

TELBI SZ TAMÁS

# Víz, jég, ember a karszton

## Montenegró

Montenegró sok szempontból különleges ország. Egyrészt alkotmánya szerint a Föld első „ökológiai állama”. Az egyetlen volt jogszláv tagköztársaság, mely súlyosabb konfliktusoktól mentesen vált függetlenné. Olyan ország, ahol egyoldalúan eurót használnak, ráadásul ezt már jóval a 2006-os függetlenné válás előtt bevezették. Mindezeket túl Montenegróban kétharmados többsége van a KARSZT-nak. Ez persze nem valamiféle politikai párttömörülés, hanem egy meghatározó természeti adottság, mely az ország területének 69%-át foglalja el. Bár nem ismeretes olyan világszintű lista, mely a karsztvidékek aránya alapján rendezné az országokat, de Montenegró feltehetően ebben a számban is dobogóra jutna, nem csak vízilabdában. Az alábbi írásban néhány érdekességet villantunk fel Montenegró karsztvidékeiről.

### Amikor a nagyon sok víz sem elég

Ha néhány viszonylag tájékozott embert megkérdeznénk arról, hogy merre van Európa legcsapadékosabb vidéke, a legtöbben alighanem Norvégia vagy Írország atlanti partjaira tippelnének. Esetleg a kontinentstől kicsit távolabb fekvő Izlandra. Ez már majdnem jó. Az izlandi gleccserekre évi 4000 mm csapadék hullik, de ez csak becslés, és hiteles mérés „csupán” 3300 mm-ről van. Meglepő módon az említett „esős” híru országokat megelőzve, az éves csapadékátlag európai rekordját Montenegró, még pontosabban a *Kotori-öböl* közelében fekvő *Crkvice* település tartja. A sokéves átlag (1961–1990) 4593 mm, ám ez csak az átlag, mert az eddigi rekordot az 1937-es év tartja, amikor 8036 mm csapadék zúdult a falucska lakóira. Számukra bizonyára emlékezetes volt 2000 karácsonya is, amikor december 28-án egyetlen nap alatt (!) 452 mm csapadék hullott az égből. A kiemelkedően magas csapadékot többnyire a nyugat, délnyugat felől érkező ciklonok szállítják ide, melyek az Adriai-tenger felett „felszívják” a vizet, majd a

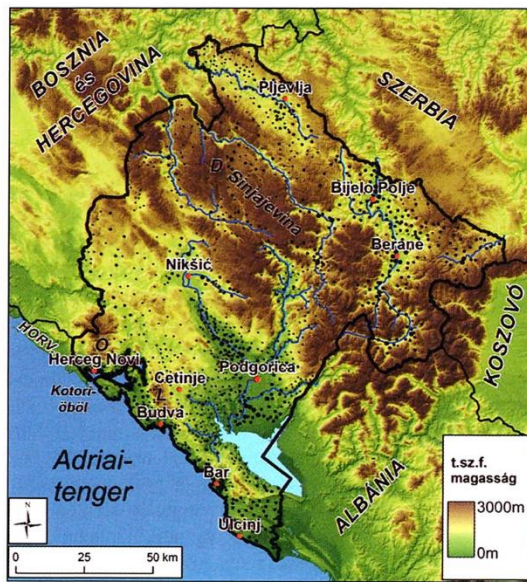
parti Dinaridák hatására gyors felemelkedés következik be, és a nedves légtömegek „kieresztk” a vizet. Ezért orografikus, azaz elsősorban domborzat által kiváltott csapadékképződéssel magyarázhatjuk ezt az extrém nedves éghajlatot, ami azonban csak viszonylag kis területen, a parthoz közel fekvő hegyvidéken érvényesül. A rekordot mérő Crkvice falu 937 m tengerszint feletti magasságban fekszik, így feltehető, hogy az Orjen hegység 1894 méteres tetejét még több csapadék öntözi.

Ilyen adatokkal felvértezve kerestük fel Crkvice-t, melynek nemcsak a nevét nehéz kimondani, hanem a megközelítése sem

jük a szemünket. Ez alapján Montenegrót tulajdonképpen jogosabb lenne a „fehér hegyek országának” nevezni, ám a Montenegró (Crna Gora), azaz „fekete hegy” elnevezés a helyiek szerint arra vezethető vissza, hogy régen sokkal erdősebb volt a hegyvidék, különösen a parti részek, így a hajósok nevezték el ezt a partszakaszt „fekete hegyeknek” a máshol még kopárabb és még fehérebb karsztvidékekhez viszonyítva.

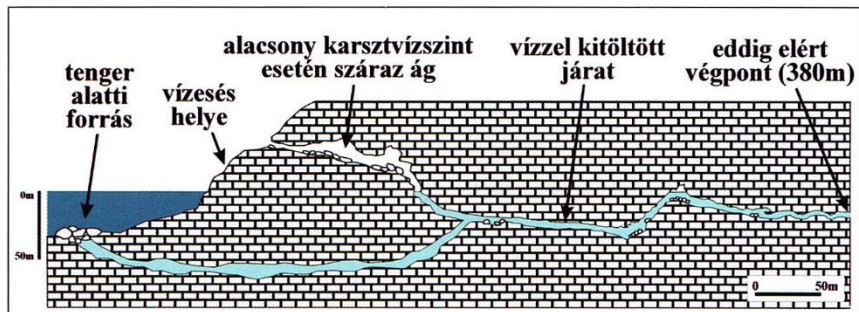
Még a növényzetnél is ritkásabb az emberi jelenlét. Crkvice 49 lakosából (2011-es adat, azóta lehet, hogy még tovább fogyatkozott) alig egy-kettővel találkozunk, dűledező, vagy annál is romosabb házak fogadnak, és csupán néhány zöldellő veteményfolt árulja el, hogy ez a sekély föld is képes termést hozni, ha öntözik. Mert bármilyen furcsán is hangzik, a vízhiány súlyos lehet itt, Európa legcsapadékosabb vidékén. Az ok a mediterrán éghajlatban keresendő, ami „rosszul” osztja be a vizet; ősztől tavaszig sok esik ugyan, de a nyár meglehetősen forró és száraz. Így az embernek kell „korrigálni” az eloszlást. Szinte véletlenül találunk rá a falucska legfontosabb stratégiai építményére, mely külsőre alig árul el valamit: messziről széles, nagy terasznak tűnik csupán, melyen pár „kőtömb” hever. A kőtömbök valójában lyukakat vesznek körbe, melyeken át a mélybe tekintve a sötétben megsejtjük a vizet – ez a ciszterna. E nélkül nincs élet itt a karszton, mert a lehulló víz pillanatok alatt a mélybe szívárog, a kiválóan karsztosodó mészkö egy pillanatok alatt „benyeli” az összes vizet, így se patak, se talajréteg nem őrzi meg a télen lehulló vizet (havat), csak a ciszterna.

Hidrológiai szempontból ez a „bemene-ti” oldal, vegyük szemügyre tehát a „kimenet” is, azaz lássuk mi a helyzet a Kotori-öböl partvidékén!



Montenegró domborzata (D: Durmitor; L: Lovčen; O: Orjen)

egyszerű a szűk, kanyargós hegyi utakon. Az egyenlítői övre emlékeztető óriási csapadék alapján trópusi esőerdők buja képe jelent meg lelki szemeink előtt, ám ehelyett a valóságban a Dinári hegyvidékre oly sok helyen jellemző szűrős, gyakran áthatolhatatlan növényzet (fenyvesek, macchia) tűnik fel itt is, míg máshol a kopár, fehér mészkösziklákon legeltethet-



A Kotori-öbölben fakadó Sopot-forrás barlangjának hosszszelvénye (Stefanovic et al. 2010 alapján)

Risani strand. Áll a levegő. Sem a hegyek felől érkező bőra, sem a tenger felől fújó sirokkó nem borzolja a vizet. Csokibarna, rákvörös és tejfehér testek hevernek a parti köveken, jólesik a csobbanás az átlátszó tengervízben. Utána pedig jólesik a zuhany, hogy a sót lemossuk magunkról. Azaz csak jólesne, mert nincs édesvíz. Itt, Európa legcsapadékosabb hegyeinek tövében! Meglehetősen paradox helyzet, hogy a Kotori-öböl a növekvő turizmus mellett egyre nehezebben birkózik meg a vízhiánnyal, és időnként kénytelenek vízkorlátozó intézkedéseket bevezetni.

A kiszáradt patakmeder mentén fölfelé indulva hamarosan a Spilaforrásbarlanghoz érünk, ennek torkában találunk némi édesvizet. Az öböl mentén sorakozó karsztforrások vízjárása egyébként szélsőségesen ingadozó, aminek számos oka van. Egyrészt a zömmel közepidei mészkőből felépülő hegyek olyan mértékig át vannak lyuggatva a karsztosodás révén, hogy a víz néhány óra alatt eljut az 1000 méter fölötti fennsíkokról a tengerszintig, azaz késleltető, tározó hatás alig érvényesül. Így az egyedi, extrém csapadékeseményeket a források rövid, ám heves kitörése követi, a csapadék egyenlőtlen évi eloszlása pedig a karsztvízszint 40 méteres szezonális ingadozásához vezet. Rövid, de látványos vízése miatt az öbölben legismertebb a Sopot-forrás, mely 50 méterrel a tengerszint felett fakad, bár nyáron többnyire nem fakad. Ugyanakkor legnagyobb hozama a 200 m<sup>3</sup>/s-t is meghaladják (noha pontos érték a mérés nehézségei miatt nem ismert)! Ez ötször akkora, mint a Rába közepes győri vízhozama, avagy alföldi olvasóink kedvéért: kétszer akkora, mint a Tisza szárazos időszakban Szegednél. Mégis, ez a forrásvíz alig használható a vízellátásban!

Az egyenlőtlen vízeloszlás hátrányát tovább súlyosbítja az a tény, hogy ezek a források javarészt a jégkorszakok alacsonyabb tengerszintjéhez igazodva fejlődtek ki, így egyes járataik a mai tengerszint alá nyúlnak, ott érik el a tengert. De a vízforralom sajnos nem egyirányú, és a sós víz

ezen a járatokon keresztül behatol a barlangba, így kevert „brakkvíz” jön létre, ami fogyasztásra nem alkalmas. A barlangi bűvárok 380 méter hosszúságban tarták fel a Sopot-forrás vízzel telt járatait, és méréseik szerint csak a legvégén található egyértelműen édesvíz. Ám hiába próbálnának innét vizet nyerni, mert az esetleges szivattyúzás hatására a sós víz esetleg feljebb hatolhat a járatokban. Vízáró rétegek híján nehézségekbe ütközne egy barlangi tározómedence kialakítása is, mert a víz számos oldaljáraton keresztül egyszerűen elszivárogna. Mindezen problémák miatt úgy tűnik, hogy a kotori paradoxon, vízbőség és vízhiány kettőse, egyelőre marad.

### Vissza a jégkorszakba

Aligha csodálkozunk azon, hogy Montenegro legmagasabb csúcsai, az Elátkozott Hegyvidéken (Prokletije) tornyosuló Zla Kolata (2534 m) és a jóval ismeretlenebb, ám hajszállal alacsonyabb, Durmitor hegységbeli Bobotov Kuk (2522 m) is mészkőből épülnek fel. Így szintben a Kárpátok magasabb hegyláncjaival járunk egy magasságban, és mivel Montenegro jóval délebbre fekszik, elsőre vélhetnénk, hogy a jég itt nem sok szerepet játszott a táj formálásában. Ezt a vélekedést azonban a terep igen hamar megcáfolja. A Durmitor és a Prokletije csipkés hegyláncait mélyen bevágódott, U alakú gleccservölgyek szabdalják. Bennük az egykori gleccserek által lerakott morénák anyaga is fellelhető, bár ebből sokat „elfogyasztott” az eljegesedés utáni karsztos oldódás.

Óriási különbség azonban a tátrai, kárpáti tájakhoz képest, hogy itt alig-alig találkozhatunk tengerszemekkel, aminek természetesen ismét a karszt az oka. Annál jobban esik, ha olykor egy-egy vízáró

üledékekkel kibélelt mélyedésben mégiscsak hús vízre bukkanunk a perzselő nyári forróságban, ahol megmártózva lehűthetjük magunkat. Máskor azonban „koppanhatunk”, mert még a térképen tónak jelölt mélyedések is gyakran kiszáradnak a nyári időszakban. A tengerszemek hiányáért „cserébe” viszont egy-két mikrogleccsert kapunk, melyek itt vegetálnak ezekben a hegységekben. Legismertebb közülük a Debeli Namet a Durmitorban. Ezek a pár 100 méter vízszintes kiterjedésű jégfelhalmozódások a kis-jégkorszaki kárgleccserek haladói maradványai, melyekhez hasonló a Kárpátokban hiába keresnénk. Valójában elég nehéz megkülönböztetni a mikrogleccsereket az átnyaraló hófoltoktól, és e formák megbízható azonosí-



A központi magashegységeket borító jégtakaró kiterjedése 450 ezer évvel ezelőtt (Hughes et al. 2011 alapján)

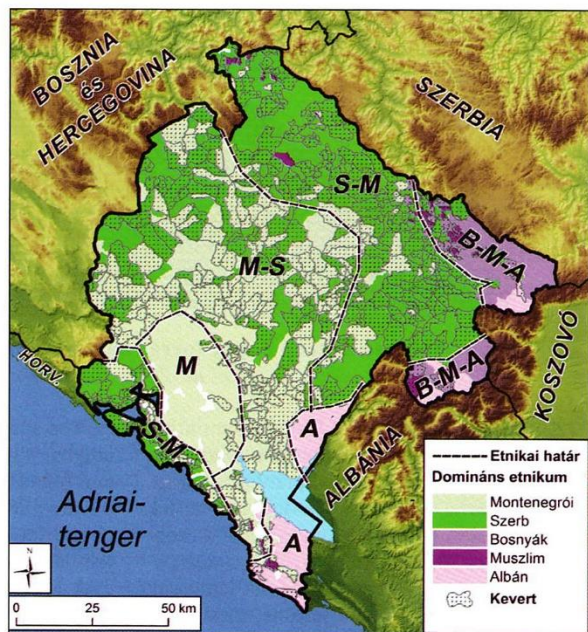
tása leginkább a nyári olvadás utáni időszakban, a jég fúrásos mintavételezése révén történhet. E formák a mai klímán tulajdonképpen rendellenes jelenségek. A mikrogleccserek kialakulása a mikroklímához köthető: függőleges, a nap nagy részében árnyékot adó sziklafalak, az uralkodó szél által behordott hó és a gyakori lavinák okozta hótöbblet segítheti e formák túlélését. Ki tudja, meddig...

Még izgalmasabb a karsztfennsíkok formakincse. A szerkezeti mozgások által kiemelt mészkővonulatok a folyóvízi erózió hiánya miatt nagy léptékben gyakran megőrzik eredeti sík jellegüket, miközben tengerszint feletti magasságuk tekintélyes lehet. Tektonikus vonalak, barlangi felszakadások, más köztről érkező folyók persze így is hoznak létre völgyeket, melyeket gyakran

égbeszökő és meredek sziklafalak határolnak, ezért nem véletlen, hogy Montenegrót a „kanyonok földjeként” is emlegetik (híresek a Tara, Piva, Morača, Komarnica szurdokai). De vissza a fennsíkokhoz! A nagy léptékben sík domborzatot számtalan, egymásba ágyazódó mélyedés, egyedi töbrök és többszörösen összenőtt uvalák tagolják, ameddig a szem ellát. Ez persze általában jellemzi a karsztfennsíkokat. Ami azonban különlegessé teszi a montenegrói tájakat, különösen a Durmitor szomszédjában hosszan elnyúló Sinjajevina-fennsíkot, hogy itt a töbrök közt kiálló kisebb hátaakat és magaslatokat domborúra koptatta-csiszolta valamilyen külső erő. Ez nem lehet más, mint a jég! Így a karsztos és glaciális formakincs sajátos ötvözetét tanulmányozhatjuk ezen a terepen. Már a „karsztmorfológia atyja”, a szerb *Jovan Cvijić* is felfigyelt erre, és állította, hogy a Durmitor, az Orjen és a Sinjajevina a Balkán leginkább eljegesedett hegységei voltak.

A völgyekkel tagolt, legmagasabb részekben alpesi jellegű gleccserek húzódtak. A fennsíkokon azonban más volt a helyzet. Ahol a völgyi gleccser „folyt” rá a fennsíkra (pl. Žabljak környékén), ott a gleccserjég deltaszerűen szétterült, mint napjainkban az alaszakai Malaspina-gleccser. Máshol azonban a karsztfennsík kisebb-nagyobb mélyedéseiben indult meg a jégfelhalmozódás, és

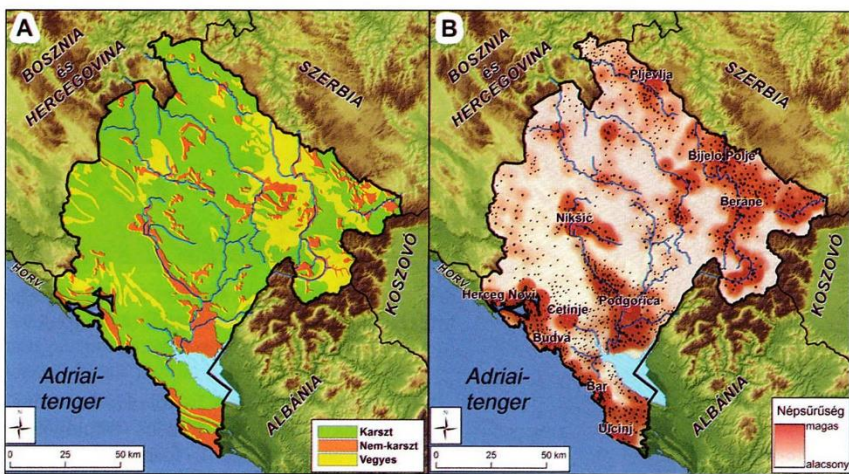
meglepő eredményekkel és szakmai vitákkal. Az angol *Phil Hughes* és társai nemrég alaposan megvizsgálták a glaciális üledékeket. Ezekben a mésztartalmú üledékekben a lerakódás után másodlagos karbonátképződés zajlott, és ezen kiválások korát uránsoros módszerrel meg lehet határozni. Megállapításaik szerint a legnagyobb eljegesedés itt sem a legutolsó volt, hanem mintegy 450 ezer éve következett be (3. ábra). Ekkor a központi magashegységeket (Durmitor, Sinjajevina és szomszédaik) egy hatalmas, 1500 km<sup>2</sup>-re kiterjedő, összefüggő jégtakaró borította, melyből csakis a legmagasabb csúcsok álltak ki nunatak-szerűen. (A nunatak eszkimó kifejezés a jégtakaróból kiálló csúcsokra.) A következő, jól azonosítható eljegesedés nagyjából 150 ezer éve zajlott, ekkor a jégtakaró már nem volt egységes és összterülete is csupán fele akkora lehetett, to-



Montenegró nemzetiségeinek elhelyezkedése

szívumok környékén 600–700 méteres tszf. magasságig nyúltak le. Ez a Dunántúli-középhegység magassága! Persze a dunántúli gleccserekről időnként felbukkanó állhíreket kár volna elhinni. Itt, Montenegróban azért lehetett ebben a magasságban is gleccser, mert a nagyobb magasságban elhelyezkedő jéggyűjtők táplálták ezeket, másrészt - mindjárt látni fogjuk - a hóhatár is alacsonyabban volt, mint a Kárpátok vidékén. A partközeli, kissé alacsonyabb vonulatok (Orjen, Lovćen) eljegesedése szintén nem vitatható, ám egyes kutatók (*Uroš Stepišnik* és társai) frissen publikált eredményei szerint a Kotori-öböl mentén illetve Budva környékén a tenger szintjében, sőt kicsivel az alatt is fellelhetők glaciális üledékek, morénák! Az alacsonyabb jégkorszaki tengerszint miatt ez elvileg lehetséges, azonban ezek a tények még további megerősítésre várnak.

Abban azonban a legtöbb kutató egyetért, hogy a gleccserek egykori kiterjedéséből számítható „egyensúlyi vonal”, ami a pozitív és negatív jéggyenleg határvonala, azaz lényegében a hóhatár, rendkívül alacsony volt ezekben a hegységekből. Értéke a maximális eljegesedés idején a parti hegyvidékeken (Orjen, Lovćen) 1300 méter körül lehetett (a mai tengerszinthez viszonyítva), míg a központi vonulatoknál 1600 méteren. Erre az eltérésre és a viszonylag alacsony magasságra viszont van magyarázat, csak vissza kell lapozni a cikk elejére. Ahogy a Kotori-öböl környéke ma is Európa legcsapadékosabb helye, ugyanígy a jégkorszakok idején is extrém mennyiségű csapadékot kaphatott (ami azonban milliméterben kifejezve, a hideg klímán, sokkal kisebb értékű volt, mint a mai). Márpedig a jég felhalmozódásához,



A) Karsztos, nem-karsztos és vegyes kőzetű területek Montenegróban.  
B) A népsűrűség térbeli mintázata

végeredményben hatalmas, több 100 méter vastag platógleccserek alakultak ki (legszébben a Sinjajevina-fennsíkon), amelyből úgy nyúltak le a völgyi gleccserek, mint egy amőba karjai. Ha szeretnénk élethűen elképzelni ezt az állapotot, akkor a norvégiai Jostedalbreen jégmezőt idézhetjük fel, melynek peremén ma is így ágaznak ki a gleccserkarok.

A jéghez kapcsolható formák, üledékek azonosítása, térképezése és korolása Cvijić óta változó intenzitással zajlik, időnként

vábbá a jég vastagsága is csekélyebb volt. A legutolsó, mintegy 11 ezer éve befejeződött jégkorszak viszont ezen a tájon nem tudta megismételni a nagy „elődöket”, és a jég kiterjedése alig 3%-a volt a maximális értéknek. Arra egyelőre nincs válasz, hogy ez az utolsó eljegesedés miért volt ennyivel „gyengébb” ezen a környéken.

Az elsőre meghökkenetőnek tűnő adatok sorát gyarapítja, hogy a jégtakarókból lenyúló gleccserek igen alacsony tengerszint feletti magasságot értek el. A központi masz-

a gleccserek kialakulásához a hideg (hűvös nyár) mellett a csapadék a legfontosabb. A szárazság miatt maradtak például jég nélkül Szibéria hatalmas térségei a glaciális időszakok során. A tenger felől érkező csapadék egyben azt is megmagyarázza, hogy miért volt alacsonyabb a hóhatár és a gleccserek miért ereszkedhettek lejjebb a part menti hegységeken. A felszíni formakincs vizsgálataól így jutottunk el végeredményben a paleo-éghajlat körvonalazásáig.

## Ember a karszton

Vajon hogyan él meg az ember ezen az egykor jeges, ma egyszerre vízbő és vízhiányos térszínen? A népesség térbeli eloszlását milyen mértékben határozza meg a karszt?

A kérdésre vizuálisan is elég jó választ kaphatunk, ha Montenegró egyszerűsített geológiai térképét és népsűrűségi térképét egymás mellé helyezzük. A sűrűn lakott zónák (a főváros, Podgorica környéke; a belső, szerb határ közeli területek) szinte teljesen a nem-karsztos, illetve kőzetű területekhez kötődnek, és egyedül a parti karsztos öv, valamint Nikšić környéke jelent ez alól fontos kivételt. Számszerűen azt mondhatjuk, hogy az ország bő kétharmadát jelentő karszton csupán a népesség egyharmada lakik, így a karsztvidékek népsűrűsége 22 fő/km<sup>2</sup>, ami európai viszonylatban a tajgába és tundrába nyúló Svédország átlagos értékéhez áll legközelebb. De még ez is csupán múló érték, mert 1991 és 2003 között például 15%-kal csökkent a montenegrói karszton népessége, miközben a nem-karsztos területek 4%-kal nőtt. Ez a folyamat együtt jár azal, hogy hegyvidékről alacsonyabb területekre; kisebb településekről nagyobb városokba

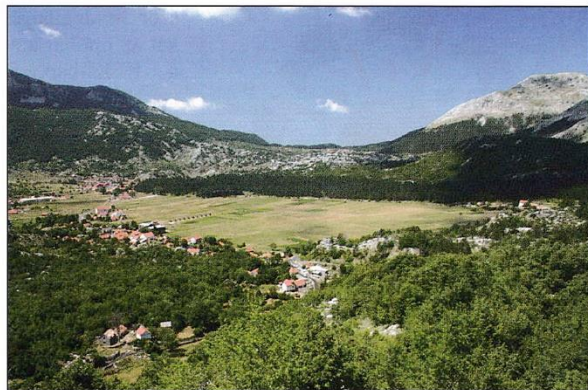
Bár némi változás ebben mégiscsak fölfedezhető. A több hétig tartó magyar barlangásztáboroknak köszönhetően Montenegró egyes poljeiban a magyar rendszám láttán az út széléről már hangosan ránk köszönnek, hogy „Jó napot, Pista bácsi!”, és a táborok idején nyilván jobban fogy a Nikšićko pivo is. És épültek új utak is, komoly alagúttal, a belső karsztvidékek jobb megközelítésére. A fő célpontot természetesen a kanyonok jelentik, de a hátizsákos turizmus is kezd erőre kapni. Žabljakban például, ami a Balkán legmagasabban fekvő városa (1456 m), már viszonylag komoly szolgáltatások várják az utazókat. Ettől függetlenül, ha az ember egy kevésbé felkapott hegységet választ, ott jó eséllyel magányosan (saját csoportjával) barangolhat. Néha betérhet egy pásztor kolibába, ahol euróért kaphat finom juhsajtot, és barátságból zaccos kávét vagy pálinkát. De a pásztor szállások zöme is elhagyott, mert a pénz és a nagyobb kényelem manapság nem a birkákban, hanem a turistákban van.

Ahány völgy, annyiféle ember, annyi etnikum. Legalábbis a Balkánon óhatatlanul felmerül a kérdés, hogy ki melyik népcsoporthoz tartozik. Még a kis Montenegró is elég tarka összetételű: élnek itt természetesen montenegróiak (45%), akiknek nyelve kevésbé, identitása változó mértékben tér el a szintén jelentős számban itt élő szerbekétől (29%).

Fontos megemlíteni az iszlám vallású délszlávokat (12%), akiket hol „bosnyák”, hol „muszlim” kategóriába sorolnak a népszámlálásokkor, valamint az albánokat (5%), romákat és horvátokat (1-1%). Megvizsgáltuk azt a tézist, hogy a nemzetiségeket elválasztó határvonalak mennyire köthetők természeti határokhoz, például nehezen járható hegyvidékekhez, „hajózható folyóhoz” stb. Nos, a helyzet az, hogy nem nagyon. Egyedül a parti sávot és a Cetinje körüli montenegrói tömböt választják el a falként magasodó Külső-Dinaridák. A többi helyen az etnikai határokra nehéz természeti motívációt találni. Különösen szembeötlő ez a tény a Podgoricai-medencében, ahol az

albán többségű terület határa gyakorlatilag a síkvidék közepén húzódik. Mellesleg, a nemzetiségi határok az országhatárokhoz sem igazodnak, de ezen talán a legkevésbé lepődünk meg Európa ezen részén.

Egy montenegrói mondás szerint „Is-ten minden madárnak ad eleséget, de azt nem hordja egyenesen a fészkébe.” Bizonytalán így van ez a karszton élő emberekkel is: van bőséggel víz, legelő, látványos természeti csodák, de ahhoz, hogy ebből eleség legyen, kitartásra és olykor leleményre is szükség van.



A Kotori-öböl közelében fekvő Njegusi-polje gyönyörű mintapéldánya a karsztos poljéknak. A lapos mélyedék közepét kitöltő sekély üledéken mezőgazdasági művelés folyik, a házak pedig a peremre szorulnak

## Irodalom

- Ducić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., Mustafić, S. 2012: Precipitation extremes in the wettest Mediterranean region (Krivošije) and associated atmospheric circulation types. *Natural Hazards Earth System Sciences* 12, 687-697.
- Hughes, P.D., Woodward, J.C., van Calsteren, P.C., Thomas, L.E. 2011: The glacial history of the Dinaric Alps, Montenegro. *Quaternary Science Reviews* 30, 3393-3412.
- Stefanović, Z., Milanović, S., Ristić, V. 2010: Supportive Methods for Assessing Effective Porosity and Reulating Karst Aquifers. *Acta Carsologica* 39/2, 313-329.
- Stepišnik, U., Ferk, M., Kodelja, B., Medenjak, G., Mihevc, A., Natek, K., Žebre, M. 2009: Glaciokarst of Western Orjen, Montenegro. *Cave and Karst Science* 36/1, 21-28.
- Stepišnik, U., Žebre, M., Tičar, J., Lipar, M., Ferk, M., Kodelja, B., Klemenčić, I., 2010: Obseg pleistocenske poledenitve na Lovčenu v Črni gori (The extent of Pleistocene glaciation of Lovčenu in Montenegro). *Geografski vestnik*, 82/1, 9-22.
- Telbisz, T., Bottlik, Zs., Mari, L., Kőszegi, M. 2014: The Impact of Topography on Social Factors, a Case Study of Montenegro. *Journal of Mountain Science* 11/1, 131-141.



Oldódás révén kialakult karrformák Montenegró part menti hegyeiben (A szerző felvételei)

költöznek az emberek. A kihaló Crkvice példája tehát nem egyedülálló. Úgy tűnik, hogy a vidék, ami kincsesbánya a klimatológusok, geomorfológusok és barlangászok számára, nem újít kincseket az itt élőknek.