

## GEOLOGIJA GRAČAČKOG POLJA U LICU

*S geološkom kartom i 6 profila u prilogu*

O geologiji Gračačkoga polja, koje je ovdje šire shvaćeno te uključuje vratački i štikadski dio, pisano je relativno malo, iako je to polje bilo predmet istraživanja u više navrata.

Nešto iscrpniji prikaz toga područja dao je F. Koch (1909 i 1914). On citira i starije fragmentarne podatke austrijskih geologa. Zapadni rub polja djelomice je zahvaćen radom M. Salopeka (1948), a na jedan dio problematike toga terena osvrnuo se svojevremeno i potpisani u jednoj kraćoj raspravi u vezi s vapnenačkim algama (M. Herak, 1956). Inače su istraživanja obavljena uglavnom u praktične svrhe i to rudarske i hidroenergetske. Podaci o tim istraživanjima nisu objavljeni. Neki od njih pohranjeni su u arhivu Zavoda za geološka istraživanja NRH u Zagrebu, pa su tako pristupačni barem stručnim krugovima. Za nas su prvenstveno interesantna istraživanja vršena u svrhu određivanja mogućnosti hidroenergetskog iskorištenja vode Ričice i Otuče, koja su potaknuta od Elektroprojekta u Zagrebu, a na njihovom izvršenju radili su osim potpisanoga J. Poljak, I. Crnolatac, J. Ogulinac, L. Bojanić, A. Magdalenić, V. Petrićec i neki mladi suradnici. Iako je u toku tih istraživanja slika geoloških i hidrogeoloških odnosa dopunjena, ipak nisu bili riješeni čak ni svi osnovni problemi. Tako je na pr. ostalo otvoreno pitanje preciznijeg stratigrafskog položaja klastičnih naslaga trijasa, zatim strukturnih odnosa u štikadskom dijelu polja i u skupini Crnopac. Nije bilo provedeno raščlanjenje jure. Ostalo je otvoreno pitanje tektonske uvjetovanosti ponornih zona unutar klastičnih pojaseva trijasa i t. d.

Zbog toga je trebalo još jednom pokušati, da se u granicama mogućnosti i ti problemi riješe, ili barem da se dođe do vjerojatnih pretpostavaka, koje bi se onda mogle provjeriti daljnim istražnim radovima.

Prije svega trebalo je izraditi preglednu geološku kartu širega područja, u čemu su mi znatno pomogli geolozi L. Bojanić i S. Bahun. Sudjelovao je i student geologije V. Cukor, pa im svima izražavam iskrenu zahvalnost. Tek na temelju takve karte moglo se pristupiti uspješnom rješavanju detaljnijih problema u vezi s tektonikom i hidrogeologijom.

## POLOŽAJ I TOPOGRAFSKE KARAKTERISTIKE POLJA

Gračačko polje, shvaćeno u cjelini, proteže se od Javora na istoku do Drezgića i Lučića na zapadu. Južni mu je rub oštar, uglavnom tektonski uvjetovan, a omeđen je trupinom Crnopca, Rastovače i Bila. Sjeverni je rub naprotiv slabo izražen, jer se teren postepeno diže te formira zaravan u kojoj su usječene pliće doline Ričice, Krivak potoka i Otuče. Izrazitije uzvisine sačinjava tek skupina Bukove Kose na sjeverozapadnom, a Crnog Vrha i Rujevca na istočnom kraju polja. Prijelaz u zaravan Tomingaja i Deringaja postoji kroz vrata između kota 707 i 748. Najniži dio polja je prilično zaravnjen zbog nanosa kvartarnih taložina. No reljef ispod toga nanosa nije tako ravan, te se odlikuje razvojem pojedinih fenomena krša, osobito vrtača i ponora. U zapadnom (štikadsko-vratačkom) dijelu polja postoje pojedini relativno niski humci. Neki su od njih morfološki jasnije izraženi, jer su izgrađeni iz vapnenca, dok su drugi posve zaobljenih i blagih obrisa u skladu s njihovim petrografskim sastavom. Oni su izgrađeni uz škrljavih pješčano-laporotivnih naslaga, koje se veoma lako troše. Osim toga, osobito u istočnom dijelu polja uzdižu se pojedine gromade vapnenačkih stijena.

Zaravnjeni dio polja presijecaju plića ili dublja korita rječica i potoka, u zapadnom dijelu Ričice i Krivak potoka, a u istočnom dijelu Žižinke potoka, koji ustvari predstavlja produženje Otuče.

Obrisi polja u užem smislu riječi znatno su utjecani tektonikom.

## STRATIGRAFSKI PRIKAZ

Istraživano područje izgrađeno je iz naslaga gornjega karbona, trijasa, jure i krede. Osim toga su znatni prostori pokriveni kvartarnim nanosom, osobito u dnu polja.

### 1. Gornji karbon

Naslage gornjega karbona nalazimo samo na sjeverozapadnom rubu polja u području Bukove Kose između glavne ceste Štikada-Ričica i porušenog Gudura sela. Naslage se sastoje iz tamnih glinenih nešto pješčanih škrljavaca s gnijezdima modrikastosivih vapnenaca, zatim fuzulinskih pješčenjaka i konglomerata. Budući da naša karta zahvaća samo rub toga područja, u njoj su sve klastične naslage uzete kao jedna cjelina. Ti sedimenti odgovaraju auerniškim naslagama Karničkih Alpa.

### 2. Trijas

Zastupane su sve tri serije trijasa. One se međusobno vrlo jasno razlikuju, pa smo ih u našoj karti odvojili. Teže je, međutim, bilo s pojedinim katovima. Iako nema sumnje da su zastupani svi katovi trijasa, njihovo je izlučivanje izostalo zbog toga, što nema posve sigurnih kriterija, po kojima bismo mogli dosljedno provesti njihovo odvajanje.

a) Donji trijas: Razvijen je samo kod Gudura sela. Uglavnom se sastoji iz tanjčastih škriljavaca i nešto prekristaliziranih vapnenaca. Iako u njima fosad nisu nađeni fosili, njihov habitus i stratigrafski položaj govore u prilog donjotrijaske starosti.

b) Srednji trijas: Ova se serija trijasa sastoji iz vapnenaca, dolomita i klasičnih naslaga. Pripadnost vapnenaca i dolomita srednjem trijasu dokazana je pomoću fosilnih vapnenačkih alga iz skupine *Dasycladaceae*. S tim je u skladu, dakako, i superpozicioni red pojavljivanja tih naslaga. Ustanovljeno je, da su zastupana oba kata srednjega trijasa (M. Herak 1956). No njihovo raščlanjivanje u terenu nije moglo biti dosljedno provedeno.

Anizička vrsta *Physoporella varicans* Pia nađena je dosada samo na jednom mjestu uz rub Rastovače južno od Našića ponora. Radilo se o izoliranom komadu kamena. Premda se ne može pretpostaviti njegov daleki transport, ipak ga ne možemo upotrebiti za provedbu detaljnije klasifikacije u terenu. Zbog toga i postoje znatne poteškoće u odjeljivanju anizičkog kata od ladiničkoga u tom području, iako u njihovo postojanje ne može biti nikakve sumnje.

Ladinički je kat preciznije dokumentiran. Fosilne su alge nađene na mnogo mjesta.

1. Iznad sela Vrace, u neposrednoj podini gornjotrijaskih boksitičkih naslaga:

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *annulata*

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *dolomitica* (Pia) Herak 1957

*Diplopora annulatissima* Pia

*Griphoporella* sp. indet.

*Diplopora annulata* je mnogo češća i jasnija od vrste *D. annulatissima*, a dominira podvrsta *D. annulata annulata*.

2. Uz rub ponora ispod sela Vrace:

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *dolomitica* (Pia) Herak 1957

3. Istočna padina Jelova vrška, zapadno od Vraca:

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *annulata*

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *dolomitica* (Pia) Herak 1957

Za razliku od prvog nalazišta ovdje dominira podvrsta *D. annulata dolomitica*.

4. Vododerina ispod Bila, jugoistočno od Gudura sela:

*Diplopora annulatissima* Pia

*Diplopora annulata* Schafh.?

5. Oko 150 m istočno od crkvice Sv. Arkandel, južno od Štikade:

*Diplopora annulatissima* Pia

6. Na putu sjeverozapadno od Stajina:

*Diplopora annulatissima* Pia

7. Jugoistočno od Ljutoča prema Velikoj Vodici:

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *annulata*

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *dolomitica* (Pia) Herak 1957

## 8. Na padini Crnog Vrh zapadno od Kiana:

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *annulata**Diplopora annulata* Schafh. subsp. *dolomitica* (Pia) Herak 1957*Diplopora annulatissima* Pia

Ladiničku starost u prvom redu dokazuje vrsta *Diplopora annulata*, koja dosada nije ustanovljena ni u jednom drugom katu. Uz nju se javlja i vrsta *Diplopora annulatissima*, koja prema podacima iz stručne literature u području južnih vapnenačkih Alpa i u Karpatima dolazi na završetku anizičkog kata. U Dinaridima je, međutim, dosada nismo ustanovili ni na jednom od sigurnih anizičkih nalazišta. Problematično je jedino nalazište između Turjaka i Rašice na listu Cerknica u Sloveniji. No tamo podaci o nalazištu nisu precizni, da bi nam dopustili jednoznačan zaključak. Sva ostala dosadašnja nalazišta vrste *Diplopora annulatissima* u Dinaridima padaju u okvir ladiničkog kata, što najbolje dokazuju nalazi spomenute vrste u istim kamenim uzorcima, pa čak i u istim izbruscima, u kojima dolazi i *Diplopora annulata*. Zbog toga smatram, da barem zasada i sva ostala dosad poznata nalazišta, na kojima je *Diplopora annulatissima* nađena bez popratne flore, treba smatrati ladiničkima (M. Herak, 1950 i 1956). To u punoj mjeri vrijedi i za naša naprijed navedena nalazišta. Zbog toga su odgovarajući pojasevi vapnenaca u priloženim profilima tretirani kao ladinički kat.

Što se tiče klastičnih naslaga, problem je nešto kompliciraniji, jer u istraživanom području nisu nađeni fosili, koji bi imali provodnu vrijednost. U petrografskom se pogledu radi o prilično monotonoj seriji žućkastih, zelenkastih i sivih laporovitih i pješćanih škriljavaca, u kojima su mjestimično uloženi pješćenjaci, konglomerati (breče), pa i tamni vapnenci. Ulošci pješćenjaka i konglomerata konstatirani su u jarku sjeverozapadno od Stajina, gdje se klastične naslage penju do pod sam plato. Za konglomerate je karakteristično, da sadrže pojedine komade škriljavo-pješćanih naslaga. S obzirom na to da su oni poput gnijezda uloženi u škriljavo-pješćanu seriju, ne može se raditi o elementu neke nove transgresije, već prije treba pomišljati na sinorogenetske uvjete sedimentacije. Citav bi se, dakle, kompleks mogao usporediti s flišom. U istom jarku nađen je i fragment jednog krinoidnog drška. To je dosada jedini fosilni ostatak iz tih naslaga u istraživanom području. Tamni su vapnenci nabušeni na bušotini jugoistočno od Ošaška.

Zbog nalaza amonita u području Duića kod Vrkljana, kojega je M. Salopek odredio kao *Protrachyceras*, F. Koch drži da se radi o vengenskim naslagama. Za tako usku stratigrafsku determinaciju nema opravdanja, no taj podatak kombiniran stratigrafskim položajem navedenih naslaga nesumnjivo pokazuje, da se radi o naslagama srednjega trijasa koje najvjerojatnije odgovaraju donjem ladiničku. Ti se, naime, sedimenti nalaze u podini opisanih ladiničkih diplopornih vapnenaca, a u krovini vapnenaca srednjega trijasa koje s obzirom na sve naprijed spomenute razloge moramo uvrstiti u anizik. Pri tome je od sekundarnog značenja pitanje, odgovaraju li oni samo buhenštajnskom nivou ili

buhenštajnskom i vengenskom nivou zajedno. Bitno je da mi time dobivamo vremenski i genetski redosljed, koji nam olakšava detaljniju interpretaciju tektonike polja.

Prema tome donji se trijas sastoji uglavnom iz klastičnih naslaga, anizički kat iz vapnenaca i dolomita, ladinčki kat samo dijelom iz klastičnih naslaga, dok njegov pretežni dio sačinjavaju diploporni vapnenci i dolomiti.

Što se tiče prostornog rasporeda tih elemenata odnosi su manje jasni. To u prvom redu vrijedi za razgraničenje anizika i ladinika unutar karbonatnih naslaga, ukoliko nema na površini klastičnih ladinčkih sedimenta. Zbog toga zasada možemo pribrojiti anizičkom katu jedino vapnence u dnu polja, koji čine jezgre antiklinala. Svi ostali vapnenci, uključivši i samo nalazište vrste *Physoporella pauciforata*, zasada moraju ostati kao jedna cjelina, u kojoj sigurno dominiraju ladinčki elementi, no u kojima može biti i anizika. Ukoliko se to i dokaže nalazom fosila u primarnim slojevima stijena, bit će to važan podatak za rješenje facijelnih odnosa. U tom slučaju klastični srednjotrijaski sedimenti nemaju karakter kontinuiranog horizonta, već su u obliku većih ili manjih leća uloženi u karbonatne stijene, a to praktički znači, da bi se mjestimično srednji trijas sastojao samo iz karbonatnih stijena. S obzirom na dosadašnje poznavanje tamošnjih prilika, to je vrlo vjerojatno.

Anizički vapnenci izbijaju na površinu u području centralnog dijela Krivak potoka, zatim u zapadnom produženju prema Gudura selu i konačno uz sjeveroistočni rub Rastovače (sjeverozapadno od Pojište ponora). Rasprostranjenost u ostalom području osobito u skupini Rastovače usprkos nalaza vrste *Physoporella varicans* ostaje nerazjašnjena.

Klastični facies ladinika manje je rasprostranjen nego na Kochovoj karti, a nalazimo ga u nekoliko pojaseva. Jedan ide južno od Sv. Arkanđela i presijeca Krivak potok, a drugi izgrađuje južnu polovicu Ošaška. Bušenja pokazuju da se ta dva pojasa spajaju u jugoistočnom produženju, presijecajući na taj način Krivak potok po drugi put. Završetak jedinstvenog pojasa nalazi se sjeverno od Pojište ponora. Treći pojas nalazimo u obliku polumjeseca na sjevernoj strani Bila, a četvrti se proteže južno od Našića ponora. On se uzdiže u smjeru sjeverozapada, te se pruža sjeverno od Bila do pod sam plato Ljutoča i Stajina. Ladinčki diploporni vapnenci dominiraju u području Ljutoča, Stajina, Plase, Jelovog vrška, Vraca kao i na sjeverozapadnom pobočju Crnopca. Nešto ih ima i na sjeveroistočnom rubu polja uz kontakt s jurskim vapnencima. Završavaju se na sjevernoj padini Crnopca južno od Gračaca.

c) Gornji trijas: Na granici između srednjega i gornjega trijasa postoji manja diskordancija. Na bazi gornjega trijasa mjestimično nalazimo boksitične naslage i vapnenačke konglomerate s boksitnim vezivom. Nakon toga se normalno nastavljaju sivkasti dolomiti, tipični za gornji trijas šireg područja Velebita.

Na našem području boksitične naslage s konglomeratima nalazimo samo na dva mjesta. Prvo se nalazi južno od Vraca. Tu im je debljina prilična, pa se čak pomišljalo i na eksploataciju. Druga manja krpica

konglomerata nalazi se u polju kod groblja u Kianima sjeverno od Crnog vrha. U široj okolici analognih naslaga ima prilično mnogo. Obično ih se pribraja karničkom katu, što je vrlo vjerojatno, jer imarno dokazuje da su te naslage mlađe od ladinika i starije od dolomita gornjega trijasa, koji pripadaju noričkom i retskom katu. To potvrđuje njihov stratigrafski položaj, kao i valutice diplopornog ladiničkog vapnenca s ostacima vrste *Diplopora annulata*. No valja imati na umu, da je emerzi ja morala neko vrijeme trajati da bi nastale boksitične naslage, koje su prilikom nove transgresije pretaložene. Prema tome, je li transgresija započela u karniku, pa je u noriku već bila potpuna inundacija, uz taloženje dolomita, ili se taloženje boksitičnih naslaga produžilo još i u jedan dio norika, ne može se sa sigurnošću reći. Ali to i nije bitno, kada se znade superpozicijski redoslijed i geneza čitavoga kompleksa.

Za svikaste je dolomite već rečeno da pripadaju noričkom i retskom katu, te direktno prelaze u donji lijas. Protežu se u relativno uskom pojasu od sjeverne padine Velike Vrvice prema istoku do prijevaja između Dolova i Vraca. Tu su oni tektonski prekinuti. Vrlo brzo se ponovno javljaju, te se pružaju padinom Kite i Malog Crnopca. Prestaju negdje sjeveroistočno od kote 1035, a ponovno se javljaju u manjem prostranstvu u sjeveroistočnom produženju jugozapadno od kote 584, kod ponora Žižinke.

Novi pojas gornjotrijaskih dolomita nalazimo sjeverno od Gračaca. On se u području naše karte pruža od Kiana preko Otuče u smjeru sjeverozapada. Kod Šarampova naglo se sužava, što mora biti u vezi s tektonikom.

O debljini trijaskih naslaga ne može se pouzdano govoriti sve dotle, dok se ne riješi pitanje ponavljanja pojedinih stratigrafskih elemenata. Da takvog ponavljanja ima, govore mnoge pojave, u prvom redu raspored klastičnih ladiničkih naslaga. Bitna razlika u rasprostranjenosti gornjotrijaskog dolomita u usporedbi s Kochovom kartom postoji u području Otuča-Tintori-Bašnica-Tomingaj. No o tom je već bilo govora (M. H e r a k 1956).

Razlika postoji i u područjima južno od Vraca, gdje je došlo do tektonskog prekidanja pojasa dolomita gornjega trijasa, kao i do njegova lokalnog sužavanja.

### 3. Jura

F. Koch (1909 i 1914) je juru istraživanog područja razdjelio u dva dijela. Lijas je izdvojio kao jednu cjelinu, a sve ostalo obuhvatio je kao »juru uopće«. Nažalost u čitavom jurskom kompleksu slojeva nema mnogo fosila, koji bi, barem zasada, omogućili razdiobu po katovima. Čak je i granica između lijasa i dogera više zasnovana na litološkim, nego na paleontološkim obilježjima. No dok je ta granica prilično jasna, barem s obzirom na taj kriterij, litološki prijelaz između dogera i malma je takav, da smo bez fosila nemoćni da granicu postavimo makar i približno. To je i bio razlog zašto se Koch odlučio za »juru uopće« i zašto ni mi u ovoj prilici ne ćemo ići mnogo dalje odatle. No zato ćemo

pokušati rastaviti lijas u dva dijela, da bismo na taj način dobili više stratigrafskih elemenata za rekonstrukciju tektonike i hidrogeologije.

Podjelu lijasa možemo provesti na temelju litoloških i paleontoloških karakteristika. O dvodjelnoj podjeli govori i F. Koch, koji razlikuje donji lijas od srednjega i gornjega kao jedne cjeline. Donji lijas, po njemu, sačinjavaju sivi dobro uslojeni vapnenci s ulošcima dolomita i vapnenačkih škriljavaca, u kojima su na nekim mjestima u Velebitu nađeni tanki slojevi ugljena. Srednji i gornji lijas sačinjavaju najprije vapnenci s kojima se izmjenjuju dolomiti. Od faune F. Koch (1909) spominje *Lithiotis*, *Megalodus pumilus* (= *Protodicerias pumilum*), *Terebratula rozsoana*, *Chemnitzia* i dr. Prema gore nastavljaju se »pločasti sivo crvenkasti lapori i laporni vapnenci, u kojima ima bezbroj nepravilnih gužvi i pjega, koje potsjećaju na *Lithiotis*«. U toj zoni ima i dolomita. Vrlo vjerojatno je upravo spomenuto »potsjećanje« gužvi i pjega na ostatke roda *Lithiotis* bilo razlogom, zašto Koch nije odijelio gornji lijas od srednjega. Međutim svaka »sličnost« gužvi s ostacima školjke *Lithiotis* samo je formalna. Uže veze ne može biti, budući da »gužve« nisu ostaci tijela ni ljuštura nekadašnjih organizama, već su to u najboljem slučaju tragovi njihovih životnih aktivnosti. S druge strane, granicu između donjega i srednjega lijasa je mnogo teže postaviti, jer nemamo za to ni litoloških ni paleontoloških sigurnih kriterija. Zbog toga ćemo ovdje i u priloženoj karti kao jednu cjelinu tretirati donji i srednji lijas, a kao drugu gornji lijas. Kriterij za postavljanje granice između njih jest paleontološki i litološki; paleontološki u toliko, što pojavljivanje školjke *Lithiotis* omogućuje sigurnu potvrdu srednjolijaske starosti vapnenaca u podini kompleksa slojeva laporovitih vapnenaca s »gužvama« i pjegama.

Donji i srednji lijas zastupani su dolomitima i vapnencima, koji su vrlo lijepo uslojeni. Vapnenaca ima više nego dolomita. I jedni i drugi nalaze se u izmjeni, pa ih se ne može izlučiti kao posebne horizonte. U bazi se najčešće nalaze sivi, često dosta tamni dolomiti, koji se kontinuirano nastavljaju na dolomite gornjega trijasa. Zatim slijede vapnenci s dolomitima, no s tim da je udio vapnenaca sve veći. Potkraj kompleksa javljaju se slojevi ispunjeni mnogobrojnim ostacima školjaka *Lithiotis* odnosno *Cochlearites*, koje se obično označava kao vrstu *Lithiotis problematica*, iako ostaci najčešće nisu tako dobro sačuvani, da bi omogućili sigurno specifično određenje. Nalazišta tih fosilnih školjaka su veoma mnogobrojna. J. Ogulinec je u trupini Crnopca na nekim mjestima neposredno iza trijasa zapazio goleme školjkaše u tamnim vapnencima. Vjerojatno se radi o nekim novim formama.

Donji i srednji lijas nalazimo u okviru naše karte sjeverno i južno od Gračačkog polja. Jedan pojas počinje uz paleozoik Bukove Kose zapadno od škole u Štikadi. Odatle se pruža preko Ričice i sela Ivezić na Tomičića Kosu, zatim skreće prema istoku između Žutić vrha i Šarampova, te se pruža preko Agbabinca, Čubelića i Rastovića na Crni vrh i ide dalje prema istoku. Osim toga glavnog sjevernog pojasa postoji još jedan uži i kraći pojas *Lithiotis*-vapnenaca, koji je tektonski ukliješten u dolomite gornjega trijasa. Taj pojas uz manje prekide možemo pratiti od Kiana

preko Otuče do Bašinice. Radi se isključivo o tamnim vapnencima u kojima sam na dva mjesta našao ostatke školjke *Lithiotis* čime je dokazana srednjolijaska starost.

Južni pojas donjega i srednjega lijasa pratimo od Velike Vrbice prema istoku. On zahvaća kotu 1058 i vrhove istočno od nje. Na previji između Dolova i Vraca dolazi do tektonskog prekida tog pojasa. No on se brzo ponovno javlja i nastavlja prema sjeveroistoku sve do ponora na Žižinki sjeverno od Sv. Marka. Debljina donjeg i srednjeg lijasa izračunata je na profilu nešto istočnije od Gračaca uz rub trupine Crnog vrha a iznosi oko 645 m. Zanimljivo je da je pojas na južnom dijelu karte mnogo uži. Objašnjenje možda treba tražiti u tektonici.

Gornji lijas sačinjavaju laporoviti vapnenci, vapneni škriljavci i dolomiti. Slojevi su u prosjeku tanji. Tek mjestimično dolaze deblje uslojeni vapnenci, koje je gotovo nemoguće razlikovati od ostalih jurskih vapnenaca. Takve vapnenice nalazimo jugoistočno od željezničke stanice Štikada te je zbog njih bilo veoma teško povući jasnu granicu između srednjeg i gornjeg lijasa. Odlučili su rijetki pločasti proslojci s pjegama i normalno produženje slojeva vapnenaca u pružanju dolomita, koji nedvojbeno pripadaju gornjem lijasu. Odatle se gornji lijas pruža sjeverno preko Izezića i Žutića, izgrađuje dio trupine Plaše i Žutić vrh, zatim skreće prema istoku preko Golog vrha, presijeca Bašinicu i Otuču, penje se na Crni vrh i ide dalje prema sjeveroistoku. Novi pojas nalazimo sjeverozapadno od Štikade kod Tomičića. Pruža se prema sjeveru preko Rujeve Glavice.

Južni pojas gornjeg lijasa ide više manje paralelno s pojasom donjeg i srednjeg lijasa, s tom razlikom, da se on u području Dolova ne prekida već se kontinuirano nastavlja na sjeverozapadnoj padini Lisine i presijeca Kitu. Prestaje u prostoru sjeverno od Maloga Crnopca a prekid je uvjetovan tektonikom. Debljina gornjega lijasa također je preračunavana na profilu istočno od Gračaca, a iznosi približno 155 m.

Uzmemo li u obzir rasprostranjenost lijasa kao cjeline, pa je usporedimo s podacima iz karata F. K o c h a (1909 i 1914), vidjet ćemo da postoje bitne razlike u toliko, što područje Gračaca (grada i kolodvora), zatim jugozapadni dio Bukove Kose (Resnika) nisu izgrađeni od lijasa već iz dogerskih naslaga. Naprotiv Žutić vrh je izgrađen iz lijasa, dok je K o c h tamo izlučio »juru uopće«. Razlike su i u istočnom dijelu karte na sjevernoj padini Crnopca, gdje se donji i srednji lijas nalazi u direktnom kontaktu s krednim brečama, jer je gornji lijas već prije prekinut. Nadalje, dio sjeverne padine Crnog vrha nije izgrađen od lijaskih naslaga, već tu susrećemo doger i kredu. Spominjem to zbog toga, jer te razlike bitno utječu na rekonstrukciju tektonike.

F. K o c h, kao što je rečeno, ne spominje doger, već čitav krovinski kompleks sedimentata označava kao *Gladocoropsis*-naslage. Razlog je u nedostatku provodnih fosila, koji bi omogućili individualiziranje dogera, kao i činjenica, da je čitav taj krovinski kompleks litološki prilično jednolik. On se sastoji iz debelo uslojenih vapnenaca s kojima se mjestimično izmjenjuju dolomiti. Među njima u nižem dijelu ima sivih krupnokristalastih uložaka, koji litološki potpuno odgovaraju dogerskim do-

lomitima Velike Kapele. Karakteristična izmjena vapnenaca i dolomita može se pratiti uz Dolove na cesti Gračac-Obrovac, gdje u završnom dijelu nalazimo ostatke hidrozoa *Cladocoropsis mirabilis* Felix i vapnenačke alge *Lithoporella ellioti* Emburger, pa je prema tome, s obzirom na dosadašnje iskustvo, dokazan udio donjega malma, koji je u direktnom kontaktu s krednim brečama. Titonske naslage, dakle, nisu razvijene. Debljina dogera i donjeg malma na tom profilu mogla bi se procijeniti na nešto preko 700 m. Od toga svakako veći dio otpada na doger.

Južni pojas dogera i donjeg malma izgrađuje uglavnom područje Dolova i dio sjeverozapadne padine Crnopca i Lisina. U produženju prema Kiti taj se pojas prekida iz tektonskih razloga. Valja napomenuti, da ga Koch produžuje prema sjeveroistoku i istoku na račun lijasa i krednih breča. Razlike su takve da bitno utječu na koncepciju tektonike.

U sjevernom dijelu karte malm zasada paleontološki nije potvrđen, dok je postojanje dogera izvan sumnje s obzirom na jasnu konkordanciju s gornjim lijasom. Njegov raspored je i tu drugačiji, nego se pretpostavljalo. Prvenstveno se to odnosi na pružanje zona, a zatim i na veličinu područja rasprostranjenosti. Manju krpu nalazimo na koti 912 iznad Žutića. Slična je glavica dogera i u istočnom produženju prema Plaši. To su denudacioni ostaci nekada kontinuiranog pojasa, koji počinje tek na Plaši a proteže se prema jugoistoku i istoku prema Gračacu i Gračačkom polju. Odatle se penje do Crnog vrha i Rujevca i nastavlja se dalje prema istoku. Veliki dio toga područja kod F. Kocha (1909 i 1914) izlučen je kao lijas. Jedino u području Žutić vrha izdvojena je »jura uopće« na račun lijasa. No već samo pružanje toga pojasa, koje bi trebalo ići popreko na pružanje slojeva (i naših zona), jasno govori protiv njezova postojanja.

#### 4. Kreda.

Kada se spominju »vapnenačke breče«, koje izgrađuju dijelove Crnopca, te se u širokom pojasu produžuju prema istoku i sjeverozapadu na primorskoj strani Velebita, obično se govori o donjoj kredi. S obzirom na to da u krovini tih naslaga dolaze vapnenci s hondrodontama (*Chondrodonta joannae* Choffat), vidimo da takva determinacija ne mora biti jedina moguća. Ostaje, naime, pitanje u kojoj je mjeri zastupan eventualno cernoman sa spomenutim brečama. Zbog toga smatram da je, barem zasada, ispravnije, da govorimo o krednim brečama bez uže stratigrafske klasiifikacije. U tom je okviru determinacija potpuno točna, budući da se radi o debelom kompleksu naslaga, koje leže diskordantno na malmu, a u krovini su im, kao što je već rečeno, *Chondrodonta*-naslage. Mjestimično je diskordancija prema podini zamaskirana. Tako se na pr. na cesti kod južnog kraja Dolova dobiva dojam kao da postoje konkordantni slojevi breča i *Cladocoropsis*-vapnenaca, premda postoji između njih stratigrafski hiatus, a osim toga i rasjed. U produženju kontakta prema sjeveroistoku diskordancija izazvana tektonikom potpuno je jasna, a da se radi i o stratigrafskom hijatusu pokazuje nedostatak titona.

Rasprostranjenost krednih breča također je drugačija nego u Kochovoj (1914) geološkoj karti Gračac-Ermain. Razlike su znatne u toliko što se kredne breče nedaleko Sv. Marka spuštaju u istočni dio Gračačkoga polja, presijecaju ga i kod kote 853 prelaze cestu Gračac-Knin te se produžuju u smjeru sjeveroistoka. Na taj je način od krednih breča izgrađen veliki dio terena, u kojem je F. Koch (1914) izlučio lijas i *Gladocoropsis*-naslage.

### 5. Kvartar.

Najdeblje naslage kvartara nalazimo u samom polju kao i u dolinama vodenih tokova. Ima pjeskuljastih ilovina, šljunka i humusa, a na obroncima ima nešto i zemlje crvenice. Dubina kvartara u zapadnom dijelu Gračačkoga polja varira od 0.60 m do preko 6 m.

## TEKTONIKA

U široj okolici Gračačkoga polja ima podataka koji nas upućuju na intenzivan dijastrofizam u području Velebita i Like u toku trijasa.

U području Staroga sela zapadno od Sv. Roka postoji diskordancija između perma i donjega trijasa, koji počinje bazalnim konglomeratima. U širem području Velebita (osobito u Paklenici) imamo i kontinuiranih prijelaza između perma i donjega trijasa, pa to ukazuje na pfalačke pokrete, koji, međutim, nisu zahvatili jednako intenzivno čitavo područje. Da li je emerzija negdje u široj okolici trajala i dulje, pokazat će naknadna istraživanja. Tu mislim u prvom redu istraživanja J. Ogulinca u gornjem toku Otuča, o kojima je referirao u Hrvatskom geološkom društvu. Osim novih dosad nepoznatih prodora paleozoika, Ogulinac je konstatirao, da srednji trijas (vjerojatno anizik) leži transgresivno na paleozoiku, a počinje vapnenačkim konglomeratima. Istraživanja se nastavljaju.

Slijedeća faza dijastrofizma pada u karničko doba. Obilježena je ponekad zamaskiranom diskordancijom između ladinčkih diplopornih vapnenaca i boksitičnih naslaga s vapnenačkim konglomeratima, kojih valutice također sadrže obilje ostataka diplopora. Debljina tih transgresivnih naslaga nije posvuda jednaka, što je sigurno u vezi s reljefom, koji je formiran u srednjotrijaskom terenu. Izrazito krški trijaski reljef opisao je J. Poljak (1952) u području Debeljaka u Sjevernom Velebitu. On na str. 103 navodi da je »nakon taloženja diplopornih vapnenaca odmah uslijedilo subaeričko djelovanje erozije na površini diplopornih vapnenaca Debeljaka, koje se je očitovalo stvaranjem krških pojava u obliku škrapa, ponikava, i pukotinskih škrapa. Razvojno stanje, kakvo pokazuju fosilni oblici na krškoj ploči Debeljaka, pokazuje, da je započeti proces skršavanja diploporne vapnenačke ploče morao potrajati dulje vremena, kada je krška erozija i korozija mogla stvoriti onakvo razvojno stanje krških oblika kakvo se nalazi na debeljačkoj krškoj

ploči«. Prema tome, čini se da je izdizanje u početku karnika u području Velebita i Like bilo još intenzivnije, nego u području Alpa, ali bez ikakvih tragova magmatizma.

Do novoga izdizanja došlo je u gornjoj juri u okviru novokimerijske faze. Emerzija je trajala svakako mnogo dulje nego u karniku, a i reljef je morao biti prilično razveden, budući da je dao mogućnost za stvaranje veoma debelog kompleksa krednih breča. Karakteristično je da među komponentama tih breča, barem koliko su dosad istražene, nisu pronađeni nedvojbeni trijaski elementi. To bi značilo, da je gornjotrijaska transgresija poplavila cjelokupni tada vjerojatno još nizak reljef i dalje, da novokimerijsko izdizanje nije još dovelo na površinu znatnije količine trijaskih naslaga, a to ujedno znači da nije došlo do dalekosežnijih strukturnih promjena.

U kojoj su mjeri austrijski i subhercinski pokreti zahvatili naš teren, teško je određeno reći. No vjerojatno je, da nisu bili osobito jaki. Novo izdizanje vezano je uz laramijske pokrete, a jači strukturni poremećaji uz pirenejske pokrete, koji su omogućili taloženje Promina-konglomerata u širokom pojasu Like (I. Crnolatac i A. Milan, 1958).

Nema sumnje da je kasnije došlo do intenzivnih radijalnih dislokacija, koje su rezultirale značajnim rasjedima, danas dominantnim strukturnim jedinicama u istraživanom području. Međutim, pitanje starosti tih poremećaja nije lako riješiti, budući da tu tercijar uopće nije razvijen. Vrlo je vjerojatno, da je još u pleistocenu bilo pokreta na glavnim tektonskim linijama. Tome bi u prilog govorio relativno visoki položaj Cerovačkih pećina (donja 632 m, gornja 680 m), kojih se postanak u okviru današnjih visinskih razlika, današnje konfiguracije terena i hidrogeoloških odnosa ne bi mogao objasniti.

Glavne strukturne jedinice jesu: 1. paleozojski prodor Bukove Kose, 2. Naborano i lokalno rasjednuto dno polja između Vraca i Štikade, 3. Područje srednjega trijasa okolice Rastovače, 4. Gornji trijas i jura Velika Vrbica-Dolovi-Lisina-Mali Crnopac, 5. Kompleks krednih breča Crnopca, 6. Jurski i trijaski pojas Bukova Kosa-Crni vrh, s uklještenom zonom *Lithotis*-vapnenca, između Kiana i Bašnice, 7. Srednji trijas Otuče.

Te su jedinice razgraničene dominantnim rasjedima ili skupinama rasjeda. Rasjed prvoga reda prolazi uz sjeveroistočni rub paleozojskog prodora Bukova Kosa-Pilar, zatim se nastavlja uz rub polja, prolazi neposredno uz crkvicu Sv. Arkandela, presijeca vapnenačke platoide do sela Gačešina, zatim se produžuje prema istoku uz sjeverni rub Crnopca. Taj je rasjed na sjeverozapadnom dijelu doveo u izravni kontakt karbon i lijas, zatim sve do Gačešine srednji trijas i nešto mlađu juru, a uz rub Crnopca najprije srednji trijas i mlađi odsjek jure, zatim dolazi do intenzivnijeg i kompleksnijeg poremećaja u vezi s probojem manje mase gornjotrijaskog dolomita kroz lijas, koji je tu u rasjednom kontaktu s mlađom juru, a u produženju prema istoku rasjed je zamaskiran, jer prolazi kroz kompleks krednih breča.

Drugi rasjed, približno istoga intenziteta, nalazi se na istočnom rubu paleozojskog prodora Bukove Kose. Pruža se sjever-jug, od ceste sjeverno od Luića do Gudura sela. Tu se spaja s rasjednom zonom na jugozapadnom rubu paleozojskog prodora, koja je samo djelomično zahvaćena našom kartom. Za praćenje rasjeda dalje prema jugu zasada nemamo dovoljno stratigrafskih podataka.

Rasjed nešto manjega intenziteta nalazi se na kontaktu srednjega i gornjega trijasa na potezu sjeverno od Velike Vrbice i Dolova. Za njegovo postojanje, osim lokalnoga tektonskoga sužavanja dolomita gornjega trijasa govori također i nedostatak karničkih naslaga. Osim toga ima tektonskih elemenata u području sjeverne i sjeverozapadne Lisine, gdje postoji nekoliko manjih poprečnih rasjeda. Jedan je od njih doveo do prekida pojasa srednjega i donjega lijasa, a drugi dolomita gornjega trijasa. Širina zona, u tom području, toliko varira, da bi to bilo teško drugačije objasniti nego uzdužnim rasjedanjem. Taj se momenat još više ističe na padini južno od Malog Crnopca, gdje se pojas dolomita gornjega trijasa najprije isklinjuje, a zatim se ponovno pojavljuje na manjem prostoru unutar pojasa donjega i srednjega lijasa. Tu je došlo i do inverzije slojeva. K svemu tome treba dodati nedostatak karničkih naslaga, koje su južno od Vraca veoma lijeno razvijene. Istina je, da se tu radi o transgresivnom elementu, koji prilikom transresije nije morao pokriti čitavo tada postojeće kopno u isto vrijeme. Ali ne valja zaboraviti ni to, da u zapadnom produženju karničkoga pojasa na sjevernoj padini Velebita taj pojas postoji. On se lokalno sužuje, pa čak mjestimično i prestaje, ali se vrlo brzo ponovno javlja. Slično je kod Rudopolja. Jedino u ovom našem području, kao i na Otuči, o kojoj će još biti govora, postoje veći potezi kontakta srednjega i gornjega trijasa bez karničkih naslaga. Kada bi se u tom slučaju radilo isključivo o erozionoj diskordanciji, mislim da kontakt ne bi bio tako ravara. Prema tome ima dovoljno razloga za mišljenje, da se na sjevernoj padini Crnopca između srednjega i gornjega trijasa zaista nalazi rasjed. Spomenuti se rasjed sastaje s glavnim rasjedom, što se proteže uzduž polja kod ponora Žižinke.

Treći potpuno izrazit i intenzivan rasjed nalazi se na kontaktu jure i krednih breča. Budući da se radi o transgresivnim brečama, sama diskordancija između *Cladocoropsis*-vapnenaca i krednih breča ne bi bila mjerodavna za predpostavljanje rasjeda. To u toliko manje, što smo na nekim mjestima ustanovili, da je tu diskordancija djelomično čak i zamaskirana, kao na pr. kod Gaćešina Stana. No naglo isklinjavanje jurskih zona na trupini Crnopca, od mladih prema starijima, kao i oštro spuštanje krednih breča u polje kod Kesića, nedvojbeno govori u prilog jakoga rasjeda, koji presijeca trupinu Crnopca od Gaćešina Stana preko Lisine i Kite, te se uz Mali Crnopac spušta u polje, prelazi preko njega i nastavlja se dalje u skupinu Rujevca. Budući da F. K o c h u svojoj karti nije pretpostavio takvo isklinjavanje zona jure, razumljivo je, da na tom kontaktu nije računao sa rasjedom, što se jasno vidi iz njegova profila kroz Crnopac (F. K o c h 1909).

Rasjed manjega intenziteta nalazi se na kontaktu diplopornih vapnenaca Kite i klastičnih naslaga ladinika južno od Stajina. Vjerojatno se u ovom slučaju radi o reversnom rasjedu s manjim lokalnim pomakom prema sjeveru.

U samom polju ima također manjih rasjeda, no oni su potpuno pokriveni kvartarnim naslagama, pa ih je zasada nemoguće potpuno rekonstruirati. Najvjerojatniji rasjedni i lomni pravci označeni su crtano. No time se nikako ne želi reći da su to jedini tektonski pravci.

Konačno treba spomenuti rasjednu zonu između Kiana i Šarampova, sjeverno od Crnog vrha na istoku i Golog vrha na zapadu. Govorimo o zoni, jer se sigurno radi o paralelnim rasjedima djelomice možda i manjeg intenziteta. Kao kuriozitet te rasjedne zone spominjem uzak pojas *Lithiotis*-vapnenaca, koji je uklješten unutar dolomita gornjega trijasa, a djelomice čak i između srednjega i gornjega trijasa. S obzirom na položaj slojeva i pružanje kontakta očito se radi o manjem reversnom rasjedanju s pokretom prema sjeveru. Za kontakt srednjega i gornjega trijasa u ovom području mogli bismo ponoviti neka od zapažanja na analognom kontaktu sjeverne padine Crnopca. I ovdje dolazi mjestimično do prilično naglog sužavanja zone dolomita gornjega trijasa. Nadalje, ni ovdje nema karničkih naslaga, osim kod Kiana na sjeveroistočnom rubu karte. Isklinjavanju dolomita gornjega trijasa na sjevernoj padini Malog Crnopca ovdje odgovara isklinjavanje dolomita gornjega trijasa, koji se nalaze ispod uklještene uske zone *Lithiotis*-vapnenaca, u području zapadno od Kiana. Malo dalje prestaje uklještena zona *Lithiotis*-vapnenaca. To su razlozi zbog kojih je i tu pretpostavljen uzdužan rasjed.

No vratimo se ponovno glavnim tektonskim jedinicama, koje smo naprijed spomenuli. Počet ćemo s poljem između Štikade i Vraca. U osnovi ono je karakterizirano jednom borom i većim brojem rasjeda i lomova. Tu se zapravo radi o naknadno usjelom produžetku paleozojskog prodora na zapadu. To je usjedanje moglo biti i mlađega datuma, jer promatrajući Dolove i njihov odnos prema polju, teško se možemo oti dojmom, da su upravo Dolovi jednom služili za odvodnjavanje prostora zapadnog dijela današnjeg polja prema moru. Tome u prilog govori i činjenica što nema tektonskih elemenata, koji bi nam objasnili postanak Dolova, bez intenzivnog sudjelovanja protočne vode. Tek su kasnije funkciju odvodnjavanja već usjelog polja preuzeli ponori.

Tjeme spomenute antiklinale nalazi se kod Ošaška. U njezinoj su jezgri anizički vapnenci, a na krilima klastični ladinik. Na sjevernom se krilu dalje nastavlja diploporni ladinički vapnenac, koji je u rasjednom kontaktu s jurom. Južno je krilo tektonski jače poremećeno, a upravo zona poremećaja pokrivena je kvartarom, pa je njezina rekonstrukcija u granicama hipoteze. Na južnom obodu ima veći broj rasjeda, zbog čega on nije potpuno homogen, pa smo ga rastavili u naprijed spomenute tri jedinice (3-5).

Sjeverni rub polja je mnogo mirniji, pa to vrijedi i za istočno produženje polja u području Gračaca, uzuzevši dakako već opisani jaki rasjed

na podnožju Crnopca. Kada govorim o mirnijem području, mislim pri tom na poremećaje unutar pojasa na području karte. No sigurno je da je pojas u vezi s rasjedima nešto pokrenut, o čemu govori ne samo naprijed opisana rasjedna zona između Kiana i Šarampova, nego i drugi neki elementi u skupini Crni vrh-Bobuša, koji međutim izlaze iz okvira ovoga razmatranja.

Svi navedeni zaključci ilustrirani su u priloženim geološkim profilima.

Profil I prolazi uz rub paleozoika kod Drezgića i Luića. Svrha mu je da ilustrira kontakte karbona s lijasom na jednoj i srednjim trijasom na drugoj strani.

Profil II ide od Plase na jugu preko Sv. Arkandela do kote 912 na sjeveru. Područje Plase izgrađeno je iz ladiničkih vapnenaca i dolomita. U bazi im leže klastične naslage, koje reversni rasjed odvaja od novog pojasa ladiničkih vapnenaca i podinskih klastičnih naslaga. U pokrivenom dijelu polja pretpostavljen je još jedan rasjed, iza kojega slijedi trijaska bora južno od Sv. Arkandela. Dalje sjeverno novi rasjed dovodi u kontakt srednji trijas s gornjim lijasom, koji pada uglavnom prema jugu, dok bi prema F. Kochu (1909) trebao padati prema sjeveru.

Profil III je analogan opisanom profilu. Bitna je razlika, što je na sjevernom kontaktu trijasa doger umjesto lijasa. Osim toga na sjevernom krilu antiklinale klastične su naslage znatno tanje, što bi opet govorilo u prilog njihova lateralnog prelaženja u vapnence.

Profil IV presijeca Crni vrh, koji je izgrađen iz kontinuirane serije lijasa i dogera. Na sjevernoj padini postoji kompleksna struktura izazvana rasjedima, kojih je nagib teško ocijeniti, pa su zato naznačeni crtkano.

Profil V prikazuje rekonstrukciju opisane strukture Crnopca, a profil VI odnose južno od Vraca u području karničkih boksitičnih naslaga.

Promatrajući makrotektonske jedinice istraživanoga područja vidimo, da je u Gračačkom polju i u njegovoj široj okolici bilo radijalnih i tangencijalnih pokreta. Ti pokreti nisu bili jednolični, pa je zbog nejednakog intenziteta došlo do intenzivnog stvaranja sekundarnih, mikrotektonskih pojava, koje su značajne za hidrogeologiju terena, ali nisu imale nekih većih reperkusija na strukturno oblikovanje. No zato su izvršile značajne utjecaje na konačno oblikovanje terena. Gračačko polje pruža vrlo lijep primjer u kojem se jasno vide višestruki utjecaji na genezu jednoga polja. U toj su genezi očito sudjelovali i eksodinamski i tektonski faktori. Činjenica da postoji Ričička zaravan, što se produžuje preko Štikade prema Gračacu i dalje istočno, koja nije u rasjednom kontaktu sa svojim sjevernim rubom, upućuje nas na intenzivne utjecaje eksodinamike na formiranje reljefa. S druge strane brojni uzdužni i poprečni rasjedi u polju i njegovoj okolici razmješteni su tako, da ne ostavljaju nikakve sumnje u to, da je tek tektonika i to najvjerojatnije tektonika mlađeg datuma dala bitan doprinos genezi današnjega polja.

## HIDROGEOLOŠKI ODNOSI

I u hidrogeološkom je pogledu Gračačko polje veoma zanimljivo. U najnižim dijelovima polja nalazimo samo ponore, dok su izvori uglavnom vezani na zaravan Štikada–Gračac, a pojedini manji izvori nalaze se i u području paleozoika, klastičnog ladinika i boksitičnog karnika.

Količina vode paleozojskih izvora na zapadnom kraju polja veoma je malena, a voda se gubi, čim dođe do mezozoika. Isto vrijedi i za periodičke izvore u boksitičnim naslagama južno od Vraca. Najkraći vodotok ima maleni izvor u klasničnom ladiniku sjeverno od Bila. Voda teče površinom svega nekoliko metara i gubi se na kontaktu s vapnencima.

Najznačajniji izvori nalaze se na podnožju jurskog grebena Jelovi vrh–Plaša–Bukova Kosa. Najzapadnije je Ušivak vrelo, istočno od Žutića. Količina vode mu je malena, pa ne formira vodotok. Dalje istočno na rubu strme kose Plaše nalazi se Dubanac vrelo. To je zapravo grupa vrela. Voda izlazi na površinu pod hidrostatskim tlakom, te se može govoriti o uzlaznom krškom vrelu. Dubanac formira Krivak potok, koji nizvodno od Ivezića prima još tri manja vrela. Značajnije je među njima Ledeno vrelo, koje je i kaptirano. Svi su dosad spomenuti izvori u lijasu. Južno od Čiče postoji Kalanjaša vrelo koje ima pećinski karakter. Voda se izljuje samo za većeg vodostaja. Kod Jakšića dalje istočno postoji stalno pukotinsko vrelo. Kao i Kalanjaša ovo se vrelo nalazi u dogeru. S obzirom na manje količine vode, potočić kojega formira vrelo relativno brzo presuši, jer se voda gubi u nanosu i u vapnenačkoj podlozi. No poniranje nije duboko.

Uz padinu kose prema Gračacu postoje dva živa bunara, a treći kod željezničke stanice Štikada. Karakteristično je za sve te bunare da im vodostaj varira unutar desetak metara, a znade se dići do koji metar ispod površine.

Osim svega toga uz rub gorskog grebena Plaša–Bukova Kosa ima mnogo mjesta periodičkog izviranja vode kroz sisteme pukotina. Pukotine međutim nisu tako koncentrirane, da bi se moglo govoriti o vrelima.

Jedan manji izvor postoji uz Otuču u samom Gračacu, a drugi usred seoskog puta na lijevoj strani Otuče južno od Đukića. Prvi se nalazi u dogeru, a drugi u lijasu.

Od većih površinskih vodotoka treba spomenuti Ričicu, koja kod Štikade ulazi u zapadni dio Gračačkoga polja, tamo se račva u nekoliko krakova i ponire u nizu ponora. Zatim dolazi Krivak potok, koji ulazi u polje južno od Ivezića i račva se u dva glavna kraka. Jedan kreće prema zapadu i za velikih se voda spaja s Ričicom, a drugi se nastavlja prema jugoistoku i završava se u skupini Poište ponor. Za visokih se voda i dalje račva te doseže čak i Milićev ponor.

Kroz istočni dio polja teče samo Žižinka, koja je ustvari produženje Otuče nakon utoka njezinog glavnog desnog pritoka Bašinice. Ponire u nizu ponora uz sjeverni rub Crnopca.

Manjeg poniranja vode ima u širem području sjevernog jurskoga pojasa, kao što je već spomenuto kod Jakića. To su lokalna plitka poniranja do vode temeljnice. Pravi ponori počinju od Sv. Arkandela južno u zapadnom dijelu polja, dok su u istočnom dijelu grupirani uglavnom uz njegov južni rub, kuda protječe Žižinka. Mogućnosti poniranja su, međutim, mnogo šire, što dolazi do izražaja jedino za vrijeme poplave polja.

Glavne grupe ponora u zapadnom dijelu polja jesu: Jelar ponor (u nekim kartama pogrešno označen kao potok), Kabrički ponor, Krčić ponor, Velika jama i Našića ponor na Ričici, a Gredljivac ponor, Poište ponor i Milićev ponor u vezi s Krivak potokom i u vezi s dreniranjem polja za vrijeme inundacije. Neki su od navedenih ponora, kao i od onih manjih ponora koji nisu poimence spomenuti, umjetno proširivani da bi ubrzali isušenje polja u proljeće. Na jednom ponoru, sjeverno od Jelar kraka, u blizini kote 551 smješten je mlin.

Na Žižinki glavni se ponori zovu Munžebi, Jabukovac i Sapinovac. Dalje istočno ima još dosta ponora, no u njih voda dopire samo za višeg vodostaja.

U toku godišnjih doba aktivnost izvora znatno varira. Za vrijeme jeseni i proljeća veći je dotok vode od kapaciteta ponora, pa dolazi do inundacije polja, koja se znade zadržati i dulje vremena.

Isključivši periodičke izvore južno od Vraca kao i područja Bila, izvorna zona u zapadnom dijelu polja odijeljena je od ponorne zone, a granica se nalazi nešto južnije od glavne rasjedne linije između trijasa i jure s tim da su na sjeverni jurski pojas vezani izvori, a na trijas ponori. Dok je vodostaj temeljne vode u pojasu izvora dosta plitak, u zoni ponora centralnog dijela kretao se u novembru 1958. do - 5,36 metara, dok prema Guduri i prema južnom rubu nivo vode znatno pada.

U istočnom dijelu polja glavni su ponori vezani na rub Crnopca, dakle, na glavnu rasjednu liniju. Ima ih i sjeverno od te linije, a vezani su na poprečne pukotine. Ovakve razlike između jednoga i drugoga dijela polja uvjetovane su razlikama u geološkoj građi, prvenstveno postojanjem antiklinalne strukture u zapadnom dijelu polja, koja u svojoj cjelini vrši funkciju uspora vode, što se sakuplja u jurskom pojasu. Međutim, zbog tektonske nehomogenosti, ona ipak omogućuje stvaranje znatnih ponornih zona, koje služe uglavnom za dreniranje i podzemno odvođenje površinskih vodotoka i lokalnih oborina.

Tu imamo ponovno tipičan primjer uske veze hidrogeoloških odnosa ne samo s litološkim karakteristikama stijena i mikrotektonskim elementima, koji uvjetuju sekundarnu poroznost i propusnost, nego također i s makrotektonskim odnosima pojedinih terena.

Kada bismo promatrali hidrogeološke karakteristike našega terena samo s obzirom na litološke i mikrotektonske osobine stijena koje ga izgrađuju, teško bismo mogli objasniti zašto je baš jurski pojas na sjeveru glavni nosilac vrela dok je trijasko područje s karbonatnim i klastičnim naslagama glavno ponorno područje.

Međutim, uzevši u obzir makrotektonske prilike, ti odnosi postaju potpuno razumljivi.

Već je naprijed bilo govora o tom, da je sjeverni obod Gračačkoga polja izgrađen od relativno mirne, konkordantne serije naslaga jure. U njihovoj podini između Kiana i Šarampova nalazi se trijas pretežno u dolomitno-vapnenačkom razvoju. Dalje prema Rudopolju i Bruvnu ima i klastičnih naslaga, a u jezgri čitavoga terena nalazi se paleozoik. Na sjeveroistoku i sjeveru prema slivu Une postoje čak i čitavi pojasevi verfenskih nepropusnih naslaga. Sve je to uvjetovalo normalnu razvodnicu između Otuča i Une. To ujedno znači da se voda iz čitavog sjevernog zaleđa Gračačkog polja mora površinski ili podzemno drenirati prema polju. O nadzemnim vodotocima već smo govorili, a za podzemno dreniranje ima dovoljno mogućnosti, jer se jura sastoji pretežno iz vapnenaca, zatim dolomita, a u manjoj mjeri iz laporovitih i škrljavih vapnenaca. S obzirom na nejednoliko usjedanje i nejednolike tangencijalne pokrete, došlo je do pucanja i stvaranja sekundarne propusnosti, koja je ipak dosta ublažena laporovitim, škrljavim i dolomitnim ulošcima, pa i čitavim kompleksom gornjega lijasu. Zbog toga raspućanost u lijasu ne seže tako duboko, kao na primjer u mladem odsjeku jure (doger-malm). Time postaje jasno zašto se u lijasu vodni nivo ne spušta veoma duboko i zašto se mjestimično, kao na primjer u okolici Gračaca, javljaju manja vrela. No time još uvijek nije potpuno objašnjena pojava niza što većih što manjih vrela na lijevoj dolinskoj strani Ričice, kao ni veoma visoki podzemni nivo vode na zaravni između Štikade i Gračaca. Za neka bi vrela doduše mogla poslužiti u svrhu objašnjenja već i sama činjenica, da su smještene u zoni gornjega lijasu. On ima i laporovitih i dolomitnih elemenata, koji ne dopuštaju preduboko odlaženje vode u podzemlje. Ali takvo bi objašnjenje bilo potpuno neprihvatljivo za ona vrela i bunare, koji se nalaze u sferi dogera. Zbog toga smatram da znatnu ulogu u stvaranju spomenutog podzemnog vodenog režima ima i trijaski kompleks u dnu polja, ali samo tamo gdje on formira antiklinalnu strukturu, a to znači otprilike od Ričice jugoistočno od Sv. Arkandela do zadnjega istočnoga humka s klastičnim ladinikom. To je ujedno i pojas protezanja klastičnih ladiničkih naslaga u tom dijelu terena, pa bi se moglo pomisliti, da upravo same klastične naslage, koje se nalaze u potpuno karbonatnoj okolini vrše spomenutu pozitivnu hidrogeološku funkciju. Takav zaključak, međutim, ne bi bio točan. Klastične ladiničke naslage doduše jesu u svojoj cjelini nepropusne. One doista i vrše stanovitu pozitivnu hidrogeološku funkciju. Dokaz je za to niz malenih, većinom periodičkih cijednih vrela u jarcima zaleđa Bila. Količina vode na njima je tako malena, da ona ne zaslužuju posebnu pažnju. Očito je da se radi o procjednoj vodi u samom klastičnom kompleksu. O jednom smo takvom vrelu već naprijed govorili. Nalazi se uz put u blizini kontakta klastičnih naslaga i karbonatnih stijena sjeverno od Bila. Voda se cijedi iz klastičnih naslaga, a svega nekoliko metara dalje na kontaktu s vapnencima ponire. Nepropusnost klastičnih naslaga dolazi do izražaja i u ponoru zapadno od Ošaška. Ponor se nalazi točno na kontaktu klastičnih naslaga i vap-

nenaca. Preko klastičnih naslaga voda se prelijeva u kaskađi i nema gubitaka, a čim stigne do vapnenaca, nestaje u podzemlju. Ipak, takvi pojedinačni slučajevi ne smiju nas zvesti da precijenimo pozitivnu ulogu ladiničkih klastičnih naslaga. Da ona nije veoma velika i osobito pozitivna, pokazuje nam Jelar ponor, kao i svi ponori dalje do Našića, koji se nalaze na uzvodnoj strani nekih klastičnih pojaseva. Znači i njih presijecaju neki jaki podzemni vodeni putovi. Nema sumnje, da tome pridonosi tektonska razlomljenost mjestimično dosta tankih klastičnih pojaseva. No osim toga, kao što je u stratigrafskom dijelu rečeno, mi moramo računati i s primarnim isklinjavanjem spomenutih naslaga, što znači da postoje sektori gdje one uopće nisu razvijene. Prema tome, iako klastične naslage vrše stanovitu pozitivnu hidrogeološku funkciju, one same ipak ne mogu dostajati za objašnjenje usporne funkcije trijaskog kompleksa od Sv. Arkandela dalje istočno. Međutim upravo u tom području nalazi se već spomenuta antiklinala s komprimiranom, ali raspućanom jezgrom. Klastične se naslage nalaze na obim krilima antiklinale u području Ošaška, a u istočnom produženju te naslage vjerojatno izgrađuju samo tjeme antiklinale. Na taj je način spriječeno dreniranje jure u dubljim slojevima, pa tako trijas, klastični i vapnemi, uz prije spomenute jurske elemente, pridonosi formiranju dosta visokog podzemnog vodostaja u njegovu zaleđu. Iz tih istih razloga na području sjevernoga krila antiklinale nema ponora. Oni su vezani samo na južno, tektonski poremećeno krilo, kao i na zapadno i istočno produženje, gdje ne samo da antiklinalna građa nije vidljiva, nego postoje tektonske dislokacije u raznim smjerovima, što znatno olakšava podzemno otjecanje vode u smjeru sliva Zrmanje. Jedno izvedeno bojadisanje Našića ponora dokazalo je tu vezu.

Na kraju se treba osvrnuti i na ponore Krivak potoka u samom tjemeni antiklinale kod Ošaška i dalje istočno. Ti su ponori vezani na ispugalost vapnenačke jezgre antiklinale prilikom boranja i na stanovitu pliće naknadno okršavanje s tim u vezi. Duboko prodiranje vode u tom području nije moguće zbog komprimirane jezgre. Vidimo, dakle, da klastične naslage ni tu ne mogu spriječiti podzemno otjecanje vode, iako zatvaraju čelo antiklinale. Razlog je u prvom redu u stanovitoj njihovoj naknadnoj poremećenosti.

Prema tome u klasifikaciji istraživanog terena u odnosu na hidrogeologiju možemo razlikovati tri sektora.

1. Sektor u kojem ne može doći do podzemnih gubitaka vode. On obuhvaća čitavo područje sjeverno od klastičnog pojasa sjevernog krila antiklinale. Taj je teren izgrađen samo djelomično iz trijasa, a većim dijelom iz jure. Gubici bi bili ovisni samo o mogućnosti plitkoga procjeđivanja u smjeru istoka kroz vapnenački plato uz polje. No s obzirom na laporovite, škriljave i dolomitne interkalacije, kao i s obzirom na mogućí minimalan pad podzemnoga vodnoga lica, vjerojatnost tih gubitaka je u svakom slučaju posve malena.

2. Sektor manje propusnosti obuhvaća centralni dio trijasko antiklinale i jedan dio njezina južnog krila, koji je izgrađen iz klastičnih na-

slaga. Tu postoje stanoviti podzemni gubici vode. Zatvaranjem malenog broja ponora, koji tu dolaze, i eventualno većih pukotina, spomenuti gubici bili bi svedeni na minimum, koji bi ovisio samo o stupnju procjeđivanja u nešto okršenu vapnenu jezgru antiklinale.

3. Sve ostalo područje možemo uvrstiti u treći sektor, gdje postoje jaki podzemni curenovi, vezani na tektonske pukotine i s tim u vezi pojačano okršavanje. Postojeće grupe ponora ne samo da odvede svu nadzemnu vodu u podzemlje, već znatno snižavaju podzemni nivo vode temeljnice, pa zbog toga omogućuju mnogo jače procjeđivanje.

U ovom radu nisu detaljnije analizirani mikrotektonski elementi u odnosu na hidrogeologiju i to zbog toga, što je već od samoga početka bilo jasno, da na toj osnovi ne možemo doći do realne opće ocjene hidrogeoloških odnosa u istraživanom području. Naime, već samo pregledno istraživanje je pokazalo, da svi elementi, osim klastičnoga ladinika, imaju u sebi mnoštvo pukotina, koje bi ih, u slučaju izoliranog promatranja, kvalificiralo kao propusne elemente. Zato je jedina nada položena u pronalaznje povoljnih makrostrukturnih odnosa, u svrhu lokaliziranja terena u kojima je i sama raspucanost pojedinih zaštićenih kompleksa pretvorena u pozitivan element, jer osigurava dotok vode u vrela i omogućuje čak i povećanje akumulacije u podzemne prostore.

#### PREGLED REZULTATA

Izvršena je stratigrafska, tektonska i hidrogeološka analiza Gračačkog polja u Lici i snimljena je nova pregledna geološka karta. Pri tom je opća slika geoloških odnosa toga područja znatno upotpunjena. Novi rezultati omogućili su detaljnije raščlanjenje trijasa i jure. Za kredne breče izražena je nesigurnost u pogledu preciznog stratigrafskog položaja kao i vjerojatnost njezine cenomanske starosti.

Fiksirana je diskordancija između perma i trijasa, a pridoneseni su i novi elementi u interpretaciji diskordancije između srednjega i gornjega trijasa. Ukazano je i na ostale faze diastrofizma, koje su bile aktivne u istraživanom području. U tektonici je konstatiran niz dosad nepoznatih rasjeda, a rekonstruirana je i antiklinalna struktura u dnu zapadnog dijela polja. Sve je to ilustrirano sa šest profila.

Na kraju su objašnjene glavne hidrogeološke pojave na osnovi makrotektonskih odnosa pojedinih dijelova terena.

*Primljeno 23. II. 1959.*

*Geološko-paleontološki institut  
Sveučilište u Zagrebu,  
ul. Socijalističke Revolucije 8/II.*

LITERATURA

- Crnolatac, I. i Milan, A. (1959): Prilog poznavanju prominskih naslaga Like. – Geol. vjesnik, 12, pp. 49–52, Zagreb.
- Herak, M. (1950) Ladinische *Dasycladaceae* Jugoslavije i njihovo stratigrafsko značenje. – Rad JAZU, 280, pp. 115–142, Zagreb.
- Herak, M. (1951) Ladinic *Dasycladaceae* of Jugoslavia and their stratigraphical significance. – Bull. intern. JAZU, 3, pp. 51–56, Zagreb.
- Herak, M. (1953) Geološka grada područja Ričice, Opsenice i Krušnice. – Arhiv Zavoda za geol. istr. NRH. (ZGIH), Zagreb.
- Herak, M. (1956): Stratigrafaka interpretacija trijaskih sedimenata s dasikladacejama u okolici Gračaca u Hrvatskoj. Acta geol. JAZU, 1, pp. 149–154, Zagreb.
- Herak, M. (1957): Some Problems in the Dasyclad Genus Diplopora. – Micropaleontology, 3, 1, pp. 49–52, New York.
- Herak, M. & Kochansky-Devidé, V. (1959): Jurassic Calcareous Algae in some new localities in the Dinaric Mountains. Bull. sci., 4, No. Zagreb.
- Herak, M., Ogulinec, J. i Crnolatac, I. (1953): Geološka karta šireg područja tokova Ričice, Otuče, Opsenice, Holjevca i Krušnice. – Arhiv ZGIH, Zagreb.
- Koch, F. (1909): Geološka karta 1 : 75.000, Medak i Sv. Rok, zona 28, col. 13, s tumačem, Zagreb.
- Koch, F. (1914): Geološka karta 1 : 75.000, Gračac i Ermain, zona 28, col. 14, s tumačem, Zagreb.
- Magdalenić, A. i Bojanić, L. (1957): Geološko istraživanje područja donjeg toka rijeke Ričice u Lici. – Arhiv ZGIH, Zagreb.
- Ogulinec, J. (1953): Geološka grada područja Otuče. – Arhiv ZGIH, Zagreb.
- Poljak, J. (1952): Pojava starih krških oblika i njihova veza sa rudnim ležištima područja Debeljaka na sjev. Velebitu. – Geol. vjesnik, 2/4, pp. 99–110 Zagreb.
- Poljak, J. (1953): Izveštaj o geološkom i hidrogeološkom istraživanju područja rijeke Like od željezničkog mosta do Lipovog polja i područja zaravni Like južno ceste Raduč–Ploče do jugoistočnog ruba Gračačkog polja. – Arhiv ZGIH, Zagreb.
- Salopek, M. (1948): O gornjem paleozoiku sjeveroistočnog podnožja Velebita i Like. – Prir. istr., JAZU, 24, pp. 7–75, Zagreb.
- Salopek, M. (1952): O gornjem permu Velike Paklenice u Velebitu. – Rad JAZU, 289, pp. 5–26, Zagreb.

M. HERAK:

GEOLOGIE DES KARSTPOLJE VON GRAČAC IN DER LIKA (KROATIEN)

Das Karstpolje von Gračac befindet sich in der Lika in Mittelkroatien. Es zerfällt in zwei Teile: in den westlichen zwischen Štikada und Vracc sowie in den östlichen Teil zwischen Gračac und dem Nordfuß von Crnopac.

Seine geologischen Verhältnisse wurden von F. Koch (1909, 1914) etwas ausführlicher behandelt. Dabei blieben aber viele tektonische und stratigraphische Fragen ungelöst. Später wurde sehr wenig darüber geschrieben, obwohl verschiedenartige Untersuchungen zu praktischen Zwecken (Hydrogeologie, Bauxitlagerstätte) ausgeführt wurden.

Deshalb hatte ich mir die Aufgabe gestellt, die geologischen Verhältnisse von neuem zu bearbeiten. Es wurde auch eine neue geologische Übersichtskarte aufgenommen. Bei dieser Arbeit haben noch die Geologen L. Bojanić und S. Bahun mitgewirkt.

Stratigraphie

Im weiteren Gebiete des Polje von Gračac sind karbonische, triassische, jurassische, kretazeische und quartäre Sedimente entwickelt.

1. Das Karbon

Es handelt sich um das von M. Salopek (1948) und seinen Mitarbeiter ausführlicher untersuchte Oberkarbon. Auf unserer Karte sind die karbonischen, und zwar hauptsächlich klastischen Sedimente (Schiefer, Sandsteine und Konglomerate) am westlichen Saum des Gebietes zu finden. Sie entsprechen den Auernigschichten in den Karnischen Alpen.

2. Die Trias

Es sind alle drei triassischen Unterteile (Serien) vertreten. Sie sind sehr leicht voneinander zu halten, und so wurden sie auch in der Karte behandelt.

a) *Untertrias*: Die untertriassischen Ablagerungen sind nur im Gebiet von Gudura-selo zwischen Oberkarbon und Mitteltrias zu finden. Es handelt sich hauptsächlich um etwas sandige zum Teil von umkristallisierten Kalken begleitete Glimmerschiefer.

b) *Mitteltrias*: Beide Stufen sind vertreten. Die petrographischen Hauptelemente sind helle Kalke und Dolomite, in denen stellenweise auch klastische Sedimente (hauptsächlich sandige Schiefer) entwickelt sind.

Nach unserer bisherigen Erfahrung ist die anisische Stufe nur mit Kalken und Dolomiten vertreten. Es ist aber zu bedauern, dass sie in unserem Gebiet nur sehr spärliche Fossilienreste enthalten. Die anisische Kalkalge *Physoporella varicans* Pia wurde südlich vom Našica-ponor festgestellt (M. Herak, 1956). Es muss jedoch betont werden, dass das Handstück an einer sekundären Fundstelle gefunden worden ist. Deshalb dient dieser Fund nur als Existenzbeweis der anisischen Ablagerungen in diesem Gebiet; er kann aber nicht für die Lokalisierung der Stufe verwendet werden.

Nach der stratigraphischen Lage sind als anisisch zu bezeichnen: vor allem die Kalke im westlichen Teil des Polje bei Ošlak und Krivak-potok; zwischen den Zonen des klastischen Ladins, sowie im Gebiet von Jelar-ponor und Gudura-selo.

Die ladinischen Kalke und Dolomite enthalten viel mehr Fossilien, vor allem Kalkalgen. An verschiedenen Fundstellen sind folgende Formen festgestellt worden:

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *annulata*

*Diplopora annulata* Schafh. subsp. *dolomitica* (Pia) Herak 1957

*Diplopora annulatissima* Pia

*Griphoporella* sp. indet.

Das ladinische Alter wird in erster Reihe mit der Art *Diplopora annulata* bewiesen. Was den Leitwert der Art *Diplopora annulatissima* betrifft, brauchen wir nur auf frühere Erörterungen zu verweisen (M. Herak 1950, 1951, 1956, 1957), nach denen wir sie als ladinische Art an den Fundstellen in den Dinariden zu betrachten haben (mit der einzigen Ausnahme der unzulänglich beschriebenen Fundstelle zwischen Rašica und Turjak in Slowenien), während sie in Südalpen und in Schlesien im Oberanis vorkommt.

Die klastischen Ablagerungen sind mit sandigen und mergeligen Schiefen vertreten, in denen nur stellenweise Sandsteine, Konglomerate und Kalkeinlagen zu finden sind (z. B. in einem Graben nördlich von Stajine). Es ist bemerkenswert, dass die Konglomerate unter anderen auch einige Gerölle von Sandsteinen und sandigen Schiefen enthalten, in die sie eingebettet sind. Man kann daher an synorogene Sedimentationsbedingungen denken. In unserem Gebiet wurde in diesen Ablagerungen nur ein unbestimmbares Krinoidenstielglied gefunden.

Im Gebiet von Duič bei Vrkljani, westlich von unserer Karte, wurde ein *Protrachyceras* gefunden (F. Koch 1909). Daraus hatte F. Koch den Schluss gezogen, es handle sich um Wengener Schichten. Da diese Ablagerungen unmittelbar den Kalken und den Dolomiten folgen, die wir für anisisch halten, glaube ich, dass wir es eher mit den Äquivalenten der Buchensteiner als der Wengener Schichten zu tun haben. Nach ihrer oberflächlichen Verbreitung ist anzunehmen, dass sie stellenweise seitlich in die karbonatischen Gesteine übergehen. Es handelt sich also nur um eine Fazies.

3. *Obertrias*: Zwischen Mittel- und Obertrias besteht eine Diskordanz. Darüber folgen bei Vrace und Kiani Bauxitablagerungen sowie Kalkkonglomerate mit dem bauxitischen Bindemittel. In der weiteren Umgebung sind solche Ablagerungen ziemlich oft zu finden. Sie werden gewöhnlich als Karn bezeichnet. Dass sie tatsächlich jünger sind als die ladinischen Diploporenkalke, zeigen am besten die Gerölle dieses Kalkes mit Resten von *Diplopora annulata*, die wir in den Kalkkonglomeraten festgestellt haben. Es ist aber sehr fraglich, ob ihre obere Grenze genau mit der Grenze zwischen Karn und Nor übereinstimmt, oder vielleicht etwas höher ist. Diese Frage konnte vorläufig nicht gelöst werden.

Im Hangenden der bauxitischen Ablagerungen und der Kalkkonglomerate befinden sich hellgraue Dolomite, die ununterbrochen in Liasdolomite übergehen. Sie entsprechen also dem Nor und dem Rät. Ihre Verbreitung im untersuchten Gebiet ist aus der beigelegten Karte ersichtlich.

### 3. Der Jura

F. Koch (1909, 1914) unterschied im Jura Liasablagerungen und »Jura im allgemeinen«. Der Mangel an Leitfossilien gestattet noch immer keine viel genauere Unterteilung. Doch haben wir versucht, in den Liasablagerungen zwei Niveaus zu unterscheiden.

Unter- und Oberlias betrachten wir als eine Einheit. Sie besteht aus Karbonatgesteinen, wobei Kalke überwiegen. F. Koch (1909, 1914) hat in ihnen folgende Fossilien festgestellt: *Lithotis*, *Megalodus pumilus* (= *Protodicerus pumilum*), *Terebratula rozzoana*, *Chemnitzia* u. a. Stellenweise, besonders an den Abhängen von Crnopac, kann man an der Basis dieses Komplexes sehr grossen Muscheln begegnen, die vorläufig unbestimmt geblieben sind. Es handelt sich wahrscheinlich um bisher unbekannte Formen. Die Mächtigkeit dieser Schichten im Profil E von Gračac beträgt cca 645 m.

Der Oberlias besteht aus Kalken, Kalkschiefern und Dolomiten. Die Schichtung ist im Durchschnitt feiner als im unteren Komplex. Stellenweise finden wir an der Oberfläche einiger Schichten zahlreiche unregelmässig gestaltete Flecken und Wülste, so dass man oft von Fleckenkalk spricht. Die Verbreitung der liassischen Zonen ist auf der beigelegten Karte leicht zu verfolgen. Daraus sind auch die Unterschiede zu F. Koch's Geologischer Karte 1:75.000 klar ersichtlich. Die Mächtigkeit des Oberlias von Gračac wurde auf 155 m geschätzt.

Was die jüngeren Jura-Ablagerungen betrifft, ist zu bemerken, dass F. Koch (1909, 1914) keinen Dogger festgestellt hat. Er spricht nur von *Cladocoropsis*-Ablagerungen. Doch zwischen Oberlias und *Cladocoropsis*-Kalken sind mächtige Kalke mit Dolomiteinlagerungen entwickelt, die keine *Cladocoropsis*-Reste enthalten. Leider sind in ihnen ausser einigen Kleinforaminiferen keine Fossilien zu finden. Doch geht das mitteljurassische Alter schon aus der Superposition hervor. Diese Kalk- und Dolomitserie befindet sich nämlich zwischen dem Oberlias und den *Cladocoropsis*-Kalken, die der Basis des Oberjura entsprechen. Auf unserer Karte sind sie nicht voneinander getrennt, weil die Reste von *Cladocoropsis mirabilis* nicht so leicht zu finden sind. Mit den *Cladocoropsis*-Kalken und den Dolomiteinschaltungen endet der Jura im untersuchten Gebiet. Die Tithon-Kalke fehlen wegen der nachjurassischen Denudation. Deshalb ist die Schätzung der Mächtigkeit der Dogger-Malm-Ablagerungen unmöglich.

### 4. Die Kreide

Im Hangenden der *Cladocoropsis*-Kalke liegen diskordant mächtige kretazeische Kalkbrekzien. Gewöhnlich hält man sie für unterkretazeische transgressive Ablagerungen, doch bestehen dafür keine Beweise. Ihr Hangendes ist nämlich von den *Chondrodonta*-Schichten gebildet, die meistens dem Turon entsprechen. Die Unterschiede in der Verbreitung der Kalkbrekzien im Vergleich zu F. Koch's geologischer Karte sind im östlichen Teil des untersuchten Gebiets am grössten; da verbreiten sie sich auch über das Polje und setzen sich gegen NE fort.

### 5. Das Quartär

Die Quartärablagerungen sind im Bereich unserer Karte sehr verbreitet. Es überwiegen sandige Lehme, Schutt und Humus. An den Abhängen gibt es auch etwas Terra rossa. Im westlichen Teil des Polje beträgt die Mächtigkeit des Quartärs stellenweise über 6 m.

*Tektonik*

In der weiteren Umgebung des Polje von Gračac gibt es viele Anzeichen von re-em Diastrophismus während der Trias.

In der Nähe von Staro Selo, westlich von Sv. Rok (ausserhalb unserer Karte), gibt es Spuren einer Diskordanz zwischen Perm und Trias. Dagegen ist in der Velika Paklenica (an der Südwestseite des Velebit) der Übergang zwischen Perm und Untertrias lückenlos. Daraus folgt, dass die pfälzischen Bewegungen zwar existierten, jedoch nicht auf dem ganzen Velebit- und Lika-Gebiet. Ob die dadurch verursachte Emersion stellenweise bis zum Anis dauerte, werden vor allem nachträgliche Untersuchungen im Gebiet von Otuča, nördlich von Gračac zeigen, wo J. Ogulinec transgressives Anis auf dem Jungpaläozoikum festgestellt zu haben glaubt.

Die nächste Phase von Diastrophismus fällt in die karnische Zeit. Während der damaligen Emersion wurde ein Karstrelief geschaffen. Ein solches im Nord-Velebit (Debeljak) hat J. Poljak (1952) beschrieben. Eine neue Transgression machte sich schon wieder im Karn bemerkbar.

Neuerliche Hebungen sind mit der jungkimmerischen Phase verbunden. Die darauffolgende Emersion dauerte viel länger als im Karn. Auch die Höhenunterschiede des damaligen Reliefs sollten ziemlich ausgeprägt sein, was die Bildung einer mächtigen Folge von kretazeischen Kalkbrekzien ermöglichte. In den Kalkbrekzien haben wir bisher keine sicheren Triaselemente gefunden. Daraus geht hervor, dass die genannten orogenetischen Hebungen keine weitgehenden strukturellen Veränderungen zur Folge hatten.

Ob sich auch austrische und subherzynische Bewegungen in unserem Gebiet ereignet haben, ist vollkommen unklar. Jedenfalls waren sie nicht besonders stark.

Spätere neue Hebungen sind mit der laramischen Phase verknüpft, während stärkere strukturelle Veränderungen auf die pyräische Phase zurückzuführen sind. Im Zusammenhange damit wurden mächtige Komplexe der Promina-Konglomerate abgesetzt, besonders im Gebiet der Flüsse Lika und Gacka (I. Crnolatac & A. Milan 1959).

Auch später war es zu weitgehenden radialen Störungen gekommen, deren Folge starke Verwerfungen waren, die heute im untersuchten Gebiet dominierende strukturelle Elemente darstellen. Die Altersfrage dieser jungen Störungen muss auch weiterhin ungelöst bleiben, da in unserem Gebiet keine jüngeren Tertiärbildungen zu finden sind. Es ist höchst wahrscheinlich, dass auch im Pleistozän Bewegungen an den tektonischen Hauptlinien stattgefunden haben. Dafür spricht die ziemlich hohe Lage der Höhlen von Cerovac (eine auf 632 m, die andere auf 680 m). Ihre Entstehung wäre im Rahmen der heutigen morphologischen und hydrologischen Verhältnisse kaum zu verstehen.

Die wichtigsten strukturellen Einheiten sind folgende: 1. der paläozoische Aufbruch von Bukova Kosa, 2. der leicht gefaltete und verworfene Boden des westlichen Poljeteils, 3. die Mitteltrias der Umgebung von Rastovača, 4. die Obertrias und der Jura im Gebiet von Velika Vrbica-Dolovi-Lisina-Mali Crnopac, 5. die Kreidebrekzien von Crnopac, 6. der Jura-Obertrias-Gürtel Bukova Kosa-Crni Vrh und 7. die Mitteltrias des Otuča-Gebietes im Norden.

Diese Einheiten sind durch starke Verwerfungen voneinander getrennt.

Eine Verwerfung erster Ordnung streicht am nordöstlichen Rand des paläozoischen Aufbruchs. Sie setzt sich am Rande des Polje fort, durchquert es und verläuft weiter am nördlichen Fuss des Crnopac.

Eine andere Verwerfung, ungefähr gleicher Ordnung, verläuft am Ostende des paläozoischen Aufbruchs. Bei Gudura-selo stösst sie auf eine Verwerfungszone der südwestlichen Aufbruchflanke, auf die sich unsere Karte nur teilweise erstreckt.

Die Kontaktzone zwischen Mittel- und Obertrias nördlich von Velika Vrbica und Dolovi ist ebenfalls durch eine Verwerfung bedingt. Sie streicht auch weiter nordöstlich am Nordabhang der Crnopac-Gruppe. Infolge dieser Verwerfung fehlen auf einer langen Strecke karnische Sedimente, während die norischen und rätischen Dolomite stellenweise sehr verengt sind. Am Abhang des Mali Crnopac sind sie sogar

tektonisch »ausgekeilt«. Diese ganze Zone ist auch durch kleinere meist Querverwerfungen gestört. Besonders interessant ist das Gebiet nördlich von Mali Crnopac, wo die Schichten zum Teil in eine inverse Lage gekommen sind, so dass die liassischen Kalke unter die Schichten der obertriassischen Dolomite einfallen.

Eine weitere Verwerfung streicht am Kontakt zwischen Jura und Kreidebrekzien im südöstlichen Teil des Geländes, wodurch die jurassischen Zonen in der Crnopac-Gruppe abgeschnitten sind.

Eine kleinere inverse Verwerfung besteht auch innerhalb der Mitteltrias südlich von Kita. Einige Brüche sind auch im Boden des Polje zu finden, doch können sie wegen Bedeckung mit Quartärablagerungen nicht näher bestimmt werden.

Endlich soll auch die Verwerfungszone zwischen Kiani und Šarapov erwähnt werden. Ein besonderes Interesse haben ausser der Verwerfung am Kontakt zwischen Mittel- und Obertrias die schmalen Zonen der mittelliassischen Kalke mit *Lithiotis* erweckt, die in den Hauptdolomiten eingeklemmt sind. Nach der Schichtenlage zeigen sie eine leichte Bewegung gegen Norden.

Alle erwähnten Strukturelemente sind auf den beigelegten Profilen I-VI klar zu sehen.

### Hydrogeologie

Das untersuchte Gebiet zeichnet sich auch nach seinen hydrogeologischen Verhältnissen als ein typisches Karstgebiet aus.

Die Hauptquellen sind an die Ebene Štikada-Gračac am Rande des Bergkamms Jelovi vrh-Plaša-Bukova kosa gebunden. Die Ponoren, dagegen, sind in den niedrigsten tektonisch beanspruchten Teilen des Polje entwickelt.

Im Laufe der Jahreszeiten ist die Aktivität der Quellen ziemlich starken Schwankungen unterworfen. So sind im Herbst und im Frühling die Wassermengen grösser als die Kapazität der Ponoren, und das Polje wird infolgedessen inunndiert. Die Inundation kann auch längere Zeit dauern.

Die Grenze zwischen der Hauptquellenzone des westlichen Poljeteils und der Ponorenzone liegt etwas südlich von der Längsverwerfung zwischen Jura und Trias. Dagegen sind im östlichen Teil des Polje die Hauptponoren an die Verwerfungslinie am Fuss von Crnopac gebunden. Die Quellenzone dieses Gebietes liegt weit im Norden.

Einen so grossen Unterschied zwischen dem westlichen und dem östlichen Poljeteil bedingt in erster Reihe dessen makrotektonischer Bau.

Das jurassische Gebiet nördlich vom Polje ist tektonisch verhältnismässig wenig gestört. Zonen und Schichten sind vollkommen konkordant. In ihrem weiteren nördlichen Hinterland befinden sich triassische Ablagerungen, unter denen auch Werfener Schichten sehr reich vertreten sind. Stellenweise finden wir auch kleinere paläozoische Aufbrüche. Das ist die Ursache für eine normale Wasserscheide gegen das Una-Einzugsgebiet. Daher streben verhältnismässig grosse Wassermengen zum Polje von Gračac und zwar oberflächlich und unterirdisch. Das Juragebiet ist tektonisch verhältnismässig wenig gestört, doch entstanden infolge ungleichmässiger Senkung bzw. Hebung sowie geringer Tangentialbewegung mehrere Querklüfte, und dadurch wurde auch eine sekundäre Permeabilität geschaffen. Diese kann wegen der schieferigen, mergeligen und dolomitischen Einlagerungen im Lias, besonders in dessen oberem Teil, nicht sehr tief reichen. Nur auf diese Weise ist es erklärlich, warum der Spiegel des unterirdischen Wassers im Liasbereich zwischen Štikada und Gračac ziemlich nahe an der Oberfläche liegt (etwa bis zu 10 m ungfähr), obwohl diese Zone an das südliche Ponorengbiet grenzt. Dadurch sind auch die Quellen dieses Gebietes zu erklären.

Es bleibt aber unklar, warum auch im Doggergebiet (gegen Gračac) der Wasserspiegel relativ hoch liegt. Dazu reichen die bisher erwähnten Beobachtungen nicht.

Deshalb müssen wir unsere Betrachtungen auch auf das südliche Triasgebiet erweitern. Ich bin nämlich der Meinung, dass die triassische Faltenstruktur im westli-

chen Poljeteil eine richtige Staufunktion ausübt. Obwohl im Triasgebiet auch sandige Schiefer entwickelt sind, darf man nicht den Fehler begehen, nur den Schiefern die Staufunktion zuzuschreiben. Dass dies nicht der Fall ist, zeigt eine Menge sich auf der nördlichen Seite der Schieferzonen befindlicher Ponoren im Polje. Es besteht zwar eine positive Funktion der Schiefer, doch ist sie dadurch sehr begrenzt, dass diese Schichten nur eine, seitlich in die Karbonatgesteine übergehende Fazies, darstellen. Nur jene Schiefer, die sich am nördlichen Flügel der triassischen Antiklinale bei Ošatak befinden, helfen beim Stauen des unterirdischen Wassers des Juragebiets mit. Die Hauptfunktion hat jedoch die Antiklinale selbst mit ihrem zusammengepressten Kern. Die Ponoren sind an die Oberfläche des zerbrochenen Kern sowie an den südlichen Flügel gebunden. Die Klüfte im Kern der Antiklinale sind nicht tief, während jene am Flügel wegen der nachträglichen Störungen sehr tief gehen können.

Im Boden des östlichen Poljteils fehlt eine analoge triassische Ausbildung. Deshalb hängen alle hydrogeologischen Erscheinungen von der Beschaffenheit der Jurasedimente ab. Es ist daher auch kein Wunder, dass die Ausbildungsmöglichkeit für die Ponoren gegen die Verwerfungszone immer günstiger wird.

*Angenommen am 23. II. 1959.*

*Geologisch-paläontologisches Institut  
der Universität, Zagreb,  
ul. Socijal. Revolucije 8/II.*

*Tumač profila*

1. gornji karbon, 2. donji trijas, 3. anizički vapnenci, 4. klastične naslage ladin, 5. vapnenci i dolomiti srednjega trijasa (uglavnom ladin), 6. karničke boksitične naslage, 7. dolomiti gornjeg trijasa, 8. donji i srednji lijas, 9. gornji lijas, 10. doger i malm, 11. kredne vapnenačke breče, 12. kvartar

*Erklärung der Profile*

1. Oberkarbon, 2. Untertrias, 3. Anisische Kalke, 4. Klastische Ablagerungen des Ladin, 5. Kalke und Dolomite der Mitteltrias (hauptsächlich Ladin), 6. Karnische bauxitische Ablagerungen, 7. Dolomite der Obertrias, 8. Unter- und Mittellias, 9. Oberlias, 10. Dogger und Malm, 11. Kalkbrekzien der Kreide, 12. Quartär.