

O POSTANKU CRVENOG I MODROG JEZERA KOD IMOTSKOG

Stjepan BAHUN

Ključne riječi: Krš, morfologija, ponori, postanak Crvenog i Modrog jezera

Key words: Karst, morphology, swallow-holes, origin of the Red and Blue Lake

Na jugozapadnom rubu gornjomiocenskog jezera postojali su ponori kojima su vode otjecale do tadašnje erozijske baze. Neotektonikom je čitavo područje disecirano i diferencijalno kretano zbog čega su tadašnje jezera, a i ponori, ostali bez vode. Obrušavanjem s bokova i zatrpavanjem nekadašnji su ponori pretvoreni u duboke jame (Crveno jezero) ili u ogromne ponikve (Modro jezero i ostale veće depresije).

In the Late Miocene, a rather large lake existed in the area around Imotski, with swallow-holes at its SW border. Through these swallow-holes the water flowed down to the existing erosional base. Subsequent neotectonic activity dissected the area and differential movements of blocks, caused the dessication of the lake and put the former swallow-holes out of function. Later on, collapse processes off the margins plugged the swallow-holes which were thus transformed into very deep potholes (the Red Lake) and/or huge dolines (the Blue Lake and some other large depressions).

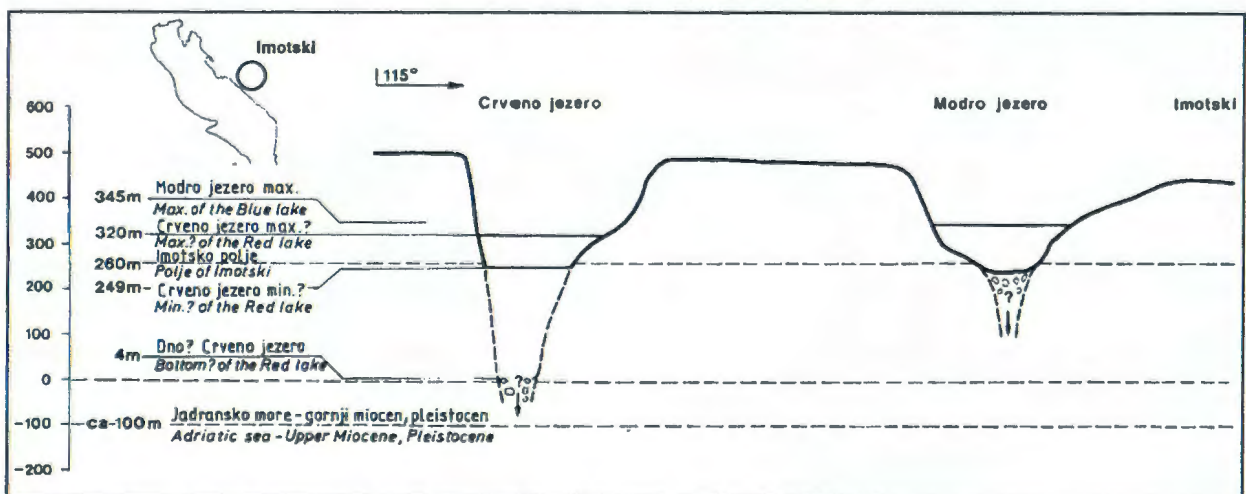
1. UVOD

Krški oblici, bili oni površinski ili podzemni, uvijek fasciniraju brojnošću, veličinom i formom, pa nije čudno da su izazvali interes istraživača za način njihovog postanka. U najvećoj mjeri to se odnosi i na jedinstvene morfološke i hidrogeološke krške fenomene Crveno i Modro jezero kod Imotskog u južnoj Hrvatskoj. Radi se o dvije impresivne, a istočno od njih i više manjih, udubina u reljefu (Sl. 1 i 2), sa stalnom vodom (Crveno jezero) i povremeno s vodom (Modro jezero).

Crveno jezero opisivano je mnogo puta, no podaci o njegovoj morfologiji nisu sasvim podudarni. Ovdje će za površinsku morfologiju biti korišteni podaci iz topografske karte 1:10.000, koja je vjerojatno novijeg datuma, a podaci o dubinama potječu iz rada PETRIK-a (1960). Prema spomenutoj topografskoj karti 1:10.000 najviša kota objekta je na sjevernom rubu (oko 522 m),

a najniži je južni rub (oko 430 m). Približno na visini od 500 m u pravcu sjeverozapad-jugoistok je najveći promjer (450 m), a u pravcu sjeveroistok-jugozapad najkraći promjer (400 m). Sjeverozapadna strana mu je gotovo vertikalna, dok jugoistočna ima nagib od približno 45°. U vrijeme snimanja ove karte kota vode u jezeru bila je 249,2 m i na toj koti jezero je u pravcu sjeveroistok-jugozapad bilo široko 210 m, a u pravcu sjeveroistok-jugozapad 180 m.

Prema PETRIK-u (1960) dno jezera je na +4 m, a prema ROGLIĆ-u (1938) maksimalna kota vode registrirana je na 320 m iznad mora. Najniža kota vode u jezeru spomenuta u dostupnim pisanim materijalima je 249,1 m, n.m. izmjerena u navedenoj topografskoj karti 1:10.000. Može li ona biti i niža zasad je nepoznato, tako da sa svim navedenim podacima treba baratati kao s ograničeno pouzdanim.



Slika 1. Topografski profil Crvenog i Modrog jezera.
Fig. 1. Topographic profile across the Red and Blue Lakes.

Modro jezero nalazi se oko 550 m jugoistočno od Crvenog jezera u dijelu naselja Imotski. Najviše je na sjeveroistočnom rubu (oko 527 m n.m.), a najniže na južnom rubu (oko 385 m n.m.). Najuže je u pravcu sjeverozapad-jugoistok (350 m), a najšire u pravcu sjeveroistok-jugozapad (920 m). Sjeverozapadne i jugoistočne strane su strme, južne padine su nešto blaže, a sjeveroistočne su najblaže. Kota vode u vrijeme snimanja karte 1:10.000 bila je 247,2 m n.m. i na toj koti jezero je u pravcu sjeveroistok-jugozapad bilo dugačko 230 m, a u pravcu sjeverozapad-jugoistok široko 90 m. Dno jezera je prema PETRIK-u (1960) na oko 239 m n.m., a maksimalni vodostaj u jezeru prema ROGLIĆ-u (1938) je 345 m n.m.

Spomenuti vodostaji uzeti iz topografske karte 1:10.000 (249,2 m u Crvenom jezeru i 247,2 m u Modrom jezeru) ne smiju se komparirati u hidrogeološkim razmatranjima jer se ne zna jesu li snimljeni u isto vrijeme.

GAVAZZI (1904), CVIJIĆ (1926) i ROGLIĆ (1938) smatraju da su obje depresije nastale stropoštanjem "pećinskog tavana" (CVIJIĆ, 1926), da danas predstavljaju bunaraste vrtače i isključuje se mogućnost da bi to bili nekadašnji ponori (ROGLIĆ, 1938). Na osnovi novije predložene klasifikacije speleoloških objekata, BOŽIČEVIĆ (1971) smatra da se Crveno jezero u ono vrijeme moralo ubrojiti u naše najdublje jame (dubina 518 m), koja je približno do polovine ispunjena vodom.

Od hidroloških i hidrogeoloških podataka treba spomenuti da prema ROGLIĆ-u (1938) u oba jezera voda dolazi odozdo, a ne sa strane, da na sjevernoj strani na 295 m n.m. postoji pećinski kanal u kojem je nivo vode jednak onom u jezeru, da su u Crvenom jezeru kanali otvoreniji i bogatiji vodom, da su hidrološki sistemi Crvenog i Modrog jezera odvojeni, a da je Modro jezero jače zatrpno siparom.

Iz navedenih podataka proizlazi da su dosadašnji autori opisivali prvenstveno morfološke i hidrološke značajke Crvenog i Modrog jezera, a da od pretpostavki o načinu njihovog postanka postoji tek ranije spomenuto mišljenje CVIJIĆ-a (1926) i ROGLIĆ-a (1938) o urušavanju stropa većeg pećinskog prostora. Tome donekle u kontekstu rasprave, da li je Crveno jezero ponikva ili jama, proturječi mišljenje BOŽIČEVIĆ-a (1971) da je terminološki gledano Crveno jezero jama. To dakako, s obzirom na mogućnosti postanka jama u kršu, povlači za sobom i sasvim drugačiju interpretaciju o načinu postanka Crvenog i Modrog jezera. Stoga, iako je o postanku površinskih krških oblika dosta pisano, treba istaći već poznatu postavku da je današnja površinska krška morfologija, praktički bez površinskih tokova, prvenstveno posljedica modeliranja podzemnih šupljina koje su zbog snižavanja reljefa došle na površinu (BAHUN, 1969). Radi se naime o dva procesa koji teku paralelno: prvi je korozijski i erozijsko razaranje krškog podzemlja prvenstveno putem podzemnih voda, što rezultira akumuliranjem podzemnih krških oblika, tj. postojeće se podzemne forme granaju i povećavaju, ili

se stvaraju novi oblici zbog čega karbonatno podzemlje postaje sve okršnije. Taj proces traje od časa izdizanja karbonatnih stijena iznad erozijske baze, a to je u našim krajevima bilo uglavnom završetkom paleogena. Drugi je proces opće snižavanje reljefa pod utjecajem egzogenih faktora (korozija, erozija vodom, vjetrom, ledom; abrazija) zbog kojih akumulirane podzemne krške forme dolaze na površinu, pa započinje njihovo površinsko modeliranje u današnje oblike. Iz međusobnog odnosa ova dva procesa proizlazi da su podzemne krške forme starije i akumulirane, a površinski oblici da su mlađi, uvijek iznova uništavani i ponovno stvarani.

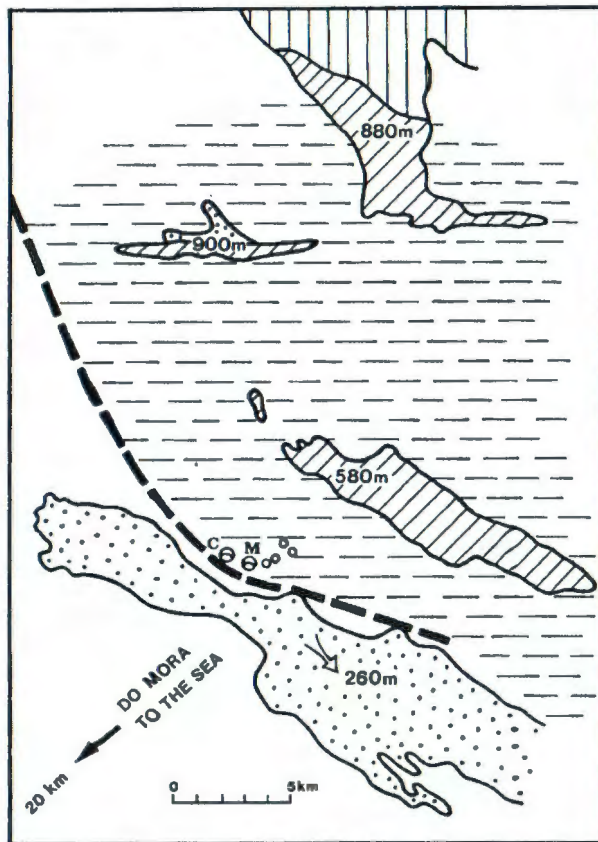
2. GEOLOŠKI UVJETI

Gledajući problem postanka Crvenog i Modrog jezera s tog aspekta, potrebno se vratiti u geološku prošlost ne bismo li mogli otkriti vrijeme i prostor u kojem su postojali uvjeti za formiranje sada vidljivih krških fenomena. Sudeći prema svemu, moramo se vratiti u vrijeme neposredno nakon definitivnog izdizanja područja današnjih Dinarida i formiranja slatkovodnih neogenskih bazena. Od tada je, naime, moglo početi konačno okršavanje, a nas u ovom slučaju bez sumnje interesira jedino krški proces. No, bez obzira na to današnji izgled i hidrološko funkcioniranje Crvenog i Modrog jezera teško odaju elemente koji bi mogli sudjelovati u njihovom postanku.

Oba ova objekta nalaze se, naime, u karbonatnoj sredini, koja ni ti litološkim, niti tektonskim karakteristikama nije dala predispozicije za razvitak ovakvih formi na ovim mjestima. Jer, koji bi to faktori mogli u relativno homogenoj karbonatnoj sredini stvoriti šupljinu u čvrstoj stijeni danas duboku preko 500 m (a u prošlosti vjerojatno i dublju) u kojoj se nalazi Crveno jezero, odnosno depresiju duboku danas preko 250 m (a u prošlosti sigurno dublju jer je zatrpna urušenim materijalom s bokova) u kojoj se nalazi Modro jezero. Prihvatimo li da takve forme u kršu mogu nastati samo koncentriranom korozijom i erozijom karbonatnih stijena vodom, morali bismo pretpostaviti vjerojatno stalan i snažan podzemni tok koji bi mogao formirati veliku pećinu, strop koje bi se trebao prema CVIJIĆ-u (1926) i ROGLIĆ-u (1938) urušiti, pa bi zbog geomehaničkih osobina stijena trebalo očekivati formu koja je u pripovršinskim dijelovima uža od dijelova u dubini. S druge strane, međutim, na osnovi neposrednog istraživanja današnjih ponora poznato je da u zoni poniranja površinskih tokova postoje izrazito dugački vertikalni odsjeci podzemnih šupljina, kojima površinske vode naglo i u velikim količinama otječu u duboko krško podzemlje.

Razmotrimo li u vezi s iznesenim geološke uvjete u kojima su u prošlosti na mjestima današnjeg Crvenog i Modrog jezera (pa i drugih izrazito dubokih depresija) površinske vode mogle ponirati u podzemlje, dolazimo do neogena iz kojeg potječu sedimenti rasprostranjeni na karbonatnoj podlozi sjeverno od oba jezera.

Prema Osnovnoj geološkoj karti SFRJ 1:100.000,



Slika 2. Vjerojatan položaj dijela gomjomiocenskog jezera sjeverno od Imotskog polja. 1 - aluvij; 2 - pliocen, bijeli lapori; 3 - gomji miocen, lapori i laporoviti vapnenci s kongerijama; 4 - vjerojatni jezerski prostor u neogenu; 5 - vjerojatno kopno u neogenu; 6 - vjerojatno položaj obale u neogenu; 7 - Crveno jezero (C) i Modro jezero (M) i ostale depresije, vjerojatno ponori u neogenu; 8 - vjerojatni smjer otjecanja iz jezera.

Fig. 2. probable position of a part of the Upper Miocene lake north of Imotsko polje. 1 - alluvial deposits; 2 - Pliocene, white marls; 3 - Upper Miocene, marls and marly limestones with *Congeraria* spp.; 4 - probable lake area in the Neogene; 5 - probable land in the Neogene; 6 - probable position of the lake shore in the Neogene; 7 - Red Lake (C) and Blue Lake (M), and other depressions, probably former swallow-holes; 8 - probable direction of underground outflow from the lake. Geološki podaci: RAIĆ, V., AHAC, A. & PAPEŠ, J. (1976): Osnovna geološka karta SFRY 1:100.000, list Imotski. Geological data according to: RAIĆ, et al., (1976): Basic Geological Map of SFYU 1:100.000, Sheet Imotski.

list Imotski (RAIĆ et al., 1976), sedimenti miocena (lapori i laporoviti vapnenci s kongerijama) ustanovljeni su u području Posušja na površini od oko 14 x 3 km, pa dva kilometra sjeverozapadno od Vinjana postoji mali erozijski ostatak (1 x 0,4 km), zatim oko 5 km sjevernije u Roškom polju uska zona dimenzija 7 x 1 km.

Prema istoku na oko 3 km počinje prostrani bazen istovjetnih naslaga u Duvanjskom polju. Također jedna manja pojava takvih sedimentata postoji u području Rakitnog (2 x 1 km), udaljena oko 10 km od Duvanjskog polja i oko 8 km od Posušja, (Sl. 2). Budući da se na svim spomenutim lokalitetima radi o istovjetnim sedimentima (lapori i laporoviti vapnenci s kongerijama faunom), ne može se prigovoriti zaključku da su ove naslage s kongerijama ostaci nekada povezane cjeline, tj. produkti prostranog miocenskog jezera, daleko većeg

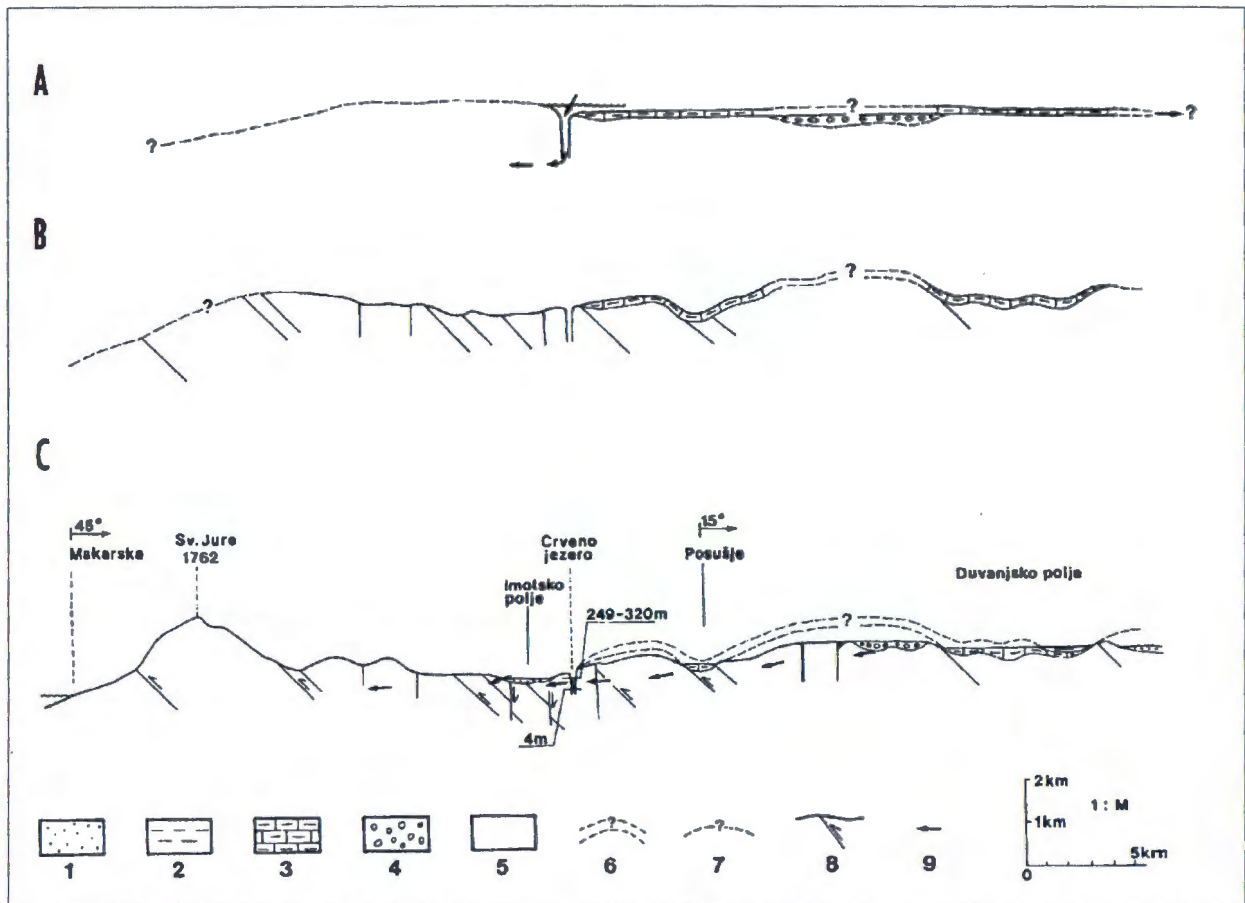
od prostora na kojem su danas nađeni ovi sedimenti i povezanog s prostorom današnjeg Duvanjskog polja. Da bi tako moralo biti potvrđuju i biološki zakoni prema kojima je potreban prostor od najmanje 10 km², da bi se mogla razviti populacija jedne vrste ili roda. Stoga pojavljivanje kongerija na svim spomenutim lokalitetima u ovom slučaju nedvojbeno govori u prilog zaključka o povezanosti čitavog prostora u vrijeme miocena.

Navedeni lokaliteti s miocenskim sedimentima danas su na različitim visinama (Duvanjsko polje 880 m n.m., Roško polje 900 m n.m., Posušje 580 m n.m., Rakitno 900 m n.m.), što je posljedica tektonske dezintegracije nekad cjelovitog miocenskog bazena (Sl. 3).

Daljnji geološki podaci (Sl. 2) pokazuju da južnije od Posušja prema Imotskom polju nema miocenskih sedimentata. Što više, začuđuje da Imotsko polje iako je danas na znatno manjoj visini od područja na sjeveru i sjeveroistoku (svega na 260 m n.m.), nema u svom dnu miocenskih sedimentata, već neposredno na krednim vapnencima i dolomitima leže kvartarne naslage (BOJANIĆ et al., 1981). Paleogeografski to znači da je u vrijeme taloženja miocenskih lapora ovaj dio terena bio kopno, tj. obalno područje i rub tadašnjeg miocenskog jezera, ili pak da je miocen istaložen, zatim da je taj dio dignut i miocenski sedimenti do kraja erodirani, te da je nakon toga sve spušteno u položaj današnjeg Imotskog polja. U obje varijante samo u različitim vremenima to je područje dakle moglo biti rubno područje miocenskog jezera što se u kontekstu ove rekonstrukcije svodi na isto (Sl. 3 A).

3. POSTANAK

Poznata je pojava da postojeća stalna i povremena, ili bivša jezera i polja u kršu nemaju površinsku odvodnju, već se ona odvija putem ponora na "nizvodnom" karbonatnom rubu, tako da nema značajnijih prigovora pretpostavci da su identični hidrogeološki odnosi mogli biti i u miocenu na ovom području. Budući da je u prethodnom tekstu zaključeno da je rub bio približno neposredno sjeveroistočno od današnjeg Imotskog polja, očito je da se položaj Crvenog i Modrog jezera kao i ostalih većih depresija poklapa s južnom obalom tog miocenskog jezera (Sl. 2, 3A). Osim toga još je potrebno pokušati objasniti relativne visinske odnose zbog gradjenata otjecanja, kao i njihov odnos prema vremenu i redoslijedu geoloških zbivanja. Uzme li se, kako to slijedi iz dosadašnjeg prikaza, da su Imotska jezera i ostale adekvatne depresije bili ponori, a gledajući najizrazitiju formu od njih - Crveno jezero, izlazi da je u završnoj fazi pražnjenja jezera visinska razlika između ulaza vode u ponor i erozijske baze morala biti znatna. Današnja je dubina, naime, Crvenog jezera oko 500 m, no k tome se mora dodati iznos površinske erozije koja je snizila kotu ušća ponora, kao i podatak da današnja kota dna jezera od +4 m predstavlja gotovo sigurno dno jezera od urušnog materijala s bokova, a da stvarnog "dna" i nema, jer se šupljina morala nastavljati i dublje



Slika 3. Faze razvitka područja Crvenog i Modrog jezera. 1 - kvartarni nanos; 2 - pliocenski bijeli lapori; 3 - miocenski lapori s kongerijama; 4 - Promina formacija; 5 - karbonatne stijene jure i krede; 6 - pretpostavljeni položaj miocenskih sedimenata; 7 - pretpostavljeni reljef u miocenu; 8 - reversni rasjedi; 9 - smjer tečenja podzemnih voda; A - gornji miocen; B - pliocen-pleistocen; C - danas.

Fig. 3. Development phases of the Red and Blue Lakes. 1 - Quaternary deposits; 2 - Pliocene white marls; 3 - Miocene *Congeria*-bearing marls; 4 - the Promina Formation; 5 - Jurassic and Cretaceous carbonate deposits; 6 - inferred position of Miocene deposits; 7 - supposed relief in the Miocene; 8 - reverse faults; 9 - direction of subsurface water flow; A - Late Miocene; B - Pliocene-Pleistocene; C - Recent. Geological data according to: RAIĆ et al., (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Imotski.

Geological data according to: RAIĆ, V., AHAC, A. & PAPEŠ, J. (1976): Basic Geological Map of SFR Yu 1:100.000, Sheet Imotski.

i bočno, u smjeru u kojem su ponorne vode podzemljem otjecale do tadašnje erozijske baze. Zbog toga se ne može zaključiti koliko je prethodna dubina ponora nadmašivala današnju dubinu od 500 m, tim više što je i nakon miocena tijekom neotektonskih pokreta, kao što je poznato, erozijska baza bila više puta ispod današnje razine mora. Uzmemo li s tim u vezi u razmatranje podatak da je razina gornjomiocenskog mora bila za oko 100 m niža od današnjeg nivoa (HAQ et al., 1987), tadašnje miocensko jezero moralo je biti na visini većoj od 400-500 m. Kakva je u to vrijeme bila morfologija u prostoru između jezera i mora ne znamo, osim da tu, jugozapadno od površine koju je prekrivalo miocensko jezero, danas nema neogenskih sedimenata. Stoga, s obzirom da su i na širem području i u predmiocenskom razdoblju registrirani značajniji tangencijalni pokreti, možemo pretpostaviti da je čitavo područje jugozapadno od jezera i ponora u gornjem miocenu bilo morfološki više od okoline (Sl. 3 A). U daljnjem slijedu geoloških događaja nastavlja se izdizanje i područja jezera, tako da danas nalazimo miocenske naslage na višim kotama, pa čak i na visinama preko 900 m. Istovremeno, a vjerojatno

kasnije, moralo se desiti i spuštanje područja neposredno jugozapadno od jezera, pri čemu nastaje depresija današnjeg Imotskog polja (BOJANIĆ et al., 1981). Završno oblikovanje uslijedilo je erozijom, koja skida istaknute dijelove miocenskih naslaga. Konačno kvartarna akumulacija zaravnjava Imotsko polje.

Prema tome početak formiranja ponora pada potkraj miocena, a njihovo funkcioniranje prestaje izdizanjem područja tadašnjeg jezera. To je bilo vjerojatno u pliocenu, jer pliocenski sedimenti koji su ustanovljeni sjevernije u Duvanjskom polju, ovdje nedostaju. Od pliocena, pak, do danas ostaje dovoljno dugo vrijeme s višekratno povoljnim uvjetima da se iz vertikalnih šupljina urušavanjem bokova i zatrpavanjem dubljih dijelova ponora, formiraju udubljenja koja danas liče ogromnim ponikvama (Modro jezero), odnosno oblici koje po nekim klasifikacijama spadaju u jame (Crveno jezero).

Rekonstrukcija razvitka hidrogeoloških odnosa u kontekstu s naprijed izloženom rekonstrukcijom morfološkog oblikovanja, pokazuje da su oba procesa mogla teći u skladu. Današnja hidrogeološka situacija upućuje na podzemne vodene veze s područja južno od

Duvanjskog polja ispod "visećih" neogenskih naslaga do Imotskog polja i od njega, ili ispod njega, do mora ili prema jugoistoku do Neretve. Tako Crveno i Modro jezero i ostale depresije u hidrogeološkom funkcioniranju krškog podzemlja šireg područja danas, nemaju gotovo nikakvu značajniju hidrogeološku ulogu. Ti se oblici samo nalaze na putovima kojima protječu podzemne krške vode od viših horizonata do erozijske baze, pa pri tome dakako, dolazi do dizanja i spuštanja nivoa Crvenog jezera, odnosno do povremenog plavljenja Modrog jezera. Navodi starijih autora da vode u jezera dotječu odozdo, a ne sa strane, da su hidrološki sistemi Crvenog i Modrog jezera odvojeni i dr., bez obzira na stupanj dokumentiranosti, mogu se uklopiti u opisanu hidrogeološku interpretaciju, jer u recentnom funkcioniranju krškog podzemlja sigurno postoje kako povezani, tako i odvojeni pukotinski sustavi, sa sifonskim tečenjem ili bez njega koji se odvijaju prilikom otjecanja na nižu stepenicu.

Danas su pretpostavljene podzemne vodene veze od Imotskog polja do mora, no za vjerovati je da su za vrijeme pražnjenja miocenskog jezera putem ponora, podzemna otjecanja bila većim dijelom usmjerena prema jugu i jugoistoku, paralelno s geološkim strukturama, jer je tada područje neposredno uz jugozapadni rub jezera bilo i morfološki uzdignute, a geološki činilo makar djelomičnu barijeru otjecanju na jugozapad. Tek nakon što se teren u području današnjeg Imotskog polja spustio, otvorile su se veće mogućnosti cirkulacije voda i u tom smjeru.

4. ZAKLJUČAK

Rezultati analiza slijeda geoloških događaja, zatim današnjih hidrogeoloških odnosa i razvitka morfologije šireg područja Crvenog i Modrog jezera, omogućavaju rekonstrukciju prema kojoj je u gornjem miocenu sjeveroistočno od današnjeg Imotskog polja postojalo prostrano jezero na visini većoj od 400 - 500 m. Između jezera i mora bilo je tada uzdignuto područje, na čijem su rubu iz jezera preko ponora otjecale vode na nižu stepenicu. Neotektonikom je diferencijalno poremećen teren, pa je područje nekadašnjeg jezera disecirano, tako da su neki dijelovi relativno dignuti do današnjih visina od 900 m, a neki relativno spuštani, kao npr. Imotsko polje, na današnje visine od 260 m. Takvim pokretima jezero je presušilo, ponori su ostali bez vode, pa su razarani

egzogenim utjecajima i obrušavanjem s bokova pretvoreni ili u ogromne ponikve (npr. Modro jezero) ili u duboke jame (npr. Crveno jezero). Stalne vode i njezine oscilacije u Crvenom jezeru i povremeno plavljenje Modrog jezera, danas su rezultat dinamike podzemnih krških voda, koje kroz podzemlje ovog područja iz viših dijelova na sjeveru i sjeveroistoku protječu do erozijske baze - Neretve na istoku, odnosno mora na jugu.

Za napomenuti je da su Crveno i Modro jezero, čak i za kršku morfologiju bizarni oblici. Međutim, s geološkog i hidrogeološkog stajališta ona ne predstavljaju izuzetne pojave u kršu, jer se uz opisanu rekonstrukciju postanka uklapaju u geološki i hidrogeološki razvitak šireg područja. Svoju morfološku grandioznost zadobila su, osim predisponiranosti čitavog terena za razvitak krške hidrogeologije, ponajprije velikim količinama voda u vrijeme postanka i izrazito velikim gradijentima između kota poniranja voda i najbliže lokalne erozijske baze.

5. LITERATURA

- BAHUN, S. (1968): On the formation of karst dolinas. - Geol. vjesn. 22, 25-32, Zagreb.
- BOJANIĆ, L., IVIČIĆ, D. & BATIĆ, V. (1981): Hidrogeologija Imotskog polja s osvrtom na značaj u regionalnom smislu. - Geol. vjesn. 34, 127-135, Zagreb.
- BOŽIČEVIĆ, S. (1971): Da li je Crveno jezero kod Imotskog naša najdublja jama? - Priroda 58, 6, 188, Zagreb.
- CVIJIC, J. (1926): Geomorfologija II. Beograd.
- GAVAZZI, A. (1904): Die Seen des Karstes. I Teil. - Abhn. d.K.K. Geogr. Ges. 5, 2, Wien.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987): Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. - Science 235, 1156-1167.
- PETRIK, M. (1960): Hidrografska mjerenja u okolini Imotskog. - Ljetopis Hrvatske akad.znan.umjet. 64, 266-286, Zagreb.
- RAIĆ, V., AHAC, A. & PAPEŠ, J. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Imotski, K 33-23. - Inst.geol.istraž. Sarajevo, Sav.geol.zav. Beograd.
- ROGLIĆ, J. (1938): Imotsko polje (Fizičko geografske osobine). - Posebna. izd. Geogr. društva 21, 1-125, Beograd.

ON THE ORIGIN OF THE RED LAKE AND THE BLUE LAKE NEAR IMOTSKI
(SOUTHERN CROATIA)

S. Bahun

Analysis of the sequence of geologic events, present-day hydrogeologic relationships, and morphological evolution of the area around the Red and Blue Lakes near Imotski (southern Croatia) leads to a reconstruction which, in the Late Miocene, indicates the existence of a rather large lake in the area northeast of the present-day Imotsko Polje and lying at the altitude of over 400-500 m above the (present) sea level. Between the lake and the sea there existed an elevated area with swallow-holes along its NE border (=SW border of the lake), through which the water flowed to a lower level. Later neotectonic activity produced differential block-faulting of the terrain, so that the former lake area was dissected into blocks, some of which were upthrown up to 900 m above the sea level, whereas the others, such as the present-day Imotsko Polje, were downthrown to 200 m above the sea level. Moreover, the swallow-holes were put out of function and subject to exogenous influence: the destruction of margins led to collapsing of locks which eventually plugged the sinks. Thus the former swallow-holes were transformed into huge dolines

(e. g., the Blue Lake) or very deep and steeply bordered potholes (e. g., the Red Lake). The present-day oscillations of the water level in the Red Lake and temporary floods of the Blue Lake are the result of karst groundwater dynamics: in the subsurface, the groundwater percolates from the more elevated area at the north-northeast to the erosional base: the Neretva River on the east and Adriatic Sea on the south, respectively.

Thus, the Red and Blue Lakes, though representing bizarre morphological features in the karst scenery, do not represent exceptional geological and hydrogeological phenomena. Rather, according to what has been said above, they appear to be the logical result of the geological and hydrogeological evolution of the area. Their morphological grandiosity is due, first of all, to large amounts of water available in the time of their origin, strongly pronounced gradients between the level of water sinking and the nearest local erosional base, and, last but not least, "inherent" predisposition of the entire area for the development of karst hydrology.