

UNSKO-KORANSKA ZARAVAN I PLITVIČKA JEZERA
GEOMORFOLOŠKA PROMATRANJA*

J. ROGLIĆ

Uvod — Prostrane zaravni na vapnencima dinarskog krša predstavljaju specifičnu pojavu i veoma važan problem. One su u suprotnosti s ostalim kraškim oblicima i ne slažu se s pravilima cirkulacije vode u kršu.

Bitna je osobina vodene cirkulacije, da prevladava okomiti smjer, ukoliko to nije sekundarnim uzrocima spriječeno. Za krš su, dakle, karakteristični oblici, kod kojih je jače izražena vertikalna dimenzija (jame, ponori, duboki dolovi, škrape i sl.). Ali, nasuprot tim oblicima već su prvi ispitivači konstatirali prostrane zaravni na dinarskim vapnencima i na različiti ih način objašnjavali.

A. Penck i njegovi sljedbenici¹ smatrali su, da su zaravni fluvijalnog postanka, a »mosori« između njih neerodirani dijelovi prvobitnog reljefa, odnosno razvođa. Te su ideje dalje razrađene i najkonsekventnije provedene u radovima A. Grunda. I W. M. Davis² misli, da su zaravni erozivno-denudacione, a uzvišenja na njima monadnoci, sastavljeni od otpornijih stijena. C. de Stefani³ i drugi talijanski istraživači tvrdili su, da su zaravni na primorskim padinama abrazione i nastale sukce-

* Rad čitan na sastanku Geografskog društva Hrvatske dne 5. XII. 1951.

¹ A. Penck, Geomorphologische Studien aus der Hercegovina. Zeitschr. d. D. u. Oe. Alpenvereins, Bd. XXI, S. 25-41, Wien 1900. — Daneš J., Uvodi dolini Neretvy, Sbornik češke společnosti zeměvedne. G. XI, br. 6-9, Prag 1905. — N. Krebs, Die Halbinsel Istrien. Geogr. Abhandlungen, Bd. IX, H. 2, Leipzig 1907; Offene Fragen der Karstkunde, Geogr. Zeitschr., Bd. XVI, H. 3, S. 134-142, Leipzig 1910.; Zur Geomorphologie von Hochkroatien und Unterkrain. Jubiläums Sonderband d. Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde, S. 208-231, Berlin 1928; Ebenheiten und Inselberge im Karst, Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde, H. 3-4, S. 81-94, Berlin 1929.; Oblikovanje krajine u hrvatskom kršu, Rad Jug. akad. znan. i umjet., knj. 236, str. 229-233, Zagreb 1929.; E. Richter, Beiträge zur Landeskunde Bosniens und der Hercegovina. Wissensch. Mitteil. aus Bosnien u. d. Hercegovina. B. X, Wien 1907.; A. Grund, Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geogr. Abhandl., Bd. X, H. 3, Leipzig-Berlin, 1910; Das geographische Zycilus im Karst. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, S. 621-640, Berlin 1914.; O. Maul, Geomorphologische Studien aus Mitteldalmatien, Geogr. Jahrb., B. XI, 1-30, Wien 1915.

² W. M. Davis, An excursion in Bosnia, Hercegovina and Dalmatia. Bull. of the Geogr. Soc. of Philadelphia, Philadelphia 1901.

³ C. de Stefani, I due versanti dell'Adriatico. Atti del VIII congresso geografico italiano. Vol. II, Firenze 1923.

svinim devlačenjem Jadranskog mora u postmiocensko doba. Na osnovi tih zaključuju, da su zapadno i istočno jadransko primorje imali istu karstoliku evoluciju. J. Cvijić⁴ i njegova škola objašnjavali su postojanje tih zaravni erozivnim (visoke zaravni i zaravni jadranskog primorja) i abrazionim procesima (niže cirkumpanonske zaravni). K. Terzaghi⁵ je u proučavanju morfologije Gackog polja (Lika) ukazao na veliko značenje specifičnih korozivnih procesa na vapnenačkom zemljištu. Nažalost, ti su pogledi dugo ostali nezapaženi. Kasnije su K. Kayser⁶ i J. Roglić⁷ ukazivali na opravdanost Terzaghijeva shvatanja i primijenili njegove ideje u svojim radovima.

Slabost primjene normalnih erozivnih procesa na vapnenačke terene uvida u svom posljednjem radu o kršu N. Krebs⁸, najistaknutiji sljedbenik Pencck-Grundovih ideja. Krebs modificira ranije shvaćanje i pretpostavlja, da su se izdvojene zaravni razvile erozivno-denudacionim procesima oko tokova, koji su se usjekli do razine temeljnice, zato su susjedni nivoi približno istih visina. Bez obzira na neosnovanost pretpostavke o postojanju jedinstvene temeljnice, u kršu nisu zaravni, pa ni susjedne, u istoj visini. Tokovi u razini temeljnice nesposobni su da erodiraju i evakuiraju rastresiti materijal, kad bi za to i postojali odgovarajući podzemni kanali. Te ideje Krebsa veoma su značajne, jer on napušta staro gledanje i traži nova, kompleksnija i specifičnija objašnjenja.

Iznijet ćemo naša promatranja na unsko-koranskoj zaravni. Iz objašnjenja njena razvoja slijede zaključci važni za slične oblike u dinarskom kršu. Zaravan je utoliko zanimljivija, što su s njom morfološki povezana i Plitvička jezera, zato ćemo se u drugom dijelu osvrnuti i na taj posljednji problem.

⁴ J. Cvijić, Karstphänomen, Versuch einer morphologischen Monographie, Geogr. Abhandlungen, Wien 1893.; Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien, Hercegovina und Montenegro, I. Teil. Das Hochgebirge und die Canontäler. Abhandl. d. Geogr. Gesell., H. II, Wien 1900; II. Teil. Die Karstpoljen. Abhandl. d. Geogr. Gesell., H. III., Wien 1901; Bildung und Dislozierung der Dinarischen Rumpfflächen. Petterm. geogr. Mitteil., Gotha 1909; Abrazione i fluvijalne površi. Glas. Geograf. društva, sv. 6, str. 1—61, Beograd 1922.; Geomorfologija, knj. I i II, Beograd 1924. i 1926.; B. Z. Milojević, Geomorfološka promatranja u dolini Cetine. Zbornik radova posvećen J. Cvijiću, str. 605—623, Beograd 1925.; Geomorfološka promatranja u dolinama Krke i Cikole. Glas. Geogr. društva, sv. 9, str. 121—132, Beograd, 1923.; Dinarsko primorje i ostrva u Kr. Jugoslaviji, Beograd 1933.; R. Bošnjak, Dolina gornje Kupe. Prilozi za poznavanje reljefa u našoj zemlji. Posebna izdanja Geogr. društva, sv. 10, str. 37—47, Beograd 1931.; Lika, Poseb. izd. Geogr. društva, sv. 20, Beograd 1927. i Dolina Une, Glas. Geogr. društva, sv. 24, str. 1—47, Beograd 1938. — J. Roglić, Biokovo, Poseb. izd. Geograf. društva, sv. 18, Beograd, 1935; Imotsko polje, Poseb. izd. Geograf. društva, sv. 21, Beograd, 1938.

⁵ K. Terzaghi, Beiträge zur Hydrographie und Morphologie des Kroatischen Karstes. Mitteil. aus dem Jahrb. d. K. Ung. Geol. R. A., Bd. XX, H. 6, S. 356—469, Budapest 1913.

⁶ K. Kayser, Morphologische Studien in Westmontenegro. II. Zeitsch. d. Gesell. f. Erdkunde, sv. 1—2, Berlin 1934.

⁷ J. Roglić, Morphologie der Poljen von Kupres und Vukovsko, Zeitschr. der Gesellsch. f. Erdkunde, sv. 7—8, Berlin 1939; Geomorphologische Studie über das Duvanjsko Polje (Polje von Duvno) in Bosnien. Mitt. d. Geogr. Gesell. II, sv. 5/8, Wien 1940.

⁸ N. Krebs, Ebenheiten und Inselberge im Karst. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 1929, Nr. 3/4.

Unsko-koranska zaravan — Bijačka kotlina okružena je vijencem dobro uravnjenog vapnenačkog zemljišta. Ova zaravan je jedna od najizrazitijih u dinarskom kršu. Naročito je lijepo izražena na jugozapadnoj strani kotline podnožjem Plješevice. Možemo je pratiti od Skočaja, od nosno toka Dobrenice na jugoistoku, do Dreznika na sjeverozapadu i dalje duž toka Korane sve do Slunja. Sa lijepe vidilice Čelopeka (528 m) kod Ličkog Petrova sela, zaravan je pregledna na dužini od nekih 21 km. Sirina joj pri tome varira od 1 km na jugoistoku do 8,5 km na sjeverozapadu (između Arapovdola i Turskih Gata), tako da ima izgled oštrog trokuta, čiji je vrh na jugoistoku, a baza na sjeverozapadu. Ako uzmemo kao prosječnu širinu 3 km, pred nama je ogromna zaravan od 60 km². Cvijić je tu zaravan nazvao »baljevačkom«, po selu Baljevac, iako bi joj bolje odgovarao naziv »zaravan Ličkog Petrova sela«, po centralno položenom i najvećem naselju.

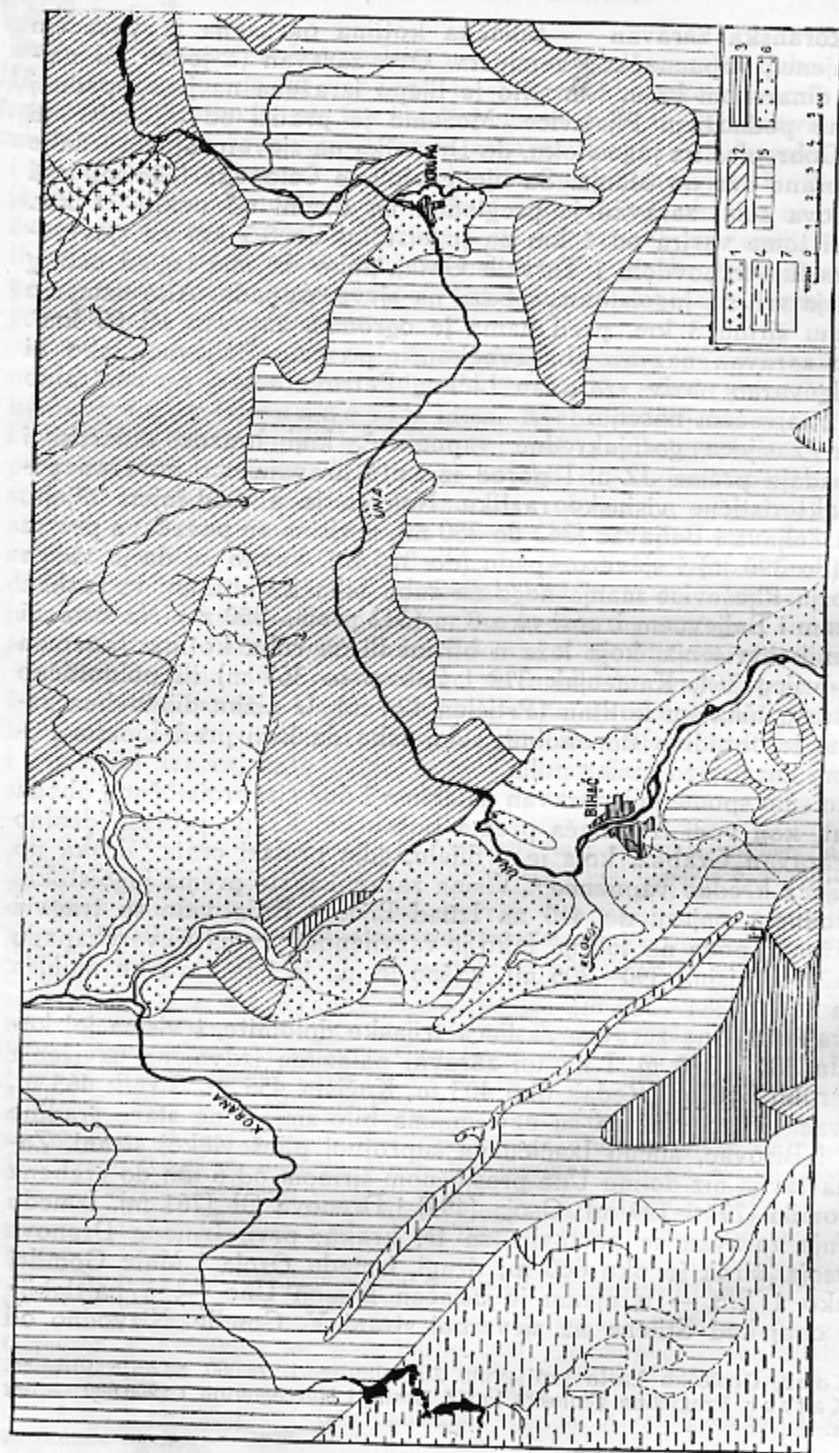
Zaravan zasijeca gornjokredne vapnence⁹, koji brazde dinarski i uglavnom padaju prema JZ-u. I pored izrazite uravnjenosti zaravan pokazuje karakteristične visinske razlike. Najniža je u središnjem dijelu, pred selima Željava i Baljevac (342 do 350 m), a visina se povećava prema jugoistoku (do 390 m) i sjeverozapadu (do 375 m). Važno je, da je visina bliže podnožju Plješevice manja nego na rubu bijačke kotline; ta razlika pred Željavom i Baljevcem iznosi oko 8 m (342 prema 350 m). Na zaravni ima izdvojenih uzvišenja, koja leže u blizini ili na rubu kotline (Kremen 352, Abdić-brijeg 364, Kamenjak 378 i Lubanovo 367 m) ili poluotočno prodiru u samu bijačku kotlinu (Prtišlen 424 m). U nižim dijelovima zaravni glavno je obradivo tlo okolnih sela, tako da kraj pred Ličkim Petrovim selom ima izgled malog polja.

Kao što smo spomenuli, zaravan nalazimo i duž sjeveroistočnog oboda kotline. Put, koji vodi iz Bijača prema Bosanskoj Krupi, prelazi idealno razvijenu zaravan Grabež, koja je u dijelu, gdje prelazi cesta, široka do 3 km i zasijeca kredne vapnence¹⁰. Visina zaravni raste prema jugoistoku, t. j. u uzvodnom smjeru do 410 m. Iznad Bijelog Brda vide se tragovi slabije izraženog poda na 450 m. Iako je razvijenost prema sjeverozapadu slabije izražena (visina 390—395 m), važno je, da je i ta zaravan najniža u srednjem dijelu (384—385 m).

Oko kanjona Une zaravan zasijeca trijasko dolomite, i visina joj koleba između 380 i 390 m. I na toj zaravni nalazimo izdvojena uzvišenja na samom rubu kotline: Redak oko 403 m, Kučišta 455 m, Strnik 465 m, Kula Bisovac 498 m. Na tim su uzvišenjima bile smještene stare gradine Brekovića i Bisovac, slično Izačiću na suprotnoj plješevičkoj strani. Zaravan se nastavlja niz dolinu Une prosječnom širinom od 6 km do grebena V. i M. Gomila (797 i 729 m); Osoja (494) i Drenove Gl. (761 m). Između tih uzvišenja zaravan se nastavlja sa tri kraka: prvi, između Drenove Glave i Osoja, širok je oko 600 m; drugi, između Osoja i Male Gomile, širok je oko 1 km — u njemu je usječen kanjon Une —, a najslabije je izražen onaj kod Stijene na sjevernoj strani V. Gomile. Nizvodno od

⁹ F. Koch, Geološka karta kraljevine Jugoslavije, 1:75.000, sekcija Plitvice.

¹⁰ F. Kater, Pregledna geološka karta Bosne i Hercegovine 1:200.000 — list Banja Luka.



Sl. 1. Geološka skica Unsko-koranske zaravni (po F. Katzeru i F. Kochu):
 1. Verfenski škriljci; 2. trijaski dolomit i vapnenac; 3. jurski vapnenac; 4. kredni dolomit; 5. kredni vapnenac; 6. tercijarne jezerske naslage; 7. aluvijalne ravnice.

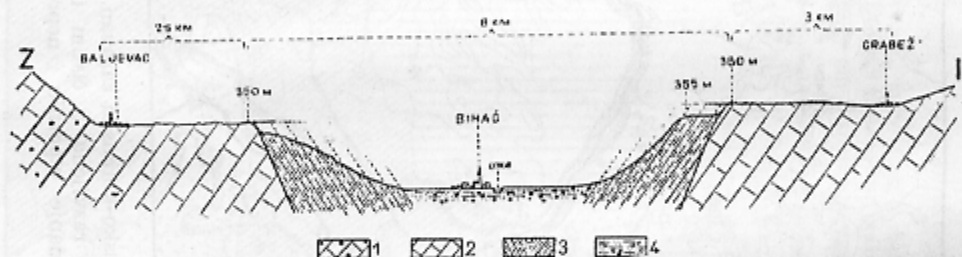


Sl. 2. Unsko-koranska zaratan.

Uporediti sa geološkom skicom. Zaratan je najbolje razvijena u čistim i čvrstim krednim vapnencima. Bihacka i tržaška zavala nastale su erozijom manje otpornih i nepropusnih jezerskih naslaga.

pomenutih poprečnih grebena zaravan se ponovo proširi u prostrani nivo oko dolinskog proširenja kod Bosanske Krupe. I u tom dijelu zaravan ima velike dimenzije. Duža je osovina dinarskog smjera, t. j. poprečna na dolinu Une. Od Pištalina do Gosinje duga je oko 22 km, a od V. Rađića do G. Petrovića široka je 24 km — površina iznosi oko 220 km². Zaravan je neznatno nagnuta niz Unu — oko Ostrošca je visoka oko 380 m, a oko Bosanske Krupe visine variraju između 340 i 370, kod Otoke oko 340 m.

Dok se zaravan Ličkog Petrova sela pruža u longitudinalnom dinarskom smjeru sve do toka Korane, zaravan na suprotnoj strani polja proširila se duž toka Une prema sjeveroistoku, t. j. transversalno na dinarski tektonski smjer. Širina tog transversalnog dijela često varira, i sa njega se dižu uzvišenja, kojima je duža os dinarskog smjera, t. j. poprečna na pružanje zaravni. Za dalja je izlaganja naročito važno, da je sjeveroistočna



SL. 3. Geološki profil kroz bihaćku zavalu.

1. kredni dolomiti; 2. kredni vapnenci; 3. neogene jezerske naslage; 4. pleistocene naplavine. Očito je da je zaravan prvobitno za sijekala i poremećene neogene naslage.

rubna zaravan (10—30 m u sjeverozapadnom, 20 m u jugoistočnom i 30 m u srednjem dijelu) viša od zaravni u podnožju Plješevice. Tragove rubne zaravni nalazimo i na brdu Debeljači (573 m), koje je sastavljeno iz krednih vapnenaca i ističe se duboko u zavalu iznad samog Bihaća.

Dok zaravni oštro graniče sa nemirnim i višim zemljištem uzvodnog dijela, nastavljaju se suženi dijelovi oko Korane gotovo do Slunja. S druge strane, zaravan nije izražena u verfenskim i paleozojskim naslagama oko Bosanskog Novog.

Prostrana je zaravan razvijena na krednim vapnencima i trijadičnim dolomitima i vapnencima. I pored visinskih razlika između sjeveroistočnog i jugozapadnog ruba bihaćke zavale i izvijenosti u smjeru jugoistok-sjeverozapad nesumnjivo se radi o prvobitno jedinstvenoj zaravni, koja je obrazovana u toku veoma dugog perioda stabilno-

sti. Zaravan oko srednje Une sastoji se, dakle, od dva dijela: bihačkog i krupskog, koji su međusobno spojeni užim poprečnim pojasom, i duže osi obaju dijelova imaju dinarski smjer. Naša daljnja promatranja ograničit će se samo na prvu zaravan, koju nazivamo unsko-koranskom zbog njene povezanosti s oba toka.

† Govoreći o prostranoj zaravni Ličkog Petrova sela J. Cvijić¹¹ kaže: »O njenom postanku se mogu postaviti dve pretpostavke — ili je abrazijska i odgovara jednom višem stanju bihačkog jezera nego što je ono označeno terasom od 340 m, ili je fluvijalna terasa Une, kada je tekla Korani, pre nego što se obrazovala bihačka kotlina i jezero obeleženo terasom od 340 m«, a malo kasnije se odlučuje »baljevačka površ verovatnije predstavlja fluvijalnu površ«. Nije nam jasno, zašto Cvijić u objašnjenjima dviju skica (str. 58 i 59) zaravan oko kotline naziva »glavnom obalom«, a u tekstu zaravan iznad Pokoja (380 m) »glavnom jezerskom terasom«. Smatramo, da tu protivrječnost i treba riješiti u korist abrazijske koncepcije, jer to izlazi iz osnovnog Cvijićeva objašnjenja. Navodno, jezero je oteklo Unom. Visina vapnenačkog ruba na početku kanjona kod Pokoja iznosi oko 380 m. Iz toga slijedi: ili je razina jezera dopirala do 380 m visine, ili je bilo mladih radijalnih gibanja. Posljednje bi se moralo zaključiti i po tome, što kanjon »otoke« nije vezan za najniži dio ruba. Dalje ćemo vidjeti, da protiv »glavne obale od 340 m« govore i druge geološko-morfološke činjenice.

R. Bošnjak¹², usvajajući osnovne Cvijićeve postavke o postojanju neogenog jezera u dimenzijama bihačke kotline, smatra, da su zaravni postale »nesumnjivo karsno-fluvijalnim procesom...«, a one oko kotline verovatno i abrazijske.

J. Cvijić¹³ dozvoljava, da se njegova koncepcija može i izmijeniti zbog poremećenosti i velike visine, do koje dopiru neogene jezerske naslage. Usto mu je Katzerova odredba oligomiocene starosti jezerskih naslaga izgledala nesigurna. U vezi s tim on postavlja pitanja, koja će se moći riješiti »docijnij detaljnim ispitivanjem«. Kao prvo pitanje ističe, da »treba pouzdano odrediti odnos glavne bihačke terase prema slatkovodnim tercijarnim slojevima«. I mi smatramo, da je to ključni problem, koji se može riješiti.

Vrh Ribičke glavice (355 m), istočno od Bihaća, zasijeca slatkovodne naslage. U sastavu prevladavaju lapori i slojevi bihacita, koji padaju prema SZ-u (295) pod kutom od 20°. Ranije smo naveli, da je rub zaravni na jugozapadnoj strani kotline visok oko 350 m. Na sjevernom obodu kotline jezerske naslage sastavljaju razvođe između Une i Korane i dopiru još do većih visina: Čipića brijeg 371, Jezerac 365. Jezerske naslage, dakle, i danas dopiru iznad dijelova ruba kotline i znatno preko Cvijićeve »glavne obale« od 340 m.

Problem postaje još jasniji, ako pogledamo položaj i prirodu naslaga na Ribičkoj glavici i u drugim dijelovima kotline (v. profil). Rekli smo, da naslage bihacita padaju pod 20° prema SZ-u, i ako prema gore rekon-

¹¹ Abrazione i fluvijalne površi, str. 61.

¹² Dolina Une, str. 38.

¹³ Abrazione i fluvijalne površi, str. 59.

struiramo njihovo produženje, jasno je, da su oni prelazili preko svih dijelova ruba kotline. Do istog zaključka dolazimo i na osnovi prirode naslaga, koje nisu grube i raznolike obalske tvorevine, već homogene naslage taložene u dubljim dijelovima, dalje od obale, i prvobitno su bile sasvim ili gotovo horizontalne. Iz toga slijedi, da su erodirane naslage, koje su deponirane, bliže obali. Na južnom kraju Bihaca, u sjevernom podnožju Debeljače neogene naslage padaju pod kutom od 30° prema SZ-u (315). Konglomerati kod vrela Plitvice strmo padaju prema SI-u. V. Čubrilo-
vić¹⁴ je konstatirao, da terciarni slojevi kod Žegara padaju pod kutom od 25° prema SZ-u. J. Jovanović¹⁵ navodi, da terciarni slojevi kod Kose padaju pod uglom od 20° prema JZ-u, a pod istim kutom i u istom smjeru u kamenolomu na Maskari. Nagib slojeva konstatira i Cvijić¹⁶, ali »taj nagib na nekim mjestima čini utisak, kao da dolazi do taloženja uz obalu, a na drugim kao da je od tektonskih pokreta«. Po našem mišljenju veličina nagiba i homogenost slojeva isključuju prvu pretpostavku. F. Katzer¹⁷ naglašava poremećenost slojeva, što odgovara njegovu tumačenju, da su se jezerske naslage očuvale u tektonskim udubinama, koje su nastale poslije njihova taloženja i ne podudaraju se s dimenzijama prvobitnog jezera. Iz naprijed izloženih činjenica zaključujemo, da se Bihacka kotlina obrazovala u poremećenim jezerskim naslagama, koje su je, zaključujući po nagibu i gradi, ne samo ispunjavale već i prelazile preko njena današnjeg ruba. To potvrđuju i neogene naslage van oboda kotline, sjeverno od Izačića, koje je već utvrdio Fr. Katzer¹⁷, a potvrdio F. Koch¹⁸. Tu je mogućnost predviđao i Cvijić u svom drugom pitanju. Na osnovi gornjih geoloških konstatacija diskusija o jezerskom abrazionom reljefu oko i unutar današnje kotline postaje bespredmetna, jer je kotlina mlada od jezerske faze.

Iz metodoloških razloga ukazat ću na to, da do istih rezultata dolazimo promatranjem oblika i analizom geomorfoloških procesa. Rekli smo, da su tragovi rubne zaravni izraženi i oko Debeljače, koja je kao otok isturena prema središtu zavale. Slijedi logični zaključak, da je rubna zaravan prvobitno bila jedinstvena i širila se iznad današnje kotline, zasijecajući u neogene naslage i starije stijene okvira. Rubna zaravan je mjestimice široka preko 6 km, uzvišenja, koja se sa nje dižu, nalaze se neposredno uz sam rub zavale ili obalu pretpostavljenog jezera. Zar je moguće i pretpostaviti, da bi abrazija malog jezera (širina do 8 km) mogla obrazovati ovako prostranu zaravan, pri čemu bi najizloženiji dijelovi bili pošteđeni? S druge strane, mala bi jezerska kotlina bila brzo ispunjena ogromnim količinama abradiranog materijala, a i pritoke su donosile mnogo nanosa, pa bi kotlina morala biti brzo zatrpana.

¹⁴ V. Čubrilo-
vić, Prilog geologiji Bihaca, Vesnik Geološkog instituta Kraljevine Jugoslavije, knj. IV/1, Beograd 1935, str. 203.

¹⁵ R. N. Jovanović, Prilog fauni bihačkog terciarnog bazena, Vesnik Geol. instituta Kralj. Jugoslavije, knj. IV/1, Beograd 1935., str. 157—176.

¹⁶ Abrazione i fluvijalne površi, str. 60.

¹⁷ Fr. Katzer, Die fossilen Kohlen Bosniens und der Hercegovina, sv. I., Wien 1918, str. 384.; Pregledna geol. karta Bosne i Hercegovine.

¹⁸ Geološka karta Kr. Jugoslavije, Plitvice, 1:75.000.

Za dalja izlaganja veoma je važan problem starosti jezerskih naslaga, koje je Fr. Katzer¹⁹ odredio kao oligomiocene. To je već po imenu dosta neodređeno i široko, ali se mnogo udomaćilo u stručnoj literaturi. Kasniji su istraživači ukazali na slabost Katzerova datiranja, koje se oslanja na stratigrafski položaj naslaga, dok je fauna imala podređenu ulogu²⁰. Što se tiče neogena u Bihaćkoj kotlini već je E. Mojsisovič²¹ ukazao na važnost kongerija, isto je konstatirao i Grimer²². Koch²³, koji je detaljno ispitivao jezerske naslage drvarske kotline i odredio ih kao pontijske, kaže za naslage našeg područja: »to su slatkovodni vapnenci i lapori sa kongerijama (*Cong. triangularis*) i lignitnim ulošcima«.

Određivanjem starosti slatkovodnih naslaga bihačke kotline najdetaljnije se bavio Br. Jovanović²⁴, koji na osnovi paleontološkog materijala i analize dotadanih rezultata smatra, da »po određenoj fauni, u kojoj prevladavaju gornjomiocenske a naročito donjopliocenske vrste, bihaćki terciarni bazen biće svakako nešto mlađi (nego što je Katzer tvrdio — R.), što će svakako i budući radovi dokazati. U prilog ovom shvatanju govori i nalazak roda *Orygoceras*, kojeg Katzer citira u fauni bihaćkog bazena, a koji po današnjem shvatanju smatra kao tipičan pontijski odnosno pliocenski rod«. Dosadašnji geološki rezultati na licu mjesta i u analognim područjima pokazuju, dakle, da je jezero postojalo još u pontijskom katu, odnosno donjem pliocenu. Tektonski pokreti, koji su poremetili kongerijske naslage i vjerovatno dokrajčili jezersku fazu, stvorili su uslove za obrazovanje morfoloških oblika, koji nas interesiraju.

Zaravan oko srednjeg toka Une i Korane ima nepravilan izgled, duža os je u smjeru JI-SZ. Odlikuje se, kao što smo rekli, i pored visinskih razlika velikom izrazitošću, granica prema višem zemljištu jedino je u podnožju Plješevice jednostavna i pravolinijska, inače na drugim mjestima prodire zalivasto u više zemljište, tako da se grebeni brdovitog ruba poluotočno na njoj ističu. Glavni ogranci zaravni su oni, koji prate kanjon Une do poprečnog grebena Gomila i dolinu Korane do iznad Slunja.

Vidjeli smo, da abrazioni postanak ne dolazi u obzir, ali se formiranje zaravni ne može objasniti ni normalnim fluvijalnim procesom. Ne proteže se duž riječnog toka, što je normalno kod fluvijalnih zaravni. Uzvodno od Ripča naglo nestaje, a nizvodno je veza s velikom zaravni oko Bosanske Krupe slabo izražena. To je vjerovatno i potaklo Cvi-

¹⁹ Die fossilen Kohlen, str. 383.

²⁰ Jovanović, op. cit. str. 170.

²¹ E. v. Mojsisovič, West-Bosnien und Türkisch-Croatien, Jahrb. d. K. K. Geol. Bundesanstalt, B. 300, S. 167-266., Wien, 1880. st. 207 i 249.

²² I. Grimer, Nalazišta ugljena po Bosni i Hercegovini. Glas. Zemalj. muzeja u Bosni i Hercegovini, knj. XI, str. 397-480, Sarajevo 1899.

²³ F. Koch, Die pliozänen Kongerierschichten von Drvar in Westbosnien. Glasnik Hrv. prirod. društva, knj. XXIX, str. 56-60, Zagreb 1917; Tumač geološke sekcije Plitvice.

²⁴ op. cit. str. 172.

jića²⁵, da Unu u periodu formiranja zaravni označi kao pritoku Korane. Postepeno sužavanje zaravni duž Korane i konačno nestajanje u području oko Slunja govori i protiv te pretpostavke. Za prosuđivanje geneze treba istaći još neke osobine zaravni.

Suprotno normalnim slučajevima zaravan nije nagnuta od brdskog oboda prema toku, već je ili sasvim uravnjena, ili su dijelovi u podnožju brdskog ruba niži. Na zaravni nema ili ima izuzetno kvarcnog šljunka, važnog elementa fluvijalnih uravnjenja. Zaravan nije ni razgranata, kao što je pravilo za odgovarajuće fluvijalne oblike. Nema sigurnih tragova razgranate riječne mreže. Ali je najveća poteškoća objasniti, kako bi rijeka mogla uopće mehaničkom snagom obrazovati ovako prostranu zaravan, i to u čvrstim i čistim vapnencima. Ne dolazi u obzir objašnjenje, da je zaravan izrađena radom bočne erozije. Relativno mala rijeka vijugala bi preko prostrane nizine (širine do 15 km), njena mehanička snaga, i u konkavnim dijelovima korita, bila bi veoma mala. Ali na rubu zaravni nema ni traga meandarskih lučnih proširenja. Riječne zaravni proširuju se prema ušću, a uzvodno prelaze u terase; tu vidimo da se zaravan u oba smjera normalno završava.

Okolo srednjeg dijela dvaju tokova nalazimo, dakle, veoma izrazitu zaravan usječenu u vapnencima. Ona ne pokazuje mnogo ovisnosti o riječnim tokovima, naprotiv, izgleda da su se tokovi našli na tako izrazitoj zaravni, da su skrenuli u suprotne pravce. Dolazimo do zaključka, da su zaravni utjecale na smjer tokova, a ne obratno. Zaravan je razvijena na vapnencima i njena uravnjenost je proporcionalna čistoći vapnenca. Nastala je, dakle, procesima i u prilikama, koji su pogodovali rastvaranju vapnenca.

Iz ranijih izlaganja izlazi, da je reljef, nastao pokretima sredinom pliocena, bio znatno drukčiji od današnjeg. Očuvane jezerske naslage i njihov položaj pokazuju, da su na mjestu bihačke zavale prvobitno bile vrlo moćne. One su bile izdignute znatno iznad današnjeg vapnenačkog ruba i predstavljale su relativna uzvišenja. Na nepropusnim jezerskim naslagama razvili su se tokovi, koji su protjecali preko vapnenačkog zemljišta ili ponirali na kontaktu s vapnencima. Razvođa su bila na nepropusnim stijenama. Iz nepropusnog izvorišnog dijela tokovi su otjecali u različitim smjerovima, spajali se s većim alogenim rijekama i otjecali prema nižim krajevima.

Kad su se tokovi za vrijeme dugog perioda mirovanja udubili i postigli neznatan pad, uspostavljala se ravnoteža između nanesenog i odnesenog materijala, dolina se širila i tokovi vijugali. Nove aluvijalne ravnice redovito su bile na mjestima dodira nepropusnih stijena i vapnenca. Pod specijalnim uslovima tople i semiaridne gornjopliocene klime²⁶ bili su na tim vlažnim ravnica snažni biotitski procesi života i truljenja, što je omogućilo intenzivan korozivni proces vapnenačkog ruba. Zaravan se širila na štetu poglavito čistih vapnenaca, i to naročito na onim mje-

²⁵ Abrazione i fluvijalne površi, str. 61.

²⁶ D. Jaranoff, Das Klima des Mittelmeergebietes während des Pliozäns und Quartärs. Diluvial-Geologie und Klima. Geol. Rundschau. Bd. 34, H. 7/8, S. 433—446, Stuttgart 1944.

stima, gdje je voda sporo otjecala ili ponirala, te se vlaga duže i obilnije zadržavala i omogućavala jače biokemijske procese. Za taj korozivni proces bilo je bitno susjedstvo vapnenaca i nepropusnog zemljišta. Iz posljednjeg je pritjecala voda i nanašan mulj, koji su omogućavali gornje procese. Sa relativno suhog vapnenačkog ruba nije bilo ni pritjecanja ni akumulacije, koji bi poremetili gornje uvjete. Istovremeno s erozijom, a osobito s denudacijom snižavane nepropusne naslage — uspostavljao se miran reljef, u kome su se uravnjenošću isticale korozivne zaravni. Vapnenačka podloga bila je prekrivena slojem finog mulja, koji je postao naplavlivanjem i orogenskim raspadanjem²⁷.

Aluvio-korozivne zaravni širile su se na rubovima i međusobno spajale. U području srednje Une bile su povezane dvije takve velike zaravni: bihačka i krupska. One su pri kraju formiranja izgledale kao močvarna polja, preko kojih su vijugale matice. I Cvijić pretpostavlja, da su takve prilike bile na kistanjskoj zaravni u doba njena formiranja: »Kao da je za doba obrazovanja površi ovaj kraj predstavljao deltu veće reke, uglavnom onakvu, kao što je danas delta Neretve«²⁸. Iz tih aluvijalnih nizina vode su otjecale površinski sporo i u različitim pravcima ili su ponirale na dodiru s vapnencima brdskog ruba. Zalivska proširenja zaravni u brdski obod ne moraju, dakle, biti doline pritoka, već i proširenja na mjestima intenzivne korozije, odnosno plavljenja i otjecanja. Zbog toga su u dnu tih proširenja ponekad najniži dijelovi zaravni (pred Ličkim Petrovim selom i pred Grabežom), na istočnoj strani kotline. Ovim nam postaje razumljivo, da humove nalazimo uz rub polja, t. j. bliže višem području pritjecanja, gdje su uvjeti za koroziju bili manje povoljni. Tu su zbog manje izloženosti ili otpornosti pred korozivnim procesom zaostajala izdvojena vapnenačka uzvišenja.

Ukoliko se denudaciono-korozivna zaravan širila, utoliko su, uz iste klimatske prilike, uvjeti za koroziju bili povoljniji — voda je sporije otjecala, povećavalo se močvarno zemljište i proširavao korozivni front. Iz toga slijedi, da je klimatski elemenat bitan za formiranje korozivnih zaravni.

U tropskim vapnenačkim područjima nalazimo i danas tip krša, koji bi odgovarao gornjim prilikama. Razvijene su prostrane, često močvarne zaravni, na kojima se ističu izdvojena uzvišenja strmih (»Cockpit na Jamaici; »mramorni stupovi« u Tonkinu i »Goenoeng Sevoe« — hiljadu brežuljaka na Javi i dr.). Suprotno našem kršu umjerenih širina, za koji su karakteristična zatvorena udubljenja, ovdje susrećemo izdvojena uzvišenja. Da bi istakao te osobine tropskog krša i razlike prema kršu umjerenih širina, H. Lehmann²⁹ ga naziva »kupasti krš« (Kegelkarst). Danas se općenito prihvaća izdvajanje krša različitih klimatskih tipova.

²⁷ Da je obrazovanje zaravni ovog tipa karakteristično za semiaridne trope ukazuje H. W. W i s s m a n n, Über seitliche Erosion. Beiträge zu ihrer Beobachtung, Theorie und Systematik im Gesamthaushalt fluvialer Formenbildung. Colloquium geographicum. Bd. 1, Bonn 1951.

²⁸ Geomorfologija II, Str. 325.

²⁹ H. L e h m a n n, Morphologische Studien auf Java. Stuttgart 1936. Probleme klimatogenog krša nedavno je raspravljao i P. B i r o t, Essai sur quelques problèmes de la morphologie générale. Lisboa 1949.

U dinarskom su kršu izrazite zaravni tipa unsko-koranskog dosta zastupljene. Dosadašnja istraživanja upućuju, da su formirane u toku gornjeg pliocena. Zaravni, dakle, ukazuju, da je u doba njihova formiranja vladala odgovarajuća topla klima. Kako su zaravni izdvojeno razvijene i vezane za susjedstvo nepropusnih stijena i vapnenaca, gdje su hidrografske prilike bile povoljne, moramo zaključiti, da klima nije bila takova vlažna, da bi ti regionalni uvjeti izgubili značenje. Analiza morfoloških oblika traži i omogućava rekonstrukciju paleoklimatskih prilika.

Naše se objašnjenje bitno razlikuje od onoga, koje je dao N. Krebs³⁰. On smatra, da su se izdvojene zaravni obrazovale oko tokova, koji su se usjekli do razine temeljnice. Prema tom tumačenju zaravni su u razini tog »denudacionog bazisa« širene lateralnom erozijom, kraškom denudacijom, a bilo je i urušavanja nad podzemnim šupljinama. Pored nemogućnosti bočne erozije na ovako prostranim ravnima, za koju ni Krebs ne nalazi dokaza, otežano je u pretpostavljenoj razini temeljnice otjecanje vode i nemoguće odnošenje materijala; dakle, nije moguće formiranje zaravni — prevladala bi akumulacija. Mi smatramo, da u kršu nema jedinstvene temeljnice, i susjedne zaravni nisu uvijek istih visina. Na ravnima nema ni stropošanih blokova ni morfoloških tragova, koji bi opravdali pretpostavku o urušavanju. Treba podvući te Krebsove konstatacije, da su izdvojeni breгови nalik na »Inselgebirge«, da su zaravni u rubnom pojasu najniže.

Za rubni korozivni proces najpovoljniji su uvjeti na malim visinama. Tu je erozija normalnih terena dalje odmakla, i voda sporije otječe. Ali do tog procesa može doći i u višim krajevima, ako se, uz povoljne klimatske prilike, uspostavi ravnoteža između akumulacije i evakuacije naplavina, odnosno stabilnost naplavne ravnice. Korozija ostavlja malo nerastvornog materijala, koji voda odnosi kroz odvodne kanale. Za korozivne zaravni uprav je bitno, da nisu formirane u razini stagnirajuće, jer se u tom slučaju ne bi kroz odvodne kanale moglo vršiti otjecanje i odnošenje nerastvornog ostatka.

Ne možemo primiti ni Krebsovo mišljenje, da su zaravni pontske starosti, jer smo vidjeli, da je tu u donjem pliocenu bilo jezero.

U toku dugog gornjopliocenog procesa uravnjavanja dolazilo je do poremećaja i pomlađivanja, ali ogromne dimenzije zaravni ukazuju na dugotrajan, za te procese klimatski povoljan period mirovanja. Takvim je poremećajem izdignuta zaravan oko sela Plitvice, uz gornju Koranu. Unsko-koranska zaravan izvijena je i izdignuta prema Drežniku, ali se u južnim dijelovima, između Korane i Une, proces i dalje nastavio. Time nam postaje razumljivo, da je niža zaravan oko Korane iznad Čatrnje uklopljena u višu i općenito bolje izražena.

Gornjoplioceni period mirovanja i uravnjavanja konačno su prekinuli mlađi pokreti, koji su tu došli do izražaja kao epirogenetska izdizanja. U toku tih gibanja oživljavale su i stare tektonske linije. Zbog tog diferenciranog izdizanja sjeveroistočna rubna zaravan ima veću visinu od

³⁰ Zur Geomorphologie von Hochkroatien und Unterkrain; Ebenheiten und Inselgebirge, i Oblikovanje krajine u hrvatskom kršu.

jugozapadne. Na oživljavanje susjedne pukotine ukazuju i toplice kod Gornjih Gata. U toku tih pokreta zaravan je i izvijena, o čemu smo ranije govorili. Prestalo je plavljenje zaravni i erozija je smijenila korozivne procese. Održala su se dva toka (Una i Korana), koja primaju vodu iz viših nepropusnih stijena i naslijedila su smjer otjecanja, u kome ih je zateklo izdizanje. Postepeno je spran fini naplavni materijal sa zaravni, ogoličena je uravnjena vapnenačka podloga. Tako je obrazovana i došla do izražaja historijski važna zaravan Korduna. Tektonske su pokrete pratile i klimatske promjene i smjene različitih tipova krša.

Našu rekonstrukciju potvrđuje i izgled riječne mreže. Sa sjevera iz nepropusnog zemljišta pritječu tokovi prema pounskoj vapnenačkoj zaravni. Gube se u ponorima na dodiru s vapnencima (Koprivška vr., Kamenica i dr.). Vjerovatno su i gornji krakovi Mutnice ranije imali takav položaj, ali ih je u mladem periodu Korana skrenula prema sebi. Tokovi iz nepropusnog zemljišta pritjecali su u fazi formiranja zaravni koncentrično prema vapnenačkom kraju i omogućavali korozivni proces. Taj, danas neobičan, smjer tokova održao se i nakon mladeg perioda izdizanja i diferencirane erozije, kao trag odnosa, koji su prije toga bili.

Rijeke su zbog izdizanja diferenciranom erozijom usjecale složenu dolinu: proširenja u nepropusnim jezerskim i sličnim naslagama, a kanjon u mezozojskim vapnencima i dolomitima. U tom je periodu usječena bihačka zavala u jezerskim naslagama. Bilo je i zastoja i mirovanja, što dokazuju podovi u bihačkoj kotlini. Proces usijecanja još nije dovršen, ali je diluvijalnim i postdiluvijalnim procesima modificiran. U toku hladnijeg glacijalnog vremena ojačali su spiranje i kliženje na nepropusnim stranama; zatrpavane su doline i obrazovane akumulacione terase. Povećana količina vode i materijala pogodovala je usijecanju kanjona u vapnenačkom području, ukoliko je rijeka bila u stanju da transportira povećanu količinu nanosa.

Izmijenjene postglacijalne prilike dovele su postepeno do današnjih odnosa. Ojačalo je kemijsko razlučivanje vapnenaca i izdvajanje rastopine. Na okolno zemljište povratila se vegetacija, a u korito Une naselile su se alge i mahovine, što omogućava kemijsko-biotitske procese, kojima su izlučene sedrene brane i korito Une razdijeljeno na niz bazena, koji su spojeni slapovima. Time je oslabio ili je sasvim umrtvljen rad erozije, izdignuta razina rijeke i omogućeno bočno prelivanje i stvaranje bara.

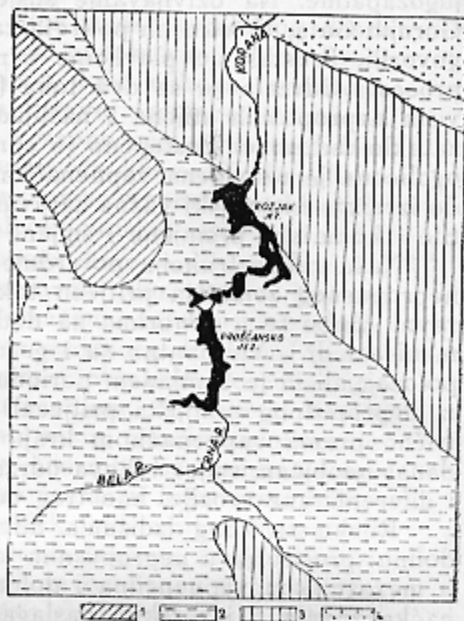
Dolazimo, dakle, do zaključka, da su prostrane zaravni postale intenzivnim korozivnim procesom u toku tektonski mirnog i klimatski povoljnog gornjeg pliocena. Današnji tokovi Une i Korane nastali su tek poslije te faze. Diferenciranom erozijom tokova obrazovane su u toku najmladeg pliocena i pleistocena današnje složene doline. Nažalost nismo mogli uočiti elemente, na osnovi kojih bi mogli još preciznije odrediti te posljednje procese. To će u stanovitoj mjeri dopuniti morfološka proučavanja u gornjem porječju Korane.

Plitvička jezera — U dosadašnjem smo izlaganju posvetili pažnju oblicima oko Une, sada ćemo se osvrnuti na morfološke osobine gornjeg po-

rječja Korane, jer naše dosadašnje konstatacije bacaju novo svjetlo na genezu tog zanimljivog kraja. S druge strane, Plitvička jezera olakšavaju razumijevanje najnovije evolucije cijelog područja. Jezera su smještena u gornjoj dolini Korane. Dolina ima dva različita dijela (v. skicu) — u gornjokrednim dolomitima je otvorena i razgranata, a u mladim rudistnim i drugim vapnencima²¹ oštro je usječen izolirani kanjon Korane. U otvorenoj su dolini Gornja ili Plitvička jezera u užem smislu, a u kanjonu je niz t. zv. Donjih jezera. F. Koch smatra, da su jezera tektonskog postanka: jezera su u sinklinalama, a bigrene brane na antiklinalama²². Ali to ne potvrđuju ni njegova geološka karta ni priloženi profil. Iz Kochovih grafičkih predstava, kao i na licu mjesta, vidimo, da udubine nekih jezera (dijelovi Kozjaka) zasijecaju u antiklinale, kao što se neke prečage nalaze na antiklinalama. I sama pretpostavka, da bi se mali tektonski oblici postkrednog nabiranja mogli održati u trošnim krednim dolomitima, sasvim je nevjerovatna. U momentu nabiranja krednih dolomita vjerovatno je bilo u povlati i mladih naslaga, koje su kasniji erozivni procesi odnijeli i reljef prilagodili zakonima svog rada. Ranije smo vidjeli snagu i omjere postpontijske korozije i erozije, a u toku dugog perioda od nabiranja krednih naslaga ti procesi su imali još veći učinak. S druge strane, nije moguće predstaviti erozivne procese, kojima bi jednom erodirani sinklinalni i antiklinalni oblici mogli biti ogoljeni i ponovo doći do izražaja.

Dolina gornjih jezera sastoji se, ne uzimajući u obzir izvorišne krakove Bijeje i Crne rijeke, od tri dijela: uzdužnog dijela Prošćanskog jezera, poprečnog dijela između tog jezera i Kozjaka i napokon uzdužnog dijela, koji zauzima posljednje jezero. Nejednaka otpornost naslaga, koje prosijeca poprečni dio toka, izvjesno je uvjetovala strmiji nagib i pogodovala formiranju sedrenih brana.

Kanjon Korane usječen je u gornjopliocenskoj unsko-koranskoj zaravni. Usijecanje je bilo uvjetovano radijalnim gibanjima, koja su nastupila

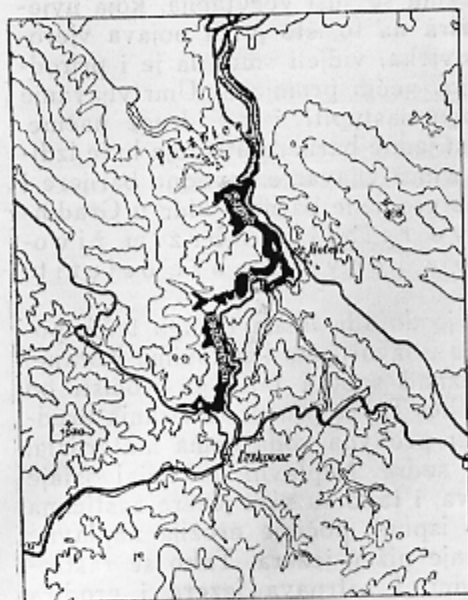


Sl. 4. Geološki sastav okolice Plitvičkih jezera (po F. Kochu):

1. plečasti vapnenci gornje krede; 2. dolomiti gornje krede; 3. rudistni vapnenc; 4. gornja kređa uopće.

²¹ F. Koch, Geološka karta Jugoslavije — Plitvice 1:75.000; Tumač geol. karti Plitvice.

²² F. Koch, Plitvička jezera. Prilog poznavanju tektonike i hidrografije krša. Vijesti Geol. zavoda u Zagrebu, knj. I., str. 155—177., Zagreb 1926.



Sl. 5. Morfološki položaj Plitvičkih jezera.

Uporediti sa geološkom skicom. Reljef je na dolomitima razvijen, a na vapnencima jednostavan. U dolomitima razgranata i otvorena dolina, a u vapnencima duboko usječen kanjon.

koja je oko 7 m iznad današnje razine jezera; salomom brane sigurno je oteklo i jezero, koje je bilo iza nje. I na sjevernoj strani brjega Gradine nalazimo široku suhu barijeru, na koju je skrenuo pažnju I. P e v a l e k, a vjerovatno je u vezi sa pomenutim dijelom brane na suprotnoj strani jezera. Put između Milanovca i Gavanovca u Donjim jezerima usječen je u suhom grebenu sedre, iz čije je građe jasno, da je dio nekadašnje jezerske brane. Tragove lomova i umrtvljavanje brane nalazimo i na Prvom padu Korane. Na preostalom višem mrtvom dijelu smještena je vidilica. Kroz taj umrtvljeni dio usječen je put, kojim silazimo ka Golubnjačama. Te su brane izvjesno razorene urušavanjem unutrašnjih pećina. Nagli izlivi jezerske vode i koncentracija otoke pojačali su u prvi mah lomove i prodore. Čim su se na ta mjesta kolonizirale mahovine, koje uvjetuju izdvajanje rastvorenog vapnenca, počela je regeneracija brana.

Po našem shvaćanju u kategoriju gore izloženih pojava spada i snižavanje razine Ciganovca u ljetnim mjesecima u toku posljednjih godina, što zabrinjava ljubitelje Plitvičkih jezera. Gornji dijelovi brane Ciganovca

krajem pliocena ili početkom pleistocena. I. P e v a l e k³³ je utvrdio, da su brane, koje pregrađuju dolinu, odnosno korito, i stvaraju jezera, nastale fitogenim procesima. Mahovina Bryum dobro uspijeva u prelivnoj vodi, izdvaja iz vode rastvoreni vapnenac, inkrustira se i tako izdiže sadrenu branu i bočno pomjera vodopade, uvjetujući ravnomjeran rast pregrade. Mahovina Cratoneuron uspijeva u vodi, koja pada, inkrustira se i uvjetuje horizontalno širenje brane; to pomaže i drugo bilje, osobito trava rosulja Agrostis. Fitogene barijere žive su i nestabilne forme. Rastom i inkrustacijom mahovine Cratoneuron stvaraju se natkriti dijelovi i čitavi sistemi pećina u barijerama. Dolazi do urušavanja pećinskih pokrova i promjene brane. U životu Plitvičkih jezera izvršile su se na taj način znatne izmjene.

Neke su bigrene prečage zbog saloma ostale bez funkcije i nestala su čitava jezera. Na sjevernoj strani Gradinca očuvani su dijelovi brane,

³³ Od nekoliko radova navest ćemo dva najznačajnija: Der Travertin und Plitvice-Seen. Verhandl. der Intern. Verein. f. Limnologie, Bd. VII., str. 165-181, Beograd 1935. i Biodinamika Plitvičkih jezera i njena zaštita. Poseban otisak iz »Zaštite prirode«, sv. 1, Zagreb 1938.

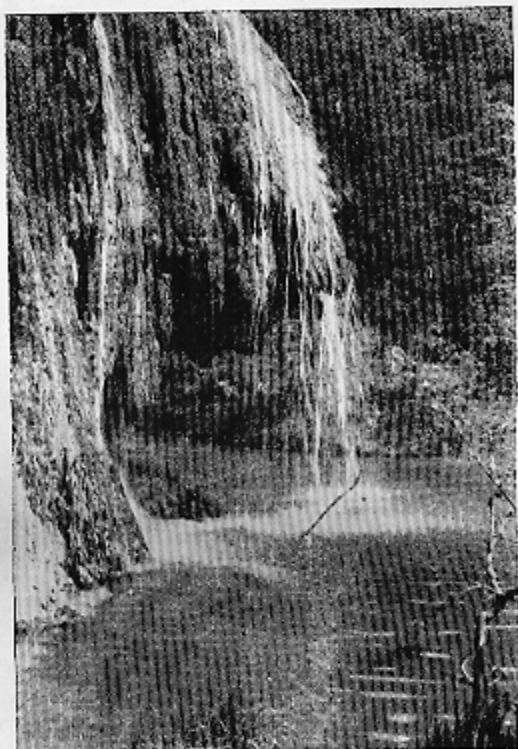
ostaju nekoliko mjeseci bez vode, pri čemu se suši vegetacija, koja uvijek inkrustacije i život sedre. Bez obzira na to, što je ta pojava vjerovatno izazvana negativnim utjecajem čovjeka, vidjeli smo, da je i prirodnim procesom dolazilo do analognih i još većih promjena. Umrtvljavanje brane i promjene u izgledu jezera mogu nastupiti i na druge načine. I. P e v a l e k je ukazao na to, da jači rast jedne barijere uvjetuje brže izdizanje jezerske razine iza nje, potapanje i umrtvljavanje uzvodne barijere i spajanje dvaju susjednih jezera. Takve se uronjene barijere vide u Gradinskom jezeru. Plitvice, dakle, žive relativno brzim životom i podležu promjenama, koje i čovjek može osjetiti i izazvati u njihovom ritmu.

Ali ima i jedna druga pojava, koja je dosada imala mnogo težih posljedica, i njoj je podleglo nekoliko jezera u izvorišnim krakovima Korane. Svaka bigrena prečaga ujezeri vodu iznad sebe i tako je pročisti od mehaničkog materijala, koji donose pritoke. Taj je proces filtriranja preduvjet za rast samih sedrenih barijera, jer prelivna voda nema materijala, kojim bi erodirala i onetala izdvajanje sedre. Naplavni materijal ostaje u najvišem jezeru i postepeno ga zatrpava, i tako su niža jezera zaštićena živim barijerama. Kad se gornje jezero ispuni, počinje erozija naplavne ravni, uništavanje brane i naplavlivanje nižeg jezera. Tako se rastresiti materijal postepeno prenosi nizvodno i zatrpava jezera i erodira sedrene brane.

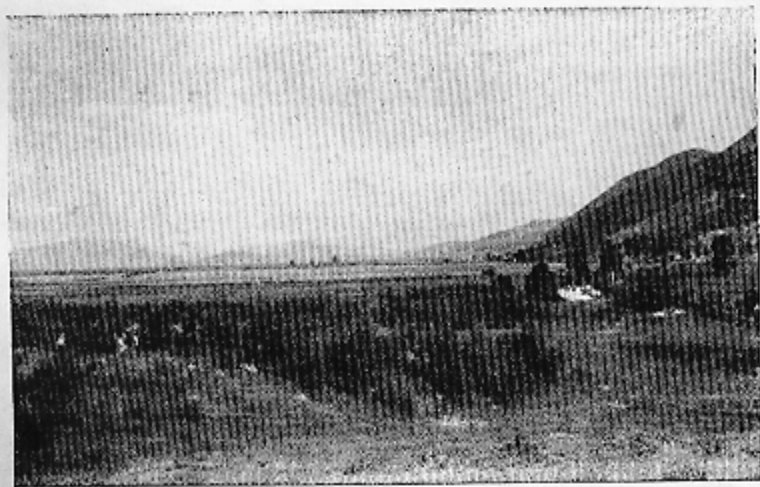
U dolini Bijele rijeke nalazimo tragove nekoliko naplavljenih jezera i više ili manje erodiranih sedrenih brana. Uz cestu kod Končareva mlina, iznad gornjeg Ljeskovca, očuvani su tragovi brane i bijelih naslaga staloženih u jezeru. Bijela rijeka razara i branu, na kojoj je Gornji Ljeskovac. Voda dijelom otječe kroz unutrašnje šupljine brane i do njih dopire kroz ponore u naplavinama. Najljepši primjer tog uništavanja brane i erozije naplavne ravnice imamo kod samog Ljeskovca. Pilana i hotel su na brani, koja je zatvarala prostrano jezero. Kad je jezero bilo zatrpavano, počela je evakuacija naplavnog materijala, erozija brane i zatrpavanje nižeg Proščanskog jezera. Već je zatrpan prostran zaliv oko Matice. Proces naplavlivanja i erozije brana pomjera se, dakle, nizvodno. Veličina Proščanskog jezera zadržat će proces i za duže vremena zaštititi niža jezera, ali je sigurno, da će i ono u geološkoj budućnosti podleći sudbini već zatrpanih jezera, ako ne nastupe druge promjene.

Val naplavnog materijala pomjera se, dakle, postepeno, nizvodno, i gornji dijelovi doline ponovo se udubljuju i pročišćavaju. Postoje mogućnosti, da na pogodnim mjestima oživi fitogeni proces lučenja sedre i ponovo uvjetuje ujezeravanje toka i tako otpočne novi ciklus.

Promatranja smo proširili i na Plitvička jezera radi boljeg osvjetljavanja najmlađe geološke prošlosti. Izložili smo naše shvaćanje o brzini razvoja i promjenama sedrenih brana, zatim ukazali na to, da su jezera izvorišnog dijela podlegla procesu akumulacije i uništavanja. Taj neprekinuti i relativno brz val zatrpavanja upućuje na zaključak, da su jezera veoma mlade geološke tvorevine; u prilog tome govore i drugi elementi.



Detalj sa vodopada na Plitvičkim jezerima.
Jasno se vidi utjecaj mahovine na rast
bigrene brane.



Korozivna zaravan u podnožju Plješevice kod Ličkog Petrovog sela.

Prema najnovijim paleoklimatskim i geomorfološkim rezultatima naš kraj je u doba maksimuma würmske glacijacije bio u zoni polarne granice šume³⁴. Na strmim padinama trošnih dolomita dolazilo je zbog naizmjeničnog zamrzavanja i odmrznjavanja do snažnih kliženja i zatrpavanja nižih dijelova. U tim bi prilikama relativno male zavale bile brzo zatrpane, i jezera bi nestalo. Ne samo da do toga nije došlo, već su jezerske obale redovito stjenovite i bez rastresitog pokrova. To nam pokazuje, da je dolina u toku glacijacije bila bez brana i kontinualno nagnuta, te je trošni materijal nesmetano evakuiran prema donjem dijelu toka. Kad je klima otoplila, pa su nastupili povoljni uvjeti, naselile su se u rijeci biljke, koje izdvajaju sedru i uvjetuju stvaranje brana i ujezeravanje toka. Taj biogenetski proces izmijenio je morfološki razvoj. Otvorena i kontinualno nagnuta dolina pretvara se u niz jezera, a mjesto daljeg usijecanja duboke kanjone ispunjava sedra. Najpovoljniji uvjeti za obrazovanje brana bili su u transverzalnem dijelu toka između Prošćanskog jezera i Kozjaka, gdje je tok prosijecao slojeve nejednake otpornosti. Današnji biotitski procesi i klimatske prilike pogoduju, dakle, rastvaranju stijena u okolini i lučenju sedre na branama — ovi uvjeti su nastupili postglacijalnim promjenama.

I A. Gavazzi³⁵ naglašava značenje diluvijalnih klimatskih promjena za formiranje sedrenih brana³⁶. Po njemu su brane rasle u toplije doba interglacijacija, a erodirane u doba glacijacija. Morfološka analiza ne dozvoljava pretpostavku, da su jezera postojala za vrijeme posljednje glacijacije. Plitvička jezera su, dakle, postglacijalna tvorevina — do istih zaključaka došli smo promatranjem sedrenih brana u koritu Une.

Raspored sedrenih brana ukazuje, da vapneni rastvor pritječe iz dolomitskog područja oko velikih jezera. Dolomiti su, kao što smo rekli, dosta trošni i veoma dobro obrasli. Mikroorganizmi i različite kiseline iz humusnog pokrova pojačavaju rastvaranje podloge, i voda, koja pritječe jezerima, bogata je vapnenim rastvorom. Da bigar potječe iz šumovitog područja Gornjih jezera, dokazuje veće bogatstvo sedre u dijelu kanjona, koji se neposredno nastavlja na Velika jezera. Nizvodno su bigrene brane manje moćne i rijede. I proces formiranja bigrenih brana i ujezeravanja pomjera se nizvodno.

Šumski pokrov ne samo da pojačava kemijsku cirkulaciju vapnenca, već brani opstanak jezera. Dolomitsko je zemljište ne samo trošno već i dosta strmo. Kad ne bi bilo šumskog pokrova, jako bi spiranje brzo zatrpavalo zavale i ugrozilo opstanak jezera. Plitvička su jezera morfološki mlada i vrlo nestabilna, ona ovise o labilnoj ravnoteži različitih prirodnih faktora, koja se može ugroziti i antropogenim utjecajima.

³⁴ F. Klute, Das Klima Europas während des Maximums der Weichsel-Würmeiszeit und die Änderungen bis zur Jetztzeit, Erkunde, Bd. V, H. 4, Bonn, 1951. U radu je navedena i druga novija literatura, koja se odnosi na ovaj problem.

³⁵ A. Gavazzi, Geneza Plitvičkih jezera, Naravoslovni glasnik Hrv. prirod. društva, god. XV., str. 1—8, Zagreb.

Geomorfološka promatranja oko srednje Une i u gornjem toku Korane upućuju na neke zaključke:

a) Današnji se reljef razvio procesima, koji su slijedili poslije srednjopliocene orogeneze;

b) Egzogeni procesi bili su prilagođeni različitom petrografskom sastavu. Tektonski mir i klimatske prilike u toku gornjeg pliocena bile su vrlo pogodne za snažnu koroziju vapnenca — na kraju te duge mirne periode naš kraj je imao miran reljef;

c) Mladi epirogenetski i tektonski pokreti krajem pliocena i početkom pleistocena pomladili su reljef, u kome dominiraju oblici diferencirane erozije;

d) Glacijalne i postglacijalne klimatske promjene uslovile su najmlađe i vrlo nestabilne oblike — pregrade u koritu Une i još moćnije barijere gornje Korane, odnosno Plitvička jezera;

e) Pri objašnjavanju razvoja oblika u vapnencima treba voditi računa o specifičnim kemijsko-biotitskim procesima, koji su vrlo ovisni o klimatskim prilikama. Vapnenci dobro konzerviraju morfološke oblike, a preko njih i tragove klimatskih prilika, pod kojima su stvarani. Morfološku vapnenačkih predjela treba proučavati pod ovim kompleksnim vidom i ta, sa metodološkog stanovišta izrazito geografska, metoda običava nove i povoljnije rezultate u objašnjenju kraških procesa.

RÉSUMÉ

La surface de l'Una et de la Korana et les lacs de Plitvice — Etude morphologique

par J. Roglić

Le long du cours moyen de l'Una et de la Korana, dans la région-frontière située entre la Croatie et la Bosnie, s'étend une vaste surface calcaire que l'auteur appelle surface de l'Una et de la Korana, et dont la principale partie est connue sous le nom de Kordun, emprunté à l'histoire militaire du pays. Cette surface fait partie des formes les plus typiques du karst dinarique, et dont la genèse n'a pas encore été suffisamment éclairée. Leur origine, selon certains, s'explique par l'érosion fluviale (A. Penck et ses élèves allemands, Cvijić etc.), selon d'autres par le travail combiné par l'érosion et de la dénudation (Davis), ou encore, suivant les chercheurs italiens, par l'abrasion. N. Krebs, modifiant certaines conceptions de l'école de Penck les explique par les processus d'érosion et de dénudation au niveau de la Grundwasser, «niveau de base de la dénudation».

L'auteur oppose, à ces explications, l'analyse des caractères généraux de cette surface. Celle-ci se développe dans les calcaires, et est d'autant plus nette que les calcaires sont plus purs. Elle ne s'allonge pas le long des cours d'eau, ne s'élargit pas en aval, et ne se réduit pas à l'état de terrasses en amont, comme dans le cas de formes fluviales normales. Elle ne porte pas de couverture de sables quartzeux, n'offre pas de pente en direction des thalwegs, mais les parties les plus basses se trouvent généralement au pied du pourtour marécageux. Tous ces caractères morphologiques infirment l'hypothèse d'une origine fluviale comme celle d'une origine abrasive — la surface tranche des sédiments néogènes lacustres dérangés: elle est

donc plus jeune que le lac, qui aurait créé ces formes d'abrasion. D'autre part, il est impossible de retenir l'hypothèse de Krebs, car il n'y a aucune preuve que dans le Karst, existe une Grundwasser unique. Au point de vue dynamique, cette hypothèse est également invraisemblable. Les cours d'eau au niveau de la Grundwasser ne peuvent ni éroder ni évacuer les matériaux meubles: leur travail provoque des formes d'accumulation, non d'érosion.

Il faut donc prendre en considération des processus morphologiques plus particuliers. On a déjà attiré l'attention, au cours d'études morphologiques antérieures, sur l'importance des processus de corrosion dans la formation des surfaces du Karst dinarique (Terzaghi, Kayser et Roglić). Des recherches récentes ont prouvé que ces processus corrosifs sont particulièrement intenses dans les régions tropicales humides. Il a été établi que des conditions climatiques semblables ont régné dans nos régions au cours du pliocène supérieur, au cours d'une phase de repos tectonique. Les eaux se sont écoulées des régions de sédiments imperméables, surtout des dépôts lacustres néogènes. La couverture végétale sur les surfaces alluviales sous un climat chaud était bien développée. Des processus biologiques intenses ont facilité le travail de la corrosion et l'élargissement des surfaces dans les calcaires. L'origine corrosive peut également expliquer d'autres caractères originaux de ces surfaces calcaires. Ces surfaces sont donc des reliques d'une période pendant laquelle les circonstances climatiques ont été stables.

Cette explication tient compte également des caractères pétrographiques et des faits géologiques comme des processus morphologiques.

A la suite de mouvements tectoniques survenus dans la période de transition entre le pliocène et le pléistocène, des vallées se sont enfoncées, sous forme de cañons dans les calcaires, plus élargies dans les autres roches. Les variations climatiques de l'époque glaciaire et post-glaciaire ont provoqué des processus d'accumulation dans ces vallées, et, plus tard, un nouvel enfoncement et la formation de tufs: les lacs Plitvice nous offrent un bon exemple de ces phénomènes récents.

La jeune vallée de la Korana, dont le cours supérieure est occupé par ces lacs, est particulièrement importante. La région des sources de la Korana se trouve dans les dolomies du crétacé, la vallée est ouverte et toute la région couverte de forêts épaisses. Au fond de la vallée se trouvent les Grands lacs, séparés par des barrages de travertin. En aval, la Korana s'enfonce dans les calcaires crétacés sous forme d'un cañon. Les barrières de tufs ont transformé une partie du cañon en «Petits lacs».

Si l'on considère l'altitude (530—640 m) et la composition dolomitique des terrains, on pourrait supposer que les phénomènes périglaciaires (désagrégation, solifluction) avaient pu être intenses et qu'ils avaient pu combler les dépressions lacustres. Mais comme il n'y a pas de trace de ces processus l'auteur en conclut que, pendant la période glaciaire, la vallée présentait une pente continue et que les lacs n'existaient pas. Au contraire, de grandes quantités d'eau et de matériaux ont provoqué l'enfoncement de la vallée, surtout dans les calcaires durs de la partie en cañon. D'autre part, les caractères biologiques de leur formation montrent que les barrières de tufs sont des formes jeunes. Les mousses (*Bryum* et *Cratoneuron*) et les algues provoquent la décomposition des calcaires et la formation de tufs. La couverture forestière crée une couche d'humus, dans laquelle de nombreux micro-organismes et divers acides provoquent la décomposition du substratum dolomitique. Tous ces faits montrent que les nouvelles conditions climatiques post-glaciaires et les facteurs biologiques ont conditionné une plus forte décomposition des calcaires, la formation de tufs et de lacs. Il existe encore une preuve de la jeunesse de ces lacs. Les alluvions des affluents remplissent les lacs supérieurs. Quant un lac se remplit, se produit l'érosion des barrières de tufs et la crue du lac inférieur. A la suite de crues et du travail de l'érosion ont succombé déjà quelques lacs et barrages

de la région des sources. Ce processus s'est accompli au cours d'une période climatique semblable à la notre, car on ne remarque ni interruption ni dislocation.

Non seulement ces lacs sont récents, mais encore ils se transforment à un rythme rapide. L'incrustation de la végétation conditionne la formation des grottes dans les barrages de tuf. Par effondrement de ces grottes les barrages s'écroulent et l'eau endiguée des lacs s'écoule. On trouve des traces de tels barrages détruits en nombreux endroits. Ainsi le lac de Ciganovec est menacé, car son barrage laisse passer l'eau. D'autre part la croissance rapide d'un barrage peut provoquer une élévation du niveau des eaux du lac endigué, telle que ce dernier inonde et amortit le barrage d'amont.

Ainsi, ces études morphologiques de la surface de l'Una et de la Korana et des lacs de Plitvice donnent une idée des principaux processus morphologiques et des conditions géographiques qui se sont succédés dans ces régions depuis le pliocène moyen. Il s'ensuit que pour l'explication de l'évolution morphologique, les circonstances paléo-climatiques sont aussi importantes que les mouvements tectoniques et la composition lithologique des terrains. Quand elle tient compte de ces facteurs climatiques une étude morphologique peut ainsi embrasser la complexité des faits: ce qui est le propre de la méthode géographique. Les calcaires réagissent aux circonstances climatiques comme rarement le font d'autres roches: les formes d'érosion s'y conservent particulièrement et elles permettent la reconstruction des circonstances qui ont présidé à leur formation.