

PREDGOVOR

Svoj interes za morfologiju i hidrologiju krša povezao sam s krajem u kojem sam se rodio i proveo dio života.

Još u toku studija (1949—1954) nastojao sam znanje stečeno na fakultetu primjeniti na kraj oko Cetine, kamo sam često odlazio i ekskurzirao u vrijeme semestralnih praznika. Godine 1951. boravio sam kraće vrijeme i u Livanjskom polju. Kao apsolvent 1954. godine sudjelovao sam u speleološkim istraživanjima što ih je vodio M. Malez oko gornjeg dijela doline Cetine.

Zeleći da nakon završenog studija što bolje upoznam morfološke i hidrološke probleme kraja oko Cetine, obišao sam 1956. godine čitav teren, a posebno predjele koje nisam prije posjetio. Iste godine vodio sam za potrebe Zavoda za geološka istraživanja u Zagrebu speleološka i hidrološka istraživanja uz sjeverne padine Mosora, oko Luke i Putišića.

Od 1958. godine svakog sam ljeta vršio na području Cetine terenska istraživanja. Godine 1958. i 1959. dobio sam i novčanu pomoć Rektorata Sveučilišta u Zagrebu, za koju i ovom prilikom zahvaljujem.

U okviru ugovora sa Savjetom za naučni rad Geografski institut u Zagrebu povjerio mi je 1961. godine da vodim istraživanje ponora na rubu Livanjskog polja.

Zelim posebno naglasiti da su mi u ovom radu mnogo pomogli rezultati različitih istraživanja, naročito egzaktnih mjerenja koja su u tom kraju izvođena zbog elektroenergetskog i ostalog iskorištavanja vode. Mnogostruko mi je koristilo i to što sam na tri istraživanja osobno sudjelovao i vodio ih. Zahvaljujući razumijevanju i susretljivosti rukovodilaca ustanova i poduzeća kod kojih su pohranjeni rezultati prethodnih istražnih radova za rješavanje praktičkih problema ovoga kraja, omogućeno mi je da dođem do mnogih geoloških, hidroloških, geofizičkih i drugih podataka, koji su poslužili kao osnova brojnim zaključcima do kojih sam došao u svom radu. Na kraju sam priložio popis stručne dokumentacije kojom sam se služio; pri njezinu citiranju u tekstu i bilješkama uz prezime autora stoji kratica »dok.«

Osobitu zahvalnost dugujem upravama i suradnicima Instituta za geološka istraživanja, »Elektroprojekta«, »Projekta« i »Geo-

fizike« iz Zagreba, »Hidroelektranc na Cetini« iz Splita i »Hidroelektrana Peruća« iz Sinja. Stručnjacima tih ustanova, naročito prof. A. Takšiću, inž. B. Pavlinu, inž. Bičaniću, inž. K. Rapić, prof. inž. dru D. Srebnoviću, inž. dru Z. Krulcu i inž. P. Andričeviću, zahvaljujem na mnogim korisnim sugestijama i na susretljivosti.

Posebno sam zahvalan prof dr Josipu Rogliču, koji me svojim predavanjima i brojnim zajedničkim terenskim radovima zainteresirao za proučavanje krša. Osobito mi je koristilo što sam ga u tri uzastopne godine pratio na njegovu terenskom radu u slivu Neretve. Na taj sam način pod njegovim stručnim vodstvom upoznao kršku problematiku kraja koji je neposredno povezan s područjem ovog rada. U početnom dijelu obrade ove teme prof. dr Roglič mnogo mi je pomogao svojim stručnim mišljenjem i dragocjenim uputama.

Zahvaljujem prof. dru D. Dukiću, prof. dru M. Friganoviću i doc. dru A. Polšaku, koji su mi pregledali rukopis i pomogli svojim savjetima. Književniku I. Katušiću hvala na jezičnoj redakciji teksta. Izražavam zahvalnost V. Banfić, absolventu geografije, koja je izradila sve priložene karte i crteže. Supruzi Vlatki velika hvala na razumijevanju i svesrdnoj pomoći prilikom prikupljanja dokumentacije i opreme ovog rada koji je završen u ožujku 1966.

UVOD

Među brojnim osobitostima Dinarskog krša osobito se ističe velika vertikalna razvedenost reljefa i pomanjkanje površinskih tokova koji bi drenirali padalinsku vodu prema susjednom Jadranskom moru. Prvenstveno je to uvjetovano velikom boranošću i razlomljenošću karbonatnih stijena. Zato se najveći dio Dinarskog krša odvodnjava podzemnim otkjecanjem.

Samo nekolicini stalnih tokova uspješlo je formirati doline u kršu Dinarida i održati površinske tokove do Jadranskog mora. Izuzmemo li Mirnu, Rašu, Rječinu, Zrmanju i Krku, koje od izvora do ušća ne nailaze na veće reljefne prepreke, jedino su Cetina i Neretva na putu do mora usjekle kroz planinske grebene impozantne sutjeske i kanjone.

Odavno se pretpostavljalo, a nedavno je bojenjima i dokazano, da Cetina ne odvodnjava samo područje svog *orografskog sliva* u dijelu dalmatinske Zagore, u zaleđu Svilajc, Mosora, Omiške Dinare i Duvnja, već i velika polja u kršu jugozapadne Bosne s njihovim okolnim planinskim okvirom. Voda s tih područja podzemno priteče Cetini, te polja jugozapadne Bosne zajedno s orografskim slivom Cetine čine tzv. *hidrološki sliv* Cetine.

Stalan tok Cetine rezultat je, prema tome, kontinuiranog podzemnog pritjecanja vode iz krša jugozapadne Bosne. Tokovi koji protječu poljima u kršu jugozapadne Bosne ponornice su i najvećim dijelom uviru u Cetinu, odnosno u njeno ušće kod Omiša. Ta hidrološka povezanost Cetine s poljima u jugozapadnoj Bosni ne samo da opravdava njihovo zajedničko promatranje, već uvjetuje nužnost usporednog i zajedničkog proučavanja čitavog relativno velikog dijela dalmatinske Zagore i jugozapadne Bosne.

Pod Cetinom ovdje ne razumijevam samo njen tok, korito ili dolinu, već šire područje oko nje, tj. kraj kojem Cetina daje ne samo glavnu hidrološku osobinu kao jedan od rijetkih tokova u bezvodnom kršu nego i kome ona svojom raznolikom dolinom čini i osnovni element dinamike reljefa. Cetina je, dakle, ne samo hidrološka već i reljefna okosnica čitavog ovog kraja.

Ovo poistovjećivanje kraja oko Cetine s pojmom same Cetine opravdano je i s obzirom na društvena, pa i privredna obilježja

ovog područja, kojem stalni i jaki vodeni tok, gotovo u doslovnom značenju, osigurava život. Novijim tehničkim zahvatima ovakvo značenje Cetine mnogostruko se povećava. Da je i u prošlosti Cetina davala dominantno obilježje čitavom okolnom kraju, najbolje svjedoči činjenica što se ovaj dio dalmatinske Zagore obuhvaćao pojmom Cetinske župe, Cetinske krajine i sl., a naziv Cetinska krajina i danas živi u narodu ovoga kraja i predstavlja najadekvatniji geografski naziv.

Jedan od početnih problema bio je kako ograničiti ovako shvaćeni pojam Cetine? Imajući na umu hidrološku i gospodarsku povezanost okolnih planinskih padina s područjem i naseljima na njihovu podnožju, smatrao sam najsvrsishodnijim da ta granica bude orografski sliv Cetine. Ona, dakle, prolazi tjemena visokih krških planina Dinare i Kamešnice na sjeveroistoku, a Svilaje, Mosora, Omiške Dinare, Dohnja i Biokova na jugozapadu. Obrada prirodnih osobina ovoga kraja, međutim, nameće potrebu da se granično planinsko područje obrađuje često u cjelini isto kao što i već istaknuta hidrološka povezanost Cetine s poljima u jugozapadnoj Bosni zahtijeva da se čitavo to područje promatra i obradi kao jedinstvena prirodna sredina. Zato je *područje ovog rada hidrološki sliv Cetine, a zbog njegove veličine detaljnije je obrađeno područje orografskog sliva.*

U opsežnoj i raznovrsnoj morfološkoj i hidrološkoj problematici naročita je pažnja posvećena specifičnim fenomenima krša, tj. zaravnima na vapnencima i podzemnom otjecanju vode.

Ovim radom želim ukazati na specifičnosti krškog reljefa i voda u ovom dijelu Dinarida; nastojim objasniti morfološku i hidrološku evoluciju i utvrditi međuzavisnost evolucije reljefa i cirkulacije vode. Da bih uspješno izvršio ovaj zadatak, moram najprije iznijeti neke opće podatke o slivu Cetine, a zatim, ukazavši na osnovne karakteristike reljefa i hidrologije, objasniti njihovu evoluciju.

OPĆI PODACI O SLIVU CETINE

Dovoljna je i površna usporedba količine vode koja protječe Cetinom s količinom i režimom padalina koje padnu na zemljište što površinski konvergira koritu Cetine, pa da se uoči kako Cetinom protječe mnogo više vode nego što bi se očekivalo s obzirom na količinu padalina na površinskom, tj. orografskom slivnom području. Cetina unosi u more prosječno oko 140 m³/s, a padaline koje padnu na njeno slivno područje osiguravaju joj, pošto se isključi koeficijent ishlapljivanja, samo oko 50 m³/s. Iz toga izlazi da oko 90 m³/s Cetina dobiva od padalina izvan njezina reljefnog udubljenja. Nerazmjernost je, dakle, rezultat podzemnog pritjecanja

vode iz susjednih reljefnih udubljenja. Ova značajna osobina krša, da nagibom zemljišta ne možemo definirati sliv, rijetko gdje dolazi do takva izražaja kao u slivu Cetine. Ni u jednu našu rijeku ne pritječu podzemno iz susjednih reljefnih udubljenja tolike količine vode kao u korito Cetine. Zato je kod Cetine neophodno nužno razlikovati orografski i hidrološki sliv.

OROGRAFSKI SLIV

To je područje s kojeg bi padalinske vode, s obzirom na nagib zemljišta, mogle površinski pritjecati u neki tok, odnosno u ovom slučaju u Cetinu. Možemo ga nazvati još užim ili neposrednim slivom.¹

Tako definirani orografski sliv Cetine određen je površinskom vododijelnicom, koja na najvišim uzvisinama odvaja orografski sliv Cetine od susjednih orografskih slivova Žrnovnice, Krke, točkova u Livanjskom polju i onih koji podzemno gravitiraju Imotskom polju te manjih tokova što podzemno ili površinski utječu neposredno u Jadransko more (prilog 1).

Od ušća Cetine kod Omiša orografska vododijelnica penje se na zapad grebenom Perun i, zahvaćajući fliške udoline Tugare, Smovo i Dubrave, izbija na vrh Mosora (1330 m). Odatle se spušta na sjeveroistok, pa obuhvativši polje Dolac Donji, penje se na greben koji u nastavku prema sjeverozapadu odvaja Dugo polje od Dicmanskog. Ovim grebenom granica prolazi zapadno od naselja Bisko, a zatim prelazi preko niske vododijelnice kojom je odvojeno Dicmansko polje od Biskog. U nastavku granica slijedi vapnenački greben između Dicmanskog polja i Poda na jugozapadnom rubu Sinjskog polja i konačno dolazi na vrh vapnenačke uzvisine Visoka (891 m). Od Visoke sjeverozapadno granica dopire do vrhova glavnog grebena Svilaje (kote 855, 961, 1509, 1305, 1301 i 1070 m). Zapadno od sela Maovice orografska granica prelazi na vapnenački greben Kozjaka (kote 1104 i 1207 m), dok se dalje na sjever spušta na Kijevsku zaravn s prilično neodređenom vododijelnicom prema dolini Krkića. Od Kijevske zaravni granica se penje padinom Dinare do istoimenog vrha (1831 m) te nastavlja glavni grebenom na jugoistok (kote 1331, 1851, 1847, 1773, 1913, 1483 i 1377 m). Na prijevoju Prolog granica nastavlja preko glavnog grebena Kamešnice (kote 1542, 1773, 1810 i 1849 m). S Kamešnice ide na jug do vrha Tovarnica (1265 m), a dalje u smjeru jugozapada presijeca više vapnenačkih grebena (kote 907, 803, 780 i 668 m). U nastavku slijedi greben koji se izdiže iznad Ugljanske zaravni (kote 749, 728, 618, 449, 455, 577, 471, 849 i 909 m). Od vrha Orljača granica se spušta na vododijelnicu između polja u kojima su naselja Grabovac i Zagvozd (457 m), pa preko Srednje gore (517 m) prelazi na padine Biokova i njima se penje do vrha Sv. Ilija (1640 m). Vododijelnica slijedi glavni greben do kote 1618 m, a zatim prelazi na primorski greben Biokova (kote 1290, 682, 527 i 585 m) do prijevoja Duboi. Odatle se penje i slijedi greben planine Dovanj (kote 640, 614, 787 i 639 m). Istočno od sela Borak granica orografskog sliva prelazi na vrh Omiške Dinare (864 m) i njenim grebenom do ušća Cetine.

1) Iako je za označavanje kopnene površine s koje vode pritječu u riječni tok adekvatniji geografski pojam »porječje«, smatram da je za ovakve krške krajeve, u kojima se vode slivaju do riječnog toka ili izravno do mora skrivenim podzemnim putovima, bolje upotrebljavati širi pojam »sliv«.

Ovako ograničenim orografskim slivom Cetine nije obuhvaćeno isključivo samo ono zemljište koje je kontinuirano nagnuto prema koritu Cetine. Kada bismo tako postupili, površina orografskog sliva bila bi znatno manja jer unutar opisane granice postoje brojna izdvojena krška udubljenja (polja, uvale, ponikve, jame i pukotine).

U ovom se radu pod orografskim slivom Cetine razumijevaju, dakle, i krška udubljenja unutar planinskog okvira doline Cetine, a isto tako i orografski slivovi onih udubljenja između planinskih grebena za koje je dokazano ili se s velikom vjerojatnošću pretpostavlja da se dreniraju u Cetinu. To znači da se kod ovakvog ograničavanja orografskog sliva uzimala u obzir i hidrološka povezanost pojedinih krških udubljenja s koritom Cetine, pa iz toga zaključujemo da su ta udubljenja zapravo dijelovi hidrološkog sliva Cetine. Njihovo obuhvaćanje orografskim slivom opravdava činjenica da se nalaze unutar jedinstvenog planinskog okvira.

U navedenim granicama orografskog sliva za mnoge je dijelove neizvjesna hidrološka povezanost s koritom Cetine. Tako nije utvrđeno da li voda s polja Gornji i Donji Dolac i Srinjine, koja se nalaze podno sjeveroistočnih padina Mosora, podzemno otječe Cetini ili kroz trupinu Mosora vrelima Žrnovnice.

Za neka se područja može pretpostaviti da se u različitim vodnim stanjima odlijevaju u različite slivove. Takav je slučaj s Dicmanskim poljem, gdje male i srednje padalinske vode poniru neposredno u tlo i najvjerojatnije se procjeđuju prema slivu Jadrana, dok velike vode otječu u Cetinu. Iznesenim razgraničenjem slivu Cetine priključen je samo krajnji jugoistočni dio Dicmanskog polja, tzv. Bisko polje.

Općenito se može reći da jedan dio padalinske vode, koja padne na prostrana krška područja orografskog sliva, ne dospijeva u korito Cetine, već se podzemno slijeva neposredno prema moru. To naročito vrijedi za Zadvarsku zaravan i sjeverozapadne ogranke Biokova.

HIDROLOŠKI SLIV

Odavno je poznato da se vode koje poniru uz sjeveroistočne padine Dinare i Kamešnice, tj. na rubu Livanjskog polja i Buškog Blata, javljaju na vrelima u dolini Cetine, te da glavni tok svojih voda Cetina dobiva podzemnim tokovima s polja u kršu jugozapadne Bosne. Sijeno koje bi voda s Livanjskog polja ili Buškog Blata splavila u ponore često se pojavljivalo u vrelima lijevih pritoka Cetine. To je bio očit dokaz da se kroz trupinu Dinare i Kamešnice prelijevaju vode iz Livanjskog polja i Buškog Blata u dolinu Cetine. Na sličan način zaključila se povezanost ponora Kovači u Duvanjskom polju s bliskim vrelom Ričine u Buškom Blatu, a isto tako i ponora rijeke Milač u Kupreškom polju sa svega 2 km udaljenim vrelima Šujice na horizontu Duvanjskog polja, te ponora na jugo-

istočnom rubu Glamočkog polja s korespondentnim vrelima u okolini Livna.

Kasnijim opažanjima kapaciteta vrela te usporednim promatranjima režima ponora i vrela još se više učvrstilo uvjerenje o međusobnoj hidrološkoj povezanosti velikih polja u jugozapadnoj Bosni, kao i o komuniciranju voda iz Livanjskog polja i Buškog Blata prema dolini Cetine. Međutim, radi hidroenergetskog iskorištavanja sliva Cetine izvršena su nakon drugog svjetskog rata detaljna hidrološka istraživanja; posebno značenje imaju brojna bojenja vode na ponorima. Time je definitivno utvrđeno da do korita Cetine dopijeva glavina vode s orografskih slivova Livanjskog polja, Buškog Blata, Duvanjskog polja, te djelomično s Glamočkog i Kupreškog polja. Iz toga izlazi zaključak da orografski slivovi polja u kršu jugozapadne Bosne zajedno s orografskim slivom Cetine čine jedinstven, *hidrološki sliv Cetine*.²

Potrebno je odmah naglasiti da se na osnovi svih dosadašnjih brojnih istraživanja ne može povući tačna granica područja s kojeg se vode dreniraju prema Cetini, a s obzirom na to da je hidrološka vododijelnica najvećim dijelom skrivena u krškom podzemlju, bit će i u budućnosti teško odrediti tačnu vododijelnicu sliva Cetine i susjednih slivova Krke, Une, Sane, Plive, Vrbasa i Neretve.

Dosadašnja istraživanja upućuju na zaključak da u mnogim dijelovima ovog područja ne postoji jedna konstantna vododijelnica. To se osobito odnosi na podzemni dio sliva gdje se vrlo često promjenom količine pritjecanja vode mijenjaju i sistemi šupljina kojima ta voda otječe, pa povremeno može otjecati prema jednom, a povremeno prema drugom slivu, a može i u oba sliva istovremeno. I na samoj je površini konstatirano da voda s jednog područja može otjecati u dva sliva. Ako su npr. ponori koji redovito odvodnjavaju određenu površinu zagušeni uslijed velikog pritjecanja vode, ona može skrenuti prema drugim ponorima koji odvođe vodu u sasvim drugi sliv. Pored već istaknutog primjera u Dikmanskom polju, karakterističan je i sliv vodotoka Jaruga u Glamočkom polju. Tok Jaruge u sušnom razdoblju redovito dopire do ponora kod sela Skucana i u tom slučaju, kao što je bojenjem dokazano,³ izbija na vrelima Plive. Povećani pritjecaj vode u jeseni i proljeću, a ponekad i zimi; ponor kod Skucana ne može primiti, pa se voda Jaruge prelijeva prema jugoistoku u niži dio Glamočkog polja i izbija na vrelima u Livanjskom polju.⁴

2) Za hidrološki sliv ponekad se upotrebljava i termin »širi« ili »posredni« sliv.

3) Vidi tabelu XIII, bojenje br. 8; Hidrometeorološki zavod SR BiH Sarajevo, dok. 1961 g.

4) Vidi tabelu XIII, bojenje br. 9; Hidrometeorološki zavod SR BiH Sarajevo, dok. 1961 g. Budući da manja količina vode odlazi ponorom kod Skucana prema Crnomorskom slivu u odnosu na količinu koja izbija u Livanjskom polju, sliv Jaruge je priključen hidrološkom slivu Cetine.

Zanimljivo je da promjene smjera podzemnog otjecanja Jaruge izaziva i sam čovjek skrećući tok u ponor kod sela Skucana da bi pokrenuo mlin koji je nad ponorom.

Ovim poteškoćama da se utvrdi slivno područje polja u jugozapadnoj Bosni pridružuje se i činjenica da je bojenjima utvrđena hidrološka povezanost nekih ponora s nekoliko različitih slivova. Tako se npr. boja ubačena u Sinjski ponor na Buškom Blatu pojavila na izvorima pritoka Cetine, ali isto tako i u Prološkom jezeru (sliv Neretve), vrelu Jadra, te u vrulji kod Dubaca.⁵

Svi ovi primjeri upućuju na zaključivanje da je ne samo teško već i nemoguće utvrditi vododijelnicu hidrološkog sliva Cetine jer ona kao površinska linija, odnosno podzemna ploha, u mnogim dijelovima uopće ne postoji.

Zbog nemogućnosti egzaktnog izdvajanja površine hidrološkog sliva Cetine, moralo se pribjeći određivanju slivne površine pomoću vodne bilance. Ovakva metoda bila bi pouzdana kada bi se raspolagalo tačnim podacima o padalinama na pojedinim površinama, zatim podacima o koeficijentu ishlapljivanja i izdašnosti vreća, odnosno protokama na vodotocima. Međutim, i ti su podaci veoma oskudni. Unatoč tome, za potrebe planiranja vodoprivrednih zahvata pokušale su se na osnovu postojećih oskudnih podataka izračunati one hidrološke vrijednosti koje nedostaju i tako, proračunavajući odnos protoka s količinom padalina i ishlapljivanja, odrediti slivna površina svakog pojedinog vodotoka.⁶ Kada bi se raspolagalo s tačnim hidrološkim podacima, na ovaj način dobila bi se samo slivna površina pojedinog vodotoka, ali ne i njezin prostorni položaj. U tom slučaju prostorni položaj slivne površine treba odrediti na osnovu geoloških, petroloških i reljefnih osobina područja.

Koristeći se svim raspoloživim podacima, a naročito rezultatima bojenja, u ovom sam radu nastojao u hidrološki sliv Cetine uključiti ono područje za koje se pouzdano zna, ili se na osnovu detaljnih geoloških i hidroloških podataka može pretpostaviti da vode s njega većim dijelom gravitiraju koritu Cetine. U karbonatnim područjima za granicu je uzeta orografska vododijelnica.

Hidrološkom slivu Cetine u cijelosti se priključuju orografski slivovi Livanjskog polja, Buškog Blata i Duvanjskog polja (vidi prilog 1). Slivu Cetine pripada jugoistočni dio orografskog sliva Glamočkog polja sa slivom vodotoka Jaruge i drugih manjih vodotokova na krajnjem jugoistočnom proširenju polja, a isto tako i jugoistočni dio orografskog sliva Kupreškog polja sa slivom vodotoka Milač.

5) Vidi tabelu XIII, bojenje br. 22; Hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, dok. 1961. a.

6) U tome se najdalje otišlo u elaboratu poduzeća »Projekt« Zagreb (Srebrenović, dok. 1963).

Vododijelnica koja odvaja sliv Cetine od susjednih slivnih područja uglavnom je na tjemenu planina, a između planinskih grebena redovito je na prijevojima. Veće odstupanje jedino je na Glamočkom i Kupreškom polju, gdje hidrološka vododijelnica poprečno presijeca polje i odvaja tokove koji su usmjereni u različita slivna područja, jadranski i crnomorski.

POLOŽAJ I VELIČINA SLIVA

U prethodnim poglavljima izdvojen sliv Cetine⁷ zauzima centralni položaj u prostranom području Dinarskog gorja. Sliv Cetine drugi je po veličini između slivova koji s dinarskog krškog područja priteču u Jadransko more.⁸ U njemu se, međutim, nalazi najveće (Livanjsko) i najviše (Kupreško) polje u Dinarskom kršu, a na ovom području javljaju se svi najznačajniji oblici krša. Orografski slivovi polja u jugozapadnoj Bosni, hidrološki povezani i drenirani prema dolini Cetine, najveća su endoreička površina u Jugoslaviji.

Izuzevši orografski sliv kanjanskog toka Cetine nizvodno od Sinjskog polja, sliv Cetine u cjelini ovalna je oblika i nešto izdužen u smjeru sjeverozapad—jugoistok. Centralni položaj u slivu zauzima Livanjsko polje. Orografski dio sliva Cetine ima periferan položaj i zahvaća jugozapadni dio hidrološkog sliva.

Granica između orografskog sliva Cetine i orografskih slivova Livanjskog polja i Buškog Blata uglavnom slijedi republičku granicu Hrvatske prema Bosni i Hercegovini, na planini Dinari i Kamešnici.

Postoje različiti podaci o veličini sliva Cetine, a svi su oni rezultat različitog kriterija prilikom razgraničavanja.⁹ Površina sliva Cetine, kako je prethodno izdvojena, iznosi 3860 km² (prilog 1);

- 7) U ovom radu pod pojmom »sliv Cetine« podrazumijeva se hidrološki sliv.
- 8) Hidrološki sliv Neretve, uključujući i Trebišnjicu, ima površinu 11.798 km² (Lazić, A. Režim Neretve, Beograd 1958, str. 8).
- 9) U publikaciji Energetski izvori Jugoslavije, A. Vodne snage, Beograd 1956. uzima se da sliv Cetine ima površinu od 5800 km². Prema Enciklopediji Jugoslavije, sv. 2, pod pojmom Cetina, str. 371, sliv Cetine je 4200 km², a orografski sliv 1463 km², dok u sv. 4, pod pojmom Jugoslavija, str. 578, stoji da je veličina sliva Cetine 5890 km². Nakon detaljnih istražnih radova za projektiranje energetskog korištenja Cetine, u elaboratu poduzeća Hidroelektrane na Cetini, Split (Zorić, dok 1963) površina sliva Cetine ocijenjena je sa 4095 km², odnosno orografskog sliva 1520 km². U štampanoj publikaciji istog poduzeća: Kratak prikaz daljnjeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine, Split 1963, str. 1, ove su vrijednosti zaokružene na 4100 km² za hidrološki sliv i 1500 km² za orografski sliv. Pri tome je namjerno napravljena greška jer je slivu Cetine priključen sliv Ribnjaka u sjevernom dijelu Glamočkog polja, te dio sliva Južne Mrtvice u Kupreškom polju, koji će se projektiranim tehničkim zahvatima sprovesti u sliv Cetine.

od toga na orografski sliv otpada 1490 km².¹⁰ To znači da je hidrološki sliv za 2370 km² veći od orografskog sliva, odnosno samo je 38,6 posto sliva Cetine unutar njezina orografskog udubljenja, a 61,4 posto u poljima jugozapadne Bosne i u njihovim planinskim okvirima.

Prilikom ograničavanja sliva Cetine upozorili smo na različite teškoće na koje se pri tom nailazi, pa je očito da ove brojčane vrijednosti površine sliva Cetine treba smatrati približnim, a time postaju aproksimativne i ostale brojčane hidrološke vrijednosti koje se baziraju na površini sliva. Međutim, navedene površine hidrološkog i orografskog sliva treba prihvatiti, jer na osnovu svih dosadašnjih istraživanja i studija najbliži su stvarnom stanju.

Dužina vododijelnice, tj. opseg sliva Cetine izmjeren kurvimetrom na topografskoj karti 1:200000 iznosi 404 km, dok je opseg orografskog sliva 247 km. Usporedimo li ove vrijednosti s opsegom krugova istih površina, dobit ćemo da je koeficijent koncentracije hidrološkog sliva 1,82 a orografskog 1,72.¹¹ Kada bi sliv imao oblik kružnice, koeficijent koncentracije bio bi 1, pa dobivene vrijednosti pokazuju da je sliv Cetine prilično okupljen. Krajnje tačke sliva, od vrha Dinare (kota 1831 m) do prijevoja između Šitara i Vrana (jugoistočno od Duvanjskog polja) udaljene su 103 km. Udaljenost između vrha Dinare i vrha Biokova (kota 1762 m) je 91 km. U odnosu na ove pravce koji imaju relativno mali otklon od dinarskog pravca pružanja najveća transverzalna zračna udaljenost je između ušća Cetine i planine Stožera (kota 1758 m) sjeveroistočno od Kupreškog polja i iznosi 80 km. Ovi podaci također ukazuju na okupljenost sliva, koji je relativno malo izdužen u dinarskom pravcu.

Reljefna razvedenost sliva Cetine bit će detaljnije razrađena u idućem poglavlju, a sada ćemo samo konstatirati da je prosječna nadmorska visina sliva oko 850 m.¹²

RELJEFNE CJELINE U SLIVU CETINE

Sliv Cetine ima vrlo složen reljef (prilog 1). Budući da su svi reljefni oblici izduženi u dinarskom pravcu, tj. sjeverozapad—ju-

10) Mjerenje je vršeno zbrajanjem površina na milimetarskom paus-papiru i pomoću planimetra, a na podlozi topografske karte 1:50.000.

11) Prema formuli Graveliusa (Jevđević 1956, 212) koeficijent koncentracije

$$= \frac{0,28 \times M}{\sqrt{F}} \quad (M = \text{obujam sliva u km}^3, F = \text{površina sliva u km}^2)$$

12) Prema podatku u: Energetski izvori Jugoslavije, A. Vodne snage, Beograd 1956, str. 224, tab. 1.

goistok, osnovna dinamičnost reljefa ima okomit pravac. Od morske razine na ušću Cetine do sjeveroistočnog oboda Kupreškog polja smjenjuje se više planinskih područja međusobno odvojenih poljima, zaravnima, pobrđima i dolinom Cetine. Krajnje su visinske tačke sliva morska razina i Veliki Troglav (1913 m) na Dinari.

Unutar vrlo razvedenog reljefa može se izdvojiti nekoliko tipova reljefa koji se ne karakteriziraju samo svojstvenim morfološkim osobinama, već isto tako i visinskim položajem, odnosom prema susjednim cjelinama i bitno različitim gospodarskim značenjem.

Na orografskoj karti (prilog 1) uočava se samo visinski odnos pojedinih reljefnih cjelina, ali usporedbom s geološkom skicom (prilog 2) očituje se ovisnost reljefnih tipova o geološkoj podlozi. Detaljnijim poređenjem ovih dviju karata naročito dolazi do izražaja povezanost tipova reljefa s petrološkim sastavom, a to se osobito dobro vidi na geološkim profilima (prilog 3). Zato smo, usporednim grafičkim prikazom reljefnih osobina terena i petrološkog sastava, na geomorfološkoj skici (prilog 4) izdvojili prostorni položaj pojedinog tipa reljefa, odnosno pojedine geomorfološke cjeline.

Planine, zaravni, pobrđa i polja, fliške zone te sutjeske i kanjon Cetine osnovne su i najznačajnije geomorfološke cjeline u slivu Cetine. Poznavanje njihovih osobina najvažniji je preduvjet ne samo za utvrđivanje evolucije krškog reljefa u cjelini već i za razumijevanje vrlo složene krške hidrologije. Stoga ovim geomorfološkim cjelinama treba obratiti posebnu pažnju.

TAB. I ODNOS POVRŠINA GLAVNIH RELJEFNIH CJELINA U SLIVU CETINE

Table I Surface proportion between the principal relief parts of the drainage basin of the Cetina

Glavne reljefne cjeline	Orografski sliv Cetine		Orografski slivovi polja JZ Bosne		Hidrološki sliv Cetine	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Krške planine	850	57,0	1406	59,3	2256	58,4
Zaravni	404	27,1	196	8,3	600	15,6
Polja	106	7,1	618	26,1	724	18,7
Vododrživa pobrđa i padine	130	8,8	150	6,3	280	7,3
Ukupno	1490	100,0	2370	100,0	3860	100,0

S obzirom na sveukupnost reljefnih i hidroloških osobina u slivu Cetine ističu se četiri veće reljefne cjeline: krške planine, zaravni, polja te vododrživa pobrđa i padine. Njihov je odnos u orografskom slivu Cetine i orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne bitno različit (tab. I). Planinskom području pripada glavnina ukupnog sliva Cetine 58,4%, a u dva spomenuta dijela

sliva njihovo je učešće u ukupnoj površini podjednako. Zaravni zauzimaju 15,6% površine čitavog sliva, a znatno veće učešće imaju u orografskom slivu Cetine (27,1%) nego u orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne (8,3%). Odnos površina polja je obrnut. U orografskom slivu Cetine ona imaju znatno manji udio u ukupnoj površini (7,1%) nego u dijelu sliva u jugozapadnoj Bosni (26,1%). Vododrživa pobrda i padine procentualno su nešto više zastupana u dalmatinskom dijelu sliva (8,8%) nego u bosanskom (6,3%).

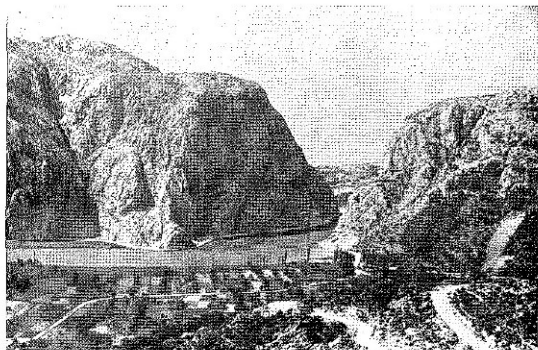
Ove razlike pokazuju da su uvjeti za razvoj osnovnih reljefnih cjelina u orografskom dijelu sliva Cetine i u dijelu orografskih slivova polja jugozapadne Bosne bili različiti, te da su se, prema tome, različito razvijali i ostali oblici reljefa, čiji je razvoj ovisan i prilagođen razvoju ovih glavnih reljefnih cjelina. Zato je nužno da se kod prikaza pojedine reljefne cjeline osvrnemo na razlike njihova rasprostranjenja i osobina unutar dalmatinskog i bosanskog dijela sliva.

PLANINE — IZGLED, GEOLOŠKA STRUKTURA I PETROLOŠKI SASTAV

Pojmovi planina i planinsko područje imaju u geografskoj terminologiji različita značenja. Uvriječeno shvaćanje da tim pojmovima treba obuhvatiti reljef iznad visine 1000 m sve se više napušta; na ovom terenu uočavaju se brojni nedostaci ovakvog jednostranog uopćavanja i nalaže se potreba da se pronađu adekvatniji kriteriji kojima bi se izdvojio planinski reljef.¹³ Sigurno je da visina može biti samo jedan od elemenata kojima možemo odrediti granice planinskog područja. Veće značenje ima relativna nego apsolutna visina, pa je u različitim područjima visinska granica planine različita. Planina i planinsko područje su kompleksni pojmovi koji u sebi uključuju brojne elemente, a među najznačajnije spadaju strmina reljefa i pomanjkanje uvjeta za agrarnu proizvodnju. Pored toga u pojedinim područjima značajni su i neki drugi elementi, npr. hladna i snježna klima, specifične biljne zajednice i sl. Za nas je jedan od najvažnijih elemenata za određivanje planinskog područja petrološki sastav.

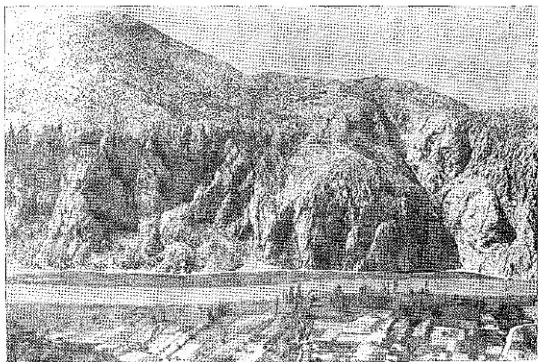
U karbonatnim stijenama, posebno u vapnencima, pojačana je nepovoljnost nagnutosti reljefa i pomanjkanja uvjeta za poljoprivrednu proizvodnju. Na nagnutim i raspucanim površinama krša lako se spiraju male količine rahlog tla zaostalog pri otapanju vapnenaca i dolomita. U postojećim reljefnim, klimatskim i pedološkim uvjetima biljni pokrov je oskudan i prekomjernim korištenjem

13) Kada bi visina od 1000 m imala odlučujuće značenje, onda npr. Omišku Dinaru, s vrhom na nadmorskoj visini 864 m, ne bismo mogli uključiti u planinsko područje dok bi ravničasta površina Kupreškog polja na visini od 1130 m bila obuhvaćena pojmom planine. Takvih primjera ima mnogo.



Fot. 1. Probojnica Cetine kroz primorski vapnenački greben pred ušćem kod Omiša

Phot. 1 Breach of the river Cetina through the coastal limestone range before its mouth near Omiš



Fot. 2. Vertikalne pukotine na padinama Omiške Dinare, uz lijevu stranu donjeg loka Cetine. Očuvani su tragovi Zadvarske zaravnj

Phot. 2 Vertical fissures on the slopes of Mount Omiška Dinara on the left hand side of the lower Cetina valley. Symptoms of the karst plateau of Zadvarje are still to be seen

(brst, lisnik, sječa za ogrjev i sl.) i uništavanjem u prošlosti (paljenje radi povećanja pašnjačkih površina i dr.) vrlo je degradiran. Time prostrana područja, bez obzira na nadmorsku visinu, karakterizira mala, gotovo beznačajna gospodarska vrijednost.

U slivu Cetine i u gotovo čitavom dinarskom kršu planinsko područje karakterizira nagnuti krški reljef, bezvodica, te oskudica rahlog tla i vegetacije, dok element nadmorske visine ne utječe znatnije.¹⁴ Zato je i ovdje na geomorfološkoj skici (prilog 4) kao osnovni kriterij za ograničavanje planinskog reljefa uzeta reljefna nagnutost karbonatnih stijena; isključene su jedino padine u sutjeskama i u kanjonu Cetine.

Planinsko područje nije samo reljefno najistaknutiji već i prostorno najveći dio sliva Cetine. Od ukupne površine sliva planinskom području pripada čak 58,4%.

Postoje mnoge zajedničke karakteristike čitavog planinskog područja u slivu Cetine: karbonatni sastav u kojem vapnenci imaju veće prostranstvo od dolomita; jaka boranost stijena kojom su one znatno izdignute u dinarskom pravcu pa su im slojevi veoma nagnuti u suprotnim smjerovima; brojni rasjedi imaju uglavnom paralelan ili transverzalni pravac u odnosu na pravac pružanja planina (prilog 2 i 3); boranjem i raspodjelom došlo je do vrlo velike vertikalne raščlanjenosti reljefa, a karbonatne stijene pri tome su veoma razlomljene i raspucane, ispresijecane brojnim pukotinama i prslinama različitih pravaca i dimenzija; padalinska voda je disolucijom karbonatnih stijena proširila u njima pukotine i tako je nastao razgranati sistem podzemnih šupljina; stjenovita podloga najčešće je ogoličena, a mjesta gdje je u različitim manjim ili većim udubljenjima zaostalo rahlo tlo redovito su pod travnatom vegetacijom.

Uz ove opće, svaka planina ima i svoje specifične karakteristike. Dinara s Kamešnicom čini reljefnu okosnicu hidrološkog sliva Cetine, a Svilaja, Mosor, Biokovo na jugozapadu te Staretina, Golija, Cincar, Stožer, Ormar, Paklina, Ljubuša, Vran i Stitar na sjeveroistoku granično su područje sliva Cetine sa susjednim slivovima.

Dinara i Kamešnica morfološki su jedna planina koju stanovništvo okolnih naselja dijeli na Dinaru u užem značenju do prijevoja Vaganj (kojim prolazi cesta Sinj — Livno) i Kamešnicu, jugoistočno od prijevoja Vaganj. Zapravo, pojam Dinara u osnovnom značenju odnosi se samo na izolirano planinsko bilo koje se strmo izdiže sjeverno od Kijevske zaravni u produženju izvorišnih krakova Cetine i Krkića. Ovo je bilo dugačko oko 8 km, a od susjednog planinskog područja na istoku odvojeno je prijevojem Lelasov Klanac (1102 m). Međutim, u ovom je radu pod pojmom Dinare obuhvaćena i Kamešnica.

Planinski masiv takve Dinare najduži je, poslije Velebita, u Jugoslaviji, 84 km; zbog dimenzija i reprezentativnih osobina po njemu je nazvano č-

14) Ovakav kriterij za definiranje pojma planine imaju i stanovnici ovog područja, koji npr. izričkom »idem u planinu« označavaju svoj odlazak na nagnuti krški teren pa makar se on nalazio svega 500, pa čak i manje metara iznad morske razine.

tavo Dinarsko gorje. Širina mu je različita; sjeverozapadni dio, između doline Butišnice i Grahovskog polja širok je oko 7 km, a u sklopu sliva Cetine prosječno oko 15 km.

Dinara je tipičan predstavnik dinar:kog pravca pružanja iako ovaj opći pravac prelaskom na Kamešnicu sve više skreće u smjer istok—jugoistok.

Padine Dinare veoma su strme, u nekim su dijelovima gotovo potpuno okomite. Jugozapadne padine, tj. one prema dolini Cetine, općenito su mnogo strmije od sjeveroistočnih, koje osim toga završavaju na 300—400 m većoj relativnoj visini (Livanjsko polje, 700 m).

Dinara nema izrazito planinsko bilo, već se iz razgranatog krškog pejzaža izdižu pojedini vrhovi koji redovito nisu u jednom nizu nego na različitim stranama površja. Na području hidrološkog sliva Cetine značajniji su vrhovi: Dinara (1831 m), Bat (1851 m), Kapnica (1539 m), Veliki Troglav (najviši vrh, 1913 m), Debelo Brdo (1259 m), Malinovac (1377 m), Kamešnica (1810 m) i Konj (najviši vrh Kamešnice, 1849 m).

Relativno široko površje Dinare karakteriziraju prilično uobljeni reljefni oblici. Među valovitim uzvišenjima nalaze se brojne uvale i ponikve, »luke«. Kamenitu podlogu znatnim dijelom prekriva rahlo tlo (osobito na dnu ponikava i uvala) i travnata vegetacija. Pejzaž je potpuno oprečan strmim i kamenitim padinama, koje promatramo iz doline Cetine, ili onim šumovitim i teško prohodnim iznad Livanjskog polja.

Lako je shvatiti da je planina, po kojoj je dobilo naziv čitavo Dinarsko gorje rano privukla pažnju geologa i geomorfologa. U radovima Hauera (1868), Mojsisovicz—Tietze—Bitnera (1880), Pilara (1882), Cvijića (1899), Grunda (1903), Richtera (1905), Kernerera (1906, 1912), Götzingera (1912) i mnogih drugih istraživača ovoga kraja nalazimo značajne priloge o geološkoj strukturi, litoškom sastavu i morfologiji Dinare. Spoznaje do kojih se došlo na kraju prošlog i na početku ovog stoljeća pod izuzetno teškim okolnostima danas su dopunjene novijim istražnim radovima. Zbog planiranja elektroenergetskog korištenja krških tokova, Dinara je, zajedno s ostalim područjem hidrološkog sliva Cetine, poslije drugoga svjetskog rata detaljno geološki istražena.¹⁵

Planinsko područje Dinare, koje je u granicama sliva Cetine (bez Kamešnice), izgrađuju gotovo isključivo kredni vapnenci s manjim zonama i ulošcima krednih dolomita. Jedino se u jugoistočnom dijelu Kamešnice nalazi zona prominskih konglomerata. Vapnenci su pretežno veoma čisti i sadržavaju oko 96% kalcijeva karbonata.¹⁶

Po svojim strukturnim obilježjima Dinara je prostrani sinklinorij, koji je brojnim uzdužnim rasjedima, naročito u jugoistočnom dijelu, znatno poremećen (Bojanić, 1964). Krila sinklinorija blago su nagnuta (10—40°), pa opća struktura centralne Dinare ima osobine konkavne karbonatne ploče (Ivanović, dok. 1962).

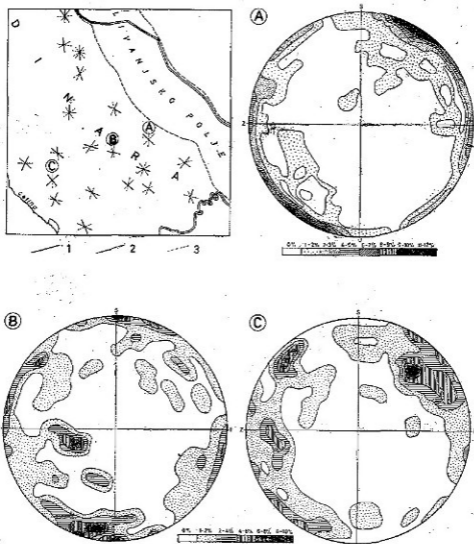
Glavnim uzdužnim rasjedima, koji odvajaju Dinaru od gotovo kontinuiranog niza zaravni uz dolinu Cetine na jugozapadu, te od Livanjskog polja na sjeveroistoku, spuštene su rubovi sinklinorija za više stotina metara. Prema zaravnima uz dolinu Cetine nagib paraklaze iznosi 70—85°. Osim ovih osnovnih rasjeda, postoji i unu-

15) Geološke istražne radove za potrebe elektroprivrede izvodio je Institut za geološka istraživanja u Zagrebu, a geološkim ekipama rukovodili su Ivanović (dok. 1962) Bojanić (1961 a i 1964), Rajević i Crnolatac (dok. 1961).

16) Bedenko i Sušnjara (dok. 1961) utvrdili su da od ukupno 69 uzoraka vapnenaca na jugoistočnom dijelu Dinare CaCO₃ zauzima u prosjeku 95,94%. U jednom uzorku su konstatirali čak 100% CaCO₃.

tar samog sinklinorija mnogo uzdužnih dislokacija različite dužine i skoka. Konstatirani su i brojni poprečni rasjedi, naročito na kralima sinklinorija.

Pored jakih dislokacija, za morfološke osobitosti Dinare veliko značenje imaju bezbrojne pukotine različitih dimenzija i pravaca koje u uslojenim stijenama povezuju slojne plohe i zajedno s



Sl. 1. Pravci pružanja i konturni dijagrami pukotina u jugoistočnom dijelu Dinare (po Bojaniću, 1964 i Magašu):

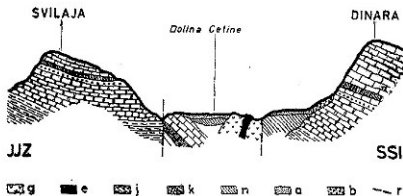
A. osnovni pravci pružanja pukotina dobiveni iz konturnih dijagrama, 1. pukotine I reda, 2. pukotine II reda i 3. pukotine III reda; A, B. i C. konturni dijagrami pukotina (položaj označen na karti A)

Fig. 1 Direction and contour diagrams of fissures in the southeastern part of Mount Dinara (according to Bojanić, 1964, and Magaš); A—the basic directions of the fissures derived from the contour diagrams, 1 — fissures of the 1st order, 2 — fissures of the 2nd order, 3 — fissures of the 3rd order. A, B and C — the contour diagrams of the fissures (the position is marked on map A)

njima čine osnovnu predispoziciju za poniranje padalinske vode i razvoj krškog procesa.

Na priloženom crtežu (sl. 1) može se vidjeti da su na području jugoistočnog dijela Dinare pravci pružanja i učestalost pukotina i na relativno maloj udaljenosti znatno drugačiji, ali su pravci pukotina najčešće paralelni ili transverzalni na pravac makrostruktura. Područja povezana pravcem osnovne strukturne građe imaju znatno različite pravce i intenzitete pukotina, ali i područja transverzalnog položaja u odnosu na opću strukturnu građu imaju različit pravac pružanja i intenzitet pukotina. Sva tri konturna dijagrama, a isto tako i skica osnovnih pravaca pružanja pukotina nedvojbeno upućuju na zaključak da je pukotinska mreža razgranata u svim smjerovima, a da je najčešći pravac pukotina paralelan ili transverzalan na pravac pružanja slojeva.

Svilaja. Većina istraživača smatra da su jugozapadne padine Dinare sa susjednim padinama Svilaje povezane antiklinalnom strukturom (Grund 1906, 65—66, Margetić 1947, 93, Crnolatic dok. 1950, Ivanović dok. 1962, i drugi). Ova antiklinala je spuštена duž rasjeda koji su bili predispozicija za reljefno udubljenje u kojem je formirana gornja dolina Četine (sl. 2).



Sl. 2. Geološki profil kroz svilajsko-dinarsku antiklinalu (po Margetiću, 1947): g—gips, e—eruptiv, j—jura, k—kreda, n—neogen, a—aluvij, r—rasjed

Fig. 2 The geological profile of the Svilaja—Dinara anticline (according to Margetić, 1947): g — gypsum, e — eruptive, j — Jura, k — cretaceous, n — Neogene, a — alluvial, r — fault

Svilaja s istoimenim najvišim vrhom (1509 m) jedna je od najbolje izdvojenih dinarskih planina; izdužena je u pravcu sjeverozapad—jugoistok 45 km, a široka najvećim dijelom oko 10 km. Sa svih strana uokvirena je ravničarskim reljefom polja i zaravni.

Planinski masiv Svilaje prilično je okupljen. U reljefu dominira glavni planinski greben, koji je asimetrično položen uz sjeveroistočni rub planine. Taj je greben gotovo cijelom dužinom iznad 1000 m, pa pojedini vrhovi slabo dolaze do izražaja. To su vrhovi Maglaj (1070 m), Sovro (1301 m), Veliki vrh (1305 m), Jelenjak (1283 m).

Sjeverozapadno od glavnog grebena Svilaje odvaja se zasebno planinsko područje koje razdvaja Kosovo polje na zapadu od Vrličkog i Paškog polja

to Kijevske zaravni na istoku. U ovom planinskom području ističe se bilo Kozjaka s najvišim vrhom Bat (1207 m).

Od glavnog grebena Svilaje na jugoistok diže se planina Visoka (vrh 894 m).

Asimetričan položaj glavnog grebena Svilaje rezultat je asimetričnog nagiba planinskih padina. Sjeveroistočna strana strmo je nagnuta prema zaravnima uz dolinu Cetine, dok je jugozapadna strana prema Petrovom i Mučkom polju mnogo položitija. Jugozapadna padina nema kontinuirani nagib, nego se na njoj izdiže veći broj uzvišenja (Turljača 1342 m, Veliki vrh 966 m, Bodina 896 m, Debelo brdo 625 m, Jurina glava 610 m i dr.). Na jugozapadnoj padini Svilaje su brojne ponikve i uvale; među krškim uzvišenjima ima i nekoliko polja, od kojih su značajnija Zelovo i Ogorje. Geološku građu i litološki sastav Svilaje proučavali su brojni istraživači ovog područja (Grund, 1908, 1910, Kerner, 1907. c, 1915, 1916. a; a poslije drugog svjetskog rata Margetić, 1947, Poljak, dok 1947, 1949, 1950. a, Bojanić i Magdalenić, dok. 1958, Bojanić i Bahun, dok. 1959. i Bojanić 1961. u.). Svim tim istraživanjima utvrđeno je da glavni greben Svilaje i veliki dio njegovih padina izgrađuju rudistni vapnenci gornje krede. Značajnu rasprostranjenost imaju i kredni dolomiti od kojih je sastavljen dio sjeveroistočne padine Svilaje. U rubnim područjima na više mjesta izbijaju na površinu lemeške i titonske naslage gornje jure, a njihov strukturalni položaj upućuje na zaključak da oni čine kontinuiranu padinu donjokrednim dolomitima. Iznad ovih dolazi zona hamidnih vapnenaca, a zatim uska i isprekidana zona dolomita, nad kojima su debele naslage rudistnih vapnenaca.

Ovakav stratigrafski slijed naslaga koje izgrađuju planinsko područje Svilaje opravdava pretpostavku da je sve od gornje jure do gornje krede postojala kontinuirana sedimentacija karbonatnih sedimentata. Svi su ti sedimenti kasnijim tektonskim pokretima, tangencijalnim i radijalnim gibanjima, na različite načine poremećeni. Duž jakih tektonskih linija na sjeveroistoku i jugozapadu izdignut je planinski masiv Svilaje.

Tektonska struktura Svilaje slična je susjednoj Dinari. I Svilaja u općim crtama predstavlja plitku i prostranu sinklinalu, koja, zbog više središnjih bora, ima sve osobine sinklinorija. Ovakvu, relativno jednostavnu tektonsku građu Svilaje u mnogim dijelovima remete brojni rasjedi i lomovi. Najveće značenje imaju rubni rasjedi duž kojih je izdignuta trupina Svilaje. Tu su na više mjesta izbile na površinu starije naslage trijasa i jure, koje znatnim dijelom imaju klastičan razvoj. Na osnovu položaja ovih naslaga može se zaključiti da su one i u podlozi čitavog sinklinorija Svilaje, a to ima vrlo veliko hidrološko značenje, jer stvara prepreku podzemnom otjecanju vode iz dijela orografskog sliva Cetine uzvodno od Sinjskog polja na jug i jugozapad.

M o s o r se posebno ističe izoliranošću, pa se u geomorfološkoj literaturi često za izdvojene planine upotrebljava termin »mosor«. 17 Paralelno s glavnim grebenom, koji je dugačak 25 km i u podnožju širok 3—5 km, u primorju su još dva grebena, dok ga jedan odvaja od zaravni uz dolinu Cetine na sjeveroistoku.

17) Prvi je ovaj naziv upotrijebio Penck (1900). On pod »mosorom« podrazumijeva planinsko područje koje je, radi izdvojenog hidrološkog položaja zaklonjeno od djelovanja riječne erozije.

Središnje bilo Mosora dominira površinom i visinom. Najviši vrh, Ljuti Kamen¹⁸ visok je 1340 m, ali i glavina ostalih vrhova je iznad 1000 m (Debelo Brdo 1061 m, Plišivac 1077 m, Ljubljan 1261 m, Javorska 1272 m, Mosor 1330 m, Botajna 1197 m, Sv. Jure 1318 m, Kupinovac 1040 m, Lišnica 950 m i dr.). Primorska padina znatno je strmija od unutrašnje. Osim toga, dok primorska padina ima uglavnom ravan pravac, unutrašnja je padina prilično razgranata i u središnjem području prelazi u niz razgranatih grebena. Vrhovi Mosora su, kao i Svilaje, asimetrično položeni na sjeveroistočnoj strani grebena; između njih i strme primorske padine reljef je relativno blagih oblika. Nekoliko uvala i ponikava izdvojeni su brežuljkastim uzvišenjima. Nasuprot tome, sami vrhovi jako su vertikalno raščlanjeni i gotovo neprohodni, pa se bitno razlikuju od površja Dinare, Svilaje i planina jugozapadne Bosne.

Veliki istraživač srednje Dalmacije Kerner, osobito se zainteresirao za geologiju i paleontologiju Mosora. U brojnim radovima (1902. a, 1903. a i b, 1904, 1905. e, 1906. b i c, 1916) on je izložio najznačajnije litološke i strukturne osobine mosorskog područja. To je bila osnova razrade koju je izvršio holandski geolog Voorwijk u svojoj disertaciji (1938). Praktične potrebe zahtijevale su da se poslije drugog svjetskog rata još detaljnije prouči litostratigrafija Mosora.¹⁹ Radi egzaktnog upoznavanja unutrašnjosti izbušene su na rubu Mosora brojne istražne geološke bušotine (Poljak i Crnolatac, dok. 1953. b, 1955. a, Crnolatac, dok. 1955. a, 1960, Magdalenić, dok. 1959. a, b i c, Magdalenić i Babić, dok. 1959); najveće značenje za neposredno upoznavanje geoloških i hidroloških osobina podzemlja Mosora ima izgrađena tunela između Prančevića i Gata, koji poprečno presijeca središnji dio glavnoga grebena (Magdalenić, dok. 1960).

Glavni greben Mosora u cijelosti je izgrađen od gornjokrednih vapnenaca, a ponegdje, osobito paralelno s najvišim vrhovima i jugozapadno od njih, ima i dolomitskih zona. Značajno je da tunel, iako prolazi kroz glavni greben na svega 240 m nadmorske visine, nigdje nije naišao na dolomite, već je cijelom dužinom u gornjokrednim vapnencima. To znači da se dolomitske zone koje nalazimo pri vrhu Mosora isklinjuju na jugoistok i završavaju prije trase tunela ili tonu u istom snjeru i na neutvrđenoj dubini prolaze ispod tunela.

Struktura glavnoga grebena Mosora vrlo je jednostavna. To je izoklinalna antiklinala koja strmo pada prema sjeveroistoku (prilog 3). U sjeverozapadnom dijelu grebena izdvaja se oko najviših vrhova u osnovnoj antiklinali nekoliko bora, kojima to područje dobiva strukturu antiklinorija.

Zbog izoklinalne strukture glavni greben Mosora prema jugozapadu rasjednim kontaktom naliježe na kontinuirani pojas fliških naslaga. Te fliške naslage sačinjavaju udolinu koja glavni greben Mosora odvaja od slabije izraženog grebena Očura na jugozapadu. Najviši vrh ovoga grebena, Makarina, visok je 702 m. Greben Očura velikim je dijelom razbijen fliškom dolinom potoka Smovo na dva paralelna bila izgrađena od gornjokrednih i paleogenskih foraminiferskih vapnenaca, breča i konglomerata.

Relativno široko fliško udubljenje odvaja greben Očure od primorskog grebena Perun. Ovaj greben je podjednako visok, oko 500 m (najviši vrh je

18) Naziv »Ljuti Kamen« na topografskim kartama je pogrešan.

19) Geološke istražne radove za potrebe hidroenergetskog korišćenja Cetine izvršio je Poljak sa svojim suradnicima, a rezultati su obrađeni u brojnim elaboratima (Poljak, dok. 1953, 1954, 1956 b, Crnolatac, dok. 1953, 1955 c, 1956, Poljak i Crnolatac, dok. 1956 b, Magdalenić, dok. 1958).

Zahod 594 m); strmo pada prema priobalnoj fliškoj padini, dok je prema unutrašnjoj fliškoj zoni nešto položitiiji; također je izgrađen od gornjokrednih vapnenaca, koji su izoklinalni i rasjednim kontaktom naliježu na primorski fliški pojas. Jugoistočni dio grebena odvojen je dvjema uskim fliškim zonama, koje naročito dolaze do izražaja na desnoj strani ušća Cetine, gdje je primorski vapnenački greben prekinut jakim poprečnim rasjedom.

Greben koji se pruža u unutrašnjosti paralelno s glavnim grebenom Mosora i odvaja ga od doline Cetine ne ističe se niti kontinuiranim pružanjem niti visinom. Sastoji se zapravo od nekoliko niznih uzvišenja. Najviši je Visoki Umac 697 m. I ovaj greben izgrađuju vapnenci gornje krede, koji u antiklinalnoj strukturi izoklinalno padaju prema sjeveroistoku.

Utvrđeno je da fliške naslage, koje manjim dijelom odvajaju unutrašnji greben od glavnog grebena Mosora i u kojima su tri manja polja, Dolac Donji, Srijane i Dolac Gornji, ne sežu duboko.²⁰ Također je konstatirano da su vapnenci unutrašnjeg grebena mjestimično navučeni na fliške naslage.²¹

Kada Mosor promatramo u cjelini, zajedno s unutrašnjim i primorskim grebenima, uočavamo niz paralelnih antiklinalnih uzvišenja, koja izoklinalno padaju prema sjeveroistoku. Kraj u cjelini ima sve osobine ljuskave strukture. Jakim uzdužnim rasjedima sjeveroistočna krila sinklinalnih udubljenja još su više spuštena, a fliške naslage koje ta udubljenja ispunjavaju priklještene su sa sjeveroistoka i tako su u odnosu na vapnence došle u anormalan položaj.

Intenzivno nabiranje i longitudinalno rasjedanje planinskog područja Mosora praćeno je i vrlo jakim lomovima i raspuklinama, a njihov rezultat su pukotine kojima je omogućeno intenzivno okršavanje; stoga ovaj planinski kraj ima tipičan krški pejzaž s oskudnim tlom i vegetacijom.

Omiška Dinara — Dovanj. Primorski Greben Mosora, Perun, nastavlja se s druge strane ušća Cetine na Omišku Dinaru od koje se na istoku izdvaja izduženi greben Dovanj. Omiška Dinara i Dovanj morfološki su potpuno odvojeni fliškim udubljenjem, koje, iako dopire relativno visoko (iznad 500 m), predstavlja markantno sniženje u odnosu na gotovo okomito položene susjedne vapnenačke grebene. Najviši vrh Omiške Dinare visok je 864 m, dok na Dovanju ima nekoliko vrhova iznad 600 m, a najviši je Kozji Rat 787 m.

Ovaj grebenski niz odstupa od dinarskog pravca pružanja. Dok svega 6 km duga Omiška Dinara najvećim dijelom zadržava taj pravac dotle 14 km dugi Dovanj ima tzv. hvarski pravac pružanja, tj. istok—zapad.

Omišku Dinaru i Dovanj izgrađuju gornjokredni rudisti vapnenci koji su intenzivno nabrani u izoklinalno položenoj antiklinali s padom slojeva prema sjeveroistoku, odnosno u Dovanju prema sjeveru. Kredna antiklinala, slično kao i kod grebena Perun, rasjedom naliježe na obalnu zonu eocenskog fliša. Zbog izokli-

20) U jednoj bušotini u Donjem Docu utvrđena je debljina fliša od svega 43 m (Magdalenić, dok 1960).

21) Tako je jedna bušotina koja se nalazi u vapnencima zapadno od sela Radovići na nadmorskoj visini kojih 440 m, nakon 92 m naišla na fliš i prolazila kroz njega do dubine 250 m (Magdalenić, dok. 1960). Fliška zona nije zahvaćena priloženim geološkim profilom (prilog 3).

nalne strukture i ovdje su primorske padine gotovo vertikalne, ali velika nagnutost slojeva uvjetuje da su i kopnene padine prilično strme. Kontakt sa susjednim fliškim područjem obilježen je jakim rasjedima, a brojne pukotine i gotovo vertikalne slojne plohe bile su preduvjet za intenzivnu karstifikaciju. Površje Omiške Dinare, donekle i Dohnja, nazubljeno je nekoliko metara dubokim pukotinama preko kojih je gotovo nemoguće kretanje.

Paralelno sa središnjim dijelom Dohnja pruža se nešto kraći greben Dro. bobulja (746 m), koji u tom djelu odvaja Dovanj od fliške doline Cetine. On je također izgrađen od gornjokrednih vapnenaca, koji čine izoklinalnu antiklinalu priklonjenu prema jugu, gdje rasjedom naliže nad usku flišku zonu.

Biokovo. Dovanj i Drobobulja, preko prijevoja Dubci, nastavljaju se u zapadne ogranke Biokova. Već se od samog prijevoja ogranci Biokova postepeno uzdižu na jugoistok i povezuju jedinstven planinski masiv, čiji samo krajnji sjeverozapadni dio, prema orografskoj vododijelnici, pripada slivu Cetine.

Više antiklinalnih uzvišenja sračuju u planinskom području Biokova u jedinstven antiklinorij, koji, pored jasno izraženog rasjednog kontakta s primorskom fliškom zonom, ima nekoliko rasjednih ploha i u unutrašnjosti; navlačenjem preko tih rasjeda formirana je ljuskava struktura. Od osobite je važnosti činjenica da je planinski masiv Biokova, kljuc u ovom dijelu u cijelosti izgrađuju gornjokredni vapnenci, ispresijecan brojnim pukotinama, što je omogućilo okršavanje i razvoj dubokih škrapa, brojnih jama i sličnih krških oblika.

Krški grebeni između južnih padina Kamešnice i kanjonske doline Cetine. Pored do sada istaknutih planinskih područja, koja i s obzirom na nadmorsku i relativnu visinu imaju bitna planinska obilježja, u jugoistočnom dijelu orografskog sliva Cetine nalazi se nekoliko vapnenačkih grebena. Njihova nadmorska visina ne prelazi 1000 m, ali velika vertikalna razvedenost i ostale krške osobine opravdavaju da se i oni u morfološkoj klasifikaciji svrstaju u planinski prostor.

Između južnih padina Kamešnice i kanjonske doline Cetine nizvodno od Sinjskog polja u dinarskom pravcu pruža se više niskih grebena relativno manjeg prostranstva i slabe reljefne povezanosti, što se ogleda i u pomanjkanju toponima koji bi obuhvaćao sve ili jedan dio ovih grebena. Svaki od njih ima poseban naziv. Ipak, kada u ovom krškom području promatramo najbitnije morfološke karakteristike, vidimo da se ono sastoji od dva pojasa grebena, koji se pružaju međusobno paralelno od Sinjskog polja i početnog dijela kanjonske doline Cetine u smjeru jugoistoka. Odfjeljena su udolinom, koju prema izduženom naselju Biorine možemo nazvati biorinskom, a dobro izražena udolina u kojoj je naselje Tijariće (tijarička udolina) odvaja sjeveroistočni grebenski pojas od planinskog područja Kamešnice.

Oba grebenska pojasa izgrađuju najvećim dijelom kredni i jurski vapnenci, a značajan udio imaju zone i proslojci dolomita različitih facijalnih i litoloških svojstava. Jurski vapnenci izgrađuju glavnu sjeveroistočnog pojasa. Biorinska udolina vezana je za relativno široku zonu krednih dolomita, dok je tijarička u jezgri sinklinale u kojoj su jurski kredni vapnenci najvjerojatnije u rasjednom kontaktu. Oba grebena sastoje se od izoklinalnih bora koje naliže na jugozapad i njihovim je rasjedanjem formirana ljuskava struktura.

Vertikalna razvedenost reljefa, karbonatni sastav i velika razgranatost pukotina uvjetovali su razvijan razvoj krša kojeg i u ovom području karakterizira duboko škrapar, podzemno odvodnjavanje, oskudica tla i degradiran biljni pokrivač.

Sator. Staretina, Golija i Krug. Livanjsko i Glamočko polje odvojeni su prostranim i razgranatim planinskim područjem. Na sjeveroistoku ovaj planinski kraj započinje okupljenom planinom Sator. To je jedna od rijetkih planina u Dinarskom gorju čiji se glavni planinski greben pruža okomito na dinarski pravac, tj. u pravcu sjeveroistok—jugozapad. Od ovog osnovnog i najbolje izraženog planinskog bila, na kojem se osim najvišeg vrha (Veliki Sator 1872 m) nalaze i ostali najviši vrhovi (Orlovac 1727 m, Babina Glava 1862 m, Mali Sator 1768 m i dr.), granaju se grebeni na sve strane. Jedan od tih grebena, Satorska Lisina vodi na jugoistok i preko Medugorja prelazi na Staretinu.

Staretina je više od 30 km izdužen planinski masiv čije se glavno bilo prilično strmo i kontinuirano izdiže iznad sjeveroistočnog ruba Livanjskog polja, dok su padine prema Glamočkom polju općenito blaže i razgranatije; iz njih se diže nekoliko zasebnih vrhova (Stari Grad 1634 m, Kurozeb 1411 m, Vučja Glava 1315 m i dr.).

Između krajnjeg jugoistočnog dijela Staretine i Glamočkog polja diže se Golija. Dobro izražen planinski greben Golije znatno odstupa od dinarskog pravca; oko 18 km je izdužen u pravcu SSZ—JJI. Za razliku od ostalih planina u ovom području, kod Golije su unutrašnje padine, tj. one prema Glamočkom polju, strnije.

Između krajnjeg jugoistočnog ruba Livanjskog polja i njegova sjeveroistočnog proširenja je planina Krug (1307 m); ona se dalje prema jugoistoku preko Borove Glave (1290 m) nastavlja u planinu Kovač, koja dopire sve do sjeverozapadnog ruba Duvanjskog polja.

Planinski prostor između Livanjskog i Glamočkog polja izgrađuju najvećim dijelom vapnenci i dolomiti svih triju mezozojskih perioda, a u zaleđu naselja Glamoč značajno rasprostranjenje imaju i klastične naslage trijasa (škriljci, pješčenjaci). Sve su naslage višestruko poremećene. Osnovnu tektonsku jedinicu čini antiklinala dinarskog pravca, koja je u sjeverozapadnom dijelu šira i pravilnija, dok se prema jugoistoku stješnjuje i navlači na sinklinalu paleodepresije Livanjskog polja (Papeš i suradnici, 1964). Kontakt antiklinale su sinklinalnim strukturama paleodepresija Livanjskog i Glamočkog polja obilježen je jakim rasjedima. U unutrašnjosti planinskog područja brojni manji rasjedi i bezbrojne pukotine u različitim pravcima razlamaju stjenovitu masu i u karbonatnim naslagama stvaraju jedan od osnova jakom okršavanju.

Tušnica, Grabovička i Midena planina. Između Livanjskog polja s Buškim Blatom i Duvanjskog polja nalazi se planinsko područje koje je prijevodom Prevala odijeljeno na dva dijela; na sjeveru je Tušnica, a na jugu su povezane Grabovička i Midena planina.

Tušnica je izdvojena planina u pravcu istok—zapad. Padine su joj strme, naročito južne. Izgrađena je od krednih karbonatnih naslaga i to pretežno goranjokrednih vapnenaca. Na sjeveru i jugu planinski greben Tušnice oivičen je s nekoliko jakih rasjeda duž kojih je Tušnica izdignuta poput horsta s najvišim vrhom 1700 m.

Grabovička i Midena planina jesu jedinstveni i razgranati planinski kraj između Buškog Blata i Duvanjskog polja. Građene su uglavnom od gornjokrednih vapnenaca koji su nabrani u dinarskom pravcu. Struktura ovog

područja vrlo je složena, a osnovu čine dvije paralelne bore, nagnute prema jugozapadu. Sama Grabovička planina u biti je prostrana antiklinala, kojoj je tjeme erodirano i uravnjeno. Više kontinuiranih rasjeda odvajaju ovo planinsko područje prema jugu, a kraćim rasjedima na jugozapadnim krilima antiklinale došlo je do navlačenja i mjestimičnog formiranja ljuskavih struktura. Između pojedinih istaknutih dijelova postoje prostrana ravničarska područja s brojnim ponikvama, nešto rjeđe uvalama i manjim poljima.

Krbiljina, Slovinj i Cincar. Između Glamočkog i Kupreškog polja prostire se 15 km široko planinsko područje koje u općim crtama ima osobine prostrane visoravni iz koje se diže nekoliko planinskih grebena (Krbiljina, Slovinj i drugi) i veći broj izdvojenih planina i planinskih vrhova (Cincar 2006 m, Voloder 1640 m, Malovan 1828 m, Jarain 1662 m, Crni vrh 1509 m, Krunjač 1500 m i drugi).

Glavinu ovog područja izgrađuju gornjokredni vapnenci, a u istočnom dijelu veliku rasprostranjenost imaju titonske i lemeške naslage jure. U strukturalnom pogledu čitav ovaj prostor tvori veliku antiklinalu, čija se krila prema jugoistoku postepeno približavaju, pa je i osna ploha antiklinale u tom smjeru sve nagnutija prema jugozapadu (Papeš i suradnici, 1964). Uzdužnim rasjedima došlo je do najahivanja naslaga na krilima antiklinale, a time i do formiranja ljuskave strukture. Nabiranjem i rasjedanjem karbonatno naslage su razlomljene, a pukotine su dale predispoziciju razvoju krških oblika koji su u ovom krškom području zastupljeni velikim brojem uvala i ponikava.

Planinski okvir istočnog ruba Kupreškog i Duvanjskog polja. Istočna granica hidrološkog sliva Cetine zahvaća više planina koje imaju različit pravac pružanja i dimenzije, a padine su im samo jednim dijelom nagnute prema području koje se odvodnjavaju u Cetinu. Na planinskom području istočno od Kupreškog polja nalazi se razvođe koje dijeli sliv Cetine od sliva Vrbasa, dok je na planinama istočno od Duvanjskog polja razvođe sa slivom Neretve.

Opća i zajednička karakteristika ovoga planinskog područja je u činjenici da je to dio krajnjeg sjeveroistočnog pojasa povezane zone visokog dinarskog krša, na koji se u susjednoj dolini Vrbasa nastavlja klasične naslage paleozoika, donjeg trijasa i neogena.²²

Istočno od naselja Kupres je planina Stožer s vrhovima Mali Stožer (1628 m) i Veliki Stožer (1758 m). Dinarskog je pravca pružanja i sastavljena je od trijaskih naslaga. Sjeverni dio izgrađuju dolomiti gornjeg trijasa, a u južnom dijelu planine susreće se klasični razvoj donjotrijaskih (verfenskih) naslaga.

Na Stožer se prema jugu nastavlja planinski greben koji odvajaju Kupreško polje od Vakufskog i Ravnog polja. Taj je greben relativno nizak (najviši vrh 1506 m) i prilično razgranat; izgrađuju ga uglavnom gornjotrijaski dolomiti.

Tok Sujice od izvora do Duvanjskog polja te sjeveroistočnu stranu Duvanjskog polja prati širok i povezan planinski niz Pakline (najviši vrh Munjevac 1503 m) i planina Ljubuša (1707 m). To područje izgrađuju donjokredne naslage u kojima se smjenjuju uslojeni sitnozrni dolomiti sa zonama dobro uslojenih vapnenaca.

22) Prema Petkoviću (1961) ovaj planinski kraj početak je »navlake visokog krša«, dok se susjedna dolina Vrbasa nalazi u »zoni mezozojskih vapnenaca i paleozojskih škriljavaca«.

Ovo široko planinsko područje sačinjava prostranu antiklinalu dinarskog pravca, koja je na krilima rasjednuta. Najmarkantniji rasjed prati kontakt s neogenskim naslagama u Duvanjskom polju, te paleogenskim slojevima uz dolinu Šujice. Dinamičan krški reljef karakteriziraju brojne uvale i ponikve.

Uz istočnu stranu Duvanjskog polja izdiže se planina Vran, čiji su samo zapadni ogranci u orografskom slivu Duvanjskog polja. Vran je izdužena planina u pravcu koji je poprečan na dinarski; osnovni reljefni oblik prati i geološka struktura, tj. rasjedima odvojena antiklinala građena od mezozojskih karbonatnih naslaga. Krila antiklinale pretežno izgrađuju vapnenci s pojedinim zonama dolomita, a na erodiranom tjemenu izbile su mjestimično na površinu i trijaskе naslage, također karbonatnog sastava. Brojnim pukotinama u vapnencima stvoreni su preduvjeti za intenzivan razvoj krškog procesa.

Iznad jugoistočnog ruba Duvanjskog polja je razgranato planinsko područje planine Lip, koju izgrađuju uglavnom prominente naslage, tj. kompaktni vapneni konglomerati s proslojcima lapora i vapnenca. Reljef ima sva bitna obilježja krša.

Opće osobine i sadašnji procesi u razvoju planinskog reljefa. Iz izloženih osobina pojedinih planina i njihovih skupina u slivu Cetine proizlazi da karbonatne stijene nisu samo osnovni već gotovo isključivi sastav planinskog područja. Vodržive trijaskе naslage malog su prostranstva na rubovima Glamočkog i Kupreškog polja, a otočni polžaj tih naslaga i manja visina u odnosu na okolne karbonatne stijene razlog su njihovu neznatnom utjecaju na morfološke i hidrološke osobine susjednog planinskog područja izgrađenog od vapnenaca i dolomita.

Osobita je značajka planinskog područja što mu je karbonatni sastav veoma raznolik. Vapnenci općenito imaju veće prostranstvo od dolomita, a jedne i druge stijene pojavljuju se s vrlo različitim litološkim i facijalnim svojstvima. Za razumijevanje današnjih procesa i objašnjenje razvoja planinskog reljefa posebnu važnost imaju litološke razlike.

Između tanko uslojenih pločastih vapnenaca i bankovitih i groždastih vapnenaca postoje brojni prijelazi s različitom debljinom slojeva i različitom mineralnom strukturom. Još su veće i značajnije razlike u litološkoj strukturi dolomitskih stijena, gdje se pojavljuju velike raznolikosti između sitnozrnatih i tanko uslojenih dolomita, te kompaktnih i debelo uslojenih dolomita sa slabom slojevitošću.

Postoje vrlo velike razlike i u mineralnom sastavu istovrsnih karbonatnih stijena. Postotak kalcijeva karbonata (CaCO_3) kod vapnenaca i magnezijeva kalcijeva karbonata ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) kod dolomita u različitim dijelovima planinskog područja je promjenjiv. Sastav primjesa također je varijabilan.

Međusobne mineraloške i petrološke razlike vapnenaca i dolomita, te raznolikosti unutar pojedine od tih osnovnih vrsta stijena

značajne su specifičnosti u razvoju krškog procesa. Česta prostorna varijabilnost mineraloških osobina karbonatnih stijena gotovo onemogućuje kartografsko izdvajanje pojedinih zona sa zasebnim karakteristikama, iako se te razlike markantno manifestiraju u različitim reljefnim oblicima. Planinske padine u debelo uslojenim gromadnim i čistim vapnencima redovito su izbrazdane dubokim pukotinama i nazubljene škrapama. Zbog velike čistoće vapnenaca, njihovom disolucijom ostaje malo neotopivih sastojaka, pa se stvara malo terra rosse i drugog rastresitog tla; otvorene pukotinske šupljine omogućuju da se čno brzo spira u podzemlje. Uvjeti za razvoj vegetativnog pokrova oduvijek su bili vrlo nepovoljni, a ako se on u prošlosti i proširio zahvaljujući povoljnijim pedološkim (mjestimično nakupljanje crvenice u pojedinim pukotinama i razvoj humusa) i klimatskim uvjetima (više padalina i povoljniji godišnji raspored), danas je podložan degradaciji i nestajanju. Humusno tlo na devastiranom području brzo se spira i nestaje u unutrašnjost krša. Slične osobine imaju i planinske padine koje izgrađuju kompaktni i relativno čisti dolomiti s tom razlikom što je postotak nekarbonatnih primjesa i u najčišćim dolomitima znatno veći nego u vapnencima, pa pri njihovu otapanju zaostaje veća količina neotopivog supstrata.

U dijelovima koje izgrađuju tanko uslojeni, brečasti, bituminozni i sitnokristalinični vapnenci s velikim postotkom nekarbonatnih primjesa te sitnozrni dolomiti postoje bitno drugačiji uvjeti za razvoj reljefa. Uz korozivne procese vrši se i intenzivno raspadaње i usitnjavanje stijena na površini, a zbog te usitnjenosti veća je površina podložna korozivnom otapanju. Relativno velik postotak nekarbonatnih primjesa i njihovo brzo izdvajanje rezultiralo je stvaranjem rahlog tla, koje usporava poniranje padalinske vode i omogućuje razvoj vegetacije. Ove stijene, a naročito sitnozrni dolomiti, mogu u cjelini imati osobine vododrživih stijena u tom slučaju na njima se, pod utjecajem površinskog otjecanja vode, razvijaju specifični oblici. Erozivno snižavanje u takvim stijenama znatno je veće nego na čistim i kompaktnim vapnencima i dolomitima, jer nastaje kombiniranim djelovanjem korozije i mehaničke erozije, pa se u njima formiraju različita zatvorena udubljenja, otvorene manje doline i sl. I na planinskim padinama oblici reljefa u ovakvim stijenama mnogo su blaže izraženi. Kameniti izdanci prilično su rijetki. Ako i postoje, u reljefu se redovito slabo ističu, jer su dobrim dijelom prekriveni kršjem i rahlim tlom koje povezuje kamenite izdanke u jednoličnu reljefnu cjelinu.

Mineraloške i litološke razlike karbonatnih stijena, a povezano s time i različit učinak pojedinih agensa koji modeliraju reljef, osnovni su razlog dinamičnosti reljefa planinskog područja u slivu Cetine. Čisti, kompaktni i debelo uslojeni vapnenci i dolomiti strše u obliku manjih ili većih rezistentnih grebena koji ovičuju zone manje kompaktnih i trošnijih karbonatnih stijena.

Opća i vrlo značajna osobina planinskog područja je u činjenici da su karbonatne stijene intenzivno borane, a kasnije i rasje-

dane i stoga jako razlomljene i raspucane. Boranjem i dislociranjem karbonatnih slojeva izvršena je osnovna izmodeliranost reljefa, koji je kasnije oblikovan diferenciranim korozivnim i erozivnim procesima.

Usljed korozivnog djelovanja padalinske vode mnoge su pukotine proširene i nastavljaju se u podzemne šupljine. Iako samo jedan dio tih šupljina ima otvor na površini, u planinskom području sliva Cetine konstatiran je vrlo velik broj speleoloških objekata. Kao i u drugim planinskim krajevima i ovdje su jame najčešći speleološki oblik i poznato ih je više stotina, dok su pećine vrlo rijetke i redovito manjih dimenzija²³. Iako ima jama dubljih od 200 m, pa možda i od 300 m, njihova prosječna dubina je oko 50 — 80 m. Broj otvorenih pukotinskih šupljina s dubinom redovito opada, a izgradnjom tunela kroz Mosor utvrđeno je da se s povećanjem dubine smanjuje i broj manjih vodonosnih pukotinskih šupljina. Od razgranate mreže više ili manje povezanih površinskih proširenja u podzemlju njihov se broj sve više smanjuje u odvojenim sisteme šupljina, najčešće vrlo malih dimenzija. To znači da što god idemo više u unutrašnjost to je sve veći broj pukotina ostao izvan dohvata korozivnog procesa. Zato se i prilikom bušenja tunela kroz Mosor moglo konstatirati da, unatoč brojnim i razgranatim pukotinama, veliki dijelovi tunela prolaze kroz vapnence u kojima nema nikakvih šupljina.

Pukotine se na površini redovito proširuju razvojem škrapa, koje su naročito karakteristične na kompaktnim vapnenačkim blokovima. Skrape se i u sadašnjim uvjetima intenzivno razvijaju.

Na unutrašnjim dijelovima planina postoji više izdvojenih ravnjaka. Prostranstvom se ističu ravnjaci na Dinari, a osobito oni na planinskom području između Glamočkog i Kupreškog polja. Na takvim prostranim ravnjacima često se susreću ponikve i uvale.

U sadašnjoj fazi razvoja planinskog reljefa najznačajniji je proces spiranja rahlog tla s ravnjaka te sa dna ponikava i uvala. Ovo tlo odnose vode u unutrašnjost krša, a kamena podloga sve se više ogolićava. I na istaknutijim planinskim dijelovima opaža se spiranje tla, naročito crvenice koja je zaostala među pukotinama.

23) Teška pristupačnost i mala gospodarska važnost planinskog područja osnovni su razlog da je njegovo podzemlje slabo istraženo. Pionirskim istraživačkim pothvatima Giromette (1923) i Margetića (1925) bilo je obuhvaćeno uglavnom niže područje, a od planinskih krajeva bolje od ostalih istražen je jedino bliži Mosor. S grupom studenata Geografskog zavoda PMF-a u Zagrebu istražio sam 1960. godine 11 jama i 7 spilja na Omiškoj Dinari i Donju, te 29 jama i 4 spilje na padinama Biokova koji su u orografskom slivu Cetine. Za potrebe elektroprivrede vodio sam istraživanja speleoloških objekata u području sjevernih padina Mosora (Baučić, dok. 1957). Sumiranjem svih tih podataka, kao i onih koje sam prikupio ekakurzijama po ostalim planinama (Dinara, Kamešnica, Oincar i dr), može se s vrlo velikom vjerojatnošću pretpostaviti da na ovom planinskom području ima kojih 1000 speleoloških objekata, uglavnom jama.

Ovaj proces evidentan je ne samo na rahlom tlu gdje zaostaju tragovi spiranja već i na ogolićenim stijenama na kojima su nakon odnošenja rahlog pokrivača otkrivene uobljene škrape nastale u uvjetima korozivnog djelovanja ispod rahlog pokrivača.

Razumljivo je da izložena geološka svojstva planina isključuju mogućnost površinskog otjecanja vode. Padalinske vode neposredno poniru u unutrašnjost razgranatom mrežom pukotinskih šupljina. Jedino veće količine padalina na dolomitским terenima i područjima gdje su vapnenci prekriveni rahlim tlom formiraju bujičave tokove koji povremeno poteku vododerinama na planinskim padinama

ZARAVNI — PROSTORNI RAZMJESTAJ I OSNOVNE RELJEFNE I GEOLOSKE OSOBINE

Znatan dio hidrološkog sliva Cetine izgrađuju karbonatne stijene koje su nakon tektonskih poremećaja (boranja, rasjedanja itd.) zaravnjene. Izgled tih zaravnjenih područja, dakle, ne podudara se s geološkom strukturom stijena na kojima se nalaze. Zaravni su ravničaste površine na horizontalno ili gotovo horizontalno zasječenim slojevima, koji padaju pod različitim kutom²⁴.

Na geomorfološkoj skici (vidi prilog 4) prikazan je prostorni položaj svih zaravni u hidrološkom slivu Cetine. Ovako izdvojeno područje zaravni zahvaća površinu od kojih 600 km², tj. 15,6% ukupnog sliva Cetine. Pri tom nisu uračunate zaravni u poljima, koje su djelomično ili u cijelosti prekrivene rahlim tlom. Ali time nije obuhvaćena čitava površina otkrivenih zaravni; postoje još prostrana područja koja imaju osobine zaravni, a koja na morfološkoj skici ovog mjerila i u obradi ovako opsežne krške problematike niti je bilo moguće, niti je svrsishodno izdvojiti.

Osnovna je osobina svih zaravni koje su prikazane na geomorfološkoj skici (prilog 4) da to nisu potpuno ravne površine. U općim crtama one imaju ravničast izgled i redovito su manje ili više nagnute u jednom ili u više smjerova. Na njima se obično nalazi veći broj uzvišenja (humova i sl.) ili udubljenja (ponikve, uvale, manja polja i sl.).

Pored već istaknutog da se zaravni nalaze na karbonatnim stijenama, treba posebno upozoriti na to da su one najvećim dijelom vezane za vapnence. Uz planinsko područje zaravni su najrašireniji krški oblik u hidrološkom slivu Cetine. Budući da planinski reljef nije specifičnost krša, zaravni su najprostraniji fenomen ne samo u slivu Cetine već i u čitavom Dinarskom kršu²⁵.

24) U srpskoj stručnoj terminologiji za zaravan se upotrebljava naziv »površ«, međutim, »zaravan« mnogo bolje odražava izgled i osnovnu strukturu ovakvog oblika reljefa.

25) Polja u Dinarskom kršu ne smatramo krškim oblikom, već specifičnim oblikom kojeg okružuje krš.

I ostali oblici koji čine posebnost krša nalaze se na zaravnima ili im je razvoj vezan uz njih; pored škrapa, najčešći krški oblik na zaravnima su ponikve. Zaravni redovito imaju sva ona negativna svojstva koja karakteriziraju i planinski krš. I na njima je oskudica tla, biljnog pokriva, vodenih tokova i općih povoljnih uvjeta za gospodarsku aktivnost i život čovjeka, ali su općenito sve te negativnosti slabije nego na planinskom krškom području.

S obzirom na prostorni položaj, morfološke odnose i na opće krške osobine, sve zaravnjene površine u slivu Cetine možemo podijeliti u dvije grupe: zaravni u orografskom slivu Cetine i zaravni na orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne. Kod ove druge grupe možemo izdvojiti tri podgrupe: zaravni oko polja, zaravni na planinama i zaravni u poljima.

Zbog prostranstva i značenja koje zaravni imaju za razvoj ostalih krških oblika, te zbog posebnosti svake od spomenutih grupa i podgrupa, kao i specifičnih osobina svake od zaravni, nužno je njihove roljefne i geološke osobine detaljnije prikazati.

Zaravni u orografskom slivu Cetine. Pogled na geomorfološku skicu (prilog 4) omogućuje zaključak da se glavnina zaravni u hidrološkom slivu Cetine nalazi unutar užeg, tj. orografskog sliva Cetine, uz korito rijeke i uz polja kroz koja protječe. Tu zaravni zauzimaju 27% ukupne površine, a njihova površina u orografskom slivu Cetine čini 67,3% površine svih zaravni u hidrološkom slivu Cetine. Oko polja u jugozapadnoj Bosni zaravni su rjeđe, izoliranije, što dokazuje da su postojali specifični uvjeti postanka i razvoja.

Tok Cetine od izvora do ušća prati s obje strane gotovo kontinuirani niz zaravni različite širine, promjenljive apsolutne i relativne visine. Ponegdje je to uravnjeno krško zemljište uz korito Cetine, dok ga u nekim područjima odvajaju od otoka Cetine uža ili šira polja.

Nesklad između izgleda zaravni i geološke strukture stijena u kojima su razvijene uočili su brojni istraživači ovog područja, a naročito Kerner (1905. b, 1906. c, 1912. i 1922), Cvijić (1909), Grund (1910), Schubert (1910), Götzinger (1912), Maul (1915), Milojević B. Ž. (1924) i Roglić (1957) i raspravljali o njemu. Zbog različitih kriterija gotovo svaki autor ima zasebno shvaćanje o prostranstvima zaravni. Tako se u radovima posljednje dvojice autora, Milojevića B. Ž. i Roglića, nalaze sasvim suprotna tumačenja. Milojević B. Ž. smatra da zaravni različite širine i visine kontinuirano prate čitavu dolinu Cetine²⁶. Roglić je, međutim, mišljenja da tok Cetine »prati niz slabo povezanih ili izdvojenih zaravni«²⁷. Kao što

26) Milojević, B. Ž., 1924, 606, skica 1.

27) Roglić (1957, 107) je crtežom na sl. 2. prikazao samo jedan dio svih zaravni i to ograničenih uglavnom na osnovu izohipsa.

se vidi na priloženoj geomorfološkoj skici (prilog 4), ograničenje površina zaravni znatno se razlikuje od obojice spomenutih autora, a općenito se može reći da je bliže stanovištu Milojevića²⁸.

Sjeverozapadno i sjeverno od Cetinskog polja, odnosno od izvorišnih krakova Cetine je Kijevska zaravan²⁹. Ona zauzima prostor između padina planine Dinare i sjeverozapadnog ogranka Svilaje, Kozjaka. Najvećim dijelom je na nadmorskoj visini od kojih 440 m. Nekoliko zaobljenih humova diže se do 460 m, a najviši je hum na kojem se nalazi crkva u naselju Kijevo. 539 m. Osim njega ističe se hum Runjevica, 515 m, također u južnom dijelu zaravni, i to uz sjeverozapadni obod Cetinskog polja. Pored humova, reljef Kijevske zaravni karakterizira i veći broj plitkih uvala i ponikava, kojih ima naročito u zapadnom dijelu. Na sjeveru je Suho polje, u dinarskom smjeru izduženo plitko udubljenje u Kijevske zaravni kojemu je najviši dio dna na nadmorskoj visini oko 405 m. Zaravan je blago nagnuta od zapadnog dijela tj. od Kijeva prema ostalim stranama.

Nagib od zapada prema istoku i sjeveroistoku nije kontinuiran, već su u tom smjeru dobro izražene tri stepenice, koje padaju oko 1 — 3 m. Te se stepenice pružaju u dinarskom pravcu i upućuju na zaključak da je nakon stvaranja zaravni tektonska aktivnost uvjetovala vertikalnu raščlanjenost pojedinih dijelova.

Kijevska zaravan na sjeverozapadu povezuje Cetinsko polje, u kojem su vrela Cetine, s vrelom Krkića, izvorišnog produžetka rijeke Krke. Zaravan je, dakle, otvorena prema sjeverozapadu i jugoistoku i na njoj se nalazi hidrološka i orografska vododijelnica slivova Cetine i Krke.

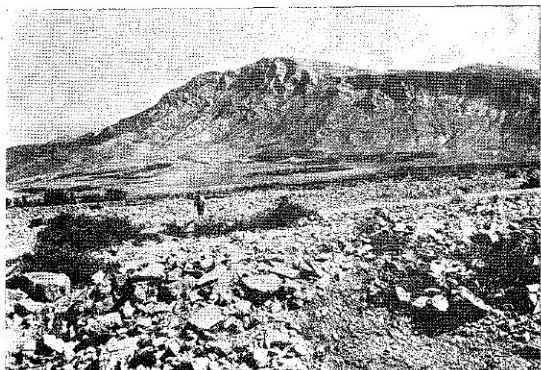
Kijevska zaravan razvijena je u dobro uslojenim, veoma poremećenim krednim vapnencima; slojevi najčešće padaju prema jugu i jugoistoku. Dobro izražen rasjed prati prijelaz zaravni prema sjeverozapadnom rubu Cetinskog polja, a rasjedom je obilježen i kontakt s padinama Dinare.

Najveći dio zaravni je kamenit, a slojne i pukotinske šupljine dijelom su ispunjene rahlim tlom. Na dnu uvala i ponikava kamenu podlogu prekriva naplavljena crvenica. Naročito mnogo crvenice ima na zapadnom dijelu zaravni. Tu je crvenica izmiješana s oštrobriđnim valuticama rasjednutih prominskih konglomerata. Zbog agrarnog korištenja crvenice, valutice su uzidane u ograde niža, a na odvojenim rahlim naslagama zasniva se agrarna aktivnost brojnih zaselaka Kijeva.

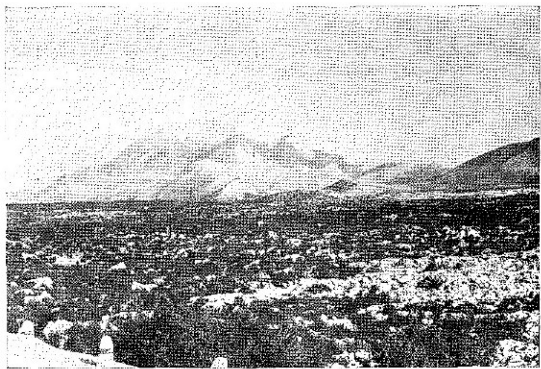
Iznad zapadnog ruba Kijevske zaravni, na padinama Sivog brda, mjestimično su debele naslage crvenice s tragovima intenzivnog spiranja za vrijeme kiša. S obzirom na položaj, debljinu i znatnu prhkost tih naslaga, najvjerojatnija je pretpostavka da su one vjetrovom pretaložene s područja Dinare i Kijevske zaravni. Analogno vremenu taloženja eolskih sedimenata u drugim krajevima, zaključujemo da su i ove nataložene u pleistocenu. Položaj i recentno spiranje ovih naslaga objašnjava porijeklo relativno debelih naplavin crvenice na zapadnom dijelu Kijevske zaravni, oko istoimenog naselja.

28) Prostranstvo glezvine zaravnjenih površina utvrdio sam neposrednim terenskim opažanjem.

29) Ovu kao i gotovo sve zaravni oko polja uz dolinu Cetine narod naziva Podi. U ovom kraju riječ »pod« je sinonim riječi »kat«. Time se želi naglasiti uravnjenost i položaj zaravni u odnosu na gospodarski vrijednija i niža polja. U Cetinskoj Krajini pojam »Podi« ima značenje zaravni uz obod polja. Isto značenje toponim »Podi« ima i u području oko Petrovog polja (Friganović, 1961) i drugih polja u dalmatinskoj Zagori. Upotrebljava se i za zaravni uz obode polja jugozapadne Bosne. Smatram, da bi u tom značenju ovaj pojam trebalo prihvatiti i u stručnoj terminologiji. Zbog čistinkcije pojedine zaravni bilo je nužno nazvati ih prema naseljima koja se nalaze na njima ili na njihovom rubu. Naziv Podi zadržan je samo za zaravan istočno i sjeveroistočno od Sinjskog polja.



Fot. 3. Kijevska zaravan i jugozapadne padine Dinare
Phot. 3 Karst plateau of Kijevo and southwestern slope of Mount Dinara



Fot. 4. Zadvarska zaravan oko donjeg toka Cetine. U pozadini Biokovo
Phot. 4 Karst plateau of Zadvarje. In the background Mount Biokovo

Uz istočni rub Kijevske zaravni usječena je suhodolina Kriva draga, koja u blizini glavnog vrela Cetine povezuje Cetinsko polje s Uniškom dragom na sjeveru. Na istočnom rubu zaravni, gdje na zaravan izbija suhodolina Uniška draga, postoje znatne šljunkovite naplavine. Iz njihova položaja lako je zaključiti da su na zaravan dospjele kroz Unišku dragu, te da su proizvod pleistocenske oledbe kojom su bili zahvaćeni vrhovi i padine planinskih grebena Uništa.

Zapadni dio Kijevske zaravni prelazi na jugu u Civiljansku zaravan. To je relativno mala zaravan između planine Kozjak na zapadu te Cetinskog i Vrličkog polja na istoku. Podjednako je visoka kao i Kijevska zaravan, ali joj je reljef raščlanjeniji. Zaravnjeni su dijelovi uzvišenja u kompaktnim prominskim konglomeratima i proslojcima vapnenca, dok su u zonama neogenskih i paleogenskih lapora zaobljene padine i udubljenja.

Sjeverozapadno od Vrlike je manja zaravan Pleča. Zastjeca poremećene kredne vapnenca na visini od kojih 550 m. Prema susjednoj Civiljanskoj zaravni pada odsjekom većim od 100 m. Tragovi ovog višeg zaravnjenog nivoa opažaju se i prema sjeverozapadu na padinama planine Kozjak.

Iznad istočnog ruba Cetinskog i Vrličkog polja je Ježevička zaravan. Nastavlja se na jugoistočni dio Kijevske zaravni i širinom 2 — 3 km izdužuje se u smjeru SSZ—JJI između Cetinskog i Vrličkog polja s jedne strane i padina Dinare s druge. Opća je karakteristika Ježevičke zaravni da je blago nagnuta od Cetinskog i Vrličkog polja prema strmim padinama Dinare. Prosječna joj je visina oko 420 m, ali je u istočnom dijelu mjestimično i ispod 400 m. Ježevička zaravan isprekidana je brojnim udubljenjima, među kojima je najveća Garjačka sutjeska Cetine i pliće longitudinalno udubljenje sela Ježević. U sjevernom je dijelu plitko udubljenje Suhog polja, dugo oko 3 km i paralelno sa zaravni. Najniži dijelovi Suhog polja su na visini oko 410 m. U jugoistočnom dijelu je udubljenje Podgradina, koje je na istočnom kraju prekriveno siparišnim nanosom bujice Tanka draga.

Najveći dio Ježevičke zaravni izgrađuju veoma poremećeni jurski vapnenaci sa zonama dolomita i dolomitskih vapnenaca. Sjeverni dio zaravni u cijelosti zasijeca jurske karbonatne stijene, a južni dio samo istočno od udubljenja u kojem je naselje Ježević. Zapadno od tog udubljenja zaravan je u prominskim konglomeratima, kao i Garjačka sutjeska Cetine. Samo udubljenje sela Ježević nalazi se u zoni laporovitih prominskih naslaga. Suho polje vezano je za zonu lemeških naslaga u kojima su vapnenci nešto trošniji te podložniji mehaničkom raspadanju i kemijskom otapanju. Udubljenje Podgradine nalazi se u uskom pojasu dolomita.

Zaravan Laktac nastavlja se na Ježevičku zaravan jugoistočno od naselja Koljani do strme doline Dabra, pritoke Cetine. Široka je oko 1,5 km, a nadmorska joj je visina oko 430 m, tj. oko 100 m iznad visine susjednog Koljanskog polja i doline Cetine.

Jugoistočni dio zaravni Laktac je u gornjokrednim vapnencima, i tu je zaravan najbolje razvijena. Sjeverozapadni dio je u jurskim karbonatnim stijenama gdje su, pored čistih i otpornih vapnenaca, značajne lemeške naslage i ulošci dolomita, pa su u tim stijenama manja udubljenja, koja su najčešće nagnuta prema Koljanskom polju.

Zaravni Laktac s druge strane Cetine stoji zaravan Dubrave. Ova je na nešto većoj nadmorskoj visini, oko 450 m, i znatno je šira, oko 4 km. I za ovu zaravan karakteristično je da je nagnuta od doline Cetine, tj. u ovom slučaju prema strmim padinama Svilaje. Uz podnožje Svilaje gornjokredni vapnenci, koji inače izgrađuju čitavu zaravan, prekriveni su rahlim slom, kojim je formirano Otišičko polje.³⁰ U ostalom dijelu zaravni rahlo tlo, tj. pomiješani glinoviti supstrat i terra rossa, ispunjava pukotine i dna brojnih plitkih ponikava i uvala.

30) Geomorfološke osobine Otišičkog polja izložene su u poglavlju: Polja uz Cetinu,

Padalinska voda ponire kroz pukotine neposredno u unutrašnjost, a kroz južni dio zaravni usječene su dvije suhodoline kojima se povremeno odvodnjavaju Otišičko polje i Poljica.

Dalje prema jugoistoku na zaravan Dubrave nastavlja se zaravan Derven. Izdužena je između padine Svilaje na jugozapadu i doline Cetine na sjeveroistoku, od Ribaričkog do Hrvatačkog polja. Nadmorska visina je oko 440 m.

Zaravan Derven je u vapnencima gornje krede. Jedna zona neogenskih lapora povezuje Ribaričko i Hrvatačko polje i udolinom Razvale dijeli zaravan na dva dijela, istočni je Derven u užem značenju, a na zapadnom su disperzna naselja Potravlje i Satrić. Oba ova naselja vezana su za istoimena polja uz padine Svilaje, a polja su zapravo dio zaravni prekriven rahlim napoljavinama. S područja ovih polja veće količine padalina površinski se odvodnjavaju u Cetinu, pa je kroz zaravan Derven usječeno nekoliko vododerina; osobito je markantna duboka dolina Corine drage, koja odvodnjava Satričko polje u sutjesku Peruće.

Zapadno od Hrvatačkog polja je zaravan Gač. To je manja zaravan uz jugoistočne padine Svilaje. Većim dijelom je u poremećenim jurskim, a manjim dijelom u krednim vapnencima, na prosječnoj visini 480 m. Od niže Dervenske zaravni te Hrvatačkog polja i doline Karakašice odvojena je relativno širokom zonom neogenskih lapora.

Zaravni Derven stoji s druge strane Cetine mnogo prostranija Bitelićka zaravan³¹. Ona se preko duboke doline Dabra nastavlja na zaravan Laktac, a prema jugoistoku do vrela i potoka Rumin, 10,5 km. Zaravan je na prosječnoj visini oko 430 m, a općenito je blago nagnuta od strmih padina Dinare prema Cetini. Široka je 3 — 4 km.

Pretežni dio Bitelićke zaravni je u dobro uslojenim vapnencima gornje krede, i u tim stijenama zaravan je najrazvijenija. Plitka udubljenja, prekrivena rastresitim tlom, vezana su za karbonatne stijene, koje su, pored korozivnom procesu, podložne i mehaničkom raspadanju. Manja polja Dabar i Zasiok na sjeverozapadnom dijelu zaravni nalaze se na zoni lemeških naslaga gornje jure, dok je polje Ponikve na izdvojenom području trošnih dolomita.

Zaravan Podi najprostranija je u čitavom hidrološkom slivu Cetine. Širinom od kojih 3 km izdužuje se od poteka Rumin do potoka Grab i u dužini od kojih 20 km prati sjeveroistočne rubove Hrvatačkog i Sinjskog polja. Najizrazitija je od sjevernog ruba Sinjskog polja na sjeveroistok, gdje je iznad Obrovca do padina Dinare široka gotovo 4,5 km.

Podska zaravan općenito je nagnuta od juga (oko 480 m) prema sjeveru i sjeverozapadu (oko 450 m), a postepeno pada i od strmih padina Dinare i Kamešnice prema polju. Međutim, upravo iznad Obrovca, gdje je zaravan najbolje razvijena, nagib je suprotan, od polja prema planinskim padinama. Kod naselja Gljevi u podnožju Kamešnice zaravan je najniža (430 m) i prekrivena je rastresitim nanosom.

Zaravan Podi karakteriziraju brojne plitke i nepravilne ponikve. Od zasoeka Donje Korito u zaravan je usječena duboka suhodolina Drežnica, koja završava prostranom napoljavinom kod sela Otok u Sinjskom polju.

Gotovo čitava zaravan zasijeca poremećene vapnence gornje krede, a zapadno od polja Gljevi, oko izvorišta Graba i Rude zastupljeni su na relativno malom prostranstvu kompaktni prominski konglomerati.

31) Najveći dio ove zaravni naziva se Velika Ljut, pa je zbog toga i Roglić (1957) tako naziva. Međutim, mišljenja sam da je toponim »Ljut« nepogodan za naziv zaravni, jer taj naziv u ovom krškom kraju ima značenje reljefnog oblika i označava ravničasto kamenito područje izbrzdano dubokim pukotinskim šupljinama, zbog čega je teško prohodno i općenito nema znatnije gospodarske vrijednosti (slabi pašnjaci). Naziv Bitelićka zaravan, prvi je upotrijebio Malez (1957).

Zaravan Podi nastavlja se prema jugu preko bujice Jabuke na zaravan Kosmač. Očito je da se ona nadovezuje na zaravan Podi, od koje je odvojena udolinom neogenskih lapora.

Iznad jugozapadnog oboda Sinjskog polja je zaravan Vojnić³². Ona prati rub polja u širini oko 2 km. U pravcu sjeverozapad-jugoistok izdužena je oko 11 km. Najizrazitija je u sjeverozapadnom dijelu, gdje je visoka oko 385 m i blago je nagnuta od ruba polja prema jugozapadu. Jugoistočni dio zaravni Vojnić općenito je viši (iznad 400 m), ali i neravniji. U ovom dijelu zaravan je nagnutija od polja prema planinskom rubu, od kojeg je odvojena suhodolinom Suvalje, koja izbija u kanjonsku dolinu Cetine kod Đala. Ta je suhodolina vezana za zonu gornjokrednih dolomita te pločastih i sitnokristaliničnih vapnenaca, dok su u ostalim dijelovima, gdje je zaravan izrazitija, horizontalno zasječeni i poremećeni rudistni vapnenci.

Sjeveroistočni dio zaravni Vojnić prelazi na zapad u zaravan Dubrava, koja je dio prostrane Dicmanske zaravni. Ta je u dinarskom smjeru izdužena 15 km, prosječno široka oko 2 km. Osim što je preko zaravni Vojnić otvorena prema Sinjskom polju, Dicmanska zaravan jugoistočnim krajem završava u kanjon Cetine. Na tim mjestima zaravan je prekrivena rahlim tlom u kojem su Dicmansko, Krušvarsko i Bisko polje. Dicmanska je zaravan u dobro uslojenim gornjokrednim vapnencima, dok su spomenuta tri polja vezana uglavnom za dolomitske zone.

Južno od Sinjskog polja oko kanjona Cetine razgranato se prostire Ugljanska zaravan. Ona je najvećim dijelom iznad lijeve strane kanjona Cetine i najprostranija je oko naselja Ugljane na visini oko 370 m. Odatle se jedan krak zaravni grana na istok i preko naselja Biorine nastavlja u nešto višu zaravan Ciste, dok nivo Ugljanske zaravni prati kanjon Cetine dalje prema jugoistoku i postepeno se penje na područje Novih Sela do visine oko 400 m. Zaravnjenost u visini Ugljanske zaravni proteže se uskim pojasom i desno od kanjona Cetine.

Pored blagog pada zaravni od naselja Nova Sela prema naselju Ugljane karakteristična je prilično izrazita nagnutost zaravni od sjeveroistočnog ruba prema jugozapadnom. Najniži dijelovi zaravni su podno sjeveroistočne padine Mosora; tu su udubljenja Vela Njiva, Luke i Trnbusi na nadmorskoj visini oko 270 m. Ta tri udubljenja su, kao i glavina čitave zaravni, u gornjokrednim rudistnim vapnencima; od korita Cetine odijeljena su grebenom alveolinskih i miliolidnih vapnenaca paleogena.

Jedno pliće udubljenje u zaravni nalazi se i na području naselja Ugljani, a vezano je za kredne dolomite. Između ovog udubljenja i kanjona Cetine izdižu se sa zaravni humovi Runjik (431 m), Vučjak (423 m) i Grabovac (454 m).

Zaravan Ciste je na visini 450 m; od naselja Cista pruža se na jug do iznad ceste Blato na Cetini — Grabovac, dok se prema sjeverozapadu nastavlja uz cestu za Ugljane. To je razgranata zaravan; općenito je nešto viša od Ugljanske i s njom je povezana. U najširem dijelu blago je nagnuta od sjeveroistoka prema jugozapadu, a odsjekom visokim 180 m pada prema Zadvarskoj zaravni. Ovaj je strmji odsjek dijelom u uskom pojasu cocenskog fliša i foraminiferskih vapnenaca, koji je s krednim vapnencima zaravni Ciste u rasjednom kontaktu.

Pored većeg broja manjih humova zaravan Ciste discirana je brojnim ponikvama, od kojih su neke duboke i više desetaka metara. U sjeveroistočnom dijelu raštrkanog naselja Ciste je prostrano udubljenje, kojemu je dno na visini od 455 m. Ovo udubljenje, kao i čitav sjeveroistočni dio zaravni, nalazi se u zoni sitnozrnatih dolomita i bituminoznih vapnenaca, koji su

32) I ovu zaravan narod naziva Podi, mišljenja sam da ju je, zbog distingviranja sa zaravni na drugoj strani polja, bolje zvati prema najvećem naselju na zaravni.

u odnosu na rudistne vapnence od kojih je izgrađena glavina zaravni Ciste, jače podložni mehaničkom raspadanju i snižavanju.

Zadvarska zaravan najniža je i posljednja u nizu zaravni koje prate tok Cetine u njegovu orografskom udubljenju, na prosječnoj visini od 240 do 250 m. Slična je s Ugljanskom zaravni jer se i ona nalazi uz kanjon Cetine i neovisno o njemu rasprostire s obje strane. Tragove Zadvarske zaravni, isprekidane fliškim zonama, nalazimo na krednim i paleogenskim vapnencima s jedne i druge strane fliške doline Cetine i na stranama sutjeske na samom ušću. Glavnina zaravni je s jedne i druge strane donjeg dijela kanjonske doline Cetine, između ogranaka Mosora na sjeverozapadu, Biokova na jugoistoku, katunskog stranca³³ na sjeveroistoku i fliške doline Cetine na jugu.

Od svih zaravni oko Cetine Zadvarska je najravnija i nije kontinuirano nagnuta ni u jednom smjeru osim što su rubovi nešto niži od središnjih dijelova.

Glavni dio zaravni je u dobro uslojenim pretežno rudistnim vapnencima gornje krede. Vapnenci su poremećeni, a slojevi uglavnom padaju izoklinalno i strmo na sjeveroistok. Na površini strše glave slojeva, a međuslojne plohe i pukotine korozivnim procesom su proširene i u nižim dijelovima ispunjene crvenicom ili glinovitim supstratom. Kamenit i teško prohodan pejzaž Zadvarske zaravni narod naziva Ljut.

Pored više niskih humova ističu se u sjevernom dijelu Steklić (332 m) i Glavica (342 m), a u južnom Gradac (306 m). Karakteristično je da se sva tri humova, kao i glavina ostalih, nalaze na rubu zaravni uz fliške naslage.

Na Zadvarskoj su zaravni brojne ponikve najčešće nepravilna izgleda. Opsegom, dubinom i pravilnim oblikom osobito se ističe ponikva Popovići, istočno od ceste Zadvarje — Sestanovac. Promjer je na vrhu veći od jednog kilometra, a na 90 m dubokom dnu (apsolutna visina 158 m) promjer je oko 800 m. Dno je prekriveno crvenicom i kršjem. Razvoj ove, kao i ostalih ponikava na zaravnima, mogao je uslijediti jedino nakon formiranja same zaravni, a pravilan oblik i dimenzije ponikve Popovići upućuju na to da je njen postanak vezan uz jako urušavanje.

Neke opće osobine zaravni oko Cetine. Iz izloženog pregleda zaravni oko rijeke Cetine nedvojbeno proizlazi da one gotovo kontinuirano prate dolinu Cetine s obje strane. Zaravni su samo na pojedinim mjestima prekinute planinskim krškim reljefom ili udubinama u brežuljkastim vododrživim naslagama.

U odnosu na tok Cetine zaravni su na različitim relativnim visinama; isto tako su i na različitim apsolutnim visinama. S obzirom na uzdužno pružanje zaravni oko toka Cetine ni u jednom smjeru ne postoji kontinuirani nagib. Smjenjuju se viši i niži zaravnjeni dijelovi, a za objašnjenje njihove evolucije osobito je značajno da su promjene visine najčešće postepene. Jedino je strmiji prijelaz između više zaravni Ciste i niže Zadvarske zaravni kojim se odvajaju dva različita nivoa zaravni oko Cetine. Viši nivo, koji bismo prema najprostranijoj zaravni na tom području mogli nazvati nivo Pada, visok je između 400 — 450 m, s vrlo malim površinama ispod i iznad tih visina. Nižem nivou visine 240 — 250 m pripada samo Zadvarska zaravan, te donedle i izdvojeni dijelovi Ugljanske zaravni na desnoj strani Cetine.

33) Naziv »katunski stranca« za prijelaz između više zaravni Ciste i Zadvarske zaravni prvi je upotrijebio Roglić (1957, 108).

Izdužen pojas zaravni oko Cetine nema ni svojim širinskim, lateralnim pružanjem jedinstven nagib. U nekim je dijelovima nagib prema Cetini, ali često je i suprotan nagib, prema planinskim rubovima. Uz planinske rubove na zaravnima su formirana udubljenja koja su najčešće prekrivena tankim slojem rahlog tla. Ta su udubljenja redovito u zonama dolomita, dolomitskih vapnenača, pločastih, sitnokristaliničnih ili bituminoznih vapnenača, te titonskih i lemeških naslaga. Međutim, poneka rubna udubljenja su i u čistim vapnencima, što upućuje na zaključak da njihov postanak nije vezan samo za diferencirano erozivno djelovanje u stijenama različitog petrološkog sastava.

Odnos zaravni i ostalih geomorfoloških cjelina pokazuje neke karakteristike koje su vrlo značajne za njihovu evoluciju. Zaravni su okružene planinskim reljefom, a kontinuirani pojas zaravni otvoren je jedino u produžetku izvorišnih krakova Cetine (Kajevska zaravan) i na njezinu ušću (Zadvarška zaravan). Kontakt zaravni sa susjednim planinskim krajem markantan je i planinske padine na rubovima zaravni redovito su strme. Zaravni se često prstenasto uvlače u planinska područja. Njihov prijelaz prema polju također je izrazito strm.

Vododržive naslage paleogena, neogena i donjeg trijasa na nižoj su visini od susjednih zaravni i općenito su u središnjim dijelovima zaravni. Širina zaravni oko Cetine nije uvijek adekvatna prostranstvu vododrživih naslaga. Dok se uz jugoistočni rub prostrane zone verfenskih naslaga, koje odvajaju Vrličko i Koljansko polje, izdižu strme vapnenačke padine Golog brda, na kojima ne postoje nikakvi tragovi zaravni, dotle oko relativno malog pojasa neogenskih naslaga u Koljanskom i Ribarićkom polju imamo s jedne strane prostranu zaravan Dubrave, a s druge strane nešto užu zaravan Laktac.

Iako su u općim crtama zaravni gotovo idealno uravnjene, pri detaljnom promatranju lako uočavamo izrazite neravnine s karakterističnim krškim oblicima. Među horizontalno zasječenim karbonatnim stijenama najčešće su izdužena udubljenja, koja su vezana za korozivno odvojene slojne plohe ili za korozijom proširene pukotine. Dna tih izduženih i razgranatih šupljina redovito su prekrivena rahlim tlom, u čijem su sastavu pretežno gline, crvenica, te vapnenačko i dolomitsko kršje, a svi ti sastojci prostorno su u različitom odnosu. Dubina rahlog tla odnosno relativna visina stjenovitih ispupčenja na zaravnima u pojedinim dijelovima znatno se razlikuje. U nekim je dijelovima kamenita podloga u ravnini s rahlim tlom ili je čak njime i prekrivena, dok u drugim dijelovima kameniti izdanci strše 3-4 i više metara. Općenito je na višim dijelovima zaravni veća dubina pukotinskih i međuslojnih šupljina. To ujedno znači da rahlo tlo na zaravnima uglavnom ima manja visinska kolebanja od kamenitih dijelova zaravni.

U sadašnjim reljefnim, klimatskim i biološkim odnosima, te u načinu gospodarskog iskorišćivanja, sa zaravnjenih površina konstantno se spira rahlo tlo, koje se kroz pukotine odnosi u podzem-

lje, ali se na izvjesnim površinama kratkim povremenim tokovima prenosi i u polja. Zbog ovog osnovnog procesa zaravni postepeno ogoljuju i kameniti se dijelovi šire.

Brojne pukotine i međuslojne šupljine nisu u nižim dijelovima ispunjene rahlim tлом nego se nastavljaju u unutrašnjost razgranatim suženjima ili otvorenim šupljinama, koje prema vertikalnom ili horizontalnom nastavku od otvora općenito možemo grupirati na jame i spilje. Na zaravnima oko Cetine postoji mnogo jama i spilja različita položaja, specifičnih morfoloških i hidroloških osobina.³⁴

Jame i spilje nalazimo na svim dijelovima zaravni, ali su najbrojnije na kontaktu sa susjednim planinskim područjem. Dostupne podzemne šupljine redovito su malene i uglavnom ne prelaze dubinu odnosno dužinu od 100 metara. Vertikalne šupljine češće su od horizontalnih, ali je udio horizontalnih dijelova šupljina mnogo veći nego što je u planinskom području sliva Cetine. Sve te šupljine imaju u sadašnjim uvjetima vrlo malu hidrološku funkciju i kroz njih se odvodnjavaju padaline s relativno male površine oko otvora.

Kameniti izdanci na zaravnima izbrazdani su brojnim škrapama, a karakteristično je da se škrapavost smanjuje od jako nazubljenih površinskih dijelova prema nižim dijelovima kamenitih izdanaka koji su u mnogim područjima dobro zaobljeni. To je ujedno dokaz da se sa zaravnjenih površina spira rahlo tlo čijim su posredstvom zaobljeni kameniti izdanci na zaravni.

Ponikve su vrlo čest oblik na zaravnima, a oblikom i dimenzijama veoma su različite. Iako ima vrlo dubokih, prostranih i pravilnih ponikava, a s tim se osobito ističe ponikva Popovići na Zadarvarskoj zaravni, opće osobine ponikava na zaravnima oko Cetine drukčije su od ovih, tj. najčešće su one plitke, malih dimenzija (obično do 20 m u promjeru) i nepravilnih oblika.

Ako sve zaravni oko Cetine promatramo kao jedinstvenu morfološku pojavu, uočavamo da korito Cetine zauzima najčešće sre-

34) Najveće zasluge za upoznavanje jama i spilja na području Cetine pripadaju velikom istraživaču dalmatinskog krškog podzemlja Girometti, koji je, uglavnom, publicirao samo najosnovnije rezultate svog dugogodišnjeg rada i prvi skrenuo pažnju na brojnost i raznolikost speleoloških objekata oko Cetine (1923). Giromettu je nadopunio njegov suradnik u istraživanju Margetić (1925), koji je izložio i neka svoja gledanja na mogućnost grupiranja spilja i jama prema njihovim morfološkim osobinama i hidrološkim funkcijama.

U vezi s planiranjem energetskeg korišćenja Cetine poslije drugog svjetskog rata izvršena su brojna istraživanja speleoloških objekata oko doline Cetine (Maloz, dok. 1956, Baučić, dok. 1957). Rezultati tih istraživanja su najvećim dijelom objavljeni (Malez 1954/55 i 1957, Baučić, 1958).

Prilikom brojnih ekskurziranja u ovom kraju registrirao sam mnogo neistraženih speleoloških objekata, a 1960. uz pomoć jedne ekipe studenata izvršio sam sistematsko istraživanje 41 jame i spilje oko donje Cetine.

dišnji položaj prema prostiranju zaravni, ali je isto tako karakteristično da su oko kanjonskog dijela doline Cetine zaravni neravnjerno raspoređene i mnogo šire uz lijevu nego uz desnu dolinsku stranu. Korito Cetine usječeno je u zaravni; to znači da su zaravni starije od doline Cetine te da sadašnja dolina Cetine zacrtava najniži dio povezanog reljefnog udubljenja na zaravnima i poljima u vrijeme početka razvoja doline. Položaj doline Cetine rezultat je inicijalnog reljefa u vrijeme početka njezina razvoja.

Prikazane posebnosti i opće osobine prostrane i jedinstvene zaravni oko Cetine osnova su pravilnom objašnjenju evolucije ovog najvažnijeg oblika u kršu, čiji ćemo razvoj nastojati upoznati paralelno s razvojem ostalih oblika reljefa u slivu Cetine.

Zaravni na orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne. Iako su zaravni najprostraniji oblik Dinarskog krša, karakteristično je njihovo relativno malo prostranstvo na orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne. Dok se u orografskom udubljenju Cetine proteže kontinuirana zaravnjenost, na orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne zaravni su izdvojene i zauzimaju svega 8,3% površine ovog dijela sliva, odnosno 32,7% površine svih zaravni u hidrološkom slivu Cetine.

U ovom području postoje vrlo značajne razlike u položaju pojedinih zaravni i zbog toga je nužno podijeliti ih na tri podgrupe: zaravni oko polja, na planinama i u poljima. Svaka od tih podgrupa ima svoja obilježja, vrlo važna za sagledavanje evolucije krškog reljefa u cjelini.

Zaravni oko polja jugozapadne Bosne. Uz krške obode svih polja nalazimo na različitim visinama zaravnjene površine koje u reljefu redovito tvore stepenicu između polja i susjednih planina. Te su zaravni uglavnom između 50 i 150 m relativne visine iznad polja; najčešće su paralelne s rubom polja i blago nagnute od planinskih padina prema obodu polja. U odnosu na zaravni u orografskom slivu Cetine, reljef na zaravnima oko polja jugozapadne Bosne slabije je uravnan, manje krševit, s većim brojem ponikava i manjim brojem pukotinskih šupljina i škrapa.

U sjeverozapadnom produžetku Livanjskog polja je zaravan Grkovići. Na relativnoj visini od kojih 50 m iznad ravni Livanjskog polja ova je zaravan prijelaz prema Grahovskom, odnosno Pašića polju. Kamenitu podlogu znatnim dijelom prekrivaju siparišta s okolnog planinskog područja. Dinamičnost dna zaravni sačinjavaju plitke ponivke i humovi.

Na svjerevoistočnom rubu Livanjskog polja ističe se Čelebićka zaravan.³⁵ To je izdužen ravnjak iznad sjeveroistočnog ruba polja, uz planinske padine Staretine i Golije; najvećim je dijelom na nadmorskoj visini od kojih 850 m, tj. oko 140 m iznad Livanjskog polja. Zaravan je najšira iz-

35) Slično brojnim zaravnima oko Cetine, koje domaće stanovništvo naziva Podi, izgled i položaj Čelebićke zaravni narod je okarakterizirao nazivom Pod. Zbog istih razloga, koje sam naveo u bilješci 29) i ovoj zaravni dajem ime po najbližem naselju.

nad naselja Celebić (3 km). Odatle se suzuje u oba smjera u dužini od kojih 18 km. Prosječna joj je širina manja od 800 m. Ta zaravan tvori izrazitu stepenicu u reljefu planinskog prigorja Staretine i Golije prema Livanjskom polju. Rub zaravni strmo pada prema Livanjskom polju, a i na drugoj je strani oštar kontakt s planinskim područjem. Pored općeg laganog nagiba prema polju značajno je da u mnogim dijelovima zaravan ima suprotan nagib, tj. prema planinskom rubu, dok se uz stranu iznad polja izdiže više humova. Ponikve i uvale su brojne, a zaravan je općenito veoma krševita. Devastacija šume u vezi je s pojascem naselja na rubu Livanjskog polja, tj. sa stočarskim korištenjem zaravni; time je pospješen proces spiranja rahlog tla, koje zaravina relativno malo prostranstvo i neprestano se smanjuje.

Iz planinskog područja spušta se na zaravan više suhodolina, među kojima se osobito ističu Suhodol i Tanka draga. Za morfološku evoluciju zaravni i suhodolina značajno je da su potonje usječene u zaravan i da uviru u Livanjsko polje s relativno širokim naplavinama šljunka.

U produžetku Celebičke zaravni na sjeverozapadu je niža, ali isto tako izrazita zaravan Bastasi na visini 750 m, tj. oko 40 m iznad ravnine susjednog polja. Prosječnom širinom oko 400 m proteže se od sela Bojmonti do sjeverozapadnog ruba Livanjskog polja. Od strmih planinskih padina zaravan je blago nagnuta prema polju. Izgrađena je u veoma poremećenim vapnencima koji se strmo spuštaju prema rubu polja.

Iznad južnog i jugoistočnog oboda Buškog Blata je zaravan Bukove Gore. Širinom od kojih 2 km prati rub Buškog Blata prema kojemu je prilično nagnuta, a u produžetku jugoistočnog ruba polja uvlači se između vapnenačkih grebena Kamenica i Papinovac. Najveći dio ove zaravni je na visini od kojih 760 m, tj. 60 m iznad Buškog Blata. Iako je zaravan u općim crtama dobro uočljiva, u pojedinim dijelovima veoma je disecirana ponikvama i humovima. Isključivanjem ovih neravnina lako zapažamo da je čitava zaravan vrlo blago nagnuta od planinskog okvira prema susjednom rubu Buškog Blata.

Glavnina zaravni Bukove Gore je kamenita, a rahlo tlo, u kojem prevladuju sastojci terra rose, prekriva dna ponikava, nekolicine plitkih uvala i pukotinske šupljine između kamenitih izdanaka. Vapnenci gornje krede izgrađuju najveći dio zaravni i u njima je zaravan najbolje izražena. U dvije-ma uskim zonama krednih sitnozrnatih dolomita i pločastih vapnenaca nalaze se najniži dijelovi zaravni i glavnina obradivih površina.

Sjeveroistočni obod Duvanjskog polja prati dobro izražena zaravan Podine. Ona se prosječnom širinom od kojih 500 m kontinuirano pruža u dužini oko 18 km, od završetka kanjonske doline Šujice do naselja Lipe, na nadmorskoj visini oko 920 m, tj. tridesetak metara iznad ravni polja. Zaravan je najprostranija na krajnim dijelovima, tj. iznad naselja Sarajlije i Lipe. Najbolje je izražena u dobro uslojenim i veoma poremećenim vapnencima gornje krede, ali je manjim dijelom i u sitnozrnatih uslojenim dolomitima. Kontakt zaravni s planinskim područjem u zaleđu veoma je izrazit kao i s obodom polja.

Između Duvanjskog i Šujičkog polja je zaravan Ravnjine.³⁶ Uz zapadni obod zaravni usječena je kanjonska dolina Šujice. Posebnost je ove zaravni što postepeno prelazi u okolni planinski prostor i što je zaravnjenost samo u pojedinim dijelovima jače izražena, i to na različitim visinama. U jugoistočnom dijelu je najviša, oko 1060 m, a prema Šujičkom polju stepenasto pada i na njegovu južnom i istočnom obodu je na visini oko 950 m. Blaga valovitost reljefa zaravni prvenstveno je rezultat petrološkog sastava, jer je gotovo čitava zaravan u eocenskim promina-naslagama, pretežno konglomeratima, a manji dio u sitnozrnatih krednim dolomitima. I jedne i dru-

36) U različitim dijelovima ova zaravan ima posebne nazive, a najčešće se susreću nazivi Podovi. Ravnjine je toponim za srednji dio zaravni, a sinatram da i etimološki najbolje karakterizira osnovnu osobinu zaravni.

ge naslage podložne su, osim korozivnom, i mehaničkom snižavanju. Površinskim raspadanjem stijena nastaje rahlo tlo s prilično glinovitim sastojaka. Umjesto kamenitih izdanaka, koje prekrivaju površine ostalih zaravni, zaravan Ravnjine velikim dijelom prekriva kršje, sastavljeno od oštrobriđnih kamenitih ulomaka različite veličine.

Specifičnost je ove zaravni svakako u njezinu odnosu prema susjednim poljima. To je jedina zaravan koja nije izdužena paralelno sa susjednim poljem, već u zoni trošnijih karbonatnih naslaga povezuje dva polja. Ovo kao i veća dinamičnost reljefa zaravni, te odnos prema dolini Šujice, upućuje na specifične uvjete razvoja.

Zaravan Gornjeg Malovana zauzima relativno malu površinu uz središnji dio zapadnog oboda Kupreškog polja. Vešana je za jednu izdvojenju zonu gornjokrednih vapnenaca u kojima je zaravan relativno slabo izražena, jer je presijeca više plitkih suhodolina, a i nagnutost prema polju nešto je veća nego ostalih zaravni. Najveći dio zaravni je otprilike na 80 m iznad dna Kupreškog polja. Površina je kamenita.

Zaravan Zajaruge. Uz istočni i sjeveroistočni obod Glamočkog polja proteže se gotovo kontinuirana zaravan na visinama između 1000 i 1050 m. Zaravnjena površina u prosjeku je široka do 500 m, a u pojedinim dijelovima disecirana je prilično otvorenim suhodolinama kojima u kišnim razdobljima teku bujice sa susjednog planinskog područja. Na dva mjesta ta se zaravan proširuje do 3 km. U srednjem dijelu polja, iznad naselja Dubrave, proširuje se Dubravska zaravan, koja je izvan hidrološkog sliva Cetine, dok se u južnom dijelu polja ističe zaravan Zajaruge. Izdiže se oko 140 m iznad dna polja nad kojim je zaravan s prilično strmom padinom; na istočnom rubu zaravni strmo se uzdižu padine planine Slovinj. Zaravan je blago nagnuta prema obodu polja, ali u pojedinim dijelovima nagib je suprotan, tj. prema padinama Slovinja. Među brojnim plitkim ponikvama i uvalama veličinom se osobito ističe uvala Vaganj. Zaravan je raširena u gornjokrednim vapnencima koji su mjestimično veoma trošni, pa su škrape i pukotinske šupljine prilično rijetke i susrećemo ih uglavnom na pojedinim humovima. Vapnenačku podlogu na većem dijelu zaravni prekriva rahlo tlo, koje je rezultat raspadanja trošnih vapnenaca i nanošenja sa susjednih planinskih padina.

Zaravni na planinama jugozapadne Bosne. Na gotovo svim planinama jugozapadne Bosne nalazimo uravnjene dijelove različitog prostranstva i specifičnog geomorfološkog položaja i osobina. Planinske zaravni redovito su sa svih strana okružene višim vapnenačkim zemljištem, s kojeg je na zaravni naplavljeno rahlo tlo. Najčešće su manjih dimenzija i različitih visina. Na geomorfološkoj karti (prilog 4) izdvojene su samo veće planinske zaravni kod kojih je zaravnjenost bolje izražena i očuvana.

Najizrazitija zaravan na Dinari je Vrđovo. Nalazi se uz jugozapadnu padinu glavnog planinskog bila. Izražena je u dinarskom pravcu oko 8 km, s najvećom širinom 3 km. Od niže Biletičke zaravni odijeljena je planinskim grebenom. Zaravnjenost je na visini od kojih 880 m u općim crtama dobro izražena, ali je u detaljima veoma disecirana prostranim uvalama, ponikvama, pukotinskim šupljinama, škrapama i sl. Cesta su i ispupčenja, humovi, kameniti izdanci i drugi krški oblici. Dok su ispupčenja, kamenita, udubljena su naplavljena rahlim tlom, uglavnom crvenicom. Središnji i najniži dio zaravni zasijeca jedno sinklinalno udubljenje gornjokrednih vapnenaca, dok je u južnom dijelu zaravan lateralno proširena na krilima susjednih anti-klinala.

Između Buškog Blata i Duvanjskog polja je Grabovička planina, koju kao prostran i otvoren kraj možemo nazvati Grabovička zaravan. Za razliku od ostalih zaravni, koje su sa svih strana okružene još višim

zemljištem, Grabovička zaravan mnogo je otvorenija. Prosječna joj je visina oko 940 m. Na sjeverozapadu postepeno pada u dolinsku stranu izvorišnog dijela Ričine, a na jugozapadu u nižu zaravan Bukove Gore. Od jugozapadnog ruba Đurvanjskog polja zaravan je odvojena planinskim bilom visokim oko 1050 m, a planina Midena ograničava prostor zaravni na jugoistoku. Ova je zaravan, koja je u mnogome specifična, oblikovana uglavnom u rudistnim vapnencima. Reljef zaravni toliko je dinamičan da se na samoj zaravni s teškoćom uočava osnovna morfološka karakteristika prostora. To je zbog brojnih ponikava, koje se u tolikom broju ne mogu susresti nigdje u slivu Cetine. Ponikve su najčešće pravilnog ljevkastog oblika, s ravnim dnom promjera iznad 50 m. Dna, a kod nekih ponikava i strane prekriva rahlo tlo, pretežno terra rossa. Na osnovnoj zaravni rahlo tlo je redovito izmiješano s kršjem. Po brojnim humovima i kamenitim izdancima razvijeni su krški oblici: pukotinske šupljine i škrape. Zaravan karakteriziraju brojne pećine i jame, od kojih su poneke velikih dimenzija.

Na planinskom području između Livanjskog polja i doline Sujice su dvije zaravni. Istočno od Livna je zaravan Kruško polje. Usko vapneno bilo Crvenice koje nadvisuje zaravan za kojih 50 m, odvaja Kruško polje od promina naslaga na jugozapadu. Od toga bila zaravan se grana u okolni planinski prostor. Kredni dolomiti, pretežno zrnate strukture i dobro uslojeni, izgrađuju glavnu zaravni. Raspadanjem tih stijena nastalo je rahlo tlo koje pokriva velik dio zaravni.³⁷ Uz bilo, koje Kruško polje odvaja od prominskih naslaga, debljina rahlog sloja mjestimično prelazi 2 m, i tu je zaravan najniža (1150 m). Prema ostalim dijelovima zaravan se blago uzdiže i sve više je kamenita.

Istočno od zaravni Kruško polje vapnenački greben Borova glava (kota 1290 m) odvaja ovu zaravan od zaravni Galovo polje. Ova je nešto niža od prethodne. Najniži dio joj je na nadmorskoj visini 1078 m, dok joj je sjeverni viši, oko 1100 m, i zove se Borovo polje. Zaravan je razvijena uglavnom u dolomitima gornjeg trijasa koji su dobro uslojeni i imaju zrnatu strukturu. Niži dijelovi zaravni prekriveni su rahlim nanosima rasjednutog dolomitnog stijena, dok je u višim dijelovima dolomitska podloga pretežno ogoljena. Zaravan Galovo polje zatvorena je sa svih strana višim, pretežno vapnenačkim zemljištem, osim dijela na sjeveroistoku gdje je otvorena prema Šujičkom polju i dolini Sujice.

Zaravni u poljima jugozapadne Bosne. U orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne susrećemo i zaravnjene površine u visini polja, što nismo mogli konstatirati u orografskom slivu Cetine. U svakom polju nailazimo na otjecajnim rubovima na zemljište gdje je ispod naplavljenog tla izbija kamenita osnova. Ponegdje je karbonatna kamena podloga potpuno prekrivena naplavinama, pa o njezinu postojanju svjedoče ljevkasti ponori čija dna ponekad i otkrivaju podlogu, a u nekim je dijelovima zaravan potpuno gola, kamenita. Zaravni u poljima jesu, dakle, uravnjeni dijelovi na njihovim rubovima; izgrađeni su od zaravnjenih karbonatnih stijena, djelomično ili potpuno prekrivenih naplavinim tlom. Da bi se objasnio razvoj, osobito je značajan položaj zaravni uz ponorske zone. S obzirom na sastav i građu, zaravni u poljima dio su susjednih planinskih područja. U njima su horizontalno zasječne višestruko poremećene karbonatne stijene, a gotovo su isključivo razvijene u čistim i razlomljenim vapnencima.

37) Zbog toga se taj dio zaravni i karakterizira toponimom »polje«.

U Livanjskom polju zaravan se proteže uz gotovo čitav jugozapadni rub, a u selu Rujani doseže širinu iznad 1,5 km. Nazvali smo je Rujanska zaravan. Mjestimično je i više nego 20 m iznad ravni polja, ali najčešće svega 8 — 10 m. U ponekim dijelovima, oko ponora Plovače i Tovarnice, zaravan je prekrivena naplavinama, dok se u ostalim višim dijelovima debljina naplavnog materijala smanjuje s visinom.

U Buškom Blatu i Duvanjskom polju rubne zaravni slabo su izražene. Uz ponorske zone poštoje uglavnom uski zaravnjeni dijelovi prekriveni naplavnim materijalom.

Karakteristično je da se najprostranije poljske zaravni nalaze u najvišim poljima jugozapadne Bosne. Na jugozapadnom rubu Glamočkog polja je zaravan Glavice, oko 20 m iznad visine susjednog polja. Karakteriziraju je plitke ponikve i pokrivenost rahlim tлом, koje se u sadašnjim uvjetima sve više spira i time ogoličuje kamenita vapnenačka podloga. Najprostranija poljska zaravan nalazi se u sjeverozapadnom dijelu Glamočkog polja. Na neogenske i kvartarne naslage, koje izgrađuju glavčinu polja, prema sjeverozapadu se nastavlja zaravan Podgradina u jurskim i krednim vapnencima. Uz kontakt s kvartarnim naplavinama zaravan je na kojih 20 m relativne visine, a dalje prema sjeveroistoku vrlo se blago uzdiže. Zaravnjena kamena podloga velikim je dijelom prekrivena rahlim tлом. Brojne ponikve i humovi daju zaravni živ izgled.

Najveći dio Kupreškog polja, a osobito njegov sjeverozapadni dio, jest vapnenačka zaravan koja je u prosjeku svega nekoliko metara viša od susjednog dijela polja u kvartarnim naplavinama.

Sličnost i razlike u osobinama zaravni. Ovaj specifični oblik krškog reljefa u različitim dijelovima sliva Cetine ima brojne zajedničke i posebne osobine. Svakako je najznačajnija zajednička karakteristika svih zaravni u njihovu osnovnom reljefu, u uravnjenosti poremećenih karbonatnih naslaga.

Zaravni su općenito najbolje razvijene u čistim vapnencima, a uz pojave trošnijih vapnenaca i dolomita redovito su vezana izdužena udubljena na zaravnima, uvale i manja polja.

Kamenita osnova svih zaravni djelomično je prekrivena rahlim tлом, koje ispunjava pukotine. U današnjem razvoju zaravni rahlo tlo se spira i snižava pa se površje sve više ogoljuje. Brojne pukotine na zaravnima nastavljaju se u duboke jame, rjeđe u pećine.

Najkarakterističniji oblik na zaravnima su ponikve, uglavnom pravilnog ljevkastog oblika, kamenitih strana i ravnog dna s rahlim tлом. Očito je razvoj ovih, kao i ostalih udubljenja na zaravnima (manja polja, uvale, jame i sl.), mogao uslijediti samo nakon razvoja zaravni. Ti se oblici razvijaju i danas. Oni su, dakle, rezultat holocenskih klimatskih, hidrogeoloških, antropogenih i drugih uvjeta.

Na zaravnima nema površinskih tokova. Jedino je stalni alogeni tok Cetine uspio usjeći kanjon u zaravni između Sinjskog polja i fliške doline donje Cetine. Na više mjesta usječene su u zaravni vododerinog bujičavih tokova koji se za vrijeme jakih kiša spuštaju padinama planinskih okvira i, prelazeći zaravan, završavaju u poljima. Ti su oblici također mladi od postanka zaravni. Iako i u današnjim uvjetima obavljaju hidrološku funkciju, njihove dimenzije upućuju na pleistocenske klimatske hidrogeološke uvjete.

Najznačajnije su razlike između zaravni sliva Cetine u mnogo većem prostranstvu i morfološkoj povezanosti zaravni u orografskom udubljenju Cetine nego u orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne. Posebno je značajno da se u jugozapadnoj Bosni, u odnosu na ravnine odgovarajućih polja, zaravni nalaze u bitno različitom reljefnom i hidrogeološkom položaju. Apstrahiramo li planinske zaravni, koje nemaju nikakve veze s poljima, zaravni se djelomično nalaze usječene u planinskom okviru uz obode polja, a djelomično su u ravnini samih polja. Ali, postoje i zaravni u podlozi polja i prekrivene su kvartarnim naplavinama (npr. Buško Blato).

Iz svega toga može se zaključiti da su u različitim dijelovima hidrološki povezanog sliva Cetine postojali različiti uvjeti za djelovanje istog agensa kojim je neravna krška površina uravnjavana. Ovo je važna činjenica, koja se ne smije smetnuti s uma prilikom rekonstrukcije razvoja reljefa sliva Cetine i objašnjenja postanka samih zaravni.

POLJA — VELIKO PROSTRANSTVO I ZNAČENJE ZA MORFOLOŠKU EVOLUCIJU KRŠA

Prostranstvo, položaj i osnovna prirodna i gospodarska obilježja polja čine ih najznačajnijim tipom reljefa u slivu Cetine. Osobine polja upućuju na nužnost izdvajanja tih površina iz kompleksa krša.³⁸ Međutim, njihov položaj unutar krša i značenje za razvoj krša čini ih neobično važnim elementom u objašnjenju cjelokupne evolucije reljefa sliva Cetine. Stoga poljima treba obratiti odgovarajuću pažnju.

Prije svega nužno je pojmovno i prostorno definirati polje. Polje u kršu je veća ravna površina poljoprivrednog tla, okružena višim krškim zemljištem. Ravno poljoprivredno zemljište u Dinarskom kršu sastoji se od rahlog tla na neogenskim sedimentima, pretežno pliocenskim laporima, pješčenjacima i glinama, te kvartarnim, uglavnom pleistocenskim naslagama pijeska, šljunka ili gline. Izgled, petrološke osobine i položaj tih naslaga veoma su izraziti, pa njihovo uočavanje ne predstavlja teškoću. Međutim, u prethodnom je poglavlju rečeno da se gotovo sva velika polja u jugozapadnoj Bosni nastavljaju u vapnenačke zaravni podjednake visina kao i polja. To su zaravni vrlo različitih osobina, a i poneka ista zaravnima u svojim dijelovima bitno drugačije karakteristike. Od dijelova kod kojih je zaravnjena kamena podloga potpuno prekrivena rahlim tlom pa do sasvim ogoličenih kamenitih površina postoje prije-

38) Roglić opravdano predlaže da se to izdvajanje provede i zamjenom uvriježenog termina »krško polje« s novim morfološkim nazivom »polje u kršu« (Roglić, 1964 b, 107).

U ovom radu pojam »polje« upotrebljava se kao kraći naziv pojma »polje u kršu«.

lazi. Iz pojma polja u kršu proizlazi da bismo zaravni koje su pokrivena rahlim tlom morali uključiti u polja dok bi kamenite zaravni trebale izdvojiti iz površine polja. Razumljivo je da je u područjima gdje su zaravni djelomično prekrivene naplavinama nemoguće tačno odrediti granicu polja, a recentnim spiranjem naplavnog materijala sa zaravni granica je i vremenski promjenljiva na štetu površine polja. Ponegdje se iz poljskih ravnica izdižu neogenski brežuljci, koji su podjednakih, a često i povoljnijih gospodarskih osobina od samih polja, pa su redovito uključivani u ukupnu površinu polja. Ali, zbog različitih reljefnih i hidroloških karakteristika, te specifičnih morfogenetskih agensa, neogenska brežuljkasta područja treba izdvojiti iz površine polja.

Sve to ukazuje na to koliko je teško, pače nemoguće tačno odrediti granice polja. Zato ćemo se zadovoljiti približnim podacima o površini pojedinog polja, koji će biti prema tome različiti od postojećih podataka. Ipak, bolje će odražavati stvarno stanje.

U dimenzijama, položaju i osnovnim morfološkim i hidrološkim osobinama postoje znatne razlike između polja uz dolinu Cetine i polja u jugozapadnoj Bosni.

Polja uz Cetinu. U orografskom udubljenju oko doline Cetine ima šest polja: Cetinsko, Vrličko, Koljansko, Ribaričko, Hrvatačko i Sinjsko. Svim ovim poljima protječe Cetina na južnom rubu Cetinskog polja. Sva su polja, dakle, povezana Cetinom i sačinjavaju hidrološku cjelinu. U reljefu, međutim, polja su međusobno odijeljena vapnenačkim zonama u kojima je Cetina usjekla sutjeske.

Ukupna površina svih polja uz Cetinu je 106 km² (Cetinsko 8,5 km², Vrličko 8,5 km², Koljansko 4,5 km², Ribaričko 3,5 km², Hrvatačko 19 km² i Sinjsko 62 km²). To znači da ovih šest polja zauzimaju 7,11% orografskog sliva Cetine. Stvarna površina polja u orografskom slivu Cetine nešto je veća, jer postoji i nekoliko manjih polja koja su cdvojena od Cetine (Bisko polje, Dolac Donji, Srijani i Dolac Gornji, Seoca i druga manja polja).

Od Vrličkog polja, koje je na nadmorskoj visini 379 m, visina se ostalih polja uzvodno smanjuje: Cetinsko 371 m, Koljansko 335 m, Ribaričko 320 m, Hrvatačko 301 m i Sinjsko polje 294 m.

Polja uz Cetinu najvećim dijelom okružuju zaravni koje ih nadvisuju 70—190 m. Za morfološku evoluciju čitavog kraja značajno je što se visine polja nizvodno smanjuju (ukupno za kojih 85 m), dok su u istom smjeru zaravni uglavnom na sve većim visinama (razlika između najniže, Ježevičke zaravni, i najvišeg dijela zaravni Pođa je oko 60 m). Polja uz Cetinu i zaravni oko tih polja imaju, dakle, suprotan nagib.

Kontakt polja i ostalih zaravni redovito je izražen s dva oblika. Neposredan kontakt horizontalnih kvartarnih taložina s višim zaravnima u vapnencima karakteriziran je s jedne strane više ili manje strmim i kamenitim vapnenačkim odsjekom, dok je s druge strane prijelaz između zaravni i polja u blago položenoj padini. U svakom polju susrećemo i jedan i drugi oblik, a najčešće je da su na istoj kontaktnoj padini zastupljena oba oblika, tj. jedan dio padine iznad polja je u blago položenim neogenskim naslagama, na koje se prema rubu zaravni nastavlja strme vapnenačke padine. Vrličko polje odvaja od Koljanskog relativno prostranija zona verfenskih naslaga. Iste te naslage, zajedno s neogenskim pješčenjacima, laporima i laporovitim vapnencima izgrađuju i brežuljkasto područje između Hrvatačkog i Sinjskog polja.

Polja su ravničasta, ali ne i apsolutno ravna. U najnižem dijelu usječuc je korito Cetine, odnosno Česme u Vrličkom polju, i kod prosječnog vodostaja razina vode u koritu je 1—2 metra ispod ravni polja. Izuzetak je Sinjsko polje, gdje se najniže visine ne nalaze uz Cetinu nego oko 2 km zapadno od njezina korita. Važna je činjenica da su najniži dijelovi polja asimetrično položeni i više primaknuti sjeveroistočnim rubovima polja. Jedino su u Sinjskom polju najniži dijelovi u sredini. Nagib površine polja u smjeru otjecanja Cetine vrlo je malen, i od najvišeg do najnižeg polja pokazuje smajijavanje, tako da nagib u smjeru toka Cetine u Cetinskom polju iznosi 2 promila, a u Sinjskom svega 0,5 promila. U smjeru suprotnom koritu Cetine ravan se polja općenito uzdiže s nešto većim nagibom, pa uočljivo prelazi u položitije neogenske ili u strmije vapnenačke padine.

Površinu polja sačinjavaju različiti tipovi tala; raznolikost im je prvenstveno rezultat hidroloških uvjeta (povremeno zabarivanje, spiranje, naplavlivanje i sl.) matičnog supstrata, te visinskog i prostornog položaja prema ostalim geomorfološkim cjelinama. Tipovi tala su, dakle, indikator specifičnosti uvjeta. A ti su uvjeti vrlo značajni elementi u morfogenezi i hidrogenezi ovog područja. Zbog toga je važno detaljnije upoznati osobine i raspored tala u poljima uz Cetinu.³⁹

U tabeli tipova tala (tab. II) vidimo da u svim poljima, osim u Sinjskom, najveću površinu imaju smeđa karbonatna tla koja su prilično bogata vapnom, naročito u onim dijelovima gdje su pomiješana s crvenicom, koja je sprana s okolnog vapnenačkog područja (zarudna smeđa karbonatna tla) ili u dijelovima gdje se povremenim plavljenjem tlo obogaćuje kalcijevim karbonatom kojim obiluju krški tokovi (zabarena smeđa karbonatna tla).

U dijelovima polja gdje se voda, uslijed slabog otjecanja ili blizine vodo-drživog sloja, duže zadržava razvijena su hidrogena tla. Njih ima u svim poljima, naročito u Sinjskom, gdje organogena barska tla prekrivaju najveći dio površine. Ta su tla bogata kalcijevim karbonatom, koji je rezultat povremenih poplava. U tim tlima često na granici matičnog supstrata nalazi-

39) Tla u slivu Cetine najcjelovitije su obrađena u elaboratu »Hidroprojekta« Zagreb, (Blašković, dok. 1950).

mo vapnenačke lutke, koje su nastale ispiranjem kalcitnih sastojaka u gornjim slojevima i njihovom krustifikacijom u nižim.

Neposredno uz korito Cetine u poljima nizvodno od Koljanskog nalazimo recentna aluvijalna tla s pjeskovitim ilovačama i glinama na površini, a u dubinama manjim od jednog metra pojavljuje se pijesak i šljunak. Zbog stalne prinove vapna kojim je bogat tok Cetine, ova su tla bogata kalcijevim karbonatom.

Na verfenskim škrljajcima između Vrličkog i Koljanskog polja, te djelomično između Hrvatačkog i Sinjskog, razvijena su sivosmeđa tla, zastupljena pjeskovitim ilovačama, u kojima potpuno nedostaje kalcijeva karbonata.

Tla na poljima uz Cetinu uglavnom su razvijena neposredno na matičnom supstratu neogenskih lapora koji je redovito na dubini manjoj od jednog metra. Jedino neposredno uz korito Cetine ima recentnih riječnih naplavina, a na rubove polja sprani su različiti sastojci s okolnog, pretežno vapnenačkog područja.

U sadašnjim odnosima, isključujući melioracione zahvate u Sinjskom i Hrvatačkom polju, te potapljanje Ribaričkog i Koljanskog polja, vrši se spiranje klastičnih neogenskih, paleogenskih i trijaskih naslaga (lapori, pješčenjaci, gline i škrljajci) na padinama uz rubove polja. Vododerinama i potocima dospijeva sprani materijal u korito Cetine. Vrlo mali dio zaostaje u poljima, i to neposredno uz tokove. Površina polja fiksirana je travnatom vegetacijom i u postojećim uvjetima gotovo uopće nije podložna promjenama. Povremena zabarivanja utječu na fitogenetske procese, a poplavlivanjem pojedinih dijelova na polja dolazi relativno malo krutih naplavina. U poljima je, dakle, prestao proces spiranja klastičnih neogenskih i ostalih naslaga, a s razvojem tla i travnate vegetacije neogenska podloga je pokrivena i zaštićena.

Iz izloženog proizlazi da podinu rahlom tlu u poljima uz Cetinu izgrađuju uglavnom neogeni lapori koji su povezani s neogenkim naslagama na rubovima polja. Jedino u Vrličkom polju nalazimo u podlozi oligocenske premina-naslage (sjeverni i srednji dio polja), te verfenske škrljajce donjeg trijasa. Neposredan kontakt tih naslaga prekriven je rahlim tlom, koje se na geološkim kartama redovito označava kao kvartar. Prominske naslage, pored uobičajenog razvoja (konglomerati i breče) kakav susrećemo i u grebenu Kosarska glava između Cetinskog i Vrličkog polja, u podlozi Vrličkog polja i na njegovu rubu razvijene su i u laporovitom facijesu.

Podloga proširenja u sjeverozapadnom dijelu Koljanskog polja također je u verfenskim škrljajcima, na koja se prema sjeverozapadu, ispod rahlog pokrova polja, nadovezuju neogeni lapori.

Uz zapadni i južni obod Cetinskog polja pojavljuju se izdvojene manje zone diluvijalnog pijeska. U zapadnom dijelu polja one prekrivaju kredne vapnence, a u južnom neogenske lapore. Na sjeveroistočnoj padini iznad Koljanskog polja, između potoka Dragović i Gornjih Koljana, javljaju se diluvijalne sedre i konglomerati malog prostranstva (Poljak, dok. 1947). I nad sjeveroistočnim rubom Ribaričkog polja neogenske lapore na dva mjesta po-

kriva diluvijalni pijesak i konglomerat, a kod naselja Ribarić, na jugozapadnoj padini iznad polja, mala zona diluvijalnih pijesaka prekriva vapnence gornje krede. Diluvijalne pijeske susrećemo i na rubu Hrvatačkog polja (kod Panja i Hrvaca) i na više mjesta uz obod Sinjskog polja. Sjeverozapadna padina Hrvatačkog polja, između sela Panj i Hrvace, prekrivena je šljunkom i mjestimično glinom. Iznad tih naslaga nalazi se tanji, djelomično spran sloj crvenice i smeđe zemlje.

Polja kroz koja protječe Cetina formirana su u reljefnim udubljenjima koja izgrađuju najstarije (verfenski škrljajci donjeg trijasa) i najmlađe naslage (kvartar, neogen i paleogen) orografskog sliva. Verfenski škrljajci donjeg trijasa predstavljaju površinski prodor klastičnih naslaga između karbonatnih masiva Svilaže i Dinare i gotovo je sasvim sigurno da se prema unutrašnjosti nadovezuju na još starije stijene. Gornja dolina Cetine formirana je, prema Margetiću (1947), na rasjedom tjemenu svilažsko-dinarske antiklinale (sl. 2). Paleogenske promina-naslage između Cetinskog, Vrličkog i Koljanskog polja ispunjavaju paleodepresiju između mezozojskih karbonatnih stijena i verfenskih škrljavaca. Neogenski lapori, pješčenjaci i druge stijene iste starosti ispunili su više odvojenih paleodepresija koje su uglavnom u mezozojskim karbonatnim stijenama, ali na njihovu kontaktu s verfenskim škrljajcima (Koljansko, Hrvatačko i Sinjsko polje) ili s promina-naslagama (Cetinsko polje). Jedino je Vrličko polje u udubljenju koje izgrađuju promina-slojevi na kontaktu s verfenskim škrljajcima, a neogenske naslage u Ribarićkom polju, najmanjem u ovome nizu, ispunjavaju paleodepresiju koja je isključivo u karbonatnim stijenama.

Bilo bi od osobitog značenja poznavati dubinu paleodepresija koje su ispunjene paleogenskim i neogenskim naslagama. Dubina paleogenskih promina-naslaga nije nigdje utvrđena, ali, s obzirom na to da su starije i da podliježu pod neogenske naslage, treba pretpostaviti da sežu i u veće dubine. Debljina neogena nije poznata u svim poljima, a i u onima u kojima je utvrđivana različitim metodama dobiveni su različiti rezultati. U Ribarićkom polju konstatirana je geoelektričnom metodom debljina neogenskih naslaga od 100 do 200 m (Zalokar, dok. 1953. a). Ako se taj rezultat, koji je dobiven u najmanjoj i najužoj neogenskoj depresiji, primijeni na ostala uzvodnija polja, može se bez bojazni zaključiti da su neogenske naslage u Cetinskom i Koljanskom polju debele više stotina metara, odnosno da su dna tih paleodepresija u blizini morske razine, a možda i znatno niže. Na veliku mogućnost klastičnih neogenskih sedimenata upućuje i njihova hidrološka funkcija, kojom je uvjetovana pojava brojnih vrela na sjeveroistočnom rubu polja.

U orografskom slivu Cetine Sinjsko polje nije samo najprostranija, već i najdublja paleodepresija ispunjena neogenskim naslagama. Seizmičkim istraživanjima utvrđena je debljina neogenskih naslaga od rubova prema sredini polja.

TAB. II TIPOVI TALA U POLJIMA UZ CETINU I OSNOVNE OSOBINE POVRŠINSKOG SLOJA*

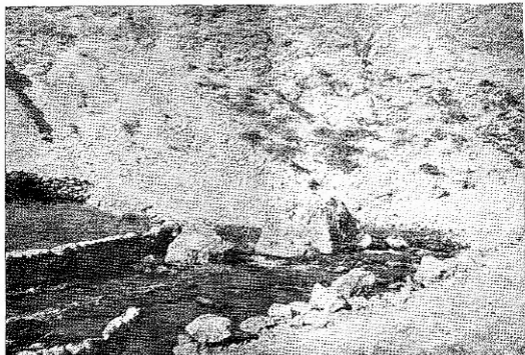
Table II Soil types in the poljes along the Cetina and the basic properties of the surface layer

Tipovi i podtipovi tala	Matični supstrat	Tekstura	Struktura	Kapacitet u % za					Raširenost	Opaska
				0-5	5-10	10-20	20-30	30-40		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vrloko polje										
Smeđa karbonatna Zabrana smeđa Sivosmeđa	lapor	glinasto-koloidna		11,46 14,57	5,62 8,67	37,48	10,28	uz rubove polja u depresiji ispod Kosorske glavice iznad južistočnog ruba		
Hydrogena mineralno-barska lapor	veremski škriljavac	pješkovita ilovača ilovača	sitno mrvčasta sitno mrvčasta mrvčasta	nema	4,77**			srednji i sjeverni dio u ilovastoj glini u dubini od 1 m vapnenačke lutke		
Cetinsko polje										
Smeđa karbonatna Zaruđena smeđa karbonatna	lapor	glinasto-koloidna		92 21,61	7,15 4,52			uz rubove polja iznad rubova polja	zaruđenost uslijed dehidratacije namosa crvenice	
Zaruđena smeđa karbonatna zabavna lapor		ilovača		18,50	4,71	43,95	12,65	u južnom i zapadnom dijelu		
Hydrogena mineralno-barska karbonatna	lapor	ilovača	krupno mrvčasta	11,78	8,31	58,40	8,40	u srednjem dijelu polja	od dubine 140 cm vapnenačke lutke	
Mineralno-barska Skletna	lapor	glinasto-ilovasta		nema				imaju najveća rasprostranjenja		
Braunizirane crvenice	lapor	pješuvlja skletolodna ilovača amfiterano koloidna		21,13	6,80			uz vapnenačke padine	znatan sadržaj čestica kamena	
Koljansko polje										
Smeđa karbonatna Zaruđena smeđa karbonatna Sivosmeđa	lapor			8,46				imaju najveća površini		
Recentni aluvij	veremski škriljavac	pješkovita ilovača	sitno mrvčasta	46,20	9,13			na padinama iznad rubova		
Skletna	lapor	pješkovita ilovača	sitno mrvčasta mrvčasta	nema	2,43			iznad sjeverozapadnog ruba polja	na dubini 130 cm šljunak	
	lapor	ilovača skletolodna	sitno mrvčasta	11,79	5,08			uzak pojas uz Cetinu		
				63,85	5,12			uz vapnenačke padine		

*Prema elaboratu »Hidroprojekta« Zagreb (Blinšković, dok. 1950).

** CaCO₃ nema u površinskom sloju, podatak se odnosi na drugi sloj.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ribaricko polje									
Smeđo karbonatna	lapor	pješkovita ilovača	mrvičasta	9,15				najveće prostranstvo	na 140 cm dubine sloj
Zarudjena smeđe	lapor	pješkovita ilovača	sitno	33,15				u depresijama oko	finog pijeska
karbonatna	lapor	sa česticama šljunka	mrvičasta					srednjeg toka	Vojska-
Recentni aluvij		pješkovita ilovača	sitno	9,01				ve	rubni dijelovi polja
			mrvičasta					uz korito	Cetine
Hrvatsko polje									
Smeđe karbonatna	lapor	ilovača	sitno	5,53				najveće prostranstvo	na 140 cm dubine sloj
Smeđe karbonatna	lapor	ilovača	krupno	38,78				u depresijama oko	finog pijeska
Zarudjena smeđe	lapor	skeletodna ilovača	sitno	35,16				ve	rubni dijelovi polja
Vijetna	lapor	pješkovita ilovača	sitno	35,56				uz korito	Cetine
Recentni aluvij			mrvičasta					na 140 cm dubine sloj	masne gline
Sivsko polje									
Hidrogena orga-	lapor	koloidna glina	mrvičasta	0,69-85,0	7,55-14,25	45-60		najniži središnji dije-	matični stuprat na
nogena barska	lapor	ilovača	grašasta					lovi	dubini 90 cm
Minerogeno barska	lapor	koloidna glina	mrvičasta	12,0	2,11- 8,90	4-15		povremeno plavljeni	do 40 cm je mladi, a
			do grašasta					dijelovi	između 40 i 120 cm
Karbonatne crniče	lapor	glinasta i pješkovita	sitno mrvičasta	51,0	9,12	47,10	18,64	manje površine koje	stariji namos Cetine
Recentni aluvij		ilovača	do mrvičasta					su isušene	
Nerazvijena delu-		koloidna glina	mrvičasta do	14,00-46,27	3,22- 5,6	41-54		uz korito	Cetine
vijalna karbonat-			grašasta					i Rude	
na tla	lapor	laporovita glina i	mrvičasta do	67,75	4,95	43,39	15,32	uz rubove polja	
		ilovača	grašasta						



Fot. 5. Izbijanje velikih količina vode na jednom mjestu osobina je svih vrela kojima dobiva vodu tok Cetine. Na slici je vrelo Dabra sjeverozapadno od Peruća

Phot. 5 The characteristics of all springs providing the Cetina with water are that they produce large quantities of water at one place. The picture shows the spring of the Dabar, northwest of Peruća



Fot. 6. Otvor Duboke jame nad izvorštem Ričine

Phot. 6 Vertical cave Duboka jama above the Ričina well area

Važno je da su sve neogenske naslage poremećene. Slojevi su najčešće nagnuti jugozapadno, a u pojedinim su dijelovima i blago izvijeni. U Sinjskom polju postoje vrlo blagi padovi neogenskih naslaga od rubova prema sredini polja.

Polja uz Cetinu pretežno su, dakle, formirana u poremećenim neogenskim naslagama, koje su na ravnama polja prekrivene rahlim tlom, dok na rubovima neogenske naslage strše više od 100 m iznad ravni polja. Da bi se utvrdilo i korelativno značenje neogenskih naslaga, za morfogenetsku evoluciju okolnog krškog područja nužno je što tačnije utvrditi njihovu starost.

Petrološke osobine lapora, laporovitih vapnenaca, pješčenjaka te drugih klastičnih sedimenata koje ispunjavaju paleodepresije u karbonatnim stijenama u orografskom slivu Cetine upućuju na zaključak da su one taložene u jezerskim bazenima koji su imali veća prostranstva od površine što je danas zauzimaju neogeni sedimenti u poljima.⁴⁰ Kada se petrološkim osobinama tih lakustrijskih sedimenata pribroje i sadašnji visinski odnosi, treba pretpostaviti da su sve paleodepresije u orografskom udubljenju Cetine bile povezane jedinstvenim jezerom, a iz toga zaključujemo da su i sedimenti u tim jezerima istovremeno taloženi. Na ovakav zaključak navodi nas i istovremeno nastajanje uvjeta za formiranje jezera u ovom području kao i postojanje još veće visine jezerskih sedimenata koji se od vremena okopnjavanja, radom egzogenih procesa, neprestano snižavaju.

Pomanjkanje provodnih fosila otežava određivanje tačne starosti ovih jezerskih sedimenata, pa se najčešće klasificiraju kao neogeni i redovito se stratigrafski ne raščlanjuju. Detaljnijim istraživanjem i geološkim kartiranjem, prvenstveno Kernerera, pa Margetića i drugih geologa, na osnovu fosila, superpozicije i orogenetskih ciklusa utvrđeno je da sedimenti u poljima uz Cetinu pripadaju miocenu i pliocenu (Kerner, 1916, 81, Milojević B. Ž., 1924 b, 608, Margetić, 1947, 104). Još detaljniju starost unutar ovih epoha bit će moguće dati korelacijom s bolje proučenim jezerskim sedimentima u poljima jugozapadne Bosne.

Da bi se utvrdio razvoj paleodepresija i objasnila morfogenetska i hidrološka uloga jezerskih sedimenata na susjedno krško područje, potrebno je istaknuti još neke činjenice. Dna i strane paleodepresija nisu ravni, već je na njima razvijen krški reljef s ponikvama, uvalama i brojnim pukotinskim šupljinama. Svi ti krški oblici prekriveni su i ispunjeni jezerskim sedimentima. Na mnogim mjestima gdje su s karbonatne osnove sprani neogeni

40) Ovaj zaključak prvenstveno bazira na boranosti neogenskih lakustrijskih sedimenata.

sedimenti u pukotinskim šupljinama susrećemo glinovitu i laporovitu ispunu.⁴¹

U pojedinim područjima, gdje se iznad poljskih udubljenja izdižu strmije vapnenačke padine, može se konstatirati da podlogu jezerskim sedimentima tvori vapnenačko kršje. To znači da je nakon stvaranja paleodepresija postojala jedna, relativno kratka, kopnena faza, prekinuta ujezerivanjem paleodepresija i taloženjem klastičnih naslaga koje su u donjim dijelovima paleodepresija pretežno glinovite, a u gornjim, mlađim, uglavnom laporovite.

Polja u kršu jugozapadne Bosne. Hidrološki sliv Cetine obuhvaća i četiri velika polja u kršu jugozapadne Bosne, od kojih je Livanjsko polje najveće polje u Dinarskom kršu, a Duvanjsko, Glamočko i Kupreško među najvećima. U cjelini sva četiri polja čine najprostraniji kompleks polja u Dinarskom kršu. S površinom od 595 km² ova polja zauzimaju 25% sliva Cetine u jugozapadnoj Bosni. S ostalim manjim poljima, kao što su Sujičko i druga, površina polja u jugozapadnoj Bosni iznosi 618 km² ili 26,1% površine.

U odnosu na prethodno izložene osobine polja uz Cetinu, polja u jugozapadnoj Bosni imaju mnogostruke specifičnosti. Pored velike površine (četiri polja u jugozapadnoj Bosni zauzimaju gotovo šest puta veću površinu od površine polja u orografskom udubljenju Cetine) i mnogo većeg udjela u ukupnoj površini orografskih slivova (poljima u jugozapadnoj Bosni pripada više od četvrtine površine njihova orografskog sliva, a polja uz Cetinu zauzimaju tek četrnaestinu orografskog sliva Cetine), značajna je razlika u tome što su polja u jugozapadnoj Bosni potpuno zatvorena višim planinskim zemljištem te je hidrološko komuniciranje moguće jedino podzemnim tokovima. Dok se polja uz Cetinu kontinuirano nastavljaju jedno na drugo, polja u jugozapadnoj Bosni stepeničasto su poredana na različitim visinama. Najniži dijelovi Kupreškog polja su na 1117 m, Glamočkog na 882 m, Duvanjskog na 859 m i Livanjskog polja na 699 m.

Svako od ovih polja karakteriziraju značajne specifičnosti na koje je nužno skrenuti pažnju.

Kupreško polje je na najvećoj nadmorskoj visini od svih velikih polja Dinarskog krša. Izduženo je 24 km u dinarskom pravcu, a prosječna širina mu je 4 km. Površina mu je 94 km².

41) Prije početka gradnje brane Peruća na lijevoj i desnoj obali Cetine na mjestu današnje brane izbušen je u bokovima sutjeske po jedan istražni rov. U lijevoj strani sutjeske rov je dug 50 m, a u desnoj 100 m okomito na tok Cetine, zatim 30 m uzvodno, a na pedesetom metru ovaj rov je bočno proširen i u njemu je iskopan bunar dubok 25 m. Sve pukotinske šupljine u vapnencima ispunjene su crvenicom i ilovačom. U dijelovima bliže površini ova ispunja je rahla, a uslijed kiša gotovo tekuća, dok je u dubljim dijelovima komprimirana i kompaktna poput lapora. U tako kompaktnoj ispunji ima preko 20% CaCO₃ (pored vlastitih opažanja, služio sam se i elaboratom »Elektroprojekta«, dok. 1953).

Za razliku od ostalih polja u jugozapadnoj Bosni i uz Cetinu, kojima je površje gotovo potpuno ravno, Kupreško polje karakterizira dosta disecirani reljef. Pored brojnih ponikava i humaka, polje se u cjelini sastoji iz tri zasebna plitka udubljenja: Kupreško, Blagajsko i Milačko udubljenje.

Kupreško udubljenje zauzima srednji dio Kupreškog polja i slivno je područje potoka Mrtvice.⁴² Izduženo je i blago nagnuto u smjeru otjecanja od istoka prema zapadu. Ovaj dio polja je i najviši. Najniža visina je kod ponora Mrtvice, 1130 m.

Humovi Debelo brdo, Kuk i Glavice odvajaju Kupreško udubljenje od Blagajskog u sjevernom dijelu Kupreškog polja.⁴³ U vrlo razgranatom reljefu ovog dijela polja ističe se nekoliko poljskih udubljenja međusobno odvojenih niskim kamenitim zaravnima. Sredinom Blagajskog udubljenja protječe tok Donje Mrtvice, koja u kišnom razdoblju dopire do zapadnog dijela udubljenja i ponire ispred sela Bajramovci, gdje je ujedno i najniži dio Kupreškog polja, na nadmorskoj visini 1117 m.

Kupreško udubljenje prelazi prema jugu relativno niskim razvođen u treći dio polja, tzv. Milačko udubljenje.⁴⁴ Jedino je taj dio Kupreškog polja u hidrološkom slivu Cetine. Površina mu je 32 km² ili trećina čitavog polja.

Za razliku od ostalih dijelova, dno ovog dijela Kupreškog polja mnogo je ravnije. U sjevernom i sjeveroistočnom dijelu reljef dna polja izražen je niskim valovitim uzvišenjima, dok u južnom dijelu, naročito oko toka Milača, susrećemo brojne ponikve, koje su plitke, a u mnogima od njih su i aluvijalni ponori Milača.

Opći nagib Milačkog udubljenja vrlo je blag i paralelan je s tokom Milača. Od krajnjeg sjeveroistočnog ruba na nadmorskoj visini od kojih 1180 m ravan polja pada u jugozapadnom dijelu, kod ponora Milača, na 1123 m.

Kupreško polje kao jedinstveno udubljenje okruženo je sa svih strana visokim planinskim područjem; jedino je otvoreno prema jugu, prema Šujičkom i Duvanjskom polju. Sedlo Malovan između Kupreškog i Šujičkog polja nadvisuje susjednu ravan Milačkog udubljenja za kojih 25 m. No unatoč tako maloj visinskoj razlici, na sedlu ne nalazimo nikakvih tragova riječne doline, koja bi ukazivala da se u bližoj geološkoj prošlosti Kupreško polje površinski odvodnjavalo prema Duvanjskom polju.

Geološki sastav oboda Kupreškog polja sačinjavaju stijene bitno različitih litoloških osobina. Okolno planinsko područje izgrađuju pretežno karboñatne stijene. Na zapadu i sjeverozapadu su naslage gornje jure, pretežno vapnenci, dok južni i sjeveroistočni obod polja okružuju gornjotrijaski dolomiti šćeraste strukture i izražene slojevitosti. Iznad istočnog oboda polja proteže se prostrani pojas verfenskih naslaga, iz kojeg potječu svi izvorišni krakovi potoka Milača.

42) Cvijić naziva ovaj dio polja Mrtvička kotlina (Cvijić, 1900, 67).

43) Čitav sjeverni dio polja Cvijić obuhvaća pojmom Bajramovačka kotlina, prema naselju Bajramovci u zapadnom dijelu polja (Cvijić, 1900, 68), dok Roglić ukazuje na opravdanost naziva Blagajsko polje (Roglić, 1939, 299).

44) Cvijić je ovom dijelu polja dao naziv »kotlina Milača«, prema glavnom toku koji protječe poljem (Cvijić, 1900, 61). Roglić, prema najvažnijem naselju u ovom dijelu polja, Rilić, predlaže naziv Riličko polje (Roglić, 1939, 299). Domaće stanovništvo za pojedine dijelove ovog udubljenja ima različite nazive. Pored već spomenutog Riličkog polja, kojim se naziva krajnji jugoistočni dio, na jugozapadu su Rudopolje, Smiljevača, Crne Bare i Pitomé Livade. Srednji i najveći dio zove se Strljanica, dok su na sjeveru i sjeveroistoku Bare i Vlaško polje. Smatram, međutim, da ovaj dio Kupreškog polja u cjelini najbolje povezuje toponim potoka Milača.

Ravan polja najvećim dijelom prekrivaju aluvijalne i diluvijalne gline, ilovače, pijesak i šljunak. Ovaj naplavni materijal različitom debljinom prekriva karbonatnu podlogu Blagajskog i Milačkog udubljenja. Zbog neravne podine kvartarni pokrov mjestimično je debeo i više od 10 m, a na znatnim površinama zaravnjena karbonatna podloga izbija na površinu i rahlo naplavno tlo ispunjava samo pukotine i dna ponikava. Jedino je srednji dio Kupreškog polja, Kupreško udubljenje, izgrađeno u osnovi iz neogenskih jezerskih naslaga, pretežno lapora, koji u srednjem dijelu razvođa sliva Mrtvice i Milača, u brdu Fatelj, dosižu najveću visinu, 1161 m. Ove naslage u stvari čine otok u sadašnjem reljefu Kupreškog udubljenja. Blago su poremećene, a dubina im nije utvrđena. S obzirom na facijalne osobine ovih jezerskih sedimentata i na utvrđene dubine neogenskih naslaga u drugim poljima jugozapadne Bosne, može se pretpostaviti da su duboke nekoliko stotina metara. To znači da je na području koje je ispunjeno slatkovodnim neogenskim sedimentima postojala prije njihova taloženja relativno duboka paleodepresija. Na klastičnim jezerskim naslagama razvijen je razmjerno mali dio Kupreškog polja; oko ovih vododrživih sedimentata glavina polja razvijena je na mnogo prostranijim zaravnima, koje su prekrivene kvartarnim naplavinama i raširene u pravcu SSZ — JJI.

Današnje procese u reljefu Kupreškog polja karakterizira spiranje klastičnih naslaga verfenskih škriljavaca nad istočnim obodnom i neogenskih lapora u sredini polja, te akumuliranje rahlih naplavina uz susjedne rubove polja. Od ovog procesa, kojim se povećava naplavni materijal u polju, još je značajniji proces odnošenja naplavnog pokrova nad karbonatnom podlogom. Odnosenje se vrši ponorima kroz koje poniru vode odvojenih tokova Mrtvice, Donje Mrtvice i Milača, ali i neposredno kroz pukotinske šupljine u stjenovitoj karbonatnoj podlozi. Rezultat takvog neposrednog evakuiranja naplavina jesu brojne ponikve, od kojih su mnoge nastale i urušavanjem svodova podzemnih šupljina.

Glamočko polje, u odnosu na Kupreško, ističe se izduženošću, koja uglavnom prati dinarski pravac. Znatno se razlikuju dva dijela, sjeverozapadni, Gornje polje, i jugoistočni, Donje polje. Gornje polje je šire, reljef mu je razvedeniji, sa zasebnim hidrološkim sistemom, koji je podzemno povezan s vrelima Plive. Od ukupne površine Glamočkog polja, 94 km², na Gornje polje otpada 62 km².⁴⁵ Uz ovaj dio polja nadovezuju se i prostrane zaravni na zapadu, sjeverozapadu i sjeveroistoku, s kojima ima površinu od gotovo 100 km². U hidrološkom pogledu Gornje polje je okupljeno poriječjem potoka Ribnjak, te manjim privremenim tokovima u predjelima Livade, Sadekovina, Lug, Glibošij i drugim. Svi tokovi izviru u jugozapadnom, a poniru

45) Prema Cvijiću (1900, 81) površina Glamočkog polja iznosi 130 km², a približno jednake dimenzije, 129 km², daje i Baliff (1896, 16). Mnogo manja površina, koju sam naveo rezultat je izuzimanja rubnih kamenitih zaravnih podjednake visina kao i polje, ali bitno drugačijih hidrogeoloških, pa i gospodarskih svojstava.

u sjeveroistočnom obođu polja. Ponori su ujedno i najniži dijelovi polja, na 895 m.

Granica između Gornjeg i Donjeg polja je istočno od naselja Glamoč i jedva je vidljiva. Iako je Donje polje zasebna reljefna cjelina, njegova granica s Gornjim poljem prvenstveno je hidrološka. Tu je, naime, niska vododijelnica između tokova gornjeg polja i potoka Jaruge. Koliko je ona slabo izražena, vidi se iz činjenice što u kišnim razdobljima vode iz Gornjeg polja prelaze u tok Jaruge i preplavljuju Donje polje.

Donje polje dugačko je 20 km, uglavnom u dinarskom pravcu. Najveći dio širok je oko 1 km, a u krajnjem jugoistočnom dijelu eliptično se proširuje na 3—4 km. Ukupna površina Donjeg polja je 32 km²; njegov orografski sliv dio je hidrološkog sliva Cetine. Od vododijelnice s Gornjim poljem, na visini od 903 m, Donje Glamočko polje postepeno pada, a najniži dijelovi na rubovima proširenja na jugoistoku nalaze se na kojih 882 m. Nagib je, dakle, jedan promil.

Za razliku od Kupreškog polja, površina Glamočkog polja potpuno je ravna i u tom pogledu ono je slično Livanjskom i Duvanjskom polju. Izvjesnu dinamičnost reljefa čine samo niski humovi na rubovima, plitko usječeni tokovi, nekoliko otvorenih ponora i ponikava u proširenju jugoistočnog dijela polja.

Ravan čitavog Glamočkog polja sastavljena je uglavnom od pijeska, oštrobridnog šljunka i glinovitih sastojaka. Na ovim naplavnim naslagama, pod utjecajem vegetacijskog pokrova i poplava, razvijene su različite vrste hidrogenih tala, koja su bogata kalcijem i humusom, dok su na područjima koja nisu izložena poplavama pretežno smeđa karbonatna tla.

S obzirom na položaj i osobine ovih naplavnih naslaga zaključujemo da su pleistocenske i holocenske starosti. Njihova je debljina različita u pojedinim dijelovima polja. U najvećem dijelu Donjeg polja kvartarni pokrov potpuno nedostaje, a rahlo površinsko tlo razvijeno je neposredno na podlozi neogenskih lapora i glina. U najnižim dijelovima Gornjeg polja kvartarne naplavine u prosjeku su duboke oko 1 m. Utvrđeno je da u svim ponorima u Gornjem polju u podlozi diluvijalnih naplavina, nakon dubine od 1 do 3 m, dolaze neogenski lapori i laporoviti vapnenci. U ponorima jugoistočnog proširenja Donjeg polja, nakon 5—10 m debelog pokrova diluvijalnih naslaga, dolazi kamenita vapnenačka podloga. Ponikve i aluvijalni ponori u krajnjem jugoistočnom proširenju Donjeg polja također ukazuju na karbonatnu podlogu u čitavom tom dijelu polja. I u već spomenutom ponoru Skucani, ispod neogenskih laporovitih vapnenaca, na dubini od kojih 7 m dolaze kredni vapnenci.

Južni rub proširenja Donjeg polja izgrađuju pleistocenske breče i konglomerati, koji su u površinskim dijelovima čvrsto slijepljeni kalcitnim vezivom. U srednjem od triju ponora pod Golom Kosom otkriven je profil od 7 m, u kojem se vide slojevito taložene breče vrlo blago nagnute od ruba prema sredini polja. Slične nanose nalazimo i na drugim dijelovima ruba polja gdje s planinskog okvira izbijaju vododerine. Međutim, u tim dijelovima pleistocenske breče i konglomerate sa slabo zaobljenim fragmentima prekrivaju holocenski nanosi rahlog tla. I u podlozi svih

ovih naslaga, koje na rubovima ne prelaze debljinu od desetak metara, nalazi se neravna vapnenačka površina.

Dosadašnje konstatacije upućuju na zaključak da podlogu kvartarnih naplavinama u Gornjem polju i u Donjem polju do proširenja na jugoistoku čine neogenske naslage, zastupljene laporima, laporovitim vapnencima, pješčenjacima i glinama. Ove naslage od naselja Han Vrba u Donjem polju pa sve do krajnjeg sjeveroistočnog ruba Gornjeg polja izgrađuju zapadni i jugozapadni okvir Glamočkog polja. U srednjem dijelu Gornjeg polja širina neogenskih naslaga mjestimično prelazi 5 km. Sve neogenske naslage znatno su poremećene, a nagib je, uglavnom prema jugozapadu, ponegdje veći od 20°. Dubina ove klastične serije u srednjem dijelu Gornjeg polja, prema rezultatima geoelektričnih ispitivanja, prelazi 700 m (Kovačević i Fabić, dok. 1963).

Geoelektričnim sondiranjem utvrđeno je da neogenske naslage ispunjavaju paleodepresiju koja zahvaća čitavo Gornje polje i susjedni dio Donjeg polja do ponora Skucani. U središnjem dijelu paleodepresija je najdublja, a prema rubovima ravnomjerno oplićava. Sjeveroistočnu stranu paleodepresije izgrađuju rudisti vapnenci gornje krede. Oni su dio jugozapadnog krila antiklinale, tzv. vitoroške tektonske jedinice, koja rasjednim kontaktom naliježe na sinklinalnu paleodepresiju Glamočkog polja, odnosno Glamočke tektonske jedinice (Papeš i suradnici, 1964). Jugozapadna strana paleodepresije ima složeniju građu. Prevladavaju jurske i trijaskke karbonatne stijene, među kojima značajnu rasprostranjenost imaju i prilično trošne serije dolomita. Južno od naselja Glamoč izbijaju na površinu škriljavci i tufovi donjeg trijaša. Ova serija klastičnih sedimenata predstavlja površinski prodor osnovnog gorja. Prodor je karakteriziran jakom tektonskom linijom, koja prati čitav jugozapadni rub Glamočkog polja i odvaja sinklinalni dio od antiklinalnog dijela glamočke tektonske jedinice.

Za razliku od Gornjeg polja i susjednog mu dijela Donjeg polja do sela Skucani, koje je u prostranoj i dubokoj paleodepresiji ispunjenoj znatnim dijelom vododrživim neogenskim naslagama, Donje polje u cjelini predstavlja usku i mnogo pliću paleodepresiju, kojoj je karbonatna osnova prekrivena relativno tankim pokrovom kvartarnih nanosa. Očito je da je morfološka evolucija ovih dijelova polja bitno drugačija, a da bi se to utvrdilo, potrebno je upozoriti i na još neke morfološke elemente.

U planinskom okviru depresije oko Gornjeg polja razvijene su prostrane i gotovo kontinuirane zaravni, dok takvih zaravni u Donjem polju gotovo nema; jedina zaravan, Zajaruge, nalazi se iznad onog dijela Donjeg polja kojem podlogu čine klastični neogenski sedimenti.

Na mnogim dijelovima ruba Donjeg polja vidljive su rubne terase na različitoj visini iznad ravni susjednog polja. Cvijić navodi više takvih terasa uz jugozapadni rub Donjeg polja. (Cvijić, 1900, 86). Terasa ispod Carevice visoka je 3 — 4 m, kod »Pećina«

su slabije izražene dvije terase, na 1 i 3 m visine, a južnije, kod Binića, vide se čak tri terase, od kojih najviša doseže 15 m iznad ravnine polja. Na južnom i jugoistočnom rubu Donjeg polja također se nalaze prostrane terase do 15 m iznad polja. Sve te terase izgrađene su od kršja, oštrobridnog pijeska i šljunka, a najviše terase redovito su cementirane vapnenim vezivom u konglomerat i breču. Niže terase odgovaraju visinama današnjih poplava, pa iz toga zaključujemo da su recentne, dok više terase, tj. one od 7 do 8 m iznad polja, upućuju na visinu poplava u gornjem pleistocenu (Malez, 1964, 176).

Osim ovih naplavnih terasa, nad rubovima Donjeg polja ima i erozivnih, odnosno korozivnih kamenitih terasa. Takve susrećemo kod Skucana i Raškove Glavice. Uglavnom su malog prostranstva, na 20 — 30 m iznad polja. S obzirom na položaj, njihov postanak možemo vezati uz morfološki utjecaj susjednih neogenskih naslaga.

Duvanjsko polje u odnosu na ostala polja jugozapadne Bosne karakterizira se hidrološkom specifičnošću. Ono je jedino od svih polja u kojem je razvijen samo jedan hidrološki sistem. Razgranatu hidrološku mrežu u cijelosti okuplja tok Šujice kojim sve vode Duvanjskog polja otječu ponorom Kovačić⁴⁶. To znači da je Duvanjsko polje jedinstveno morfološko udubljenje. Daljnju specifičnost ovog polja predstavlja horizontalna razgranatost. Iako je sjeveroistočni i jugozapadni obod polja gotovo pravocrtan, poluotočna planinska uzvišenja na sjeverozapadu (Gradina, 1078 m) i jugoistoku (ogranci planine Lip: Orlov Kuk 1391 m i drugi vrhovi) tvore prostrane zaljeve, koje je Roglić (1940, 153), prema važnijim naseljima, nazvao Mokronoge, Stipančići, Kongora i Seonica.⁴⁷

Ukupna površina Duvanjskog polja, na morfološkoj karti sliva Cetine (prilog 4), iznosi 128 km².⁴⁸ Ravan polja je između 860 i 890 m. Najniži dijelovi polja su u sredini, u području Laništa. Ovo područje ima osobito plitkog poljskog udubljenja u kojem je i hidrološka koncentracija gotovo svih tokova Duvanjskog polja. Glavni tok, Šujica, koji okuplja ostale tokove u polju, iz područja Laništa teče usječenom dolinom i u ponoru Kovačić ponire na visini 857 m. Od središnjeg dijela ravan polja blago se uzdiže prema rubovima, a jednoličan ravan reljef donekle je poremećen koritima brojnih tokova.

Duvanjsko polje okruženo je sa svih strana višim planinskim reljefom; jedino kanjon Šujice morfološki i hidrološki povezuje Sujičko polje s Duvanjskim u jedinstvenu cjelinu.

46) Pri tome zanemarujemo vrlo malu površinu zapadnog dijela polja koja se neposredno odvodnjava kroz nekoliko aluvijalnih ponora u blizini zaseoka Potubolja.

47) Cvijić (1900, 120) ove poljske zaljeve naziva Sujički, Ponorce, Kongorski i Crkvine.

48) Prema Baliffu (1896, 6) polje ima površinu 121,6 km². Cvijić (1900, 120) taj podatak zaokružava na 120 km². U opsežnoj raspravi o geomorfologiji Duvanjskog polja Roglić (1940, 152) smatra da »zatvoreno poljsko udubljenje« ima površinu od oko 154 km². Iz skice koju je Roglić priložio na strani 162 citiranog rada vidi se da je u površinu polja uključena i zaravan Podine iznad sjeveroistočnog oboda polja. Vjerojatno je i sam autor uočio ovaj nedostatak, pa je u kasnijem radu (1954, 52) prihvatio Baliffov podatak od 121,6 km². Srebrešević (dok. 1963) uzima da »ravnica dio polja« ima površinu od oko 150 km².

Na vapnenačkim rubovima Duvanjskog polja ima više terasa i zaravni⁴⁹. Pored već opisane zaravni Podine, koja se proteže nad čitavim sjeveroistočnim obodom polja, postoje i druge, ali znatno slabije izražene.

Ispod Podina, na sjeveroistočnom rubu polja, može se pratiti isprekidana terasa na 7 — 8 m iznad ravni polja. Na toj su terasi sva naselja sjeveroistočnog ruba polja. Ona je većim dijelom izgrađena od oštrobričnog šljunka i pijeska, a djelomično je i u vapnencima, te u tom području predstavlja rubnu zaravan kakve u mnogo većem prostranstvu susrećemo u svim velikim poljima jugozapadne Bosne.

I uz jugozapadni rub polja ima nekoliko zaravni i terasa na različitim visinama, koje, međutim, nisu tako prostrane kao one nad sjeveroistočnim rubom⁵⁰. Najviša je zaravan Bukovica, na visini 930 m, ali je vrlo uska i slabo sačuvana. Ispod nje su na kojih 910 m tragovi isto tako uske i isprekidane zaravni. Nešto većeg prostranstva je najniža zaravan na kojih 880 m. Njezini tragovi mogu se pratiti od podnožja naselja Bukovica, a najbolje je razvijena kod Brišnika. Najnižu ravničastu površinu čini terasa visoka 685 m, 7 — 8 m iznad ravnine susjednog polja. Ta terasa, sastavljena od slabo uglačanih naplavina šljunka i pijeska, najbolje je razvijena kod sela Kovači, a njeni se tragovi protežu do sela Mrkodol.

Zaravni na dvjema suprotnim stranama Duvanjskog polja razlikuju se, dakle, po visini i po rasprostranjenosti. Terasa, pak, na objema stranama polja pokazuju najveću sličnost. U odnosu na ravan polja one su na podjednakim visinama, 7 — 8 m, pa iako im je apsolutna visina različita, može se pretpostaviti da su nastale istovremeno i istovrsnim morfološkim procesima. Međutim, iz svega što je do sada izloženo proizlazi da je morfološka evolucija zaravni na različitim stranama polja bila odvojena.

Najveći dio ravni polja izgrađuju neogenske naslage. U srednjem dijelu polja, Laništu, iznad neogenskih lapora nataloženi su aluvijalni nanosi pijeska i mulja što ga donose tokovi, a razvlače poplave. Uslijed čestih poplava na ovom su području razvijena tresetišta te različiti tipovi hidrogenih tala. Na ocjeditijim dijelovima polja razvijena su karbonatna tla.

Na mnogim dijelovima ruba polja neogensku podlogu prekrivaju naplavine sa susjednog vapnenačkog i laporovitog područja. Sve te naplavine, od kojih se mnoge i u sadašnje vrijeme povećavaju, vododerinama su povezane preko oboda polja sa susjednim planinskim okvirom. Tako u zaljev Kongora završavaju jake naplavine vododerina: Grla, koja dolazi iz morenskih nanosa Svinjače između planine Vran i Čvrsnice, i Jelova draga, koja dolazi sa sjeverozapadnih ogranaka planine Vran i kod sela Lipe presijeca zaravan Podine. Na sjeveroistočnom rubu polja osobito se ističe

49) Cvijić (1900) i Roglić (1940 i 1954) sve ravničaste dijelove na rubovima polja nazivaju terasama. Roglić ih u ranijem radu (1940) naziva i nivoima. Smatrajući termin »terasa« pogodnijim za reljefnu oznaku akumulacionih oblika, zadržao sam ga jedino za naziv naplavnih ravnica na rubovima polja, dok korozivne ravnjake nad obodom polja obuhvaćam geomorfološkim pojmom »zaravana«.

50) Morfološke osobine i rasprostranjenost ravničastih površina na jugozapadnom rubu polja najbolje je uočio Roglić (1940, 162—164). U nastojanju da da detaljne visinske odnose, Grund (1903, 161—163) je izdvojio čak 6 ravnjaka na različitim visinama i na taj način, zbog malih visinskih razlika odvajao morfološki povezane zaravni i terase.

naplavna vododerina Sazlivoda s planine Ljubuše. Cvijić je prvi primijetio vrlo važnu činjenicu da se neogenski lapori s područja polja uvlače u uski zaljev koji je na obodu polja prosječno vododerina Sazlivoda (Cvijić, 1900. 124). Prostranstvom i recentnošću vrlo je važna naplavina u Stipaničkom zaljevu koju taloži vododerina Ostrožac i druge manje vododerine s neogenskog okvira na sjevernoj strani ovog poljskog zaljeva. Glinoviti i pjeskoviti materijal koji vododerine nose s neogenskog okvira potpuno prekrivaju neogenske lapore u Stipaničkom zaljevu.

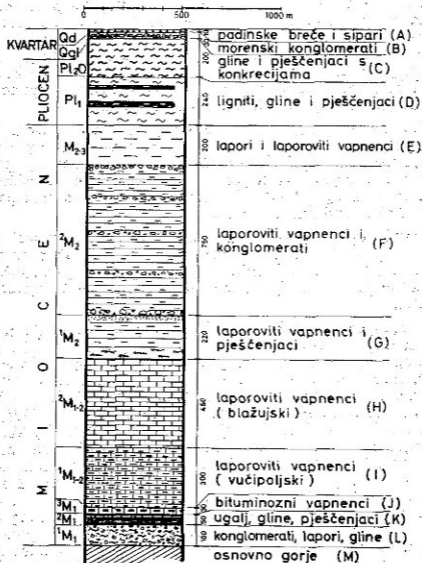
Neogenske naslage koje sačinjavaju osnovu čitavom Duvanjskom polju nastavljaju se na sjeverozapadnom obodu polja na brdoviti neogenski reljef, ali je značajno da taj prijelaz nije postepen, već prilično nagao. Ravan polja zasječena je u neogenskim naslagama koje s neogenskim brdovitim reljefom na sjeverozapadu čine petrološku i strukturnu cjelinu.

Čitav kompleks neogenskih jezerskih sedimenata nalazi se u karbonatnoj paleodepresiji oivičenoj rasjedima. Naročito su markantni rasjedi kojima je formiran sjeverozapadni i jugoistočni obod neogenske paleodepresije, a isto tako i obod recentnog udubljenja, tj. polja.

Detaljnijim istražnim radovima zbog eksploatacije ugljena i samom eksploatacijom došlo se do dragocjenih podataka o paleodepresiji i o neogenskim naslagama koje su u njoj nataložene (Đerković, 1963. i dok. 1963, Milojević, 1963. i dok. 1958, Milojević i Sunarić, 1964, Muftić i Luburić, 1963, Pantić, 1961. i dok. 1961. Papeš i suradnici, 1964, Slišković, 1960. i dok. 1957. i 1958, Šoklić, 1957. i dok. 1954. i 1957, Stojčić, dok. 1961. Sunarić, Milojević i Hohrajn, dok. 1961). Karbonatna paleodepresija ima razgranato dno s razvijenim krškim oblicima. Debljina neogenskih naslaga u maksimalnom razvoju iznosi oko 2500 m (sl. 3). U pojedinim dijelovima paleodepresije postoje značajne raznolikosti u litostratigrafskom stupu, koje se očituju ne samo različitom moćnošću pojedinog stratigrafskog člana već i potpunim smanjkanjem ponekih naslaga u nekim područjima. To znači da je u toku taloženja neogenskih jezerskih sedimenata postojala i jaka tektonska aktivnost kojom su najniži stratigrafski članovi vertikalno dislocirani više od 150 m. Iz toga proizlazi da je i razvoj neogenskih naslaga u pojedinim dijelovima polja znatno manji od maksimalnog. Da je dubina neogena ipak veoma velika svjedoče rezultati geofizičkih ispitivanja kojima je utvrđena dubina neogena od kojih 2000 m (Božić, dok. 1954). Sjeverno od Duvna bušotina dubine 565 m nije naišla na karbonatnu podlogu (Božić, dok. 1954). Različiti petrološki sastav sedimenata upućuje na promjenljive uvjete sedimentacije.

Nakon opsežnih rasprava i različitih shvaćanja o starosti neogenskih naslaga, ovim detaljnim istraživanjima utvrđeno je da je taloženje jezerskih naslaga započelo u donjem miocenu, a više ili manje kontinuirano trajalo do donjeg pliocena.

Livanjsko polje, više nego dvaputa, veće od ostalih triju velikih polja jugozapadne Bosne, zaprema površinu od 404 km².⁵¹ S dužinom od



Sl. 3. Litostratigrafski stup neogenskih i kvartarnih sedimenata duvanjskog bazena (po Milojeviću i Sunariću, 1964): Padinske breče i sipari; morenski konglomerati; gline i pješčenjaci s konkrecijama; ligniti, gline i pješčenjaci; lapori i laporoviti vapnenci; laporoviti vapnenci i konglomerati; laporoviti vapnenci i pješčenjaci; laporoviti vapnenci (blažujski); laporoviti vapnenci (vučipoljski); bituminozni vapnenci; ugalj, pješčenjaci; konglomerati, lapori, gline; osnovno gorje.

Fig. 3 A lithostratigraphic column of Neogene and Quaternary sediments in the Duvno basin (according to Milojević and Sunarić, 1964).

51) Baliff (1896, 14) navodi površinu od 405 km², a Cvijić (1900, 95) 380 km². Srebrnović (dok. 1963) zaokružava podatak o površini polja na 400 km², dok Zorić (dok. 1963) uzima da je ukupna površina Livanjskog polja 391,6 km².

65 km i prosječnom širinom iznad 6 km to je vjerojatno i najveće polje u kršu uopće. Livanjsko polje je udubljenje dinarskog pravca, oivičeno strmim padinama Dinare i Kamešnice na jugozapadu, a Satora, Staretine, Golije, Kruga, Tušnice i Grabovičke planine na sjeveroistoku. Jugoistočni rub je relativno otvoren prema jugu (sedlo Prisika između Buškog Blata i Aržana je na visini oko 750 m), a sjeverozapadni u istom smjeru diže se u otprilike 100 m više Grahovsko polje.

Zbog različitih reljefno-hidroloških osobina Livanjsko polje redovito se dijeli u tri dijela: Livanjsko polje u užem obuhvatu, Srđevićko polje i Buške Blato.

Livanjsko polje u užem obuhvatu zahvaća sjeverozapadni i srednji dio poljskog udubljenja do prijevoja kojim prolazi cesta Sinj — Livno. Površina ovog dijela polja je 292 km². Prosječna visina većeg dijela ravni je između 705 i 710 m. I unatoč tako malim visinskim razlikama u užem Livanjskom polju formirane su tri hidrološke cjeline. Svaka od njih predstavlja zasebno porječje i odvodnjava se odvojenom grupom ponora koji prate jugozapadni rub polja.

U krajnjem sjeverozapadnom dijelu Livanjskog polja je plitko udubljenje Zdravovac, koje se potokom Sevarova Jaruga odvodnjava ponorom u selu Kazanci. Razvode sa susjednim porječjem Tovarnice Jaruge najvećim dijelom iskorišćuje cesta Kazanci — Bajmunti, koja presijeca polje i vrlo rijetko poplavljuje. Od ove ceste do suženja polja između Rujana i Lušnica glavninu tokova okuplja potok Tovarnica Jaruga koji ponire kod sela Caprazlije. Ostali, najveći dio Livanjskog polja pripada porječju Plovuče koja ponire u grupi ponora između sela Caić i Prolog. Uslijed vrlo niske razvodnice i većeg neravnjara između pritjecana i otjecanja vode u porječju Plovuče poplavne vode s tog dijela Livanjskog polja često se prelijevaju u porječje Tovarnice Jaruge.

I uz rubove Livanjskog polja ima zaravni i terasa, ali su ravnicašte površine u tom polju razmjerno slabije izražene nego u ostala tri polja. Na sjeveroistočnom rubu, pored već prikazane visoke Celebićke zaravni 850 m, i niže zaravni Bastasi 750 m, uz rub polja ispod zaravni Bastasi proteže se jedna uska terasa, 7 — 8 m iznad ravni polja. Ta je terasa na više mjesta isprekidana vododerinama, a izgrađena je od slabo uobliženog šljunka i pijeska. Jugozapadni rub polja karakterizira dobro očuvana Rujanska zaravan, a između nje i ravni polja, na području od sela Gubin pa sve do sjeverozapadnog ruba polja, proteže se terasa 5 — 8 m iznad ravne polja, koja je povezana s isto takvom terasom na sjeveroistočnom rubu polja. I ova je terasa izgrađena od oštrobriđnog šljunka i pijeska; mjestimično je isprekidana velikim nanosima vododerina s Dinare. Ta je terasa mnogo šira od iste terase na suprotnoj strani polja; osobito je široka kod naselja Crni Lug, gdje je dobrom dijelom prekrivena debelim naslagama diluvijalnog pijeska, koji pokazuje osobine eolskog sedimenta. Na toj strani polja eolski pijesak nalazi se i u okolici naselja Gubin i Prolog. Šljunkovito-pjeskovita terasa na jugozapadnom rubu Livanjskog polja u mnogim je dijelovima podjednako visoka kao i Rujanska poljska zaravan, a to svakako upućuje na zaključak o njihovu istovremenom postanku i morfološkoj povezanosti.

Srđevićko polje je srednji suženi dio jedinstvenog Livanjskog polja, između ceste Prolog — Livno, koja ga odvaja od Livanjskog polja u užem značenju i Kraljičinog Prisapa⁵² koji na jugoistoku čini granicu s Buškim Blatom. Površina mu je oko 52 km². Ni ovaj dio Livanjskog polja nije jedinstvena hidrološka cjelina, jer pored najznačajnijeg potoka Mandak, koji odvodnjava, a povremeno i plavi srednji i najveći dio polja, postoje

52) U ovom kraju riječ prisap znači nanos ili nasip, pa je zbog toga i na topografske karte unesen iskrivljen naziv Kraljičin Nasip.

i manji zasebni tokovi s odvojenim ponorima. Tako su u sjeverozapadnom dijelu Srđevičkog polja formirani zasebni tokovi Jaruga i Opačica. Ponor su i u Srđevičkom polju uz jugozapadni rub, a oko aluvijalnih ponora uz jugozapadni rub sredine polja visine su najniže 699 m. To je i najniži dio cijelog Livanjskog polja.

Uz jugozapadni rub Srđevičkog polja također se mogu zapaziti tragovi rubne zaravni, koja je na nadmorskoj visini oko 740 m, odnosno 30 — 40 m iznad ravnine polja. Na više mjesta je isprekidana vododerinama i naplavinama s Kamešnice.

Buško Blato je jugoistočni dio Livanjskog polja. Površina mu je oko 60 km². Po morfološkim i hidrološkim svojstvima čini zasebnu cjelinu. Ističe se ovalnim oblikom, koji se u sjeveroistočnom dijelu nastavlja na široku dolinu izvorišnog krača Ričine. Ova dolinska ravan čini cjelinu s ostalim područjem Buškog Blata. Ravan Blata je na visini 700 — 710 m. U ovom dijelu Livanjskog polja nema nikakvih tragova rubnim zaravnima i terasama. Jedino se iznad južnog oboda nastavlja zaravan Bukove Gore. Najzanimljiviji morfološki oblik svakako je Kraljičin Prisap, koji Buško Blato odvaja od Srđevičkog polja. To je prud, sastavljen iz sitnog šljunka i pijeska, visok do 7 m iznad ravni susjednog Srđevičkog polja, prema kojem je prilično strmo nagnut. Strana okrenuta Buškom Blatu blago je položena i na njoj se vide tragovi djelovanja valova za vrijeme poplave Blata. Razlika od najvišeg vrha pruda do visine susjednog Blata je 13 m. Kraljičin Prisap pruže se samo oko 2 km od jugozapadnog planinskog okvira polja u blagom luku čija je konkavna strana okrenuta prema Buškom Blatu. Cvijić (1900, 108) smatra da je prud rezultat djelovanja valova pod utjecajem dominantnih južnih i istočnih vjetrova. Ovo najlogičnije objašnjenje prihvaća i Roglić (1954, 53), a kao dopuna ovakvu tumačenju može se uzeti konstatacija Papeša i suradnika (1964, 104), koji u Kraljičnom Prisapu vide »ostatak ogromne delte bujice Mandaka«.

Površinu Livanjskog polja prekrivaju u pojedinim dijelovima različite naslage. Pored već spomenutih šljunkovitih i pjeskovitih naslaga koje izgrađuju isprekidanu terasu oko rubova srednjeg i sjeverozapadnog dijela Livanjskog polja u užem značenju, na rubovima polja postoje prostrane pleistocenske i holocenske naplavine šljunka i pijeska snesenog s okolnog planinskog okvira. Kvartarne naplavine ulaze daleko u polje ili u pojedinim područjima tvore visoke kupe, kao npr. kod naselja Grkovi na krajnjem sjeverozapadnom rubu polja.

Sastav i građa. Srednji i najveći dio sjeverozapadnog područja Livanjskog polja, tj. područje Zdralovac, prekrivaju tresetišta, čijem razvoju pogoduju i recentne hidrološke prilike. Neogenski lapori koji mjestimično izbljaju na rubovima ovog dijela polja upućuju na to da je njima izgrađena podloga čitavog područja Zdralovac.

U ostalom području Livanjskog polja kvartarni pokrov relativno je tanak; pod njim su neogenske naslage, zastupljene pretežno laporima, laporovitim vapnencima i pješčenjacima. Općenita je pojava da su u srednjem dijelu polja kvartarne naslage najtanje, u prosjeku do 1 m, a na jugozapadnoj, otjecajnoj strani, debljina im je mjestimično 5 m. Također je značajno da su na sjeveroistočnoj strani polja kvartarne naslage zastupljene krupnijim sedimentima, pretežno šljuncima i krupnijim pijescima, dok su prema jugozapadnom rubu finiji sedimenti, sitnozrnati pijesci i gline. Na jugoistočnom rubu Livanjskog polja u užem značenju neogenske naslage su na samoj površini i kontinuirano se nastavljaju u brdoviti neogenski reljef u zaleđu.

U Srđevičkom polju kvartarni nanosi šljunka i pijesci mnogo su deblji nego u Livanjskom. Mjestimična debljina im je iznad 10 m.

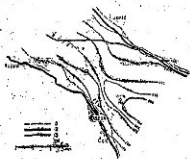
Buško Blato bitno se razlikuje od ostalog dijela Livanjskog polja. Bušenjem je utvrđeno da kvartarne naplavine pijeska, šljunka, pjeskovitih ilovača, glina, vapnenačkog kršja i crvenice prekrivaju neravnu podlogu kre-

dnih vapnenaca (Raljević i Crnolatac, dok. 1961). Također je utvrđeno da se spomenute kvartarne naplavine nepravilno izmjenjuju u horizontalnom i u vertikalnom smjeru. Njihova debljina najčešće je između 10 i 40 m. Pad površine Blata od sjeveroistočnog ruba prema jugozapadnom vrlo je blag, 706 — 701 m. Na kvartarnim naplavinama postoje brojne ponikve, aluvijalni ponori kojima za vrijeme poplave Blata voda otječe kroz karbonatnu podlogu, a u nekim se ponikvama voda dugo zadržava i u toku ljeta.

Kada promatramo cijelo područje jedinstvenog udubljenja Livanjskog polja, uočavamo gotovo horizontalnu površinu, koja, iako je 65 km izdužena, ima neznatne visinske oscilacije od svega desetak metara (700 — 710 m). Srednji dio jedinstvenog poljskog područja je viši, a sjeverozapadni i jugoistočni dijelovi su neznatno niži. Ako bismo sada promatrali jedinstveno Livanjsko polje bez pokrova kvartarnih naslaga, onda bi veće dubine krajnjih dijelova još više došle do izražaja. Buško Blato bilo bi najniže i njegovu bi površinu prekrivala krševita zaravan. Srđevičko polje postepeno bi se izdizalo od kontakta s Buškim Blatom, a najveći dio Livanjskog polja bio bi na sadašnjoj visini. Jedino bi se u sjeverozapadnom dijelu, na području Ždralovca stvorilo nešto veće udubljenje; isto tako bi se i na pojedinim dijelovima jugozapadnog ruba polja, uglavnom oko današnjih ponora, pojavila izdvojena udubljenja. U takvim prilikama čitavo poljsko područje, osim Buškog Blata, izgrađivalo bi neogenske naslage.

S iznijetim osobinama Buško Blato je, dakle, relativno plitko udubljenje u karbonatnim stijenama. Ostali dijelovi Livanjskog polja nalaze se u mnogo dubljoj karbonatnoj paleodepresiji, koju ispod tankog kvartarnog pokrova ispunjavaju plastične neogenske naslage. Debljina neogenskih naslaga u potpunom razvoju iznosi iznad 2000 m (Papeš i suradnici, 1964, 101). Kada se ima na umu da su te naslage dobrim dijelom u plitkim i odvojenim jezerskim bazenima i da je prilikom njihova taloženja dolazilo do jakih vertikalnih pomicanja, lako je shvatiti da nigdje ne dolaze u potpunom razvoju, pa da im je i stvarna debljina, tj. dubina paleodepresije znatno manja. Geološkim bušotinama u srednjem dijelu područja Ždralovac do dubine 300 m nije nabušena karbonatna podloga (Papeš, dok. 1961), a i geofizičkim sondiranjem konstatirano je da je u tom dijelu polja dubina neogena »veća od 400 m« (Kovačević i Krulc, dok. 1963). U srednjem dijelu Livanjskog polja između naselja Čaić i Ljubunčić geofizičkim istraživanjima utvrđeno je da se karbonatna podloga neogenskih naslaga nalazi dublje od 800 m (Kovačević, dok. 1964). Prema rasporedu linija koje povezuju mjesta jednake dubine neogena (sl. 4) može se zaključiti da se prema jugoistoku dubina još više povećava. To se može pretpostaviti i na osnovi toga što je jugoistočno od istraživanog područja, između naselja Prolog i Livno, i površinska širina neogenske paleodepresije najveća. Na brdovitom neogenskom reljefu, oko 7,5 km južno od Livna u naselju Lopatice, na 50 m većoj nadmorskoj visini od ravnine polja, izbušena je vapnenačka podloga neogenskim sedimentima na dubini većoj od 548 m (Krulc, dok. 1963). Po svemu se, dakle, čini da bi maksimalna dubina depresije mo-

glja biti oko 1000 m ispod visine Livanjskog polja, odnosno, oko 300 m ispod sadašnje morske razine.



Sl. 4. Dubina neogenskih sedimenata u srednjem dijelu Livanjskog polja (po Kovačeviću, dok. 1964): 1. granica polja, 2. ceste, 3. izolirane dubine neogena

Fig. 4 The depth of Neogene sediments in the central part of the Livanjsko polje (according to Kovačević, 1964): 1 — polje borders, 2 — roads, 3 — height of Neogene deposits.

Geološke bušotine i geofizička sondiranja pokazuju da je sjeverozapadni i sjeverni dio paleodepresije Livanjskog polja prilično pravilan i da se dubine uglavnom ravnomjerno povećavaju prema središtu. Površinski prodor krednih vapnenaca u neogenski brdoviti reljef na jugoistočnom dijelu paleodepresije upućuje na to da je u tom dijelu reljef karbonatne podloge mnogo dinamičniji.

Planinski reljef sjeveroistočno od paleodepresije Livanjskog polja izgrađuje antiklinalni dio spomenute glamočke tektonske jedinice. Jugozapadno krilo ove antiklinale dislokacijom je navučeno na sinklinalni dio jugozapadne tektonske jedinice, tj. na sinklinalu Livanjskog i Duvanjskog polja tzv. dinarske tektonske jedinice. Intenzivnijom nabranošću i jačim naližeganjem glamočke tektonske jedinice u njenim jugoistočnim dijelovima došlo je i do raznovrsnih poremećaja ne samo u području antiklinale već i u području susjedne sinklinale. Ta se poremećenost ogleda i u većoj dinamičnosti karbonatnog reljefa jugoistočnog dijela paleodepresije Livanjskog polja i u navlaci mezozojskih vapnenaca i dolomita nad paleogenskim i neogenskim sedimentima u okolici Livna (Papeš i suradnici, 1964, 105 — 107).

Sinklinalni dio dinarske tektonske jedinice gdje su formirane paleodepresije, tj. predneogenske depresije Livanjskog i Duvanjskog polja, od antiklinalnog dijela Dinare s Kamešnicom također je odvojen jakim rasjedom, koji prati jugozapadni rub Livanjskog polja. Ovaj je rasjed, međutim, prekriven debelim neogenskim naslagama, ali je geološkim bušotinama i geofizičkim sondiranjem njegovo postojanje nesumnjivo dokazano.

Neke zajedničke osobine polja jugozapadne Bosne. Izložene osobine četiriju polja jugozapadne Bosne, po red značajnih specifičnosti, upućuju i na neke zajedničke karaktere

nistike. U prvom redu uočili smo da se svako od tih polja nalazi u karbonatnoj paleodepresiji. Paleodepresije su najvećim dijelom ispunjene neogenskim jezerskim naslagama, koje imaju klastičan razvoj, a u hidrološkom pogledu su vododržive.

Sve su paleodepresije formirane u sinklinalama dinarskog pravca pružanja; izuzetak je najmanja i slabije proučena paleodepresija Kupreškog polja, koja vjerojatno ima pravac istok — zapad. Sinklinalna udubljenja oivičena su uzdužnim paralelnim rasjedima, pa paleodepresije u strukturnom pogledu predstavljaju tektonske grabe.

Važna je činjenica da pored karbonatnih naslaga manji dio bokova paleodepresije Kupreškog i Glamočkog polja izgrađuju klastične trijasko naslage.

Neogenske naslage su poremećene, a zatim najvećim dijelom uravnjene i prekrivene 1 — 20 m debelim kvartarnim naplavinama koje izgrađuju površinu svih polja u jugozapadnoj Bosni. U svim paleodepresijama neogenske naslage nisu u cijelosti prekrivene kvartarnim, već jednim dijelom strše iznad ravni polja i izgrađuju brdoviti neogenski reljef.

Podlogu kvartarnim naslagama u poljima ne izgrađuju isključivo neogenske naslage. Može se reći da su one isključiva podloga jedino u Duvanjskom polju. U svim ostalim poljima kvartarne naslage jednim dijelom neposredno prekrivaju zaravnjenu vapnenačku podlogu. U jedinstvenom udubljenju Livanjskog polja takve su prilike u Buškom Blatu.

U Glamočkom polju kvartarne naslage neposredno prekrivaju vapnenačku zaravan u jugoistočnom proširenju Donjeg polja, a u Kupreškom polju takvi su odnosi u Milačkom i Blagajskom udubljenju. Kvartarnim nanosima prekrivena karbonatna zaravan u sjeverozapadnim dijelovima Glamočkog i Kupreškog polja nastavlja se u nešto više rubne vapnenačke zaravni koje su samo djelomično prekrivene rahlim tlom.

Na rubovima svih polja, osim Kupreškog, u kvartarnim naplavinama sačuvani su tragovi akumulacionih terasa. Iako u svakom od tih polja terase imaju različito prostranstvo i visinu, a i broj im je različit, općenita je pojava da se na rubovima svih polja, osim Kupreškog, nalazi jedna isprekidana terasa na visini od kojih 7 — 8 m iznad ravnine polja.

Uz obode svih polja razvijene su visoke vapnenačke zaravni koje su naročito dobro izražene iznad sjeveroistočnih rubova Glamočkog i Duvanjskog polja. S obzirom na veličinu Livanjskog polja zaravni uz njegov obod zauzimaju relativno najmanje prostranstvo.

Iz svega proizlazi da su velika polja u kršu jugozapadne Bosne sinklinalna udubljenja, koja su još više spuštena duž paralelnih uzdužnih rasjeda i velikim dijelom ispunjena klastičnim neogenskim naslagama. Polja nisu krš, ali položaj specifičnih krških ob-

lika, kao što su zaravni uz rubove i obode polja, te hidrološka svojstva vododrživih neogenskih naslaga u poljima, nesumnjivo upućuju na veliko značenje polja za morfološku evoluciju i hidrološke osobine okolnog krša.

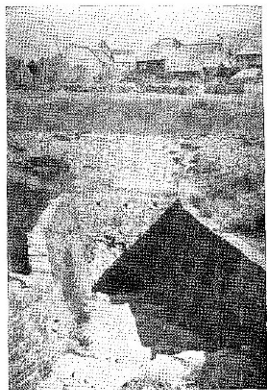
FLISKE ZONE — STRUKTURNI ODNOS S KARBONATNIM NASLAGAMA I ZNAČAJNE PETROLOŠKE OSOBINE

U hidrološkom slivu Cetine eocenski fliš zauzima malo prostranstvo. U dijelu sliva koji je u jugozapadnoj Bosni fliške naslage uopće nisu razvijene, a u orografskom slivu Cetine zastupljene su samo u nekoliko uskih zona, izduženih paralelno s obalom.

S obje strane ušća Cetine, u podnožju primorskog vapnenačkog grebena Peruna, Omiške Dinare i Dornja, proteže se zona eocenskog fliša Primorskih Poljica i Rogozničkog primorja. Od strmog vapnenačkog bila do morske obale spušta se kosa fliška padina, izgrađena uglavnom od lapora, a manjim dijelom od laporovitih vapnenaca i pješčenjaka. Fliška padina je u rasjednom kontaktu s krednim vapnencima koji u čitavom području nalježu nad fliške naslage pod kutom od kojih 30°. Fliške naslage su intenzivno nabrane paralelno sa susjednim planinskim reljefom. Slojevitost je dobra, a uslijed nalijeganja krednih vapnenaca slojevi padaju prema sjeveroistoku. S obzirom na konfiguraciju priobalnog podmorskog reljefa i strukturu kopnenog dijela fliških naslaga može se pretpostaviti da se ova primorska zona fliša nastavlja ispod morske razine i da na dnu Bračkog kanala dolazi u kontakt s krednim vapnencima od kojih je izgrađen otok Brač. Na dva mjesta površinski dijelovi primorske fliške zone prekinuti su poprečnim rasjedima. U Omiškom rasjedu formirano je ušće Cetine, dok je na poprečnom rasjedu između Dornja i Biokova kod Dubaca jako podmorsko vrelo Vrulja.

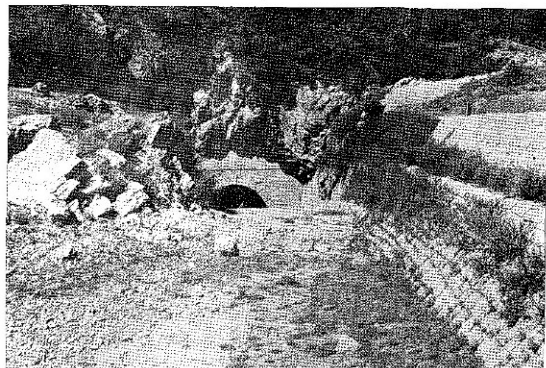
Rasjedni kontakt eocenskog fliša s krednim vapnencima primorskog planinskog bila prekriven je siparima. Njih mjestimično prekrivaju debele naslage konglomerata, koji na obali završavaju rtovima.

Druga fliška zona pruža se između primorskog vapnenačkog bila s jedne strane, a Mosora i Zadvarske zaravni s druge strane. Prema sjeverozapadu ova se zona nastavlja u Kaštelansko primorje, dok se prema jugoistoku isklinjuje i završava između sjeverozapadnih ogranaka Biokova. To je glavna fliška zona u orografskom porječju Cetine. Unutar ovog jedinstvenog fliškog pojasa, koji je mjestimično širok i više od 3 km, izbija nekoliko odvojenih zona krednih i paleogenskih vapnenaca u obliku oštro ograničenih bila. U flišu su razvijene uzdužne udoline dok vapnenci strše kao grebeni koji te udoline odvajaju. U fliškim naslagama formiran je tok donje Cetine i erodirana duboka dolina, čija je širina prilagođena susjednim vapnenačkim naslagama. Ukliještena između vapnenačkih planina, fliška zona intenzivno je nabrana, pa su lapori



Fot. 7. Da bi se povećao kapacitet ponora na rubovima polja, oni su u više navrata podizavani, a potrebno ih je i češće čistiti od nanešenog grinja i zemlje. Ponor kod Isakovaca u Glamočkom polju

Phot. 7 In order to increase the capacity of sink holes, they are walled in. It is necessary to rid them of materials which have been washed along by the water. The illustration shows the sink hole near Isakovci in the Glamoč polje



Fot. 8. U sušnom razdoblju ponori su redovito bez vode, a u vlažnom su prekriveni jezerom, kojega se tragovi vide na slici iznad otvora Kamenitog ponora u Livanjskom polju

Phot. 8 At times of drought the sink holes are usually without water and in wet seasons they are covered with sea water of which we see symptoms at the entrance of a sink hole named Kameniti in the Livno polje

dobili škriljavu strukturu⁵³. Glavni antiklinalni greben Mosora reversnim rasjedom naliježe na flišku zonu, a i vapnenačka bila unutar eocenskog fliša također monoklinalno padaju prema sjeveroistoku (Voorwijk, 1938). Između primorske i unutrašnje fliške zone formirana je tipična ljuskava struktura (prilog 3). Zbog ovakvih tektonskih odnosa fliške su naslage veoma poremećene; tome je pogodovala slabija kompaktnost a veća plastičnost tih naslaga nego vapnenca. Zato je i nagib slojeva fliša prilagođen geološkoj strukturi susjednih vapnenačkih grebena, pa slojevi padaju prema sjeveroistoku. Dubina fliša u ovoj zoni nije egzaktno utvrđena. Tamo gdje je fliš najviše erodiran, u donjoj dolini Cetine, vidi se da zalazi ispod morske površine. Rekonstrukcijom geološke strukture i tektonskih odnosa sa susjednim vapnenačkim područjem može se pretpostaviti da fliške naslage u glavnini ovog područja dosežu dubinu od 200 m ispod morske razine, možda i više.

Dolina donje Cetine usječena je u ovoj fliškoj zoni. S obzirom na karakter fliških naslaga te geološku strukturu okolnog vapnenačkog područja ovaj dio doline Cetine ima specifičan reljef. Uzvodno od Radmanovih Mlinica korito Cetine je u fliškoj podlozi te u krednim i paleogenskim vapnencima gdje su usječene kratke sutjeske. Nizvodno od Radmanovih Mlinica korito je u aluvijalnim naplavinama. Iznad aluvijalne naplavine diže se vrlo uska fliška padina, pretežno prekrivena siparišnim materijalom, a iznad nje su strme vapnenačke padine okolna krša. Jedino je u početnom dijelu, od hidroelektrane Kraljevac do sela Kučiće, lijeva dolinska strana u cijelosti izgrađena u fliškim naslagama, pa je u tom području dolina najšira. U ostalom dijelu širina doline prilagođena je udaljenosti dviju vapnenačkih padina. Na tri mjesta uzvodno od Radmanovih Mlinica i na dva mjesta nizvodno od njih dolina Cetine nije u nižim i manje otpornim fliškim naslagama, nego je sutjeskama usječena u otpornije i više vapnenačke zone. Ova specifična pojava osobito je uočljiva u sutjesci na ušću Cetine. Tu je Cetina napustila smjer fliške zone koja se nastavlja prema dolini Zrnovnice i, skrenuvši na jug, strmo se usjekla u vapnenački greben visok 245 m

Još jedna fliška zona nalazi se uz sjeveroistočne padine Mosora. To je relativno malo i prekinuto područje fliša ukliješteno poput dvaju otočića u prostranom krškom reljefu. Jedan dio ove zone eocenskog fliša sačinjavaju mala i reljefno povezana udubljena u kojima su polja Dolač Donji, Srijane i Dolač Gornji. Drugi je dio u izduženijem i užem pojasu fliša oko sela Katuni na sjeveroistočnom rubu Zadvarske zaravni. Fliš u ovoj zoni ne seže do velikih dubina. U Donjem Docu bušotinom je utvrđena dubina fliša od svega 43 m, ali je istočno od polja u Srijanima utvrđeno da se ispod

53) Prilikom pregleda tunela HE Split zapazio sam ovu pojavu u pristupnom tunelu za strojarnicu u Zakuću, te u fliškom dijelu glavnog dovodnog tunela kod Gata.

92 m debelog vapnenačkog pokrova fliš nastavlja do dubine 250 m (Magdalenić, dok. 1960). Ovo je ujedno dokaz o navlačenju krednih vapnenaca nad paleogenske fliške naslage.

Oko donjeg toka Cetine fliš se javlja s petrološkim osobinama kao i drugdje u našem primorskom pojasu. Najveće prostranstvo imaju lapori, koji se izmjenjuju s pješčenjacima i laporovitim vapnencima, a mjestimično se pojavljuju i ulošci vapnenaca, breča i konglomerata. S obzirom na geološku starost, ove naslage pripadaju srednjem eocenu.

Uvriježeno je shvaćanje da sedimenti koji sudjeluju u izgradnji fliša imaju osobine vododrživih naslaga. Iako općenito fliš zadržava vodu i, naročito u odnosu na vapnence, predstavlja vododrživu hidrološku sredinu, neposredna promatranja u toku izgradnje tunela kroz Mosor u području Gata i bušenjem tunela u selu Zakućac pokazuju da i kroz fliške naslage mogu teći izdvojeni podzemni tokovi jer se koriste pukotinama u pješčenjacima i laporovitim vapnencima ili lećama konglomerata, breča, odnosno vapnenaca. Fliške zone u orografskom porječju Cetine kolektori su podzemnih voda koje kroz vapnence teku razgranatom mrežom odvojenih pukotina, a kad naiđu na fliš, dijelom izbijaju na površinu, a dijelom podzemno otječu kroz fliške stijene. Ovo je svakako značajno prilikom utvrđivanja uloge fliša za razvoj reljefa susjednog karbonatnog područja.

SUTJESKE I KANJON CETINE

Već je B. Ž. Milojević (1924, 605) uočio da je Cetina usjekla svoje korito u tri bitno različite reljefne cjeline, pa opravdano izdvaja tri dijela: kompozitnu, kanjonsku i flišku dolinu Cetine. Najvećim dijelom Cetina naizmjenično protječe sutjeskama i poljima, a na južnom rubu Sinjskog polja ulazi u kanjon, koji vodopadom Gubavica prelazi u flišku dolinu. Nakon prikaza reljefnih osobina polja kroz koja protječe Cetina, te fliške doline donjeg toka Cetine, potrebno je da se upoznamo s osnovnim morfološkim karakteristikama sutjesaka i kanjona Cetine.

Između Vrličkog i Cetinskog polja, u kojem su izvorišni krakovi Cetine, pritok Cetine Česma usječen je u Kosorskoj sutjesci. Dugačka je svega oko 50 m, a na dnu je široka nešto više od 10 m; strane joj se postepeno dižu do 420 m visoko. Izgrađena je u prominskim konglomeratima.

Cetinsko polje od Koljanskog odvaja Garjačka sutjeska i s oko 6 km je najduža sutjeska Cetine. Dno sutjeske u početku je na 370 m, a u Koljanskom polju završava na otprilike 330 m visine. Pri dnu je široka svega 10 m, a prema višim dijelovima postepeno se otvara do visine oko 430 m. Kao i prethodna, Garjačka sutjeska također je izgrađena u kompaktnim prominskim konglomeratima. Na završetku sutjeske je sedrena prečaga visoka 5 — 6 m. Djelomično je erodirana, pa je nizvodno s lijeve strane Cetine zaostala u produžetku prečage dobro izražena sedrena terasa dugačka oko 100 m, a široka oko 10 — 20 m.

Između Koljanskog i Ribaričkog polja je sutjeska Borković. Dugačka je oko 1200 m. U središnjem dijelu pri dnu je široka oko 20 m, a strane joj pri vrhu naglo prelaze u zaravni: Laktac na sjeveroistočnoj, a Dubra-

ve na jugozapadnoj strani sutjeske. Usječena je kao i okolne zaravni u gornjokrednim rudistnim vapnencima.

Ribaričko polje spaja s Hrvatačkim sutjeska Peruče.⁵⁴ S dužinom od 5,5 km; izgrađena je u gornjokrednim vapnencima. Uzvodni dio sutjeske mnogo je strmiji od nizvodnog, u kojem se na više mjesta iznad lijeve strane korita Cetine nalaze oslaci poremećenih neogenskih lapora. Položaj tih lapora upućuje na to da su u genetskoj vezi s laporima u udubljenju Hrvatačkog polja. Strane sutjeske pri vrhu naglo prelaze u krševite zaravni Derven i Bitelić.

Posljednja u nizu sutjeski koje odvajaju polja oko Cetine je Obrovačka. U dužini od 2 km odvaja ona Hrvatačko polje od Sinjskog. Izgrađena je u uskoj zoni slatkovodnih neogenskih laporovitih vapnenaca i pješčenjaka, koji kao otporniji strše nad okolnim zemljištem neogenskih lapora i glina. Iako su znatno otpornije od lapora, naslage u kojima je usječena Obrovačka sutjeska po otpornosti znatno zaostaju za krednim vapnencima i paleogenskim brečama u kojima su izgrađene ostale sutjeske, pa su strane te sutjeske blaže nego ostalih.

Kanjon Cetine od Trilja do Gubavice u dužini od kojih 30 km, nije samo jedinstvena hidrološka već i reljefna cjelina. U početnom dijelu do Bilješkova mlina kanjon je usmjeren prema JJZ, uglavnom poprečno na geološku strukturu ovog područja, a dalje je s njom paralelan sve do Katuna, od kojega nizvodno sa dva laktasta skretanja prema jugu i jugozapadu izbija u fliški dio doline Cetine.

Gotovo čitavom dužinom kanjon je usječen u zaravan; do sela Blato je u Ugljanskoj (oko 370 m), a nizvodno u nižoj Zadvarskoj zaravni (250 m). Kod sela Blata je relativno malo proširenje u uskoj fliškoj zoni. Dno kanjona pri izlasku iz Sinjskog polja je na visini od 291 m, dok je na drugom kraju ispod vodopada Gubavice, na visini od svega 56 m. Najveći dio ove velike visinske razlike otpada na vodopad Gubavicu, koji u dužini od kojih 1,5 km pada s visine od 166 m. U ostalom području kanjon ima postepen pad, a to znači da je njegova visina, odnosno dubina, u području Ugljanske zaravni oko 80 — 150 m, a u području Zadvarske zaravni 50 — 80 m. Pri kraju vodopada Gubavice i na početku fliške doline Cetine kanjon je usječen preko 190 m u Zadvarsku zaravan.

Širina kanjona razlikita je u pojedinim dijelovima i ovisna je o strukturi, kompaktnosti i čistoći vapnenca koje presijeca. Općenito je u dijelovima koji su poprečni na dinarski pravac pružanja kanjon uži nego u područjima paralelnim s pružanjem slojeva. Pri dnu su razlike širine kanjona relativno male, oko 20 — 40 m, dok su pri vrhu mnogo veće, od 100 do iznad 300 m. Strane kanjona najblaže su u dolomitničnim vapnencima. Tamo gdje je dno kanjona prošireno razvijena je aluvijalna terasa na visini 5 — 10 m iznad korita Cetine i sastoji se od horizontalno slojevitog i slabo uobljenog šljunka, pijeska i kršja. Osobito dobro izražena je terasa Fratrove livade uzvodno od brane Prančevići. U površinskom dijelu materijal koji izgrađuje terasu mjestimično je cementiran vezivom, a na samoj površini terasu pokriva humusno tlo i travnata vegetacija.

Na više mjesta padine kanjona prekrivene su siparištima, koja završavaju i u samo korito Cetine.

54) B. Ž. Milojević (1924, 606), prema vapnenačkom grebenu Derven, naziva ovu sutjesku Dervenskom, a taj naziv prihvaća i Dinić (1960, 113). Smatram da ovu sutjesku više karakterizira glavno vrelo i novopodignuta brana, koji su u samoj sutjesci, nego naziv grebena na njejoj jugozapadnoj strani.

MEĐUSOBNI ODNOSI RELJEFNIH CJELINA

Usporedbom prikazanih reljefnih cjelina uočavamo da se one nalaze u specifičnim visinskim i prostornim odnosima. S obzirom na apsolutnu i relativnu visinu, planinska su područja najviša, a zatim slijede zaravni; neogenska pobrđa, polja, sutjeske i kanjon Cetine, te fliške zone.

Karbonatne stijene izgrađuju glavninu sliva, oko 74% ukupne površine, ali od toga najveći dio pripada planinskom reljefu, oko 79%, a ostatak zaravnima, 21%, dok sutjeske i kanjon Cetine zauzimaju beznačajnu površinu.

Zaravni su uglavnom na rubovima planinskog područja, a njihov najveći dio je u prostornoj vezi s vododrživim naslagama neogenskih pobrđa i polja, koja u odnosu na zaravni redovito imaju centralni položaj.

Polja jugozapadne Bosne su u krškim sinklinalnim paleodepresijama, dok se polja gornje doline Cetine nalaze u rasjednutoj antiklinalnoj strukturi, a povezana su sutjeskama i kanjonom Cetine. Sva su polja vezana za vododržive neogenske naslage, a podlogu kvartarnim naplavinama u južnim dijelovima Kupreškog i Glamočkog polja, te Buškog Blata tvori krška zaravan.

Osobine doline Cetine neposredan su odraz petrološkog sastava stijena u kojima je formirana. Kompozitna dolina gornjega toka prolazi kroz naizmjenična neogenska proširenja u poljima i sutjeske u karbonatnim stijenama. Kanjon srednjeg toka Cetine izgrađuju vapnenci, a dolina donjeg toka je u flišu s tri sutjeske u vapnencima.

U prostornim i visinskim odnosima reljefnih cjelina različito se manifestiraju i hidrološke osobine sliva Cetine. A poznavanje hidroloških karakteristika reljefnih cjelina i njihova sadašnjeg odnosa jedan je od preduvjeta za rekonstrukciju evolucije krškog reljefa i kretanja vode u kršu.

OSNOVNE HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE SLIVA CETINE

Prethodnim prikazom reljefnih cjelina u slivu Cetine istodobno su se pokazivale i njihove geološke osobine, pa smo se tako ujedno upoznali i s najosnovnijim uvjetima otjecanja vode u ovom području. S obzirom na hidrološku ulogu, sve stijene od kojih je izgrađen sliv Cetine treba dijeliti u dvije grupe bitno različitih svojstava — one u kojima voda nalazi mogućnost neposrednog poniranja u unutrašnjost i stijene koje svojim hidrogeološkim svojstvima zadržavaju vodu na površini. Iz dosadašnjeg razmatranja uočljivo je da prvoj grupi pripada uglavnom serija karbonatnih naslaga

mezozoika, a drugoj fino klastične tvorevine tercijara i donjeg trijasa. U ovom općem pregledu namjerno apstrahiramo mogućnost da pojedini dijelovi serija imaju suprotne hidrogeološke osobine, jer je rasprostranjenost takvih dijelova pojedine serije vrlo ograničena i bez znatnijih hidroloških posljedica.

Velika polja u jugozapadnoj Bosni, te znatno manja u orografskom slivu Cetine, zajedno s povezanim neogenskim i donjotrijaskim klastičnim naslagama, predstavljaju paralelno izdužene vododržive pojase u unutrašnjosti sliva Cetine. Istu hidrološku ulogu u primorju imaju zone eocenskog fliša. Vododržive naslage, s površinom na različitim nadmorskim visinama, koje stepeničasto padaju od unutrašnjosti prema obali okružene su na području jugozapadne Bosne višim krškim zemljištem, dok se iste naslage u orografskom slivu Cetine odvodnjavaju koritom Cetine, koja je kanjonskom dolinom probila put kroz krški okvir Sinjskog polja, a probojnicom na ušću savladala i primorski vapnenački greben.

Izdužene u dinarskom pravcu vododržive naslage, koje sežu do velikih dubina, okomite su na smjer podzemnog otjecanja kroz krško područje od najviših dijelova unutrašnjosti do bazena Jadranskog mora. Time je u ovome području stvorena osnova vrlo složenih hidroloških osobina, naizmjeničnog podzemnog i nadzemnog otjecanja vode.

Koristeći se rezultatima brojnih hidroloških radova, koji su u poslijeratnom periodu izvođeni prvenstveno za potrebe elektroprivrede, pokazat ćemo najosnovnije osobine kretanja vode kroz krško podzemlje sliva Cetine, da bi u idućem poglavlju sadašnje hidrološko stanje objasnili međusobnim utjecajem razvoja reljefa u geološkoj prošlosti.

Pored brojnih faktora koji utječu na otjecanje vode i uopće na hidrološke karakteristike ovoga kraja, uz već obrađene i rezimirane geološke i reljefne uvjete, upozorit ću samo na najvažnije, tj. na količinu i režim padalina, jer bi iznošenje ostalih klimatskih i drugih faktora otjecanja znatno proširilo ovaj rad i prešlo njegovu svrhu.

PADALINE — OSNOVNI PREDUVJET HIDROLOŠKIH KARAKTERISTIKA

Ako u ovome pretežno krškom području geološka i reljefna podloga daju osnovu za razvoj podzemne i površinske hidrološke mreže, količine otjecanja i vremenske hidrološke varijabilnosti prvenstveno su rezultat padalina koje hrane i površinske i podzemne tokove.

Poznavanje količina padalina koje padnu na hidrološki sliv Cetine nužno je i za izračunavanje vodne bilance, a u ovom krškom području nepoznatih podzemnih vododijelnica usporedbom količina voda koje otječu poznatim tokovima s onima koje padnu na određenu površinu mogla bi se barem približno utvrditi granica hidrološkog sliva. Sve su to razlozi koji upućuju na nužnost da se

u ovom radu obrati osobita pažnja obradi padalina, koje ćemo prikazati posebno za dva osnovna dijela sliva Cetine.

Količina i režim padalina na poljima jugozapadne Bosne. Početkom 1962. godine na orografskim slivovima polja jugozapadne Bosne i na susjednom području koje ima podudarna klimatska obilježja dnevne količine padalina registrirane su na 54 meteorološke stanice (1 klimatološka, 3 sinoptičke i 50 kišomjernih), a na nenastanjenim i teško pristupačnim planinskim područjima postavljeno je 1950 — 1959. godine 11 totalizatora.

Ovakva relativno gusta mreža meteoroloških stanica⁵⁵ ima uglavnom kratak period promatranja. Iako je prva kišomjerna stanica proradila već 1887. godine (Livno), a do 1898. godine upostavljeno je još 11 stanica (Bosansko Grahovo, Drvar, Vaganj, Duvno, Glamoč, Rakitno, Prolog, Kupres, Mlinište, Grabovica i Bugojno), sve do nekoliko godina poslije drugoga svjetskog rata broj stanica nije bio dovoljan; što je još gore, promatranja su bila neredovita i rezultati nepouzdana. Tako npr. na ovom području nema ni jedna meteorološka stanica kontinuirane podatke o padalinama za čitavo razdoblje svog postojanja. Ni na jednoj stanici nije izmjerena godišnja količina padalina za 1927. godinu, za 1928. godinu cjelogodišnje podatke imaju samo Duvno i Kupres, a za 1929. godinu samo Duvno itd. Za razdoblje drugoga svjetskog rata prikupljeni su podaci o padalinama samo na nekolicini stanica, ali niti za jednu ne postoje potpuni podaci.

Kad su počeli istražni radovi za iskorištavanje voda hidrološkog sliva Cetine, u 1947 i 1948. godini, znatno je proširena mreža meteoroloških stanica, ali se na žalost ni od tada na njima ne vrše redovita i dovoljno pouzdana promatranja.⁵⁶ Uz već postojeće kišomjere postavljeno je 1960. godine 6 ombrografa (Kupres, Duvno, Glibine, Karlov Han, Livno, Kazanci i Glamoč).

Obradom tabele godišnjih količina padalina (tab. III) i njihovim prikazom na izohijetskoj karti (sl. 5), utvrđena je ovisnost količine padalina i reljefa. Vidljivo je i to da je porast količine padalina s nadmorskom visinom manji što više idemo od obale prema unutrašnjosti. Iz toga se može zaključiti da jugozapadni pristranci planina primaju više kiše od sjeveroistočnih.

Ako prosječne godišnje količine padalina svih stanica označimo sa 100, indeksi između maksimalno sušne i maksimalne vlažne godine bit će 67,7:132,0. Koeficijent varijacije, dakle, je 100:199.

Nedostatak kontinuiranih i pouzdanih podataka za duže vremensko razdoblje nametnuo je potrebu da se detaljnije obrade podaci koji postoje za kraće razdoblje. Pokazalo se najpogodnijim uzeti razdoblje 1950 — 1960. godine (»Elektroprojekt« Zagreb, dok. 1962). Zbog mogućnosti usporedbe podataka o padalinama s podacima o tokovima padaline su obrađene po hidrološkim godinama od 1. X do 30. IX. U nastavku su obrađene hidrološke godine 1950/51. do 1959/60. Stanice koje nemaju potpune podatke dopunjene su korelacijom sa susjednim stanicama, uzevši pri tome u obzir i rezultate prijašnjih mjerenja. Potrebno je, međutim, podsjetiti na već

55) U prosjeku na oko 50 km² nalazi se jedna stanica.

56) Tako se je npr. od ukupno 54 stanice, godišnji zbir za 1960. godinu mogao iskazati samo za 30 stanica, a dok je npr. 1955. godine za Glamoč zabilježeno 2027 mm padalina, u samo 7 km udaljenim Mladeškovcima registrirano je svega 968 mm itd.

spomenutu činjenicu da ni ti podaci nisu potpuno pouzdani, ali i pak relativno kratko razdoblje s homogenim nizom omogućuje sigurnije zaključivanje nego prethodni period promatranja.

Usporedbom količina padalina pojedinih hidroloških godina s prosjekom čitavog hidrološkog razdoblja 1950—1960. godine proizlazi da od 10 hidroloških godina 4—5 godina nemaju odstupanje veće od 15 posto od srednjaka hidrološkog razdoblja, a hidrološka



Sl. 5. Karta izohijeta sliva Cetine (po podacima »Hidroelektroprojekta« Zagreb, 1950.)

Fig. 5 An isohyet of the Cetina drainage basin (according to firm Hidroelektroprojekt, Zagreb, 1950)

godina 1954/55. najbliža je srednjaku hidrološkog razdoblja, pa tu godinu možemo uzeti za srednju hidrološku godinu. Broj hidroloških godina koje imaju iznad 15 posto veću količinu padalina od srednjaka hidrološkog razdoblja (vlažne hidrološke godine) podjednak je broju hidroloških godina s više od 15 posto manjom količinom padalina od srednjaka hidrološkog razdoblja (sušne hidrološke godine); svaka meteorološka stanica ima 2—3 vlažne i suš-

ne godine. Kao karakteristična vlažna hidrološka godina za čitavo područje može se uzeti 1959/60, a sušna hidrološka godina 1953/54.

Za hidrološku obradu ovog prostora osobito je značajna količina padalina na orografskim slivovima pojedinih polja (tab. IV).

TAB. IV KOLIČINE PADALINA U OROGRAFSKIM SLIVOVIMA POLJA JUGOZAPADNE BOSNE U HIDROLOŠKOM RAZDOBLJU 1950/51 — 1959/60. U mm (PO »ELEKTROPROJEKTU«, DOK. 1962. SV. 2)

Table IV Precipitation quantities in mm on the orographical drainage basins of the poljes in southwest Bosnia during the hydrological period from 1951/52 to 1959/60

Orografski sliv	Godišnji prosjek hidrološkog razdoblja 1950/51—1959/60.	Hidrološka godina		
		vlažna 1959/60.	srednja 1954/55.	sušna 1953/54.
Kupreško polje	1235	1825	1202	851
Glamočko polje	1435	1606	1551	1040
Duvanjsko polje	1435	1606	1551	1040
Livanjsko polje	1369	1740	1503	1029
Prosjeck svih polja	1385	1766	1549	1022

Najveće i podjednake količine padalina primaju orografski slivovi Glamočkog i Duvanjskog polja, zatim slijedi Livanjsko, te konačno Kupreško polje. Ovakav odnos nije u skladu s položajem polja prema vlažnim vjetrovima koji donose padaline uglavnom iz južnog kvadranta. Ovdje je očit utjecaj reljefa. Orografski sliv Glamočkog polja ima relativno najviše planinskog područja (orografske padaline), a samo polje zauzima malu površinu. Jednako velike količine padalina u Duvanjskom polju možemo tumačiti reljefnom ekspanziranosti orografskog sliva Duvanjskog polja vlažnim zračnim strujama. To je ujedno i razlog zbog kojeg Livanjsko polje, zaklonjeno planinskim masivom Dinare i Kamešnice, prima manje padalina.

Velik utjecaj reljefa na količine padalina očituje se i u znatnim raznolikostima unutar pojedinog horizonta. Da bi se to prikazalo, odabrano je nekoliko pouzdanijih kišomjernih stanica u različitim dijelovima horizonta pojedinog polja (tab. V).

One pokazuju značajne raznolikosti. Tako kišomjerna stanica Vidimlje u jugoistočnom dijelu Glamočkog polja ima oko 30 posto veću količinu padalina od stanice Mladeškovci, koja se nalazi u sjeveroistočnom dijelu istog polja. Apstrahirajući mogućnost grešaka motritelja, ovakve razlike možemo objasniti time što se stanica Vidimlje nalazi između planinskih masiva Cincara i Golije, koji zadržavaju više padalina, dok su Mladeškovci u najširem i otvorenijem dijelu Glamočkog polja.

TAĀ. V KOLIČINE PADALINA NA POJEDINIM KISOMJERNIM STANICAMA U POLJIMA JUGOZAPADNE BOSNE U HIDROLOŠKOM RAZDOBLJU 1950/51—1959/60. u mm (PO »ELEKTROPROJEKTU«, DOK. 1962, SV. 2)

Table V Precipitation quantities in mm at the rain-measuring posts in the poljes of southwest Bosnia during the hydrological period from 1950/51 to 1959/60

Polje	Kisomjerna stanica	God. prosjek hidrološkog razdoblja 1950/51—1959/60.	Hidrološke godine		
			vlažna 1959/60.	srednja 1954/55.	sušna 1953/54.
Kupreško	Kupres	1271*	1883*	1049	793
Glamočko	Mladeškovci	1089*	1218	1121	694
	Vidimlije	1372*	1513	1508	993
	prosjeak	1230*	1365	1314	843
Duvanjsko	Šujica	1542*	2160	1637	892
	Duvno-Glibine	1278*	1692	1330*	806
	Brišnik	1503*	2262	1431	1164
	prosjeak	1441	2083	1466	954
Livanjsko	Aržano	1482	1804	1498	1073
	Livno	1169	1361	1238	906
	Čelebić	1232*	1626*	1249	933
	Crni Lug	1340	1554	1485	900
	prosjeak	1313	1591	1367	953
	Prosjeak svih stanica	1330	1709	1355	915

* Vrijednosti dobivene korelacijom sa susjednim stanicama.

Na horizontu Duvanjskog polja rubne stanice Šujica na sjeveru i Brišnik na jugu imaju veće količine nego stanica Duvno—Glibine, koja se nalazi u sredini polja. I na horizontu Livanjskog polja stanice koje su na krajnim dijelovima, Aržano i Crni Lug, primaju veće količine padalina od Livna i Čelebića, koje su u srednjem dijelu. To dokazuje da kišni oblaci, zadržani planinskim reljefom, izlučuju znatne količine padalina ne samo na dijelovima planina koji su u privjetrini nego i na padinama u zavjetrini dominantnih vlažnih vjetrova. Manja količina padalina u središnjim dijelovima polja svjedoči o kidanju naoblake između dvaju planinskih grebena.

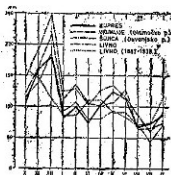
Velike vremenske i prostorne raznolikosti godišnjih količina padalina još više dolaze do izražaja u godišnjem hodu hidrološkog razdoblja 1950—1960. godine, a na osnovi karakterističnih kišomjernih stanica za svaki horizont (tab. VI; sl. 6).

TAB. VI SREDNJE MJESEČNE KOLIČINE PADALINA U HIDROLOŠKOM RAZDOBLJU 1950/51 — 1959/60. u mm

Table VI Average monthly precipitation quantities in mm during the hydrological period from 1950/51 to 1959/60

Kišomjerna stanica	Mjeseci												Sred. god.
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Kupres	108	161	179	82	100	74	104	124	112	68	72	87	1271
Vidimlje	122	163	215	112	125	105	102	107	118	63	66	74	1372
Šujica	149	195	247	126	129	104	127	134	115	67	60	89	1542
Livno	115	139	186	94	107	81	81	93	84	72	44	72	1168

Unatoč kontinentalnom položaju, očito je da polja jugozapadne Bosne imaju izraziti maritimni, odnosno mediteranski pluviometrijski režim, s najvećom količinom padalina u zimskoj polovici godine. Najvlažniji je XII, a najsuši VII i VIII mjesec.



Sl. 6. Grafikon srednjih mjesečnih količina padalina u hidrološkom razdoblju 1950/51 — 1959/60. u usporedbi s 30-godišnjim razdobljem u Livnu

Fig. 7 A graph of the average monthly precipitation quantities at Livno during the hydrological period from 1950/51 to 1959/60 compared with a 30-year period.

Da bismo mogli što bolje uočiti varijabilnost količina padalina u odnosu na godišnja doba, prikazane su padaline u postocima (tab. VII).

U prosjeku 37 % padalina padne u jesenskim mjesecima, a u zimskoj polovici godine (jesen + zima) 60 % godišnje količine padalina. Ljeto je izrazito suho sa svega 15,6 % godišnje količine padalina. Karakteristično je da upravo horizonti koji primaju najveću godišnju količinu padalina (Glamočko i Duvanjsko polje) u ljetnim mjesecima imaju najmanji postotak ukupne godišnje količine (Vidimlje 14,8 %, a Šujica čak 14,0 %).

TAB. VII TRIMJESEČNE KOLIČINE PADALINA U POSTOTKU GODIŠNJIH KOLIČINA U HIDROLOŠKOM RAZDOBLJU 1950/51 — 1959/60.

Table VII *Trimestral precipitation quantities in percent of the annual quantities during the hydrological period from 1950/51 to 1959/60*

Polje	Kišomjerna stanica	jesen X—XII	u %		
			zima I—III	proljeće IV—VI	ljetno VII—IX
Kupreško	Kupres	35,3	20,2	26,6	17,9
Glamočko	Vidimlje	36,4	24,9	23,9	14,8
Duvanjsko	Šujica	38,3	23,3	24,4	14,0
Livanjsko	Livno	38,5	23,3	22,1	16,1
	Prosjeck	36,9	23,2	24,3	15,6
Vlažna, zimska polovica godine			60,1		
Suha, ljetna polovica godine				39,9	

Proljetni mjeseci imaju nešto više padalina od zimskih, ali treba imati na umu da se zimski mjeseci nastavljaju na vlažnu jesen, dok proljetni, uslijed viših temperatura i znatnijeg neposrednog ishiapljivanja, manje dolaze do izražaja. I intenzitet proljetnih padalina mnogo je veći od zimskih jer je znatan dio proljetnih padalina u obliku kratkotrajnih pljuskova. Sve su to podaci zbog kojih razdoblje jesenskih i zimskih mjeseci treba tretirati kao vlažnu, a ljetnih i proljetnih kao suhu polovicu godine.

Količine i režim padalina na orografskom slivu Cetine. S obzirom na položaj i reljefnu raščlanjenost orografskog sliva Cetine, njegove klimatske osobitosti napovoljnije može zastupati centralno položena meteorološka stanica Sinj,⁵⁷ a za dopunu i usporedbu vrlo su pogodne stanice Vrlika i Katuni.⁵⁸

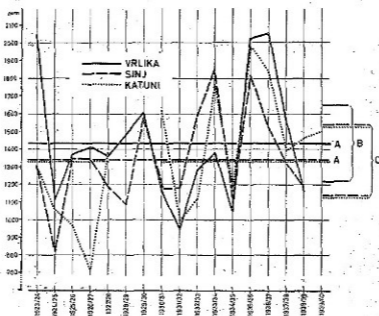
Najduži niz kontinuiranih podataka za sve tri ove stanice postoji za razdoblje od 1923. do 1940. godine, a iz tih podataka (tab. VIII; sl. 7) proizlazi da su krajni sjeverozapadni dijelovi orografskog udubljenja Cetine (meteorološka stanica Vrlika) kišovitiiji od ostalih dijelova (Sinj i Katuni). To se poklapa sa smjerom vlažnih strujanja s jugoistoka i reljefnim odnosima u gornjoj dolini Cetine.

Za sve tri stanice karakteristična je velika varijabilnost godišnjih količina padalina, pa ako i u ovom slučaju uzmemo da su godine s više od 15 % većom količinom padalina od prosječne tzv. vlažne godine, a one s više od 15 % manjom količinom padalina sušne, proizlazi da u šestnaestogodišnjem hidrološkom razdoblju u Vrlici 8 godina imaju srednje hidrološke prilike, 3 go-

57) Meteorološka stanica u Sinju uspostavljena je 1894. g. Godišnje količine padalina za Sinj dane su na tabeli III.

58) Meteorološka stanica u Vrlici uspostavljena je 1894. g. a u Katunima 1897. g.

dine su vlažne, a 5 ih je sušno. U Sinju je 9 godina sa srednjim padalinama, dok su 4 godine vlažne i 3 sušne. Katuni u 15-godišnjem prosjeku imaju svega 6 srednjih hidroloških godina, 4 su vlažne, a 5 sušnih.



Sl. 7. Grafikon godišnjih količina padalina u hidrološkom razdoblju 1923/24 — 1939/40. A—prosjeak razdoblja, B—srednje hidrološke godine za Vrliku, C—srednje hidrološke godine za Sinj i Katune

Fig. 7. A graph of the annual precipitation quantities during the hydrological period from 1923/24 to 1939/40: A — average of the period, B — moderate hydrological years for Vrlika, C — moderate hydrological years for Sinj and the Katuni

Zanimljivo je da od ukupno 16 godina samo 4 godine imaju, s obzirom na količinu padalina, podjednake karakteristike na sve tri meteorološke stanice: 1924/25. (suha), 1927/28. (srednja), 1935/36. (vlažna) i 1937/38. (srednja). U svim ostalim slučajevima ista godina ima različite osobine na pojedinim meteorološkim stanicama, a osobito su zanimljive hidrološke godine 1930/31. i 1932/33, koje su potpuno različite na svakoj od triju stanica.⁵⁹ Vidimo pomanjkanje bilo kakve pravilnosti, a relativno kratko vrijeme mjerenja te opravdane sumnje u vjerodostojnost podataka onemogućavaju nam da i to pomanjkanje nepravilnosti uzmemo kao činjenicu koju bi trebalo objasniti. Zato se moramo zadovoljiti konstatacijom da ukupne godišnje količine padalina ne samo

59) 1930/31. hidrološka godina je u Vrlici suha, u Sinju srednja, a u Katunima vlažna; 1932/33. je u Vrlici srednja, u Sinju vlažna, a u Katunima suha.

znatno variraju⁶⁰ nego da u istoj godini na pojedinim dijelovima orografskog sliva Cetine padaline uvjetuju bitno drugačije hidrološke prilike, koje su osnova vrlo složenih osobina otjecanja vode na ovom krškom području.⁶¹

TAB. VIII GODISNJE KOLIČINE PADALINA U HIDROLOŠKOM RAZDOBLJU 1923/24—1939/40. U VRLICI, SINJU I KATUNIMA U mm
 Table VIII Annual precipitation quantities in mm during the hydrological period from 1923/24 to 1939/40 at Vrlika, Sinj and the Katuni (S=dry year, Sr = average year, and V = wet year)

Vidrološka godina	Meteorološke stanice			Opaska
	Vrlika	Sinj	Katuni	
1923/24.	2045 V	1293 Sr	1299 Sr	
1924/25.	1115 S	802 S	1059 S	maks. suha hidr. godina
1925/26.	1372 Sr	1330 Sr	969 S	
1926/27.	1408 Sr	1342 Sr	713 S	
1927/28.	1357 Sr	1193 Sr	1378 Sr	srednja hidr. godina
1928/29.	1477 Sr	1089 S	—	
1929/30.	1601 Sr	1587 V	—	
1930/31.	1165 S	1178 Sr	1614 V	
1931/32.	942 S	1182 Sr	991 S	
1932/33.	1278 Sr	1591 V	1121 S	
1933/34.	1375 Sr	1850 V	1797 V	
1934/35.	1047 S	1098 S	1174 Sr	
1935/36.	2024 V	1821 V	1984 V	maks. vlažna hidr. godina
1936/37.	2052 V	1516 Sr	1835 V	
1937/38.	1566 Sr	1326 Sr	1398 Sr	
1938/39.	1156 S	1169 Sr	1467 Sr	
1939/40.			1504 Sr	
Prosjeck razdoblja	1433	1340	1339	

Oznaka S = suha godina
 SR = srednja godina
 V = vlažna godina

Treba posebno naglasiti da je postojanje vrlo raznolike godišnje količine padalina na pojedinim dijelovima orografskog sliva Cetine veoma povoljno jer se time smanjuju uvjeti osciliranja godišnje protoke na rijeci Cetini, koja je kolektor padalinskih voda svojeg orografskog sliva.

Režim padalina na sve tri meteorološke stanice (tab. IX) izrazito je mediteranski s dobro izraženim sekundarnim maksimumom u proljetnim mjesecima.

60) U Vrlici je faktor varijabilnosti 100 (maks. suha godina 1931/32): 218 (maks. vlažna 1936/37), u Sinju 100:231 (1924/25 : 1933/34), a u Katunima 100:278 (1926/27 : 1935/36).

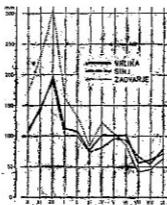
61) U prethodnoj bilješci smo vidjeli da od ove tri meteorološke stanice ne postoje niti dvije koje bi u istoj godini imale apsolutni maksimum ili minimum padalina!

TAB. IX PROSJEČNE MJESEČNE I GODIŠNJE KOLIČINE PADALINA U VRLICI, SINJU I KATUNIMA ZA HIDROLOŠKO RAZDOBLJE 1923/24—1939/40. u mm

Table IX Average monthly and annual precipitation quantities in mm at Vrlika, Sinj and the Katuni during the hydrological period from 1923/24 to 1939/40

Kišomjerna stanica	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Prosjeak hidrološkog razdoblja
Vrlika	145	206	164	92	114	139	117	111	88	67	78	112	1433
Katuni	152	186	196	99	109	128	98	98	81	40	50	102	1339
Sinj	139	222	157	101	85	109	100	121	91	62	55	98	1340
Prosjeak stanica	145	205	172	97	103	125	105	110	87	56	61	104	1370

Da bi se režim padalina meteoroloških stanica na orografskom slivu Cetine mogao lakše uspoređivati s onima u poljima jugozapadne Bosne (tab. VI; sl. 6), posebno je prikazan režim padalina u hidrološkom razdoblju 1950/51—1958/59. za meteorološke stanice Vrlika, Sinj i Zadvarje (tab. X; sl. 8).⁶²



Sl. 8. Grafikon srednjih mjesečnih količina padalina u hidrološkom razdoblju 1950/51—1959/60.

Fig. 8 A graph of the average monthly precipitation quantities during the hydrological period from 1950/51 to 1959/60

Odmah se uočava mnogo jače izražen zimski maksimum padalina kišomjerne stanice Zadvarje. Time je uglavnom uvjetovan i razmjerno velik godišnji prosjek padalina u Zadvarju. Ovo jače odstupanje Zadvarja nego ostalih meteoroloških stanica u istom

62) Zadvarje je uzeto kao najbliža kišomjerna stanica ranijoj stanici Katuni, koja je prestala radom.

razdoblju, i u odnosu na blisku stanicu Katuni u prijašnjem razdoblju, možemo objasniti jedino njegovom eksponiranosti prema

TAB. X PROSJEČNE MJESEČNE I GODISNJE KOLIČINE PADALINA U VRLICI, SINJU I ZADVARJU ZA HIDROLOŠKO RAZDOBLJE 1950/51—1959/60. U mm

Table X Average monthly and annual precipitation quantities in mm at Vrljka Sinj and Zadvarje during the hydrological period from 1950/51 to 1959/60

Kišomjerna stanica	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Srednja godišnja
Vrlika	112	140	195	112	108	77	101	101	102	57	62	72	1239
Sinj	106	146	190	102	102	75	82	97	94	66	55	79	1195
Zadvarje	171	229	303	162	133	85	121	103	87	42	46	63	1545
Prosjeck stanica	130	172	229	125	114	79	101	100	94	55	64	71	1326

kišonosnim vjetrovima koji prolaze prijevojem Dubci između Biokova i Dovnja. Ovakve razlike na relativno vrlo maloj udaljenosti upućuju na veliku ulogu reljefa u količini padalina te otežavaju ili gotovo onemogućuju utvrđivanje egzaktne količine padalina, tj. veličine koja predstavlja osnov za određivanje vodne bilance.

Režim padalina na kišomjernim stanicama u orografskom slivu Cetine ima podjednake karakteristike s onima u poljima jugozapadne Bosne, ali u orografskom slivu Cetine jače dolazi do izražaja sekundarni minimum padalina u zimskim mjesecima, dok u poljima jugozapadne Bosne gotovo i ne postoji.

S obzirom na režim padalina za tokove u slivu Cetine povoljna je osobina raznovremenog osciliranja količine padalina u pojedinim područjima, ali ipak ostaje općenita i vrlo nepovoljna karakteristika ljetnih suša, koje u nekim godinama mogu potrajati 2—3 mjeseca.

TAB. XI PROSJEČNE KOLIČINE VODE OD OTAPANJA SNIJEGA ZA RAZDOBLJE 1925—1940. GODINE U mm

Table XI Average quantities of water in mm from melted snow during the period from 1925 to 1940

Meteorološka stanica	Nadm. visina	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	God.
Kupres	1190	7	22	58	29	33	36	21	4	—	—	—	1	211
Duvno	903	11	10	29	22	38	25	8	2	—	—	—	7	152
Sinj	312	—	—	—	6	12	2	1	—	—	—	—	—	21

Na kraju treba napomenuti da jedan dio padalina u zimskoj polovici godine padne kao snijeg. Nemamo podatke o količinama vode otopljene iz snijega u planinskom području, ali iz podataka za pojedine meteorološke stanice u poljima (tab. XI) može se zaključiti da glavniina padalina na visokim planinama jugozapadne Bosne u zimskoj polovici godine padne kao snijeg.

Snijeg se pretežno otapa u ljetnoj, sušnoj polovici godine, te zbog toga ima retardirajuću hidrološku funkciju i vrlo je značajan za ravnomjernije pritjecanje vode u podzemne i površinske tokove.

Značenje količine i režima padalina u dva osnovna dijela sliva Cetine prvenstveno ovisi o sastavu zemljišta, pa je i u tom pogledu nužno razlikovati područja karbonatnih stijena, kroz koje padalina voda neposredno ponire u unutrašnjost, od vododrživih naslaga na kojima padalinske vode formiraju razgranatu mrežu površinskih tokova.

HIDROLOGIJA POLJA JUGOZAPADNE BOSNE I NJIHOVE VEZE S CETINOM

Osnovne hidrološke karakteristike sliva Cetine najjednostavnije je izložiti prema izdvojenim područjima površinskog otjecanja voda, tj. po dijelovima čije su vode dostupne neposrednim promatranjima i mjerenjima. Potrebno je međusobno uspoređivati odnose padalina s površinskim otjecanjem u poljima jugozapadne Bosne, objasniti njihovu podzemnu hidrološku povezanost, utvrditi osobine i značaj podzemnog pritjecanja na vododržive naslage pojedinog polja i u područje orografskog sliva Cetine.

Treba odmah naglasiti da su egzaktni podaci o količinama i režimu protoka, o visinama vodostaja tokova te o poplavama u poljima oskudni, diskontinuirani, a često i netačni. Prinudeni smo stoga da glavniinu zaključaka o hidrološkim karakteristikama jednog područja baziramo na podacima promatranja vodostaja, odnosno na osnovi konsumpcionih krivulja, izvedenih računskim i grafičkim putem. Međutim, vrijednost takvih podataka znatno je umanjena promjenama protjecajnog profila na mjestu promatranja vodostaja. Promjene su najčešće izazvane prirodnim zatrpavanjem ili erodiranjem korita, a mogu biti uvjetovane i različitim umjetnim zahvatima, npr. usporavanjem otjecanja vode uslijed izgradnje brana za mlinove, podizanja mostova i sl. Sve to upućuje na zaključak da se statističkim podacima o vodostajima treba kritički koristiti. Za zaključivanje o sadašnjim hidrološkim prilikama svakako su mnogo upotrebljiviji podaci novijih mjerenja, koja su mnogo kompleksnija, opsežnija i potpunija, a možemo ustvrditi da su i savjesnije vršena nego prije.

Za zaključak o hidrološkim karakteristikama sliva Cetine poslužili su različiti rezultati rada više stručnih ekipa, koje su različitim metodama nastojale iskoristiti i dopuniti postojeće statis-

tičke podatke te ispraviti subjektivne i objektivne greške koje su nastale prilikom njihova registriranja.⁶³

Čini se najlogičnijim da se prikazom hidroloških karakteristika pojedinog vododrživog horizonta prati prirodni tok vode od viših dijelova sliva prema nižima.

Kupreško polje. Hidrološkom slivu pripada samo južni i jugoistočni dio Kupreškog polja, Milačko udubljenje. Površina orografskog sliva Milačkog udubljenja je 105 km², od toga na poljski dio otpada 32 km², a na planinski okvir 73 km². To je područje čijim ravničastim dijelom protječe vodotok Milač oko 24 km; hrane ga brojna vrela i potoci vododrživih donjotrijaskih naslaga planinskih padina istočnog okvira Kupreškog polja. Nakon okupljanja svih važnijih pritoka (Kukavica, Botun, Jurkovića potok, Otimovački potok, Radinovac, Umeljački potok, Ribnjak) uvire u polje i teče pretežno kroz kvartarne naslage. Već u gornjem dijelu poljskog toka, kod sela Brda, Milač teče kroz zonu vapnenaca u kojima ponire dio voda. Kod sela Gornji Malovan ispod relativno tankog kvartarnog pokrivača dna korita sve više nailazi na trijasku dolomite i tok postepeno nestaje u većem broju aluvijalnih ponora. U današnjim hidrološkim uvjetima tok Milača ne dopire do krajnjih aluvijalnih ponora.

U poljskom dijelu Milač ne prima ni jedan prtok. Samo padalinske vode s neposrednog područja oko korita dospijevaju u tok Milača, a na ostalom poljskom području, naročito u proširenju Riličkog polja, vode poniru neposredno kroz relativno tanki kvartarni pokrov u karbonatnu podlogu. Na sjevernom rubu Riličkog polja izbija povremeno vrelo Ercegovac, koje hrani vodom malo jezero Uzur u dolomitskim i kvartarnim naslagama. Karbonatni planinski okvir nema nikakvog vodotoka. Jedino u dolomitskim stijenama jugoistočnog okvira Riličkog polja ima više dubokih urušnih ponorka. Posebno se ističe ona u kojoj je permanentno jezero Turjača.

Složenim računom došlo se do rezultata da s orografskog sliva Milačkog udubljenja, koje u prosjeku prima oko 1300 mm padalina godišnje, podzemnim i djelomično nadzemnim putem otječe prosječno 2,9 m³/s, od toga 0,4 m³/s otječe s površine polja, a 2,5 m³/s s okolnog brdovitog i planinskog okvira (Srebrenović, dok. 1963).

Od te ukupne količine koritom Milača otječe samo manji dio. Na vodomjernom profilu kod sela Brda izračunata je srednja protoka od 0,91 m³/s. S obzirom na količinu padalina i otjecajni koeficijent (1,0), to bi odgovaralo hidrološkom slivu od kojih 28 km². Kako je sliv od tog mjesta 29 km², znači da se on gotovo u cijelosti odvodnjava površinski. Od protjecajnog profila kod Brda do ponora u Gornjem Malovanu orografska slivna površina je 76 km², a na tom području protoka se prosječno povećava samo za 0,50 m³/s. Iz toga zaključujemo da ni sa same ravničaste površine polja između Brda i Gornjeg Malovana od 21 km² sve vode ne dođu u Milač. Štoviše, u sušnom razdoblju protoka kod Gornjeg Malovana redovito iznosi svega četvrtinu protoke kod Brda (Zorić,

63) Najopsežniji vodoistražni radovi poduzimani su zbog hidroenergetskog korišćenja voda sliva Cetine, a izvodili su ih i obrađivali Hidrološki odjel republičkih Hidrometeoroloških zavoda u Zagrebu i Sarajevu, poduzeća: »Elektroprojekt« Zagreb, »Hidroelektrane na Cetini«, Split, »Peruća« Sinj »Projekt« Zagreb, »Energoinvest« Sarajevo, te Institut za geološka istraživanja, Zagreb i Zavod za geološka istraživanja, Sarajevo,

dok. 1963, knj. III, sv. 2); to znači da Milač znatnim dijelom gubi vodu u karbonatnoj podlozi korita nizvodno od Brda.

Milač sve do ponora kod Gornjeg Malovana nikada ne presuše. U razdoblju 1950—1960. minimalna protoka kod Brda bila je 0,14 m³/s, a kod Gornjeg Malovana 0,07 m³/s. Maksimalna protoka u istom razdoblju kod Brda je bila 9,81 m³/s, a kod Gornjeg Malovana 12,50 m³/s. Režim protoke tokom godine (tab. XII; sl. 9) oscilira između 0,50 m³/s, u rujnu i 1,15 m³/s, u travnju. Razlike tokom godine vrlo su male sa slabo izraženim maksimumom u jesen i proljeće. To dokazuje na sporo procjeđivanje padalinske vode kroz vertikalne naslage izvorišnih krakova Milača.

TAB. XII PROSJEČNE MJESEČNE I GODIŠNJE PROTOKE MILAČA KOD VODOKAZA BRDA, ZA RAZDOBLJE 1924/25—1961/62. U m/s (PO SREBRENOVIĆU, DOK. 1963.)

Table XII Average monthly and annual water flow in cu.m/sec. of the Milač at the watermark at Brda during the period from 1924/25 to 1961/62 (according to Srebrenović)

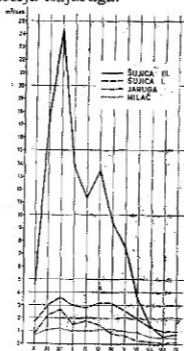
X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	God.
0,72	1,09	1,21	1,03	1,00	1,11	1,15	1,00	0,86	0,68	0,54	0,50	0,91

Do sada su tri puta utvrđivane podzemne veze ponora Milača s vrelima na nižim horizontima, koje izgrađuju vododržive naslage (tab. XIII, bojenje br. 2, 3 i 4). Sva ta tri bojenja izvršena su u različitim hidrološkim uvjetima i s različitim količinama boje, te su im i rezultati neočekivano različiti. Bojenjem prilikom prosječne protoke (I bojenje) dokazana je jaka veza s vrelima Šujice. Drugo bojenje izvršeno je kod male protoke i nije dalo rezultat, dok je trećim bojenjem, koje je također izvršeno kod male protoke, ali ubacivanjem boje samo u desne ponore kod Gornjeg Malovana, dokazana relativno slaba veza i s vrelima Šujice i s vrelima Sturba i Žabljak na horizontu Livanjskog polja (vidi prilog 5). Rezultati svih tih bojenja ipak dozvoljavaju zaključak da, unatoč vrlo povoljnim geološkim uvjetima za hidrološku vezu između ponora Milača i vrela Šujice, znatan dio vode Milača ne izbija na horizontu susjednog Duvanjskog polja. Međutim, kako izvorišni krakovi Šujice, nakon spajanja kod naselja Šujica, imaju oko 1,1 m³/s više vode nego što im to osigurava neposredni orografski sliv (Srebrenović, dok. 1963), moramo zaključiti da u vrela Šujice podzemnim putem dotječe voda s oko 57 km² površine Kupreškog polja. Ponori Milača sprovode samo jedan dio te vode, a drugi dolazi neposredno s planinskog okvira Kupreškog polja. U tok Šujice odvodnjava se, dakle, nešto više od polovine orografskog sliva Milačkog udubljenja, dok se ostalo područje odvodnjava prema Livanjskom polju (Sturba, Žabljak i eventualno Bištrica), a možda dio vode odlazi i izvan hidrološkog sliva Cetine (sliv Plive ili Neretve).

Glamočko polje samo manjim dijelom pripada hidrološkom slivu Cetine. Orografski sliv Donjeg polja ima površinu od kojih 213 km², od čega na poljski dio otpada 32 km², a ostalo područje pripada planinskom okviru.

Glavni tok Donjeg polja je Jaruga, čije izvorišne krakove, Busiju, Buleklagiju i Hrast, napajaju izvori s padina trijaskih klastičnih naslaga južno od Glamoča. U ravničastom dijelu Jaruga se povećava vodom nekoliko slabih izvora u neogenskim naslagama; kod sela Zajaruge prima povremene pritoke Suturpa i Trimišić, a kod Skucana stalni prtok Vrbu. Kod vrlo malih protoka u ljetnom razdoblju završava Jaruga već kod ponora u selu Zajaruge, odnosno u nizvodnijem ponoru kod sela Skucani, prema kojem se kod malih i srednjih protoka jedan dio vode umjetno sprovodi radi pokretanja mlinova na ponoru. Srednje i visoke protoke dotječu do krajnjih ponora na jugozapadnom rubu Donjeg polja nasuprot selu Vidimlije. Jaruga teče plitkim i vijugavim koritom pa se kod većih dotoka vode u kišnom razdoblju razlijeva i plavi okolno polje. U jesen i proljeće poplavno područje Jaruge redovito se povezuje s jugoistočnim proširenjem Glamočkog polja u jedinstvenu poplavnu površinu.

Kod sela Zajaruge prosječna protoka Jaruge iznosi 1,02 m³/s, a u hidrološkom razdoblju između 1924/25 — 1961/62. godine maksimalna srednja mjesečna protoka bila je u prosinca 2,27 m³/s, a minimalna u kolovozu 0,09 m³/s (tab. XIV). Režim Jaruge znatno se razlikuje od korespondentnog toka Milača u Kupreškom polju (sl. 9). Naime, iako su im prosječne godišnje protoke podjednake, razlike u protokama između kišne polovice godine (X—III) i sušne (IV—IX) kod Jaruge mnogo su jače izražene. Ljeti tok često presušuje i prije naselja Zajaruga.



Sl. 9. Grafikon srednjih mjesečnih protoka Milača kod Brda, Jaruge kod Zajaruge, Sužice I, kod Sužice i Sužice III kod ponora Kovači, za razdoblje 1923/24 — 1961/62. (po Srebrenoviću, dok. 1963.)

Fig. 9 A graph of the average monthly water flow of the Milač at Brdo, the Jaruga near Zajaruga, the Sužica I near Sužica and the Sužica III near the sink hole Kovači for the period from 1923/24 to 1961/62 (according to Srebrenović, 1963)

TAB. XIV PROSJEĆNE MJESEĆNE I GODISNJE PROTOKE JARUGE KOD MJESTA ZAJARUGA, ZA RAZDOBLJE 1924/25—1961/62. U m³/s (PO SREBRENovićU)

Table XIV Average monthly and annual water flow in cu.m/sec. of the Jaruga at Zajaruga during the period from 1924/25 to 1961/62 (according to Srebrenović)

X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	God.
0,78	2,23	2,27	1,49	1,83	1,47	0,85	0,65	0,31	0,16	0,09	0,13	1,02

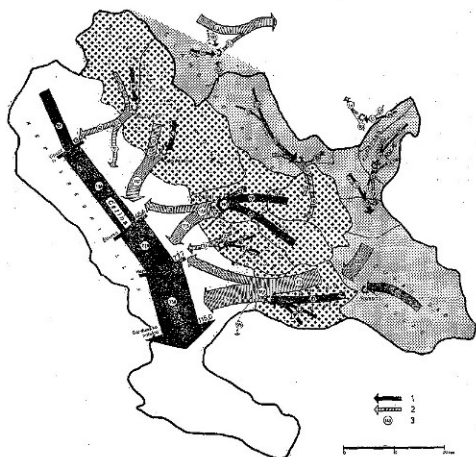
U jugoistočnom proširenju Glamočkog polja postoji više povremenih vrela — Trnak, Tramošnik, Cedelja, Badanj, Ribnjak i Budžak. Oni kod srednjih protoka čine potok Kriva Jaruga i poniru u grupi ponora kod sela Dragnić (Šupljine). U jesen i proljeća, a često i u toku čitave zimske polovice godine, cijeli jugoistočni dio polja poplavljen je i spojen s poplavom Jaruge. Pored brojnih otvorenih ponora aktiviran je tada i velik broj aluvijalnih ponora na jugozapadnom rubu polja. Karakteristično je da poplave naglo dolaze, traju sve do kasnog proljeća, ali se naglo i povlače.

Prema proračunu Srebrenovića (dok. 1963) na jugoistočnom proširenju Glamočkog polja otječe prosječno 0,91 m³/s. To znači da zajedno s vodotokom Jaruge u Donjem Glamočkm polju površinski otječe 2,24 m³/s. Međutim, za čitav sliv Donjeg polja, uz godišnju količinu padalina od 1350 mm i koeficijent otjecanja 0,72, izračunata je ukupna prosječna količina otjecanja od 6,7 m³/s. (Srebrenović, dok. 1963), pa prema tome samo trećina vode koja padne na orografski sliv Donjeg Glamočkog polja otječe površinski, a ostala voda neposredno ponire kroz pukotine u karbonatnom okviru polja.

I one vode koje površinski teku Donjim Glamočkim poljem poniru na različitim dijelovima ruba polja; za samo jedan dio tih voda bojenjem je utvrđeno izbijanje na nižim horizontima (vidi tab. XIII, bojenje br. 8 i 9; prilog 5). Geološki uvjeti dopuštaju pretpostavku da glavnina voda Donjeg polja izbija na korespondentnim vrelima u jugoistočnom rubu Livanjskog polja. Na to upućuju i hidrološke osobine tih vrela, koja imaju znatno veću količinu vode od one koju im daje neposredan sliv.

Usporedbom protoka na vrelima jugoistočnog ruba Livanjskog polja s količinom vode koja podzemno otječe s orografskog sliva Donjeg Glamočkog polja, Srebrenović (dok. 1963) je pretpostavio da od ukupnih, 6,7 m³/s, prema slivu Sturbe otječe 4,0 m³/s, prema slivu Rike, tj. Žabljaka i Bistrice 1,8 m³/s, a da 0,9 m³/s otječe u nepoznatom smjeru (vidi sl. 10). Ali za ovakvu pretpostavku ne postoje realni geološki i hidrološki uvjeti. Naime, položaj izvorišnih krakova Rike, odnosno njihova vrela, imaju mnogo povoljnije uvjete za prihvaćanje voda podzemnog dreniranja Glamočkog polja nego vrela Sturbe, koja su udaljenija i na većoj

visini od vrela Rike. Osim toga izdvojena su zonom prominskih i djelomično neogenskih naslaga.



Sl. 10. Shematski prikaz komuniciranja nadzemnih i podzemnih tokova u slivu Cetine (po Srebrenoviću, dok. 1963.)

Fig. 10 Schematic presentation of the communication between surface and underground water courses in the Cetina drainage basin (according to Srebrenović, 1963)

Imamo li na umu da je bojenjem utvrđeno da estavela Rimac u Malim Kabličima, koja je najbliža ponorima u jugoistočnom proširenju Glamočkog polja, odvodi vodu ispod Livanjskog polja (tab. XIII, bojenje br. 13; prilog 5), treba s mnogo opravdanja pretpostaviti da se i dio voda Glamočkog polja drenira podzemno prema dolini Cetine, pa čak možda i izravno u Jadransko more.

Duvanjsko polje s orografskim slivom od 618 km², za razliku od prethodna dva polja, predstavlja drugu stepenicu u krškoj cirkulaciji voda sliva Cetine jer ne samo što okuplja glavnu vodu njegova orografskog sliva nego je i osnovni kolektor voda južnog i jugoistočnog dijela Kupreškog polja.

Glavni vodotok Duvanjskog polja je Sujica, koja kanonom povezuje Sušičko polje s Duvanjskim u jedinstvenu hidrološku cjelinu. Oko 2 km jugo-

zapadno od krajnjih ponora Milača Šujica izvire periodskim vrelima Velikom i Malom Stržnju, a nizvodno prima pritek Volariću, koji stalno hrani istoimeno vrelu. U strmo usječenom koritu do Šujičkog polja prima iz jedne zone prominskih lapora i glina dva manja periodska potoka Bogdašić i Glušević. U Šujičkom polju, koje Šujica ponekad kratkotrajno i poplavljuje, prima pritek Jarugu. Dio vode Jaruga vjerojatno prima od uzvodnog poniranja vode Šujice u jurskim vapnencima. Kanjon Šujice između Šujičkog i Duvanjskog polja usječen je u prominskim naslagama. Iz neogenskog pobrda uz sjeverozapadni rub Duvanjskog polja prima Šujica priteke Vučiću, Vrbicu, Ostrožac, Jošanicu i Zbanicu, koji dobivaju vodu iz brojnih vrela i uglavnom teku čitave godine. S južnog i jugoistočnog dijela polja pritječe u Šujicu vrlo malo vode. Iz jugoistočnog planinskog okvira kroz zaravan Podine dolazi u polje vododerina Grla. Najveći dio vrela i potoka na južnom rubu polja, među kojima se ističu Studena i Miljačka, okuplja pritek Drina, koja u Šujicu utječe u središnjem, najnižem dijelu polja, Laruštu. Iz središnjeg dijela jugozapadnog ruba polja u Šujicu povremeno pritječe Brišnik. Ponor Šujice, Kovači, kako ga narod naziva Veliki ponor ili Krivodol, spada među najveće i najimpresivnije ponore dinarskog krša. Kod prosječnog vodnog stanja tok Šujice može se slijediti kroz gotovo horizontalni podzemni kanal oko 42 m. Na tom mjestu kanal se naginje i gubi u sifonskom jezeru (Malez, 1964, 186).

Protoke Šujice registriraju tri vodomjerna profila, od kojih je prvi u početnom dijelu toka, na ulazu u Šujičko polje, drugi na ulazu u Duvanjsko polje kod naselja Mokronoge, a treći na ponoru Kovači. Za upoznavanje hidroloških karakteristika polja osobito su važni vodomjerni profili na krajnjim dijelovima toka. Na potoku Drina uspostavljen je poslije rata vodomjerni profil kod Malih Brčina. Vode potoka Ostrožac, koji u Šujicu utječe čep neposredno pred ponorom, nakon posljednjeg vodomjernog profila na Šujici registrirane su posbnim vodomjernim profilom.

TAB. XV PROSJEČNE MJESEČNE I GODIŠNJE PROTOKE TOKOVA DUVANJSKOG POLJA ZA RAZDOBLJE 1924/25 — 1961/62. U m³/s (PO SREBRENOVIĆU, DOK. 1963.)

Table XV Average monthly and annual water flow in cu.m/sec. in the courses of the Duvno polje during the period from 1924/25 to 1961/62 (according to Srebrenović)

	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	God.
Šujica I kod													
Šujice	1,67	3,02	3,57	2,94	2,83	3,16	3,17	2,56	1,95	1,31	1,02	1,01	2,35
Šujica III kod													
Kovača	4,59	17,27	24,79	13,67	11,38	13,50	9,49	7,51	3,60	1,40	0,60	0,74	9,04
Ostrožac	0,35	1,50	2,91	0,96	0,87	1,09	0,64	0,51	0,22	0,10	0,05	0,05	0,77

Na osnovi dugogodišnjih mjerenja vodostaja na Šujici i Ostrošcu te odgovarajućih konsumpcionih krivulja za ove tokove izračunato je da prosječni protjecaj ponorom Kovači u razdoblju 1924/25—1953/54. iznosi 9,93 m³/s (Srebrenović, dok. 1963). U istom razdoblju prosječan protjecaj na izvorišnom kraku Šujice pred Šujičkim poljem (Šujica I) bio je 2,32, odnosno 2,35 m³/s. Već i

kod prosječnih mjesečnih vrijednosti (tab. XV; sl. 9) očito je da postoje vrlo velika kolebanja protjecaja Šujice u toku godine. Ta su kolebanja mnogo veća u toku Šujice pred ponorom (Šujica III), nego u izvorišnom njenom dijelu. To u prvom redu znači da vrela Šujice dobivaju glavnu vodu iz udaljenog hidrološkog sliva Kupreškog polja te da se ta voda u kišnom razdoblju akumulira u podzemnim šupljinama i u sušno doba godine gotovo kontinuirano procjeđuje u izvorišne krakove Šujice. Zanimljivo je da u sušnoj polovici godine (IV—IX mjesec) Šujica ima više vode u izvorišnom dijelu toka nego pred ponorom. Svake godine u ljetu Šujica pred ponorom potpuno presuši, pa u to vrijeme u ponor Kovači dotječe samo voda Ostrošca. Dakle, Šujica u ljetnom razdoblju ponire prije nego što dospije do krajnjeg ponora u naselju Kovači. Njene vode nestaju u kanjonu do ulaska u Duvanjsko polje, te u kamenitom koritu pred ponorom Kovači. U zimskoj polovici godine srednji dio polja, Lanište, duže je poplavljeno. Tada se Šujica ujezeruje i pred ponorom Kovači te pokrije mlin na ponoru. Ujezerena površina redovito se ne proteže mnogo uzvodnije od ponora, a to znači da poplave Laništa nisu uvjetovane »zagušenjem« ponora Kovači, nego povišenjem vodostaja Šujice do koje tada ne mogu dospjeti vode s južnog i jugoistočnog ruba polja, pa se u njezvu najnižem dijelu ujezeruju. Najniži dio polja ima nenormalan položaj jer se ne nalazi uz ponor, odnosno ponorsku zonu na jugozapadnom rubu polja, što ukazuje da u središnjem dijelu polja postoje i recentna udubljavanja. Unatoč povremenom »zagušivanju« ponor Kovači sprovodi svu vodu koju donosi tok Šujice, što znači i do $76 \text{ m}^3/\text{s}$ (Zorić, dok. 1963. knj. III, sv. 2), te po svom kapacitetu spada u najveće ponore dinarskog krša.

Bojenjima (tab. XIII, bojenje br. 10—12; prilog 5) potvrđena je pretpostavka da se glavna voda Šujice koja ponire u Kovačima pojavljuje u vrelu Ričine, na horizontu Livanjskog polja, udaljenom svega 5200 m. Ali bojenja isto tako pokazuju da na vrelu Ričine izbija samo dio voda Duvanjskog polja, te da je ta bliska veza u različitim hidrološkim uvjetima različita. Tako je npr. bojenjem 20. X 1948. na vrelu Ričine izišlo 58,8 posto boje s prosječnom brzinom podzemnog toka od svega $0,8 \text{ cm}/\text{s}$, dok se 26. X 1961. pojavilo 85,2 posto boje s prosječnom brzinom od $5,6 \text{ cm}/\text{s}$.

Na složenije podzemne veze između ponora Kovači i vrela Šujice, više nego što bi mogli zaključiti na osnovi njihove blizine i geoloških uvjeta, upućuju i različite hidrološke osobine, naročito režim protoka. Npr. 11—20. V 1951. prosječna protoka Šujice u Kovačima bila je $11 \text{ m}^3/\text{s}$, a Ričine kod Karlova Hana $26 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $15 \text{ m}^3/\text{s}$ više nego što je poniralo, dok je u narednih 11 dana, 21—31. V 1951. kroz ponor Kovači poniralo $12 \text{ m}^3/\text{s}$, a na Ričini je kod Karlova Hana teklo svega $6 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $6 \text{ m}^3/\text{s}$ manje od količine vode koja je ponirala. Ili npr. 11—20. VII 1957. u ponor Kovači poniralo je $3 \text{ m}^3/\text{s}$, a u isto vrijeme je korito Ričine u Karlovu Hanu bilo potpuno suho (»Elektroprojekt« Zagreb, dok. 1962, sv. 3). Vrela Ričine u sušnom razdoblju redovito presuše, a ponor Kovači nikada.

Sve nas to treba učvrstiti u uvjerenju da se ova podzemna veza održava razgranatim sistemom podzemnih pukotina i retardacionih basena, koji su u različito vrijeme različito ispunjeni vodom. U sušnom razdoblju vode iz Duvanjskog polja znatnim dijelom otječu prema dolini Cetine podzemnim putem ispod vododrživih naslaga Buškog Blata, a u vlažnom razdoblju te su veze hidrološki blokirane, pa vode Duvanjskog polja izbijaju na vrelima Ričine.

Bojenjem u ponoru Kovači utvrđena je i podzemna veza sa Sinjskim i s Imotskim poljem. Osobito je velika količina boje konstatirana na Velikoj Rudi, 33,9 posto. Ovaj postotak zajedno s postotkom na vrelu Ričine 85,2 posto iznosi 119,1 posto, što je, razumije se, nemoguće, i navodi na zaključak da se na nižim horizontima pojavila ona ista boja koja je registrirana na vrelu Ričine i nakon toga površinski tekla Ričinom do ponora na jugozapadnom rubu Buškog Blata. Na ovakav zaključak može uputiti i izuzetno velika brzina podzemnog toka, 23,9 cm/s, kojim je boja izbila na vrelo Velika Ruda. To je upravo nevjerojatna brzina jer je višestruko veća od brzine registrirane prilikom bilo kojeg bojenja u slivu Cetine i vjerojatno je uvjetovana brzim kretanjem vode u površinskom dijelu toka preko Buškog Blata.⁶⁴

Prema Srebrenoviću (dok. 1963), osim količine od 9,9 m³/s, koja prema višegodišnjem prosjeku protječe Sujicom i završava u ponoru Kovači, sa krškog područja orografskog sliva Duvanjskog polja neposredno ponire u unutrašnjost 23,2 m³/s, ili ukupno s površinskim otjecanjem do ponora Kovači 33,1 m³/s. Prema tom računu (sl. 10), od ukupnog podzemnog otjecanja 8,7 m³ izbijaju u Buškom Blatu, tj. na horizontu Livanjskog polja, dok ostale količine (24,4 m³/s) nastavljaju podzemni put do najniže stepenice, uglavnom do horizonta Sinjskog polja.

Vododrživi horizont Livanjskog polja. Po svojoj hidrogeološkoj funkciji Livanjsko polje je izdanak duboke serije neogenskih vododrživih sedimenata koji su gotovo čitavom dužinom polja okomiti na pravac podzemnog otjecanja prema dolini Cetine. Površini Livanjskog polja odgovara i njegov orografski sliv, koji je najveće udubljenje okupljeno endoreičko područje u našem kršu. Od ukupne površine orografskog sliva 1380 km² na ravan polja otpada 404 km². Osim dviju zona neogenskih i paleogenskih naslaga uz sjeveroistočni rub polja, sve ostale površine pripadaju krškim planinama.

Za razliku od viših polja u hidrološkom slivu Cetine, u kojima je uglavnom formiran po jedan tok kao kolektor površinskog otjecanja, na vododrživoj osnovi Livanjskog polja ima nekoliko međusobno nezavisnih tokova, znatno različitih osobina i hidrološke uloge u sklopu jedinstvenog sliva Cetine.

64) Ovom prilikom nužno je ukazati i na znatne propuste koji su napravljani prilikom bojenja podzemnih vodnih veza, a posebno prilikom promatranja i uzimanja uzoraka, tako da su mnogi rezultati neupotrebljivi.

U stepeničastom, djelomično podzemnom a djelomično površinskom kretanju vode prema Cetini i Sinjskom polju, neki dijelovi Livanjskog polja predstavljaju prvu (Ševarova Jaruga, Tovarnica Jaruga i Mandak), neki drugu (Plovuča), a neki treću stepenicu (Ričina).

Livanjsko polje u užem značenju. U krajnjem sjeverozapadnom dijelu polja je Ševarova Jaruga. To je zapravo kanal kojim se u ponor Kazanci sprovode vode Malog Ždralovca. U ponor Kazanci prosječno se odvodi $2,76 \text{ m}^3/\text{s}$ i čitava količina dolazi s neposrednog sliva, tj. s orografskog područja koje daje ukupan protok od $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$; od toga samo 38% otječe površinski prema ponoru Kazanci, dok $4,7 \text{ mm}^3/\text{s}$ otječe podzemno k slivu Cetine (Srebrenović, dok. 1963; sl. 10).

I na samom sjevernom i sjeveroistočnom rubu tog dijela Livanjskog polja postoji više estavela, koje u kišnom razdoblju odvođe vodu ispod Livanjskog polja k Cetini. Ovo upućuje na zaključak da je u ovom dijelu polja dubina neogenskih sedimenata relativno mala.

Pokušaj utvrđivanja podzemnih veza ponora Kazanci s vrelićama u dolini Cetine nije uspio (tab. XIII, bojenje br. 14) iako je, s obzirom na geološke uvjete i hidrološku podudarnost, ta veza očita.

Ševarova Jaruga je povremeni tok. Ljeti potpuno presuši, a u kišnom razdoblju već kod protoke od oko $4 \text{ m}^3/\text{s}$ dolazi do »zagušivanja« ponora Kazanci. Tada poplavno područje Ždralovca, zajedno s vodom estavele Vrbica, prelazi u potok Govnušu, koja je jedan od izvorišnih krakova Tovarnice Jaruge.

Uz sjeveroistočni rub Livanjskog polja između naselja Vrbica i Lusnić je velik broj povremenih i nekoliko stalnih vrela i estavela; tu završava i nekoliko bujičnih tokova s područja Golije, koji svi zajedno daju vodu Tovarnici Jarugi i završavaju u ponor Čaprazlije. Budući da je to jedan od ponora Livanjskog polja s najvećom propusnošću, oko $13 \text{ m}^3/\text{s}$, njime se povremeno odvodnjava i dio poplavnih voda Ševarove Jaruge i Plovuče.

U »Tehničkoj dokumentaciji investicionog programa daljnjeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine«, koju je izradilo poduzeće »Hidroelektrane na Cetini« Split, proračunato je da je u 30-godišnjem razdoblju nekontinuiranih podataka ponorom Čaprazlije otjecalo u prosjeku $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (tab. XVI; Zorić, dok. 1963, knj. III, sv. 3). Srebrenović je (dok. 1963, II dio) proračunao da je u kontinuiranom 30-godišnjem razdoblju 1924/25 — 1953/54. u Čaprazlije poniralo $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Isti autor je kasnije (dok. 1963, dopunski elaborat) došao do rezultata da je protoka na ponoru Čaprazlije $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$.⁶⁵

65) Ovako različite vrijednosti, koje su dane na osnovu vrlo opsežnih analiza, korelacija i dopuna, najbolje ukazuju na manjkavosti hidroloških podataka i velike teškoće da se dođe makar do približno tačnih rezultata.

Tovarnica Jaruga u sušnom razdoblju redovito presuši, dok u kišnom razdoblju, kada se ponor Čaprazlije »zaguši«, Jaruga se razlijeva po okolnom polju i povezuje vodom Ševarove Jaruge i Plovuče u jedinstvenu poplavu. U režimu protoke (tab. XVI; sl. 11) veoma dolaze do izražaja visoke jesenske i proljetne, a vrlo niske ljetne protoke.

TAB. XVI PROSJEČNE MJESEČNE I GODISNJE PROTOKE TOKOVA LIVANJSKOG POLJA I BUŠKOG BLATA ZA RAZDOBLJE 1924/25 — 1939/40. i 1946/47 — 1959/60. (30-god.) U m³/s (PO ZORICU, DOK. 1963. KNJ. III, SV. 3)

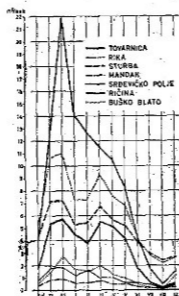
Table XVI Average monthly and annual water flow in cu.m/sec. in the courses of the Livno polje and Buško Blato during the periods from 1924/25 to 1939/40 and from 1946/47 to 1959/60 (30 years) (according to Zoric)

Tok — vodomjerni profil	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	God.
Tovarnica Jaruga													
ponor Čaprazlije	1,7	5,4	5,7	4,5	3,8	5,5	5,1	4,2	1,8	0,6	0,2	0,5	3,3
Rika — Golubić	5,2	10,7	11,0	7,3	7,3	9,3	7,6	6,8	4,2	2,8	2,2	2,6	6,4
Sturba — Guber	3,9	7,2	7,2	5,3	5,4	6,7	5,7	5,2	3,9	2,9	2,4	2,6	4,9
Mandak — Podhurn	0,4	0,9	0,9	0,6	0,6	0,8	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,5
Srdevičko polje bez Mandaka kod Podhurna													
Podhurna	0,8	1,8	1,8	1,2	1,2	1,6	1,0	1,0	0,6	0,4	0,2	0,4	1,0
Ričina — Karlov Han	4,2	12,5	21,9	14,1	12,7	16,3	10,5	8,3	4,2	1,6	0,5	1,5	9,0
Buško Blato bez Ričine kod Karlova Hana													
Hana	0,5	1,5	2,7	1,7	1,5	2,0	1,3	1,0	0,5	0,2	0,1	0,2	1,1

Poljski dio slivnog područja Tovarnice Jaruge, slično kao i Ševarove Jaruge, predstavlja prvu vododrživu stepenicu za padalinske vode na sjeveroistočnom krškom okviru polja. Prema Srebrenovićevim proračunima (dok. 1963, II dio) na orografskom slivu Tovarnice Jaruge stvara se otjecanje od kojih 11,7 m³/s. Kako se prema prvom proračunu Srebrenovića površinski odvodnjava do ponora Čaprazlije 4,4 m³/s (sl. 10) i prema naknadnim ispravkama (Srebrenović, dok. 1963, dopunski elaborat), 7,5 m³/s, znači da 64,1 % vode sa sliva Tovarnice Jaruge otječe površinski. Međutim, ovdje treba imati na umu pritjecaj vode sa slivnih površina Ševarove Jaruge i Plovuče, kojima pripada znatan dio protjecajnih voda ponora Čaprazlije. Budući da Tovarnica Jaruga ne prima vodu s viših vododrživih horizonata, jedino se time mogu objasniti relativno visoki jesenski i proljetni maksimumi protoke.

Pred ponorom Čaprazlije nalazi se u kamenitom koritu Jaruge više pukotinskih šupljina kroz koje poniru manje količine vode. Glavnina vode ponire kroz glavni ponor na završetku korita, a u vrijeme velikih voda aktivira se i više ponora u okolici. Svi ti ponori vode u razgranati povezani sistem podzemnih šupljina, koje

su pretežno horizontalno razvijene s osnovnim smjerom prema JJZ⁶¹. Složen sistem podzemnih kanala koji se sastoji od većeg broja suženih, proširenih, horizontalnih, nagnutih i vertikalnih dijelo-



Sl. 11. Grafikon srednjih mjesečnih protoka tokova na horizontu Livanjskog polja, za razdoblje 1923/24 -- 1961/62. (po Srebrenoviću, dok. 1963.)

Fig. 11 A graph of the average monthly water flow in the water courses at the level of the Livno polje for the period from 1923/24 to 1961/62 (according to Srebrenović, 1963)

va, može se pratiti u dužini od 286 m. Na čitavoj toj dužini visinski pad iznosi 41 m. Mnogi podzemni krakovi svjedoče da voda u ovaj sistem dolazi i sa strane. Za vrijeme poplave polja na vapnenačkom rubu na više mjesta ponire voda koja pritječe u podzemni sistem ponora Čaprazlije. U unutrašnjosti ponora utvrđeno je i račvanje podzemnog otjecanja vode u različitim smjerovima za vrijeme različitih vodnih stanja. Primijećeno je da veliko značenje za kapacitet podzemnog otjecanja može imati različiti materijal (balvani, granje, zemlja i dr.) koje voda unosi u ponor. Oko 500 m zapadno od ponora Čaprazlije na samom kontaktu Rujanske zaravni i strmih padina Dinare nalazi se otvor Radića pećine; njen podzemni kanal dugačak više od 110 m dio je podzemnog toka koji je odvodio vodu s Livanjskog polja u doba formiranja Rujanske zaravni.

Bojenjem ponora Čaprazlije (tab. XIII, broj bojenja 15 i 16) utvrđena je veza s gotovo svim vrelima na lijevoj obali Cetine, od

66) Uz suradnju A. Kotenka, M. Vreska, K. Cačić i V. Martinovića, u VIII mjesecu 1961. g. vršio sam speleološka istraživanja ponora Caprazlije.

glavnog vrela do Malina. Drugim bojenjem utvrđena je boja na 20 vrela, ali je najveći postotak boje prvim bojenjem izbio na vrelu Dabra, pa se ta veza smatra najjačom.

Najprostraniji dio Livanjskog polja odvodnjava Plovuča, koja nastaje spajanjem Rike i Sturbe, a ponire u jugozapadni rub polja u grupi ponora kod sela Čaić. Riku čine tokovi Bistrice i Žabljaka. Svi izvorišni krakovi Plovuče nastaju na kontaktu neogenskog pobrda s karbonatnim naslagama na sjeveroistočnom rubu horizonta Livanjskog polja. Plovuča je vodom najbogatiji tok Livanjskog polja, a zajedno s izvorišnim krakovima predstavlja jedini rični sistem na Livanjskom polju koji ne presuši. Pored velikog neposrednog sliva na susjednom planinskom području i neogenskom pobrdu, ovo je rezultat i dotjecanja vode s viših horizontata, prvenstveno iz Glamočkog, a djelomično i iz Kupreškog polja (vidi tab. XIII, bojenje br. 4 i 9; prilog 5). Prema tome za razliku od tokova Ševarove i Tovarnica Jaruge, pljlski dio sliva Plovuče predstavlja drugu stepenicu u cirkulaciji vode sliva Cetine.

Neizvjesno je da li u jako pukotinsko vrelo Bistrice kod Livna izbija voda iz Glamočkog ili Kupreškog polja (vidi tab. XIII, bojenje br. 3 i 9). Bisticu karakterizira veliko kolebanje protoka. U kišnom razdoblju Bistrica se obogaćuje vodom Druškog potoka i Brine. Žabljak ima manja kolebanja protoke od Bistrice i u zajednički nastavak Riku donosi znatno manje vode. Protoka Rike kod Golubića iznosi za 30-godišnje hidrološko razdoblje $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (tab. XVI). Iz grafičkog prikaza (sl. 11) vidljivo je da se ističe kasnojesenski maksimum protoke, ali je i protoka sušnog razdoblja veća nego kod tokova u sjeverozapadnom dijelu Livanjskog polja, što također ukazuje na njihovu alogenost. Sturba na vodokaznom profilu kod Gubera u istom hidrološkom razdoblju ima protoku od $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$; njen režim ima podjednake osobine, ali manja osciliranja nego onaj Rike (sl. 11). Prema ovim proračunima (Zorić, dok. 1963, knj. III, sv. 3) proizlazi da u Plovuču pritječe ukupno $11,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Srebrenović je najprije izračunao da je u razdoblju 1924/25 do 1953/54. prosječni pritjecaj u Plovuču bio $13,0 \text{ m}^3/\text{s}$, (Rika $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$, Sturba $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$), i u ponore kod Čaića još $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ s neposrednog sliva, tj. ukupno $14,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (sl. 10; Srebrenović, dok. 1963, II dio). Kasnije je korigirao vrijednost protjecaja za Riku ($6,8 \text{ m}^3/\text{s}$), pa je time ukupni dotok u grupu ponora kod Čaića proračunat na $14 \text{ m}^3/\text{s}$ (Srebrenović, dok. 1963, dopunski elaborat). Protoka Plovuče nikad nije manja od $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Glavnina vodotoka Rike nizvodno od vodomjera Golubić odvođi se Drinovim kanalom u Plovuču. Manji dio nastavlja kao Jaruga prema izoliranom plitkom udubljenju polja ispred sela Priluka. Dio vode ovog ogranka Rike ponire povremeno u grupi estavele kod sela Kabića. Bojenjem estavele Rimac (tab. XIII, bojenje br. 13) utvrđena je veza s vrelima u dolini Cetine, ali isto tako i s

horizontom Imotskog polja te vruljom kod Dubaca⁶⁷. I u samom udubljenju kod Priluke povremeno poniru manje količine vode. U kišnom razdoblju estavele funkcioniraju kao vrela, a njihovu vodu, zajedno s onom koja se skuplja na sliv kod Priluke, tok Jaruge odvodi u Plovuču

Ponorska grupa Plovuče kod sela Čaić sastoji se od četiri velika otvorena ponora i više manjih aluvijalnih. Pred naseljem Čaić tok Jaruge se račva i jedan krak odvodi vodu u produžetku toka prema Velikom ponoru ili, kako ga narod naziva, Čaić-ponoru, dok drugi krak nastavlja uz rub polja prema jugoistoku i od njega se odvajaju vode prema Bristovu, Opakom i Kamenitom ponoru. Na glavnom odvajanju ispred Velikog ponora podignute su brane tako da se zbog mlinova koji su izgrađeni na Velikom ponoru može voda usmjeravati po potrebi u Veliki ponor ili u ostale ponore. Kod malih protoka glavina vode propušta se u Veliki ponor, a ostatak dospijeva još do Bristova ponora. U to su vrijeme Opaki i Kameniti ponor bez dotjecaja vode. Nakon 15 m vertikalnog spusta Opaki ponor završava horizontalnim kanalom koji se od vertikalnog dijela račva u dva smjera i na oba završava sifonskim jezerima. Iz jezera u jednom kraku dolazi voda koja teče preko šljunkovitog dna i prelazi u sifonsko jezero na sjevernom kraku (VIII mjesec 1961). Gotovo se sa sigurnošću može tvrditi da je to voda koja ponire u samom koritu Plovuče. Kameniti ponor nastavlja prilično prostranim i blago nagnutim kanalom prema jugoistoku, a nakon 190 m kanal završava u prostranom sifonskom jezeru stajaće vode (8. VIII 1961). Svi su ponori obzidani, osim Bristova, koji ima najmanji kapacitet (vidi Balif, 1896).

U vlažnom razdoblju, kada je dotok vode Plovučom višestruko veći nego u sušnom, ponori ne mogu sprovesti u unutrašnjost čitavu količinu vode, pa dolazi do plavljenja okolnog polja. Iako su protoke znatno veće u jesenskim nego u proljetnim mjesecima (vidi sl. 11), karakteristično je da su jesenske poplave niže, traju kraće, a često i potpuno izostanu, dok proljetne poplave redovito traju od početka ožujka do početka lipnja; ponekad dostižu nadmorsku visinu iznad 709 m. Ova se činjenica može objasniti jedino time što maksimalne jesenske protoke nastupaju nakon dugog ljetnog sušnog razdoblja u kojem se iscijedila voda iz podzemnih šupljina nizvodno od ponora, pa one mogu primiti povećanu količinu vode. Za vrijeme proljetnog sekundarnog maksimuma protoke podzemlje je već hidrološki zasićeno vodom, pa znatno manji dotok vode od jesenskog izaziva mnogo veće poplave.

Kada poplava u slivu Plovuče dostigne nadmorsku visinu od 707,30 m, poplavne vode prelaze u sliv ponora Čaprazlije.

Do sada su bojenjem utvrđivane podzemne veze jedino Velikog i Opakog ponora (tab. XIII, bojenje br. 17, 18 i 19; prilog 5). Boja

67) I ovdje se postavlja problem nije li boja koja se pojavila u Vrulji, ona ista koja je izbila na vrela u dolini Cetine, te jednim dijelom tekla Cetinom.

se pojavila samo na vrelima na lijevoj obali Cetine i to uglavnom na vrelu Veliki Rumin. Na ovom vrelu izišla je gotovo čitava količina boje (98%) koja je 26. II 1959. ubačena u Veliki ponor, a ni na jednom drugom vrelu nije konstatirana. Boja ubačena u Opaki ponor 8. VI 1959. pojavila se, osim na Velikom Ruminu, još i na Kosincu, Velikoj Rudi i Grabu. Dakle, unatoč tome što ova dva ponora pripadaju istoj ponorskoj grupi i nisu međusobno udaljeni niti 1 km, podzemni putovi su im odvojeni.

Poljske površine slivova Ševarove Jaruge, Tovarnice Jaruge i Plovuče čine jedinstvenu morfološku i poplavom povezanu hidrološku cjelinu. To je Livanjsko polje u užem značenju. Glavna i osobito važna hidrološka specifičnost ovog polja je u činjenici da, pored najvećeg poniranja vode uz jugozapadni rub, dio vode ponire i u sjeveroistočnom rubu polja. U sušnom razdoblju brojne estavele na ovom rubu polja imaju funkciju ponora. Bojenjem estavele Rimac u Malom Kabliču utvrđeno je da se i s ovog ruba polja odvodnjavanje vrši prema dolini Cetine. Neosporno je, dakle, da voda nalazi mogućnost podzemnog skretanja ispod površine vododrživih naslaga u polju. Neizvjesno je da li njeni putovi prolaze kroz vapnenačko-laporovitu seriju neogenskih naslaga, što je manje vjerojatno, ili je debljina neogenske serije u ovom području relativno mala, pa podzemni vodeni tokovi prolaze ispod nje. Potonje je vjerojatnije, ali se ne slaže s dosadašnjim geofizičkim istraživanjima kojima su utvrđene dubine neogenskih naslaga veće od 400 m u području Ždralovac (Kovačević i Krulc, dok. 1963), odnosno veće od 800 m u ostalom dijelu Livanjskog polja (Kovačević, dok. 1964). Već smo konstatirali da se u podlozi neogenskih naslaga nalazi vrlo dinamičan krški reljef, pa će biti najvjerojatnije da podzemni tokovi prolaze dijelovima krškog podzemlja u blizini površine polja. U svakom slučaju, kapaciteti tih podzemnih kanala relativno su mali, pa su u vlažnom razdoblju potpuno zasićeni. Postojanje estavela na sjeveroistočnom obodu polja dokazuje da u sušnom razdoblju i s površine susjednog krškog planinskog područja voda otječe ispod površine polja, a kada u vlažnom razdoblju tokovi ispod površine polja ne mogu sprovesti povećani pritjecaj vode, na sjeveroistočnom rubu polja voda izbija na površinu i estavele djeluju kao vrela.

Estavele na sjeveroistočnom rubu Livanjskog polja očit su dokaz da znatan dio orografskog sliva Livanjskog polja otječe prema dolini Cetine neposredno kroz podzemlje. Srebrenović se potrudio da to izračuna. Prema njegovu proračunu (dok. 1963, dio II) sa sliva Livanjskog polja u užem značenju neposredno podzemno otječe ukupno 15,7 m³/s. Zajedno s izloženim površinskim, otjecanjem do ponora Kazanci, Čaprazlije i grupe ponora kod Čaića, kroz koje ukupno otječe 20,1 m³/s, proizlazi da sa sliva Livanjskog polja u užem značenju Cetina prima 35,8 m³/s.

Srđevićko polje zauzima središnji dio vododrživog horizonta Livanjskog polja, na kojem je glavni recipijent površinskog

otjecanja potok Mandak. Pored Mandaka u Srđevičkom polju povremeno teku još Opačica i Jaruga u sjeverozapadnom, a Pralivoda u jugoistočnom dijelu. Sve su to bujičasti tokovi, koji osim toga nose i mnogo nanosa. Oni uglavnom odvede padalinsku vodu s neogenskog pobrđa, a jedino Mandak djelomično hrane i podzemne vode s relativno malog karbonatnog zaleđa. Vode koje sa sjeveroistočnog neogenskog pobrđa priteču u Srđevičko polje završavaju u dugom nizu brojnih aluvijalnih ponora na jugozapadnom rubu polja. Dok su ti ponori u sušnom razdoblju bez hidrološke funkcije, za vrijeme dugotrajnih kiša ponori Mandaka ne mogu sprovesti u unutrašnjost svu vodu koja priteče, pa dolazi do povremenog ujezeravanja srednjeg dijela polja na površini od kojih 9 km².

Prema proračunima protoke za 30-godišnje hidrološko razdoblje u Srđevičko polje priteče prosječno 1,5 m³/s. Od toga Mandak donosi 0,5 m³/s, a ostali manji tokovi i padaline na površini polja 1,0 m³/s (tab. XVI; sl. 11; Zorić, dok. 1963, knj. III, sv. 3). Srebrenović je izračunao da zajedno s neposrednim podzemnim otjecanjem s orografskog sliva Srđevičkog polja teče prema dolini Cetine ukupno 3,4 m³/s (Srebrenović, dok. 1963, dio II).

Buško Blato je treći vododrživi horizont po kojem otječe veliki dio voda s viših polja, Duvanjskog i Kupreškog, pa će zato tok Ričine, na čijem vrelu te vode izbijaju na jedinstveni vododrživi horizont Livanjskog polja, imati najveće hidrološko značenje. Ričina, s prosječnom protokom od 9,0 m³/s na ulazu u Buško Blato kod Karlova Hana, karakterizira se najvećim kolebanjima protoke od svih tokova u poljima jugozapadne B'sne (tab. XVI; sl. 11). Izuzetno male protoke u sušnom razdoblju dokaz su da u to vrijeme vode s Duvanjskog polja ne izbijaju na susjednom nižem horizontu, tj. Buškom Blatu, nego prolaze kroz njegovu karbonatnu podlogu.

Vrelo Ričine izbija iz dva pećinska otvora koji se u unutrašnjosti spajaju. U sušno razdoblje moguće je prodrijeti u unutrašnjost oko 300 m, i tu se dolazi do velikog sifonskog jezera čija je razina oko 10 m ispod površine susjednog polja. To znači da je vrelo Ričine uzlaznog tipa, što se podudara s prethodno iznijetom činjenicom podzemnog otjecanja vode s Duvanjskog polja ispod površine Buškog Blata u sušnom razdoblju.

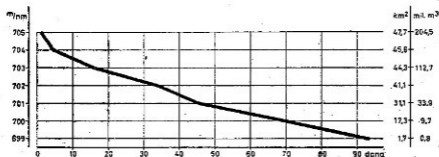
Za razliku od ostalog većeg dijela vododrživog horizonta Livanjskog polja u kojem vododrživu osnovu čine duboke i kompaktne neogenske naslage, površinu Buškog Blata prekriva humus i kvartarne naplavine, pretežno rahli materijal različite debljine, ali uglavnom slabe vododrživosti. Tok Ričine uspijeva se održati u polju zahvaljujući velikoj količini vode, ali i naplavnom materijalu kojega u Ričinu donose bujice s prominskih naslaga južnih padina Tušnice.

Osim Ričine, po vododrživoj površini Buškog Blata otječu i padalinske vode samog Blata, te vode vrela uz istočni rub polja (Agino vrelo, Kuželj, Babino vrelo i Mukišnica). Prosječna količi-

na vode koja ovim vrelom i padalinama pritječe u Buško Blato iznosi $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Oscilacije prosječnih mjesečnih protoka tokom godine kreću se između $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (VIII mj.) i $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$ (XII mj.).

Ukupna količina vode koja Ričinom te vrelima na istočnom rubu polja i padalinama na neposredni sliv dolazi u Buško Blato iznosi u prosjeku $10,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovo se odnosi na proračun protoka u 30-godišnjem razdoblju 1924/25 — 1939/40 i 1946/47 — 1959/60. (Zorić, dok. 1963, knj. III, sv. 3). Podjednaka je i vrijednost protoka u 10-godišnjem hidrološkom razdoblju 1950/51 — 1959/60. s prosjekom $11,1 \text{ m}^3/\text{s}$. O godišnjim varijabilnostima protoka najbolje svjedoči podatak da je u tom istom 10-godišnjem razdoblju u najsušnijoj hidrološkoj godini 1953/54. prosjek ukupnog površinskog dotoka u Buško Blato iznosio svega $6,2 \text{ m}^3/\text{s}$, dok je u najvlažnijoj godini 1959/60. prosječni dotok bio čak $21,3 \text{ m}^3/\text{s}$. («Elektroprojekt» Zagreb, dok. 1962, sv. 7).

Najmanje protoke Ričine poniru u samom koritu znatno prije nego dospiju do ponora na jugozapadnom rubu Blata. Vode malih i srednjih protoka završavaju u ponoru Stara Mlinica na južnom rubu Blata, dok povećane protoke u vlažnom razdoblju izazivaju »zagušenje« ponora i relativno brzo plavljenje gotovo čitave površine Buškog Blata koje se odvodnjava brojnim ponorima uz zapadni rub, a naročito kroz velike otvorene ponore: Liskovača, Sinjski ponor i Proždrikoža. Prosječno trajanje poplava iznad morske visine 699 m je 92 dana, a maksimalne poplave mogu doseći nadmorsku visinu od 705,40 m (sl. 12). Tada poplava zahvaća površinu od 48 km^2 i na Buškom Blatu formira akumulaciju od $223,2 \text{ mil m}^3$ vode. Kada poplava dostigne nadmorsku visinu od 704,80 m, voda se preko Kraljičina Prisapa prelijeva u dio šireg Srđevičkog polja, u Bijelo polje.



Sl. 12. Grafikon srednjih trajanja poplava Buškog Blata iznad nadmorske visine 699 m, te površine i zapremine poplave na odgovarajućim visinama (po »Elektroprojektu«, dok. 1962.)

Fig. 12 A graph of the average duration of floods at Buško Blato 699 m above sea level, and of the surface area and volume of the floods at corresponding levels (according to firm Elektroprojekt, 1962)

Buško Blato redovito poplavljuje dva puta godišnje, u kasnu jesen i proljeće, ali ponekad poplavi i više od tri puta, dok se po-

TAB. XIII. UTVRĐIVANJE PODZEMNIH VEZA U HIDROLOŠKOM SLIVU CETINE I SUSJEDNOM PODRUČJU OD 1948. DO 1964.

Table XIII. Determination of underground water connections in the hydrological basins of the Cetina river and its surroundings from 1948 to 1964.

Red. br.	Područje i lok. bujenja	Vrem. i lok. bujenja	Nadinska visina u m	Datum bujenja	Promjena ml	Vrsta i količina buja u kg	Vrsta i lok. na kojem se pojavila buja	Promjena ml		Učinkovitost u post. u km	Prosječni god. pad u ml/m	Datum pojave buje	Prosječna brzina pada, ml/h u ml/m	Trajanje obilježavanja (d) u satima (h)	Količina (kg) u ml/m	Maksimalni (obimni) vodu u ml/m	Izvor bujenja	OPASKA	
								10 - Razina podzemne vode u ml/m	11 - Razina podzemne vode u ml/m										
Kupreški polje																			
1.	Mrtvica Julna	Mačice	1130	8. VI 1960.	0,139	vršna 1950	Dono vrlo Plive Lijeva vrlo Plive Malo vrlo Plive Vojnica (Bujica) Bučica	6,0 13,0	645 645	30,7 30,7	21,6 21,6	1. VII 21a 21. VII 20a	1,5 1,4	15 d 9 h 31 d 4 h	46,22 85,00	-33,5 -61,2	20 20	HMZ Sarajevo	Promatrano je 16 vrela u Livnjskom, Glamočkom i Bujičkom polju, te u dolini Sane, Plive i Rame.
2.	Milad	Milad (I bujenje)	1129	2. XII 1960.	1,8	vršna 350									6,25 - 6,38		20	HMZ Sarajevo	Promatrano su i vrela u Livnjskom polju i dolini Rame.
3.	Milad	Milad (II bujenje)	1129	25. IX 1960.	0,124	vršna 300												HMZ Sarajevo	Buja se nije pojavila na promatranim vrelima u Bujičkom i Livnjskom polju, te vrelima Plive. 16. XII utvrđena je buja na vrelu B u srcu (27,37 kg), ali je nestajala prije 21. XII u ponoru Dragčić koji je obilježen 21. XI 1960.
4.	Milad	Milad (III bujenje)	1129	4. VIII 1961.	0,115	Donosno 260	Bujica Starba Zabljak	0,044 0,36	214 380	3,8 22,5	50,2 33,1				1,46 - 1,6 1,03 - 1,9		u vrela	HMZ Sarajevo	Promatrano je ukupno 18 vrela u Bujičkom, Glamočkom, Livnjskom i Sinjskom polju, te u dolini Rame.
Horizont Glamočkog polja																			
5.	Milnica	Lafinc	1156	5. XII 1954.		vršna 22,0	Vrelo Sane	40	606	10,0	60,6				8,80 - 45,0			«Energetsko» Sarajevo	
6.	Milnica	Cardak	1150	30. III 1957.		vršna 1975	Vrelo Plive Vrelo Sane		673 606	9,7 14,7	69,4 45,2				6,58 - 33,0			«Energetsko» Sarajevo	
7.	Glac. polje	Iskrovci	895	9. IV 1955.		vršna 60,0												HMZ Sarajevo	Promatranje na vrelima na vrelima Plive i Sane, ali se buja nije pojavila.
8.	Glac. polje	Širovci	891	1. VI 1961.	0,314	Donosno 50,0	Lijeva vrlo Plive		414	28,5	14,4		2,7	12 d 4 h	36,89 - 37,0			HMZ Sarajevo	Iskrovci su u ponor. Skupno ukupno 50 plastičnih bočica, 60,5 kg kuglica stropora i 65 kg piljevine stropora, a u ponor Iskrovci 50 plastičnih bočica i 21 kg kuglica stropora. Na promatranim vrelima Sane, Rame, Bujice, Bistričice, Ravnica, Graba i Rade nije utvrđena buja na plastični materijal. Promatranje su vrela samo na 6 vrela između Ljvna i sela Pribika. Buja je utvrđena 16. XII i na vrelu Bistričice (27,37 kg), ali je nestajala prije 21. XII u ponoru Milad, koji je obilježen 25. II 1960.
9.	Glac. polje	Dragčić	884	21. i 22. XI 1960.		vršna 150,0	Herzegovina Pribika Zelenikova Dubac Ruzica-Mali Kablići Vratjak-Mali Kablići		170 168 167 166	4,5 6,4 7,1 7,9	26,1 25,4 23,5 23,7	23. XI 19a 23. XI 19a 23. XI 19a 23. XI 19a	3,5 4,6 4,1 3,8	29 d 15 h 12 d 4 d 1 d 22 h	5,97 - 6,6 2,79 - 1,5 0,94 - 0,69 0,695 - 0,66		100	HMZ Sarajevo	
Duvanjsko polje																			
10.	Bujica	Kovadi	857	1948.		kuh. ml 6000													Promatranje su vrela na vrelu Ričine, te na vrelima u Sinjskom i Imotskom polju, ali snopica kuhinjske soli nije utvrđena.
11.	Bujica	Kovadi	857	26. X 1948.	0,2	vršna 60,0	Vrelo Ričine		154	5,2	29,6	27. X	0,8		35,2 - 54,8			HMZ Sarajevo	Buja se relativno kasno pojavila na vrelu Ričine zbog djelovanja kile.
12.	Bujica	Kovadi	857	26. X 1961.	3,0	Donosno 76,0	Vrelo Ričine Grab Ruda, Velika Ruda, Mala Ovrja Suvaja kod Pribika		154 347 317 317 317 377	5,2 14,0 12,2 12,2 16,5 23,0	29,6 36,1 36,5 36,5 34,4 35,1	27. X 19a 28. X 19a 31. X 19a 4. XI 19a 4. XI 19a	5,6 5,9 7,8 4,2 4,5	4 d 12 h 16 d 7 d 12 h 1 d 1 d	64,74 - 43,2 52,894 - 33,9 3,516 - 4,6 0,217 - 0,4 0,328 - 0,2		200 200 200 200 200	HMZ Sarajevo	Promatranje je ukupno 27 vrela u Bujičkom, Livnjskom, Sinjskom, Imotsko-Bekičkom i Virovitičkom polju, te Mostarskom Hrv. Buja utvrđena u vrelima Sinjskog i Imotskog polja, vjerojatno je, djelomično ili u cijelosti, ukla nadomak tokom Ričine od vrela do ponora u Bujičkom Hrv.
Horizont Livnjskog polja																			
13.	Bistričica (Rika)	Rinac (selo Mali Kablići)	717	15. VII 1959. 12. 30 *	0,548	Donosno 100,0	Vrelo ispod građevine (Perača) Silveka-Cetina Ruzica, Veliki-Cetina Malin - Cetina Korinac Ruda, Velika - Grab Opašine (Iskrovsko polje) Vratjak kod Dubaca		412 410 367 412 377 377 367 489 717	25,0 25,0 34,0 34,5 34,0 24,0 27,5 46,5 50,0	16,5 16,4 15,3 16,8 15,7 15,7 14,1 9,4 14,3						10 10 10 10 10 10 10 10 10	HMZ Zagreb	Pred spomenutih vrela promatranje su vrelima i na vrelima kod Stadišćica, te na vrelu Zrnovnice i Jadr, ali na njima nije utvrđena buja.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
14. Jaruga	Kamen	700	7. XII 1949.			osin 25,0	Dragović — Cetina		376	17,2	22,0		5,0		1,75—3,55		HMZ Zagreb	Promatrano su dva vrela na lijevoj obali Cetine od njenog izvora do Perule, ali se boja nije sigurno utvrdila. Ukupno je promatrano 21 vrela u dolini Cetine. Na pojave boje u Velikom vrelu Cetine spomenili su ovaj list.	
15. Tovarica	Čapradlje (I bojenje)	700	11. XI 1957. 14.50 s			fluorescent 30,0	Kreševac "		386	18,8	24,4		4,27		4,37—6,75		HMZ Zagreb		
							Duhar "		386	18,0	21,8		4,41		2,8—4,6				
							Potok "		386	17,2	25,5		6,25		0,44—0,88				
							Ruzin, Mali "		326	15,5	25,6		8,13		7,7—15,5				
							Veliko vrela Cetine		326	24,8	13,1								
16. Tovarica	Čapradlje (II bojenje)	700	21. IV 1958. 17.40 s	11,3		fluorescent 100,0	Vukovića vrela — Cetina		328	25,2	12,8						2,5	HMZ Zagreb	
							Veliko vrela Cetine		328	24,8	13,1								
							Proško vrela — Cetina		328	23,2	14,1								
							Radonjina vrela		326	20,0	16,1						18		
							Dragović "		376	17,2	21,7						2,5		
							Kreševac "		386	17,5	24,4						10		
							Duhar "		386	18,2	21,8						10		
							Potok Zastak "		386	17,2	25,4						10		
							Milovina "		386	14,3	27,7						10		
							Majdan "		386	14,4	27,5						10		
							Perula, Mala "		376	14,2	28,0						10		
							Perula, Velika "		376	14,1	28,7						10		
							Široka "		388	14,3	27,8						2,5		
							Vrela ispod Glavice — Cetina		401	14,3	28,0						10		
							Rakovac — Cetina		376	13,9	28,4						10		
							Ruzin, Mali "		326	13,1	27,2						20		
							Ruzin, Mali "		326	13,1	25,7						10		
							Ruzin, Veliki "		326	13,3	26,7						2,5		
							Mala "		401	14,1	28,1								
							Ponikve "												
17. Plovala	Veliki i opaki ponor	700	13. VII 1949.	2,32		uranin 25,0	Ruzin, Veliki "	5,32	358	13,5	26,5	25. VII 196	1,16		32,87—94		HMZ Zagreb		
18. Plovala	Veliki ponor	700	14. VII 1959.	1,06		fluorescent 100,0	Ruzin, Veliki "	18,1	358	13,5	26,5	2. III 3s	2,59		90,0—98		50	HMZ Zagreb	Promatrano je obuhvaćeno 18 vrela na lijevoj strani Cetine do vrela Grab u Slajskom poљу.
19. Plovala	Opaki ponor	700	8. VI 1959.	1,82		fluorescent 100,0	Ruzin, Veliki "		358	13,5	26,5		8,5					HMZ Zagreb	Promatrano je ukupno 8 vrela od Perule do Ovežje u Slajskom poљу, a glavina boje izlila je na vrela Ruzin Veliki.
							Košine "		388	14,0	26,3								
							Ruda, Velika "		388	17,1	21,2								
							Grab "		378	20,2	18,7								
20. Jaruga (Bafko Blato)	Proštrikova (I bojenje)	700	24. I 1949.	0,6		uranin 20,0	Ruda, Velika "		380	14,8	24,3							HMZ Zagreb	Promatrano su vrela na lijevoj strani Cetine od Ruzina do Grab (Slajsko poље), ali boja nije utvrdena.
21. Jaruga	Proštrikova (II bojenje)	700	20. XI 1959. 13.30 s			fluorescent 140,0	Ruda, Mala "				21,6							HMZ Zagreb	Ukupno je promatrano 17 vrela u dolini Cetine, Imotsko-Bokljskom poљу te vrela Jadra i Zrnovice u neposrednom slijedu Jadranskog mora.
							Ovežje "		380	18,0	20,0								
							Grab "		370	17,5	21,2								
							Vrućja kod Dubaca "		700	30,1	23,1								
							Gojsoli-Štadenca "		600	20,0	25,2								
							Jurjevac "		600	20,0	23,4								
							Kreševac "		402	20,0	23,2								
22. Jaruga	Slajski ponor	700	11. XI 1960. 15.45 s			fluorescent 150,0	Psudoko Jezero (Imotsko poље)	14,28	344	24,0	14,5							HMZ Zagreb	Ukupno je promatrano 11 vrela u dolini Cetine od Perule do Štadenca, 3 vrela u Imotsko-Bokljskom poљу, vrela Klok u dolini Tihotjine, Vrućja kod Dubaca te vrela Zrnovice i Jadra. Boja nije utvrdena jedino na vrelu Velika Ruda. Na vrelima koja nisu posebno navedena boja je utvrdena u manjim koncentracijama i povremeno.
							Jadra "		440	41,2	15,3								
							Opalac (Imotsko p.) "		440	28,2	15,6								
							Ruzin, Veliki "		350	29,6	21,8								
							Mala "		395	29,0	15,9								
23. Krišna	Stara Milnica	700	4. XII 1949.	8,0		osin 30,0	Ruda, Velika "	6,0	380	14,4	25,0		3,13		109,00—17,5		50	HMZ Zagreb	Promatrano su vrela na rubu Slajskog i Imotsko-Bokljskog poља te na Vrućju kod Dubaca, ali boja nije utvrdena.
24. Krišna	Stara Milnica (II bojenje)	700	19. V 1960. 13.30 s			fluorescent 150,0	Grab "	2,28	370	17,2	21,5		3,57		27,84—39,8		50	HMZ Zagreb	Promatrano je ukupno 16 vrela u dolini Cetine od Perule do Štadenca, 3 vrela u Imotsko-Bokljskom poљу, vrela Klok u dolini Tihotjine, Vrućja kod Dubaca te vrela Zrnovice i Jadra.
							Ruda, Mala "	0,430	340	15,5	21,9		2,72		6,336—4,27		50		
							Ovežje "	0,231	380	18,7	20,8		3,00		1,024—2,04		50		
							Košine "	0,735	370	25,7	14,4		1,95		1,206—0,87		50		
							Kreševac "	0,09	400	23,0	17,3		2,01		0,205—0,50		20		
							Zavrje "	0,053					2,30		0,342—0,34		50		
							Rajdačica "	0,14					1,48		0,200—0,07		5		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Hidrološki bilješki pojava																		
25.	Buzička zaravn	Mareline jama	431	21. IX 1958. 20.15 s	fluorencija 21,0	Slovenka Rakovac Mlinčina Majdan Rumica, Veliki Vrlo ispod građevine Crno vrlo Perača, Mala Rumica, Mali Rumica, Subi Perača, Velika Rumica, Mali Krvavica vrlo Vrlo ispod Glavice Vrlo ispod građevine	Slovenka Rakovac Mlinčina Majdan Rumica, Veliki Vrlo ispod građevine Crno vrlo Perača, Mala Rumica, Mali Rumica, Subi Perača, Velika Rumica, Mali Krvavica vrlo Vrlo ispod Glavice Vrlo ispod građevine	95 180 130 130 80 126 127 107 70 100 111 112 130 130	1,0 1,0	35,0 14,5 90,0 111,8 22,1 14,3 100,0 21,2	250 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	HMZ Zagreb	Obejana voda iz Mareline jame izlila je na svib II promatračkih vrlo u susjednom dijelu doline Cetine.					
26.	Buzička zaravn	Penkva kod bucoljpe B.103 (V. Matijević)	435	22. III 1958. 9.30 s	fluorencija 19,0	Krvavica vrlo Vrlo ispod Glavice Vrlo ispod građevine Pirok Zaniak Majdan Dragović Rumica, Subi Krvavica Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Vrlo ispod Glavice Majdan Crno vrlo Slovenka Mlinčina Perača, Mala	Krvavica vrlo Vrlo ispod Glavice Vrlo ispod građevine Pirok Zaniak Majdan Dragović Rumica, Subi Krvavica Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Vrlo ispod Glavice Majdan Crno vrlo Slovenka Mlinčina Perača, Mala	130 130 130 100 170 90 90 90 110 90 110 120 125 110 110 110	1,5 1,5	80,4 28,2 36,7 8,5 18,6 13,9 44,8 29,3 45,8 47,9 36,7 42,6 45,8 46,8 44,3	50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	HMZ Zagreb	Prilikom bujenja u penkva je oštećeno 42 m ² vode. Ukupno je promatrano 14 vrlo u susjednoj dolini Cetine.					
27.	Buzička zaravn	Jama Gobušića (I bujenje)	420	28. IV 1958. 13 sati	fluorencija 20,2	Pirok Zaniak Majdan Dragović Rumica, Subi Krvavica Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Vrlo ispod Glavice Majdan Crno vrlo Slovenka Mlinčina Perača, Mala	Pirok Zaniak Majdan Dragović Rumica, Subi Krvavica Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Vrlo ispod Glavice Majdan Crno vrlo Slovenka Mlinčina Perača, Mala	100 170 90 90 90 110 90 110 120 125 110 110 110	5,2 1,0	18,2 36,7 8,5 4,1 18,6 13,9 44,8 29,3 45,8 47,9 36,7 42,6 45,8 46,8 44,3	50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	HMZ Zagreb	Oš promatračkih vrlo koja se nije pojavila jedino na Dabro, Mlinčini, Rumica Velikom i Malom.					
28.	Buzička zaravn	Jama Gobušića (II bujenje)	420	2. X 1958. 16.35 s	fluorencija 30,0	Majdan Crno vrlo Slovenka Mlinčina Perača, Mala	Majdan Crno vrlo Slovenka Mlinčina Perača, Mala	120 125 110 110 110	1,0 1,0	36,7 42,6 45,8 46,8 44,3	50 50 50 50 50	HMZ Zagreb	Boja se pojavila u manjem intenzitetu i na svim ostalim vrloima na kojima je vršeno promatranje (Krvavica, Dabro, Perača Velika, Vrlo ispod građevine, Rakovac, Rumica Subi, Rumica Mali, Rumica Veliki i Mala).					
29.	Buzička zaravn	Pavčina (I bujenje)	480	15. IV 1957. 0.45 17.30 s	fluorencija 19,0	Majdan Perača, Velika Pirok Zaniak Vrlo ispod Glavice Mlinčina Perača, Mala Slovenka Rumica, Mali Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	Majdan Perača, Velika Pirok Zaniak Vrlo ispod Glavice Mlinčina Perača, Mala Slovenka Rumica, Mali Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	170 150 170 170 170 172 172 166 113 113 113 113 113 113 83 120 120 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113	3,0 3,0	30,0 32,1 41,4 31,6 42,2 35,3 43,5 29,7 33,3 42,6 35,3 21,7 33,3 43,5	50 50	HMZ Zagreb	Promatranje je vršeno na 16 vrlo u dolini Cetine od Dabro do Rumica, ali se boja nije nigdje pojavila.					
30.	Buzička zaravn	Pavčina (II bujenje)	480	15. IV 1958. 17.30 s	fluorencija 30,0	Majdan Perača, Velika Pirok Zaniak Vrlo ispod Glavice Mlinčina Perača, Mala Slovenka Rumica, Mali Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	Majdan Perača, Velika Pirok Zaniak Vrlo ispod Glavice Mlinčina Perača, Mala Slovenka Rumica, Mali Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	170 150 170 170 170 172 172 166 113 113 113 113 113 113 83 120 120 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113	0,27 0,27	30,0 32,1 41,4 31,6 42,2 35,3 43,5 29,7 33,3 42,6 35,3 21,7 33,3 43,5	50 50	HMZ Zagreb	Boja se pojavila u manjem intenzitetu i na ostalim promatračkim vrloima (Rakovac, Rumica Subi i Rumica Veliki).					
31.	Buzička zaravn	Vukovica podkva (I bujenje)	443	15. IV 1958. 12.37 s	fluorencija 30,0	Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Mali Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Slovenka Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Vrlo ispod Glavice Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	113 113 113 113 113 83 120 120 113 113 113 113 113 83 120 120 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113 113	6,5 6,30	31,6 42,2 35,3 43,5 29,7 33,3 42,6 35,3 21,7 33,3 43,5	50 50	HMZ Zagreb	Vrlo ispod građevine bilo je pod zapunom Cetine; boja je utvrđena prostim okom. U manjem intenzitetu boja se pojavila i na Rumica Velikom.					
32.	Buzička zaravn	Vukovica podkva (II bujenje)	443	16. IV 1958. 9.09 s	fluorencija 22,2	Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	Mlinčina Majdan Perača, Mala Perača, Velika Pirok Zaniak Rumica, Subi Rumica, Mali Rakovac Slovenka Vrlo ispod Glavice	113 113 113 113 113 113 113 113 113 113	0,27 0,27	35,3 42,2 35,3 21,7 33,3 43,5	50 50 50 50 50 50 50 50 50 50	HMZ Zagreb	Vrlo ispod građevine propustilo je Cetine. U manjem intenzitetu boja se pojavila i na Rumica Velikom.					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
13.	Bilobitka barvača	Vukovica pasjeka (III bojanje)	443	19. X 1968. 08.15 s		Dezinfekcija 50,0	Peruć, Mala Majnaš Peruć, Velika Šilovica Rakovac Kumina, Mali Kumina, Mali Kumina, Veliki Miločina	115 119 113 115 128 81 129 93 121	3,2 3,2 3,1 3,5 3,6 4,3	42,2 35,3 43,5 39,7 33,3 22,8							HMZ Zagreb	Od promatranih vrsta boja se nije pojavila jedina na Dušetu, Križevu i Vrhu lipod grafičine.	
14.	Boda (širjaka polje)	Gaberica	295	7. IX 1968. 12.40 s		Dezinfekcija 50,0	Čopaniš-Stadenci Kuzinov Kuzinski Jadri Zemunica Čopaniš-Stadenci Kuzinov Kuzinski	0,02 0,40 0,78 2,08 0,4 0,10 0,40 0,20	247 249 245 212 172 124 128 121	23,0 23,0 23,0 23,5 22,0 17,5 17,5 17,5	10,7 10,8 10,6 11,6 14,3 14,4 14,6 14,9	2 4 4 2 4 2 2	1 1 1 1 1 1 1	0,005 0,005 0,005 1,6 0,6 1,1 1,0		0,215 0,207 0,140 0,077 1,620 0,70	0,21 0,20 0,24 0,24 1,1 0,7	HMZ Zagreb	Ukupno su promatrana 3 vrsta u Inozetnom polju i 15 vrsta i vrsta uz obala.
15.	Četina	Grabov Mlin	272	11. IX 1968. 11 sat	0,072	Dezinfekcija 50,0	Kuzinski	0,20	121	17,5	14,9	2 2	1 1	1,0 1,0	11,2 11,2		HMZ Zagreb		

Napomena: HMZ — Hidrometeorološki zavod.

nekih godina voda ne povlači iz Blata u toku čitavog vlažnog razdoblja. Poplavni period traje od početka studenoga do polovice svibnja. Najčešće su poplave do nadmorske visine 702 m, pa se rubovi Blata iznad te visine obrađuju.

Svi otvoreni ponori Buškog Blata nastavljaju se u unutrašnjost prilično dugim i prostranim kanalima. Najveći ponor, Stara Mlinica, prohodan je oko 300 m. U prvoj polovini dno mu se postepeno spušta, tako da je na dužini 310 m od otvora oko 34 m ispod ravni polja, a dalje se blago diže. Ponor Liskovača prohodan je 142 m, a na oko 100 m od otvora dno je oko 25 m ispod ulaza. Podzemni kanal u produženju Sinjskog ponora ispitan je u dužini 161 m, a najniži dio njegova dna, na relativnoj dubini 8 m, nalazi se već na udaljenosti 45 m od otvora. Ponorom Proždrikoža može se proći oko 130 m, a najniža tačka dna, na relativnoj dubini 5 m, nalazi se 100 m u unutrašnjosti.

Među ostalim speleološkim objektima koji imaju važnu hidrološku funkciju ističu se Pećina ispod Kurtovine i Pećina ispod Kazaginaca. Prva je jedina estavela na rubu Buškog Blata, a duga je oko 130 m. Pećina ispod Kazaginaca nakon 670 m nastavlja se u neistražen vertikalni kanal. U istražnom dijelu dno se postepeno spušta u dužini 430 m oko 20 m ispod ravni polja, a zatim se uzdiže. U vrijeme visokih poplava ima funkciju ponora.

Karakteristično je da kanali svih ponora vrlo blago padaju prema unutrašnjosti, ali samo do izvjesne udaljenosti od otvora; nakon toga se postepeno uzdižu. Podzemne šupljine uglavnom su razvijene prema jugu i jugoistoku, a ispresijecane su velikim brojem pukotina različitih pravaca i dimenzija. Radi povećanja propusne moći, svi su ponori više puta čišćeni i obzidavani.

Do sada su više puta bojenjima utvrđivane podzemne veze ponora Buškog Blata s nižim horizontima (tab. XIII, bojenje br. 20 — 24; prilog 5). Ovim bojenjima neosporno je dokazana prijašnja pretpostavka da se glavina Buškog Blata odvodnjava prema vrelima na istočnom rubu Sinjskog polja, te prema još nekolicini vrela u dolini Cetine. Međutim, jedan dio boje iz Sinjskog ponora izišao je na Imotskom polju, pa čak i na vrelu Jadrta, dok je iz ponora Proždrikoža boja izišla u vrulji kod Dubaca. I u ovom slučaju može se postaviti kao neizvjesno da li boja na Vrulji, Jadru te kod Studenaca u fliškoj dolini donje Cetine nije ista ona boja koja je izišla na pritocima Cetine u Sinjskom polju, tekla Cetinom i kroz ponore u koritu Cetine došla na spomenuta vrela.

S obzirom na karbonatni sastav podine kvartarnih naplavina u Buškom Blatu, krševiti planinski okvir i mogućnost podzemnog protjecanja vode s viših vododrživih horizonata ispod površine Blata, lako je shvatiti da površinski otječe samo mali dio voda orografskog sliva Buškog Blata. Srebrenović je proračunao da se na površini i u podzemlju Buškog Blata stvara ukupno otjecanje od 38,8 m³/s. Od toga samo četvrtina izbija na površinu dok ostala količina vode, 27,1 m³/s, otječe podzemno (Srebrenović, dok. 1963,

dio II). Prema istom proračunu samo 0,5 m³/s dolazi u Cetinu nizvodno od Sinjskog polja, a ostala količina izvire na horizontu Sinjskog polja (sl. 10). Preko i ispod površine Buškog Blata stižu u tok Cetine najveće količine vode, 38,3 m³/s, što se može lako objasniti činjenicom da tu protječu vode s viših vododrživih horizonata Duvanjskog i Kupreškog polja.

CETINA — KOLEKTOR VODA JUGOZAPADNE BOSNE

Kompozitna dolina Cetine od izvorišta do istočnog ruba Sinjskog polja predstavlja posljednji vododrživi horizont, na kojem izbijaju vode s viših horizonata polja jugozapadne Bosne. Klastične naslage neogena i donjeg trijasa te antiklinalna struktura svilajsko-dinarske antiklinale sa značajnim razvojem dolomitskih serija stvaraju u dolini gornje Cetine vododrživu barijeru, koja je potpomognuta i zonom donjotrijaskih naslaga u južnom podnožju Svilaje. Zato gotovo sve vode koje površinski ili podzemno otječu višim horizontima polja jugozapadne Bosne izvire na lijevoj strani gornje doline Cetine i njenim koritom otječu prema moru. Prema najvećem kompleksu vododrživih naslaga na Sinjskom polju i njegovu sjeverozapadnom produženju najadekvatnije ih je sve nazvati vododrživim horizontom Sinjskog polja.

Izgradnjom brane Peruča u istoimenj sutjesci (1958), brane Prančevići u kanjonu Cetine kod Radovića (1961) i tunela kojim je tok Cetine od Prančevića skrenut kroz Mosor znatno su izmijenjene hidrološke osobine Cetine. U ovom radu nas ne zanima hidrološko stanje uvjetovano tehničkim zahvatima, iako usporedba s prijašnjim prilikama može dati važne podatke za utvrđivanje kretanja vode u kršu. Za takve usporedbe bit će nužno prikupljati raznovrsne podatke kroz duže vremensko razdoblje. Zato ću prikazati osnovne hidrološke karakteristike Cetine prije podizanja brana i odgovarajućih akumulacija.

Glavno vrelo Cetine je na sjevernom rubu Cetinskog polja. Voda izbija iz vertikalnog grotla širokog bunara dubokog oko 30 m. Vrelo nikada ne presuši, iako ponekad voda duže vrijeme ne izlazi iz grotla (npr. u VIII i IX mj. 1946). Za vrijeme jakih kiša u blizini vrela završava velika bujica koja se slijeva s Kijevske zaravni i Uništa. U središnjem dijelu Cetinskog polja Cetina prima brojna vrela na sjeverozapadnom rubu polja, među kojima se ističu: Kotluša, Nele, Veliko i Malo vrelo kod Čitluka, Vukovića vrelo, te Botičino i Miloševo vrelo. Ova vrela rijetko kada presuše, a nikada istovremeno. Njihovim tokom priteče u Cetinu više vode nego što je daje glavno vrelo. Iz temperature vode može se zaključiti da najjužnije od ovih vrela, Kotluša, prima padalinsku vodu sa susjednog planinskog područja Kozjaka, dok sva ostala vrela dobivaju vodu s Kijevske zaravni, planinskog okvira Dinare, te podzemne tokove iz Livanjskog polja. Uz istočni rub Cetinskog polja su Preočko vrelo, Jaža i Barišića vrelo.

U jugoistočnom rubu Cetinskog polja, ispred Garjačke sutjeske, Cetina prima Česmu koja odvodnjava Vrličko polje, a podzemno prima vodu i sa susjednog planinskog okvira.

S verfenskih naslaga u Koljanskom polju pritječe u Cetinu Sinobadaša. Na sjeveroistočnom kontaktu neogenskih i karbonatnih naslaga izviru Radonjino i Dragovića vrelo, gdje je utvrđena podzemna veza s ponomorom Čaprazlije u Livanjskom polju (tab. XIII, bojenje br. 16; prilog 5).

U Ribaričkom polju dotječe u Cetinu voda jakog krškog vrela Dabar. Na istoj strani su i vrela Kreševo i Zasiok. U jugozapadnom obodu polja usječena je suhodolina Draga, kojom samo za jakih kiša otječe voda iz Otišičkog polja.

Dok se sva spomenuta vrela nalaze uz rubove polja, ili u krškom zaleđu vododrživih naslaga polja (Dabar), u vapnenačkoj sutjesci Peruče ima nekoliko vrlo jakih vrela na lijevoj strani korita. Njihov se položaj u vapnencima može objasniti zonom vododrživih neogenskih naslaga južno i jugozapadno od zaravni Derven. To su Majdan, Crno vrelo, Peruča i Silovka. Nizvodnije od ovih vrela, s desne strane u sutjesku Peruče, završava suhodolina Corina draga, kojom se povremeno odvodnjava Satričko polje.

Na sjeveroistočnom obodu Hrvatačkog polja su jaka krška vrela: Veliki, Mali i Suhi Rumin, te Rakovac i Malin. Na desnoj strani s vododrživih trijaskih i neogenskih naslaga Cetina prima bujičave pritoke Vojskavu i Karakašicu.

Vrela uz lijevu obalu Cetine, od Zasioka u Ribaričkom do Malina u Hrvatačkom polju, pored dokazanih veza s horizontom Livanjskog polja, dobivaju vodu i od povremenih tokova i padalina u neposrednom zaleđu s Biteličke-zaravni (tab. XIII, bojenje br. 25—33).

Sinjsko polje, u skladu s hidrološkim položajem i veličinom, zadržava najveće količine podzemnih voda s orografskih slivova polja jugozapadne Bosne. Na njegovu istočnom obodu izbija glavina voda s horizonta Kupreškog i Duvanjskog polja, te Buškog Blata. Najveća vrela su Velika i Mala Ruda, te Grab, koji s vodom vrela Ovrlja čini prtok Cetine Rudu.

U kanjonu Cetine između Trilja i Zadvarja nema nijednog stalnog vrela. Samo za vrijeme kiša neposredno iznad korita s lijeve strane izbija nekoliko vrela, među kojima se ističu vrela nizvodno od Cikote. U vrijeme jakih kiša ta vrela daju i nekoliko desetaka m³/s.

Fliška dolina donje Cetine ima mnogo vrela, ali se izdašnošću ističe jedino grupa vrela Studenci: Gojsolića, Remušića i Jurjevića vrelo.

Alogenski tok Cetine, dug 105,5 km, podzemnim dotokom prima, dakle, vodu s orografskih slivova polja jugozapadne Bosne uglavnom u dijelu do napuštanja Sinjskog polja. Zato će protoke u tom dijelu toka najbolje odražavati količine voda koje pritječu s viših vododrživih horizontata.

Režimi i prosječne protoke većine vrela nisu registrirani. Ove hidrološke vrijednosti proizici će iz zbirnog utjecaja vrela na protoke vodomjernih profila u pojedinim dijelovima toka. U tu svrhu najpogodniji su vodomjerni profili Vinalić, na početku sutjeske Garjak, Silovka u sutjesci Peruče nizvodno od grupe jakih vrela (Majdan, Crno vrelo, Peruča, Silovka i druga), Han u Obrovačkoj sutjesci i Gardunska Mlinica kod Trilja na početku kanjona.

Hidrološkim odnosima koje je dao Srebrenović (dok. 1963) proračunate su i shematski prikazane (vidi sl. 10) količine voda koje s pojedinog dijela vododrživog horizonta Livanjskog polja podzemnim putem priteču u Cetinu. Taj pritečaj prilagođen je stvarnim prosječnim protokama Cetine na pojedinim vodomjernim profilima (tab. XVII). Međutim, rezultati bojenja podzemnih tokova upućuju na složenije hidrološke veze između vododrživih horizonata Livanjskog i Sinjskog polja (prilog 5).

TAB. XVII PROSJEČNE MJESEČNE I GODISNJE PROTOKE NA VODOMJERIMA CETINE ZA HIDROLOŠKO RAZDOBLJE 1924/25. — 1953/54. (30 god.) U m³/s

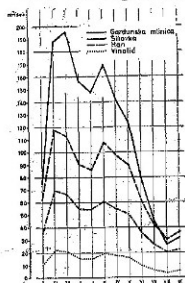
Table XVII Average monthly and annual water flow in cu.m/sec. at the water-mark of the Cetina river during the hydrological period from 1924/25 to 1953/54 (30 years)

Vodomjer	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	X	god.
Vinalić	10,5	22,2	20,7	15,6	14,9	19,2	17,3	15,7	9,9	6,1	3,7	5,2	13,4
Silovka	35,2	68,2	66,4	54,8	34,5	60,6	54,3	51,0	35,7	25,7	20,1	22,2	45,4
Han	61,7	117,8	112,4	90,6	85,9	107,6	97,4	90,1	61,6	41,6	29,6	35,9	77,7
Gardunska Mlinica	74,6	187,5	195,2	157,2	148,1	167,8	142,8	124,9	79,5	45,7	26,1	31,0	115,0

Režim protoka pokazuje neka vrlo značajna svojstva (sl. 13). U prvom redu treba konstatirati da su na svim vodomjernim profilima protoke 7 mjeseci (XI—V) iznad srednjih godišnjih vrijednosti, a 5 mjeseci (VI—X) ispod. Znači da sušni period traje kraće, ali protoke u tom razdoblju više odstupaju od godišnjeg prosjeka nego u vlažnom razdoblju. Oscilacije vodostaja nizvodno se povećavaju i sve više dolazi do izražaja primarni jesenski maksimum. Osobitu pažnju privlači manja protoka u najsušnijim mjesecima, VIII i IX, na protjecajnom profilu Gardunska Mlinica u odnosu na uzvodni vodomjer u Hanu. Ovo se tek djelomično može objasniti većim ishlapljivanjem na nešto širem i vijugavom toku kroz Sinjsko polje, a ukoliko je konsumpciona krivulja za Gardunsku Mlinicu tačna, treba pretpostaviti da već u početnom dijelu kanjona Cetine kod Trilja dolazi do poniranja vode u koritu. Poniranje vode na jugoistočnom rubu Sinjskog polja utvrđeno je i bojenjem (tab. XIII, bojenje br. 34; prilog 5).

O gubicima vode kroz ponore u koritu Cetine između Trilja i Zadvarja postoje brojni dokazi. Tako je npr. 12. VII 1949. u Trilju izmjerena protoka od 33,6m³/s, a u Blatu 32,3m³/s, tj. 1,3 m³/s ma-

nje; 20. VII 1949. u Trilju $27,7\text{ m}^3/\text{s}$, a u Blatu $26,6\text{ m}^3/\text{s}$, odnosno $0,86\text{ m}^3/\text{s}$ manje. O poniranju vode u kanjonu Cetine uvjerio sam se i neposrednim opažanjima na terenu. Najveće gubljenje vode može se zapaziti uz desnu stranu korita kod Rošča, Čikota i Blata. Poniranje vode u koritu utvrđeno je i bojenjem ponora Grabov Mlin (tab. XIII, bojenje br. 35; prilog 5). Na osnovu usporedbe protoka Cetine kod Trilja i Blata može se konstatirati da u kanjonu Cetine za vrijeme male i srednje protoke ponire oko $2\text{--}3\text{ m}^3/\text{s}$. Budući da je i nizvodno od Blata uočeno vrlo jako poniranje, znači da je ukupno poniranje znatno veće. Ipak je, zahvaljujući površinskom otjecanju s neposrednog sliva u fliškoj dolini donje Cetine te grupi vrela Studenci, protoka Cetine u Tisnim Stinama, tj. nešto uzvodnije od uspora Cetine uslijed morske razine, u vlažnom razdoblju oko $8\text{--}11\%$ veća nego u Gardunskoj Mlinici.



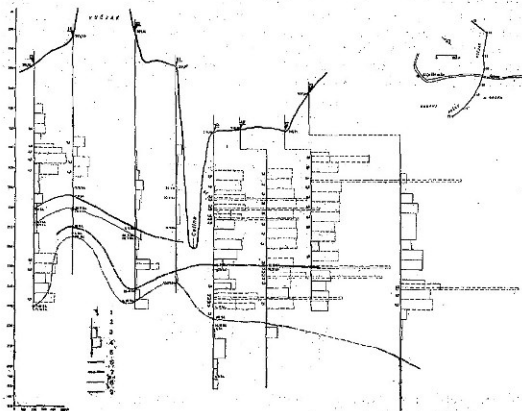
Sl. 13. Grafikon srednjih mjesečnih protoka na vodomjerima Cetine u razdoblju 1924/25 — 1954/55.

Fig. 13 A graph of the average monthly water flow at the watermarks of the Cetina during the period from 1924/25 to 1954/55

Poniranje vode u kanjonu Cetine zavisi uglavnom od dva faktora: zasićenosti podzemlja vodom i nanosu vododrživih čestica. Kako je zasićenost podzemnih šupljina na stranama korita u neposrednoj ovisnosti o padalinama, bit će poniranje u vlažnom razdoblju mnogo manje nego u sušnom. Iako je Cetina tipičan krški tok, ona nosi znatne količine suspendiranog nanosa uglavnom iz vododrživih pobrđa. U razdoblju 1955 — 1963. ušlo je u kanjon Cetine kod Trilja godišnje u prosjeku $98\ 118\text{ t}$ nanosa, odnosno prosječno $30,4\text{ g/m}^3$ vode.⁶⁸ Ova j nanos završava uglavnom na ušću

68) Ove vrijednosti sam izračunao na osnovu podataka u elaboratima Hidro-meteorološkog zavoda Hrvatske (dok. 1961. b i 1964).

Cetine u more, ali povremenim zadržavanjem u koritu i ispunjavanjem pukotina na dnu i stranama korita u kanjonu nanos ima značajnu ulogu u smanjivanju poniranja vode između Trilja i Zadvarja.



Sl. 14. Profil podzemnih vodostaja i vodopropusnost na geološkim bušotinama uz Cetinu kod Prancevića (prema elaboratu ing. Pavlina, »Elektroprojekt«, Zagreb); 1. geološka bušotina s brojem i kotom, 2. dio bušotine bez mjerenja vodopropusnosti (VDP), 3. VDP 1 mm = 1 lit./min/m — 10 atm, 4. VDP 1 lit./min/m' — postignuti pritisak veći od 10 atm, 5. podzemni vodostaj u određenom danu, 6. vodostaj 7. V 1954. i 12. XI 1954. 7. pretpostavljeni vodostaj 7. V 1954. i 12. XI 1954., 8. vodostaj 26. V 1954., 9. najniži izmjereni vodostaj

Fig. 14 1 — A geological drill hole with number and height above sea level, 2 — part of the drill hole without measured permeability (VDP), 3 — VDP 1 mm = 1 litre min/m' — 10 atm, 4 — VDP 1 litre/min/m' — at a pressure below 10 atm, 5 — the underground water level on a definite day, 6 — water level on May 7 and November 12, 1954, 7 — supposed water level on May 7 and November 12, 1954, 8 — water level on May 26, 1954, 9 — the lowest water level measured

U unutrašnjosti krških zaravni oko Cetine, uz sutjesku Peruče i kanjon kod Prancevića, istražnim bušotinama utvrđene su različite podzemne vode (Pavlin, 1960, 1961 i 1962; Magdalenić, 1965 i dok. 1958). Ovom prilikom smatramo nužnim da upozorimo na postojanje vremenski promjenljivih nivoa podzemne vode, koja je, osim toga, u različitim bušotinama istovremeno na različitoj visini (vidi sl. 14). Općenito je utvrđeno da je u vlažnom razdoblju podzemni vodostaj viši od vodostaja Cetine, a u sušnom razdoblju obratno. Za vrijeme visokih vodostaja opći smjer kretanja podzemne vode je k Cetini, a kod niskih vodostaja u suprotnim smjerovima. Magdalenić smatra da u području bazena Prancevići kod srednjih i visokih voda postoji povezani nivo podzemne vode, dok se kod niskih vodostaja voda »kreće više manje izdvojenim pukotinama« (Magdalenić, 1965, 402).

Vrlo zanimljivi rezultati dobiveni su mjerenjem vodopropusnosti u bušotinama. Intenzitet okršnosti znatno je različit u pojedinim bušotinama, a i u svakoj pojedinoj bušotini okršnost je na različitim dubinama veoma varijabilna (sl. 14). Ipak se može konstatirati da se na izvjesnoj dubini intenzitet okršnosti naglo smanjuje, pa u većim dubinama praktički i ne postoje vodopropusne pukotinske šupljine.

Rezultati egzaktnih istraživanja kanjonskog korita Cetine i susjednog krškog podzemlja pokazuju velike prostorne razlike okršnosti u pojedinim dijelovima krških tokova i u krškoj masi u cjelini. Zato je npr. beskorisna sugestija Ršumovića da se izračunava »indeks skrašćenosti kraških tokova i terena« (Ršumović, 1960).

Odras geološkog sastava nije samo vidljiv u tri osnovna dijela doline Cetine. On dolazi do izražaja i u uzdužnom profilu toka (prilog 6). Prosječan pad Cetine od glavnog vrela, koje se nalazi na nadmorskoj visini 381 m, do ušća kod Omiša iznosi 3,61 promila.⁶⁹ Međutim, postoje u prvom redu velike razlike pada u tri osnovna dijela toka. U gornjem toku, od izvora do Trilja, prosječni pad je 1,78 promila. Ali su i tu velike razlike između pojedinih dijelova. U sutjeskama pad je vrlo velik (Garjačka sutjeska oko 10 promila, Peruča 4 promila itd.), dok je u poljima neznačan (Sinjsko polje manje od 0,50 promila). Srednji dio toka, tj. u kanjonu ima vrlo veliki prosječan pad od 4,58 promila. U ovom dijelu najmanji je pad u fliškoj zoni Blata (1,82 promila), a najveći do 2 km uzvodno od ove fliške zone (8,79 promila). Kanjon Cetine prelazi u flišku dolinu donje Cetine vodopadom Gubavica. Preko nekoliko kaskada, među kojima su najveće Velika (48 m) i Mala Gubavica (7 m), tok pada ukupno 110 m. Prosječan pad toka u dijelu fliške doline do Radmanovih Mlinica, gdje Cetina dolazi pod uspor mora, iznosi 3,81 promila. I u ovom dijelu pad

69) Prema Đukiću (1952, 184) prosječni pad Cetine iznosi 3,78 promila. Razlika je zbog toga što Đukić uzima nešto malo manju dužinu toka (103 km).

je veći na mjestima gdje se Cetina probija kroz vapnenačke grebene. Tako je u Tisnim stinama pad 8 promila.

Ako se stjenovita podloga donjeg toka Cetine produžuje nizvodno ispod aluvijalnih nanosa jednakim padom od 3,81 promila (toliki pad je utvrđen do Radmanovih Mlinica), proizlazi da bi na ušću stjenovito erozivno korito Cetine bilo na dubini od 23 m ispod morske razine. Međutim, istražnom bušotinom u koritu Cetine kod srušenog omiškog mosta ni na 60 m dubine nije se naišlo na čvrstu stjenovitu podlogu.⁷⁰ To znači da je probojnica na ušću Cetine usječena preko 60 m ispod morske razine, odnosno da je pad stjenovite podloge donje doline Cetine u području gdje je ona prekrivena kvartarnim naplavinama više nego dva puta veća od uzvodnog. Iz te činjenice zaključujemo da je postpleistocenskim izdizanjem morske razine potopljen dio fliškog toka Cetine prije nego su erozivni procesi uspjeli formirati više-manje jednoličan pad čitavog fliškog toka.

Prikazanim padom toka Cetine uočava se da je njena dolina, mladi hidrogeološki oblik u kojem manje otporne neogenske i kvartarne naslage imaju uravnijen položaj (polja), dok sporim erozivnim razaranjem tok u vapnencima (kanjon i sutjeske) zaostaje u razvoju ravnomjernog uzdužnog profila. Zato je u tim otpornijim stijenama nagib toka veći, a njihov kontakt s manje otpornim stijenama redovito je izražen većim padom uzdužnog profila Cetine.

Srednji, odnosno kanjonski tok Cetine klasičan je primjer alogenskog toka u kršu. Cetina se uspijeva održati u kanjonu jedino većom količinom vode nego što je kapacitet ponora u njezinu koritu, odnosno zahvaljujući povremenom zasićenju pukotina oko korita i nanosu kojim ispunjava pukotine u koritu i oko njega.

Ali nije samo srednji dio toka alogenski. S obzirom na sadašnje protoke i one koje bi Cetina imala sa svog orografskog sliva, možemo tvrditi da osobine alogenskog toka ima čitav tok Cetine. Bez vode s viših horizonata, s polja jugozapadne Bosne, Cetina bi bila periodični tok s prosječnom protokom od kojih 36 m³/s na ulazu u kanjon kod Trilja, tj. imala bi manje od trećine sadašnje protoke.

OPĆE OSOBINE PODZEMNOG OTJECANJA U SLIVU CETINE

Ova ujednostavnjena razrada najvažnijih tokova i njihovih slivova dopušta izvođenje nekih zaključaka o općim osobinama podzemnog kretanja vode u kršu hidrološkog sliva Cetine.

Na čitavom planinskom krškom području sve padalinske vode uglavnom neposredno poniru u podzemlje. Povremeno jake kiše, a naročito pljuskovi, stvaraju na pojedinim planinskim padina-

⁷⁰) Ovaj podatak sam dobio za vrijeme samog bušenja, u ljetu 1953. god. od tehničara koji je rukovodio bušenjem.

ma bujice, koje su naročito vezane za dolomitske terene. Međutim, bujičavim krškim tokovima dolaze na vododržive horizonte polja jugozapadne Bosne i gornje doline Cetine gotovo beznačajno male količine vode.

Padalinska voda, koja se gustom mrežom površinskih pukotina procjeđuje u unutrašnjost krša, prilagođuje se razgranatom sistemu pukotina i po zakonima sile teže i hidrostatičkog pritiska teče u smjeru hidrološke baze, koju za glavninu podzemnog otjecanja u slivu Cetine predstavlja vododrživi horizont gornje doline Cetine.

Brojnost pukotina omogućava i u podzemlju brzu koncentraciju otjecajnih voda. Međutim, u vrijeme većeg pritjecanja vode u pojedine pukotine koje ne mogu primiti svu vodu dolazi u podzemlju često do račvanja otjecajnih tokova.

Najveća specifičnost podzemnog otjecanja je u velikoj varijabilnosti korištenja pukotinskih šupljina. To je prvenstveno u vezi s različitim količinama pritjecanja vode, odnosno s režimom padalina. Međutim, pored tih sezonskih razlika, može doći i do stalnih promjena u podzemnom otjecanju. Te su promjene najčešće izazvane korozivnim proširivanjem pukotinskih šupljina, ali i njihovim zatrpavanjem nanosima s površine. Sve to ukazuje na stalne i povremene promjene kojima je podložno podzemno otjecanje padalinske vode.

Položaj hidrološke baze uvjetuje podzemno otjecanje suprotno geološkim strukturama dinarskog pravca, tj. prema jugozapadu. Zato veliku hidrološku ulogu imaju poprečni rasjedi i pukotine oko kojih se vrši osnovna koncentracija podzemnih voda.

Na svom putu prema gornjoj dolini Cetine vode s planinskog područja jugozapadne Bosne djelomično su zadržane serijama vododrživih klastičnih sedimenata koji ispunjavaju poljska udubljenja. Zato jedan dio protjecajnih padalinskih voda izvire na kontaktu s vododrživim naslagama i preko njih površinski otječe, dok drugi dio voda podzemno zaobilazi ili podilazi vododrživu barijeru. Na poljima jugozapadne Bosne zadržan je manji dio podzemnog procjeđivanja kroz susjedno planinsko područje, a veći dio otječe podzemljem. Vododrživi horizont Sinjskog polja zadržava, međutim, gotovo sve vode s orografskih slivova polja jugozapadne Bosne, bilo da do vrela u dolini Cetine teku isključivo podzemno ili se odvodnjavaju i djelomičnim površinskim tokovima preko polja. Važno je da je odnos voda koje izbijaju na površinu pojedinih vododrživih horizonata i onih koje neposredno, tj. podzemno otječu prema Cetini u različitim hidrološkim uvjetima promjenljiv. Naime, u vlažnijim razdobljima uglavnom se povećava odnos površinskog otjecanja, a u sušnim razdobljima podzemnog.

Vododrživi horizonti, površinskim izbijanjem podzemnih voda i površinskim otjecanjem padalinskih voda, vrše veliku i raznovrsnu hidrološku funkciju. Na vododrživim naslagama polja dolazi do jake koncentracije vode u pojedine tokove. Redovito brojnim vrelima i izvorima na jednoj strani polja korespondiraju

malobrojni ponori na drugoj. Za razliku od disperznog poniranja padalina na planinskim masivima, na rubovima polja u velikim otvorenim ponorima koncentrirano poniru goleme količine vode.

U nastavku ponora između dva susjedna vododrživa horizonta odvija se trovršno podzemno otjecanje. U prvom redu kroz podzemlje između dva vododrživa horizonta teku mali tokovi koje hrane padalinske vode s neposrednog planinskog područja. Ovo je otjecanje redovito u najvišem položaju. Drugu vrstu otjecanja čine veliki podzemni tokovi u nastavku ponora na rubu višeg vododrživog horizonta. Napokon, trećoj grupi pripadaju u pravilu najniži podzemni tokovi koji dolaze s udaljenijeg, odnosno uzvodnijeg planinskog područja, a višu vododrživu barijeru podzemno zaobilaze ili podilaze. Shvatljivo je da mogućnošću međusobnog spajanja ovih triju različitih vrsta otjecanja u vremenski i prostorno promjenljivim hidrološkim uvjetima dolazi do vrlo zamršenog odnosa podzemnog otjecanja, a time u krajnjem slučaju i do osnovnog razloga brojnim teoretskim postavkama o cirkulaciji vode u kršu.⁷¹ Nesuglasice mogu biti uklonjene jedino spoznajama kao rezultatu egzaktnih mjerenja, dugotrajnih i savjesnih opažanja, te kompleksnih istraživanja. U hidrološkom slivu Cetine u tom je smislu mnogo napravljeno, ali smo daleko od toga da nam rezultati dosadašnjih mjerenja, opažanja i istraživanja mogu poslužiti rješenju svih nepoznanica složene hidrologije krškog podzemlja. Na osnovi različitih mjerenja, proračuna i istražnih radova upozorili smo na neke najznačajnije osobine cirkulacije vode u ovom krškom podzemlju. Rezimirajući rezultate izvršenih bojenja ponora na rubovima polja jugozapadne Bosne, smatramo potrebnim da istaknemo još neke važne činjenice.

Na grafičkoj predodžbi utvrđenih podzemnih veza (prilog 5) pravcima je označena povezanost pojedinih ponora s vrelima na nižim vododrživim horizontima. Iako je u slivu Cetine izvršen relativno velik broj bojenja (ukupno 35), treba napomenuti da taj broj ni približno ne zadovoljava. Pored već istaknutih nedostataka, važno je istaći da utvrđeni rezultati odražavaju uglavnom stanje povezanosti u tadašnjim hidrološkim uvjetima.

Već i u onim najosnovnijim podacima vidljiva je velika složenost podzemnog kretanja vode u slivu Cetine. Podzemni tokovi u podzemlju na različitim se udaljenostima od ponora i vrela račvaju, spajaju i ukrštavaju. Ni jedan ponor ne izbija samo na jednom vrelu, a ni jedno vrelo ne dobiva vodu samo od jednog ponora.

Prilikom izvođenja bojenja konstatirane su vrlo velike razlike u koncentraciji istekle boje na pojedinim vrelima, pa i na istom vrelu prilikom ponovljenog bojenja (tab. XIII). Registri-

71) Zato i noviji pokušaj B.P. Jovanovića (1959) da ujednostavi i shematizira morfogogenetske i hidrološke procese u kršu ne može naći primjenu u mnogo kompleksnijim i prostorno raznolikim stvarnim osobinama krških krajeva.

rane vrijednosti kreću se od 1 do 250 mg/s. Još su značajniji i varijabilniji podaci o brzinama podzemnog toka do prve pojave boje. Utvrđene vrijednosti kreću se između 0,6 i 23,9 cm/s. Kada uz to imamo na umu da je boja koja je odjednom ubačena u jedan ponor na vrelima istjecala i do (tab. XIII, bojenje broj 35) 48 dana da je redovito na vrelima konstatirana relativno mala količina ubačene boje, a u više slučajeva ubačena boja nije utvrđena ni na jednom vrelu, proizlazi da se veza između ponora i vrela održava preko vrlo složenih podzemnih tokova, koji mjestimično prolaze kroz prostrane bazene i povremeno ih ispunjavaju. U podzemnim šupljinama stvaraju se goleme zalihe vode koja se prema vrelima iscjeđuje i u sušnom razdoblju. Istu retencionu ulogu imaju i poplave polja.

U vlažnom razdoblju voda potpuno ispunjava povezane pukotinske šupljine i na većim prostranstvima pa se stvaraju izvjesni povezani nivoi podzemne vode, a zasićenost šupljina osnovni je uzrok brzom nadolasku poplava u poljima i relativno malom kapacitetu ponora dok traju poplave. Ispražnjenost podzemlja nakon ljetnog sušnog razdoblja razlog je da do jesenskih poplava padnu velike količine padalina, a mnogo manje količine padalina izazivaju poplave zimi i u proljeće.

Podzemne retencije imaju vrlo veliko značenje za ravnomjerniji režim krških vrela, ali one samo produžuju vlažno hidrološko razdoblje i ne mogu ga potpuno nadoknaditi.

U kršu sliva Cetine postoji, dakle, vrlo složena cirkulacija vode čiji je konačni recipijent korito Cetine. Nastojali smo prikazati tu složenost i objasniti reljefne i geološke uvjete otjecanja, da bi u nastavku razvoj današnjeg kretanja vode mogli promatrati u međuzavisnosti s razvojem krškog reljefa.

MEĐUZAVISNOST EVOLUCIJE KRŠKOG RELJEFA I CIRKULACIJE VODE

U dosadašnjim poglavljima prikazani su izgled, petrološki sastav i geološka građa pojedinih reljefnih cjelina. Željeli su se pokazati njihovi međusobni prostorni odnosi i procesi koji sada djeluju u njihovu oblikovanju. Izložene su osnove sadašnjeg složenog kretanja vode u krškom podzemlju, s naročitim naglašavanjem na značenje vododrživih horizonata u poljima jugozapadne Bosne i gornje doline Cetine.

Dosadašnja izlaganja trebala bi nam poslužiti kao osnova pomoću koje bismo mogli rekonstruirati razvoj cjelokupnog krškog reljefa u području hidrološkog sliva Cetine te objasniti postanak pojedinih reljefnih cjelina, a sve to u međuzavisnosti s cirkulacijom vode, osnovnim faktorom u oblikovanju krša.

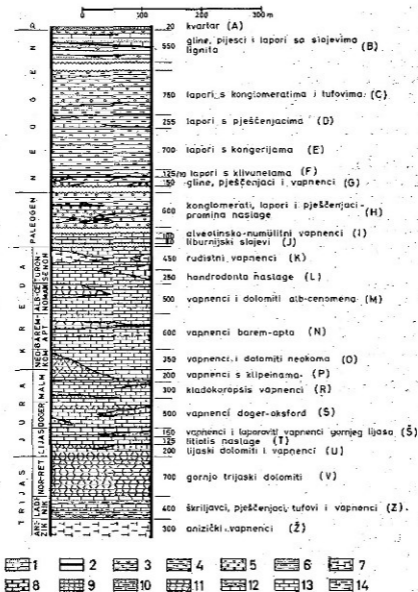
Pri ovom nastojanju imalo se na umu to da hidrološki sliv Cetine zauzima centralni dio Dinarskog gorja, da je glavna morfogenetskih procesa identična na čitavom području i da su Dinaridi u cjelini dio velikog alpskog orogena. Dinarski krš, osim toga, mali je dio krša na Zemljinoj površini. Sve je to zahtijevalo da se, pored uočavanja posebnih uvjeta razvoja krških oblika u ovom ograničenom prostoru, uzmu u obzir i neki naučni rezultati postignuti izvan ovog područja, tj. opća dostignuća u proučavanju evolucije reljefa Dinarida, u tektonici alpskog orogena i u objašnjavanju uvjeta razvoja specifičnih krških procesa.

Držimo najsvrsishodnijim da rekonstrukciju krškog reljefa započnemo s onom etapom u geološkoj prošlosti u kojoj je došlo do okopnjavanja stijena u kojima je razvijen krš, te da postupno pratimo evoluciju reljefa i hidrologije na tim stijenama od vremena njihova izdizanja do danas.⁷² S obzirom na opsežnost preuzetog zadatka i opći cilj geografskog rada da se utvrde i objasne sadašnji procesi na Zemlji, starije i geološkim metodama bolje proučene etape i zbivanja imat će u ovoj obradi manje značenje u odnosu na mlađa geološka razdoblja, čija su zbivanja u današnjem krškom reljefu ostavila veće tragove.

OKOPNJAVANJE I TEKTONSKI POKRETI KAO OSNOVA KRŠKOG PROCESA

Krški reljef u hidrološkom slivu Cetine razvijen je pretežno u mezozojskim karbonatnim stijenama, vapnencima i dolomitima. Karbonatne stijene iz kenozojske ere, foraminiferski vapnenci i vapnenački konglomerati eocena imaju malo prostranstvo. Debljina i sastav mezozojske serije u pojedinim dijelovima sliva Cetine znatno se razlikuju, ali je karakteristično da od prvih karbonatnih naslaga, u anizičkom katu srednjeg trijasa, pa sve do kraja krede na čitavom ovom području postoji gotovo isključivo karbonatni razvoj mezozoika, koji je trajao više od 110 milijuna godina (po Ščerbakovu; vidi Herak, 1960, 158). Debljina kontinuirane serije mezozojskih karbonatnih naslaga u području jugozapadne Bosne iznosi iznad 5000 m (sl. 15; Papeš i suradnici, 1964, 113). Ova serija prekinuta je jedino djelomičnim klastičnim razvojem ladiničkog kata srednjeg trijasa u kojem, pored vapnenaca, značajan udio imaju škriljavci i pješčenjaci, te tufovi. Sličnu debljinu mezozojskih karbonatnih sedimenata imamo i u području orografskog sliva Cetine, s razlikom što uslijed emerzije nije razvijen srednji i gornji trijas, ali je moćnost gornjokrednih naslaga znatno veća.

72) U ovom slučaju smatram da će se složena zbivanja moći lakše objasniti i razumjeti ako se pri njihovom rekonstruiranju ne upotrebi metoda retrospektivnog analiziranja geografske stvarnosti, iako se inače ova metoda u sadašnje vrijeme mnogo koristi i ima za geografsku interpretaciju prostora velike prednosti (Friganović, 1963).



Sl. 15. Litostratigrafski stup mezozojskih i tercijarnih naslaga na području Livna, Duvna i Glamoča (po Papešu, Luburiću, Sliškoviću i Raiću, 1964): 1. pijesak, 2. ugljeni sloj, 3. gline, 4. lapori, 5. konglomerati, 6. pješčenjaci, 7. grebenski vapnenci, 8. bijeli gusti vapnenci, 9. ooliti vapnenci, 10. laporoviti vapnenci, 11. uslojeni i slabo uslojeni dolomiti, 12. škriljavci, pjeskoviti lapori i vapnenci, 13. uslojeni vapnenci, 14. slabo uslojeni vapnenci

Fig. 15 A lithostratigraphic column of Mesozoic and Tertiary sediments in the area of Livno, Duvno and Glamoč (according to Papeš, Luburić, Slišković and Raić, 1964): 1 — sand, 2 — coal seam, 3 — loam, 4 — marl, 5 — conglomerations, 6 — sandstone, 7 — ridge limestone, 8 — dense white limestone, 9 — oolitic limestone, 10 — marly limestone, 11 — stratified and poorly stratified dolomite, 12 — slate, sandy marl and limestone, 13 — stratified limestone, 14 — poorly stratified limestone

Najstarije tragove okopnjavanja karbonatnih sedimenata možemo svrstati u starokimerijsku orogenetsku fazu (Stille, 1924 i 1949), tj. u konac trijasa, kada je počeo alpski orogenetski ciklus. Na takav zaključak upućuje stratigrafska praznina u planinskom području sjeverozapadno od Glamočkog (kod Halapića) i Livanjskog polja (kod Grkavaca), izražena nedostatkom starijih naslaga lijasa (Papeš i suradnici, 1964, 108). Tektonski pokreti u toj fazi ne samo da su zahvatili malo prostranstvo već su bili slabog intenziteta, što se ogleda i u relativno maloj diskordanciji unutar jurskih naslaga.

Od konca trijasa pa sve do konca krede na ovom području nije bilo značajnijih orogenetskih pokreta. Geološka zbivanja pretežno su karakterizirana oscilacijama dubine mora i promjenama u sedimentaciji. U gornjoj kredi, laramijskom orogenetskom fazom započinje regresija, odnosno izdizanje karbonatnog kopna, koje je pratilo i stanovito boranje.

Kopneno razdoblje prekinuto je transgresijom koja je najvjerojatnije počela već u paleocenu. Početak transgresije obilježavaju liburnijski slojevi. U malim izdvojenim bazenima nataložena je serija slatkovodnih, brakičnih i marinskih vapnenaca (Papeš i suradnici, 1964, 98).

Produbljivanjem transgresije u srednjem eocenu dolazi do taloženja foraminiferskih vapnenaca. Preko njih konkordantno dolaze fliške naslage. Ova serija karbonatnih klastičnih sedimenata koja danas ima znatnije prostranstvo jedino u području donje doline Cetine i njenom produžetku ispod jugozapadnih padina Mosora te u primorju primarno je taložena na kontinuiranom prostranom području Dinarida. O tome svjedoče nalazišta foraminiferskih vapnenaca i eocenskog fliša u sjeveroistočnoj Lici (Polšak i Milan, 1962, 63), te na planini Čabulji u Hercegovini (Behlilović, 1964), a utvrđeni su tragovi foraminiferskih vapnenaca i u području između Dinare i Svilaje, te na južnim padinama Tušnice i Kamešnice.⁷³ Za vrijeme taloženja fliške serije došlo je do znatnijeg boranja, koje je Šikić (1959) nazvao istarsko-dalmatinskom fazom.

U gornjem eocenu talože se prominske naslage. Debele serije konglomerata, pretežno slabo uobljenih, upućuju na zaključak da su njihovu taloženju prethodili pokreti kojima su ili izdignuta planinska područja ili između njih produbljeni sedimentacioni bazeni. Položaj prominskih naslaga oko gornjeg toka Cetine dokazuje da je već tada u tom području postojalo reljefno udubljenje koje je odvajalo Dinaru od Svilaje. Do ove konstatacije došao je i Margetić (1947, 93), a prihvaća je i Ivanović (dok. 1962),

73) Crnolatac (dok. 1950) spominje nalaze eocenskih sedimenata kod Gljeva u podnožju Kamešnice, te kršje s alveolinama na platou u podnožju Kamešnice. Ivanović (dok. 1962) navodi da se u prominskim konglomeratima oko gornjeg toka Cetine nalaze valutice foraminiferskih vapnenaca.

koji smatra da je već tada trup Dinare bio izdignut te da prominska »transgresija sigurno zahvaća samo do današnje visine od 790 m.«

Kerner (1916 a, 74—76) je utvrdio da se u prominskim naslagama u Visokoj, jugozapadno od Sinja i na južnom obodu Sinjskog polja kod Graba nalaze i valutice iz trijaskih naslaga. Jasno je, dakle, da je taloženju prominskih naslaga prethodilo izbijanje na površinu trijaskih stijena. Transgresivan kontakt prominskih naslaga preko donjotrijaskih (verfenskih) škriljavaca očit je dokaz da je prije taloženja prominskih naslaga bilo pokreta kojima su trijaski verfenski škriljavci došli na površinu. Budući da gornjoeocenske prominske naslage leže diskordantno na flišu srednjeg eocena, izvodimo zaključak da su ti poremećaji nastali negdje na prijelazu srednjeg eocena u gornji, a dijelom i u spomenutoj istarsko-dalmatinskoj fazi.

Ako bismo željeli usporediti ove prominske naslage s tektonsko-stratigrafskim odnosima prominskih slojeva u ostalom području prominskog pojasa i zaleđa, naišli bismo na različita shvaćanja njihove starosti i pokreta koji su im prethodili. Kühn (1946) je prvi, na osnovi faune, odredio gornjoeocensku starost prominskih naslaga. On smatra da su im prethodili zasebni pokreti, tzv. ilirska faza, bez veze s kasnijom pirenejskom fazom. Polšak (1956, 97) je došao do zaključka »da bi ove pokrete trebalo uvrstiti u pirenejsku fazu«, jer da su oni samo starija etapa te faze. Međutim, Šikić (1961, 335) izražava mišljenje »da u nekim područjima postoji neprekinuti marinski prijelaz između eocenske fliša i prominskih naslaga« te da i jedne i druge naslage pripadaju istoj orogenetskoj fazi, koja je »znatno starija nego što se dosad smatralo«. U najnovijem radu Šikić (1965) daje ilirskoj fazi karakter uzdizanja. Odnosi u slivu Cetine nisu u potpunosti potvrđeni rezultatima do kojih je Šikić došao proučavajući neka područja u Istri, Hrvatskom primorju i Dalmaciji. Ovdje prominske naslage leže transgresivno i diskordantno na flišu, a njihov facijes dokazuje da su im prethodili tektonski pokreti u smislu orogenetske faze, koja, prema shvaćanjima svih poslijeratnih istraživača ovog kraja (Margetić, 1947, 93, Ivanović, dok. 1962, Papeš i suradnici, 1964, 100) nije bila povezana s kasnijom pirenejskom orogenetskom fazom. Papeš i suradnici (1964) zaključuju čak da je ta orogenetska faza dio »intraeocenskih tektonskih pokreta«, koji su općenito u toku eocena uzrokovali nagle promjene u sedimentaciji, pa i njen prekid.

Ostaje otvoreno pitanje dimenzija prodora trijaskih naslaga i stupanj poremećaja okolnih karbonatnih stijena. Margetić (1947, 93) misli da su to »jaki tektonski poremećaji«, dok Herak (1960, 375) zaključuje da »prominske naslage govore o izdizanju kopna, njegovu trošenju i taloženju u potolinama«. Margetić, dalje, smatra da je već u to vrijeme probitljen srednji dio svilajsko-dinarske antiklinale, u kojem je kasnije formirana kompozitna dolina Cetine od izvora do Sinjskog polja. Međutim, lokalni prodor tri-

jaskih škriljavaca, zajedno s nešto većim prostranstvom prominskih naslaga oko njih, upućuju na zaključak da tada još nisu na čitavoj dužini bila znatnije odvojena planinska područja Svilaje i Dinare. Da se u oba spomenuta slučaja površinskog prodora trijaskih naslaga mogu pretpostaviti ograničeni tektonski razmjeri, svjedoči i starija tektonska labilnost ovih područja izražena srednjotrijaskim prodorom eruptiva, koje susrećemo samo u okolici Sinja i Vrlike (Barić, 1957). Trijaski škriljevci okolice Sinja strukturno i stratigrafski povezani su s prominskim naslagama prema zapadu, a jašan rasjed preko Maovica i Štikova povezuje trijaski prodor i prominske naslage zapadno od Vrlike.

U prominskom konglomeratu na južnim padinama Tušnice također se nalaze valutice srednjoeocenskih foraminiferskih vapnenaca. Heterogenost valutica konglomerata s obzirom na veličinu svjedoči o njihovu kratkom putu, jer bi pri dužem transportiranju došlo do grupiranja valutica prema veličini (Papeš i suradnici, 1964, 99). Kako sada u tom području ima na površini vrlo malo foraminiferskih vapnenaca, i to samo na sjeverozapadnom rubu prominskih konglomerata, možemo zaključiti da je to krajnji istočni ostatak duge zone foraminiferskih vapnenaca koja, nakon prekida u području Srđevičkog polja, u nastavku prema zapadu prati južne padine Kamešnice. Slijedeći ovu misao, možemo izvući zaključak da je i izolirani pojas prominskih naslaga južno od Tušnice samo istočni nastavak prostrane zone ovih naslaga južno od Kamešnice. Već i sam razvoj duge zone prominskih naslaga južno od Kamešnice, u pravcu istok—zapad, ukazuje da je u to vrijeme postojalo strukturno udubljenje istog pravca. Ovu strukturu prati i dobro izražena rasjedna linija, koja se prema zapadu može pratiti sve do ruba Sinjskog polja. Sinklinalno udubljenje prominskih konglomerata i foraminiferskih vapnenaca naglo je prekinuto na rubu Srđevičkog polja, da bi se ponovo pojavilo u njihovu strukturnom produženju s druge strane polja. Znači da je kasnijim rasjedima dinarskog pravca, duž kojih je formirana paleodepresija Livanjskog polja, u području Srđevičkog polja prekinuta starija struktura pravca istok—zapad.

Promatramo li opći položaj eocenskih naslaga u slivu Cetine (vidi prilog 2), bilo foraminiferskih, fliških ili prominskih, primjetit ćemo da one uglavnom imaju pravac istok—zapad. To znači da su i taložene u strukturama izduženim u tom pravcu. Iz toga možemo zaključiti da je na tom području laramijska orogenetska faza, uključujući i pokrete koji su prethodili taloženju prominskih naslaga, bila usmjerena u stvaranju struktura izduženih u pravcu istok—zapad, tj. u tzv. hvarskom pravcu. Tektonski odnosi u slivu Cetine u cijelosti potvrđuju opće postavke Polšaka i Milana o karakteru laramijske orogenetske faze u Dinaridima i o poprečnom pružanju laramijskih struktura prema mlađim tektonskim jedinicama. Proučavanje spomenutih autora u sjeveroistočnoj Lici (Polšak i Milan, 1962, 71) i Istri (Polšak, 1965, 476) u skladu su s rezultatima do kojih je došao Behlilović u Hercegovini. Tu je

npr. velika drežnička antiklinala između Čvrsnice i Čabulje formirana laramijskom fazom u pravcu istok—zapad, dakle, u istom pravcu kao i laramijske strukture u slivu Cetine (Behlilović, 1964). Mlađim pokretima kojima su nabirane strukture u dinarskom smjeru starije strukture smjera istok—zapad djelomično su povinule prema jugu, a na pojedinim mjestima su presječene. U slivu Cetine pravac starijih struktura znatnim je dijelom zaostao i nakon kasnijih tektonskih zbivanja.

Treba napomenuti da je za vrijeme dugog razdoblja taloženja prominskih naslaga dolazilo do značajnih promjena u sedimentaciji, pa između vapnenačkih konglomerata i breča dolaze slojevi lapora, pješčenjaka i glina. Na nekoliko mjesta otkriveni su i tanji slojevi ugljena.⁷⁴ Ova petrološka raznolikost i paleontološki nalazi navode na zaključak da su prominske naslage naizmjenično taložene u morskim, brakičnim i slatkovodnim depresijama. Kasnija tektonska zbivanja i egzogeni procesi uvjetovali su da one danas zauzimaju znatno manje prostranstvo nego prije.

Nakon taloženja prominskih naslaga, koncem cocena počinju najjači tektonski pokreti u ovom kraju i uopće u Dinaridima. To je pirenejska orogenetska faza. Prethodnim pokretima formirane blage bore, koje se pružaju u pravcu istok—zapad, novim snažnim potisicama sa sjeveroistoka preoblikovane su u visoke planinske masive, međusobno odvojene dubokim i izduženim udolinama. Osnovne geološke strukture i glavni oblici poprimaju dinarski pravac. O jačini nabiranja najbolje svjedoči položaj prominskih naslaga, koje na prijevoju Vaganj, između Sinjskog i Livanjskog polja, dosežu visinu od 1150 m, dok ih na samoj Kamešnici nalazimo na visini od 1800 m (Bojanić, 1964). Pirenejskom orogenetskom fazom nastale su, dakle, glavne strukture u slivu Cetine.

Usljed jakih tangencijalnih potisaka došlo je i do navlačenja sjeveroistočnih struktura na jugozapadne. Tako je na sjeveroistocnom dijelu sliva Cetine antiklinalni dio vitoroške tektonske jedinice navučen na sinklinalni dio glamočke, a antiklinalni dio glamočke na sinklinalni dio dinarske tektonske jedinice (Papeš i suradnici, 1964, 109). Slično je i mosorska tektonska jedinica navučena na primorske fliške zone.

Razumljivo je da su ovakva uzdizanja i navlačenja bila praćena razlamanjem i rasjedanjem slojeva, ali glavni radijalni pokreti nastaju u slijedećoj orogenetskoj fazi. Početkom miocena dolazi do popuštanja tangencijalnih pritisaka, pa pirenejsku fazu tektonskog zbivanja zamjenjuje savska orogenetska faza razdvajanja i snažnog rasjedanja pojedinih blokova. Jakim uzdužnim i značajnim poprečnim rasjedima u sinklinalnim strukturama, nastalim prijašnjim

74) Papeš i suradnici (1964, 100) spominju nalaze ugljena u prominskim naslagama južno od Tušnice i kod Mešihovine, nad južnim obodom Duvanjskog polja.

pokretima, formiraju se tada duboke depresije današnjih velikih polja jugozapadne Bosne.

Između dijapirskih prodora donjotrijaskih verfenskih škriljavaca u okolici Vrljike i Sinja savskom fazom se u cijelosti razdvaja tjeme svilajsko-dinarske antiklinale, a između dvaju paralelnih rasjeda dolazi do tonjenja središnjih dijelova. Nekad jedinstven planinski masiv odvojen je tektonskom grabom (Sl. 2) strukturno i reljefno na dva dijela, Dinaru i Svilaju. Na dnu tektonske grabe rasjedima je formirano nekoliko odvojenih depresija, čiji prostorni položaj uglavnom karakteriziraju sadašnja polja u kompozitnoj dolini Cetine. Veće prostranstvo i dubinu depresije Sinjskog polja najbolje možemo objasniti križanjem različitih rasjednih pravaca, starijeg hvarskog i mladog dinarskog pravca.

Pirenejska je orogenetska faza imala najveće značenje u stvaranju današnje geološke strukture, dok je savska faza ostavila osnovne tragove u današnjem reljefu. U potonjoj su fazi nastale depresije u kojima su se kasnije formirala polja.

RAZVOJ KRŠKOG PROCESA DO ISPUNJAVANJA NEOGENSKIH DEPRESIJA

Egzogenc sile mogle su utjecati na oblikovanje krškog reljefa tek nakon okopnjavanja mezozojskih karbonatnih stijena. Pomanjkanje stratigrafskog kontinuiteta dokazuje da je i u toku samog taloženja vapnenačko-dolomitske serije dolazilo do povremenog povlačenja mora, a time i do stvaranja uvjeta za hidrokemijsko razaranje karbonatnih stijena. Međutim, tektonski pokreti u toku mezozoika nisu znatnije razlomili kompaktne i čvrste vapnenačke stijene, pa se krški proces nije mogao jače razvijati u dubinu. Što je još važnije, ponovne transgresije prekrile su debelom serijom karbonatnih stijena sve tragove krškog reljefa mezozojskih kopnenih faza, pa je razvoj krša u tim razdobljima bez ikakvog značenja za uvjete razvoja i reljefne oblike današnjeg krša.

Kada je laramijskom orogenetskom fazom potkraj krede prvi put nabrana kompletna serija mezozojskih vapnenačko-dolomitskih stijena, započela je njihova kopnena faza koja na gotovo čitavom krškom području sliva Cetine, s prekidom za vrijeme eocena, traje sve do danas. To znači da se krški proces vrši ovdje u dugom razdoblju, kada različiti tektonski pokreti i klimatske promjene uvjetuju specifičan razvoj krša.

Laramijska orogenetska faza formirala je široke i blago nabrane bore. Razlomljenost stijena bila je neznatna i pukotine nisu sezale duboko u unutrašnjost. Sinorogene pukotine zahvatile su samo površinske slojeve i njihove slojne plohe učinile dostupnim korozivnom i erozivnom djelovanju padalinske vode. Liburnijske naslage čine erozivnu diskordanciju s krševitom karbonatnom podlogom, što ukazuje na intenzitet snižavanja reljefa i razvoja krša neposredno nakon izdvajanja mezozojske vapnenačko-dolomitske serije. Relativno debela serija raznovrsnih liburnijskih na-

slaga odraz je jakog razaranja paleogenskog kopna i općenito promjenljivih uvjeta sedimentacije.

Srednjoeocenska transgresija prekinula je razvoj krša, a foraminiferski vapnenci i fliške naslage prekrili su stariji krški reljef.

Emerzijom koncem eocena ili početkom oligocena mezozojska karbonatna serija izbila je ponovo na površinu i pri tome je vjerojatno u cijelosti bila prekrivena eocenskim vapnenačkim i fliškim pokrovom. Jakim tektonskim pokretima pirenejske orogenetske faze nastao je vrlo dinamičan reljef. Time je omogućeno brzo denudiranje fliških naslaga te hidrokemijsko i mehaničko razaranja i odnošenje foraminiferskih vapnenača na višim i strmijim reljefnim dijelovima. O velikom intenzitetu snižavanja reljefa u post-eocenskom razdoblju najbolje svjedoči činjenica da je kontinuirano nataložen fliški pokrov sačuvan danas samo u zonama gdje je reverznim rasjedima uklješten između vapnenačkih bila.

Koliko nam je poznato, nisu sačuvane fliške naslage, ni u dubokim depresijama, u kojima su u miocenu formirana jezera, a vjerojatno ni foraminiferski vapnenci. Znači da je u oligocenskoj kopnenoj fazi ne samo odnesen vododrživ klastičan fliški pokrov nego su postojali i povoljni uvjeti za razvoj krškog procesa na karbonatnim stijenama. U to je vrijeme, dakle, veoma snižavana mezozojska vapnenačko-dolomitska serija i njeno je odnošenje kroz pukotinske šupljine u krškim udubljenjima ujedno i najbolji dokaz jakoj okršenosti mezozojskih karbonatnih naslaga u to doba.

Zbog velike raščlanjenosti i nagnutosti reljefa nakon tektonskih pokreta pirenejske orogenetske faze postojali su nepovoljni uvjeti za formiranje većih riječnih dolina na fliškim naslagama, a doline površinske hidrološke mreže, koje su u svome razvoju nakon fliške serije zahvatile i karbonatnu, razorene su kasnijim krškim procesom i općim snižavanjem vapnenačko-dolomitske serije. Ipak treba pretpostaviti mogućnost da je razvoj ponekih današnjih subdolina, čiju morfološku evoluciju povezujemo uz pleistocenske klimatsko-hidrološke uvjete, bio predisponiran srodnim starijim reljefnim oblicima.

Vododrživa serija klastičnih fliških naslaga imala je veliko značenje za površinsko zadržavanje vode i jači razvoj lateralnog korozivnog procesa na karbonatnim stijenama, a time i za intenzivno snižavanje vapnenačko-dolomitske serije. Time se može objasniti i postanak izdvojenih zaravni na planinskom području, čiju evoluciju nije moguće povezati uz mlade, neogenske klastične naslage. Do danas je ostao sačuvan samo manji dio tih zaravni, tj. one koje nisu bile zahvaćene mladim tektonskim gibanjima ili su bile izdvojene od kasnijeg egzogenog razaranja.

Pirenejskom orogenetskom fazom izvršeno je osnovno nabiranje i najahivanje struktura; pri tome je došlo i do jakih lomova koji su prvi put omogućili znatnije poniranje vode u dublje dijelove karbonatne serije i razvoj korozivnih šupljina u unutrašnjosti krša. Ovom orogenetskom fazom sinorogene pukotine zahvatile su mnogo veću dubinu, osobito u pojedinim područjima gdje je zbog

jakog nabiranja i navlačenja došlo do dubokog pucanja i rasjedanja stijena. Na tim je mjestima došlo do koncentriranog otjecanja u duboku unutrašnjost i do stvaranja izoliranih podzemnih šupljina.

Za podzemno hidrološko povezivanje dinarskih struktura i omogućavanje otjecanja u smjeru znatno niže hidrološke baze od današnje, veliko značenje imale su starije strukture smjera istok-zapad.

Razvoju krških šupljina u dubokom podzemlju osnovnu predispoziciju dala je savska orogenetska faza, u ovom području izražena prvenstveno radijalnim pokretima, među kojima su od osobitog značaja rasjedi transverzalni na dinarske strukture. Time je na čitavom slivu Cetine omogućeno gotovo isključivo podzemno otjecanje vode. Sinorogene pukotine omogućavaju neposredno poniranje padalinske vode, a postorogene pukotine i rasjedne plohe odvođe tu vodu u duboku unutrašnjost krša. Hidrološka baza je u toj geološkoj epohi niža od vododržive serije fliških naslaga, pa se vodonosni kanali i šupljine formiraju ispod fliške zone. Tako su, nakon velikih radijalnih pokreta na prijelazu paleogena u neogen, formirani odvojeni sistemi dubokih podzemnih vodonosnih šupljina, a njihov ekvivalent na površini su razgranata pukotinska proširenja i škrape.

Okako ujednostavljena evolucijska faza paleološkog krša znatnije je modificirana petrološkim varijabilnostima vapnenaca i dolomita, tj. izmjenama čistih, kompaktnih i dobro uslojenih zona sa zonama u kojima ima neotopivih primjesa; njihova zrnata struktura, bankovit razvoj i slično uvjetuju različit stupanj vodopropusnosti i specifičan razvoj krškog procesa. S obzirom na to da u slivu Cetine najveće površine izgrađuju čiste kompaktne i dobro uslojene karbonatne stijene, prikazani razvoj krškog procesa može se smatrati općenito primjenjivim u čitavom slivu.

Takve geomorfološke i hidrološke prilike u toku neogena znatno su poremećene formiranjem slatkovodnih bazena i kasnijom tektonskom aktivnošću u tom području.

NEOGENSKA JEZERA UVJETUJU ZNAČAJNE HIDROLOŠKE PROMJENE U EVOLUCIJI KRŠA

Savskom orogenetskom fazom na početku miocena formirano je duž rasjeda u sinklinalnim dijelovima strukture više depresija čiji se položaj uglavnom podudara s položajem današnjih polja. U toku miocena i donjeg pliocena depresije su bile ispunjene vodom, gdje su taloženi različiti sedimenti čija klastična i vododrživa svojstva imaju veliko značenje za kasniji razvoj reljefa i cirkulaciju vode u okolnom krškom području.

Među osnovnim neogenskim jezerskim slojevima nalaze se i pretaloženi boksitično-željezoviti sastojci, koji su produkt prethodne duge kopnene epohe. Ti su sastojci pretežno u vapnencima koji zajedno s različitim glinama, konglomeratima, pješčenjacima, lapo-

rima, laporovitim i pjeskovitim vapnencima u ukupnoj debljini od kojih 100 m diskordantno prekrivaju razgranat krški reljef. Može se pretpostaviti da se u ponekim udubljenjima u podini ovih neogenskih sedimenata nalaze i oligomiocenske kopnene tvorevine (Papeš i suradnici, 1964, 101).⁷⁵ Različitim metodama utvrđeno je da je ova najniža, odnosno prva grupa jezerskih sedimenata donjomiocenske starosti. Konstatirano je da sedimenti te grupe, u kojoj je i vrlo kvalitetan ugljenonosni sloj debeo 10 m, ne prekrivaju čitavo dno paleodepresije nego samo pojedine manje dijelove. To znači da su u doba njihova taloženja jezerski bazeni općenito imali manje prostanstvo i da je na dnu paleodepresija bilo više izdvojenih udubljenja.

Od osobitnog je značenja to što sedimenti prve grupe imaju podjednak razvoj u Glamočkoj, Duvanjskoj i Livanjskoj paleodepresiji, a vrlo je vjerojatno da isti razvoj postoji i u slabije istraženoj Kupreškoj paleodepresiji. Iz toga zaključujemo da su u paleodepresijama polja jugozapadne Bosne u početku jezerske faze postojali podjednaki hidrogeološki uvjeti, te da je područje Livanjskog i Duvanjskog polja u vrijeme taloženja prve grupe sedimenata i u reljefnom pogledu predstavljalo jedinstvenu paleodepresiju povezanu područjem kasnije izdignute planine Tušnice. Nemamo dovoljno detaljnih litoloških i paleontoloških podataka na osnovi kojih bismo mogli razvoj neogena u poljima uz dolinu Cetine usporediti s razvojem u poljima jugozapadne Bosne. Ali, imamo li na umu da je postanak jezerskih bazena uvjetovan podjednakim geološko-hidrološkim zbivanjima, možemo s opravdanjem pretpostaviti da je i razvoj jezerskih sedimenata bio sličan.

Drugu grupu (po Papešu i suradnicima, 1964) jezerskih sedimenata u poljima jugozapadne Bosne sačinjava prilično jednolična serija lapora i laporovitih vapnenaca, a u višim dijelovima dolaze i umetci pješčenjaka i konglomerata; u tim je dijelovima Lurburić (1963) konstatirao i nekoliko slojeva tufova, iako nigdje u okolici nema vulkanskih stijena neogenske starosti.

U potpunom razvoju debljina druge grupe sedimenata u livanjsko-duvanjskom bazenu iznosi oko 1500 m, a u glamočkom samo oko 500 m. Usporednim litološko-stratigrafskim raščlanjivanjem ove grupe sedimenata utvrđeno je da su u glamočkom bazenu razvijene samo donje serije. Iz toga proizlazi da je u toku njenog taloženja prekinuta veza između glamočkog i livanjsko-duvanjskog bazna, te da je glamočki bazen okopnio.

75) U paleodepresijama polja jugozapadne Bosne, uz pomoć geoloških bušotina, geofizičkih i geoloških istraživanja izvršeno je više stratigrafskih raščlanjivanja slatkovodnih neogenskih naslaga u pojedinim paleodepresijama. Smatram da za ovu svrhu najbolje može poslužiti podjela koju su dali Papeš i suradnici (1964), jer je najjednostavnija a odnosi se na paralelan razvoj neogena u Livanjskom, Duvanjskom i Glamočkom polju.

Slojevi druge grupe neogenskih sedimenata leže konkordantno na prvoj i imaju znatno veće raširenje. Pripadaju srednjem i gornjem miocenu. U vrijeme taloženja gornje serije došlo je do jakih vertikalnih gibanja, kojima su istovremeni slojevi dovedeni u različite visinske odnose. Pritisak sedimenata uvjetovao je tonjenje pojedinih dijelova paleodepresije duž već postojećih rasjeda. Time se može objasniti relativno velika debljina ove grupe sedimenata u cjelini i nejednaka debljina istih stratigrafskih članova (Muftić i Luburić, 1963, 105). Zato je u Duvanjskom dijelu paleodepresije debljina druge grupe sedimenata 300 m veća nego u Livanjskom. U Duvanjskom polju oko Eminova sela bušenjem je konstatirano više stepeničastih rasjeda vertikalnog pomaka do 160 m (Milojević i Sunarić, 1964, 67 i 68). Ova vertikalna gibanja u srednjem miocenu spadaju u štajersku orogenetsku fazu i osobito su bila izražena spuštanjem pojedinih dijelova dna paleodepresija. Međutim, u ponekim dijelovima paleodepresija štajersku fazu karakteriziraju izdizanja. Najznačajnije je svakako izdizanje planine Tušnice između Livanjskog i Duvanjskog polja. Duž paralelnih rasjeda izronio je iz miocenskog mora karbonatni horst Tušnice, čime je prekinuta jezerska veza između Livanjskog i Duvanjskog polja i jedinstvena paleodepresija pretvorena u dvije.

Tektonski pokreti pri kraju taloženja druge grupe sedimenata u gornjem miocenu odgovaraju atičkoj orogenetskoj fazi. Osim tonjenja u paleodepresijama i ovi pokreti imaju svoj odraz u jačem izdizanju Tušnice, Poremećajima i izdizanju okolnog planinskog prostora i povremenom okopnjavanju bazena odgovara taloženje pješčenjaka i konglomerata upetnutih među gornje dijelove druge grupe jezerskih naslaga (Papeš i suradnici, 1964).

Usljed tektonskih pokreta atičke faze slojevi treće grupe sedimenata leže diskordantno na starijim jezerskim naslagama. Jezera u vrijeme taloženja ove grupe sedimenata zauzimaju još veće prostranstvo, pa lapori, glinc i pijesci, s interkalacijama lignita, prekrivaju na pojedinim rubovima paleodepresija paleogenske i mezozojske stijene. Izvan svake je sumnje da je treća grupa sedimenata donjopliocenske starosti. Debljina ovih naslaga u livanjskoj i duvanjskoj paleodepresiji iznosi oko 500 m (Papeš i suradnici, 1964). U duvanjskoj je nešto manja, što upućuje na izdizanje i ranije presušivanje ovog jezerskog bazena.

Pomanjkanje druge grupe slojeva označilo je okopnjavanje i prekid sedimentacije u glamočkoj paleodepresiji, a razvoj treće grupe sedimenata, iako manje debljine, upućuje na ponovno ujezevanje ove paleodepresije.

Treća grupa jezerskih sedimenata blago je poremećena u nekoliko izdvojenih plitkih sinklinalnih udubljenja. Poremećaji su bili na prijelazu iz donjeg pliocena u srednji, prema tome odgovaraju ronskoj orogenetskoj fazi (Milojević i Sunarić, 1964, 68). To su ujedno posljednji znatniji poremećaji koji se mogu sa sigurnošću utvrditi na području hidrološkog sliva Cetine i njima definitivno

presušuju sva neogenska jezera, a reljef i hidrologija čitavog sliva razvijaju se gotovo isključivo pod utjecajem egzogenih procesa.

Rezimirajući osobine i značenje neogenskih jezerskih bazena u slivu Cetine, te reljefne i hidrološke prilike u kojima su se ti bazeni formirali i održavali, dolazimo do zaključka da je planinski masiv Dinare s Kamešnicom predstavljao granicu između dva zasebna jezerska područja: dalmatinskog u gornjoj dolini Cetine na jugozapadu i bosanskog na sjeveroistoku. Područje između Svilaje i Dinare jedinstvena je paleodepresija čije je dno neogenskim tektonskim pokretima raščlanjeno u nekoliko jezerskih bazena. U neogenskom hidrološkom komuniciranju između jezera svjedoči nalaz neogenskih lapora u sutjesci Peruće između Ribaričkog i Hrvatačkog polja.

U prostoru polja jugozapadne Bosne savskom orogenetskom fazom formirane su tri paleodepresije: livanjsko-duvanjska, kupreška i glamočka. Štajerskom fazom u srednjem miocenu izdignuta je Tušnica i livanjsko-duvanjska paleodepresija razdijeljena je u dva dijela.

Litostratigrafska podudarnost razvoja neogenskih sedimenata u pojedinim paleodepresijama dokazuje njihovu hidrološku povezanost. Na ovakav zaključak navodi nas i položaj klastičnih naslaga s kojih su dolazili osnovni sedimenti nataloženi u paleodepresijama. Izvor lakustrijskih sedimenata svakako je srednjobosansko škrljavo gorje, odnosno u našem području donjotrijaske naslage na rubovima kupreške i glamočke paleodepresije. Budući da u sadašnjem orografskom području livanjsko-duvanjske paleodepresije trijaski klastični naslage nisu zastupljene, treba pretpostaviti da su lapori, gline i pješčenjaci nataloženi u ovoj najvećoj paleodepresiji jugozapadne Bosne porijeklom s rubova Kupreškog i Glamočkog polja. Najvjerojatnije je u vrijeme taloženja prve i donje serije druge grupe sedimenata livanjsko-duvanjska paleodepresija bila jezero koje je obuhvaćalo glamočko i kupreško udubljenje. Tektonskim pokretima štajerske faze izdignuto je glamočko i kupreško jezero; došlo je do njihova presušivanja, a tokovi s područja trijaskih klastičnih naslaga odnose glinovite čestice u niže jezerske depresije, livanjsku i duvanjsku⁷⁶.

Poremećajima u atičkoj fazi najvjerojatnije su izdignute neogenske naslage u srednjem dijelu glamočke paleodepresije, a tonjenjem sjeverozapadnog dijela u njemu je ponovo formirano jezero u kojem je taložena treća grupa neogenskih sedimenata.

76) Na mogućnost komuniciranja neogenskih površinskih tokova ukazuje postojanje relativno niskih prijevoja između Glamočkog i Livanjskog polja, te Kupreškog i Duvanjskog. Ovi prijevoji znatno su niži od sadašnje visine neogenskih naslaga u višim poljima. Na prijevoju između Glamočkog i Livanjskog polja subodolina Brina — Drujska draga morfološki je ostatak nekadašnjeg površinskog toka, a pomanjkanje neogenskih sedimenata može se objasniti njihovim naknadnim spiranjem.

Pored erodiranih klastičnih naslaga donjeg trijasa, u jezerskim bazenima staloženi su i sedimenti koji su porijeklom sa susjednog karbonatnog područja. Rezultat otapanja vapnenaca u jezerima su goleme količine vapnovitih sedimentata, dok taloženje konglomerata, breča i pješčenjaka odgovara erozivnom razaranju vapnenaca.

Sukcesivni tektonski pokreti koji su prethodili formiranju paleodepresija i pratili njihovo zatrpavanje poremetili su predneogensku podzemnu hidrološku mrežu. Međutim, još veće značenje imali su sami neogenski sedimenti. Oni su svojom vododrživošću blokirali podzemno otjecanje vode prema hidrološkoj bazi.

Činjenica da su se kroz dugo vremensko razdoblje u krškim depresijama održavala jezera svjedoči o izuzetnim hidrološkim uvjetima. To znači da je u gotovo čitavom miocenu i donjem pliocenu pritjecalo u depresije više vode nego što su šupljine u karbonatnom okviru depresije mogle provesti u unutrašnjost. Pored već istaknute tektonske uvjetovanosti, tj. tektonskih poremećaja podzemnih tokova, osnovu su dale povoljne klimatske prilike. Većom količinom padalina nije pritjecalo više vode samo u jezera nego su i jače erodirani trijaski škrljavci koji su ih zatrpavali. Toplija klima i razvijen biljni pokrov ubrzavali su korozivni proces na karbonatnim stijenama i davali obilje vapnenačke otopine. Različita tektonska gibanja u vrijeme taloženja neogenskih naslaga, poremećaji ravnoteže uslijed pritiska sedimentata, klimatska kolebanja, promjene dubine jezera i povremeno okopnjavanje međusobno se isprepliću i uvjetuju različitu debljinu i specifične litostratigrafske odnose neogenskih sedimentata u paleodepresijama i njihovim dijelovima.

Neogenski vododrživi sedimenti nisu samo ispunili jezera već su do različite udaljenosti i ispunili i šupljine u krškim okvirima paleodepresija. Povežemo li ovo s činjenicom podjednake visine jezera u početnoj fazi njihova zatrpavanja, lako ćemo razumjeti da je glavnina predneogenskih podzemnih šupljina neogenskom fazom zatrpana do visine rasprostiranja neogenskih naslaga⁷⁷. To znači da se vododrživa uloga neogenskih naslaga proširila lateralno u područje karbonatnih stijena, pa je u njima formirana više ili manje kontinuirana vododrživa zona, koja je poslužila kao osnovica u formiranju podzemne vode.

Proizlazi, dakle, da su neogenskim zatrpavanjem paleodepresija te ispunjavanjem šupljina u karbonatnim stijenama do visine jezerske vode nastupile značajne promjene u hidrološkim osobinama krša. Vododržive naslage u jezerima i krškim šupljinama oko jezera formirale su lokalne hidrološke baze koje zadržavaju pukotinsku cirkulaciju padalinske vode u višem krškom zemljištu. Na

77) U istražnom tunelu u sutjesci Cetine uz podnožje brane Peruča konstatirano je da su sve šupljine ispunjene neogenskim laporima, koji su uslijed kasnijih tektonskih poremećaja komprimirani.

neogenskim jezerskim naslagama vrši se jaka koncentracija podzemnih tokova koji neogensku barijeru prelaze po površini i na najpogodnijem mjestu poniru te podzemno teku do niže vododržive barijere. Ovakve hidrološke promjene bit će vrlo značajne i za morfološku evoluciju krša.

NEOGENSKI SEDIMENTI DAJU GEOLOŠKO-HIDROLOŠKU OSNOVU RAZVOJA ZARAVNI U JUGOZAPADNOJ BOSNI

Iako su suprotne osnovnom razvoju krških oblika jer su, za razliku od njih, razvijene u horizontalnom smjeru, zaravni su najrasprostranjeniji i specifičan tip reljefa dinarskog krša. Zbog toga objašnjenje razvoja zaravni traži posebnu pažnju. S obzirom na prostornu povezanost glavnine zaravnjenih površina u slivu Cetine s neogenskim jezerskim naslagama, nastojat ćemo utvrditi značenje tih naslaga za morfološku evoluciju zaravni.

Danas je bez većeg praktičkog značenja da se navode sva različita shvaćanja o procesima koji su uvjetovali i uvjetuju razvoj zaravni na vapnencima.⁷⁸ Suvremeni eminentniji istraživači krša uvjerljivo tvrde da su se zaravni u vapnencima mogle razviti jedino korozivnim procesima (Terzaghi 1913, Kayser 1934 i 1955, Lehmann 1936 i 1955, Roglić 1939, 1940, 1951, 1956 i 1957, Wissmann 1954, Birot 1954 a, Fenelon 1954, Louis 1956, Bögli 1960. i 1964. i drugi). Možemo reći da u tom pogledu ne postoje znatnija razilaženja i danas svi priznatiji stručnjaci smatraju da je kemijsko otapanje osnovni agens u razvoju krškog reljefa, prema tome i najznačajniji faktor u nastajanju zaravni.

Osnovne osobine karbonatnih stijena omogućavaju i uvjetuju razvoj korozivnog krškog procesa u vertikalnom smjeru, u smjeru otjecanja vode. To ujedno znači da su vertikalni krški oblici osnovni u pojavljivanju krša. I ovoj postavci također nema ozbiljnijih prigovora. Različita shvaćanja uglavnom se sada svode na raznolika objašnjenja uzroka koji su uvjetovali da se krški proces, umjesto u vertikalnom, razvija u horizontalnom smjeru. Dakle, osnovni je problem u tome kako objasniti zadržavanje vode na površini. Terzaghi (1913, 307—308) to objašnjava postojanjem »inundacionog horizonta«. Taj horizont je u recipročnoj uzročnosti s naplavlivanjem mulja koji ne dopušta poniranje vode i razvoj korozivnog procesa u vertikalnom smjeru. Uslijed toga voda u kojoj ima ugljičnog dioksida lateralno otapa vapnene strane ponikava i uvala i njihovo dno se širi. Roglić (1957, 121) u osvrtu na ovo Terzaghijevo objašnjenje postanka zaravnjenih površina u kršu sasvim opravdano primjećuje da Terzaghi ne navodi porijeklo mulja, odnosno naplavnog materijala »koji sprečava udubljanje ponikava«, ali je očito da je u općoj ocjeni Terzaghijeva pronicli-

78) Najcjelovitiji osvrt na razvoj teorija o postanku zaravni dao je Roglić (1957).

vog objašnjenja lateralnog razvoja korozije ovaj nedostatak beznačajan. Tim više imaju li se na umu prilike pred prvi svjetski rat kada je Terzaghi vršio terenska istraživanja te vrlo slabu geološko poznavanje krajeva u kojima je radio. Rogličeva zamjerka da u Terzaghijevu objašnjenju nije jasno čime je uvjetovan inundacioni horizont, te da taj inundacioni horizont »u mnogom odgovara Grundovoj temeljnici«, čini se da nema opravdanja. To nam dokazuje i Rogličev izvod (1957, 121) iz istog Terzaghijeva rada (1913, 362): »Nivo uravnavanja određuje samo inundaciona voda, a ne morska razina«. Terzaghi je, dakle, smatrao da svaka odvojena naplavna ravan stvara zasebni inundacioni horizont i, kao što i sam Roglič nakon spomenutog citata zaključuje, »proces uravnavanja je površinski i lokalno uvjetovan naplavnim ravninama«.

Roglićev rad o zaravnima (1957) sinteza je dotadašnjih shvaćanja o razvoju ovog tipa krškog reljefa i dobro dokumentirana primjena tih shvaćanja na postanak glavine zaravni dinarskog krša. Rogličeva zaključivanja o postanku zaravni u vapnencima za nas su od posebnog interesa, jer se jednim dijelom baziraju i na morfološkoj interpretaciji zaravni u slivu Cetine. Budući da je ta koncepcija polazna tačka svim suvremenim istraživačima dinarskog krša, nužno ju je u osnovnim crtama iznijeti i analizirati mogućnost njezine primjene na objašnjenje razvoja zaravni koje smo izdvojili u hidrološkom slivu Cetine (prilog 3).

Osnovne Rogličeve konstatacije, u slobodnoj interpretaciji, svode se na slijedeće: zaravni se razvijaju u vapnencima na njihovom kontaktu s vododrživim stijenama, s kojih na zaravan priteče naplavni materijal (vidi Roglič, 1957, 123). Naplavni materijal ispunjava i prekriva površinske pukotinske šupljine u vapnencima i uvjetuje da se voda koja dolazi s vododrživih naslaga zadržava na površini i, posredstvom ugljičnog dioksida, na rubu otapa vapnenačke padine. Za svakve denudaciono-korozivne odnose potrebna je tektonska stabilnost, a naročito je pogodna topla i vlažna ili periodično vlažna klima. U prijašnjem radu Roglič (1951, 61) smatra da su tako povoljne tektonsko-klimatske prilike vladale u vrijeme gornjeg pliocena, dok kasnije (1957, 130) pod utjecajem tadašnjih geoloških spoznaja zaključuje da zaravni u dinarskom kršu »po-tječu iz srednjeg i gornjeg pliocena«.

Iz gornjeg objašnjenja proizlazi da su se zaravni mogle razviti samo na vapnencima koji su u kontaktu s vododrživim naslagama, te da bi površine pojedinih zaravni trebale biti barem približno razmjerne primarnoj masi vododrživih naslaga iznad njihove visine. Trebalo bi, dakle, očekivati da će većoj površini vododrživih stijena uglavnom korespondirati i veća površina zaravni. Nadalje, zaravni su se mogle razvijati samo dok su u smjeru razvoja imale vapnenačko uzvišenje, a čim bi ga na jednom mjestu presjekle, nastali bi uvjeti da na tom mjestu otječe sva voda sa zaravni i širenje zaravni trebalo bi prestati. Prema tome, evolucijsku

štraņu zaravni treba da okružuje vapnenačka padina ili u njoj usječena uska suhodolina.

Već u početku nastojanja da pregledno poznavanje geoloških odnosa u dinarskom kršu povežemo s Rogličevim objašnjenjem postanka zaravni, zapaženo je da se njegova odlično razrađena i jednostavna koncepcija teško može primijeniti na sve zaravni, a posebno ne na one koje su najprostranije i najrazvijenije. Osnovna je teškoća u tome kako objasniti veliko prostranstvo zaravni uz korespondentne male površine vododrživih stijena. I na Rogličevu primjeru zaravni Ličkog polja (1957, 123) neshvatljivo je da je jedna uska zona vododrživih naslaga u podnožju Velebita mogla dati toliko naplavnog materijala da se njime prekrije čitavo Ličko polje. Kada bi postojali i geološki dokazi o primarno velikom visinskom rasprostranjenju uskih zona vododrživih naslaga, treba imati na umu da je i kod paleoklimatskih osobina, najpovoljnijih za razvoj zaravni, erozivno snižavanje vododrživih naslaga bilo brže od lateralnog korozivnog širenja zaravni.

Međutim, na najveće teškoće nailazi se prilikom primjene Rogličeva objašnjenja na zaravni u detaljnije proučavanom području sliva Cetine. Tu prvenstveno nailazimo na vrlo veliki nerazmjer između vododrživih površina i zaravni u orografskom slivu Cetine s jedne strane i orografskih slivova polja jugozapadne Bosne s druge strane. U orografskom slivu Cetine vododržive naslage pokrivaju 16% ukupne površine, a u dijelu sliva u jugozapadnoj Bosni 33%. Dakle, postotak vododrživih površina u odnosu na ukupne površine u jugozapadnoj Bosni je više od dva puta veći nego u orografskom slivu Cetine. Zaravni, međutim, u orografskom slivu Cetine zauzimaju 27%, a u jugozapadnoj Bosni samo 8% ukupne površine. Potonji je omjer gotovo tri puta veći, ali u korist orografskog sliva Cetine, gdje smo već konstatali gotovo kontinuiranu zaravan koja s obje strane prati tok Cetine od izvorišta do ušća. Na 1 km² površine koju izgrađuju vododržive stijene u orografskom slivu Cetine dolazi u prosjeku 1,68 km² zaravni, a u slivu polja jugozapadne Bosne svega 0,28 km². Ovaj nerazmjer pokazuje se još većim ako imamo na umu da se dio zaravni u jugozapadnoj Bosni nalazi unutar planinskog područja, pa na njegovu evoluciju nisu mogle utjecati vododržive stijene. S druge strane dio vododrživih naslaga u orografskom slivu Cetine izgrađuju u podnožju Mosora zone fliških stijena, uz koje su zaravni vrlo malih površina.

Uz spomenuti nerazmjer postoje i druge teškoće u primjeni Rogličeva objašnjenja. Teško je npr. razumjeti široku otvorenost jedinstvene Cetinske zaravni prema vrelu Krkića i prema jadranskoj obali na ušću. Nije shvatljivo zašto se posredstvom odvojenih zona vododrživih naslaga u području Cetine razvila jedinstvena zaravan uglavnom podjednake visina⁷⁹, dok se na povezane vododržive

79) Najveću visinsku razliku čini »katunski strmac« između zaravni Ciste i Zadarske zaravni za kojega i Roglič (1957, 128) nalazi objašnjenje u najmlađim tektonskim gibanjima.

ve naslage npr. Livanjskog polja razvilo više zaravni na različitim visinama. Kako objasniti razvoj Ugljanske zaravni uz koju nije moguće povezati vododržive naslage s kojih bi dolazio naplavni materijal?

Ova su nas neslaganja ponukala da problemu postanka zaravni obratimo osobitu pažnju, imajući na umu raznolikosti pojavljivanja ovog tipa krškog reljefa u pojedinim područjima sliva Cetine. Naročito zaokuplja problem velikih razlika u prostranstvu i osobinama zaravni u orografskom slivu Cetine u odnosu na dio hidrološkog sliva Cetine u jugozapadnoj Bosni. Da bi se udovoljilo ovom zadatku, bilo je nužno postanak zaravni promatrati u sklopu opće evolucije krškog reljefa sliva Cetine. Dosadašnji prikaz te evolucije i prijašnja poznavanja koja je u već navedenom radu dao Roglič (1957) nedvojbeno upućuju na genetsku vezu zaravni s vododrživim naslagama, neogenskim, ocenskim (fliš) i donjotrijaskim. Zbog najvećeg sudioništva očito je da će neogenske vododržive naslage imati i najveće značenje za postanak zaravni, a kako su ove naslage višestruko prostranije u dijelu sliva Cetine u jugozapadnoj Bosni, osvrnut ćemo se najprije na razvoj zaravni u tom području, gdje ovaj tip krškog reljefa ima znatne specifičnosti u odnosu na zaravni u orografskom slivu Cetine.

Nemamo sigurnih podataka na osnovi kojih bismo mogli utvrditi maksimalnu visinu neogenskih jezera jer gibanja jezerske vode nisu mogla ostaviti jače tragove u reljefu rezistentnog karbonatnog okvira. Budući da nakon presušivanja nije bilo značajnijih tektonskih pokreta niti egzogenih procesa kojima bi se znatnije promijenila visina karbonatne vododijelnice jezerskih depresija, zaključujemo da je maksimalna visina jezera mogla biti samo do visine najnižeg dijela vododijelnice. Međutim, već smo konstatali da poremećeni jezerski sedimenti znatno nadvisuju vododijelnice jezerskih bazena. Ako uz to imamo na umu da su od vremena taloženja i izdizanja podložni neprekidnom snižavanju, možemo s opravdanjem pretpostaviti da se, nakon presušivanja jezera u donjem pliocenu i konačnog poremećaja jezerskih naslaga ronskom fazom, na mjestu nekadašnjih jezera pojavio razgranat reljef, čiji su najviši dijelovi bili na mnogo većoj visini od današnje. Starije neogenske naslage, izdignute štajerskom i atičkom orogenetskom fazom, znatno su nadvisivale mlađe, pliocenske sedimente, koji su vrlo blago poremećeni ronskom fazom.

Da bi jezerske naslage, u smislu Rogličeva objašnjenja postanka zaravni (1957) mogle utjecati na njihov razvoj, treba pretpostaviti da su one u vrijeme formiranja zaravni bile na većoj visini nego zaravan. Ova pretpostavka ima svoje opravdanje i u činjenici da se i danas u mnogim jezerskim bazenima neogenske naslage nalaze na većoj visini od zaravni.

U diseciranom reljefu pojedinog jezerskog bazena formirano je nakon okopnjavanja više nezavisnih porječja, čiji su vodotoci porinuti na različitim stranama i visinama karbonatnog okvira. Neki su vodotoci hranjeni samo padalinskom vodom s neposrednog vo-

d drživog porječja, a neki i podzemnim dotokom s okolnog planinskog okvira. Zatečene reljefne prilike i različita količina vode uvjetovali su daljnji razvoj vododrživog reljefa, ali isto tako i različit utjecaj na susjedno karbonatno područje.

Položaj viših zaravni uglavnom na sjeveroistočnim i sjevernim stranama oboda polja upućuje na zaključak da u vrijeme razvoja ovih starijih zaravni, tj. nakon štajerske orogenetske faze u srednjem miocenu, hidrološka baza ovog područja nije bila u današnjem bazenu Jadranskog mora nego u Panonskom moru. Tek izdizanjem koje je uslijedilo atičkom orogenetskom fazom u gornjem miocenu došlo je do hidrološkog usmjeravanja ovog područja prema Jadranskomu moru, tj. prema lokalnoj hidrološkoj bazi u gornjoj dolini Cetine. Zato se niže zaravni koje su se počele razvijati u donjem pliocenu nalaze nad jugozapadnim i južnim rubovima polja u visini treće grupe neogenskih sedimenata za koju je utvrđeno da je donjpliocenske starosti. Budući da nakon taloženja tih sedimenata i razvoja zaravni u njihovim visinama nije bilo jačih tektonskih gibanja, razumljivo je da su ove mlađe i niže zaravni bolje sačuvane.

U prikazu općih osobina zaravni naročito je naglašena povezanost glavnine zaravni u jugozapadnoj Bosni uz obode polja⁸⁰. Očito je da sama polja, koja su često i više nego 100 m niža, nisu mogla utjecati na postanak ovih zaravni, ali položaj zaravni ipak pokazuje da su one nastale u sličnim geološko-litološkim uvjetima kao i polja. Na ovakvu konstataciju posebno upućuje i činjenica da na rubovima polja postoje i zaravni koje su u visini samih polja, odnosno na neznatnoj visini iznad ravni polja⁸¹, a još više postojanje zaravnjenih površina i u podlozi polja.⁸²

Nakon okopnjavanja jezera pukotine u vapnencima bile su do one visine neogenskih jezerskih sedimenata koju su postigle u vrijeme taloženja zapunjene glinovitim i laporovitim supstratom. Ovaj vododrživi materijal u krškim pukotinskim šupljinama »držao« je jezera u paleodepresijama i uvjetovao je da se jezerska voda preko njega ravnomjerno prelijeva iz više paleodepresije prema nižoj. U vrijeme taloženja treće grupe jezerskih sedimenata u donjem pliocenu jezerski bazeni već su poprimili današnje visinske odnose. To znači da se u donjem pliocenu u krškom podzemlju formirala jedna, uglavnom kontinuirana vododrživa zona nag-

80) U dijelu orografskih slivova polja jugozapadne Bosne koji su u sklopu hidrološkog sliva Cetine takve su: Celebićka zaravan i Bastasi uz obod Livanjskog polja, zaravan Podine uz Duvanjsko polje, zaravan Gornjeg Malovana uz Kupreško polje i zaravan Zajaruge uz obod Glamočkog polja.

81) Takve su Rujanska zaravan u Livanjskom polju, zaravan Glavica i Podgradina u Glamočkom, te najveći dio Blagajske depresije i južni dio Milačke depresije u Kupreškom polju.

82) Najveće su: zaravan u podlozi Buškog Blata i zaravan u podlozi jugoistočnog proširenja Glamočkog polja.

nuta od jezerskih naslaga Kupreškog i Glamočkog bazena prema istim takvim naslagama u Duvanjskom i Livanjskom bazenu, te preko Livanjskog bazena do jezerskih naslaga u gornjoj dolini Cetine i od gornje doline Cetine prema fliškoj zoni u primorju.

Vododrživa zona u krškoj unutrašnjosti predstavljala je hidrološku bazu i za padalinske vode karbonatnih planinskih područja koje su do nje dospijevale razgranatim sistemima pukotinskih šupljina. Ova voda također je usmjerena vododrživom podzemnom zonom u smjeru susjednog nižeg bazena jezerskih naslaga, gdje izbija na površinu.

Važno je da je već u vrijeme taloženja treće grupe jezerskih sedimenata, kojima su prethodili atički orogenetski pokreti, uspostavljeno stepeničasto hidrološko usmjeravanje od sjeveroistoka prema jugozapadu, tj. od najviše vododržive barijere jezerskih sedimenata prema najnižoj. Dok su paleodepresije današnjih polja bile ispunjene donjopliocenskim jezerima, ovo hidrološko usmjeravanje vršilo se prelijevanjem jezerske vode kroz međuslivna planinska područja iz viših jezerskih bazena u niže, a kada su jezera u donjem pliocenu okopnila, preko njih u istom smjeru protječu površinski tokovi.

Vododrživa podzemna zona pretežno je uvjetovala ravnoinjerno i prilično sporo podzemno otjecanje kroz sisteme djelomično odvojenih a djelomično povezanih pukotinskih šupljina.

Iznijete hidrološke osobine nakon okopnjavanja jezera, te nanošenje naplavnog materijala s jezerskih naslaga uvjetovali su na najnižim dijelovima kontaktnog ruba između jezerskih i karbonatnih stijena stvaranje inundacione ravni, preko koje se voda postepeno lateralno procjeđivala u kršku unutrašnjost. Biogenetskim procesima na samoj inundacionoj ravni i okolnom pritjecajnom području voda je obogaćivana ugljičnim dioksidom, kojim je u dugotrajnom razdoblju povoljnih tektonskih i klimatskih uvjeta, u smislu Rogličeva objašnjenja (1957), otapan vapneni rub i povećavana površina zaravni. Horizontalnom korozivnom širenju zaravni u visini inundacionog nivoa odgovara i proces snižavanja karbonatnih padina iznad zaravni. Razaranje padina moglo se vršiti samo kombiniranim erozivnim i korozivnim procesima.

Izloženi hidrološki i reljefni uvjeti omogućili su početak uravnavljanja znatno prije nego što je to pretpostavljao Roglič (1957, 126 — 130). Pokretima u štajerskoj i atičkoj orogenetskoj fazi nabrani su i djelomično okopnili jezerski sedimenti donjeg i srednjeg miocena. Donjopliocenska jezera zauzimala su znatno manje prostranstvo od prijašnjih, a kako ove najmlađe jezerske naslage nisu znatnije poremećene, zaključujemo da je faza tektonske stabilnosti započela u ovom području još potkraj miocena. To znači da su se na kontaktu miocenskih jezerskih naslaga zaravni počele formirati već nakon štajerske orogenetske faze sredinom miocena. One su se razvijale na sjeveroistočnim i sjevernim obodima današnjih polja do atičkih orogenetskih poremećaja koncem miocena.

Kada su u donjem pliocenu neogenska jezera potpuno okopnija i ronskom fazom bila blago poremećena, stvoreni su uvjeti da se u visini donjopliocenskih naslaga razvijaju niže i mlađe zaravni.

Vrijeme trajanja korozivnog procesa kojim su se širile zaravni moglo je biti ograničeno različitim faktorima. Kroz čitav pliocen nije bilo znatnijih tektonskih pokreta koji bi poremetili reljefni i hidrološki odnos vododrživih i karbonatnih naslaga. I klimatske prilike kroz čitavo to razdoblje bile su podjednako povoljne. Varijabilnosti su mogle samo povremeno pospješiti ili usporavati korozivni proces. Međutim, u tom dugom vremenskom razdoblju egzogenim procesima mijenjane su orografske i hidrološke prilike na vododrživom i karbonatnom području, što je moglo imati odlučujuće značenje u razvoju zaravni.

Već je rečeno kako je spiranje vododrživih naslaga predstavljalo jedan od osnovnih uvjeta lateralnog korozivnog procesa u karbonatnim stijenama, ali, kada su tim spiranjem neogenske naslage snižene do ispod visine zaravni, razvoj zaravni je prestao. Sada se uspostavljaju i novi hidrološki odnosi, s nižom inundacionom ravni, koja može biti neposredno uz stariju, ali isto tako može biti i na nekoj sasvim drugoj strani depresije, prema kojoj su se u novim hidrološkim uvjetima usmjerili tokovi. Iz ovoga proizlazi da su više zaravni, koje su započele razvoj još u srednjem miocenu ranije završile svoj razvoj i da su prema tome starije. Niže su zaravni kasnije započele razvoj, prema tome su kasnije i prestale evoluirati. Treba napomenuti da su mogli postojati reljefni i hidrološki uvjeti da se uz rub geološki povezanih miocenskih i donjopliocenskih naslaga istovremeno razvijaju i izdvojene zaravni na različitim visinama.

Izloženi geološki, hidrološki i reljefni uvjeti nakon okopnjavanja neogenskih jezera upućuju na zaključak da su na rubovima udubljena ispunjenih jezerskim sedimentima u jugozapadnoj Bosni nastala dva tipa zaravni: više i starije uz obod današnjih velikih polja, a oko 50—150 m iznad ravni polja, i niže mlađe zaravni koje se neposredno nastavljaju na poljske ravni te ih neznatno nadvisuju ili su prekrivene kvartarnim naplavinama polja. Redovito u depresiji svakog polja susrećemo i jedan i drugi tip zaravni.

Na obodu Kupreškog polja tipu starije zaravni pripada relativno mala zaravan Gornjeg Malovana, dok niže zaravni čine kamenitu podlogu Blagajskog i Milačkog udubljenja. Na karbonatnom okviru Glamočkog polja višu zaravan čine Dubravska zaravan i Zajaruge, dok nižoj na sjeverozapadnom dijelu polja pripadaju prostrane zaravni Glavice i Podgradina; na jugoistoku je zaravan u podlozi poljskog proširenja prekrivena kvartarnim naplavinama. Višoj zaravni u Duvanjskom polju pripada zaravan Podine, izdužena uz čitav sjeveroistočni obod polja, a tipu niže zaravni pripadaju slabije izražene zaravni na jugozapadnom rubu polja. U karbonatnom okviru jedinstvenog udubljenja Livanjskog polja s Buškim Blatom tipu više zaravni pripadaju zaravan Grkovići, Bastasi i Čelebićka zaravan, a nižu zaravan čine Rujanska zaravan,

izdužena uz gotovo čitav jugozapadni rub užeg Livanjskog polja, te prostrana zaravan u podlozi Buškog Blata.

Zaravni u višim poljima, Kupreškom i Glamočkom, imaju mnogo veću površinu nego zaravni u Duvanjskom i Livanjskom polju. I učešće dvaju osnovnih tipova zaravni u ovim poljima je različito. U Kupreškom i Glamočkom polju glavnina zaravnjene površine pripada tipu niže zaravni, dok u Duvanjskom i Livanjskom polju nešto veće prostranstvo imaju više zaravni. To znači da su miocenske jezerske naslage, koje su uvjetovale razvoj viših i starijih zaravni, u višim poljima ranije sprane do ispod visine ldnosnih zaravni nego u nižim poljima.

Položaj zaravni u poljskim udubljenjima i njihov odnos prema vododrživim jezerskim sedimentima dokazuje da se u vrijeme formiranja nižih zaravni uspostavila hidrološka orijentacija slična današnjoj. Tada je već u središnjim dijelovima neogenskih i trijaskih naslaga Glamočkog i Kupreškog polja nastala vododijelnica kojom je glavnina orografskih porječja tih polja usmjerena prema tokovima Crnomorskog sliva.

Vododrživi sedimenti donjeg trijasa imali su istu funkciju u stvaranju zaravni kao i neogenski s kojima su redovito povezani u jedinstveno vododrživo područje.

Iznijeti hidrološki i reljefni uvjeti upućuju na to da je razvoj pojedinih zaravni mogao trajati dotle dokle su spiranjem i odnošenjem neogenske naslage došle u niži visinski položaj prema zaravni. Zaravni su nastajale u različito vrijeme; povoljni uvjeti za njihov razvoj, kao što smo već naveli, bili su od srednjeg miocena. Sigurno je da su pleistocenske klimatske promjene s odgovarajućim erozivnim procesima premetile razvoj zaravni, ali u interglacijalnim razdobljima, iako relativno kratkim u odnosu na raniji period tektonskog mirovanja i malih klimatskih varijabilnosti, postojali su svi uvjeti da se zaravni šire, a ti uvjeti postoje i danas.

Izložena evolucija zaravni uz obode i rubove polja jugozapadne Bosne može se uklopiti u opće postavke Rogličeva objašnjenja razvoja zaravni, ali uz ove dopune: 1) pored naplavnog materijala s vododrživih terena, kao faktor površinskog zadržavanja vode značajnu ulogu imala je i opća blokiranost pukotinskih šupljina u prostranim podzemnim područjima gdje je u visini neogenskih sedimenata formirana pretežno kontinuirana razina podzemne vode i 2) zaravni su raznovremenog postanka, a povoljni uvjeti za njihovo nastajanje bili su od srednjeg miocena do početka pleistocena i čak u interglacijalima.

SPECIFICNI HIDROLOŠKI UVJETI RAZVOJA ZARAVNI OKO CETINE

Primjenom Rogličeve koncepcije na razvoj prostranog i kontinuiranog niza zaravni koje prate dolinu i polja oko Cetine nailazi se na velike teškoće i neslaganja. Zato ćemo nastojati da pro-

stranstvo i specifičnosti zaravni uz Cetinu objasnimo dosljedno dosadašnjem metodološkom prilaženju utvrđivanja evolucije reljefnih oblika, rekonstruiranjem specifičnih hidroloških i geoloških uvjeta u vrijeme njihova razvoja.

Suvišno je posebno isticati da su i u kršu oko Cetine najpovoljniji uvjeti za razvoj zaravni postojali istovremeno kao i u jugozapadnoj Bosni, tj. nakon štajerskih pokreta u srednjem mioценu. Međutim, moramo se podsjetiti da u području gornje doline Cetine, pored gotovo kontinuiranog niza vododrživih trijaskih i neogenskih, pa donekle i paleogenskih naslaga, sličnu hidrološku funkciju ima i rasjednuta svilaško-dinarska antiklinalna struktura, a posebno debela serija vododrživih trijaskih sedimenata uz južne padine Svilaže. Imamo li na umu da i danas gotovo sve vode koje podzemno teku s viših horizonata polja jugozapadne Bosne gotovo u cijelosti izbijaju na lijevoobalnim vrelima gornje doline Cetine, lako je razumjeti da su u izloženim hidrogeološkim prilikama u podzemlju nakon okopnjavanja jezera postojali za to još povoljniji uvjeti. Oko gornje doline Cetine postojala je, dakle, nakon okopnjavanja jezera velika hidrološka koncentracija cjelokupnog nadzemnog i podzemnog otjecanja s orografskih slivova polja jugozapadne Bosne. Današnji položaj i struktura neogenskih naslaga upućuju na zaključak da su u doba razvoja zaravni, tj. nakon okopnjavanja jezera i poremećaja jezerskih naslaga, one u cijelosti ispunjavale poljska udubljenja u dolini gornje Cetine, te da su svojim položajem nadvisivale današnje zaravni.

S druge strane, položaj zaravni oko ušća Cetine i uz njen donji tok nesumnjiv je dokaz da su primorske fliške zone u doba razvoja zaravni bile na većoj visini od današnjih zaravni.

Razvoj zaravni svakako isključuje mogućnost istovremenog postojanja doline Cetine. Ona je, bez sumnje, mlađa od zaravni.

Dakle, nakon okopnjavanja neogenskih jezera, a i za vrijeme njihova opstojanja u dalmatinskom dijelu sliva Cetine postojala su dva vododrživa pojasa: prvi, neogenski i donjotrijaski u reljefnom udubljenju između Svilaže i Dinare i, drugi, fliški u primorju. Već smo izložili razloge koji upućuju na zaključak da je prvi pojas predstavljao, kao i danas, hidrološku koncentraciju otjecanja iz jugozapadne Bosne, a drugi je uvjetovao da se ta akumulirana voda razlijeva po površini. Prvi pojas bio je, dakle, hidrološka baza podzemnog otjecanja voda jugozapadne Bosne, dok je drugi pojas predstavljao hidrološku bazu površinskog otjecanja tih voda. Pukotinske šupljine u kršu između tih dviju hidroloških baza bile su ispunjene različitim naplavnim supstratom ili vodom. To znači da je u vrijeme razvoja zaravni razina vode temeljnice bila stalno ili povremeno u blizini nivoa zaravni. Na opravdanost ove tvrdnje upućuje i sadašnje postojanje piezometričkih nivoa u krškoj unutrašnjosti Bitelićke zaravni i zaravni Derven kod Peruče (Pavlin, 1960, 1961 i 1962), te u podzemlju Ugljanske zaravni kod Prančevića (Magdalenić, 1965, i dok. 1958).

Reljefna predispozicija uvjetovala je površinsko kretanje vode između prvog i drugog pojasa preko niza današnjih zaravni, a zbog male visinske razlike jednog i drugog pojasa došlo je do sporog otjecanja, lateralnog razlijevanja i korozivnog uravnjavanja okolnog krškog kraja.

Erozivno razaranje neogenskih i donjotrijaskih naslaga nije davalo materijal značajan za površinsko zadržavanje vode, ali je važnost raspadanja tih naslaga ipak bila vrlo velika jer su one, s raspadnutim dolomitskim stijenama i crvenicom, davale rahlo tlo na kojem je rastao biljni pokrov, bitan preduvjet obogaćivanja vode ugljičnim dioksidom.

Pored polakog otjecanja i lateralnog korozivnog širenja zaravni između prvog i drugog vododrživog pojasa razumljivo je da su korozivno širenje potpomagale i vode koje su podzemno ili površinski pritjecale s neposrednog višeg zaleđa pojedinog dijela povezane zaravni.

Iz izloženog se vidi da kontinuirana zaravan uz dolinu Cetine, koja je kasnijim tektonskim gibanjima dislocirana u dva visinska nivoa, vremenski odgovara razvoju mladih zaravni uz rubove polja jugozapadne Bosne.

(Uvjeti za ovakav razvoj zaravni u visini prostranog, hidrološki i reljefno jedinstvenog inundacionog nivoa postojali su sve do onog vremena kada je primorski fliški pojas erozivnim procesima snižen do ispod visine zaravni. Tada se od ušća prema unutrašnjosti regresivnom riječnom erozijom formira tok Cetine koji postepeno sve više okuplja vode sa zaravni i njen razvoj prestaje.) Ovakve prilike mogle su nastupiti i u toku pliocena, ali dimenzije zaravnjenih površina i mnogo povoljniji uvjeti za erozivno snižavanje primorskog fliškog pojasa u pleistocenu čine opravdanim da se svršetak razvoja zaravni veže uz promjene koje su nastupile na prijelazu tercijara u kvartar.)³²

PLEISTOCENSKE KLIMATSKE PROMJENE — VAŽAN MODIFIKATOR RELJEFA I HIDROLOGIJE KRŠA

Veliko zahlađenje početkom kvartara izazvalo je raznovrsne i vrlo značajne promjene u razvoju reljefa i hidrološkim osobinama ovoga krškog kraja. Učinak ovih pokreta najbolje je očuvan na zaravnima čiji su razvoj prekinuli, a najbolje se može konstatirati na najprostranijoj zaravni, tj. oko Cetine. Naime, ova izdužena zaravan, koja je u doba razvoja bila gotovo potpuno ravna ili blago nagnuta od današnjeg gornjeg toka prema donjem, rasjedanjem je disecirana. Time su pojedini dijelovi dospjeli na različitu visinu. Međutim, vertikalni pomak uglavnom je manjih dimenzija, a u području između Svilaje i Dinare zahvatio je uglavnom neogenske bazene pa je na zaravnima slabo izražen. U tom području on je evidentan samo u različitim visinama pojedinih dijelova zaravni, ali razlike su vrlo malene i redovito ne prelaze više od 20 do 30 m.

Najmarkantniji i najveći vertikalni pomak vidljiv je u »katunskom strmcu«, kojim je jedinstvena zaravan kod Katuna vertikalno odvojena gotovo 200 m u višu zaravan Ciste i nižu Zadvarsku zaravan. Ovaj vertikalni pomak izdužen je u smjeru sjeverozapad-jugoistok, a nastavlja se prema sjeverozapadu u rasjednu padinu koja odvaja Ugljansku i Dirmansku zaravan od zaravni Vojnić. Uslijed rasjedanja, vlaškim tektonskim pokretima pojedini dijelovi zaravni dobili su drugačiji nagib od onog koji su imali u vrijeme razvoja. Efekt vlaške faze na zaravnima jugozapadne Bosne teško je uočiti.

Uslijed hladne i sezonski vlažne pleistocenske klime na planinskom području vršeno je prilično intenzivno mehaničko razaranje i snošenje materijala kojim su prekriveni rubni dijelovi polja jugozapadne Bosne. Velikim količinama materijala zapunjeni su ponori, smanjen je kapacitet podzemnog otjecanja, a u najnižim dijelovima formirana su jezera, čiji su tragovi sačuvani u današnjim akumulacionim terasama na rubovima svih polja.

Jakim površinskim raspadanjem stijena na planinskom području nastajalo je rahlo tlo kojim su u karbonatnim naslagama ispunjene pukotinske šupljine i time je spriječeno neposredno poniranje padalina. Povremenim površinskim otjecanjem vode (uglavnom otopljenog snijega), koja je nosila i mnogo kršja, nastale su na planinskim padinama duboke suhodoline. Te suhodoline, važan element planinskog krškog reljefa, usječene su u zaravnima u obode polja, a u poljima redovito svršavaju naplavnom ravnicom slabo uobljenog kršja različite veličine. Suhodoline, ili kako ih u ovom kraju nazivaju »drage«, u današnjim hidrološkim uvjetima povremene su bujice i vododerine.

U planinskom površju, pod utjecajem specifičnih nivacionih procesa u karbonatnim stijenama, krševiti planinski izdanci modelirani su u blaže reljefne oblike. Nastale su uobljene reljefne forme kakve danas susrećemo na Dinari, Šatoru, Cincaru, Vranu i drugim planinama oko polja jugozapadne Bosne. Niže i južnije planine, kao što je Mosor, nisu bile izložene takvim procesima uobljavanja, pa su na njima krševiti oblici izrazitiji.

Karbonatni sastav, visina i količina padalina nisu pogodovale formiranju velikih cirkova, a male visinske razlike nisu omogućavale razvoj duboko usječenih ledenjačkih dolina. Erozijska baza glacijalnih procesa bila su visoka polja, pa nije bilo uvjeta za stvaranje dubokih reljefnih oblika kakve susrećemo u planinskom području oko srednje Neretve (Roglić, 1959 a).

Dok je planinsko površje nivacionim procesima uobljavano, na padinama je spiran siparišni materijal i u pojedinim dijelovima formirane »drage« kojima je taj materijal nanošen u polja. Male količine morenskog materijala koji je redovito zaostao visoko u planinama te akumulacije slabo uobljenog glacio-fluvijalnog šljunka i siparišnog materijala u poljima odraz su glacijalnih razdoblja, koja iako imaju veliko značenje za današnji reljef u jugozapadnoj Bosni,

nisu ostavila takve tragove u reljefu kao u susjednom kraju oko srednje Neretve ili dalje u Orjenskom masivu (Riđanović, 1966).

Pleistocenskim naplavinama u povremenim jezerima u prostoru današnjih polja pokrivena je neogenska osnova. Izmodeliran neogenski reljef, koji se razvijao prema ponorima na rubu polja, prekrivale su ravne pleistocenske naplavine. Ovim naplavinama treba zahvaliti ravan izgled poljskih površina.

Najpovoljniji uvjeti za taloženje pleistocenskih naplavina bili su na najnižim dijelovima polja, tj. na rubnim zaravnima koje su se razvijale u područjima južnog dijela Milačkog udubljenja u Kupreškom polju, jugoistočnog proširenja Donjeg Glamočkog polja i u prostoru današnjeg Buškog Blata. Na te zaravni nataložene su velike količine različitog vododrživog materijala, pa su tako područja predpleistocenskih vapnenačkih zaravni pretvorena u polja.

Izložene hidrološke prilike u planinskom području i poljima svakako su se odrazile i na podzemno kretanje vode. U pleistocenskim razdobljima u planinskom području jugozapadne Bosne bilo je smanjeno neposredno poniranje, a to znači da su veće količine vode pritjecale u polja. I ova činjenica pored obilnog snošenja materijala, bila je značajna za povremeno ujezerivanje polja. Veće količine naplavnog materijala, koji je kroz ponore dospijevao u podzemlje, uvjetovale su smanjenje kapaciteta podzemnog otjecanja, pa su i time stvoreni povoljni uvjeti za ujezerivanje polja.

Pleistocenska epoha u reljefu i hidrološkim osobinama orografskog sliva Cetine ostavila je bitno drugačije tragove. U planinskom području nastavljen je proces intenzivnog okršavanja i u reljefu su ojačane vertikalne dimenzije. Međutim, najveće promjene nastupile su na jedinstvenoj zaravni. Već smo ukazali da je vlaškom fazom zaravan dospjela u različite visine, ali to je bio samo početak mnogo značajnijim promjenama u reljefu ovog područja.

Usljed povećanog povremenog pritjecanja vode, jače erozivna aktivnosti na planinskim padinama Svilaje i Dinare i na klastičnim tercijarnim i donjotrijaskim naslagama između tih planina, povećano je otjecanje vode preko zaravni. Istovremeno ili čak i ranije, erozijom je snižena primorska fliška zona, pa se otjecanje vode sa zaravni usmjerilo kroz flišku dolinu i tektonski predisponiranu probojnicu na današnjem ušću, čemu je pogodovala i snižena erozivna baza koja je u to vrijeme bila na dnu današnjeg Bračkog kanala, oko 70 m ispod današnje razine mora. Razvojem fliške doline donje Cetine i povremenim protjecanjem velikih masa vode koja je nosila mnogo raznovrsnog materijala, uvjetovano je koncentrirano otjecanje svih voda tada najnižim dijelom jedinstvene zaravni između Sinjskog polja i vodopada Gubavice. Usijecanje kanjona Cetine u zaravan može se objasniti jedino velikim količinama materijala kojeg je Cetina nosila iz gornjeg dijela doline i koji je znatnim količinama pristizao i s planinskih padina Dinare i Svilaje.

Usijecanje zaravni bilo je praćeno evakuacijom neogenskih naslaga iz Sinjskog i ostalih polja oko gornje doline Cetine.

U udubljenju između Svilaje i Dinare Cetina se počela usijecati kroz područje koje je u tadašnjim reljefnim prilikama bilo najpovoljnije, tj. najniže. Tako je kasnijom evakuacijom neogenskih i donjotrijaskih klastičnih naslaga tok Cetine ostao usječen u epigenetskim sutjeskama, kao što su Garjačka sutjeska i sutjeska Peruće.

I u donjem, fliškom dijelu doline Cetine postoje dvije epigenetske sutjeske, Tisne Stine i Gospica. Probojnica Cetine na ušću kod Omiša također je epigenetskog postanka, ali je u ovom slučaju značajnu predispoziciju imala tektonika, jer je probojnica iskoristila kratak, ali vrlo markantan poprečni rasjed. Uslijed tog rasjeda desna strana probojnice je u eocenskim foraminiferskim, a lijeva u gornjokrednim rudistnim vapnencima. Međutim, da je ovaj rasjed stariji od početka usjecanja probojnice, svjedoče tragovi nivoa zadvarske zaravni, koji su podjednake visina na jednoj i drugoj strani zaravni. To je dokaz da je i ovdje primarno značenje imala epigenija.

Prema usjecanju kanjona vršeno je snižavanje neogenskih naslaga u Sinjskom polju, a erodiranje neogenskih naslaga u ostalim poljima gornje doline Cetine prilagođavalo se je usjecanju odgovarajućih nizvodnih sutjeski. Zbog toga sutjeske predstavljaju stepenice u uzdužnom profilu gornjeg toka Cetine (prilog 6).

Čim su neogenske naslage polja snižene do ispod visine jedinstvene zaravni i čim se u zaravan počeo usjecati tok Cetine, sa zaravni je postepeno spiran naplavni materijal, koji je nataložen u vrijeme njenog razvoja i tako stjenovita podloga sve više izbija na površinu. Tako se postepeno razvijala današnja karakteristična slika zaravni.

Posljednja faza pleistocenskog zahlađenja ostavila je vrlo značajne tragove u reljefu kraja oko Cetine i u samoj dolini. Tada su u kanjon Cetine pristizale mnogo veće količine materijala nego što je tok mogao sprovesti kroz kanjon. Zato je došlo do taloženja materijala u kanjonu, a on ni do danas nije u cijelosti evakuiran. Uslijed smanjenog otjecanja nataložen je naplavni materijal i u samim poljima, gdje i danas na velikim površinama prekriva neogensku podlogu. Pleistocenski materijal na rubovima polja zastupljen je slabo uobljenim šljuncima i pijescima, a u središnjem dijelu finijim pijescima i glinama.

Sitni eolski pijesak kod Kijeva također je pleistocenskog postanka. Sjeverni vjetrovi kroz Unišku dragu dizali su sa zaravni čestice crvenice i nanosili ih u podnožje Kozjaka. Ta crvenica upućuje na sastav naplavina koje su prekrivale zaravan u doba njenog razvoja, te nam omogućuje da zaključimo da naplavni materijal na kojem se razvijao biljni pokrov i koji je pridonosio lateralnom širenju zaravni nisu davale samo neogenske i donjotrijaske naslage već da je on nastajao i neposrednom disolucijom vapnenca.

Hidrološke posljedice pleistocenske epohe u orografskom slivu Cetine prvenstveno se očituju u već prikazanom razvoju toka Cetine. Snižavanjem vododrživih naslaga u poljima te formiranjem kanjona i fliške doline nastali su uvjeti i za podzemno pukotinsko otjecanje sa zaravni; glavina tog otjecanja usmjerena je neposredno prema susjednoj dolini Cetine.

Evakuacijom neogenskih sedimenata snižena je i hidrološka baza otjecanja sa horizonata polja u jugozapadnoj Bosni, posebno sa vododrživog horizonta Livanjskog polja. Time su nastali uvjeti za brže podzemno otjecanje i evakuaciju naplavnog materijala iz podzemnih šupljina, dakle, omogućeni su hidrološki procesi suprotni istovremenim procesima u dijelovima podzemlja uz otjecajne rubove polja jugozapadne Bosne.

Općenito se može konstatirati da je pleistocenska epoha u dva osnovna dijela sliva Cetine karakterizirana bitno različitim reljefnim i hidrološkim procesima. Dok je u jugozapadnoj Bosni glavno značenje imala akumulacija materijala u poljima i ujezeravanje polja, u orografskom slivu Cetine formirana je duboka fliška dolina donje Cetine, kanjon u srednjem dijelu toka, a znatnim dijelom evakuirane neogenske naslage iz polja oko gornje doline Cetine.

Svi ovi procesi prethodili su današnjima, koje smo izložili u početnom dijelu ovog rada.

ZAKLJUČAK

Objašnjenje evolucije reljefa i cirkulacije vode u karbonatnim stijenama pripada među najsloženije geomorfološke i hidrološke probleme. Gotovo nema oblika na Zemlji čiji se postanak tumači tako različitim procesima kao krški reljef. Skrivenost podzemnih krških tokova zadaje posebne teškoće.

Zbog velikog prostranstva krša u našoj zemlji, posebno u reljefu Hrvatske, njegovo proučavanje ima izuzetno značenje. Suvremena nastojanja da se siromašni krški krajevi gospodarski unaprijede i na najpovoljniji način iskoriste njihova prirodna bogatstva traže dobro poznavanje reljefa i kretanje vode u kršu što daje novi podstrek naučnim objašnjenjima prirode krša.

Sve do prije petnaestak godina geomorfološka i hidrološka proučavanja krša temeljila su se gotovo isključivo na neposrednom terenskom promatranju, a samo donekle na podacima mjerenja vodostaja na krškim tokovima, uglavnom nedovoljnim i često netačnim. Zadivljuju rezultati do kojih su na taj način došli mnogi istraživači krša. Ali, različita i ponekad kontradiktorna shvaćanja i uopćene postavke nisu mogle biti baza za složene tehničke zahvate i velika materijalna ulaganja.

U hidrološkom sliju Cetine, koji je predmet ovog rada, neposredno nakon drugog svjetskog rata počeli su opsežni istražni radovi za izradu projekata elektroenergetskog korištenja voda. Iako je već izgrađen jedan dio hidroenergetskog sistema Cetine, istražni radovi koje vrše stručnjaci različitih disciplina, prvenstveno geolozi, hidrolozi i geofizičari, još uvijek su u toku. Opsežni istražni radovi izvršeni su da se utvrde rezerve ugljena u lakustrijskim bazenima jugozapadne Bosne.

Prethodnim upoznavanjem rezultata različitih istraživanja uočeno je da se ona ne slažu s dosadašnjim postavkama i da ti rezultati omogućuju i drugačije zaključke u razvoju nekih tipova krškog reljefa i u kretanju vode u kršu. Podaci o dosadašnjim istraživanjima, mjerenjima i opažanjima, iako nisu uvijek tačni ni potpuni za čitavo područje, poslužili su kao osnova zaključcima do kojih smo došli u ovom radu.

Rezultati dosadašnjih istražnih radova djelomično su objavljeni, te su navedeni u popisu upotrijebljene literature, a najvećim dijelom su u arhivama ustanova i poduzeća koji su ih izvodili i za koje su izvođeni. Spisak upotrijebljene stručne dokumentacije priložen je na kraju rada.

Način obrade ove teme prilagođen je postojećim uvjetima. Nakon prethodnog rekognosciranja terena i uočavanja osnovne geomorfološke i hidrološke problematike, bilo na temelju neposrednih terenskih promatranja ili pomoću postojeće literature, prišlo se detaljnom upoznavanju raznovrsne i opsežne stručne dokumentacije. Konačnu potvrdu postignutim rezultatima nastojali smo dobiti na terenu.

U prvom dijelu ovoga rada dani su najosnovniji podaci o hidrološkom slivu Cetine u koji su, pored njezina orografskog sliva, uključeni i orografski slivovi polja te dijelova polja jugozapadne Bosne, čije vode podzemno pritječu u Cetinu.

Izdvojene su i detaljno prikazane ove reljefne cjeline: planine, zaravni, polja, fliške zone, sutjske i kanjon Cetine. Prostorni odnosi ovih tipova reljefa najbolje dolaze do izražaja na geomorfološkoj skici (prilog 4). Osobita pažnja poklonjena je zaravnima. Utvrđeno je mnogo veće prostranstvo i kontinuitet ovog reljefnog oblika oko Cetine u odnosu na područje jugozapadne Bosne, gdje zaravni zauzimaju i različit plošaj prema vododrživim naslagama polja. Tu se zaravni nastavljaju uz obode polja, na rubovima polja, a djelomično su i u podlozi polja, pokrivene kvartarnim naplavinama.

U prikazu osnovnih hidroloških karakteristika sliva Cetine najprije je pokazana varijabilnost godišnjih količina i režima padalina. Izložene su osobine površinskih tokova u poljima jugozapadne Bosne i objašnjen odnos površinskog i podzemnog otjecanja na pojedinom vododrživom horizontu (sl. 10). Odnos voda koje podzemno i površinski otječu na horizontima polja jugozapadne Bosne s protokama Cetine na početku kanjonske doline pokazuje da gotovo čitava količina padalina koja padne i otječe tim horizontima dopijeva u gornji tok Cetine. Utvrđene podzemne vodne veze (prilog 5) pokazuju da u podzemlju postoji račvanje, spajanje i križanje tokova, koji teku zasebnim sistemima pukotinskih šupljina.

Evolucija krškog reljefa i kretanje vode u kršu nalaze se u međuzavisnim odnosima. Prateći razvoj krša, od vremena izdanjavanja mezozojskih karbonatnih stijena krajem krede, izdvojeno je nekoliko faza koje su različitom tektonskom aktivnošću i hidrološkim posljedicama te aktivnosti stvarale različite uvjete za krške procese. Laramijskom orogenetskom fazom okopnila je u ovom području debela vapnenačko-dolomitna serija. Nastala sinklinalna udubljena potkraj paleocena zahvaća transgresija, pa se u njoj talože liburnijske naslage. U srednjem eocenu ta transgresija zahvaća čitavo karbonatsko područje na kojem se talože foraminiferski vapnenici i debela serija fliša. Nakon regresije u gornjem eocenu talože se u izdvojenim bazenima prominske naslage. Taloženje tih naslaga pratila je i prilično jaka tektonska aktivnost istarsko-dalmatinske

i ilirske orogenetske faze. Posebno su značajni pokreti nakon taloženja paleogenske serije, tj. pirenejska faza potkraj eocena i savska faza u donjem miocenu. Svim tim pokretima došlo je do jakog nabitiranja, rasjedanja i pucanja karbonatnih stijena; stvorena je predispozicija za neposredno pukotinsko otjecanje vode u unutrašnjost krša. Razaranjem i snošenjem jedinstvenog flišskog pokrova u oligocenu postojali su povoljni uvjeti za razvoj izdvojenih zaravni na planinama.

Intraeocenskim i donjomiocenskim tektonskim pokretima stvorene su u ovom području depresije golemih razmjera, a u njima su kroz čitav miocen i donji pliocen opstojala jezera, koja su mijenjala i osobine i uvjete podzemnog kretanja vode u susjednom kršu.

Za vrijeme duge jezerske faze depresije su znatnim dijelom ispunjene klastičnim sedimentima. Djelomično dok su još postojala jezera, naročito nakon njihova okopnjavanja, vododrživi lakustrijski sedimenti odigrali su veliku ulogu u razvoju susjednog reljefa, a povezano s time i hidrologije. Od srednjeg miocena, tj. nakon završetka štajerske faze, započelo je na rubovima neogenskih depresija zaravnjavanje karbonatnih stijena. Postanak zaravni, koje u različitim dijelovima sliva Cetine imaju različite osobine i različiti položaj, ne može se u cijelosti objasniti postojećim teorijama. Uočavanje hidroloških prilika u kojima su se u isto i različito vrijeme u pojedinim dijelovima sliva Cetine mogle razvijati zaravni različitih dimenzija i različitog visinskog položaja jedan je od osnovnih zadataka ovoga rada. To je ujedno i glavna novina u odnosu na dosadašnja objašnjenja razvoja ovog najsPECIFICNIJEG oblika krškog reljefa.

U poljima jugozapadne Bosne, pored značajne uloge koju su u skladu s Rogličevom koncepcijom (1957) imali lakustrijski sedimenti, veliko značenje u smanjenju neposrednog poniranja vode treba pripisati i općenito maloj vodopropusnosti krša, čije su pukotinske šupljine u doba postojanja jezera bile zapunjene glinovitim i laporovitim materijalom.

Uz jezerske naslage, izdignute štajerskom fazom, zaravni su se na obodima polja jugozapadne Bosne počele razvijati već od srednjeg miocena. Položaj tih zaravni uz sjeveroistočne i sjeverne obode polja dopušta pretpostavku da je u to vrijeme hidrološka baza ovog područja bila u Panonskom moru. To znači da je tek antičkim pokretima u gornjem miocenu uspostavljena sadašnja hidrološka orijentacija prema bazenu Jadranskog mora, odnosno prema gornjoj dolini Cetine. Tada je ujedno prestao razvoj starijih i viših zaravni uz suprotan rub polja. Povoljne prilike za razvoj ovih mlađih zaravni trajale su sve do kraja pliocena.

Bitno drugačiji uvjeti za razvoj zaravni postojali su u udubljenju orografskog sliva Cetine. Tu su vododržive naslage nerazmjerno male u odnosu na veliku površinu jedinstvene zaravni od izvorišnog dijela do ušća Cetine. Ova jedinstvena zaravan razvijena je između vododrživog pojasa gornjeg dijela doline a fliške zone u

primorju. U doba razvoja zaravni fliška zona ju je nadvisivala. Na čitavom tom području nije bilo uvjeta za brzo podzemno otjecanje vode, pa se ona zadržavala na površini i uslijed malog pada i sporog otjecanja lateralno korodirala vapnence. Značenje vododrživih naslaga sastojalo se prvenstveno u stvaranju rahlog tla na kojem se razvijao biljni pokrov, izvor ugljičnog dioksida. Rahlo tlo nastajalo je i kao ostatak neposredne disolucije vapnenca (crvenica).

Uz ove povoljne uvjete svakako treba dodati i veliko pritjecanje podzemne vode u područje današnje gornje doline Cetine s polja u kršu jugozapadne Bosne. Razvoj zaravni uz Cetinu vremenski odgovara mlađim zaravnima uz rubove polja jugozapadne Bosne.

Pleistocenske klimatske promjene i odgovarajući procesi imali su različit odraz u razvoju reljefa i hidrologije dvaju osnovnih dijelova sliva Cetine. Dok je na planinama jugozapadne Bosne vršeno uobljavanje planinskog površja pod utjecajem nivacionih procesa i usjecanje dolina, »draga« na padinama, u primorskim planinama intenzivno se razvijao proces okršavanja. U polja jugozapadne Bosne snošene su s okolnih planina velike količine razdrobljenog materijala, nastala su povremena jezera, a u orografskom udubljenju Cetine formiran je tok i dolina te su znatnim dijelom evakuirane neogenske naslage iz polja u krajnjem toku Cetine.

Današnji reljef i hidrologija ovog kraja rezultat su vrlo složenih zbivanja u geološkoj prošlosti. Nastojali smo objasniti način utjecaja tih zbivanja na razvoj reljefa i kretanja vode u kršu.

Posebno se pokazalo kako istovrsna zbivanja u različitim područjima mogu stvarati različite reljefne oblike. I obratno: isti ili slični reljefni oblici mogu biti rezultat različitih morfogenetskih procesa.

Pogrešno je odlučno se izjašnjavati da u kršu ima ili nema vode temeljnice jer se egzaktnim mjerenjima i opažanjima u slivu Cetine može potvrditi i jedna i druga postavka, i to s vrlo složenim osobinama i velikim prostornim varijabilnostima. Sigurno je da se u vapnencima dinarskog krša, čije hidrološke osobine nisu pod utjecajem vododrživih naslaga, ne može formirati kontinuirani nivo podzemne vode, ali je isto tako dokazano da se u istim tim vapnencima pod utjecajem vododrživih stijena formiraju izdvojeni nivoi podzemne vode, koji u toku godine znatno osciliraju.

Reljef i hidrologija krša rezultat su složenih i prostorno veoma različitih hidroloških uvjeta, od kojih su hidrološki uvjeti i vremenski promjenljivi. Zato upoznavanju bitnih obilježja krša treba da prethodi poznavanje stvarnih geoloških i hidroloških osobina, a kada se one dobro poznaju, dolazi se do zaključka da je neosnovano svako upućavanje, shematiziranje i sveobuhvatno teoretiziranje o krškim procesima. Isti krški oblik u različitim hidrogeološkim uvjetima drugačije se razvijao. Objasnjavajući razvoj reljefa i hidrologije sliva Cetine, nastojali smo hidrološke uvjete pratiti kroz geološku prošlost. Daljnje i nove spoznaje hidrogeoloških uvjeta sigurno će omogućiti upoznavanje detaljnijeg razvoja pojedinih dijelova ovog područja.

Na kraju treba naglasiti da se opsežnim i raznovrsnim istraživanjima na gotovo čitavom području našeg krša stvaraju odlični uvjeti za objašnjenje njegova reljefa i hidrologije. Teško je prikupiti sve te rezultate rada brojnih stručnjaka i stručnih grupa, ali u sadašnjoj fazi proučavanja morfologije i hidrologije krša to je neophodno za svakog tko nastoji da na tom području dade nešto novo.

SUMMARY

THE RIVER CETINA RELIEF DEVELOPMENT AND WATER CIRCULATION IN THE KARST OF MIDDLE DALMATIA AND SOUTHWEST BOSNIA

by I. Baučić

The Cetina is a river in central Dalmatia but in this account the karst-morphological and hydrological characteristics of the entire drainage basin of this river is dealt with. Besides the author's own observations in the terrain and consultations of the abundant literature on karst in general and on this region in detail, the knowledge gained during his work is primarily based on results of exact measurements, geological drillings and various investigations carried out after the Second World War for the construction of electric power plants and for determining coal deposits in the poljes of southwest Bosnia.

The drainage basin of the Cetina consists of two parts. The area from which water could run on the surface into the river bed of the Cetina is the orographical or narrower drainage basin (of 1490 sq. km). It has, however, been found that from karst poljes in southwest Bosnia water flows under ground into the orographical drainage basin of the Cetina. This makes it necessary to consider the entire orographical drainage basins of the Livno and Duvno poljes and partly the basins of the Kupres and Glamoč poljes (totalling 2370 sq. km), although they do not lie north of the Dinaric chain, as part of the Cetina drainage area. The orographical drainage basin of the river Cetina together with those basins of the mentioned poljes in southwest Bosnia thus form the hydrological or wider drainage basin of the Cetina with an area of 3860 sq. km. (Encl. 1).

The relief of the Cetina drainage basin is very dynamical. Its basic features stretch parallel to the Adriatic coast line in the so-called Dinaric direction, i. e. from northwest to southeast. The enclosed geological sketch (Encl. 2) shows the drainage basin to be chiefly composed of carbonaceous Mesozoic deposits and in southwest Bosnia the continuous series of their layers amount to more than 5000 m (Fig. 15). The carbonaceous rock, within which limestone occupies the largest area, is the basic predisposition for the development of the karstic relief. However, the water-bearing sediments of the lower Triassic rock, Eocene flysch and Neogene rock, although taking up a relatively small area, have great significance for the development of the surrounding karst. Geological profiles (Encl. 3) allow to discern a connection between the geological composition and the relief, and to conclude that in the Cetina drainage basin all sediments except the Neogene and Quaternary ones are intensively folded, and that contacts between rocks of different compositions and ages are regularly accompanied by faults. In the geomorphological sketch (Encl. 4) the relief types, i. e. the geomorphological entities, are shown separately. The surfaces of mountains, karst plateaus, poljes

waterbearing highlands and slopes participate to very different degrees in the orographical and hydrographical drainage basins (Table 1).

Mountains are not only the most striking but also the most widely spread relief type round the Cetina. They take up 58.4 % of the entire drainage basin and are present in equal proportions in both parts of it. They are predominantly composed of pure stratified limestone and less of dolomite and are much folded with many faults. During the folding and faulting, the rock fractured and cracked intensively and the mountainous part of the drainage basin is characterized by numerous fissures of various directions and dimensions. Dissolving the carbonaceous rock of the mountains the precipitation water widened the fissures and thus produced a ramified network of underground hollows. In the mountain region the microrelief is chiefly the result of mineralogical and petrological differences.

On levelled carbonaceous rock karst plateaus are the most widely spread specific features of the karst relief and were produced by exogenous processes. These karst plateaus in the two general parts of the hydrological basin differ in size and show other essential characteristics. In the orographical drainage basin they take up 27.1% of the area and they are well preserved and continuously follow the river valley. In the orographical drainage basins of the poljes in southwest Bosnia the karst plateaus cover only 8.3% of the area, are less preserved and more isolated and have a different relief position, i. e. on mountains, at the rims of the poljes and inside them. This allows the conclusion that in the two drainage basins of the Cetina different conditions existed for the levelling of the earlier disturbed carbonaceous sediments.

In the two basic drainage basins of the Cetina the proportion of the poljes is different from that of the karst plateaus. In the orographical basin of the Cetina the poljes take up only 7.1% of the area, but in the orographical drainage basins of the poljes in southwest Bosnia they occupy 26.1%. The hydrological differences are also great and important. While in southwest Bosnia the poljes are entirely surrounded by mountains, and hydrological communication between them is only possible under ground, in the orographical drainage basin of the Cetina the poljes area mutually connected by surface water courses flowing into a unified hydrological system. The polje depressions depend on Neogenous deposits of marl, sandstone and loam. The depths of these water-bearing sediments differ between the individual poljes. Investigations made so far allow the conclusion that these Neogenous sediments in the orographical drainage basin of the Cetina are of greatest depth in the Sinj polje, i. e. about 500 m. In its hydrological drainage basin the greatest depth of these Neogenous sediments has been determined in the Livno polje with about 1000 m. This means that in both poljes these sediments reach down to layers considerably below sea level. It is significant that they cover very uneven ground areas and in some places they may be very thin. As the adjacent carbonaceous rock has contrary hydrogeological properties the Neogenous deposits of the poljes also have a most significant influence upon the specific relief development of the surrounding karst.

In the Cetina drainage basin Eocene flysch covers a very small area. Its zones are jammed between limestone ridges and are very disturbed. Although being composed chiefly of marl and sandstone the flysch deposits need not be considered entirely impermeable in this zone. It has been found that water courses running through a network of separated fissures in the limestone underground partly emerge on the surface on meeting a flysch zone but partly also find their way under ground through permeable series of flysch sediments (marly limestone, foraminiferous limestone, breccia, conglomerations, etc.).

The Cetina valley consists of three morphologically and petrographically different parts. Its upper part is a composite valley and the river here runs alternately through poljes in the karst and through gorges connecting them. The middle part of the valley is a canyon cut almost along its entire

length into a karst plateau. The lower Cetina valley runs through flysch jammed between limestone ridges of Orniška Dinara and of ramifications of Mount Mosor.

In addition to the various types of reliefs, mineralogical and lithological properties of the terrain composing the drainage basin of the Cetina, a very significant influence upon the hydrological characteristics of the basin is due to the specific climate of the region and its parts. The amount and regime of precipitation (Table III Fig. 5) shows its dependency from the relief. The regimes of precipitation and currents in this region show that the so-called »hydrological year« lasts from October 1st to 30th. Tables IV, V, and VIII and Figure 7 show the annual variation of precipitation in the individual parts of the region, and based on them dry, moderate and wet years are determined. The annual regime of precipitation is shown in Tables VI, VII, IX and X and in Figures 6 and 8, and it reveals the existence of a definitely dry season in the summer half of the year, and a wet one in the winter half with a first maximum in autumn and a second in spring. Although the observation was relatively short and interrupted, and the available meteorological data are unreliable, the conclusion is still possible that the relief varieties influence not only the amount of precipitation, but also its distribution during the year.

The hydrological characteristics of the entire drainage basin are best seen in Figure 10. The determination of the underground water communication between the individual poljes of the Cetina valley and the Adriatic Sea is presented in Table XIII and in Enclosure 5, while the flow regimes of the individual poljes and the Cetina are shown in Tables XII, XIV, XV, XVI and XVII and in Figures 9, 11 and 13.

The flow regimes also reveal the dry and wet seasons with two maxima and two minima. The water flow is strongest in December and sometimes in November (the second maximum is in March, February or April) and weakest in August and sometimes in September (the second minimum is in February or January). However, the flow regime oscillates considerably less than the precipitation regime. This is first of all caused by a slower flow under ground and by the precipitation water being retained in underground hollows from where it drains during rainless periods. This produces smaller water courses and causes those in higher poljes (of Kupres and Glamoč) dry up regularly after the rainy period, while stronger water courses in the lower poljes (of Duvno and Livno) and the Cetina itself never dry up. The Cetina is a typical allogenuous water course which gets about two thirds of its water under ground from higher poljes in southwest Bosnia.

Every polje in the karst in southwest Bosnia represents a separate hydrological entity with its drainage basin, water courses, springs on one side and sink holes on the opposite side. When the water courses and precipitation deliver more water into the polje than its sink can siphon into the karst under ground, the surplus water floods the polje during a time dependent on the regime of the individual polje. Floods are particularly frequent the southeastern part of the Livno polje (Buško Blato, Fig. 12).

The discovered ways of underground drainage are of particular importance for this region. In the entire mountainous karst region and on the karst plateaus enclosed in it all precipitation generally sinks in directly and drains through a dense network of surface fissures into underground hollows. The underground drainage is adapted to the network of underground hollows, and the water flows under gravitation and hydrostatic pressure towards its hydrological basis. The basis for most of the water of the underground drainage basin of the Cetina is the water-bearing level of the upper Cetina valley, i. e. the polje of Sinj.

The great number of fissures allows quick accumulation of the drainage water under ground. If water is particularly abundant the underground water courses often ramify into a number of distributaries.

The most marked peculiarity of underground drainage is the great variability of the flowing water in using various hollows primarily dependent

upon the amount of water and precipitation regime. In addition to such changes which are mainly seasonal, permanent ones may also occur in underground drainage. They are most often caused by corrosive widening of fissure hollows and inversely by their being blocked by detritus from the surface.

The position of the hydrological basis conditions the underground drainage in a direction which does not correspond to the geological structures of the Dinaric system. The Dinaric direction is northwest-southeast, the drainage direction is northeast-southwest. This is caused by transversal faults and fissures, which thus have a significant hydrogeological role since most underground water accumulates round them.

In its course to the upper Cetina valley the water from the mountainous region of southwest Bosnia is partly retained by a series of water-bearing Neogenen sediments in polje depressions. At the contact between limestone and water-bearing sediments a part of the water emerges at the edge of the polje and flows on the surface, while the other part bypasses or underpasses the water-bearing barrier. In the poljes of southwest Bosnia a smaller part of the underground water, coming from the northeastern mountain regions, is impeded in its flow, but greater part continues its course under ground. The water-bearing stratum of the upper Cetina valley, however, retains almost all the water of the orographical drainage basins of the poljes in southwest Bosnia. The fact is important that the proportion between the quantities of water emerging on the surface of individual water-bearing strata and those running under ground to the Cetina varies according to the hydrological conditions. That is to say that during wet seasons the quantity of the surface water generally rises, while during dry seasons the underground water increases.

Impeding the underground water flow the water-bearing strata of the poljes perform a considerable and changing hydrological function. On these strata much water is concentrated into individual courses. As a rule numerous springs on one side of the polje are faced by few sink holes on the other. Unlike the dispersed penetration of precipitation into mountain massifs enormous quantities of water run into the open sink holes at the edges of poljes.

Below the sink holes, between two adjacent water-bearing strata, the underground drainage is threefold. First of all through this part of the underground small water courses flow, fed by precipitation water from the adjoining mountain area. This drainage occurs at the relatively highest level. The second kind of drainage consists of strong underground water courses coming from sink holes and running along the edge of the higher water-bearing stratum. Finally the third part, as a rule, consists of the lowest underground water courses which come from distant higher mountain areas and bypass or underpass the higher water-bearing stratum. Under hydrological conditions, differing in time and space, possible communications between these three various ways of drainage lead to very complex characteristics of the underground drainage, and consequently, in extreme cases, to different interpretations of the water circulation in the karst. Such misunderstandings can only be cleared up by knowledge based on exact measurements, long and careful observations and complex investigations. In this respect much has been done in the hydrological drainage basin of the Cetina, but the results of all the measurements, observations and investigations carried out up to now are still far from revealing definite and detailed knowledge of the water circulation in this part of the karst underground.

The results of carried out stainings (Table XIII, Encl. 5) are of particular significance because they first of all show that sink holes and their corresponding springs are connected by very complex underground water courses, which ramify, join and even cross one another at different levels. No sink hole sends water to only one spring, and no spring gets its water from only one sink hole. Very great differences in the concentration of the emerged stain (from 1 to 250 mg/cu. m) were found just as great differen-

ces in the speed of the underground water courses (till the first emerging of the stain the speed of the underground water courses varied from 0.6 to 23.9 cm/sec.). The stain thrown into a sink hole at one place took 48 days to emerge at some springs and only a relatively small quantity of the thrown-in stain did emerge regularly. In some cases the thrown-in stain was not found at any spring, which allows the conclusion that in some places underground courses pass through large basins where enormous water reserves are accumulated during wet seasons. During dry seasons this water filters through to springs. Underground water basins are very important for the fairly even flow of karst springs and water courses, but in the drainage basin of the Cetina they only extend the wet hydrological season, they cannot replace it entirely.

All this shows that the underground drainage varies considerably under different hydrological conditions and consequently that the results of determining underground water communication by staining, refer only to the hydrological conditions prevailing at the time of the attempts. This is best proved by the fact that no repeated staining ever produced the same results.

The evolutions of the karst relief and of the water circulation in the karst are mutually dependent. Investigating the karst development from the time when Mesozoic carbonaceous rock emerged at the end of the Cretaceous period, it is possible to discern a number of phases during which different tectonic activities and their hydrogeological consequences created various conditions for later exogenous karst processes.

During the Laramic orogenic epoch of the Upper Cretaceous period in this region thick limestone-dolomitic series melted. The synclinal depressions appearing at the end of the Paleocene epoch underwent transgressions and Liburnian sediments were deposited in them. During the middle Eocene epoch this transgression affected all the carbonaceous zone where foraminiferal limestone was deposited as well as a thick series of flysch sediments. After the regression Promin sediments were deposited in isolated basins during the upper Eocene epoch. The deposition of these sediments was accompanied by relatively strong tectonic activity of the Istrian-Dalmatian and Illyrian orogenic phases. Particular significance belongs to the movements after the deposition of the Palaeogen series, i.e. the Pyrenean phase at the end of the Eocene epoch and the Sava phase during the lower Miocene epoch. All these movements produced strong folding, faulting and cracking of the carbonaceous rock. They created the predisposition for water drainage through fissures into the underground of the karst. During the Oligocene epoch the destruction and transportation of the unified flysch cover created favourable conditions for the formation of isolated karst plateaus on mountains.

Intraeocene and lower Miocene tectonic movements produced depressions of enormous dimensions in this region, and during all the Miocene and lower Pliocene epochs the depressions were covered by lakes, which by their existence changed both the nature and the conditions of the underground water circulation in the surrounding karst.

During the long lacustrine phase the depressions were filled to a considerable level by water-bearing sediments. While the lakes still existed but particularly after they had dried up, the water-bearing lacustrine sediments played a great role in the development of the surrounding relief and, connected with it, of the hydrology. Beginning at the middle Miocene epoch, i.e. after the end of the Styrian phase, the levelling of the carbonaceous rock began at the edges of the Neogenous depression under the influence of corrosion processes. The origin, however, of karst plateaus, which have various properties and positions in the individual parts of the Cetina drainage basin, cannot entirely be explained by existing theories which, as a matter of fact, Roglić (1957) presented most exhaustively. The perception of the hydrogeological conditions under which it was in the individual parts of the Cetina drainage basin at the same time possible for karst plateaus of various dimensions, heights and properties, and at different times for karst

plateaus of similar characteristics to develop, is one of the fundamental results of the work for this account. These results likewise represent the principal differences between the explanations of the development of these most specific features of the karst relief advanced so far.

In the poljes of southwest Bosnia, great significance in diminishing the immediate sinking-in of water needs, in addition to the important role which was played by lacustrine sediments according to Roglić's conception (1957) be attributed to the generally poor permeability of the karst, because its hollows were being filled in by loamy and marly material as long as the lakes existed.

In addition to the lacustrine sediments lifted up during the Styrian phase karst plateaus already began to develop at the edges of the poljes in southwest Bosnia in the middle of the Miocene epoch. The position of these karst plateaus along the northwestern and northern rims of the poljes allows the assumption that at that time the hydrological basis of this region was the Pannonian Sea. This means that as late as during the upper Miocene epoch its Attic movements established the present hydrological orientation, i.e. towards the Adriatic Sea and the upper Cetina Valley. At the same time the development of older and higher karst plateaus ceased along the northeastern and northern rims of the poljes, and after the dissolution of the lower Pliocene lacustrine sediments the development of lower karst plateaus began at the opposite edges of the poljes. The favourable conditions for the formation of these lower karst plateaus lasted right to the end of the Pliocene epoch.

Essentially different conditions for the forming of karst plateaus prevailed in the depressions of the orographical drainage basin of the Cetina. Here the water-bearing sediments cover an unproportionately small area compared with the large unified karst plateau stretching from the source to the mouth of the Cetina. This unified karst plateau developed between the water-bearing stratum of the upper valley and the flysch zone in the littoral area. At the time when the karst plateau was being formed, the flysch zone was higher than the water-bearing stratum. All this region lacked conditions for quick underground drainage, and the water remained above the ground, and due to the gentle slope and slow drainage it corroded the limestone laterally. The significance of the water-bearing sediments consisted primarily of creating loose soil where the vegetation cover developed, the source of carbon dioxide. Besides these favourable conditions the great quantities of water flowing under ground from the poljes in southwest Bosnia certainly need to be mentioned. The development of the karst plateau along the Cetina thus corresponds to that of the younger karst plateaus along the rims of the poljes in southwest Bosnia.

The Pleistocene climatic changes and the corresponding processes variously influenced the development of the relief and hydrology of the individual parts of the Cetina drainage basin. While in the mountains of southwest Bosnia nival processes polished the hard rock and cut gullies into slopes, the littoral mountains were the scene of intensive karst processes. At that time great quantities of detritus were transported into the poljes of southwest Bosnia from the surrounding mountains and temporary lakes were formed, while in the orographical depression of the Cetina its course and valley took shape and a considerable quantity of the Neogenous sediments was evacuated from the poljes in the upper river valley.

The present relief and hydrology of this region are the results of very complex processes in its geological past. The aim of this account is an attempt to explain how these processes influenced the development of the relief and water circulation in the karst, and it is particularly to stress that in different regions equal processes can produce different reliefs, but also inversely, identical or similar reliefs can be the results of different morphogenetic processes.

The knowledge gained by the work for this account shows that it is wrong to state authoritatively that there is or is no water-table in the karst

because in the Cetina drainage basin exact measurements and observations can confirm the one and the other hypotheses. It is certain that in the limestone of the Dinaric karst wherever its hydrological properties are not influenced by water-bearing strata, no continuous level of underground water can be formed, but it has also been proved that in the very same limestone under the influence of water-bearing rock, isolated underground water levels can be formed and show considerable annual oscillations.

The relief and hydrology of the karst are the results of complicated hydrogeological conditions differing greatly in space. The hydrological conditions are also very changeable at times. The study of the essential properties of the karst must therefore be based on previous knowledge of its factual geological and hydrological properties, and when this has been well mastered, the conclusion can be drawn that every generalizing, schematizing, and extensive theorization about karst processes are out of place. This account is the result of knowledge on karst gained so far, and it is certain that further investigations into the geohydrological conditions of the karst will produce new results and allow still better and more detailed insight into the development of this region and of the karst in general.

LITERATURA

- ANIC, D., 1951—1953, Starost naslaga sa smeđim ugljem u Bosni, Hercegovini i Dalmaciji. Geološki vjesnik, sv. V—VII, Zagreb.
- ANIC, D., 1959, Karakter flore i klime tercijara na području FNRJ. Geološki vjesnik, sv. XII, Zagreb.
- ANONIMUS, 1951, Hidromelioracija u Bosni i Hercegovini. Informativni priručnik o Bosni i Hercegovini, knj. br. 5—6, Sarajevo.
- ARANĐELOVIĆ, D., 1962, Primena geofizičkih metoda pri rešavanju nekih problema inženjerske geologije i hidrologije, Beograd.
- BALLIF, Ph., 1896, Wasserbauten in Bosnien und der Hercegovina, I. Theil Meliorationsarbeiten und Cisternen im Karstgebiete, Wien.
- BARIC, Lj., 1957, Eruptivi iz okolice Sinja u Dalmaciji uz kraći osvrt na eruptivne pojave kod Knina, Vrljke i Drniša, II kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.
- BAUČIĆ, I., 1958, Estavele u lukama, Zbornik II jugoslavenskog speleološkog kongresa, Split.
- BAUČIĆ, I., 1961 a, The importance of impermeable sediments in origin evolution and form of underground cavities in the Dinaric Karst region. Symposium Internationale de Speleologia, Memoria V della Rassegna Speleologica Italiana, Como.
- BAUČIĆ, I., 1961 b, Ponikve, specifičan oblik u pokrivenom kršu. Zbornik VI kongresa geografov FLRJ, Ljubljana.
- BAUČIĆ, I., 1963, The principal phase in the development of cavities in the Dinaric Karst. Dritter Internationaler Kongress für Speleologie, Bd. II, Section I, Wien.
- BAUČIĆ, I., 1965, Subterranean connections in the drainage basin of the Cetina river. IV International Congress of Speleology, Ljubljana (u štampi).
- BEHLILOVIĆ, S., 1964, Geologija Čubulja planine u Hercegovini. Posebna izdanja Geološkog glasnika, knj. IV, Sarajevo.
- BESIC, Z., 1951, Neki novi pogledi i shvatanja o geotektonici Dinarida. Glasnik Prirodnačkog muzeja Srpske Zemlje, ser. A, knj. 4, Beograd.
- BESIC, Z., 1952, Prilog ka poznavanju geologije Dinarida. Glasnik Prirodnačkog muzeja Srpske Zemlje, ser. A, knj. 5, Beograd.
- BIROT, P., 1954 a, Problemes de morphologie karstique. Annales de géographie, Année LXIII, No. 337, Paris.

- BIROT, P., 1954 b, Esquisse d'une étude zonale de l'érosion en pays calcaire. Das Karstphänomen in verschiedenen Klimazonen. Erdkunde, Bd. VIII, H. 2, Bonn.
- BLANC, A., Répertoire Bibliographique critique des études de relief karstique en Yougoslavie depuis Jovan Cvijić. Centre national de la recherche scientifique. Centre de documentation cartographique et géographique. Mémoires et documents, T. VI, Paris.
- BÖGLI, A., 1960, Kalklösung und Karrenbildung. Internationale Beiträge zur Karstgeomorphologie Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 2, Berlin.
- BÖGLI, A., 1964, Mischungskorrosion — ein Beitrag zum Verkarstungsproblem. Erdkunde, Bd. XVIII, No. 2, Bonn.
- BÖGLI, A., 1965, The Role of Corrosion by mixed Water in Cave Forming. Problems of the Speleological Research, Prague.
- BOJANIĆ, L., 1961 a, Allgemeiner geologischer Aufbau des südostteiles des Dinaragebirges. Bull. scient. T. 6, No 4, Zagreb.
- BOJANIĆ, L., 1961 b, Allgemeiner geologischer Aufbau des Hauptkammes der Svilaja. Bull. scient. T. 6, No 4, Zagreb.
- BOJANIĆ, L., 1964, Geologija jugoistočnog dijela Dinare. Magistarski rad (neobjavljeno), Zagreb.
- BOUE, A., 1840, La Turquie d'Europe, vol. I—IV, Paris.
- BOUE, A., 1958/59, Note sur la géologie de l'Hercegovina, de la Bosnie et de la Croatie turque. Bull. Geol. de France, 2 Serie XVI.
- BOURCAR T, J., 1926, Nouvelles observations sur la structure des Dinarides Adriatiques. Comptes Rendus XIV-e Congrès International, Madrid.
- BRALIĆ, I., 1958, Cetina; prilog poznavanju hidrografskih osobina. Diplomski rad (neobjavljeno), Zagreb.
- CORBEL, J., 1956, Le Karst proprement dit, étude morphologique. Revue de Géographie de Lion, Année XXXI, No 4.
- CORBEL, J., 1959, Erosion en terrain calcaire (Vitesse d'érosion et morphologie). Annales de Géogr., Année 689, No 366, Paris.
- CRNOLATAĆ, I. i MILAN, A., 1960, Beitrag zur Kenntnis des Mesozoikums in Gebiet von Vinica, SO von Buško Blato in Südbosnien. Bull. scient. T. V, No 2, Zagreb.
- CVIJIĆ, J., 1895, Karst. Geografska monografija. Beograd.
- CVIJIĆ, J., 1899, Glacijalne i morfološke studije o planinama Bosne, Hercegovine i Crne Gore. Glas. Srp. kralj. akademije, sv. LVII, Beograd.
- CVIJIĆ, J., 1900, Karsna polja zapadne Bosne i Hercegovine. Glas. Srp. kralj. akademije, sv. LIX, Beograd. (1901. prevedeno na njemački: Morphologische Studien aus Bosnien, Herzegovina und Montenegro. II Theil. Karstipollen. Abh. k. k. Geogr. Ges., Bed. III, H 2, Wien).
- CVIJIĆ, J., 1903, Die Karsthydrographie. Geogr. Abh., Bd. VII, H 3, Leipzig.
- CVIJIĆ, J., 1909, Bildung und Dislozierung der dinarischen Rumpfläche. Peterm. geogr. Mitt. Bd. 55, Gotha.
- CVIJIĆ, J., 1910, Beiträge zur Morphologie d. Dinarischen Gebirges. Geogr. Abh., Bd. X, H 3, Leipzig und Berlin.
- CVIJIĆ, J., 1918, Podzemna hidrografija i morfološka evolucija karsta. Posebna izdanja Srpskog geografskog društva. sv. 34, Beograd 1957. (Original na francuskom jeziku 1918).
- CVIJIĆ, J., 1921, Abrazione i fluvijalne površi. Glasnik geografskog društva, sv. VI, Beograd.
- CVIJIĆ, J., 1924 a, Types morphologiques de terrains calcaires. Glasnik geografskog društva, sv. X, Beograd.
- CVIJIĆ, J., 1924 b, Geomorfologija, knj. I, Beograd.
- CVIJIĆ, J., 1926 a, Geomorfologija, knj. II, Beograd.
- CVIJIĆ, J., 1926 b, Cirkulacija vode i erozija u karstu. Glasnik geografskog društva, sv. XII, Beograd. (Original na francuskom jeziku izašao 1925/26).
- CVIJIĆ, J., 1950, Stare otoke Popova polja i hidrografske zone u karstu. Glasnik Srpskog geografskog društva, sv. XXX, br. 1, Beograd.

- CVIJIĆ, J., 1960, La géographie de terrains calcaires, Srpska akademija nauka, Monografije, sv. CCCXLI. Razred materičkih i prirodnih nauka, br. 26, Beograd.
- DAVIS, W. M., 1901, En Excursion in Bosnia, Herzegovina and Dalmatia. Bull. of the Geographical Soc. of Philadelphia. Vol. III, No a, Philadelphia.
- DIMITRIJEVIĆ, M., 1961, Nekoliko sedimentnih tekstura u eocenskom flišu okoline Splita i Omiša. Sedimentologija, sv. 1, Beograd.
- DINIĆ, J., 1960, Dva priloga morfogenezi doline Gornje Cetine. Zbornik radova SAN, knj. 72, Geografski institut, knj. 17, Beograd.
- DINIĆ, J., 1964, Oblici erozije tla na Podosojskoj presedlini u dolini Cetine. Zbornik radova Geogr. instituta »Jovan Cvijić«, br. 19, Beograd.
- DOLEŽAL, E., 1897, Razvođe između Pontusa i Adrije u jednom dijelu Bosne. Glasnik Zemaljskog muzeja BiH, sv. IX, Sarajevo.
- DUKIĆ, D., 1952, Naše reke, Beograd.
- DUKIĆ, D., 1962, Opšta hidrologija, Beograd.
- ĐERKOVIĆ, B. M., 1963, Geološke osobine Duvanjskog polja i mogućnost gradnje akumulacija na njemu. Geografski pregled, sv. VII, Sarajevo.
- ĐERKOVIĆ, B. M. i ĐERKOVIC-PRIENDA, O., 1965, Geološka bibliografija Bosne i Hercegovine od 1838. do 1964. Sarajevo.
- ENGELHARDT, H., 1901—13, Prilozi poznavanju tercijarne flore BiH. Glasnik Zemaljskog muzeja, sv. XIII—XXV, Sarajevo.
- FENELON, P., 1954, Le relief karstique. Norois 1ère Année No. 1. Poitiers.
- FRIGANOVIĆ, M., 1961, Polja gornje Krke. Radovi Geogr. instituta Sveučilišta, sv. 3, Zagreb.
- FRIGANOVIĆ, M., 1963, Retrospektivna metoda geomorfološkog istraživanja i korisnost suradnje s pedolozima (na primjeru Kninskog polja), Ručopis, Zagreb.
- FURLANI, M., 1910, Die Lemeš-Schichten. Ein Beitrag zur Kenntnis der Juraformation in Mittel-Dalmatien. Jahrb. k. k. Geol. R. A., Wien.
- GAMS, I., 1962 a, Slepce doline u Sloveniji, Geografski zbornik, št. VII, Ljubljana.
- GAMS, I., 1962 b, Meritve korozijske intenzitete v Sloveniji in njihov pomen za geomorfologijo. Geografski vestnik, št. XXXIV, Ljubljana.
- GAMS, I., 1965, K kvartarni geomorfogenezi ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem. Geografski vestnik, št. XXXVII, Ljubljana.
- GEOLOŠKI ZAVOD SARAJEVO, 1929, Tumač pregledne geološke karte Bosne i Hercegovine, list IV — Travnik 1:200.000. Povremena izdanja Geol. zavoda Sarajevo.
- GIROMETTA, U., 1923, Jame i pećine srednje Dalmacije. Glasnik geografskog društva, sv. 9, Beograd.
- GJURASIĆ, K., 1924/43, Prilog hidrografiji krša. Tehnički vjesnik, sv. 59, br. 3—4, i sv. 60, br. 1—2, Zagreb.
- GÖTZINGER, G., 1912 a, Vorläufiger Bericht über morphologische und geolog. Studien in der Umgebung der Dinara. Verh. k. k. Geol. RA., Wien.
- GÖTZINGER, G., 1912 b, Zur Morphologie der Dinara in Dalmatien, Mitt. k. k. Geogr. Ges. in Wien.
- GRUND, A., 1903, Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Geogr. Abh. herausgegeben von A. Penck, Bd. VII, H. 3, Leipzig.
- GRUND, A., 1907, Die Entstehung und Geschichte des Adriat. Meers. Geogr. Jahresh. aus Öst. Bd. VI, Wien.
- GRUND, A., 1908, Die Oberflächenformen des Dinarischen Gebirges. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk. zu Berlin.
- GRUND, A., 1910 a, Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Geogr. Abh. herausgegeben von A. Penck, Bd. IX, H. 3, Leipzig und Berlin.
- GRUND, A., 1910 b, Das Karstphänomen. Geologische Charakterbilder, herausgegeben von H. Stille, H. 3, Tafel 3 u. 5, Berlin.
- GRUND, A., 1914, Der geographische Zyklus im Karst. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin.
- HARASZOWITZ, H., 1954, Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen, Erdkunde, Bd. VIII, H. 2, Bonn.

- HAUER, F. v., 1850, Asphalt von Dolac medio am Mosor. Jahrb. k. k. R. A., Wien.
- HAUER, F. v., 1852, Stratigraphische Notizien über Dalmatien, Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- HAUER, F. v., 1962, Aufnahmenbericht aus Dalmatien. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- HAUER, F. v., 1863, Vorlagen der dalmatinischen Übersichtskarte, Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- HAUER, F. v., 1968, Geolog. Übersichtskarte d. Österr. Monarchie, Bl. X, Dalmatien. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- HERAK, M., 1957, Geološka osnova nekih hidrogeoloških pojava u dinarskom kršu. II kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.
- HERAK, M., 1958, Geološka podloga kraškog područja. Krš Jugoslavije, knj. 5, Savezno savjetovanje o kršu, Split.
- HERAK, M., 1960, Geologija. Struktura, dinamika i historija Zemlje. Zagreb.
- HERAK, M., 1965, Geologische Übersicht des Dinarischen Karstes. Naše jame, god. VII, br. 1—2, Ljubljana.
- »HIDROELEKTRANE NA CETINI«, 1963, Kratak prikaz daljnjeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine, Split.
- HOFFER, M., 1911, Unterirdisch entwässerte Gebiete in Innerbosnien. Mitt. d. Geogr. Ges., Wien.
- IVANOVIĆ, A., 1960, Nova nalazišta keramosferina u Dalmaciji i njihovo stratigrafsko značenje. Geološki vjesnik, sv. 12, Zagreb.
- JAKŠIĆ, T., Prilog poznavanju ugljenosnih terena Bosne. Geološki anali Balk. Pol., sv. IX, br. 1, Beograd.
- JARANOFF, D., 1944, Das Klima des Mittelmeergebietes während des Pliozäns und Quartärs. Diluvialgeologie und Klima. Geologische Rundschau, Br. 34, H. 7/8, Stuttgart.
- JENKO, F., 1959, Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa, Ljubljana.
- JEVĐEVIĆ, V., 1951, O opštim geološkim uslovima izgradnje akumulacija u dinarskom planinskom masivu. Elektroprivreda, br. 5—6, Beograd.
- JOVANOVIĆ, B. P., 1959, Teoretski osnovi kraške hidromorfogenetike. Zbornik radova V kongresa geografa FNR Jugoslavije, 1958, Cetinje.
- JOVANOVIĆ, R. N., 1957, Pregled razvoja mezozoika i neki novi podaci za stratigrafiju i tektoniku NR BiH. Drugi kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.
- KATZER, F., 1903, Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegowina, Sarajevo.
- KATZER, F., 1904. i 1906, Historičko razvijanje i današnje stanje geološkog proučavanja Bosne i Hercegovine. Glasnik Zemaljskog muzeja u BiH, sv. 16, br. 3, i sv. 18, br. 1, Sarajevo.
- KATZER, F., 1909, Karst und Karsthydrographie. Zur Kunde der Balkanhalbinsel, Bd. 8, Sarajevo.
- KATZER, F., 1918, Ugljenonosne naslage mlađeg tercijara u poljima Zapadne Bosne. Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, sv. XXX, Sarajevo.
- KATZER, F., 1918. i 1921, Die Fossilen Kohlen Bosniens und Herzegowina. Bd. I, Wien 1918, Bd. II, Sarajevo 1921.
- KATZER, F., 1921, Die Sogenannte Überschiebung von Livno. Zentralblatt f. Min. Geol. und Pal., No 20, Stuttgart.
- KATZER, K., 1926, Geologija Bosne i Hercegovine, sv. I, Sarajevo.
- KAYSER, K., 1934, Morphologische Studien in Westmontenegro, I, II, Zeitschr. d. Gesell. f. Erdkunde sv. 1—4, Berlin.
- KAYSER, K., 1955, Karstrandebene und Poljoboden. Zur Frage der Entstehung von Einebenungsflächen im Karst. Erdkunde, Bd. IX, Bonn.
- KERNER, F. v., 1875, Cenni sugli studii naturali in Dalmatia sequito alla desenzione di alcune fossili terziari. Manuale del Regno di Dalmatia, Zadar.
- KERNER, F. v., 1882, Orygoceras — eine Gastropodengattung der Melanopoiden Mergel Dalmatiens. Beitr. Pal. Öst-Ung., II, Wien.

- KERNER, F. v., 1894, Pflanzenwerte aus dem älteren Quartär von Süd und Nord Dalmatien. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1898, Vorläufiger Bericht über das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F., 1900 a, Die Beziehung des Erdbebens von Sinj zur Tektonik seines pleistocänen Gebietes. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1900 b, Das Erdbeben von Sinj. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1902 a, Geologie der Südseite des Mosor bei Spalato. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1902 b, Tertiärpflanzen vom Ostrande des Sinjsko polje in Dalmatien. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1903 a, Die Fenster in der Überschiebung von Dolac am Nordflusse des Mosor. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1903 b, Reisebericht aus dem östlichen Mosorgebiete. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1904, Geologische Beschreibung der Mosor planina. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1905 a, Gliederung der Sinjaner Neogenformation. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1905 b, Über das angebliche Vorkommen von Werfener Schichten bei Katuni an der Cetina. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1905 c, Messung der täglichen Temperaturbewegung im Jadroflusse in Dalmatien. Meteorolog. Zeitschr., Wien.
- KERNER, F. v., 1905 d, Diabas bei Sinj. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1905 e, Reisebericht aus dem mittleren Cetinagebiete. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1905 f, Neogenpflanzen vom Nordrande des Sinjsko polje in Mitteldalmatien. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1906 a, Beitrag zur Kenntnis der floss. Flora von Ruda in Mitteldalmatien. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1906 b, Beiträge zur Kenntnis des Mesozoikums im mittleren Cetinagebiete. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1906 c, Reisebericht aus dem Cetinagebiete. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1907 a, Die Überschiebungspoljen. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1907 b, Das kohlenführende Paläogen von Ruda in Mitteldalmatien. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1907 c, Lias und Jura auf der Südseite der Svilaja planina. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1907 d, Vorl. Mitteilung über Funde von Triaspflanzen in der Svilaja planina. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1911, Mitteilung über die Quellentemperaturen im oberen Cetinatale. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1912, Reisebericht aus dem oberen Cetinatale. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1915, Tektonik des Südwestabhanges der Svilaja planina. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1916 a, Erläuterungen zur Geologischen Karte Sinj und Spalato. Wien.
- KERNER, F. v., 1916 b, Quellengeologie von Mitteldalmatien. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1916 c, Die Lignitvorkommen im oberen Cetinatale. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- KERNER, F. v., 1922, Über die morphologischen und hydrologischen Verhältnisse in Mitteldalmatien. Gl. geogr. društva, br. VII—VIII, Beograd.
- KISPATIC, M., 1892, Eruptivno kamenje u Dalmaciji. Rad Jug. Akad., knj. CXI, Zagreb.
- KLAUER, W., 1957, Karst-kegel, Karst-inselberg und Poljen-Boden am Beispiel des Jezero Poljes. Peterm. Geogr. Mittcil. Jahrb. 101, No 2, Gotha.

- KOBER, L., 1952, Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens. Posebna izdanja SAN, knj. 189. Geološki institut, knj. 3, Beograd.
- KOCH, F., 1925—26, Tektonika i hidrografija u kršu. Gorjanovićeva spomenica, Zagreb.
- KOCH, F., 1928, La géologie du Karst. Monographie. Le Karst Yougoslave, Zagreb.
- KOLB, H., 1961, Projekti pruga Solin—Aržano—Livno i Aržano—Duvno. Građevinar, br. 1, Zagreb.
- KREBS, N., 1929, Ebenheiten und Inselgebirge im Karst. Zeitschrift d. Gesellschaft f. Erdkunde, Bd. 3/4, Berlin.
- KRULC, Z., 1959, Primjena geoelektrične metode kod geofizičkog ispitivanja u građevinarstvu, Geološki vjesnik, br. XII, Zagreb.
- KÜHN, O., 1928, Das Alter des braunkohlenführenden Tertiärs von Bosnien, der Herzegowina und Dalmatien. Zentralblatt f. Min. Geol. und Pal., No 27, Stuttgart.
- KÜHN, O., 1964, Das Alter der Promina-Schichten und der innereocänen Gebirgsbildung. Jahrb. Geol. Bundesanst., Bd. 91, Wien.
- LANZA, F., 1885, Geologische Notizen über Dalmatien. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- LEHMANN, H., 1936, Morphologische Studien aus Java. Geographische Abhandlungen, Stuttgart.
- LEHMANN, H., 1955, Der tropische Kegelkarst in Westindien. Deutscher Geographentag, Essen 1953. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abh. Wiesbaden.
- LEHMANN, H., KRÖMMELBEIN, K. i LÖTSCHERT, W., 1956, Karstmorphologische Geologische und Botanische Studien in der Sierra de los Organos auf Cuba. Erdkunde Bd. X, Bonn.
- LEHMANN, O., 1932, Die Hydrographie des Karstes. Encyclopädie der Erdkunde, Leipzig—Wien.
- LORENZ, J. R., 1866, Brakwasser. Studien an der adriatischen Küsten (Die Mündungen der Darenta, Cetina, Kerka, Etsch), Sitzungsber. der k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LIV, Bd. II.
- LUBURIC, P., 1963, Pojave tufova i bentonita u naslagama slatkovodnog neogena u livanjsko-duvanjskom ugljenonosnom bazenu u jugozapadnoj Bosni. Geol. glasnik, br. 8, Sarajevo.
- LUIS, H., 1956, Die Entstehung der Poljen und ihre Stellung in der Karstabteilung auf Grund von Beobachtungen im Taurus. Erdkunde, Bd. X, H. 1, Bonn.
- MAGDALENIC, A., 1965, Hidrološka interpretacija bazena Prančevići na Cetini. Geološki vjesnik, sv. 18, br. 2, Zagreb.
- MALEZ, M., 1954/55, Neke pećine i jame duž Cetine. Geografski Glasnik, br. XVI—XVII, Zagreb.
- MALEZ, M., 1957, Pećine, jame i ponori Biteličke krške zaravni. Geološki vjesnik, br. XI, Zagreb.
- MALEZ, M., 1964, Prilog poznavanju speleoloških odnosa na Glamočkom i Duvanjskom polju. Krš Jugoslavije, br. 4, Zagreb.
- MARGETIC, M., 1925, Nove jame i pećine srednje Dalmacije. Glasnik geografskog društva, sv. 11, Beograd.
- MARGETIC, M., 1947, Tektonski poremećaji kao temelj postanka krških polja srednje Dalmacije, Geološki vjesnik, sv. 1, Zagreb.
- MARTEL, E. A., 1911, Notice sur les travaux scientifiques, Paris.
- MAULL, O., 1915, Geomorphologische Studien aus Mitteldalmatien (Kerka und Cetina Gebiet). Geogr. Jahrb., Bd. XI, Wien.
- MAURIN, V., i ZÖTL, J., Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. Steierische Beiträge zur Hydrologie, Graz.
- MAYER, A., 1953, Neue Wege zur Erforschung von Quellen und Karstwässern zur Mitteilungen der Höhlenkommission, sv. 1, Wien.
- MEDWEDNITSCH, W. und SIKOSEK, B., 1965, Abriss der Geologie und Tektonik Jugoslawiens. Carpatho-Balkan Geological Association, VII Congress, Reports, Part I, Sofia.

- MELIK, A., 1955, Kraška polja Slovenije u pleistocenu. Inštitut za geografiju, knjiga 3, Slovenska akademija znanosti in umetnosti. Dela 7, Ljubljana.
- MIJATOVIĆ, B., 1959, Hidrološka uloga eocenskog fliša pri formiranju slatkovodne izdani u karstifikovanim krečnjacima dinarske primorske zone. III kongres geologa Jugoslavije, Budva.
- MIJATOVIĆ, B., 1962, Neka zapažanja o razvitku Dinarskog primorskog karsta. Referati V savetovanja geologa FNRJ, Deo III — Karst i inženjerska geologija, Beograd.
- MILKOVIĆ, I., 1954, Melioracija polja u dolini Cetine. Vodoprivreda, br. 6, Beograd.
- MILOJEVIĆ, B. Z., 1923, Kupreško, Vukovsko, Ravno i Glamočko polje. Srpski etnografski zbornik, knj. XXV, Beograd.
- MILOJEVIĆ, B. Z., 1924a, Beleške o glečerskim tragovima na Raduši, Cincaru, Satoru, Troglavu i Velebitu. Glasnik Geografskog društva, sv. 7—8, Beograd.
- MILOJEVIĆ, B. Z., 1924 b, Geomorfološko promatranje u dolini Cetine. Zbornik radova posvećen Jovanu Cvijiću, Beograd.
- MILOJEVIĆ, R., 1961, Geološki prikaz ležišta lignita Čelebić u livanjskom ugljenonosnom bazenu. Geološki glasnik, br. 5, Sarajevo.
- MILOJEVIĆ, R., 1962, Evolucija tercijarnih paleodepresija u Dinaridima. V savetovanje geologa FNRJ, Beograd.
- MILOJEVIĆ, R., 1963, Granica u stratigrafiji slatkovodnog tercijara Bosne i Hercegovine. Geološki glasnik, br. 7, Sarajevo.
- MILOJEVIĆ, R. i SUNARIĆ, O., 1962, Geološki prikaz ležišta lignita Prolog u livanjskom ugljenonosnom bazenu. Geološki glasnik, br. 6, Sarajevo.
- MILOJEVIĆ, R. i SUNARIĆ, O., 1964, Pokušaj stratigrafskog raščlanjivanja slatkovodnih sedimenata duvanjskog bazena i neki ekonomsko geološki momenti u razvoju ugljenih facija. Geološki glasnik, br. 9, Sarajevo.
- MILOJKOVIĆ, M., 1929, Stratigrafski pregled geoloških formacija u Bosni i Hercegovini. Povr. izdanja Geol. zavoda, sv. 2, Sarajevo.
- MIADINEO, L. i PAVLIN, B., 1954, Hidroelektrana Peruča. Građevinar, god. VI, br. 6, Zagreb.
- MOJSISOVIĆ, E. v., 1898, Bericht über das Erdbeben von Sinj. Mittel. der Erdbebenkommission d. Akad. d. Wiss. Wien.
- MOJSISOVIĆ, E. v., 1880, Westbosnien und Türkisch-Kroatien. Jahrb. k. k. geol. R. A., Bd. XXX, Wien.
- MOJSISOVIĆ, E. v., TIETZE, E. i BITNER, A., 1880, Grundlinien der Geologie von Bosnien und der Herzegowina. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- MUFTIĆ, M. i LUBURIĆ, P., 1963, Prilog poznavanju litostratigrafskih i tektonskih odnosa jezerskog neogena u Bosni i Hercegovini. Geološki glasnik, sv. 7, Sarajevo.
- NEUMAYER, M., 1869 a, Beiträge zur Kenntnis fossiler Rinnenfaunen in die Dalmatinische Süßermärgel. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- NEUMAYER, M., 1869 b, Über jungtertiäre Süßwasserablagerung in Dalmatien und Croatien. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- NIKOLIĆ, R., 1960, Injekciona zavjesa Peruča. Akumulacija i HE Peruča, Split.
- NONVEILLER, E., 1960, Nasuta brana Peruča. Akumulacija i HE Peruča, Split.
- NOPCSA, F. B., 1918, Karsthypothesen. Verh. k. k. geol. R. A., Wien.
- OERTLI, H., 1954, Karbonathärte von Karstgewässern. Sonderabdruck aus »Stalactites«, Zeitschr. der Schweizerischen Ges. f. Höhlenforschung, No 4.
- PANTIĆ, N., 1961, O starosti slatkovodnog tercijara sa ugljem u Bosni na osnovu paleoflorističkih istraživanja. Geološki anali Bal. pol., knj. XXVIII, Beograd.
- PAPES, J., 1962, Tektonske skice s područja Livna i Glamoča. Geološki glasnik, br. 6, Sarajevo.
- PAPES, J., 1963, O razvoju i mogućnosti raščlanjivanja donje krede u području Livna. Geološki glasnik, br. 7, Sarajevo.

- PAPES, J., LUBURIC, P., SLISKOVIC, T., i RAIC, V., 1964, Geološki odnosi šire okolice Livna, Duvna i Glamoča u jugozapadnoj Bosni. Geološki glasnik, br. 9, Sarajevo.
- PAVICH v. PFANENTAL, A., 1907, Der Mosor.
- PAVLIN, B., 1960, Uloga i tehničko rješenje akumulacije Peruča u krškom terenu doline Cetine. Akumulacija i HE Peruča, Split.
- PAVLIN, B., 1961, Réalisation du bassin d'accumulation de Peruča dans le karst dinarique. Septième congrès des grands barrages, Roma.
- PAVLIN, B., 1962, Akumulacioni bazen Peruča u dinarskom kršu — uspješno izveden. Saopštenja sa V savetovanja stručnjaka Jugosl. za visoke brane, Beograd.
- PAVLIN, B. i MLADINEO, L., 1957, Istražni radovi za akumulacije u kršu (posebna studija u vezi izvedbe akumulacije Peruča). Građevinar god. IX, br. 2 i 3, Zagreb.
- PENCK, A., 1900 a, Geomorphologische Studien aus der Herzegowina. Zeitschr. d. deutschen und österr. Alpenvereins, Bd. 31, München.
- PENCK, A., 1900 b, Die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel. Globus, Bd. 78, No 11, Braunschweig.
- PENCK, A., 1904, Über das Karstphänomen. Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, Bd. 44, H. 1, Wien.
- PENCK, A., 1924, Das Unterirdische Karstphänomen. Zbornik radova posvećen J. Cvijiću, Beograd.
- PETKOVIĆ, K. V., 1958, Neue Erkenntnisse über den Bau der Dinariden. Jahrb. d. geol. Bundesanstalt, Bd. 101, H. 1, Wien.
- PETKOVIĆ, K. V., 1961, Tektonska karta SNR Jugoslavije G15 SAN, T. CCXLIX. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, knj. 22, Beograd.
- PEETRIK, M., 1960, Hidrografska mjerenja u okolici Imotskog. Ljetopis JAZU, br. 64, Zagreb.
- PILAR, G., 1882, Geološka opažanja u Zapadnoj Bosni. Rađ. Jug. akad. knj. LXI, Zagreb.
- PILGER, A., 1942, Die Stellung des Innerdinarischen Troges in alpinen Orogen. N. Jah. f. Min etc. Beil., Bd. 86. Abt. B., Wien.
- PLANČIĆ, Z., 1960, Kronologija istražnih i glavnih radova na kompleksu Peruča. Akumulacija i HE Peruča, Split.
- PODGAJNI, O., i ERCEGOVAC, M., 1961, Petrološko ispitivanje uglja iz rudnika Eminoovo Selc (Duvno) i Tušnica (Livno). Vesnik zavoda za geol. i geof. istr., serija A, knj. XIX, Beograd.
- POLJAK, J., 1958, Razvoj morfologije i hidrogeologije u dolomitima dinarskog krša. Geološki vjesnik, sv. XI, god. 1957. Zagreb.
- POLSAK, A., 1956, Nova nalazišta promijskih klastičnih sedimenata u Hrvatskom primorju. Geološki vjesnik, sv. X, Zagreb.
- POLSAK, A., 1965, Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju gornjokrednih naslaga. Geološki vjesnik, sv. 18, br. 2, Zagreb.
- POLSAK, A. i MILAN, A., 1962, Facioni i tektonski odnosi sjeveroistočnog područja Like. Referati V savetovanja geologa FNRI, Beograd.
- POPOVIĆ, B., 1961, Tipovi tla Duvanjskog polja. Prilog geografski zemljišta Jugoslavije. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvenu industriju u Sarajevu, br. 6, Sarajevo.
- QUITZOV, H. W., 1941 a, Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen im norddalmatinischen Alttertiär. Jahrb. geol. R. A. Bodenforsch.
- QUITZOV, H. W., 1941 b, Alttertiär des Prominaberges und eine mittlere eocene Gebirgsbildung in Dalmatien. Jahrb. geol. R. A. Bodenforsch.
- REŠTAROVIC, S., 1956, Hidroenergetsko rješenje područja Cetine i kraških polja. Građevinar, god. VIII, br. 1, Zagreb.
- REŠTAROVIC, S., 1957, Hidroelektrana Split na Cetini. Građevinar, god. IX, br. 6, Zagreb.
- REŠTAROVIC, S., 1958, Hidroelektrana Split na Cetini. Elektroprivreda, br. 12, Zagreb.
- RICHTER, E., 1905, Prilozi zemljopisu Bosne i Hercegovine. Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, sv. XVII, Sarajevo.

- RIĐANOVIĆ, J., 1966, Orjen, Radovi Geografskog instituta Sveučilišta u Zagrebu, sv. 5, Zagreb.
- ROGLIĆ, J., 1939, Morphologie der Poljen von Kupres und Vukovsko. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Bd. 7—8, Berlin.
- ROGLIĆ, J., 1940, Geomorphologische Studien über das Durvanjsko polje (Polje von Duvno) in Bosnien. Mitt. d. Geogr. Ges., Bd. 83, Wien.
- ROGLIĆ, J., 1951, Unsko-koranska zaravan i Plitvička jezera. Geografski glasnik, br. XIII, Zagreb.
- ROGLIĆ, J., 1954, Polja zapadne Bosne i Hercegovine. III kongres geografa Jugoslavije, Sarajevo.
- ROGLIĆ, J., 1956, Neki osnovni problemi krša. Izvještaj o radu IV kongresa geografa Jugoslavije, Beograd.
- ROGLIĆ, J., 1957, Zaravni na vapnencima. Geografski glasnik, br. XIX, Zagreb.
- ROGLIĆ, J., 1958, Odnos morske razine i cirkulacije vode u kršu. Zbornik II jugoslavenskog speleološkog kongresa u Splitu 1956, Zagreb.
- ROGLIĆ, J., 1959 a, Prilog poznavanju glacijacije i evolucije planina oko srednje Neretve. Geografski glasnik, br. XXI, Zagreb.
- ROGLIĆ, J., 1959 b, Odnos riječne erozije i krškog procesa. Zbornik radova V kongresa geografa FNRJ, Cetinje.
- ROGLIĆ, J., 1960, Das Verhältnis der Flusserosion zum Karstprozess. Zeitschrift für Geomorphologie, Bd. 4, Berlin.
- ROGLIĆ, J., 1964 a, »Karst Valleys« in the Dinaric Karst. Erdkunde, Archiv für wissenschaftliche Geographie. Bd. XVIII, No 2, Bonn.
- ROGLIĆ, J., 1964 b, Les poljes du karst dinarique et les modifications climatiques du quaternaire. Revue Belge de Géographie, Année 88, No 1—2, Bruxelles.
- ROGLIĆ, J., 1965 a, The depth of the Fissure circulation of Water and the Evolution of Subterranean Cavities in the Dinaric Karst. Problems of the Speleological Research. Prague.
- ROGLIĆ, J., 1965 b, The Delimitations and Morphological Types of the Dinaric Karst. Naše jame, god. VII, br. 1—2, Ljubljana.
- ROGLIĆ, J. i BAUČIĆ, I., 1958, Krš u dolomitima između Konavskog polja i morske obale. Geografski glasnik, br. XX, Zagreb.
- RŠUMOVIC, R., 1961, Indeks skrašćenosti kraških tokova i terena. Hidrografski godišnjak 1960, Split.
- ROVERETTO, G., 1908, Studi di Geomorphologia, vol. I, Genova.
- RUTTEN, L., 1938, Geologische Untersuchungen in Mittel-Dalmatien und Herzegowina. Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen. Reprinted from Proceedings, Vol. XLI, No 9, Utrecht.
- SCHENKEL, T., 1912, Karstgebiete und ihre Wasserkräfte, Wien und Leipzig.
- SCHUBERT, R., 1909, Geologija Dalmacije, Zadar.
- SCHUBERT, R., 1910, Die Entstehungsgeschichte der vier dalmat. Flusstäler (Kerka, Zermanja, Cetina und Neretva). Peterm. geogr. Mitt.
- SCHWARZBACH, M., 1950, Klima der Vorzeit, Stuttgart.
- SEDLAR, J., 1954, Geoelektrična ispitivanja za nalaz vode u kršu na otocima. Geol. vjesnik, sv. V—VII, Zagreb.
- SIKOSEK, B. i UCCELINI, S., 1960, Jedan karakterističan profil Jadranskog pojasa. Nafta, god. VI, br. 1, Zagreb.
- SLISKOVIĆ, T., 1960, Mesozoikum und das Paläogen zwischen Livanjsko, Duvanjsko und Sušičko polje. Bulletin scientifique, T. 5, No 3, Zagreb.
- SLISKOVIĆ, T. i LUBURIĆ, P., 1964, Stratigraphische Lage des Bauixits in der Herzegowina und in SW Bosnien. Bull. scientifique, T. 9, No 1—2, Zagreb.
- SOKLIĆ, I., 1957, Kenozoik BiH. Drugi kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.
- STACHE, G., 1863, Übersicht der tektonischen Verhältnisse Dalmatiens, Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- STACHE, G., 1889, Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. I. Abt. Abh. k. k. geol. R. A., Wien.

- STILLE, H., 1924, Grundfragen der vergleichender Tektonik, Berlin.
- STILLE, H., 1949, Das Leitmotiv der geotektonischen Erdentwicklung. Akademie d. Wissenschaft. Berlin.
- ŠERKO, A., 1947, Kraški pojavi v Jugoslaviji. Geografski vestnik, sv. XIX, Ljubljana.
- ŠIKIĆ, D., 1958, Entwicklung des jüngeren Paleogens in Istrien und Dalmatien. Bull. scientifique, T. 4, No 2, Zagreb.
- ŠIKIĆ, D., 1961, Usporedba razvoja mlađeg klastičnog paleogena u Istri, Hrvatskom primorju i Dalmaciji. Geološki vjesnik, sv. 15, Zagreb.
- ŠIKIĆ, D., 1965, Geologija područja s paleogenskim naslagama Istre., Hrvatskog primorja i Dalmacije. Disertacija (rukopis), Zagreb.
- ŠIMATIĆ, Z. i LISENKO, N., 1960, Elektrosond u izgradnji Peruče. Akumulacija i IIE Peruča, Split.
- TERZAGHI, K. v., 1913, Beitrag zur Hydrographie und Morphologie des Kroatischen Karstes. Mitt. Jahrb. kgl. ungar. Geol. RA, Bd. XX, H. 6, Budapest.
- TIETZE, E., 1880, Zur Geologie der Karsterscheinungen. Jahrb. k. k. geol. R. A., Wien.
- TURINA, J., Die Braunkohlenablagerung von Livno, Podkraj und Zupanjac. Montanistische Rundschau, No 4, Wien.
- URBANISTIČKI ZAVOD KOTARA SPLIT, 1961, Regionalni prostorni plan kotara Split, Split.
- VEEN, F. R. van., 1954, Pollenuntersuchungen an Braunkohlen aus Breza und Tušnica, preštampano iz Godišnjaka Biološkog instituta u Sarajevu, god. VII, sv. 1—2, Sarajevo.
- VOORDWIJK, G. H., 1938, Geologie und Paläontologie der Umgebung von Omiš (Dalmatien), Utrecht.
- WAAGEN, L., 1911, Grundwasser im Karste. Mitt. k. k. geol. Ges. Bd. 54, Wien.
- WISSMANN, H. v., 1954, Der Karst der humiden heissen und sommerheissen Gebiete Ostasiens. Karstphänomen in der verschiedenen Klimazonen. Erdkunde, Bd. VIII, H. 2, Bonn.
- WOLDSTEDT, P., 1954, Das Eiszeitalter. Stuttgart.
- ZAGORAC, Z., 1954, Istraživanje vode u kršu i upotreba primijenjene geofizike. Geološki vjesnik, sv. V—VII, Zagreb.
- ZOGOVIĆ, D., 1962, Osobnosti karsnih fenomena i hidrogeološke uloge dolomita u dinarskom karstu. Referati V savetovanja geologa FNRJ, Deo III — Karst i inženjerska geologija, Beograd.
- ZÖTL, J., 1957, Neue Ergebnisse der Karsthydrologie. Untersuchungen im Dachsteingebiet mit Hilfe der Sporentriftmethode. Erdkunde, Bd. XI, H. 3, Bonn.
- ZÖTL, J., 1958, Beitrag zu den Problemen der Karsthydrographie mit besonderer Berücksichtigung der Frage des Erosionsniveaus. Mitt. d. geogr. Ges., Bd. 100, H. 1—2, Wien.
- ZÖTL, J., 1960, Methodik und Methoden der Karsthydrologie. Mitt. Öst. Geogr. Ges., Bd. 102, Wien.
- ZÖTL, J., 1965, Tasks and Results of Karst Hydrology. Problems of the Speleological Research. Prague.

DOKUMENTACIJA

- ANIC, D., 1935, Dopune determinaciji jezgre sa Peruče i Ugljana. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2159.
- BAUČIĆ, I., 1957, Speleološka istraživanja na Cetini, na području Luka — Putišić. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2803.

- BEDENKO, A. i SUSNJARA A., 1961, Određivanje postotka CaCO_3 u uzorcima sedimentnih stijena s terena jugoistočnog dijela planine Dinare. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3380.
- BICANIC, V., 1962, Dotok u akumulaciju Peruča. Elaborat »Elektroprojekta« Zagreb.
- BLASKOVIĆ, P., 1950, Krška polja sliva Cetine. Elaborat »Hidroprojekta« Zagreb, br. 2004.
- BLASKOVIĆ, P., NIKOLIĆ, M. i ĐAKOVIĆ, B., 1953, Orijentacioni prikaz poljoprivrednih i hidrotehničkih problema područja nizvodno od Trilja u vezi s hidroenergetskim rješenjem rijeke Cetine u varijantama Sotin i Poljica. Elaborat »Hidroprojekta« Zagreb.
- BOJANIĆ, L., 1958 a, O obilasku terena Prančević — Radović u svrhu lociranja kamenoloma. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2981.
- BOJANIĆ, L., 1958 b, Determinacija jezgre bušotina na području HE Peruča (Cetina). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3021.
- BOJANIĆ, L., 1958 c, HE Peruča — determinacija jezgre bušotina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3029.
- BOJANIĆ, L., 1958, d, HE Peruča — detaljno geološko istraživanje krške zaravni Velika Ljuta (lijeva obala Cetine). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3030.
- BOJANIĆ, L. i BAHUN, S., 1959, Dopunska geološka i hidrogeološka istraživanja Svilaje i njen odnos prema akumulaciji Peruče. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3065.
- BOJANIĆ, L. i MAGDALENIĆ, A., 1958, Geološka građa i hidrogeologija Svilaje i njen odnos prema akumulaciji voda Cetine. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2932.
- BOJANIĆ, L. i MAMUŽIĆ, P., 1960, Izvještaj o izradi geološkog profila Kaštelanski zaljev — Livanjsko polje. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3310.
- BOJANIĆ, L. i RALJEVIĆ, B., 1963 a, Geološka i hidrogeološka situacija akumulacije Blato s posebnim osvrtom rješenja problema zatvaranja i zaplivanja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3655.
- BOJANIĆ, L. i RALJEVIĆ, B., 1963 b, Pregled općih stratigrafskih i tektonskih odnosa šireg područja sliva Cetine. U elaboratu Vukadin 1963.
- BOŽIĆ, M., 1954, Duvno, regionalni i detaljni gravimetrijski premjer. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 44/1954.
- BRUKETA, D., 1961, Izvještaj o izvršenim hidrološkim radovima na području HE Peruča u 1960. g. Elaborat u arhivi Hidrometeorološkog zavoda SRH Zagreb.
- CRNOLATAĆ I., 1950, Tumač geol. karti dijela terena od Cijljana — Vrljike do Trilja, odnosno šireg područja rijeke Cetine od izvora do Trilja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraživanja. SRH Zagreb, br. 1772.
- CRNOLATAĆ I., 1951, Geološko mišljenje o nosivosti i stabilnosti tla u vezi gradnje trafostanica na Cetini kraj Kraljevca, HE Tito. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 1891.
- CRNOLATAĆ I., 1953, Geologija šireg područja Cetine na potezu Trilj, Čikota, istočnog Mosora, D. Doca, Gate, Zakučca i Mosorskog obalnog prigorja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2132.
- CRNOLATAĆ I., 1955 a, Determinacija jezgri bušotina s područja Prančević, Ugljane (Cetina). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2463.
- CRNOLATAĆ I., 1955 b, Determinacija strukturnih geol. bušotina u osi pregrade HE Peruča. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2486.

CRNOLATAČ, I., 1955 c, Tumač geol. karti šireg područja rijeke Cetine od Biska do Čikota—Mlinice i tumač geološkim profilima Gate i Zakućca. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2515.

CRNOLATAČ, I., 1955 d, O geološkom pregledu istražnih potkopa u vezi otvaranja kamenoloma za pregradu HE Peruća. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2544.

CRNOLATAČ, I., 1956, Tumač geološkim profilima tunelskih trasa na potezu Cetina — Pavić — Radović — Dojac — Mosor — Gata — Zakućac. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2755a.

CRNOLATAČ, I., 1960, Zapisnici o determinaciji jezgre bušotina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3327.

CORIC, N. i SUŠNJARA, A., 1960, Određivanje postotka CaCO_3 u uzorcima sedimentnih stijena iz geološkog profila Kaštelanski zaljev — Livarijsko polje. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3310.

»ELEKTROPROJEKT« Zagreb, 1953, HE Peruća — idejni projekt; Rezultati istražnih radova. Injekciona zavjesa, knj. III, Elaborat.

»ELEKTROPROJEKT« Zagreb, 1958 a, HE Peruća — registriranje podzemnog vodostaja u bušotinama 1955. g. Elaborat.

»ELEKTROPROJEKT« Zagreb, 1958 b, HE Peruća — registracije gubitaka iz akumulacije i podzemni vodostaji u bušotinama. Elaborat.

»ELEKTROPROJEKT« Zagreb, 1962, Hidrologija kraških polja šireg sliva Cetine u jugozapadnom dijelu Bosne. Sv. 1, Opći dio; sv. 2, Oborine; sv. 3, Podzemni tokovi; sv. 4, Kupreško polje; sv. 5, Đuvanjsko polje; sv. 6, Buško Blato I dio; sv. 7, Buško Blato II dio; sv. 8, Srčevićko polje; sv. 9, Livanjsko polje I dio; sv. 10, Livanjsko polje II dio; sv. 11, Glamočko polje. Elaborati.

»ELEKTROPROJEKT« Zagreb, 1963, Djelomično prebacivanje voda Bistrice, Zabljaka i Sturbe (Plovuče) u Livanjskom polju. Elaborat.

»ELEKTROPROJEKT« Zagreb, vidi Reštarović i Pavlin 1955, Pavlin 1956, Bičanić 1962 i Pavlin i Stepinac 1962.

FABIĆ, L. i KOVAČEVIĆ, S., 1963, Buško Blato, geoelektrična ispitivanja. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 73/1963.

FRITZ, F. i BABIĆ, Z., 1959, Determinacija jezgri bušotina na području Zakućca. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3151.

»GEOFIZIKA« Zagreb, vidi Zalokar 1953 a i b, Božić 1954, Kučar 1958, Sedlar 1958, Kovačević i Krulc 1963, Krsnik i Skerl 1963, Kovačević 1963 i 1964, Krulc 1963, Kovačević i Fabić 1963, i Fabić i Kovačević 1963.

HERAK, M., 1950, Opći geološki odnosi na području Blato na Cetini, Trilj, Jadro. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 1831.

HERAK, M., 1963, Pregled geoloških i općih hidroloških odnosa u području akumulacije HE Orlovac. U elaboratu Vukadin 1963.

HIDROELEKTRANA »PERUĆA« Sinj, 1964, Pregled podzemnog vodostaja na piezometarskim bušotinama; Usporedba vodostaja vrela nizvodno od brane i vodostaja jezera Peruća; Procurivanje u kontrolnoj galeriji. Elaborat.

»HIDROELEKTRANE NA CETINI« Split, 1963, Tehnička dokumentacija investicijskog programa daljnjeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine. Vidi pod Plančić, Vukadin i Zorić.

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SR BiH Sarajevo, 1961 a, Bojcnje rijeke Mrtvice u Kupreškom polju 8. VI 1960. Elaborat.

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SR BiH Sarajevo, 1961 b, Drugo bojcnje ponora rijeke Milača u Kupreškom polju. Elaborat.

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SR BiH Sarajevo, 1961 c, Bojcnje ponora Draguić u Glamočkom polju. Elaborat.

- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD BiH Sarajevo, 1961 d, Bojenje ponora Skucani u mjesecu junu 1961. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD BiH Sarajevo, 1961 e, Treće bojenje ponora rijeke Milač u Gornjem Malovanu. Elaborat
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SR BiH Sarajevo, 1962, Bojenje ponora Kovači u Duvanjskom polju. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1957, Tehnički izvještaj o bojenju vodotoka Pavluše kod Peruče u Hrvatačkom polju. Br. knjige bojenja 29. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 a, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Tovarnice na ponoru Čaprazlije u Livanjskom polju. Br. knjige bojenja 32. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 b, Bojenje vodotoka Pavluše i Vukovića ponikve u Biteliću. Br. knjige bojenja 33, 34 i 35. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 c, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Tovarnice na ponoru Čaprazlije u Livanjskom polju. Br. knjige bojenja 36. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 d, Tehnički izvještaj o bojenju ponora Golubinka jame u Donjem Biteliću. Br. knjige bojenja 37. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 e, Tehnički izvještaj o bojenju Maroline jame na platou Bitelića. Br. knjige bojenja 38. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 f, Tehnički izvještaj o bojenju krške jame Golubinke na platou Bitelića, br. knjige bojenja 39. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1958 g, Tehnički izvještaj o bojenju krške vrtače kod bušotine B-103 u Velikoj Metiljavići kod Bitelića. Br. knjige bojenja 47. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1959 a, Tehnički izvještaj o bojenju Vukovića ponikve u Biteliću. Br. knjige bojenja 40. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1959 b, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Plovuča na Opakom ponoru u Čaiću na Livanjskom polju. Br. knjige bojenja 44. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1959 c, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Bistrice na ponoru Rimac u Malom Kabiću u Livanjskom polju. Br. knjige bojenja 45. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1959 d, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Plovuča na Velikom ponoru u Čaiću na Livanjskom polju. Br. knjige bojenja 46. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1959 e, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Jaruge na ponoru Proždrikoza u Buškom Blatu. Br. knjige bojenja 51. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1960, Tehnički izvještaj o bojenju potoka Ričine na ponoru Stara Mlinica u Buškom Blatu. Br. knjige bojenja 54. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1961 a, Tehnički izvještaj o bojenju Sinjskog ponora u Buškom Blatu. Br. knjige bojenja 57. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1961 b, Nanos Cetine i profili kod Omiša. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1962, Bojenje ponora Gubavica kod Trilja. Br. knjige bojenja 58. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1963 a, Bojenje ponora Grabov Mlin u akumulaciji Prančevići kod Biska na Cetini u 1962. Elaborat.
- HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1963 b, Meteorološki podaci za 1962. g. prikupljeni na području HE Peruča. Elaborat.

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, 1964. Rezultati mjerenja suspendiranog nanosa na Cetini kod Trilja i na Vedrinskom potoku u g. 1963. Elaborat.

HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD SRH Zagreb, vidi Rapić 1959, Bruketa 1961, Perger 1962, Satler 1963 i Pavković 1964.

»HIDROPROJEKT« Zagreb, vidi Blašković 1950, Blašković, Nikolić i Đaković 1953.

INSTITUT ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA SRH Zagreb, vidi Anić 1953, Baučić 1957, Bedeniko i Sušnjara 1961, Bojanić 1958 a, b, c i d, Bojanić i Bahun 1959, Bojanić i Magdalenić 1958, Bojanić i Mamužić 1960, Bojanić i Raljević 1963 a i b, Crnolatac 1950, 1951, 1953, 1955 a, b, c i d, 1956, 1960, Corić i Sušnjara 1960, Fritz i Babić 1959, Herak 1950, Magdalenić 1958, 1959 a, b i c, 1960, Magdalenić i Babić 1959, Ivanović 1962, Jaranov 1949, Malez 1956, 1961, Poljak 1947, 1948, 1949, 1950 a i b, 1953, 1954, 1956 a, b i c, Poljak i Crnolatac 1952, 1953 a i b, 1953/54, Poljak i Herak 1949, Raljević 1963 a i b, 1964 a i b, 1965, Raljević i Crnolatac 1961 i Takšić 1953.

IVANOVIĆ, A., 1962, Geologija centralnog dijela Dinare. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3532.

JARANOV, D., 1949, Geološki izvještaj o hidrocentralama na Cetini. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 1693.

KOVAČEVIĆ, S., 1963, Livanjsko polje, Lipa, Geoelektrična ispitivanja. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 53/1963.

KOVAČEVIĆ, S., 1964, Izvještaj o geoelektričnim ispitivanjima na lokalitetu Čaik — Iusnić u VII mj. 1964. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb.

KOVAČEVIĆ, S. i FABIĆ, L., 1963, Glamoč, geoelektrična ispitivanja. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 56/1963.

KOVAČEVIĆ, S. i KRULC, Z., 1963, Livanjsko polje, Brižine (Akumulacija Zdravovac), geoelektrična ispitivanja. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 42/1963.

KRSNIK, J. i SKERL, D., 1963, Seizmička ispitivanja Sinjskog, Livanjskog, Glamočkog i Kupreškog polja. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 55/1963.

KRULC, Z., 1963, Akumulacija Sturba, geoelektrična ispitivanja. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 55/1963.

KUČAR, A., 1958, Ispitivanje modula elastičnosti HE Split. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 10-I/1958.

MAGDALENIĆ, A., 1958, Bazen Prančevići, geološke i hidrološke prilike. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3016.

MAGDALENIĆ, A., 1959 a, Zapisnik o determinaciji jezgre bušotina na području akumulacije Prančevići. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3081.

MAGDALENIĆ, A., 1959 b, Determinacija jezgri bušotina na području bazena Prančevići i Zakuća. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3129.

MAGDALENIĆ, A. A., 1959 c, HE Split — determinacija jezgri bušotina na području Fratrovih livada (Bazen Prančevići). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3190.

MAGDALENIĆ, A., 1960, Geološki i geotehnički uzdužni profil dovodnog tunela HE Split. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3094, 3167 i 3360.

MAGDALENIĆ, A. i BABIĆ, Ž., 1959, HE Split — determinacija jezgri bušotina na području Prančevići (Fratrove livade). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3166.

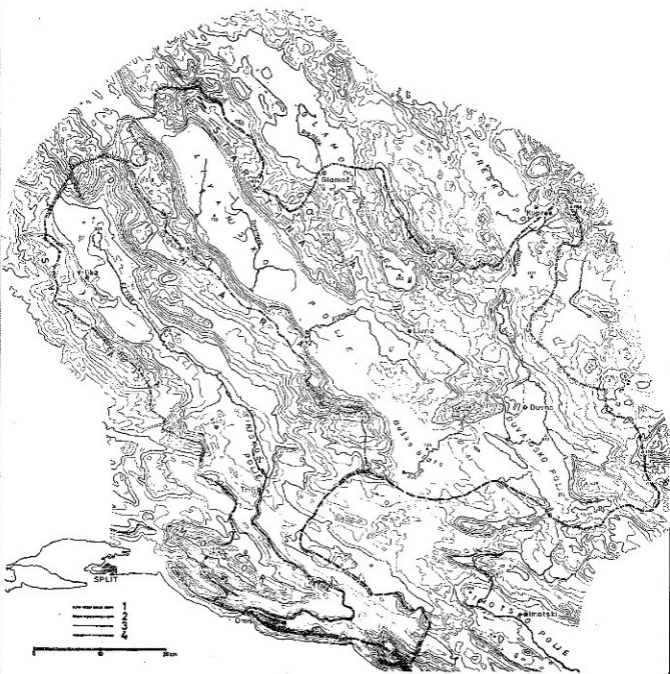
MELEZ, M., 1956, Speleološka istraživanja lijeve strane Cetine kod HE Peruća. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2792.

MELEZ, M., 1961, Speleološka istraživanja na Glamočkom i Duvanjskom polju. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3410.

- MARGETIĆ, M., 1948, Izvještaj o geološkim i hidrogeološkim odnosima Glamočkog polja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geološkog zavoda Sarajevo.
- MILANOVIĆ, B., 1959, Izvještaj o geoelektričnim ispitivanjima na terenu Prančevići (HE Split). Elaborat u arhivi »Elektroprojekta« Zagreb.
- MILOJEVIĆ, R., 1958, Rudarsko-geološka problematika pojedinih ležišta uglja u Livanjskom i Duvanjskom polju. Elaborat u Fondu struč. dokum. Geološkog zavoda Sarajevo.
- MUFTIĆ, M., 1957, Geološki odnosi ugljenonosnih naslaga u Livanjskom polju. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geološkog zavoda Sarajevo.
- PANTIĆ, N., 1961, Palinološka studija mrkog uglja iz Eminovog sela, Duvno. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- PAPEŠ, J., 1961, Izvještaj o geološkom kartiranju šire okolice Livna i Glamoča. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- PAPEŠ, J., 1962 a, Izvještaj o detaljnom geološkom kartiranju šireg izvorišnog područja Sturbe kod Livna. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- PAPEŠ, J., 1962 b, Izvještaj o determinaciji jezgara bušotina S-1 do S-15 na području Sturbe i Potoka kod Livna. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- PAVKOVIĆ, D., 1964, Hidrološki podaci područja HE Peruča prikupljeni u 1963. Elaborat Hidrometeorološkog zavoda SRH Zagreb.
- PAVLIN, B., 1956, HE Perča — registriranje gubitaka iz akumulacije. Elaborat »Elektroprojekta« Zagreb.
- PAVLIN, B. i STEPINAC, A., 1962, Punjenja akumulacije Peruča. Elaborat »Elektroprojekta« Zagreb.
- PERGER, V., 1962, Hidrološki izvještaj o prikupljenim i obrađenim podacima u slivu HE Peruča za god. 1961. Elaborat u arhivi Hidrometeorološkog zavoda SRH Zagreb.
- PLANČIĆ, Z., 1963, Tehnička dokumentacija investicionog programa daljnijeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine. Knj. I, Opći dio, Elaborat u arhivi »Hidroelektrane na Cetini« Split.
- POLJAK, J., 1947, Geologija i hidrografija doline Cetine od izvora do Hana. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 677.
- POLJAK, J., 1948, Izvještaj o komisijskom pregledu hidroelektrične centrale Tito. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 748.
- POLJAK, J., 1949, Geološko mišljenje o odnosu geološke građe Svilaje planine prema akumulaciji Cetine od Panja do izvora. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 1690.
- POLJAK, J., 1950 a, Geološko mišljenje u vezi s uspornom kotom pojedinih akumulacija na Cetini od izvora do Hana. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 1773.
- POLJAK, J., 1950 b, Geološko i hidrogeološko mišljenje o iskorištavanju vodnih snaga na Cetini od Trilja do Zadvarja s varijantom energetskog rješavanja od Cetine do Jadra. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 1832.
- POLJAK, J., 1953, Geološko mišljenje o mogućnosti akumulacije u dolini Cetine, na potezu Trilj Čikotina lađa, dolina Gata, o tunelskim trasama i smještaj strojarne. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2132.
- POLJAK, J., 1954, Geološko mišljenje o području Cetine od Trilja do Prančevića, s područjem Gata — Zakućac na temelju detaljnih geoloških istraživanja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2397.
- POLJAK, J., 1956 a, Determinacija bušotina rijeke Cetine u području Prančevići, Dolac, Gata. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2755.

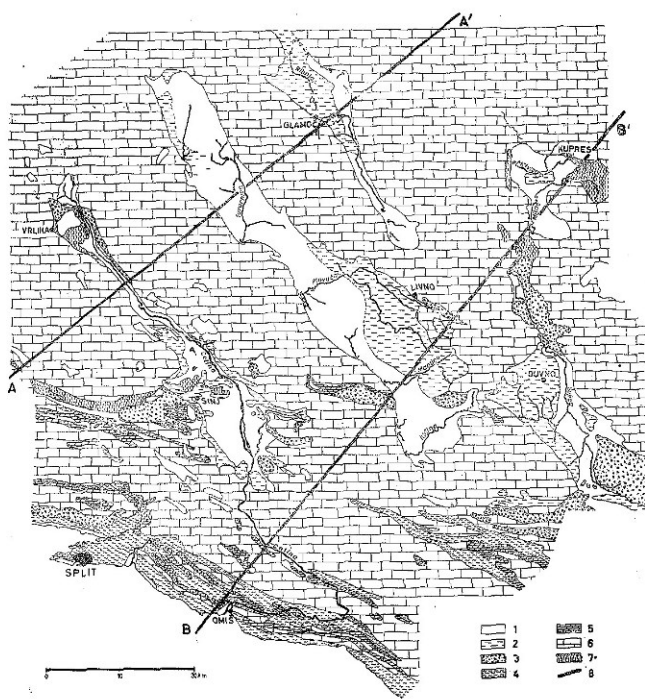
- POLJAK, J., 1956 b, Geologija i hidrogeologija trase dovodnih tunela Cetine, Dolac - Gata, Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2755 b.
- POLJAK, J., 1956 c, Dodatak elaboratu »Geološki i hidrogeološki istražni radovi na području HE Split«. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2755 c.
- POLJAK, J. i CRNOLATAC, I., 1952, Geologija i tektonika oko pregrada HE Peruća i njenog lijevog zaleđa; Tumač geol. karti užeg područja brane kod vrela Peruće i Tumač reambuliranoj geol. karti područja Cetine. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. SRH Zagreb, br. 2020.
- POLJAK, J. i CRNOLATAC, I., 1953 a, Geološka determinacija bušotina područja Peruće. Elaborat u Fondu stručnih dokum. za geološka istraž. SRH Zagreb, br. 2158.
- POLJAK, J. i CRNOLATAC, I., 1953 b, Geološka determinacija bušotina područja Imotskog, Dolca, Čaporice i Biska. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2160.
- POLJAK, J. i CRNOLATAC, I., 1955 a, Determinacija jezgara bušotina kod Ugljana i Velikih Njiva. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2505.
- POLJAK, J. i CRNOLATAC, I., 1955 b, Geološki i hidrogeološki istražni radovi na području HE Split. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2515.
- POLJAK, J. i CRNOLATAC, I., 1953 i 1954, Determinacija jezgri bušotina Peruća (S-1, 2, 3, 4, 5 i 6). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 2364 a, b i c i br. 2363.
- POLJAK, J. i HERAK, M., 1949, Hidrogeologija Buškog Blata. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 202/1949.
- »POLJOPROJEKT« Sarajevo, 1960, Poljoprivredno-melioraciona osnova kraških polja jugozapadne Bosne. Elaborat.
- »POLJOPROJEKT« Sarajevo, 1961, Kraška polja jugozapadne Bosne. Vodoprivredni sistem. Sarajevo.
- »PROJEKT« Zagreb, 1960 a, Uređenje bujica i erozivnih terena u području Trilja. Elaborat.
- »PROJEKT« Zagreb, 1960 b, Uređenje bujica Vedrine, glavni projekt. Elaborat.
- »PROJEKT« Zagreb, vidi Štemberger 1954. i Srebrenović 1963.
- RAIĆ, V., 1958, Izvještaj o geološkom kartiranju Zdravca (Livanjsko polje). Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- RALJEVIĆ, B., 1963 a, Zapisnici o determinaciji jezgre bušotina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3573.
- RALJEVIĆ, B., 1963 b, Akumulacija Buško Blato — zapisnici o determinaciji jezgri bušotina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3649.
- RALJEVIĆ, B., 1964 a, Buško Blato — izvještaj o determinaciji jezgre bušotina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 62/1964.
- RALJEVIĆ, B., 1964 b, HE Đale — izvještaj o determinaciji jezgre bušotina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 63/1964.
- RALJEVIĆ, B., 1965, HE Orlovac, geološka i inženjersko-geološka istraživanja užeg obodnog dijela polja Buško Blato. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 116/65.
- RALJEVIĆ, B. i CRNOLATAC, I., 1961, Geološko i hidrogeološko istraživanje šireg područja Kamešnica — Buško Blato — Raško polje. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, br. 3409.
- RAPIĆ, K., 1959, Krivulje protoka u vodokaznim profilima Ribaričkog, Hrvatačkog i Petrovog polja. Elaborat Hidrometeorološkog zavoda SRH Zagreb.

- REŠTAROVIC, S. i PAVLIN, B., 1955, Istražni radovi za generalni projekt HE Split. Elaborat »Elektroprojekta« Zagreb.
- SATLER, L., 1963, Hidrološki izvještaj o prikupljenim i obrađenim podacima u slivu HE Peruća za god. 1962. Elaborat u arhivi Hidrometeorološkog zavoda SRH Zagreb.
- SEDLAR, J., 1958, Geoelektrično ispitivanje na objektima HE Split. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 11-II/1958
- SLISKOVIĆ, T., 1948, Geološki odnosi Raškog polja. Elaborat u Fondu struč. dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SLISKOVIĆ, T., 1956, Izvještaj o geološkom kartiranju Duvanjskog polja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SLISKOVIĆ, T., 1957, Izvještaj o geološkom istraživanju duvanjskog ugljenonosnog bazena. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SLISKOVIĆ, T., 1958, Izvještaj o kartiranju krškog područja između Livanjskog, Duvanjskog i Suijičkog polja i Buškog Blata. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SOKLIĆ, I., 1945, Izvještaj o geološkom istraživanju ugljenonosnih naslaga livanjskog i duvanjskog bazena. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SOKLIĆ, I., 1947 a, Izvještaj o geološkom istraživanju i snimanju geološke karte bazena Miljevina. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SOKLIĆ, I., 1947 b, Izvještaj o geološkom kartiranju Livanjskog i Duvanjskog polja. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SREBRENČIĆ, D., 1963, Hidrologija Cetine. Hidrološke veličine na vodomjernim stanicama, I dio, Hidrološka obrada neposrednog područja; II dio, Hidrološka obrada Livanjskog polja, Srđevičkog polja i Buškog Blata; III dio, Hidrološka obrada Duvanjskog, Kupreškog i Glamočkog polja; Dopunski elaborat. Elaborat u arhivi »Projekta« Zagreb.
- STOJČIĆ, B., 1961, Izvještaj o paleontološkom ispitivanju sedimenata duvanjskog bazena. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- SUNARIC, O., MILOJEVIĆ, R. i HOHRAJN, J., 1961, Elaborat o rezultatima istraživanja uglja u duvanjskom bazenu. Fond stručnih dokum. Geol. zavoda Sarajevo.
- STEMBERGER, M., 1954, Bujice i eroziona područja u slivu Cetine od Peruće do Čaporica. Elaborat »Projekta« Zagreb.
- TAKSIĆ, A., 1953, Determinacija bušotina područja Peruće. Elaborat u Fondu stručnih dokum. Instituta za geol. istraž. SRH Zagreb, 2157.
- VUKADIN, N., 1963, Tehnička dokumentacija investicionog programa daljnijeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine. Knj. II, Geološki prikaz. Elaborat u arhivi »Hidroelektrane na Cetini« Split.
- ZALOKAR, B., 1953 a, Geofizička ispitivanja područja brane i akumulacionog bazena Peruća. Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 29/1952.
- ZALOKAR, B., 1953 b, Geoelektrično ispitivanje u užem području pregrade Peruća (Bitelić). Elaborat u arhivi »Geofizike« Zagreb, br. 11/1953.
- ZAVOD ZA SANITARNU TEHNIKU AGG FAKULTETA Zagreb, 1963 a, Ekspertiza o bojenju ponora Grabovog mlina u akumulaciji Prančevići. Elaborat.
- ZAVOD ZA SANITARNU TEHNIKU AGG FAKULTETA Zagreb, 1963 b, Kemijska analiza i rezultati bojenja voda na području Dalm. hidroelektrana Zrnovnica — Jadro — Cetina — Vrulja. Elaborat.
- ZLATOVIĆ, B., 1961, HE Split. Akumulacija Prančevići. Opazanje pije-zometara i kontrola profila. Elaborat »Elektroprojekta« Zagreb.
- ZORIĆ, I., 1963, Tehnička dokumentacija investicionog programa daljnijeg hidroenergetskog iskorištenja sliva Cetine. knj. III, Hidrološki prikaz, sv. 1. poglavlje 1, Grubi profil meteoroloških elemenata, poglavlje 2, Oborine; sv. 2. poglavlje 3, Vodotoci, vodomjerni profil i protoke 10-godišnje razdoblje; sv. 3. poglavlje 3, Vodotoci, vodomjerni profili i protoke 30-godišnje razdoblje; sv. 5. poglavlje 4. A. Utvrđivanje podzemnih tokova, B. Re-žim Cetine nakon izvršenih zahvata na Livanjskom polju. Elaborati u arhivi »Hidroelektrane na Cetini« Split.



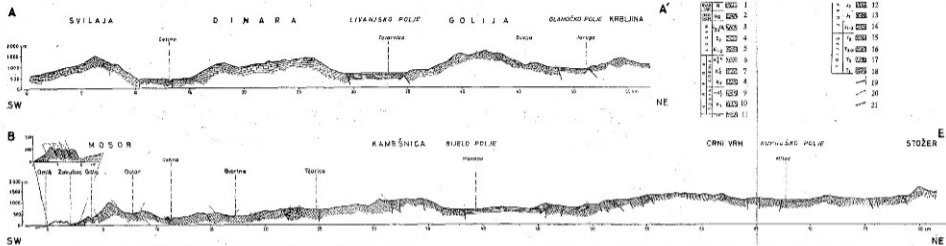
Prilog 1. Orografska karta sliva Cetine; 1. granica hidrološkog sliva Cetine, 2. granica orografskog sliva Cetine, 3. izohipse 100 m, 4. izohipse 500 m

Encl. 1 Orographical map of the drainage basin of the river Cetina; 1—boundary of the hydrological drainage basin, 2 — boundary of the orographical drainage basin, 3 — contour line at 100 m, 4 — contour line at 500 m



Prilog 2. Shematska geološka karta hidrološkog sliva Cetine: 1. kvartar (humus, barski sedimenti, kršje, potočni i riječni nanosi), 2. neogen (lapori, laporoviti vapnenci, gline, pješčenjaci, ulošci ugljena), 3. paleogen (prominske naslage: konglomerati s proslojcima lapora i vapnenca), 4. paleogen (eocenski tliš: lapori, laporoviti vapnenci i pješčenjaci), 5. paleogen (foraminiferski vapnenci i liburnijski slojevi), 6. kreda, jura i trijas (karbonatne naslage: vapnenci i dolomiti), 7. donji trijas (lapori, pješčenjaci, škriljavci), 8. pravci shematskih geoloških profila na prilogu 3

Encl. 2 Schematic geological map of the hydrological drainage basin of the river Cetina; 1 — Quaternary (humus, swamp sediments, rock waste, stream and river deposits), 2 — Neogene (marls, marly limestones, clays, sandstones, coal insertions), 3 — Paleogene (Promina deposits: conglomerates with marl and limestone insertions); 4 — Paleogene (Eocene flysch: marls, marly limestones and sandstones), 5 — Paleogene (foraminiferous limestones and liburnian layers), 6 — Cretaceous, Jurassic and Triassic (carbonaceous sediments: limestones and dolomites); 7 — Lower Triassic (marls, sandstones, slates), 8 — lines of schematic geological profiles in Encl. 3



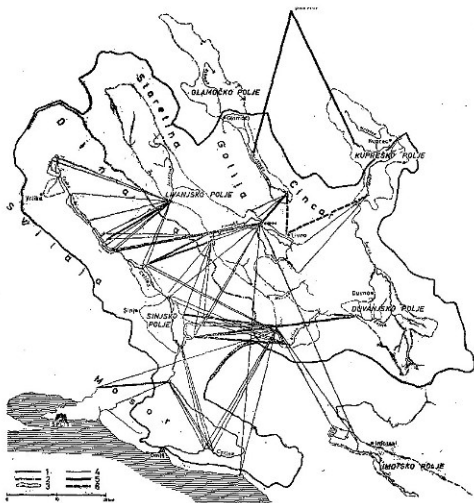
Prilog 3. Shematski geološki profili sliva Cetine; 1. kvartar (humus, barski sedimenti, krsje, potoci i rječni nanosi), 2. neogen (lapori, laporoviti vapnenci, glina, pješčenjaci, ulošci ugljena), 3. eocen (promiške naslage: konglomerati s proslojima lapora i vapnenca), 4. eocen (Hls: lapori, laporoviti vapnenci i pješčenjaci), 5. eocen (foramiferalni vapnenci; alveolinski i nummuliti vapnenaci), 6. gornja kreda (uslojeni i grebenski rodoliti vapnenaci), 7. gornja kreda (dolomiti i pločasti vapnenaci s rijetkim ulošcima rožnjaka), 8. gornja kreda (vapnenaci), 9. donja kreda (uslojeni vapnenaci s ulošcima breča i dolomitima), 10. donja kreda (uslojeni dolomiti i vapnenaci s orbitolinama), 11. kreda i jura (uslojeni vapnenaci i uslojeni dolomiti), 12. jura (tamnosivi vapnenaci s proslojima sitnozrnatih dolomita), 13. jura (uslojeni vapnenaci, Lithiots vapnenaci i meljariti vapnenaci s dolomitima), 14. jura (sivi i tamnosivi uslojeni vapnenaci, oolitni vapnenaci nopoje), 15. trijas (krupnokristalinični uslojeni dolomiti), 16. trijas (turski, tamnosivi i crni bituminozni vapnenaci i škriljavi lapori), 17. trijas (vapnenaci i dolomiti s rožnjacima, glinešim škriljavcima i pietra-verde), 18. trijas (lapori, pjesci i sljanci, škriljanci i vapnenaci s amonitima i gastropodima), 19. nasjeđi, 20. pretpostavljeni nasjeđi, 21. transgresivna granica

Encl. 3 Schematic geological profiles of the drainage basin of the river Cetina, 1 — Quaternary (humus, swamp sediments, rock waste, stream and river deposits), 2 — Neogene (marls, marly limestones, clay, sandstones, coal layers), 3 — Eocene (Turanian deposits: conglomerates with marl and limestone intertations), 4 — Eocene (flysch marls, marly limestones and sandstones), 5 — Eocene (foramiferal limestones; alveolite and nummulitic limestones), 6 — Upper Cretaceous (stratified and ruled rodolite limestones), 7 — Upper Cretaceous (dolomites and plated limestones with rare intertations of horridulites), 8 — Upper Cretaceous (limestones), 9 — Lower Cretaceous (stratified limestones with bivalve and dolomite intertations), 10 — Lower Cretaceous (stratified dolomites with limestones and Orbitolites), 11 — Cretaceous and Jurassic (stratified limestones and dolomites), 12 — Jurassic (dark grey limestones with intertations of finely granulated dolomites), 13 — Jurassic (stratified limestones, Lithiots limestones and spotted limestones with dolomites), 14 — Jurassic (grey and dark grey stratified limestones, oolitic limestones generally), 15 — Triassic (coarsely crystallized stratified dolomites), 16 — Triassic (dark grey and black bituminous limestones and slaty marls), 17 — Triassic (limestones and dolomites with hornblendes, clayey slates and pietra-verde), 18 — Triassic (marls, sandstones, slates and limestones with ammonites and gastropods), 19 — faults, 20 — assumed faults, 21 — transgressive boundary



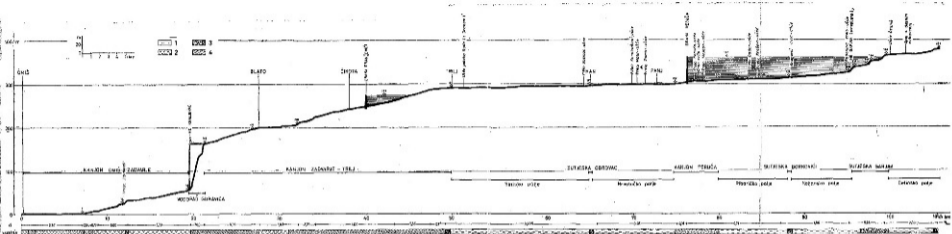
Prilog 4. Geomorfološka skica stivCetine: 1. polja na kvartarnim naplavinama, 2. polja na neogenskim naslagama, 3. zaravnj. dijelomično prekrivene kvartarnim naličinama, 4. brežuljkasti reljef i padine na šibici, 5. brežuljkasti ljet na neogenskim naslagama, 6. brežuljkasti reljef na verticnim naslagama, 7. zaravnj. na vapnencima, 8. planinski reljef na kaonatskim stijenama

Encl. 4 geomorphological sketch of the drainage basin of the river Cetina; 1 — poljes on Quaternary deposits, 2 — poljes on Neogene sediments, 3 — level ground partly covered by Quaternary deposits, 4 — hilly relief and slopes on Šibici, 5 — hilly relief on Neogene deposits, 6 — hilly relief on verticall sediments, 7 — level ground limestones, 8 — alpine relief on cr. limestone rock



Prilog 5. Podzemne vodne veze u hidrološkom slivu Cetine; 1. granica hidrološkog sliva, 2. sjeveroistočna granica orografskog sliva, 3. polja, 4. utvrđene podzemne vodne veze, 5. utvrđene jake podzemne vodne veze, 6. alternativne vodne veze

Encl. 5 Underground water communications in the hydrological drainage basin of the river Cetina; 1 — border of the hydrological drainage basin, 2 — northeastern border of the orographical drainage basin, 3 — poljes, 4 — proved underground water communications, 5 — proved strong underground water communications, 6 — alternative water communications



Prilog 6. Uzdužni profil toka Cetine; 1. korito u kvartarnim i neogenskim naslagama, 2. korito u flyšu, 3. korito u proivinskim naslagama, 4. korito u karbonatnim stijenama (uglavnom u vapnencu)

Encl. 6 Longitudinal profile of the course of the river Cetina; 1 — the river bed in Quaternary and Neogene deposits, 2 — the river bed in flysch, 3 — the river bed in Proivins deposits, 4 — the river bed in carbonaceous rocks (chiefly limestones)