távérzékelés alapú adatgyűjtéssel. In Lóki J. (szerk.), *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában, IV. Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás*, (373–378). Debrecen: Debreceni Egyetem.
- Szabó, S. (2001). Connection between Soil and Landscape Sensitivity. *Ekológia*, 20, 285–291.
- Tóth, J. (1981). A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és gyakorlati kérdése. *Földrajzi Értesítő*, 30, 267–291.
- Vajkai, A. (1999). *A magyar nép életmódja.* Budapest: József Műhely Kiadó.
- Wilhelm, Z. (1997). A környezetállapot hatása a településfejlődésre az Alsó-Duna-vidék néhány községében. In Kovács T. (szerk.), *A fenntartható mezőgazdaságtól a vidékfejlesztésig, IV. Falukonferencia* (244–250). Pécs: MTA RKK.

# Geomorfológiai tanulmányúton a Małopolskie régióban

(Jagiellonian University, Krakkó, Lengyelország, 2014. április 7–12.)

Kalmár Péter<sup>1</sup> – Józsa Edina<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MSc hallgató, PTE TTK Földrajzi Intézet, E-mail: kpeter@gamma.ttk.pte.hu

<sup>2</sup> MSc hallgató, PTE TTK Földrajzi Intézet, E-mail: edina.j0zs4@gmail.com

DOI: 10.17799/2014.1.35

A Campus Hungary ösztöndíj keretében szervezett tanulmányút helyszínének kiválasztásában két kiemelkedő szempont játszott szerepet. A geomorfológia szakirányos mesterhallgatók számára a hazától markánsan eltérő formakincs és tájkép megismerését szolgáló terepbejárásokra lehetőséget adó mintaterület, illetve egy olyan egyetemi kutatóhely felkeresése, ahol a geomorfológiai kutatásokban alkalmazható eszközök bemutatására és kipróbálására is alkalom nyílhat. A pályázatban a küldő és fogadó intézmény között fennálló hosszú távú szakmai kapcsolat is mérvadó volt a döntés során. A Jagelló Tudományegyetem és a PTE TTK több mint 10 éve bilaterális szerződést kötött oktatócserére, 5 éve közös CEEPUS hálózat tagjai, valamint 2 éve ERASMUS/ERASMUS+ ösztöndíj kapcsolatot is kialakítottak. Emellett a PAN IGiPZ (Polish Academy of Sciences, Institute of Geography and Spatial Organization) munkatársaival is régóta tartó szakmai kapcsolatot ápol a Földrajzi Intézet az érintett szakterületen. A különböző csereprogramok révén a két egyetem földrajzi intézetének oktatói, PhD, MSc és BSc hallgatói már több alkalommal jutottak el partnerintézményükbe és vettek részt közös szakmai tevékenységeken, terepi munkákon. A szakmai kapcsolatok révén már szakdolgozat is született. A geomorfológia diszciplinán belül Krakkó kiemelkedő, európai szintű kutatóhely, komoly terepi és labor eszközparkkal, kutatóállomásokkal. Több olyan módszer tanulmányozására, kipróbálására van lehetőség, amely Pécsen elérhetetlen.

A krakkói felsőoktatás, hasonlóan a pécsi egyetemhez, nagy múltra tekint vissza. III. Kázmér

több éves igyekezete eredményeképpen, 1364-ben a pápa engedélyével egyetemet alapíthatott Közép-Európa e kiemelkedő városában. A történelmi belvárosban elszórtan elhelyezkedő egyetemi épületek napjainkban nem tudtak lépést tartani a megnövekedő hallgatói létszámmal, ezért 1999 óta folyamatosan egy modern kampusz kiépítésén dolgoznak. Ez az új épülettömb a Zakrzówek és Psychovice városrészek között, a központtól közel 4 km-re terül el (1. ábra).

A tanulmányút első napjaiban lehetőségünk volt betekintést nyerni a Földrajzi Intézet újonnan kialakított és modern műszerekkel felszerelt kutatólaborjaiba, ahol többek között szemcseeloszlás mérő, közetmikroszkóp, beütő talajmintavevő, dendro-geomorfológiai vizsgálatokra alkalmas műszerek gyakorlati alkalmazásával ismerkedhettünk meg (2. ábra).

A tanulmányút jelentős részét a terepbejárások töltötték ki. A vezetésünkre felkért doktorandusz kapcsolattartónk (Mateusz Sobucki) elsőként Krakkó környékének geomorfológiai viszonyait mutatta be – a térséget ábrázoló



1. ábra: A Biológia és Földtudományi Kar új épülete. (Fotó: Kalmár P.)



2. ábra: Bemutató a dendro-geomorfológiai laborban. (Fotó: Varga T.)

geomorfológia térképet összevetve a város nevezetességei közé tartozó egyik ún. kopiecről, kisebb mesterséges dombról élénk táruló valósággal. Beszámolt a város terjeszkedését befolyásoló környezeti tényezőkről, különös tekintettel a földtani és geomorfológiai sajátosságokra.

A Krakótól északra elhelyezkedő Ojców Nemzeti Parkban tettünk tanulmányi kirándulást. A terepbejárás során megfigyeltük az alacsony mészkőfennsík formakincsét (kiemelt látványosság „Herkules buzogánya”, amely egy kipreparálódott mészkőoszlop), az ott zajló karsztos folyamatokat. Vezetőink elmagyarázták a terület glaciális felszínfejlődésének sajátosságait, a barlangok és a területet tagoló völgyek fejlődéstörténetét. Mindezt összevetettük a hazánkban már publikált travertin- és barlangi-sztratigráfiával. Emellett a nemzeti park kultúr-történeti emlékeit is megtekintettük: Vízi Kápolna, Pieskowa Skała kastély, várrom (3. ábra).

Egy egész napos terepmunka során ellátogattunk a Tatra Nemzeti Parkban található Chocholowska-völgybe, ahol megfigyeltük egyrészt a recens geomorfológiai folyamatokat (lavinák kialakulása, forrásfeltörések, medermorfológiai folyamatok), illetve a 2013/14 telén pusztító szélvihar következményeit. A területet vizsgáló doktorandusz (Eliza Płaczowska) részletesen beszámolt a térség földtani és geomorfológiai viszonyairól. Kutatási témájának bemutatásaként tájékoztatást kaptunk a völgyhöz kapcsolódó részvízgyűjtők eróziós folyamatairól, a kutatása során alkalmazott módszerekről (vízszint-mérés, klimatikus mérések, fluvialis eróziós mérések megfestett kavicsok monitoringjával), valamint a terepbejárás során a kihelyezett mérőműszerek te-

lepítéséről, működéséről is (4. ábra).

A csoport minden tagja profitált szakmailag abból, hogy a csoportos tanulmányút munkanyelve angol volt, így a hallgatók használták nyelvtudásukat, valamint a kutatások bemutatása, terepbejárások során szóba került földtani, geomorfológiai szakkifejezéseket is megismerték. Mindemellett a hallgatók nagy része saját kutatásaihoz tudja alkalmazni a megszerzett ismereteket.



3. ábra: Pieskowa Skała kastély. (Fotó: Kalmár P.)



4. ábra: A PTE TTK FI ifjú geomorfológusai. (Fotó: Kovács I. P.)

