

**MORFOGENETIKAI MEGFIGYELÉSEK
A NJEGUSI-POLJE (MONTENEGRO) NAGY BARLANGJAIBAN**

TAKÁCSNÉ BOLNER KATALIN

KvVM-TvH Barlangtani és Földtani Osztály
1025. Budapest Szépvölgyi út 162/b. takacsne@mail.kvvm.hu

Abstract: Explorations carried out by Hungarian cavers in the two largest caves of Njegusi polje (Kotor area, Montenegro) have increased the length and depth of Duboki do to 2.3 km and -440 m, and those of Njegos Cave to 2,7 km and -250 m since 2003. Although the two systems are situated near to each other on similar elevations and in similar geological settings, their morphology and development history reveal significant differences. Duboki Do, that can probably be related to fluvioglacial process(es) effecting the area during the Pleistocene, is basically a drawdown meteoric system with branchwork pattern, vadose shafts and active canyons. The short phreatic sections with permanent and temporary sumps developed high above the karst water table here might be due to local stratigraphical and/or structural changes. Njegos Cave, on the other hand, displays a complicate multiphase system. Some 50 % of its known passages are fossile, subhorizontal phreatic galleries situated in a shallow depth, which are overprinted by at least two ancient vadose phase with routes differing from the modern ones. Vadose canyons in the active deep part of the cave have also started their evolution mostly under phreatic conditions, the interpretation of which requires a wider knowledge on the hydrological evolution of the region.

Bevezetés

Magyar barlangkutatók egy csoportja harmadik esztendeje végez kutatásokat kétéves nyári expedíciók keretében Montenegróban, a Kotori-öböl közelében lévő Njegusi-polje barlangjainak feltárása érdekében (KISS – TAKÁCSNÉ, 2006). A három expedíció során a térségben összesen közel 40 barlangban történtek felderítő bejárások, ám az eddig legjelentősebbnek bizonyult két rendszer feltárása még nem befejezett. A kutatóknak a 2,3 km hosszban és -440 m mélységig megismert Duboki do, ill. a 2,7 km hosszban és -250 m mélységig bejárt Njegos-barlang esetében is a további aknák leküzdéséhez szükséges idő és felszerelés hiányában kellett az elért végpontokról visszafordulniuk. Ezeknek, a magyar karsztvidékektől eltérő szerkezeti, fejlődéstörténeti és klímaviszonyok között kialakult aktív vízvezető barlangoknak a morfológiai képe a hazai tapasztalatokhoz képest több szokatlan elemet is mutat. A jelen tanulmány az ezekre vonatkozó eddigi megfigyeléseket összegzi.

Földtani-felszínalaktani és hidrológiai viszonyok

A tucatnyi apró települést magába foglaló Njegusi-polje a Kotori-öböl DK-i elvégződésétől alig 2 km-re Ny-ra kezdődik. A jellemzően 1200-1300 m csúcsmagasságú mészkővonulatokkal övezett zárt karsztmélyedés teljes kiterjedése mintegy 6 km², a polje legmélyebb részét képviselő, kb. 1 km²-es sík felület 845 m tszf. magasságban helyezkedik el (1. kép).



1. kép: A Njegusi polje, háttérben a Lovcen vonulatával (Kiss A. felvételei)
Picture 1: Njegusi polje with the Lovcen range in the background (photos by A. Kiss)

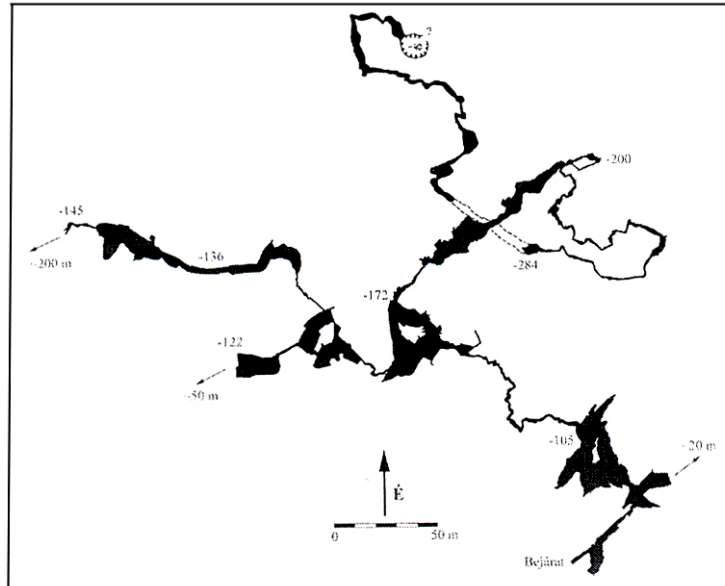
Földtanilag a térség a Dinaridák nagyszerkezeti egységei közül az ún. Dalmát-Hercegovinai- (régőbbi elnevezéssel: „Magas-karszt”) zónához tartozik, ami területünkől alig 2 km-re Ny-ra meredek feltolódási sík mentén érintkezik a szomszédos Budva-zónával. Az egység közettani kifejlődésére a középső-triásztól az eocénig tartó folyamatos sekélytengeri karbonátos üledékképződés jellemző; a főként mészkövekből álló, de helyenként dolomitot és márgát is tartalmazó rétegsor teljes vastagsága meghaladja a 3600 m-t (DIMITRIJEVIĆ, 1997). A legfiatalabb tengeri üledékeket mindkét említett zónában a paleogén flis képviseli, a térséget érintő fő hegységképző mozgások pedig az oligocén eleji illetve végi pireneusi és szávai fázisokhoz kapcsolódnak; azaz a kiemelt karbonátos tömegek karsztosodásához a feltételek több tízmillió éve adóttak.

A Kotori-öböl térsége 2200 mm/év csapadékmennyiségével Európa legcsapadékosabb részeinek egyike, ez azonban egyenetlenül, főként az őszi-téli időszakban hull a felszínre. A polje területén állandó felszíni vízfolyások nincsenek, egyetlen jelentősebb karsztforrása, a polje-síkhöz É-ről csatlakozó tágas töbrben fakadó Koritnik a foglalását megelőzően még ugyanabban a töbrben el is nyelődött (*LAHNER*, 1919). A hóolvadást követően a polje alján összegyülemelő vizeket a polje-sík K-i oldalán lévő víznyelő vezeti el, amit napjainkban csupán egy hulladékkal szinte teljesen feltöltődött mélyedés és előtte egy rövid szakaszon kiépített kis meder jelez. Az itt elnyelődő vizek Kotorban, az óváros É-i ill. D-i kapuja mellett fakadó Škurda- és Gurdić-forrásokban lépnek ismét a felszínre (*RADOJIČIĆ*, 1987), az ezt megalapozó víznyomjelzésről azonban publikált adat nem áll rendelkezésünkre. A karsztvízszint helyzetére vonatkozóan ugyancsak nincs információnk, de a tenger közelsége, a tenger mentén (sőt a tenger alatt) fakadó bővizű karsztforrások, valamint a földtani viszonyok alapján nincs okunk feltételezni, hogy az a tengerszint felett jelentős magasságban helyezkedjen el.

Duboki do

A polje két nagy barlangja közül a polje-síkot Ny-ról övező töbörmező és a Stirovnik (1749 m) alól érkező hordalékpászta határának közelében, egy 150 m átmérőjű ovális szakadéktöbrben nyíló Duboki do az ismertebb, amelyet G. Lahner osztrák barlangkutató – a monarchia hadvezetésének felkérésére, az itt állomásozó csapatok vízellátási lehetőségeit kutatva – már 1916-ban bejárt sőt fel is térképezett egészen a 350 m felszín alatti mélységben elhelyezkedő szifonig. *LAHNER* (1917) a barlangot Stephan von Sarkotič tábornokról nevezte el, mely néven például *CHOLNOKY* (1936-37) is említi, a délszláv irodalomban azonban érthetően nem így, hanem az eredetileg a töbröt jelölő Duboki do néven szerepel.

A Lahner által elért szifon első sikeres átúszására csak 2003-ban, már az első expedíciónkat követően került sor; az 50 m hosszúságúnak és 9 m mélységűnek bizonyult szifon utáni légtérrel járat következő aknájától azonban az egyetlen merülőbúvár már visszafordulni kényszerült. Így a szifonon túli részek érdemi feltárásának megkezdése már magyar sikernek, a 2005. évi expedíció eredményének számít. Ennek során a háromfős merülőbrigád által átvitt felszerelés további 300 m hosszúságú járat felderítésére bizonyult elegendőnek, amivel a barlang feltárt mélysége -440 m-re növekedett.



2. ábra: A Duboki do alaprajza (a 2003. és 2005. évi expedíciók felmérései)
 Fig. 2: Plan of Duboki do cave (surveys of the 2003 and 2005 expeditions)

A jelenleg 2,3 km összhosszúságban ismert rendszer 880 m tszf. magasságban nyíló bejáratához még időszakos vízfolyásra utaló meder sem vezet, jelenkori vízutánpótlását alapvetően a nyílt karsztos felszínen beszivárgó csapadékvizek szolgáltatják. Járatainak szerveződése ennek ellenére klasszikus víznyelőbarlang jelleget mutat, a Lahner által felmérthez képest jóval összetettebb, összetorkolló főág-mellékág rendszert alkotó, lépcsőzetesen mélyülő járatokkal (2. ábra). A lejtős bejárat folyosót követően a rendszer legfelső, kb. -105 m mélységig terjedő zónája nagyrészt vertikális kifejlődésű; tektonikusan preformált, 20-30 m mélységű hasadék-aknákkal és letörésekkel. A következő, kb. -180 m mélységig terjedő zóna – ami a helyenként tömegesen észlelhető *Megalodus*-kövületek alapján már triász mészkőben húzódik – jóval enyhébb lejtésviszonyokkal, valamint hullámkagylókkal tagolt falú, meanderező kanyonjáratok és tágas, omladékos termek váltakozásával jellemezhető; az ismert járatok zöme, beleértve a jelentősebb oldalágakat is, ebben a zónában fejlődött ki. Ez a zóna a nyári szárazság dacára már állandóan aktívnak tekinthető, a becsatlakozó oldalkürtők szivárgó vizeiből táplálkozó, s lefelé egyre határozottabbá váló kis vízfolyásokkal. A rendszer harmadik, a korábbi mélypontot jelentő szifonig terjedő zónáját egyetlen mélyen bevágódott, s többször is önmaga mellé-alá visszakanyarodó, pár m-es letörésekkel lépcsőzött kanyon képviseli, ahol a vízfolyás már folyamatos pataként csordogál. Az eddig megismert legalsó,

szifonon túli részen azonban – ami szokatlan módon mintegy 100 m-rel mélyebb szinten keresztezi a barlang legnagyobb terme utáni egyesült főág vonalát – a hazai „gyakorlattal” ellentétben ismét a vertikális kifejlődés jellemző, ahol a 300 m hosszban felderített szakaszon a barlang további 160 m-t mélyül, s az elért végpontot is egy jó 10-15 m átmérőjű, legalább 40 m mélységű akna teteje alkotja.

A jellemzően a gravitáció által vezérelt vízmozgást tükröző térbeli kifejlődés dacára a rendszerben több olyan szakasz is előfordul, ahol a szelvények alakja és oldásformái víz alatti kialakulásmódról tanúskodnak. Ilyen elemekkel már közvetlenül az első hasadékakna alatti, kb. 840 m tszf. magasságban lévő járatokban is találkozhatunk, ahol egy oldal-meander betorkollásánál mennyezeti üstök, az ehhez folyásirányban kapcsolódó szakaszon pedig egy ferde tektonikus sík mentén csőjáratok egész szövevénye alakult ki (2. kép). Ez utóbbihoz hasonló, nyomás alatt áramló vizet jelző ellipszis ill. szilvماغ-alakú szelvények azonban csak három további szakaszon figyelhetők meg: a 595 m tszf. magasságban lévő állandó szifonban, valamint az ÉNy-i oldalág 745 m tszf. magasságban, illetve az egyesült főág 710 m tszf. magasságban kialakult rövid időszakos szifonjainál. Az ezekhez csatlakozó, közel szintes járatrészekben csak a szelvények feltűnő tágassága és a falak helyenként észlelhető üstös-öblös oldásformái utalnak a – legalábbis egykori – teljes vízzelborítottságra.

Ezek a freatikus jellegű szakaszok azonban kiterjedésük és járatkörnyezetük (úgy a befolyás mint a kifolyás irányában folyó vizes eredetű kanyonok) alapján valószínűleg nem egykori karsztvízszinteket jeleznek. Kialakulásukat – mint ahogy a magasan a jelenlegi karsztvízszint felett elhelyezkedő állandó szifonét – feltehetően valamilyen lokális akadály (pl. gyűrődés, vető, közetváltás) visszaduzzasztó hatása idézte elő, ami vagy a rendszerfejlődés korai fázisában, vagy a pleisztocén klímaingadozásaihoz kapcsolódóan, a megnövekedett vízhozamú időszakokban érvényesülhetett. Az adott járatok vízlevezető képességét meghaladó hozamok kialakulásában szerepe lehetett újabb vízbefolyási pontok létrejöttének is. A rendszer felső két zónájához ugyanis több olyan oldalkürtő csatlakozik, amelyek a kapcsolódás jellege szerint utólagos elemeknek tűnnek. Az ezeken át, nyilván eltérő úton és sebességgel leérkező vizek nemcsak a levezetendő hozamot növelték, de eltérő oldottanyag-tartalmuknál fogva a keveredési korózió révén is alakíthatták az érintett barlangrészek morfológiáját.



2. kép: Tektonikus sík mentén kialakult rövid freatikus járatszakas az a Duboki do felső zónájában
Picture 2: A short phreatic section controlled by tectonics in the upper zone of Duboki do cave



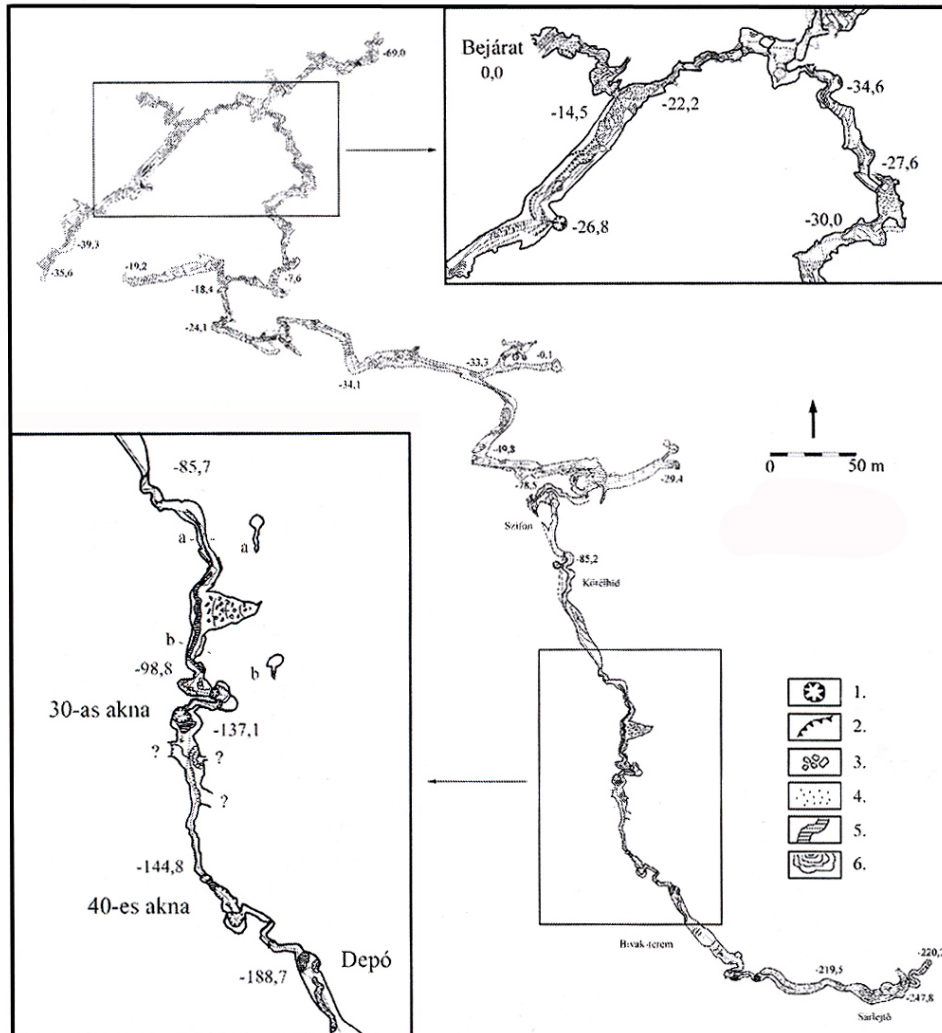
3. kép: Jelenkori visszaduzzadás nyomai a Duboki do ÉNy-i oldalágának időszakos szífonja mögött
Picture 3: Recent flood marks in the foreground of a temporary sump in the NW branch of Duboki do

Ilyen oldalkürtök mindkét időszakos szifon térségében előfordulnak, sőt az ÉNy-i oldalág esetében a falak feltűnő barna színzónája jelzi az akár 3-4 m magasságú jelenkori visszaduzzadás mértékét (3. kép). Ezen a szakaszon egyébként – még a 2003-as expedíció feltárásaként – a rendszer fejlődésének egy további érdekessége vált ismertté. Az oldalkürtöből alácsorgó patak vize ugyanis láthatólag már csak időszakosan folyik tovább a főág felé, alaphozamkor azzal ellentétes irányban, a barlang egyéb részeitől távolodva tart a mélység felé. Ez a járat mintegy 200 m hosszban, egy szűk szifonig követhető, ami felett a falak jó 30 m magasságig terjedő agyagbevonata példázza a még fejletlen folytatás visszaduzzasztó hatását.

Njegos-barlang

A terület másik nagy barlangja a polje fő víznyelőjétől alig 250 m-re, 874 m tszf. magasságban nyílik a polje-síkot K-ről övező töbörmező Jozova glavica nevű részén, két kis szomszédos szakadéktöbörbe nyíló kettős bejáráttal. Létezéséről a 2003. évi expedíció utolsó napjaiban, egy helyi lakostól szereztünk tudomást, aki szerint a nyolcvanas években angolok jártak benne, de nem jutottak a végére. Az általuk felderített, s a felmérés szerint alig 900 m hosszúságúnak bizonyult szakaszhoz képest itt 2004-ben és 2005-ben is jelentős magyar feltárások történtek, így jelenleg ismert hossza 2,7 km, mélysége pedig 250 m.

A Duboki do-val ellentétben e barlang ismert járatainak közel a felszínközelségben, a bejárástól számított -60 m mélységig terjedő zónában húzódik, amelyre a tágas, akár 8-10 m szélességű, közel szintes lefutású folyosók jellemzők (3. ábra). Az üregtér fogat zömét itt a freatikus elemek: a közel kör- vagy a rétegdőlésnek megfelelően lapított ellipszis-szelvényű csőjáratok és a gömbüstös, sőt gömbfülke-szerű oldásformákkal tagolt terek határozzák meg. A freatikus üregképződés vadózus körülmények közötti közvetlen továbbfejlődésére utaló jellegzetes gomba-szelvény csak a DNY felé lejtő, cseppkövekben gazdag Szép-ágban figyelhető meg; ez a tágas kanyon azonban az aljzat szenilis, porlódó mésztufagátacskaiknak tanúsága szerint már régóta inaktív. A barlang ÉK-i ága egy ezzel ellentétes irányban bevágódott, nyilvánvalóan eltérő fejlődési fázishoz tartozó kanyonnal indul, ami azonban rövidesen egy újabb freatikus járatszakra torkollik rá. Ez lefelé, ÉK felé egy kiterjedt omladékkal záruló teremig, míg felfelé, a D-ről érkező ágban egy magasbanyúló kürtőrendszerig követhető. Az utóbbi térségben a freatikus és a vadózus üregképződés független voltának szemléletes bizonyítéka az az ablakszerűen fennmaradt, alig 2 m hosszúságú cső-szelvény, amit az előtte illetve mögötte a barlangra csatlakozó aknák sző



3. ábra: A Njegos-barlang alaprajza; a fosszilis felső szint és az alsó aktív zóna egy-egy részlete kiemelve
 Jelmagyarázat: 1. akna, 2. letörés, 3. közettörmelék, 4. agyag, 5. víz, 6. cseppkőlefolyás
 Fig. 3: Plan of Njegos Cave, insets show details from the fossile upper part and the active lower part
 Legends: 1. shaft, 2. vertical drop, 3. rock debris, 4. clay, 5. water, 6. flowstone

szerint „leszeleteltek” eredeti járatkörnyezetéről (4. kép). Végül a felső szint leghosszabb egybefüggő freatikus folyosójába a fentemlített kürtőrendszer oldalában kimászott, omladékos járat vezet át; a közel 500 m hosszban követhető, KDK felé lejtő folyosó felső végét omladék, az alsót törmelék-befolyás zárja. Ezeket a tágas, fosszilis járatokat a recens befolyó- ill. beszivárgó vizekhez kapcsolható formák csak egyes rövid szakaszokon harántolják. A becsatlakozó aknák vagy szűk meanderek alól induló, s az



4. kép: Vadózus aknák által levágott freatikus csőmaradvány a Njegos-barlang felső fosszilis zónájában
Picture 4: Remnant of a phreatic tube cut off by vadose shafts in the fossil upper part of Njegos Cave
(Hegedűs A. felvétele – photo by A. Hegedűs)



5. kép: Vadózus körülmények között továbbfejlődő freatikus járat a Njegos barlang aktív mélyzónájában
Picture 5: A typical cross section of combined origin in the active deep part of Njegos Cave

említett inaktív kanyonokhoz képest csorgaszerű kis medrek 10-20 m után oldalra kifutnak a szelvényből, folytatásuk fejletlenségéről a helyenként éles színzónaként jelentkező visszaduzzadási nyomok is árulkodnak.

Az egyetlen kivételt az a fokozatosan egyre határozottabb kanyonná szélesedő meder képviseli, ami a KDK-i freatikus folyosó mélypontján annak talpszintje alá bújva, a barlang aktív mélyzónájának a bejáratát képezi. Innen kezdve a rendszer lépcsőzetesen mélyül a 250 m mélységben lévő végpontig. E lépcsők függőleges elemeit 10-40 m mély vadózus aknák, közel szintes elemeit pedig 8-10 m mélységben bevágódott, meanderező kanyonok alkotják, ám a szelvények felső részében többnyire megtalálhatók a kezdeti freatikus fejlődési szakasz csőszelvényei is (5. kép). E két szelvényrész helyenként el is válik egymástól, ahol az el-elszűkülő, hol vizes- hol agyagszifonokkal tagolt aktív vízjárat helyett az idősebb freatikus járatok kínálják a továbbvezető utat; ezek keletkezésének időbeli kapcsolata a felső zónát alakító folyamatokkal azonban még tisztázatlan.

Az összképet tovább bonyolítja, hogy a felső zóna vadózus fejlődéstörténete több eróziós és akkumulációs fázist foglal magában. Több ponton észlelhetők – főként az ÉK-i ágban – kulisszaszerűen fennmaradt idős, aláoldott-átvágott cseppköleflyások. Az ág bevezető kanyonjának a végén például az egykori vízfolyás jó 6-7 m vastagságban vágta át saját korábbi lerakódásait, az aknaszerű letörésen alászivárgó recens vizek viszont ismét mészlerakó jellegűek. A DNY-i ág végén és a KDK-i folyosó egy oldalfülkéjében pedig jól koptatott mészkőkavicsokból álló kitöltésmaradványok tárulnak fel; ezek azonban elhelyezkedésük alapján a fenti jelenségeket előidéző vízfolyásokkal nem hozhatók közvetlen kapcsolatba.

1. táblázat
Table 1.

A két barlang jellemzőiben mutatkozó legfontosabb különbségek
Main differences in the characteristics of the investigated caves

<i>a barlang tulajdonsága</i>	<i>DUBOKI DO</i> <i>(880 m tszf., 2,3 km)</i>	<i>NJEGOS-BARLANG</i> <i>(874 m tszf., 2,7 km)</i>
horizontális és vertikális kiterjedés viszonya	350 m < -440 m	700 m >> -250 m
térforma	„klasszikus” főág-mellékág rendszer	különböző korú és jellegű barlangok kapcsolódása (?)
aktivitás	járatok zöme aktív	járatok zöme fosszilis
freatikus üregfejlődés	az aktív rendszer részeként, alárendelt	az aktív rendszertől zömmel független, uralkodó
vadózus üregfejlődés	folyamatos (?)	több, időben elkülönülő fázis
fő hatótényező	gravitációs vízmozgás, fluvioglaciális hatás (?)	nyomásvezérelt vízmozgás, hajdani karsztvízszint alatt (?)

Összegzés

Bár a Njegusi-polje két legnagyobb barlangja egymástól alig 2 km távolságra, gyakorlatilag azonos tengerszint feletti magasságban nyílik és földtani környezetük is hasonló, jellegük eltér egymástól (*I. táblázat*).

A Duboki do járatszerveződése, lefolyási viszonyai és formakincse jellemzően gravitációs vízmozgást és folyamatos üregfejlődést tükröz, melynek jelentős hatótényezője lehetett a területet ért fluvioglaciális hatás.

A Njegos-barlang 6-800 m-rel az erózióbázis szintje fölött húzódó, kiterjedt freatikus járatrendszere viszont a nyílt karsztos térszín jelenkori diffúz beszivárgásaitól gyökeresen eltérő hidrológiai viszonyok között alakulhatott csak ki, fejlődéstörténete pedig legalább két további, idős vadózus fázist is magába foglal. Mindezek korára azonban jelenlegi ismereteink szerint még csak becslés sem adható, hiszen a barlangfejlődés értelmezéséhez itt a morfológiai vizsgálatok folytatása mellett információk kellenének a térség általános karszthidrológiai fejlődésére vonatkozóan is.

IRODALOM

- CHOLNOKY J.* (1936-37): A Föld és élete. – Franklin Társ., Budapest. I. köt.: Európa, 738 p.
- DIMITRIJEVIĆ, M. D.* (1997): Geology of Yugoslavia – Geol. Inst. „GEMINI” Spec. Publ., Belgrád, 187 p.
- GAMS, I.* (1987): Geographic review of the Littoral Dinaric Karst, p. 135-151. – In: GAMS, I. – HABIČ, P. (szerk.): Guide Book to IGU Conference „Man’s Impact in Dinaric Karst”. Ljubljana.
- KISS A. – TAKÁCSNÉ BOLNER K.* (2006): Montenegro - Njegusi 2003. – Karszt és Barlang 2002-2003., p. 80-83.
- LAHNER, G.* (1917): Der westmontenegrische Karst und sein hydrologischer Zusammenhang mit der Bucht von Cattaro – Petermanns Mitt. 63. Jg. p. 297-302.
- LAHNER, G.* (1919): Im Karst der Schwarzen Berge – Mitt. für Höhlenk. 8-12. Jg. 2-4. füz. p. 1-36.
- N. N.* (1969): Osnovna geoloska karta SFRJ 1:100 000. K 34-50 Kotor – Saveznog, Belgrád.
- RADOJIČIĆ, B.* (1987): Nikšić–Hercegnovi, p. 193-205. – In: GAMS, I. – HABIČ, P. (szerk.): Guide Book to IGU Conference „Man’s Impact in Dinaric Karst”, Ljubljana.