

**RAZVOJ MORFOLOGIJE I HIDROGEOLOGIJE U DOLOMITIMA  
DINARSKOG KRŠA**

Uvod . . . . .	1
Razvoj morfoloških oblika na području dinarskog krša . . . . .	2
Sastav i struktura dolomita dinarskog krša . . . . .	6
Razvoj hidrogeologije i tektonike u dolo- mitima dinarskog krša . . . . .	12
Zaključak . . . . .	16
Literatura . . . . .	18

Uvod. Područja dinarskog krša u glavnom su izgrađena od karbonatnih stijena, dok su ostale stijene zastupane u izgradnji u znatno manjim prostranstvima. Između karbonatnih stijena u izgradnji prevladuju vapnenci nad dolomitima. Po geološkoj starosti zastupani su vapnenci i dolomiti paleozojika, mezozojika i tercijara. Ovoj potonjoj formaciji pripadaju samo vapnenci, a vapnenci i dolomiti mezozojika zapremaju pretežni dio područja dinarskog krša.

U našem daljnjem razmatranju posvetiti ćemo našu pažnju dolomitima s razloga, što se u dosadašnjoj literaturi krša, a i danas pogriješno prikazuju funkcije dolomita u razvoju morfologije i hidrogeologije na područjima dinarskog krša. O ulozi dolomita u razvoju morfologije i hidrogeologije mišljenja su podvojena. Jedni kažu, da dolomit ne stvara morfološke krške oblike, a u pogledu hidrogeološkom, da je nepropustan, i da u dolomitu dolaze vrela. Glavni pobornik ove teorije je A. Grund koji je time usvojio mišljenje D. Stura (Jahrb. 1863. S. 487) koji tvrdi, da »u srednjoj Hrvatskoj dolomit ne stvara krške oblike, i da u njemu dolaze vrela«. A. Grund (4. p. 172) držeći se Sturove tvrdnje kaže: »Seine (des Dolomits) Landschaftsformen sind die eines undurchlässigen Gesteines«, što znači, da dolomiti dinarskog krša (jer o njima govori Grund) nemogu stvarati krške morfološke oblike. Grundove ideje primljene su od njegovih najvjernijih pristaša sa stanovitim čuđenjem, a protivnici Grundove teorije o »Karstwasseru« W. Knebel (7.), F. Katzer (6.) i drugi, žučljivo su napadali Grundove ideje o ulozi dolomita u dinarskom kršu tako, da je F. Katzer gotovo zapao u istu pogrešku kao i Grund ustvrdivši, da su dolomiti jače podvrženi procesu skršavanja od vapnenca. (6.)

Grundovo mišljenje o dolomitima dinarskog krša t. j. da su nepropusno kamenje i da ne stvaraju krških oblika bilo je skoro općenito primljeno, premda je i sam Grund sedam godina nakon svoje konstatacije

donekle uvidio učinjenu pogrešku pošto u članku »Der dinarische Dolomit« u svojoj knjizi »Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges« na str. 149. kaže: »Jedenfalls muss man nach diesem die Frage, warum der Dolomit im Dinarischen Gebirge in der *Mehrzahl der Fälle* nicht als karstbildendes Gestein auftritt, als derzeit offen bezeichnen«. Grund ovom rečenicom neizravno priznaje, da postoje slučajevi gdje i dolomit može stvarati krške oblike, ali u većini slučajeva dolomit dinarskog krša po Grundu ne stvara krških oblika.

S opće razvojnog gledišta dolomita na području dinarskog krša možemo reći, da je *Grundovo* mišljenje o dolomitu dinarskog krša dijelom ispravno, a većim dijelom neispravno, dok za njegove protivnike vrijedi obratno.

U toku daljnjih razmatranja nastojati ćemo, da se upoznamo s razvojem dolomita na području dinarskog krša, s njegovim osebinama kao karbonatne stijene u pogledu stvaranja krških morfoloških oblika i njegove uloge u razvoju hidrogeologije dinarskog krša. Svi podaci izneseni u ovom prikazu odnose se samo na dolomite područja našeg dijela dinarskoga krša.

### 1. Razvoj krških morfoloških oblika na području dolomita dinarskog krša

Već smo spomenuli, da su dolomiti u dinarskom kršu zastupani u paleozojiku i mezozojiku. Radi svoga ograničenog prostranstva i položaja u sklopu ostalog paleozojskog kamenja dolomiti paleozojika dinarskog krša nemaju naročite važnosti u razvoju morfoloških oblika dinarskog krša. Posve su druge prilike u prostoru mezozojških naslaga, gdje dolomiti dolaze dobro razvijeni u svim formacijama mezozojika, čas u većim, čas u manjim prostranstvima. U tim slučajevima dolomiti dolaze ili kao proslojci između vapnenaca, ili izgrađuju velike površine u obliku prostranih dolomitnih pojaseva. Dolomiti kao proslojci u vapnencima od neznatne su važnosti za razvoj morfoloških oblika, što je i razumljivo obzirom na njihov položaj i slobodne površine. Posve su druge prilike u dolomitima, koji dolaze razvijeni u prostranim pojasevima. Velike slobodne površine i debljina dolomitnih naslaga od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara bile su u geološkoj prošlosti, a i danas su izvršene istim činiocima rastrošbe, i istim tektonskim pokretima, koji su na slobodnim površinama vapnenca proizveli raznovrsne nadzemne i podzemne morfološke oblike dinarskog krša. Neprirodno bi bilo da snažni činioci rastrošbe i tektonike nebi ostavili nikakvih vidljivih tragova razorne snage na dolomitima, koji su također karbonatne stijene kao i vapnenci, samo su nešto izmjenjenog rudnog sastava, koji je doduše važan za dolomit kao karbonatnu stijenju, ali nije bitan za razvoj morfoloških krških oblika u dolomitu kako ćemo to vidjeti u kasnijem našem razmatranju.

Istraživajući dolomite dinarskog krša ustanovili smo, da površine pojaseva dolomita nisu uvijek jednako morfološki razvijene. Na jednom prostoru površine pokazuju zaravnjene oblike prikrivene humusom i biljnom vegetacijom kao na pr. površina doger dolomita između Josip Dola

i Plaškoga, krednog dolomita Laktaca Ljut iznad lijeve obale Cetine, krednog dolomita oko Grahova itd., dok su druga područja bez spomenutog pokrova ili samo dijelomično pokrivena i stoga oštrijih oblika kao na pr. u području trijaskog dolomita oko Bruvna u Lici, u dolini Krkića uzvodno Topolja, kredni dolomiti Svilaje planine iznad Potravlja, kredni dolomiti Dinare u širem smislu oko Bitelića, triaski dolomiti obostrano Trebišnice kod Grančareva i Oraovca itd. Gdje dolaze u dolomitu strmo odlomljene stijene, to uz padinu tih stijena nalazimo sipare, koji su na nekim mjestima sastavljeni od dolomitnog pijeska stvorenog rastrošbom dolomita kao na pr. oko željezničke stanice Srpske Moravice, a osobito jake pješćane sipare nalazimo ispod sela Oraovca uz lijevu obalu Trebišnjice nedaleko Lastve, gdje su naslage dolomitnog pijeska debele 2—3 m. U oba slučaja dolomiti pripadaju gornjem trijasu.

Na drugim mjestim umjesto pijeska sipari se sastoje od romboidnih komadića dolomita izmješanih s većim ili manjim količinama humusa i ilovina kao na pr. uz sjeverno podnožje Skradskog vrha nedaleko Skrada u trijas dolomitu, uz cestu između Bilog Sela i Vrata, u području brda Plasa kraj Fužina, sve u trijas dolomitu. U dogerskom dolomitu područja između Vrbovskog i Gomirja, u krednom dolomitu područja Plitvičkih Jezera, izvorišta Tihaljine i na brojnim drugim mjestima diljem dinarskog krša.

Raznoličnost u rastrošbi koju promtramo na dolomitima nije vezana na pojedine pojaseve dolomita, nego i u jednom te istom pojasu dolaze naizmjenice oba načina rastrošbe, često puta i na vrlo ograničenim prostorima.

Površine stijena dolomita bitno se razlikuju od površina raznih vapnenaca dinarskog krša. Dolomitne površine izgledaju naoko glatke i bez razvoja škrapa, ali pomnijim pregledom vidimo, da je površina hrpava, pjeskovita i izjedena korozijom oborinskih voda. Izjedine su nepravilno porazbacane po površini, oštih rubova i vrlo plitke, za razliku od izjedina ili škrapa na vapnencima, koje su pravilno smještene i znatno dublje korodirane.

Premda vrlo rijetko, ipak dolazi i na površinama dolomita do razvoja pravilno poredanih škrapa, koje su mnogo šire i zaobljenije od sličnih škrapa kod vapnenaca. Lijepe i dobro razvijene škrape nalazili smo u doger dolomitu područja Desmerica južno Ogulina (T. I. sl. 1.) i na području trijas dolomita u dolini Krkića uzvodno oko 3 km od glavnog slapa iznad Topolja. Na ta dva mjesta dolaze u dolomitima i dobro razvijeni osamljeni stupovi ili ostjenci, vrlo bizarnih oblika visine 6—8 m, a nekada i viši. Nalazimo ih i oko Musulin potoka zapadno Ogulina u doger dolomitu, iznad sela Razvale nedaleko Jezerana u gornjo jurskom dolomitu, oko sela Bruvna u Lici u trijas dolomitu i drugdje. Osobito dobro razvijene škrape nađene su na dolomitnom bloku dolomita donje grede, koji leži ispred pećine južno Miljković sela uz lijevu stranu Cetine iznad Dragovića vrela. Škrape su široke i duboke 15—20 cm, a duge 80 cm do 1 m i posve su usporedne.

Pojava škrapa na spomenutim dolomitima pokazuje, da se i na dolomitima mogu stvoriti škrape u stanovitim slučajevima i uz stanovite

uvjete, koji su važni i za razvoj škrapa na vapnencima. Znamo da u dinarskom kršu nisu ni sve vapnenačke površine providene škrapama, nego nalazimo vrlo često i takve površine vapnenaca na kojima nema ni traga škrapama, a nekoliko desetaka metara dalje nailazimo iste vap-nence s izvanredno dobro razvijenim škrapama. Koji su tome razlozi saznati ćemo iz naših kasnijih razmatranja.

Najvažniji je morfološki oblik dinarskog krša kao i krša u opće ponikva. Obično se kaže, da ponikve dolaze u tako zvanim čistim vap-nencima gornje krede. Međutim, nalazimo dobro razvijenih ponikava u svim vapnencima svih formacija, što više nalazimo ih i u gromadastim vapnenačkim brečama, a dosta su česta pojava i u dolomitima raznih formacija mezozojika. Razvoj ponikava u dolomitima dinarskog krša ne zaostaje u veličini ponikava prema razvoju ponikava u vapnencima, kada u dolomitima postoje uvjeti za stvaranje ponikava, koji su isti kao i za stvaranje ponikava u vapnencima. U jednom i u drugom slučaju uz ostale čimbenike za stvaranje ponikava najvažniji je čimbenik *tektonska predispozicija*. *Bez nje nema poremećnih slojeva, razlomljenih stijena i sistema pukotina, a bez ovih pojava nema ponikava, dolova i krških uvala*. Stoga u tektonski neporemećenim karbonatnim stijenama nema ponikava i sličnih morfoloških oblika, kao što su rijetke i na slabo poremećenim vapnencima i dolomitima. U ovom slučaju od važnosti je uz tektonsku predispoziciju i struktura odnosnih vapnenaca i dolomita. Na pitanje strukture dolomita osvrnuti ćemo se u kasnijem dijelu našeg razmatranja.

Iz naših primjera viditi ćemo kako se u dolomitima dinarskog krša mogu razviti isto tako pravilne i znatnih dimenzija ponikve poput najbolje razvijenih ponikava u vapnencima. Na sjeveroistočnim obroncima brda Bukovnik i Opertice jugozapadno Ogulina uz desnu stranu rijeke Dobre u dolomitima dogera dolaze brojne i vrlo dobro razvijene ljevka-ste ponikve. Neobično brojne i dobro razvijene ponikve u doger dolomitu nalaze se na zaravni ispod koje leži mjesto Vrbovsko. Na zaravani južno i zapadno Ravne Gore u trijas dolomitu, u istim dolomitima jugo-zapadno i zapadno Delnica u području Panikvarskog vrha, Sovića Laza, Lončar Laza i istočno Jablanskog vrha dolaze brojne ponikve većih dimenzija. U gornjo krednim dolomitima na području Kastavštine, dolaze vrlo široke i duboke ponikve u većem broju.

Na području oko sela Siče i Velike Crkvine južno Karlovca postoje brojne ponikve u trijas dolomitu. Na zaravni Velebita iznad vrela Bubi-nice zapadno Donjeg Pazarišta u gornjo trijaskom dolomitu dolaze brojne ponikve, koje svojim razvojem i veličinom ne zaostaju u nikojem pogledu iza ponikava u vapnencima. Brojnih i dobro razvijenih ponikava ima u gornjokrednom dolomitu zaravni Homoljac i Brezovac južno Plitvičkih Jezera.

Veći broj velikih ponikava i brojnih dolova dolazi u gornjotrijaskom dolomitu na području između Deringaja i Bruvna sjeverno Gračaca u Lici. Iste morfološke oblike nalazimo u dolomitima krede na Laktacu iznad lijeve obale Cetine i oko sela Bitelića iznad lijeve obale Cetine; u jurskim dolomitima između Vrpolja i Tjarice istočno Trilja, pa na području krškog polja Kupres u pojasu srednjotrijaskog dolomita. I na

mnogim drugim mjestima dinarskog krša nalazimo ponikve i dolove u pojasevima dolomita razne geološke starosti.

U pogledu razvoja velikih krških oblika u dolomitima dinarskog krša možemo naglasiti, da su krške uvale brojno razvijene, dok su krška polja, koja bi bila isključivo u dolomitu rjeđa pojava, ali u sastavu s ostalim vapnenačkim kamenjem sudjeluju u izgradnji nekih krških polja kao na pr. na Glamočkom, Kupreskom, Grahovskom polju i t. d.

Dobro razvijene krške uvale dolaze u dolomitima dinarskog krša u vrlo raznim veličinama, pa su vrlo česta pojava takvih gorskih područja gdje ne postoje gorske kose, nego su nekadašnje suvisle gorske kose tektonskim pokretima razdijeljene u pojedine skupine vrhova između kojih se nalaze dobro razvijene krške uvale što u vapnencu što u dolomitu kao na pr. na području Gorskog Kotara. Nešto su rjeđe krške uvale u dolomitima na područjima gdje su orografske osi gorskih kosa ulančane i dinarskoga smjera. Krške uvale ovoga tipa su uske 500 m do 1 km a dugačke su 2—5 km kao na pr. Oštarski dolovi jugoistočno Ogulina, krške uvale oko Plitvičkih Jezera kao Brezovac, Turjanska korita, Smrčeva poljana, Duboki dol, Čorkova uvala i druge, a sve su ove krške uvale u gornjokrednom dolomitu. Na Ličkoj Plješivici gdje glavni gorski greben smjera NW—SE mijenja svoj pravac u pravac N—S uz istočnu stranu toga novog smjera gorskog grebena dolaze vrlo dobro razvijene krške uvale Donja Kamenska, Velika i Mala Kamenska, sve tri u jurskom dolomitu. Na Velebitu iznad vrele Bubinice nad Donjim Pazarištem dolazi krška uvala u trijaskom dolomitu. Između sela Plažibat i Tijarice dolazi krška uvala u jurskom dolomitu. Kroz nju prolazi cesta Trilj—Aržano. Ovih nekoliko primjera nedvojbeno nam pokazuje, da se u dolomitima dinarskog krša mogu dobro i razmjerno brojno razviti krške uvale, kao veliki oblik Krša. *Krška polja* kao najveći morfološki oblik dinarskog krša razvijena su rjeđe, a i tada svojim prostorom zaostaju za prostorima krških polja u vapnencima. Značajno je za krška polja u dolomitu, da su u pretežnoj većini bez vode, a ona dolomitna krška polja u kojima se pojavljuju vode, da su iste hidrogeologije kao i krška polja u vapnencima t. j. da vode izviru i poniru u samom polju, na pr. Dabarsko polje kod Otočca.

Od suhih krških polja spomenuli bi Osmajsko polje sjeveroistočno Otočca u Lici u gornjokrednom dolomitu. Gradsko polje kod Dabra uz cestu Škare—Lička Jesenica, Borovo polje kojim prolazi cesta iz Livna u Šuicu na polovici puta između Livna i Šuice. Na nekim jadranskim otocima nalaze se u gornjokrednim dolomitima krška polja kao na pr. na otoku Visu Velo polje, Zlo polje, Borovo i Tihobraće polje. Na otoku Dugom u gornjokrednom dolomitu je Dočić polje, na otoku Korčuli dva su suha krška polja u gornjokrednom dolomitu na području oko Smokvice i t. d. Spomenuta polja na otocima tipa su suhih krških polja. Od krških polja u dolomitu s donekle razvijenom hidrografijom spominjemo Dabarsko krško polje sjeveroistočno Otočca u gornjokrednom dolomitu. Na sjeverozapadnom rubu polja izviru iz dolomita Veliko i Malo vrelo, čije vode teku kao dva usporedna potoka u jugoistočnom smjeru, gdje se uz rub polja sastaju u jedno korito i teku kao Jaruga uzimajući smjer

prema sjeveroistoku, pa se uz rub polja gube u podzemlje u dolomitu. Za vrijeme jakih oborina pretežni je dio polja inundiran.

Uz dosele spomenute površinske morfološke oblike u dolomitima dinarskog krša nalazimo još *propasti* ili *jame*, koji je oblik rijedak. No i ti malobrojni primjerci pokazuju, da do njihovog stvaranja može doći i u dolomitima kako nam to pokazuje propast Jerkov Laz na južnoj padini brda Velika Rebar oko 1.5 km sjeverozapadno Lokava. Propast je u trijaskom dolomitu, pa je okomitih stijena, dubljine 22.40 m i široka 68 cm do 1.70 m. Druga propast nalazi se u gornjo krednom dolomitu na otoku Visu u istočnom dijelu zapadno iznad zaljeva Milna. Bezdani je oko 15 m dubok i na grlu širok oko 75 cm. Da u dolomitima dinarskog krša dolazi i do razvoja podzemnih krških morfoloških oblika dokazuju nam to *pećine* ili *spilje*, koje nisu vrlo česti morfološki oblik, pa premda malobrojne ipak nam ovi malobrojni primjeri pokazuju da i u dolomitu uz stanovite uvjete mogu nastati slabije ili jače razvijene pećine. Između sela Siča i Lučice južno Karlovca dolazi u trijaskom dolomitu pećina Jezero, u jurskom dolomitu je Zagorska pećina u Modruškom Zagorju južno Ogulina, Bulića pećina u jurskom dolomitu na istočnom podnožju brda Višnice jugozapadno Popovog sela sjeveroistočno Ogulina, Medveđa pećina u trijaskom dolomitu na južnom obronku brda Debela Lipa sjeverno Lokava, pećina Ponikva sjeverno sela Bitelić u krednom dolomitu, u dolomitu iste starosti na zaravani uz lijevu stranu Cetine nedaleko iznad Dragovića vrela dolazi jedna oveća pećina. Velika pećina zvana Podpeč iz koje izvire Tihaljina nalazi se u gornjokrednom dolomitu; glavno vrelo rijeke Trebišnice izvire iz Dejanove pećine koja je u gornjo krednom dolomitu, u kojem se nalazi i pećina iz koje izbija Nikšičko vrelo, kao jedno od vrela Trebišnice.

## 2. Sastav i struktura dolomita dinarskog krša

Višegodišnjim geološkim i hidrogeološkim ispitivanjima u dolomitima na području dinarskog krša ustanovili smo da razvoj površinskih krških oblika nije svagdje na području vapnenaca i dolomita jednak. Postoje mjesta gdje je razvoj postigao veći stepen, kao i mjesta slabijeg razvoja, i dosta često postoje i takva mjesta na kojima uopće nije došlo do razvoja morfoloških oblika. Što više moglo se ustanoviti da u jednom te istom pojasu dolomita i vapnenaca iste geološke starosti ima mjesta s morfološkim oblicima, a ima i mjesta bez tih oblika. Nadalje se može opaziti da se dolomiti rastrošbom pretvaraju u pijesak, a neki se raspadaju u sitnije iveraste komade, koji se daljnjom rastrošbom također raspadaju u pijesak. Jako raspadanje dolomita u pijesak vezano je na dolomite razne starosti, ako su dolomiti tanje uslojeni. Kod debelo uslojenih dolomita raspadanje je u manje komade, a kod gromadasto uslojenih dolomita nalazimo raspadanje u pijesak uz rubove pojaseva i uz jače pukotine, dok je pretežni dio dolomita površinski kompaktni. Vrko jako raspadanje dolomita u pijesak dolazi uz jake tektonske pravce (rasjede, lomove i t. d.) kao na pr. na Kupreškom krškom polju, obostrano rijeke Trebišnice kod Grančareva, podno Oraovca i na drugim mjestima. Velike površine dolomita ne pokazuju onakvih površinskih oštih oblika kakve

nalazimo kod vapnenaca, jer je dolomit manje otporan utjecaju čimbenika rastrožbe, pa se raspada u pijesak koji ispunja manje pukotine i tako sprječava korozijski i erozijski rad oborinskih voda u proširivanju pukotina. Površine su dolomita stoga redovno pokrivena debljim ili tanjim pokrovom humusa na kojem se razvio vegetacijski pokrov. Samo na odlomcima i na strmim površinama nalazimo gole dolomitne stijene.

Ove osobine dolomita razlogom su, da su mnogi istraživači krša uvrstili dolomite u nepropusno kamenje, pa stoga nije čudo kada A. GRUND (4.) tvrdi, da dolomiti pokazuju oblike krajolika, kao što ih nalazimo kod nepropusnog kamenja. Svi su oni pripisivali raspadanje dolomita u pijesak njegovom kemijskom sastavu. Međutim je F. TUČAN 1911. godine (12.) na osnovi kemijskog mikroskopskog i eksperimentalnog istraživanja dolomita dinarskog krša ustanovio, da je glavni razlog raspadanju dolomita u pijesak uz kemijski sastav struktura dolomita. TUČAN F. (13.) dokazujući kako je struktura (zrnata, zupčasta i sa prelazima jedne u drugu) vapnenaca razlogom stvaranju površinskih oblika dinarskog krša, pa obzirom na te činjenice kaže za dolomite dinarskom krša: »So was ist bei Dolomit unmöglich, nicht vielleicht deswegen, weil Dolomit von anderer chemischer Zusammensetzung ist, nein sondern die Struktur ist wieder die Ursache daran. Während die Umrisse von Kalkspatindividuen zickzackförmig sind, sind sie bei Dolomitspatindividuen mehr oder weniger geradlinig und greifen natürlich nicht ineinander, berühren sich nicht allseitig, sondern nur an einzelnen Teilen. Und gerade deswegen, weil sich Dolomitspatindividuen nicht allseitig berühren, weil sie nicht ineinander zahnförmig eingreifen, gerade deswegen finden wir alle jene Verschiedenheiten zwischen Oberflächenformen von Kalken und Dolomiten«. Prema F. TUČANU (13.) to je razlogom da dolomit ne ostane kompaktan na svojoj površini kod kemijskog otapanja. Dolomitni individui ne mogu ostati međusobno povezani, nego se povodom otapanja dijele vrlo lahko jedan od drugoga, pa se stoga kamen raspada na površini u sitni pijesak radi toga mu je površina hrapava i pjeskovita.

Govoreći o strukturi F. TUČAN kaže: »Beim Auskristallisieren aus der Lösung bildete sich der Dolomit entweder als dichtes oder als körniges Gestein, und erhielt, die charakteristische Struktur, die s. g. zucker-körnige Struktur«. (12).

Ova je struktura razvijena kod gustih i kod zrnatih dolomita dinarskog krša. Šećerasto zrnata struktura razvijena je kod normalnih dolomita t. j. kod dolomita sa 54,23%  $\text{CaCO}_3$  i 45,77%  $\text{MgCO}_3$ . Kod ove strukture zrna imaju ravne obrise, dok kod dolomita, čija su zrna krivudavih obrisa prema TUČANU (12.) šećerasto zrnata struktura nije posve jasno izražena i takvi dolomiti pod mikroskopom pokazuju strukturu koja čini prijelaz u zrnatu strukturu. Između šećerasto zrnate i zrnate strukture postoje razni prijelazi, pa se prema tome i dolomiti u raznom stupnju troše u pijesak.

Osim normalnih dolomita dolaze u dinarskom kršu dolomitni vapnenci i vapnenački dolomiti. Prema F. TUČANU (12.) dolomitni vapnenci su kamenje u kojima preteže vapnenačka supstanca, dok u vapnenačkim dolomitima preteže dolomitna supstanca. Pošto u dolomitnim vapnencima preteže vapnenački rudni sastav to i struktura kod ovoga kamenja

odgovara vapnenačkoj zupčastoj strukturi. Stoga razloga ovo se kamenje ne raspada u pijesak, nego ostaje kompaktno, a samo na površinama osjeća se pod prstima nešto pjeskovitog sastava.

Kod vapnenačkih dolomita prevlađuje u rudnom sastavu dolomitna supstanca, ali struktura dolomitne supstance ne razlikuje se od strukture normalnih dolomita. F. TUĆAN (12.) kaže: »Während der Dolomit-spat in polygonalen bald geradlinigen bald krummlinigen Individuen erscheint, erkennt man den Kalkspat auf den ersten Blick an seinen zickzackförmigen Umrissen«. Radi ovakve strukture i vapnenački dolomiti se ne raspadaju izravno u pijesak, nego u veće ili manje komadiće, koji se tek kod daljnje rastrošbe raspadaju u pijesak. Prema tome i ovi su dolomiti kompaktni, i otporniji protiv čimbenika rastrošbe. Razumljivo je, da u strukturi dinarskih dolomita postoje razni prijelazi od šećerasto zrnate do zrnate strukture, kao što postoje prijelazi i u kemijskom sastavu od normalnih do vapnenačkih dolomita.

Uz strukturni i kemijski sastav dinarskih dolomita od presudne je važnosti za površinsko brzo raspadanje jakost tektonskih pokreta, kojima su bili zahvaćeni pojasevi dolomita. Gdje je dolomitna stijena u povodu tektonskih pokreta jače razlomljena tu je i raspadanje dolomita jače i brže, nego na mjestima slabijeg tektonskog djelovanja. Stoga uz jake rasjedne pravce, koji prolaze pojasom dolomita nalazimo vrlo jako površinsko raspadanje dolomita u pijesak. Osobito jako raspadanje dolazi kod dolomita izrazito šećerasto zrnate strukture kao na pr. kod noričkog dolomita oko stanice Srpske Moravice, kod noričkog dolomita obostrano rijeke Trebišnice između Grančareva i Oraovca, gdje se nalazi dolomitnog pijeska 1.5—2 m debeo sloj, a na mjestima i više, kod srednjo i gornjo trijaskih dolomita Kupreškog polja, kod gornjo krednog dolomita na području Plitvičkih Jezera i t. d.

Nema sumnje da su uz spomenute glavne čimbenike kod raspadanja dolomita u pijesak, od važnosti i ostali čimbenici rastrošbe, a u prvom redu količine oborinskih voda i stupanj njihovog kemijskog i mehaničkog utjecaja na površinske dijelove dolomitnih stijena. O jakosti djelovanja erozije i korozije na površinama dinarskog kao i ostalog krša postoje razna mišljenja. Jedni pripisuju veliku razornu snagu eroziji, a drugi koroziji. Na temelju naših višegodišnjih istraživanja dinarskog krša mišljenja smo, da jedni i drugi nisu u pravu, pošto u kršu postoji erozija i korozija oborinskih i protjeućih voda. Pogriješno je shvaćanje, da se eroziji u kršu pripisuje samo rad tekućih voda t. j. rijeka i potoka, a ne uzima se u obzir i erozioni rad oborinskih voda, koje panu na površine krša. Treba samo promatrati kako se za jakih kiša na površinama krša stvaraju brojne vodene žilice i žile, koje sav rastrošeni materijal snašaju niz gorske nagibe prema jačim odvodnim žilama, a s ovima u potoke i rijeke. Sav mulj što zamuti krške rijeke ne potječe iz krških izvora, jer su ovi kako je poznato redovno čisti i bez transportnog materijala. Tek nizvodno krških vrela zamuljene su krške rijeke od onih čestica što ih s površine krša odnašaju oborinske vode.

Gdje se na putu sastane više ovakvih žilica u jednu žilu vidi se jasno kako ta žila stvara postepeno sve širu i širu udubinu u površini krša od koje s vremenom nastaje na padini brijega jaruga, koja se poste-



peno proširi u dol. To se osobito dobro opaža baš na nagnutim površinama dolomita kao kamena manje otpornog prema utjecaju voda, gdje nalazimo padine dolomita izbrazdane većim ili manjim dolovima, koji vode do potoka ili do rijeke kao na pr. uz desnu obalu Slušnice u području Pećine potoka i potoka jugozapadno Pećine u trijaskom dolomitu, u pojasu krednog dolomita područja Plitvičkih Jezera, u gornjojurskom dolomitu gorskog sklopa Poštaka u Lici, u pojasu srednjetrijaskog dolomita oko Velikog i Malog Prljeva u Lici i t. d.

Ovi primjeri kao i mnogi drugi dinarskog krša jasno dokazuju, da erozija postoji u kršu koliko u dolomitima, toliko i u vapnencima i vrši znatno oblikovanje krške površinske morfologije. Stoga GRUND A. griješi kada kaže: »Die mechanische Erosion und Akumulation, die Hauptfeinde der tektonischen Formen, sind im Karst lahmgelegt«. (4 p. 196.), a još više griješi K. TORZAGHI (11. p. 344) koji naglašuje: »Man darf nicht vergessen, der Karst ist ein Gebiet ohne Oberflächenerosion«.

Kao što je pogrešno isključiti eroziju iz površinskog morfološkog oblikovanja krša, isto je tako pogriješno pripisivati eroziji stvaranje svih površinskih morfoloških oblika u kršu, a napose krških polja i uvala, riječnih kanjona i dolina, što erozija nije u stanju da sama izvrši bez predispozicije tektonskih pokreta.

*Erozija i korozija kao prirodne sile vrše stalno i usporedo svoj razorni rad na površini Zemlje, slijedeći prirodne zakone, pa stoga nikada ne miruju i nemože nikada da obamre jedna na račun druge, jer bi u prirodnim zakonima došlo do poremećenja ravnovjesja, što u prirodi ne postoji.*

Dosadašnja naša razmatranja odnose se samo na površinski razvoj morfoloških oblika dolomita dinarskog krša, a u nastavku ovih razmatranja slijedit ćemo geološke i hidrogeološke prilike koje se zbivaju u unutrašnjosti dolomita.

Drži se, da površinsko skršavanje (karstifikacija) dolomita u dinarskom kršu ne seže duboko, pa je kod uslojenih dolomita oko 40—50 m, dok kod gromadastog razvoja ta se dubina smanjuje na 20—25 m, a često puta i mnogo manje na pr. kod gromadastih dolomita gornje krede. Međutim baš kod gromadaste teksture dolomita, vrlo je česta pojava, da oni početno t. j. prvih 20—30 m i više nepokazuju jače skršavanje pa su kompaktni dok su u dubljim dijelovima jače slomljeni i često skršeni. Tako je prigodom geoloških istraživanja lijevog boka Cetine južno Trilja postavljena bušotina br. 28 u gornjokredni dolomit sjeverozapadno zaseoka Čović podno Čaporica. Dolomit je u cijelom tome području gromadaste teksture i bez humusnog pokrova tako, da je površina dolomita gola. Na površini ima nešto dolomita, koji se raspao u pijesak izmiješan sa sitnim komadićima dolomita. Bušeno je u dolomitu 100 m. Iz dobivene jezgre vidi se, da je dolomit do 50 m dubljine kompaktna, gotovo bijele boje i šećerasto zrnate strukture. Od 50—100 m dolomit je iste strukture i boje, ali potpuno razlomljen, pa su na nekim mjestima razlomljeni dijelovi dolomita izmiješani s pjeskovitom crvenicom. Čistih dolomitnih pijesaka u većim količinama nije nabušeno, premda pojedini komadi dobivene jezgre pokazuju veće ili manje nepravilne šupljine, koje po-

tječu od korozionog djelovanja voda cijednica, koje dolaze kroz pukotine dolomita. Na dubljim dijelovima bušotine između 60 i 80 m dobiveni su komadi dolomita u veličini kokošnjeg jajeta koji su bili posve zaobljeni od nošenja vode podzemnice, dakle od erozije podzemnih voda. Ova je bušotina smještena uz rasjed između turonskog i cenomanskog vapnenca i cenomanskog dolomita. Prigodom geoloških istražnih radova za današnju HE Tesla u Fužinskom bazenu izvršeno je u gornjotrijaskom dolomitnom području nekoliko bušotina od kojih su neke od njih dale vrlo zanimivih podataka o stanju dolomita u podzemlju.

Bušotina br. 2 stavljena je u dnu prostrane ponikve u krškoj uvali između brda Palatina i Blatnika u glavnom debelo uslojenom dolomitu. Bušotina seže u dubinu 70 m, pa je dobivena jezgra duž 70 m dala kamađice dolomita više ili manje zaobljene. Prema tome bušotina je kroz 70 m prolazila vertikalnom pukotinom, koja je uvjetovala postanak i razvoj ponikve. U tome području ima desetak takovih ponikava koje su promjera 6—8 m, a dubine 5—7 m.

Bušotina br. 5 nalazi se na jugozapadnom dijelu krškog polja Vrata kraj Fužine uz zapadnu stranu kolnika koji prolazi zapadnom stranom krškog polja. Apsolutna visina bušotine je 772.10 m pa seže do 680.10 m t. j. dužine je 92 m. Nalazi se u debelo uslojenom glavnom dolomitu, koji je pretežno sitno brečast sve do 52 m a ispod toga je jedri dolomit sve do kraja bušotine. Koliko dolomitna breča toliko je i jedri dolomit jako raspucan. Breče su isprekrižane brojnim žicama kristaliničnog vapnenca u raznim smjerovima veličine od 1 mm do 3 mm, dok su u jedrim dolomitima te žice rijetke i vrlo uske. Pukotine su ispunjene prevlakom crljene ili žućkasto smeđom ilovinom, a u dijelovima gdje je breča šupljikava, šupljine su presvučene tankom prevlakom kalcita, a ostali dio šupljine je prazan. Iz toga profila razabire se, da je nabušena šupljina dio dosta prostrane pećine (spilje) kroz koju je prolazio vodotok, koji je taložio ilovine i dolomitne valutice. Nakon toga taloženja voda je prestala prolaziti pećinom, a obilno priticanje voda cjednica stvorilo je preko ilovine pokrov kristaliničnog kalcita. Nakon stanovitog vremena i taj je proces obustavljen, pa je stoga ostali dio pećine ostao prazan. Na 42 m. nabušena je pukotina s vodom podzemnicom. Bušotina je bila smještena uz sjeverni rasjedni pravac krškog polja Vrata.

Zanimiva je bušotina br. 6 koja je u glavnom dolomitu na jugoistočnom dijelu krške uvale Tović istočno oko 1 km od izvora Ličanke. Bušotina je položena na aps. visini 740.60 i sezala je do aps. visine 693.40 t. j. duljine je 47.16 m. Ispod 0.90 m debelog humusa i obronačne ilovine s dolomitnim kršjem dolazi do 13 m. brečasti dolomit, a dalje do kraja bušotine je jedri dolomit. Dolomitna breča jako je razlomljena dok je dolomit nešto manje razlomljen. Na 16.25 m nabušen je tok vode podzemnice koji teče u smjeru prema jugoistoku, prolazi kroz vapnenačku trupinu Mačkovice i prelazi u dolomite Vrata, gdje se sastaje s podzemnicom bušotine br. 5. Zajedno teku kroz dolomitnu trupinu brda Plasa i izbijaju na jugozapadnoj strani Plase kao jako krško vrelo Potkoš. Bušotina br. 6 smještena je nedaleko lomnog pravca, kojim je uvjetovana asimetrična krška uvala Tović.

Navedeni primjeri pokazuju, da su dolomiti dinarskog krša bili isto tako izvršeni tektonskim pokretima kao i vapnenci i da su u njima razvijeni razni podzemni morfološki oblici kao i u vapnencima uz razliku što razvoj tih oblika nije tako čest kao u vapnencima.

Raspadanje dolomita u pijesak površinska je pojava uvjetovana strukturom dolomita i čimbenicima rastrošbe, i nije opažena u dubinama dolomita. U raznim tunelima, pećinskim hodnicima i bezdankama nismo opazili, da se dolomit u većim količinama raspada u pijesak. Ima doduše slučajeva, da se prilikom bušenja u dolomitu katkada i u raznim dubinama dobije pijesak no taj pijesak nije istoga postanka kao pijesak koji nastaje raspadanjem dolomita na površini. Pijesak dobiven prilikom bušenja dolazi na onim mjestima gdje je dolomit jako tektonski zdrobljen. U dolomitnom masivu je on kompaktan, ali bušenjem se zdrobi u sitno i pod jakom isplakom dobivamo u cijevi dolomitni pijesak. Vrlo poučan primjer u tom pogledu daje nam bušotina izvršena na mjestu gdje je trebala biti smještena strojarnica HE Bihac kod selo Kostel, a postavljena je sa svrhom, da se ustanovi kakvoća tla za temeljenje strojarnice. Geološki sastav cijelog okolišnog područja je debelo uslojeni gornjokredni dolomit, koji se nalazi uz križanje uzdužnog i popriječnog rasjeda, pa je uz te pravce strmo odlomljen. Na odlomljenoj ploči uz poprečni rasjed smještena je bušotina. Bušotina je bila bušena 15 m duboko, pa je dala na svih 15 m dolomitni pijesak sa komadićima čvrstog dolomita. Porazni ovaj rezultat nije nikako bio u skladu s geološkim sastavom i strukturom mjesta na kome je bušotina smještena. Stoga smo odredili da se bušaće cijevi izvade i stroj udalji, a na mjestu bušotine, da se iskopa okno sa profilom 2×2 m dubine 8 m. Već prvi udarci pijuka pokazali su, da je tu kompaktna masa dolomita, a ne pijesak. S napredovanjem u dubinu bila je dolomitna masa sve čvršća, tako da se je morao upotrebljavati eksploziv do kraja okna. Dolomitna je masa bila posve suha, premda s jedne strane na udaljenosti od 2 m teče potočić, a s druge na udaljenosti oko 10 m rijeka Una. Prema ovim podacima mjesto je bilo pogodno za temeljenje, pa na njemu danas stoji strojarnica HE Bihac koja je u pogonu. Nastaje pitanje, zašto smo bušenjem dobili samo dolomitni pijesak? Dolomitna ploča uz rasjed bila je posve zgnječena i zdrobljena u sitni dolomitni materijal. Unatoč toga dolomitna je masa ostala u sklopu masiva vrlo čvrsta i kompaktna kako je to pokazala upotreba eksploziva, kao i činjenica, da je okno od 8 m dubine iskopano bez oblaganja daskama, jer su strane okna bile potpuno čvrste i nije nigdje došlo do rušenja dolomita. Pijesak je nastao uslijed rada bušilice, koja je uz pripomoć jake isplake posve smrvila dolomitnu masu u pijesak, kojega smo stalno dobivali u cijevi za bušenje.

Značajan je i slučaj potoka Lokvarke. Na Lokvarci su vršena istražna bušenja u osi predviđene pregrade. Bušotina 68. položena u rabeljskom dolomitu na sredini desnog boka Lokvarke dala je između 6—18.40 m krupnije zrnati dolomitni pijesak. Kako je rabeljski dolomit na površini čvrst i dobro uslojen, pa kako se na površini vrlo rijetko i slabo raspada u pijesak, to je naše iznenađenje bilo veliko i nismo mogli pravo protumačiti prisutnost tako debelog sloja dolomitnog pijeska. Bušenje

smo obustavili, pa smo odlučili izvesti istražni rov u pravcu bušotine. Cijev smo ostavili za orijentaciju nalaza dolomitnog pijeska.

Nakon što smo došli rovom do cijevi opazili smo, da se cijev nalazi oko 30 cm udaljena od vertikalne pukotine uzduž koje je došlo do vertikalnog gibanja jedne i druge strane dolomita. Pukotina je imala smjer okomit na pružanje NW—SE. Na plohama dolomita uz pukotinu postojala su ulaštena gorska zrcala (harniši) debljine oko 0.5 cm, koja su bila žućkasto prozirne boje. Na obje strane gorskih zrcala bio je na širinu oko 56 cm dolomit pretvoren tlakom u zrnati pijesak, ali je pijesak u masivu bio tvrd i slabo raspadljiv. Na oba kraja pijesak je prolazio u normolni rabeljski zrnati dolomit. Dolomit je bio tektonskim pritiskom zdrobljen u pijesak, koji je u masivu ostao čvrst, pa je bušenjem poremećena čvrstoća pijeska, a to je bio razlog, da je bušotina od 6 m do 18.40 m dala dolomitni pijesak.

Uz ostale i ovi primjeri pokazuju, da u nutrašnjosti dolomitnih područja ne nalazimo, da se dolomiti raspadaju u većim količinama u pijesak, kako se to zbiva na površini dolomitnih područja, što je povezano s pomanjkanjem stanovitih čimbenika rastrošbe, koji se ne javljaju u nutrašnjosti dolomitnih stijena kao na pr. insolacija, smrzavica, vjetar i oborinske vode. Ovi čimbenici uz tektonske preduvjete uništavaju površine dolomitnih područja, dok su u nutrašnjosti reducirani na djelovanje voda korozijom i u manjoj mjeri erozijom uz postojeće tektonske preduvjete.

### 3. Razvoj hidrogeologije i tektonike na području dolomita u dinarskom kršu

Među najznačajnije pojave dinarskog krša spada razvoj nadzemne i podzemne hidrografske mreže. O hidrografiji krša mnogo se pisalo, a i danas se piše pa se tako stalno popunjuju praznine i riješavaju stanoviti problemi hidrografije krša, ali unatoč toga postoji još uvijek stanoviti broj problema u hidrografiji krša, koji su dosele nedovoljno razjašnjeni ili uopće nisu razjašnjeni.

Među takve neriješene probleme spada i kolanje vode na područjima dolomita dinarskog krša. Ne mislim time ustvrditi, da o tome nije ništa pisano, jer je o tome nešto pisao J. CVIJIC (3.), A. GRUND (4. i 5.), F. KATZER (6.), F. KOCH (8.), J. ROGLIĆ (9.) i drugi stariji i mlađi istraživači našega krša. Ne mislim se dalje zadržati tumačenjem tih rasprava pošto je naš zadatak, da prikažemo, kako su dolomiti dinarskog krša podobni stvarati krške morfološke oblike, pa u vezi s time, da razjasnimo toliko rašireno shvaćanje o dolomitu kao nepropusnom kamenu dinarskog krša.

Naprijed smo pokušali dokazati brojnim primjerima da u dolomitima dinarskog krša nalazimo razvijene površinske i neke podzemne morfološke oblike krša, koji u većini slučajeva ne zaostaju za sličnim morfološkim oblicima vapnenaca. Između morfoloških oblika u dolomitima dinarskog krša jedine su škrape koje su vrlo rijetko razvijene, dok su ostali oblici česti, pa su razvijeni slično kao i u vapnencima t. j. na nekim mjestima u nekim dolomitima nastupaju u većem razvoju, a na drugim

mjestima u manjem razvoju ili uopće ne dolaze. Cesto ima slučajeva, da su u pojasa dolomita iste starosti na jednom mjestu dobro razvijeni morfološki oblici, a na drugom mjestu udaljenom tek kojih 50—80 m nema u opće morfoloških oblika. Ta pojava nije značajna samo za dolomite, jer je nalazimo i u pojasevima vapnenaca. U oba slučaja te su pojave ovisne kako smo naprijed spomenuli u prvom redu o jakosti tektonskih pokreta u karbonatnim stijenama, zatim o strukturi, teksturi, rudnom sastavu, klimatskim prilikama i o faktorima rastrošbe. Od ovih potonjih osobito je važna korozija i erozija procjednih oborinskih voda. Stoga je teško predpostaviti, da bi dolomiti u sklopu dinarskog krša bili pošteđeni od višekratnih jakih tektonskih pokreta, a da su ti pokreti zahvatili samo pojaseve vapnenaca. Međutim istraživanja u dolomitima dinarskog krša ustanovila su, da su i dolomiti bili podvrgnuti tektonskim pokretima, jer su dolomiti kao i vapnenci razlomljeni, izdignuti, borani i provideni pukotinama raznih smjerova i dimenzija.

Istraživanja su nadalje ustanovila da u dolomitima postoji također podzemna cirkulacija voda kao i kod vapnenaca i da u dolomitu postoje izvori počev od malih periodičnih curaka, do jakih i velikih krških vrela, a postoje i ponori raznih funkcija i veličina. Svih tih pojava ne bi bilo u dolomitu, kada bi dolomit bio doista nepropustan kamen kako ga se obično pogriješno smatra. S nekoliko značajnih primjera potkrijepit ćemo naše gornje navode.

Jugozapadno Ogulina uz desnu stranu rijeke Dobre južno Marković sela nalazi se u jurskom dolomitu brda Veliki Pećnik na njegovoj sjeveroistočnoj strani vertikalna do 80 cm široka pukotina, koja siječe cijelu stranu brda. U podnožju pukotine nalazi se jako krško vrelo sa stalnom količinom vode. U sredini je vertikalna pukotina sužena na nekoliko cm, pa na tom mjestu za vrijeme oborina izbija veća količina vode podzemnice. Obje vode izljevaju se u Dobru. U Lešću u zapadno Generalskog Stola izbija uz jaku rasjednu liniju u gornjokrednom dolomitu nekoliko termalnih vrela. Sjeverozapadno Dolnjeg Pazarišta izbija iz prostrane i dugačke pećine vrlo jako periodično vrelo Pećina koje je u dolomitu trijasa. Iz trijaskog dolomita izbija krško vrelo Zrmanje u Lici. Na podnožju zaravani uz lijevu stranu rijeke Cetine izbijaju iz krednog dolomita dva jaka krška vrela Dabar i Radovića vrelo. Vrelo Tihaljine izbija kao pukotinsko silazno vrelo iz gornjokrednog dolomita. Periodičko jako vrelo Gruda kraj Imotskog izbija iz gornjokrednog dolomita. I periodička vrela Trebišnjice Dejanovo i Nikšićko vrelo izbijaju iz pećina, koje su u gornjokrednom dolomitu. Jako krško vrelo Klokun uz lijevu stranu Tihaljine nasuprot brda Klobuka izbija iz gornjokrednog dolomita. Jezero Vrana na otoku Cresu nalazi se u dolomitu gornje krede, i ima slatku vodu, koju dobiva podzemnim putem. Pojava slatkovodnog krškog jezera Vrana u dolomitima gornje krede u vezi s podzemnom cirkulacijom slatke vode u neposrednoj blizini mora spada među probleme krške hidrogeologije koji do danas nisu riješeni na opće zadovoljstvo, kao što nije riješen ni problem postanka najosebujnijeg hidrogeološkog oblika dinarskog krša Plitvičkih jezera koja dolaze u pretežnom dijelu u dolomitima gornje krede. Uz spomenuta vrela voda podzemnica u dolomitima dinarskog krša postoji

još cio niz povremenih i stalnih vrela u dolomitima s raznim količinama vode podzemnice i raznim trajanjem isticanja vode.

Značajno je, da dolazi uz spomenuta krška vrela u dolomitima dinarskog krša i osebujni hidrografski krški oblik »oká«. To su pravilno okrugli oblici slični bunarastim ponikvama od kojih se razlikuju po svom postanku kao i po svojoj funkciji. Oká su ispunjena vodom, koja dolazi iz podzemlja kroz dno oka, a ne s površine. Jedna su bez otoka kao »okó« južno iznad kuća sela Kuta, jugoistočno sela Vrila na Kupreškom polju, a druga sa s vodom istog porijekla, ali s odticanjem iz bazena. Oka s oticanjem vode dolaze u dolinu Rudnice rijeke uz lijevu stranu oko 800 m ispred sastavaka Rudnice i Primišljanske Mrežnice, pa uz lijevu stranu P. Mrežnice uzvodno mosta kod Primišljanskog Tržića. Oko iznad Kuta je u trijaskom dolomitu, a dva potonja oka su u gornjokrednom dolomitu. Među oka spada i spomenuto vrelo Klckun. Oka su koliko u vapnencima toliko i u dolomitu vezana na jake tektonske pravce. Ima slučajeve, da se stvaraju ponikve »oka« bez vode, koje unatoč toga imaju isto porijeklo kao i »oka«, ali drugu funkciju kako se to vidi iz nastavka ovih razmatranja. Oka su vrlo značajan morfološko hidrografski oblik dinarskog krša uopće, a u dolomitima napose.

U riznicu krških morfološko-hidrografskih oblika spadaju i ponori, koji su značajni za hidrografiju vapnenačkih područja, ali ih nalazimo i na područjima dolomita dinarskog krša. U trijaskim dolomitima krškog polja Vrata kraj Fužine u Gorskom Kotaru uz zapadni rub polja postoji pećinski ponor u kojega se slijeva manji potok, koji nakon podzemnog puta od 2 km zračne linije izbija na jugozapadnoj strani dolomitnog brjega Plasa kao vrelo Potkoš u sjevernom dijelu Lič polja. Utvrđeno bojadisanjem s uraninom. Uz istu zapadnu stranu polja Vrata dolazi u trijaskom dolomitu veći broj ponikvastih ponora. U velikim ponikvastim ponorima koji su u trijas dolomitu ponire potok Lokvarka uz južno podnožje brda Debela Lipa. Na krškom polju Bitelić postoji na južnom dijelu polja u dnu veliki pećinasti ponor u krednom dolomitu zvan Buljanov ponor. U ponoru se gubi voda, koju izbacuje estavela Ponikva sjeverno sela Bitelić za vrijeme jakih oborina, a izbija uz lijevu stranu Cetine istočno sela Musterić u području periodičkog vrela Stari Rumin. Estavela Ponikva je u krednom dolomitu. Dokazano bojadisanjem uraninom. Jaki pećinasti ponori nalaze se u jurskom dolomitu na sjevernoj strani Lipovog polja sjeverozapadno Dolnjeg Kosinja. U tim ponorima gubi se dio vode rijeke Like.

Najznačajnije je ponorsko područje u dolomitu na Rilić polju južnom dijelu krškog polja Kupres. Svi su ponori u trijas dolomitu uz obje strane Milač potoka, pa se i ovaj potok gubi u nizu ponora. Ponori su ponikvastog tipa, pa se većina nalaze u dnu ili uz strane većih ponikava.

U području sjeverozapadnog obronka brda Lumbardenik zapadno dolnjeg švičkog jezera u Lici dolazi u jurskom dolomitu nekoliko ponora koji se svojim oblikom bitno razlikuju od svih dosele spomenutih ponora. Ponori su posve okrugli promjera 8—10 m, posve okomitih stijena, a početni dio od površine nalazi se u obronačnim i vodom taloženim muljevitim ilovinama. Pokrov ilovina debeo je 1.50—2.50 m, pa su ilovine u istom promjeru isto posve okomito odlomljene. J. CVIJIĆ (1) označuje slične

ponore kao bunaraste ponikve, *premda ovi ponori nemaju ništa zajedničkog s ponikvama, jer su posve različiti oblikom kao i načinom postanka*. Ponikve se razvijaju od površine prema nutrašnjosti tla, dok su svi ponori nastali iz unutrašnjosti prema površini usljed podzemnog potpiranja voda podzemnica uz tektonsku predispoziciju. J. ROGLIĆ (9.) prigodom opisivanja sličnih pojava u trijas dolomitima sjeverno Kupres polja u prostoru između uvale Blagaj—Rastićevo i Obadine spominje nekoliko sličnih jama u dolomitu s okomitim odlomljenim stijenama. Slažem se s J. ROGLIĆEM u pogledu označivanja tih oblika imenom »japage«, jer je to narodno ime, koje dolazi i na južnom Velebitu oko Panas vrha i Jabukovca gdje su japage razvijene u dolnjokrednim brečama. Japage ponori na području Ponora gutaju vodu samo za najvećih voda rijeke Gacke, kada se voda iz donjeg švičkog jezera prelijeva na područje Ponora. Uvid u postanak tih ponora japaga daje jedan od najvećih okomito odlomljenih okruglih ponora Perina Jama u donjem švičkom jezeru. Početno je ponor primao vodu za srednjeg i velikog vodostaja švičkog jezera. Kasnije je prokopan kanal od glavnog toka Gacke do Perine jame, pa je tim putem odlazila glavna količina vode u podzemlje. Ponor je oko 48 m dubok, oko 5 m u promjeru, a prva 2.20—2.50 m od površine sastoje se od naplavljenе i stlačene ilovine ispod koje slijede debelo uslojeni razlomljena kladokoropsis vapnenci. Prema izvještaju jednog od istraživača (Ilije Šarinića nekadašnjeg ravnajućeg učitelja u Svici) vidimo da ispod Perine jame dakle na dnu ponora postoji jaki podzemni vodotok s većom količinom vode od količine što se iz jezera ulijeva u ponor. Stalnim potpiranjem spomenute vode podzemnice došlo je do pražnjenja s'pkog materijala iz sistema pukotina u vapnencima. Konačni rezultat toga potpiranja bio je ponor Perina jama. Posve sličnim načinom nastala su i spomenuta dva ponora u jurskom dolomitu uz sjeverno podnožje brda Lumbardenika na području zvanom Ponori. Dva od tih japaga-ponora nastala su god. 1952., pa gutaju vodu samo za najvećih vodostaja Gacke.

Primjeri izneseni sprijeda nedvoumno pokazuju da u dolomitima dinarskog krša dolaze dobro razvijeni krški morfološki oblici nadzemlja i podzemlja uključujući i cirkulaciju voda podzemnica. Već sami ovi primjeri poriču Grundovo (4 i 5.) i njegovih istomišljenika mišljenje o dolomitima dinarskog krša, koji su prema njima nesposobni za stvaranje krških morfoloških oblika, i kojeg GRUND i njegovi pristalice smatraju nepropusnim kamenom.

Naša su istraživanja dolomita u dinarskom kršu pokazala, da dolomiti nisu nepropusni kako je to mislio A. GRUND, a s njime i razni drugi istraživači krša. Nažalost su svi teoretski nazori o nepropusnosti dolomita dinarskog krša zarazili i primjenjenu geologiju tako, da građevni inženjeri smatraju dolomite kao sigurne nepropusne stijene, a moramo priznati, da to isto čine i mnogi geolozi. Imali smo često priliku da čujemo od jednih i drugih kako ovdje ili ondje dolaze dolomiti u sklopu na pr. neke akumulacije, pa stojeći na osnovi nepropusnosti dolomita, ne posvećuju veće pažnje istraživanju dolomita u sklopu akumulacije, ili bilo kakvog drugog građevnog objekta, koji je u vezi s podzemnim vodama u dolomitu. Ovakva kriva shvaćanja mogla bi imati kobnih posljed-

dica kod izgradnje na pr. pregrade u dolomitu, jer bi se moglo desiti, da unatoč dolomita, voda stane bježati kroz strane u kojima je pregrada ugrađena, jer je dolomit razlomljen i skršen čemu se nije posvetilo dovoljno pažnje kod istražnih radova. Stoga je neophodno nužno, da se u slučajevima izgradnje građevnih objekata u dolomitima provedu isti istražni radovi kao i u vapnencima. Samo na taj način moći ćemo valjano upoznati sve geološke i hidrografske osobine dolomita, i prema njima postupati kod izvedbe nekog građevnog objekta.

Mi smo iz prikazanih primjera vidili, da dolomiti stvaraju gotovo sve morfološke oblike krša kao i vapnenci s razlikom, što oblici dolomita nisu tako bizarni oštri kao morfološki oblici vapnenaca, što je povezano sa strukturom i kemijskim sastavom dolomita u vezi s jakošću tektonskih djelovanja u stanovitim odsjecima pojaseva dolomita. Što su na kojem odsječku u pojasu dolomita tektonski pokreti bili jači, to je došlo do veće razlomljenosti dolomita, a s time i do jačeg i dubljeg skršavanja (karstifikacije) i obratno. Nadalje smo vidjeli, da je podzemna cirkulacija voda u kršu dolomita moguća u istom stupnju razvoja i sa svim morfološkim oblicima koje nalazimo u podzemnoj hidrografiji krša razvijenog u vapnencima.

No krivo bi činili, kad bismo tvrdili, da je dolomit vazda i u svakom slučaju propustan za područne nadzemne i podzemne vode. Postoje naime slučajevi kada je dolomit nepropustan i stoga važan za nadzemnu i podzemnu cirkulaciju voda. Mi smo se jednog takvog slučaja već dotakli u našim naprijed izloženim razlaganjima, kada smo rekli, da je razvoj karstifikacije ovisan o jakosti tektonskih pokreta u području dolomitnih pojaseva. Tamo gdje su tektonski pokreti u dolomitu bili jači bio je ovaj jače razlomljen, pa je pružao procjednim vodama podesnije tlo za njihovo razorno djelovanje, što je razlogom, da je na takvim mjestima propusnost dolomita postala veća, a s time je u vezi stupanj i dubina karstifikacije u zoni dolomita.

Mjesta slabijeg tektonskog intenziteta bila su manje razlomljena, pa su procjedne vode nailazile u takvom dolomitu na veći otpor, što znači, da su površinske vode oticale po dolomitu kao po nepropusnom kamenu, a vode koje su zašle u podzemlje, nisu u svome podzemnom putu duboko dospjele, nego su bile prinuđene, da zgodnim putevima dospiju što prije do površine u obliku jačih ili slabijih, stalnih ili povremenih krških vreća. Stupanj karstifikacije na odsječku ovakvih dolomita znatno je manji koliko u horizontalnom toliko i u vertikalnom smislu. Ni u ovakvim slučajevima nemože biti govora o apsolutnoj nepropusnosti dolomita, osobito u slučajevima kada dolomit leži na razlomljenim vapnencima. O punoj nepropusnosti dolomita u dinarskom kršu možemo onda govoriti kada dolomit leži na nekim nepropusnim stijenama i u koliko te stijene nisu tektonski jače poremećene. Veća nepropusnost odnosno propusnost dolomita ovisna je mnogo i o njegovim strukturnim osobinama kao i o njegovoj geološkoj strukturi, teksturi i kemijskom sastavu, što je naprijed detaljno prikazano i podkrijepljeno brojnim primjerima.

Zaključak. Naša prednja izlaganja pokazuju, da se dolomit dinarskog krša ponaša jedanput kao propusno kamenje, drugi puta kao manje propusan, i treći puta kao više nepropustan kamen. Prema tome



nije imao ni GRUND a ni KATZER pravo, kada su tvrdili, onaj prvi da je dolomit nepropustan i stoga nesposoban za stvaranje krških morfoloških oblika, a ovaj potonji prelazeći u drugu skrajnost kad kaže da je dolomit jače razlomljen i propustan od vapnenca. Ovakvi pogriješni zaključci stvarani su radi nedovoljnog poznavanja i istraživanja dinarskih dolomita. Mi smo na temelju naših ispitivanja dinarskih dolomita pokazali brojnim primjerima, da dolomit u stanovitim slučajevima uz tektonsku predispoziciju postaje propustan i podvržen razornom djelovanju erozionih i korozivnih voda, što dovodi do stvaranja svih površinskih i podzemnih krških morfoloških oblika, koji se razvijaju u vapnenačkom kršu s razlikom, što morfološki oblici krša u dinarskim dolomitima nemaju onako oštre i brojne morfološke oblike kako ih to nalazimo u područjima vapnenaca. Pa i u samim vapnencima nisu u jednom te istom vapnencu morfološki oblici jednakog stepena razvoja kao što nisu ni brojno na svim mjestima jednako razvijeni.

Nejednaki stepen razvoja kao i razno brojčano stanje morfoloških oblika u karbonatnim stijenama dinarskog krša ovisno je u prvom redu o tektonskoj predispoziciji i jakosti tektonskih pokreta na pojedinim odsječcima kamenja. Što su tektonski pokreti bili na stanovitim mjestima jači, to je i razlomljenost karbonatnih stijena bila veća, a s time se povećavao i stupanj karstifikacije proizveden ostalim faktorima rastrošbe, kao korozijom, erozijom na površini i u podzemlju, pa ostalim čimbenicima, koji djeluju na površinsku karstifikaciju. Važno je nadalje kakva je struktura karbonatnog kamenja, a napose kod dolomita, koji svojom šećerastozrnatom strukturom sprječava karstifikaciju, jer se u povodu takve strukture površinski raspada u pijesak, a u nekim slučajevima i podzemno kako smo to naprijed pokazali primjerima.

U daljnjim našim razmatranjima pokazali smo, da je krška hidrologija isto tako razvijena sa svim oblicima nadzemne i podzemne hidrografije u dolomitima kao i u vapnencima, i da prema tome dolomiti nisu nepropusni u onom stupnju kako to misli GRUND, i njegovi istomišljenici, već se u nadzemnoj i podzemnoj hidrografiji vladaju kao propusni vapnenci t. j. kao propusno kamenje, uvjetujući time razvoj tipične krške hidrogeologije, kako na površini tako i u podzemlju.

Dublina do koje dopire karstifikacija u dolomitu kao i u vapnencu ne ovisi toliko o samom karbonatnom kamenju koliko o jakosti tektonskih pokreta na stanovitim odsječcima i u stanovitim dublinama. Obično se uzimalo prije da karstifikacija u vapnencima dopire po prilici do 60 m, a u dolomitima do 50 m. Međutim brojna bušenja izvršena u dolomitima i vapnencima dinarskog krša pokazala su, da karstifikacija zahvata do daleko većih dublina od gore spomenutih, koliko u vapnencima toliko i u dolomitima, pa je motrena karstifikacija do dubina od 500 m, a postoji vjerojatnost i dublje, samo što u ovom slučaju bušotina nije dublje sezala. Znatna broj izvršenih bušotina u karbonatnim stijenama dinarskog krša pokazao je nesumljivo, da ne stoji opće uvriježeno mišljenje, da su karbonatne stijene u većim dubinama manje karstificirane, a bliže površini, da je karstifikacija veća. Bušenja su pokazala u mnogim slučajevima, da je karstifikacija prvih 100 metara jako razvijena, i da su stijene na nekim bušotinama od 100 do 150 metara vrlo kompaktne, a ispod

150 m do 200 m ponovno jako karstificirane. Brojni su i obratni slučajevi, da je obratni slijed u kompaktnosti i razvoju karstifikacije karbonatnih stijena dinarskog krša, a napose kod dolomita dinarskog krša. Utvrđeno je, da u tom pogledu ne postoji neka pravilnost pošto je karstifikacija ovisna o sistemima tektonskih pukotina i njihovoj jakosti.

Geolozi i građevinski inženjeri počinili bi veliku pogriješku u izgradnji raznih građevnih objekata lociranih u opsegu dolomitnih stijena, kada bi se strogo držali onih svojstava dolomita, koja im pripisuju Grund, Katzer i njihovi istomišljenici. Svako dolomitno područje na kojemu će se izvršavati gradnje raznih objekata, treba isto tako pomnjivo istražiti kao i vapnenačke terene, ako želimo, uspjeha u izgradnji i da izbjegnemo eventualnim neugodnostima, prouzrokovanim nedovoljnim istraživanjem dolomitnog terena.

#### L I T E R A T U R A

1. CVIJIĆ J.: Karstphaenomen. Versuch einer morphologischen Monographie. Geographische Abhandlungen (A. Penck). Bd. V. Abt. 3. p. 217—329. Wien. 1893.
2. CVIJIĆ J.: Geomorfologija. Knj. II. Beograd. 1926.
3. CVIJIĆ J.: Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst. Grenoble. 1928. p. 6—55.
4. GRUND A.: Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Geographische Abhandlungen (Penck-s) Bd. VII. Hft. 3. Leipzig. 1903.
5. GRUND A.: Beitrag zur Morphologie des dinarischen Gebirges. Geographische Abhandlungen (Penck-s) Bd. IX. Hft. 3. p. 149. Leipzig. — Berlin. 1910.
6. KATZER F.: Karst und Karsthydrographie. Zur Kunde der Balkanhalbinsel. Reise und Beobachtungen. C. dr. Partsch. Hft. 8. p. 1—88. Sarajevo. 1909.
7. KNEBEL W.: Hölenkunde. mit Berücksichtigung der Karstphänomene. Die Wissenschaftliche-Sammlung Naturwissenschaft, und Mathematischer Monographien, Hft. 15. p. 1—222. Braunschweig. 1906.
8. KOCH F.: Plitvička Jezera. Vijesti geološkog zavoda u Zagrebu. Knj. I. p. 151—177. Zagreb. 1926.
9. ROGLIĆ J.: Morphologie der Poljen von Kupres und Vukovsko. Zeitschrift der Gesellschaft f. Erdkunde. p. 316. Berlin. 1939.
10. STUR D.: Bericht über die geologische Übersichtsaufnahme im mittleren Teile Croatiens. Jahb. d. k. k. G. R. A. Bd. XIII. Heft 4. Wien. 1863.
11. TERZAGHI K.: Beitrag zur Hydrographie und Morphologie des kroatischen Karstes. Mitteilungen aus dem Jahrb. d. kgl. ung. geolog. R. A. Bd. XX. Hft. 6. p. 257—569. Budapest. 1912—1913.
12. TUĆAN F.: Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes. Annales géologique de la Péninsul balkanique. Bd. VI. No. 2. p. 609—813. Beograd. 1911.
13. TUĆAN F.: Die Oberflächenformen bei Carbonatgesteinen in Karstgegenden. Centralblatt f. Mineralogie, etc. Jahrgang 1911. Hft. 1. p. 343—349. Stuttgart. 1911.

JOSIP POLJAK — Zagreb

DIE ENTWICKLUNG DER MORPHOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE  
IN DEN DOLOMITEN DES DINARISCHEN KARSTES

Zusammenfassung

Auf Grund der mehrjährigen Untersuchungen, und durch zahlreiche Beispiele wurde dokumentiert und gezeigt, dass die Dolomite des dinarischen Karstes, in der Bildung der morphologischen und hydrogeologischen Karstformen keinen grösseren Unterschied von den Karstformen der Kalksteine zeigen.

Durch diese Beobachtungen wurde bewiesen dass weder A. Grunds noch F. Katzer-s Meinungen über die morphologischen und hydrogeologischen Eigenschaften der dinarischen Dolomite den eigentlichen Tatsachen welche man am Terrain vorfindet nicht entsprechen.

Es wurde durch zahlreiche Beispiele gezeigt, dass die Behauptung A. Grunds »Dolomit sei ein undurchlässiges Gestein, und als solcher ungünstig zur Bildung morphologischer Karstformen« — unrichtig ist. (4.) Auch die entgegengesetzte Meinung Katzer-s »dass die Dolomite des dinarischen Karstes mehr zerklüftet und stärker durchlässig sind, als die Kalksteine des dinarischen Karstes« entspricht nicht den Tatsachen in der Natur. (6.)

Unsere Untersuchungen über die morphologischen und hydrogeologischen Eigenschaften der Dolomite des dinarischen Karstes haben durch zahlreiche Beispiele gezeigt, dass die Dolomite in gewissen Fällen und unter gewisser tektonischen Prädisposition, in einer und derselben Dolomitzone stellenweise durchlässig, und stellenweise undurchlässig sind.

Die durchlässigen Stellen sind jene Stellen wo die Tektonik eine stärkere Intensität gehabt hat, und deshalb sind solche Stellen durch eine stärkere Karstifikation gekennzeichnet d. h. an solchen Stellen sind die morphologischen Formen des Karstes oberirdisch als auch unterirdisch gut entwickelt.

Dabei muss betont werden, dass die morphologischen Karstformen im dinarischen Dolomit nicht die Schroffheit und die Anzahl der Formen besitzen, welche man bei den morphologischen Karstformen der Kalksteine vorfindet. Die Entwicklung des Formschatzes des Karstes bei dinarischen Dolomiten ist somit in erster Linie durch die tektonischen und strukturellen Verhältnisse, und in zweiter Linie aber durch die Stärke der Wirkung anderer Verwitterungsfaktoren bedingt.

In weiteren Ausführungen wurde festgestellt, dass die ober als auch unterirdische Hydrographie in den dinarischen Dolomiten in allen Formen der Karsthydrographie entwickelt ist, und dass bedeutet dass die Verkarstung der Dolomite stark vorgeschritten ist, geradeso wie man sie bei den Kalksteinen findet, und dass die dinarischen Dolomite wie die Kalksteine durchlässig sind. Undurchlässig sind die Dolomite nur in jenen Fällen wo sie von Kalksteinen oder von anderen durchlässigen Schichten überlagert sind. Auch in diesen Fällen ist der Grad der Durchlässigkeit von der tektonischen Lage der Schichten abhängig.

Die Tiefe bis zu welcher die Karstifikation in den Kalken wie auch in den Dolomiten des dinarischen Karstes reicht, ist nicht abhängig allein von den Karbonatgesteinen, sondern viel mehr von der Stärke der tektonischen Bewegungen an gewissen Teilen und Tiefen der dinarischen Kalksteine und Dolomite. Gewöhnlich wird angenommen, dass die Karstifikation bei den Kalksteinen 60 m, und bei den Dolomiten bis 50 m reicht. Zahlreiche ausgeführte Bohrungen an weiten Flächen des dinarischen Karstgebietes haben gezeigt, dass die Karstifikation bei den Kalken wie auch bei den Dolomiten des dinarischen Karstes viel tiefer reicht als die bis jetzt angenommenen Zahlen zeigen. Eine Bohrung welche an einer starker Verwerfung im Cetina Tale loziert wurde, zeigte eine starke Karstifizierung noch in der Tiefe von 500 m

bis zu welcher Tiefe die Bohrung reichte. Eine grössere Anzahl angelegter Bohrungen im Bereiche der dinarischen Kalksteine und Dolomite haben gezeigt dass die allgemeine Meinung dass die Karbonatgesteine des dinarischen Karstes in der Tiefe weniger oder gar nicht karstifiziert sind - nicht richtig ist. Die Resultate dieser Bohrungen haben bewiesen, dass die Karbonatgesteine in den Tiefen in verschieden langen Interwallen karstifiziert oder nicht karstifiziert sind. Weiter wurde festgestellt dass in diesem Sinne keine Regelmässigkeit besteht, und dass die Karstifikation der tieferen Teile der Karbonatgesteine von der Stärke der tektonischen Bewegungen abhängig ist.

Im Zusammenhange mit dem vorne gesagten müssen die Terrain-Geologen und die Bauingenieure bei dem Ausbaue verschiedener Objekte im Bereiche der Dolomite sehr vorsichtig sein, und die geologischen und hydrogeologischen Untersuchungen im Dolomite des dinarischen Karstes in demselben Grade durchzuführen, wie bei dem Kalkstein, und dürfen nicht erlauben, dass durch nicht richtig aufgestellte Annahmen über die Karstifikation und über die hydrogeologischen Eigenschaften der Dolomite des dinarischen Karstes irreführt werden, und dadurch den Ausbau der Objekte im Bereiche einer Dolomitzone in eine nicht wünschenswerte Lage zu bringen.

Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
*Morphologie und Hydrogeologie*

TABLA I  
TAFEL I

- Sl. 1. *Dobro razvijene škrpe u dogerskom dolomitu uz lijevu stranu rijeke Mrežnice kod Desmerice u modruškom Zagorju. Hrvatska.*
- Abb. 1 *Gut entwickelte Karren im Doggerdolomit an der linken Uferseite des Mrežnica-Flusses bei Desmerice in Modruško Zagorje. Kroatien.*
- Sl. 2. *Stvaranje reljefnih morfoloških oblika na denudiranoj površini krednog dolomita na lijevoj obali Tihaljine, južno od sela Nezdravice. (Hercegovina).*
- Abb. 2 *Die Bildung eines morphologischen Reliefs im Kreidedolomit an der linken Uferseite der Tihaljina südlich des Ortes Nezdravice in Hercegovina.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. 2

Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
*Morphologie und Hydrogeologie*

TABLA II  
TAFEL II

*Sl. 1. Nepravilno odlučivanje doger dolomita na lijevoj obali Zagorske Mrežnice kod sela Desmerice u Hrvatskoj.*

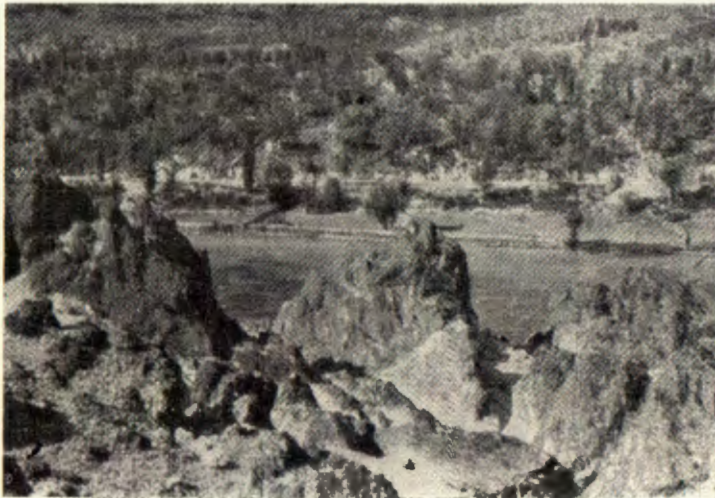
*Abb. 1 Uneregelmässige Absonderung im Dogger-Dolomit an der linken Seite des Mrežnica-Flusses bei Desmerice in Kroatien.*

*Sl. 2. Raspadanje gornjokrednog dolomita u pijesak, uzvodno Kavazbašinog mosta kod sela Klobuka. Hercegovina.*

*Abb. 2 Das Zerfallen des Dolomits der oberen Kreide in Sand, an der linken Uferseite der Tihalžina nördlich der Brücke Kavazbašin most bei der Ortschaft Klobuk. Hercegovina.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. 2



Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
*Morphologie und Hydrogeologie*

TABLA III  
TAFEL III

*Sl. 1. Pukotinsko ulazno vrelo rijeke Zagorske Mrežnice u doger dolomitu. Modruško Zagorje, Hrvatska.*

*Abb. 1 Aufsteigende Spaltquelle des Zagorska Mrežnica Flusses im Doggerdolomit. Kroatien.*

*Sl. 2. Diaklaze u gornjokrednom dolomitu uz novu cestu Gornje Jelenje—Delnice. Hrvatska.*

*Abb. 2 Diaklasen an der neuen Strasse Gornje Jelenje—Delnice im Oberkrettedolomit. Kroatien.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. 2

Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
*Morphologie und Hydrogeologie*

TABLA IV  
TAFEL IV

*Sl. 1. Nikšićko ulazno vrelo u dolomitu gornje krede, iznad njega ulaz u Dejanovu pećinu, koja periodički izbacuje vodu. Hercegovina.*

*Abb. 1 Aufsteigende Quelle Nikšić im Dolomite der oberen Kreide, oberhalb desselben der Eingang in die Höhle Dejanova pećina, aus welcher periodisch das Wasser ausbricht. Hercegovina.*

*Sl. 2. Izvorišno područje Trebišnjice u gornjokrednom dolomitu. Hercegovina.*

*Abb. 2 Das Quellengebiet der Trebišnjica im Dolomite der oberen Kreide. Hercegovina.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. 2

Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
*Morphologie und Hydrogeologie*

TABLA V  
TAFEL V

Sl. 1. *Pogled na izvorište ulaznog vrela Dabar u gornjokrednom dolomitu uz lijevi bok rijeke Cetine. Hrvatska.*

Abb. 1 *Ansicht an das Quellengebiet der aufsteigenden Dabar-Quelle am linken Cetina-Ufer. Kroatien.*

Sl. 2. *Pukotinsko silazno vrela Kozjan u gornjokrednom dolomitu kod mosta uz cestu Medak—Sv. Rok. Hrvatska.*

Abb. 2 *Absteigende Spaltenquelle Kozjan im oberen Kreide Dolomit an der Strasse Medak—Sv. Rok unweit der Brücke. Kroatien.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. ?

Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
*Morphologie und Hydrogeologie*

TABLA VI  
TAFEL VI

Sl. 1. *Popriječna dolina rijeke Slušnice u gornjokrednim dolomitima, prije ulaska u vapnenački dio doline. Hrvatska.*

Abb. 1 *Quertal des Slušnica-Flusses im Dolomite der oberen Kreide, vor dem Eingange in den Teil des Tales welcher aus oberen Kreidekalken ausgebaut ist. Kroatien.*

Sl. 2 *Estavela Ponikva sjeverno od Biletića u donjokrednom dolomitu, za vrijeme suše. Dalmacija.*

Abb. 2 *Estavelle Ponikva nördlich von Bitelić im Dolomite der unteren Kreide, zur Zeit der Dürre. Dalmatien.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. 2



Poljak: *Morfologija i hidrogeologija*  
Morphologie und Hydrogeologie

TABLA VII  
TAFEL VII

- Sl. 1. Buljanov ponor u krednom dolomitu nedaleko Bitelica. Dalmacija.*  
*Abb. 1 Buljan's Ponor im Kreide-Dolomit unweit der Ortschaft Bitellic. Dalmatien.*
- Sl. 2. Pogled na skupinu ponora zapadno Švičkog jezera u jurskom dolomitu kraj Otočca. Hrvatska.*  
*Abb. 2 Ansicht auf eine Gruppe von Ponoren, westlich des Švica Sees unweit von Otočac im Dolomite des oberen Jura. Kroatien.*



Sl. 1  
Abb. 1



Sl. 2  
Abb. 2