

PAVAO MILETIĆ i VELIMIR KRANJEC

O GEOLOŠKIM ODNOSIMA U SLIVU RIJEKE JALE  
(TUZLANSKI BASEN)

*(S geološkom kartom i profilima)*

UVOD

O geologiji tuzlanskog područja pisalo je do danas više autora. Temeljni i najvažniji geološki radovi potječu od F. Katzera. On je izradio preglednu geološku kartu Bosne i Hercegovine, u mjerilu 1 : 200.000 i specijalnu geološku kartu, list Tuzla, u mjerilu 1 : 75.000. Naslage pojedinih stratigrafskih članova opisao je u nizu svojih djela. Po važnosti i vrijednosti priloga odmah poslije F. Katzera treba spomenuti P. Stevanovića i I. Soklića. P. Stevanović daje više djela o kongerijskim ugljenonosnim slojevima. Sadržaji tih radova su njegove studije o stratigrafskom slijedu i položaju ovdašnjih kongerijskih slojeva, kao i općenito tretiranje tih naslaga kod nas. I. Soklić radi pretežno u predjelima rasprostranjenosti starijih, miocenskih, oligomiocenskih, oligocenskih i eocenskih naslaga, a u sklopu istraživanja na naftu.

U literaturi susrećemo dalje niz radova, koje su napisali: R. Tomić - Džodžo, B. Jokanović, V. Kochansky-Devidé, M. Luković, M. Milojković, S. Muldini, S. Živković i drugi, a u okviru različnih problema istraživanja, bušenja ili rudarskih radova na sol, naftu i ugljen.

Ima mnogo vrijednih podataka i u stručnim izvještajima, elaboratima i projektima, koji nisu objavljeni.

Razlog obilnijem pisanju leži svakako u izvanrednom praktičnom značenju i sadržaju ovdašnje geologije. Dovoljno je samo spomenuti, da ovdje nalazimo tri vrste ugljena: kameni, smeđi i lignit. Oni dolaze u

slojevima triju različitih stratigrafskih odjeljaka: eocenskom, oligomiocenskom i pliocenskom. Sol se nalazi u II. Mediteranu, a nafta – iako do danas nije pronađena u ekonomskim količinama – u nekoliko stratigrafskih članova od eocena do sarmata. U okviru istražnih radova, koji prethode odvodnjavanju vodonosnih pijesaka iz podine krekanskih slojeva ugljena, a koje izvodi poduzeće »Geoistraživanja« iz Zagreba, izvršili smo geološko kartiranje područja sliva rijeke Jale na topografskoj osnovi mjerila 1 : 25.000. Sliv rijeke Jale predstavlja veći dio područja svih voda, koje gravitiraju u sjevernu sinklinalu, gdje se nalaze rudnici lignita Kreka: Moluhe, Bukinje, Lipnica, Dobrnja i Lukavac. Geološko kartiranje izvedeno je s ciljem da se dobije slika jedne cjelovite hidrogeološke jedinice na podlozi većeg mjerila i da postignuti rezultati posluže pri stvaranju daljeg programa istražnih radova. Kartiranje je izvedeno i zbog toga, što uz geološke karte F. K a t z e r a ne postoje odgovarajući tumači, koji bi nam dali detaljan uvid u litološku i tektonsku građu terena. Osim toga ni jedan od spomenutih autora nije dao cjeloviti geološki prikaz sliva, što je za provedene radove bilo prijeko potrebno.

Kod izrade geološke karte, pod vodstvom pok. ing. Borisa T r i b u s s o n a, sudjelovala je grupa apsolventata rudarske geologije Tehnološkog fakulteta iz Zagreba i nas dvojica. Uže područje sjeverne sinklinalne izradili su geolozi rudnika Kreke: B. F i l i p o v i ć, M. G l u m a c, M. Č o s e v a - M a r i n i s S. M i l i v o j e v i ć.

U radu nam je savjetom pružio pomoć prof. dr. M. H e r a k. Paleontološki materijal, koji navodimo, determinirale su doc. dr. V. K o c h a n s k y - D e v i d é, asistent M. P a v l o v s k y i asistent N. S i l a – m a k r o f a u n u, a asistent V. A m š e l mikrofaunu. Petrografska ispitivanja sakupljenih uzoraka izvršili su prof. dr. L. M a r i ć i doc. dr. ing. I. J u r k o v i ć. Svi su oni dali i mišljenja s obzirom na karakter i značenje svojih nalaza, pa im se najljepše zahvaljujemo.

U elaboratu »Geološko kartiranje i hidrogeološki odnosi u slivu rijeke Jale« mi smo zabilježili niz interesantnih i novih podataka. U ovom sastavku iznosimo neke od njih. Oni se tiču stratigrafskih, tektonskih i hidrogeoloških odnosa.

#### STRATIGRAFSKI PREGLED:

##### MEZOZOIK

Od najstarijih formacija, koje su utvrđene na ovom terenu, treba spomenuti pojavu serpentina kod Poljane i gornjokrednih flišnih naslaga sjeverno od vrha Kik (701 m). Pojave gornjokrednih slojeva su neznatno rasprostranjene, pa ih nismo ni predstavili na karti. Ove stijene su zahvaćene tek djelomično, pa ih ne ćemo posebno opisati.

## KENOZOIK

*Eocenski slojevi*

Eocenske taložine nalazimo na krajnjim sjevernim i istočnim rubovima sliva rijeke Jale. Eocenski slojevi leže transgresivno na kredi, pa zajedno s njom čine jezgru trupa Majevice. Zapravo u gradi Majevice sudjeluju i starije, serpentinske i jurske stijene, ali su one izvan našeg područja.

M. Luković (1929) je u eocenu razlikovao pet horizonata. Podjela je izvršena na osnovu litoloških karakteristika pojedinih horizonata. Ali se ona ne može svagdje u cijelosti utvrditi i pratiti. Osim toga peti horizont po Lukoviću čine solonosne naslage, za koje je naknadno definitivno utvrđena miocenska pripadnost.

Eocenske naslage nalazimo u tipičnom flišnom razvoju. U njima postoji mnogostruka izmjena pješčenjaka, lapora i glina. Konglomeratne tvorbe su nešto rjeđe. U takvim sedimentima česti su ulošci foraminiferskih, alveolinskih i numulitnih vapnenaca. Na temelju faunističkih nalaza u našem radu daju se naslutiti dva stratigrafska horizonta. Gornji horizont pripada lutetienu, a možda je čak i mladi. Susrećemo ga od Obodnice do Modrašnice u neposrednom dodiru s taložinama miocena. Od fosila su u ovom pojasu nađeni ceritiji, kakve je Oppenheim opisao s raznih nalazišta u Bosni, a određene vrste pripadaju zoni, koja odgovara flišu Dalmacije (V. Kochansky, Pavlovsky & Sila 1957):

*Cerithium (Serratocerithium) mutabile* Lamarck  
*Cerithium (Potamides?) cf. subfunatum* Oppenheim  
*Batillaria sieberi* Kochansky-Devidé  
*Batillaria aff. loparense* Oppenheim  
*Exechestoma* sp.  
*Natica (Ampullina) incompleta* Zittel

Ta fauna je nađena nedaleko Kapljevca, a između Kika i Kicelja nalaze se naslage s faunom, koja se također susreće u eocenskom flišu:

*Alveolina* sp.  
*Alveolina (Flosculina) decipiens* Schwager  
*Nummulites bouillei* de la Harpe  
*Nummulites incrassatus* de la Harpe  
*Nummulites cf. garnieri* de la Harpe  
*Lucina (Miltha) gigantea* Deshayes  
*Lucina cf. mokkatamensis* Oppenheim  
*Ostrea* sp.  
*Natica* sp.  
*Terebellum* sp.

Drugoj eocenskoj zoni pripadala bi fauna nađena sjeverno od Konikovića. Tu ubrajamo sedimente s vrstama, koje bi po starosti odgovarale prije navedenim, ali među njima nisu nađeni numuliti, pa im starost nije sigurno određena. To su:

*Lucina (Dentilucina) saxorum* L a m a r c k  
*Ostrea* sp.  
*Spondylus* sp.  
*Natica* sp.

To nalazište uvrstili smo u stariju zonu, jer se nalazi nedaleko faune, koja se inače susreće u donjem eocenu primorskog pojasa: *Orbitolites* i obilno *Miliolidae*, ali i srednjoeocenska vrsta *Alveolina* cf. *longa*.

Na specijalnoj geološkoj karti F. K a t z e r a u eocenske naslage uvršteni su i slojevi II od Šimin Hana. Ali oni pripadaju miocenu.

### Oligocenski slojevi

Oligocenske naslage ovog područja su paleontološki najslabije dokumentirane. Kao što je poznato, sve one naslage, koje dolaze ovdje između sigurnog eocena i miocena, stavljaju se u oligocen. Neki autori ih nazivaju i oligomiocenskim, jer je nemoguće točnije opredjeljenje.

F. K a t z e r je oligocenskim slojevima pribrao odozgo prema dolje:

1. konglomerate i gline s laporovitim lećama (akvitan – marinski oligocen),
2. pjeskovite pločaste vapnence,
3. škriljavce i pješčenjake, dijelom i konglomerate.

Ali na preglednoj geološkoj karti mjerila 1 : 200.000 F. K a t z e r je naslage pod 1. i 2. izdvojio kao oligocen, a one pod 3. kao eocen.

F. K a t z e r je u akvitanskim naslagama našao krhotine litotamnija, pa ih je tretirao kao marinski oligocen. L u k o v i ć (1929) pobija mogućnost postojanja marinskog oligocena pa stavlja ove slojeve zajedno sa solnonosnima u eocen. Bušenja na sô su ubrzo oborila to stajalište. Solna formacija određena je sigurno kao miocenska, i tada je položaj njezine podine, t. j. prije spomenutih naslaga, postao ponovo nesiguran.

I. S o k l i ć (1951, 1953) je naslage konglomerata i glina s laporovitim lećama svrstao u najdonji kat miocena, akvitan, a to je zapravo učinio i K a t z e r smatrajući ga – u skladu s tadanjim nazorima – oligocenom. Ostale naslage, spomenute pod 2. i 3., S o k l i ć je stavio u oligocen. Pritom je vapnence pod 2. smatrao graničnim slojevima između oligocena i miocena. Naknadno S o k l i ć (1957) naziva te naslage i oligomiocenskim, pa kaže da time obuhvata sve slojeve, koji pripadaju najgornjem oligocenu i najdonjem miocenu.

Iz ovoga kratkog pregleda pojedinih mišljenja vidi se, da se radi o slojevima, kojih je stratigrafsku pripadnost teško odrediti. U njima nema nekih provodnih fosila, a i facijelnih se teško nađe. Mi smo u sedimentima nazvanim oligomiocen zapazili dvije zone. One se litološki razlikuju, a ni tektonski ne pripadaju zajedno. U pomanjkanju paleontoloških dokaza ovo nam je poslužilo, da stavimo granicu između spomenutih taložina i da tako odijelimo oligocen od miocena. Između jednih i drugih sedimenata postojala je jedna orogenetska faza, koja se odražava u znatnoj poremećenosti oligocenskih taložina. U toj fazi su oligocenski slojevi na padinama Majevice dobrim dijelom erodirani, pa im u

području sliva rijeke Jale pripada relativno mala površinska rasprostranjenost. Nalazimo ih na istočnom dijelu karte. To su sivi škriljavi glinoviti lapori s tamnosivim do maslinasto zelenim pješčenjacima i sitnozrnim konglomeratima.

Prema pojedinostima oligocen leži diskordantno na eocenu, koji je faunistički uvijek moguće jasno utvrditi. Osim toga se te naslage mogu odijeliti i na osnovu sedimentno-petrografskih analiza i analiza teških minerala. U svom izvještaju su M. Dimitrijević i Lj. Maslarević (1957) pokazali, da ovdašnji materijal taložen u doba eocena vuče porijeklo sa sjevera, gdje prevladavaju kisele magmatske stijene, pa su u njemu značajni minerali granat i ilmenit. Utjecajem promijenjenih paleogeografskih uvjeta i izdizanjem bosanske serpentinske zone, u sedimentima oligocena, a i u svim kasnije taloženim, pojavljuje se kao značajni mineral kromit.

## MIOCEN

### *I. Mediteran*

#### *Gline, lapori i vapnenci*

Ove taložine izdvojene su na temelju litoloških karakteristika i strukturnog položaja. S ostalim sigurnim miocenskim naslagama one tvore tektonsku cjelinu i javljaju se uvijek u normalnom i cjelovitom superpozicijskom slijedu, pa moramo smatrati, da unutar njih postoji kontinuitet taloženja.

S obzirom na površine, koje pripadaju ovim glinama, laporima i vapnencima, na specijalnoj geološkoj karti F. K a t z e r a ovaj član odgovara djelomično naslagama, koje je K a t z e r označio indeksom »em« i naslagama označenim s »ok«. I. S o k l i ć (1953) smatra ove slojeve oligocenom, a naknadno (1957) ih uključuje u oligomiocen.

Gline, lapori i vapnenci su tipično razvijeni u tjemenu antiklinale Jala-Požarnica. U samoj Požarnici mikropaleontološka analiza je pokazala njihov slatkovodni facijes. To su pretežno vapnenci, svijetlosivi ili bijeli, laporoviti, pjeskoviti i sedrasti. U njima se zamjećuju žilice kalcita, koje isklinjavaju, a ima i posve okruglih tvorevina ispunjenih jasno iskristaliziranim kalcitom. Oni su pločasti ili debelo uslojeni. Često se zapažaju paketi od nekoliko slojeva s pojedinačnom debljinom od 0,5 m, a u ukupnoj debljini od 2,5-3 m. Svaka takva pojava odijeljena je od druge sivim listastim pjeskovitim laporom i slabo vezanim pješčenjacima. Njihove litološke karakteristike su vrlo karakteristične i gotovo nepromijenjene na čitavom području. Možda je ipak na južnim padinama Majevice razvoj nešto drugačiji. Tamo su vapnenci nešto više jedri, tanko pločasti i dijelom škriljavi. Na putu između Doknja i Kika u vapnencima su nađeni planorbisi i limneusi, ali se oni ne daju pobliže odrediti.

## I. – II. Mediteran

## Šarene naslage

Za šarene naslage značajna je mnogostruka izmjena crvenih, sivih – nešto sivih glina, glinovitih lapora, raznoobojenih konglomerata i pješčenjaka. Upravo zbog česte izmjene raznobojnih sedimenata nazvali smo ih šarenim. Karakterističan i cjelovit profil kroz te slojeve može se slijediti u Križaoni potoku, sjeverno od Simin Hana. Ukupna debljina iznosi gotovo 400 m. Ovdje te taložine izgrađuju sjeverno krilo antiklinale Jala–Požarnica, a njihov detaljni opis daje I. Soklić u svojim radovima (1951, 1953, 1957).

Na sjevernom rubu naše karte zona šarenih naslaga je mjestimično dosta sužena, a u zapadnom nastavku ona se opet širi. F. K a t z e r je razlikovao ovdajšnje pretežno crvene gline, pješčenjake i konglomerate od onih u antiklinali Jala – Požarnica. Međutim, kako smo ovdje redovno u krovini šarenih naslaga susretali trakaste lapore solne formacije, to nikako ne mogu biti konglomerati litavskih tvorba, kako ih obilježava K a t z e r, već su te naslage sigurno starije. Stratigrafski član »lc« dakle ne postoji ovdje, a postoje naprotiv šarene i solnonosne naslage, koje smo mogli utvrditi u nizu uvijek istih profila.

Pretežno crveno obojenje ovih naslaga potječe od specifičnih uvjeta suhe aridne klime u vrijeme njihova taloženja. I na taj način vidi se njihova neposredna povezanost sa solnonosnim slojevima.

Što se tiče paleontoloških nalaza, u laporima ovog horizonta nađeni su ostaci kopnenih biljaka. Jugozapadno od Tuzle u jednom proslojku lapora nađeno je mnoštvo kamenih jezgra puževa. S nekoliko mikropaleontoloških analiza moglo se samo utvrditi, da su uzorci uzeti iz slatkovodnih dijelova ovih taložina. U vapnenom materijalu nalaze se krhotine litotamnija, na temelju kojih je K a t z e r te slojeve uvrstio u akvitan.

Iz svega, što je iznijeto o šarenim naslagama, izlazi, da je za vrijeme taloženja tih naslaga dolazilo do periodičkih provala mora, pa smo ih u našem izvještaju (1957) nazvali paraličkim. U završnoj fazi taloženja ustalila se slana voda, pa počinje taloženje solne formacije.

## II. Mediteran

## A. Solna formacija

Stratigrafski položaj solnonosnih naslaga bio je duže vremena sporan. Geolozi su se kolebali, pripadaju li one miocenu (K a t z e r, 1903) ili eocenu (K a t z e r, 1919, L u k o v i ć, 1929). U samom miocenu mijenjalo se i mišljenje o stratigrafskom položaju ovih slojeva. K a t z e r je smatrao, da su mediteranske starosti, a S o k l i ć (1951, 1953), da dolaze u burdigalu. Naknadno im S o k l i ć (1957) pripisuje helvetsku starost.

U okviru solnonosnih naslaga izdvojena su na našoj karti dva horizonta: gline i trakasti lapori te pločasti vapnenci. Ti slojevi su gotovo

svagdje jednako razvijeni, a manje promjene su zamijećene tek u mjestimičnom prevladavanju glinovite ili vapnene komponente.

Pločasti vapnenci, koji dolaze između trakastih lapora i lapora šlira, mjestimično negdje i nedostaju.

Lijepo razvijene solne naslage nalazimo u središnjem dijelu antiklinale Dolovi. One se nalaze i u oba krila sinklinale Breške-Tesenac. Njihova prisutnost uzduž južne padine Majevice, koju smo registrirali, od značenja je kao potvrda potpune i kontinuirane rasprostranjenosti u građi ove velike sinklinale.

Trakasti ili prugasti lapori karakteristične su stijene. Kod njih se po boji i teksturi lijepo zamjećuju promjene sedimentacionih uvjeta i materijala. Makroskopski, trakasti lapori su stijene sive boje, guste, homogene i pelitskog izgleda. To su submikroskopski fino-zrni peliti mikro-kristalaste homogene strukture kalcita i glinovite supstancije, u kojima se izmjenjuju sivkastobijeli i žućkasto obojeni proslojci. Glavna je fino-zrna disperzna masa gline, koja je mjestimice tangirana limonitskom supstancijom. Često su vrlo bituminozni ili impregnirani naftom. Soklić (1951, 1953) ih smatra matičnom stijenom za naftu. Trakasti lapori su vrlo plastične stijene, a to se vidi gotovo na svakom mjestu. Na sasvim malim površinama pokazuju se sitne bore.

Unatoč velikom broju mikropaleontoloških analiza u solnonosnim taložinama nije se mogla uočiti nikakva fauna. Ni makrofaune, nije bilo.

### B. »Šlir« te konglomerati, pješčenjaci i lapori

U II. Mediteranu imamo na našoj karti izdvojena i obuhvaćena još dva stratigrafska člana. Na solnonosnim naslagama slijede lapori, glinoviti lapori i, rijetko, pješčenjaci. To su slojevi šlira. Najgornji dio naslaga II. Mediterana čine konglomerati, pješčenjaci i lapori. U stvari ovdje su predstavljeni slojevi, koji sadržavaju paleontološke elemente helveta i tortona. Postoji sličnost s rezultatima istraživanja u bečkom basenu i u sjevernoj Hrvatskoj, koji pokazuju, da postoji vrlo malen broj provodnih fosila za pojedine katove miocena (Kochansky, Pavlovsky & Sila 1957). Većina fosila, koji su se smatrali za provodne, određuju tek facijes, a ne određenu stratigrafsku pripadnost. Vrste, koje su stvarno provodne, nalaze se vrlo rijetko.

U paleontološki istraženom materijalu, koji smo sakupili, prema gornjim autorima, prevladavaju fosili značajni za šlirski facijes. To su: *Amussium denudatum* Reuss, *Solenomya doderleini* Mayer, *Brissopsis ottnangensis* Hoernes, *Vaginella austriaca* Kittl, ali ima i sasvim neutralnih vrsta, koje dolaze u različnim facijesima i katovima. *Chlamys auensis zollikoferi* Bittner dolazi u tortonskom šliru, u podu sarmata ili uz tortonski litavac i litotamnijski vapnenac. Ali ovdje je nađen vrlo kržljav i rijetko (Rokoč). Vrsta *Amussium duodecimlamellatum* Bronn, koja je živjela u helvetu i tortonu, dubokomorska je i osobito česta u badenskoj glini, dakle u tortonu. Ta je vrsta nađena samo kod Rasovca, gdje bi se prema superpoziciji radilo o donjem di-

jelu šlira. Dakle je na temelju takve faune nemoguće odijeliti helvet od tortona.

Ipak razlika između donjeg i gornjeg člana postoji. Na osnovu mikrofaune uočena je i neka razlika, pa bi se uz dalji rad mogli postići i povoljniji rezultati. Mikropaleontološka zajednica s *Orbulina suturalis* Br o n n i *Globigerina altispira* C u s h m a n govori za tortonsku starost jednog dijela sedimenata. Štoviše, prema V. A m š e l (1957) u slojevima gornjeg člana uočena je fauna, koja odgovara zonama:

- a) lagenidnoj zoni,
- b) zoni sa *Spiroplectamina carinata* d' O r b,
- c) zoni s *Bolivina dilatata* R e u s s.

Ova podjela odgovara onoj u bečkoj kotlini. Jedino nije zapažena zona s *Rotalia becarii* L i n n é.

Promatranjem spomenutih sedimenata uočeno je, da postoje znatne razlike u litološkoj građi između donjeg i gornjeg dijela naslaga. Dok u donjem dijelu uopće ne dolaze konglomerati, a i pješčenjaci su rjeđi, dotle su u gornjem dijelu konglomeratni ulošci vrlo česti, a pješčenjaci i pjeskoviti lapori prevladavaju. Na temelju tih karakteristika mogu se uvijek odijeliti dva horizonta: gornji i donji.

Na geološkoj karti smo te slojeve izdvojili po čitavom obodu sinklinale Breške-Tesenac, dakle i na sjevernom krilu, gdje dosad nisu bili zabilježeni.

Naslage najgornjeg dijela II. mediterana mjestimice je vrlo teško razlikovati od sarmatskih, pa stvarno može doći do uvrštavanja graničnih konglomeratičnih tvorevina i pješčenjačkih slojeva u gornji vinodoban odnosno u sarmat. Mi smo tako imali nekoliko slučajeva, gdje smo na površinama rasprostranjenosti srednjomiocenskih slojeva prema K a t z e r u, mogli utvrditi sarmatske slojeve i obrnuto. Ti ispravci su potvrđeni i prikupljenom faunom (Rokoč, Moluhe). Južno od Simin Hana nalaze se također naslage srednjeg miocena, a ne eocenske, kao što je to označio K a t z e r. Međutim ovu posljednju promjenu nalazimo i u posljednjim izvještajima I. S o k l i ć a (1957).

### Sarmat

Prema jednoj podjeli K a t z e r (1903) razlikuje u sarmatu 4 člana. Najmlađi su vapnoviti pješčenjaci i oolitičan vapnenac, koji leže na glinovitim mjestimično pjeskovitim laporima s biljem. Ispod njih se nalaze glinoviti pješčenjaci, konglomerati i glinoviti laporoviti škriljavci s ribljim ljuskama, a najstariji su sivi vapnoviti pješčenjaci i škriljavi bituminozni lapori. Posljednji su ekvivalenti ribljih škriljaca iz Dolja kod Podsuseda. U svom kasnijem radu K a t z e r (1921) opisuje sarmatske naslage južno od Jale kod Čaklovića Muslimanskog pa razlikuje tri horizonta.

U svom radu o mekušcima Bosne S o k l i ć (1955) daje iscrpnu sliku sarmatskih slojeva. On je utvrdio, da sarmat Bosne ima mnogo sličnosti sa sarmatom Bečke kotline. S. M u l d i n i (1955) je također utvrdila takve sličnosti u mikropaleontološkim analizama jezgara iz bušotine RT<sub>1</sub>.



Na priloženoj karti su sarmatski slojevi prikazani kao cjelovit pojas. Pri radu na terenu primijećene su razlike u razvoju sarmatskih naslaga u sinklinali Breške-Tesenac i razvoju na rubovima ugljenog basena. U prvom dolaze uglavnom lapori i pješčenjaci sa čestim umecima grubih konglomerata, a u najdonjem dijelu i tamnosivi do crni vrlo bituminozni lapori. Oni upućuju na sedimentaciju u slabo aeriziranoj sredini. Tu je nađena i *Clupea* sp. Drugi razvoj predstavljen je slojevima konglomerata, debelim vapnenačkim naslagama i laporima. Prikupljeni su neki interesantni podaci. Fauna sarmata je jednolična, kako je to uostalom tipično za sarmat. Iako su određeni mnogobrojni primjerci, mi ipak nismo prikupili takve uzorke, koji bi omogućili odredbu tako mnogo vrsta, koliko ih spominje Soklić (1955). Prema analizama sakupljenog faunističkog materijala iz područja sliva rijeke Jale (Kochansky, Pavlovsky & Sila 1957, V. Amšel, 1957) u sklopu sarmatskih slojeva razvijeni su uglavnom ervilijski slojevi. Donji sarmat, t. zv. Rissoa slojevi utvrđeni su samo na nekoliko mjesta. Slabiju rasprostranjenost Rissoa slojeva tumačimo regresijom mora potkraj tortona odnosno transgresivnim nadžranjem u donjem sarmatu, a to se očituje još i u toku taloženja ervilijskih slojeva. Rissoa slojevi karakterizirani su pužićima *Mohrensternia* iz familije Rissoine i pužem *Gibbula angulata* iz familije Trochidae. Uz njih dolaze i vrste, koje su živjele kasnije. U ervilijskim slojevima zamijećene su vrste, koje dolaze podjednako u donjem i gornjem dijelu ovih taložina. Zapaženiji su bili gornji ervilijski slojevi, u kojima se redovno uz ostale primjerke nalaze *Donax lucidus* Eichwald i *Cardium latisulcum latisulcum* Muenster. U ispitanom faunističkom materijalu nema predstavnika *Mactra* slojeva. Nije ih našao ni Soklić (1955), a nisu utvrđeni ni u Hrvatskoj do danas. Prema mikropaleontološkim analizama mogu se nazrijeti tri zone: zona s *Elphidium reginum*, koja odgovara Rissoa slojevima u bečkom basenu, zatim zona s *Elphidium hauerinum*, koja odgovara ervilijskim slojevima, i zona s *Nonion granosum*, koja odgovara gornjem dijelu ervilijskih slojeva i *Mactra* zoni.

#### Kongerijski slojevi

Geološkim kartiranjem zahvaćene su i kongerijske naslage do podinskog sloja ugljena u području sjeverne sinklinale i predio južne sinklinale na potezu od Markovišta do Poljane. Budući da smo ove naslage zahvatili tek djelomično, ne ćemo detaljnije iznositi ni paleontološku ni ostalu dokumentaciju. Postoje uostalom poznati radovi F. Katera i P. Stevanovića. Intenzivni istražni radovi i bušenja izvode se upravo na području kongerijskih slojeva, pa će sigurno biti interesantnih rezultata.

Spomenuli bismo samo promjene u rasprostranjenosti kongerijskih slojeva u predjelu Breški i Kosaca. Tu su nađeni lapori s *Congeria banatica* Hoernes i naslage s *Congeria* cf. *dalmatica* Brusina, *C. zsigmondyi* Halavats i dr. Te vrste pokazuju prisutnost donjeg i gornjeg panona. Prema tome je do povlačenja mora iz područja današnje sinklinale Breške-Tesenac došlo neposredno prije taloženja podinskog

ugljenog sloja. To je ono isto oplićivanje, koje se zamjećuje u sjevernoj sinklinali, gdje ispod podinskog sloja ugljena nalazimo najgrublje kre-mene pijeske i šljunke.

#### TEKTONIKA

Kartirano područje je u geološkoj prošlosti bilo zahvaćeno pokretima nekoliko orogenetskih faza. Svaka od njih rezultirala je potpunim ili djelomičnim povlačenjem mora, stvaranjem novog reljefa i njegovom erozijom. Najduži prekidi sedimentacije bili su između eocena i oligocena te oligocena i miocena. Oni se manifestiraju u potpuno nepravilnoj pojavi oligocenskih slojeva i diskordantnom nalijeganju naslaga. Prekidi sedimentacije u gornjem miocenu i pliocenu bili su znatno kraći. Između II. mediterana i sarmata povlačenje mora bilo je samo djelomično, jer mjestimično nalazimo postepeni prijelaz iz jednih naslaga u druge, dok je na drugim lokalitetima položaj sarmata jasno transgresivan.

Što se tiče vremenskog rasporeda glavnih tektonskih zbivanja, mogu se zamijetiti, kao jače izražene, tri tektonske faze: jedna starija od miocena, druga starija od panona i treća mlada od ugljenih slojeva krekanskog bazena. Intenzitet odgovara redosljedju, tako da je najstarija ujedno i najintenzivnija.

Ali se i za vrijeme taloženja pojedinih stratigrafskih članova zamjećuju znaci tektonskih pokreta. Ovamo pripada razdoblje prije taloženja šarenih naslaga s rasjedanjem na krajnjem istočnom dijelu sliva kao i za vrijeme samoga njihova taloženja, budući da u njihovom sastavu imamo mnogostruku izmjenu u facijesima. U srednjem miocenu pak dolazi do izdizanja južnog krila antiklinale Jala-Požarnica, koje prati rasjedanje u dolini rijeke Jale kod Donje Tuzle (II. profil). U gradi tog krila imamo reducirani razvoj solnonosnih odnosno vindobonskih naslaga. Sličan slučaj je i s razvojem u sinklinali II od Simin Hana, koja je zapravo sekundarni nabor južnog krila antiklinale Jala-Požarnica. S druge strane, sjeverno krilo ove antiklinale normalno je razvijeno i blago položeno pa u SZ smjeru prelazi preko jedne strukturne terase u antiklinalu Dolovi. Prije i za vrijeme taloženja kongerijskih slojeva bilo je i stalnih, iako laganijih kolebanja, dizanja i spuštanja dna sedimentacijskog basena. Tako se uz konkordantan položaj na sarmatskim naslagama nailazi na predjele, gdje kongerijski slojevi naliježu na dublje sarmatske odnosno tortonske slojeve ili pak slijede na serpentinu. U sklopu same ugljenonosne skupine imamo 4 puta ponavljani slijed: pijesak, ugljen, glina. Budući da najgrublje frakcije pijeska - šljunaka nalazimo upravo u neposrednoj podini ugljenih slojeva, to znači, da je u maksimumima okopnjavanja (oplićivanja) dolazilo do deponiranja fitogenog materijala.

Na krajnjem sjevernom rubu sliva na površini se nalaze kredne i eocenske naslage. Ovdajšnja tektonika je dinarska s koso boranim i reversno rasjednutim slojevima. Okosnica grebena Majevice stvorena je za vrijeme trajanja najstarije faze. S tim u vezi zanimljivo je napomenuti, da i najmlađe, miocenske i pliocenske naslage imaju pretežno

pružanje SZ-JI. Smjerovi mladih potiskivanja uglavnom su se podudarali sa starijima, a stariji reljefni oblici, kao osnove sedimentacije mladih naslaga, koincidirali su s tektonskim oblicima starijih naslaga. Tako je greben Majevice paleogeografski utjecao na sedimentaciju i formiranje taložina već od donjeg miocena. U zoni dodira eocenskih s miocenskim naslagama, uzduž južne padine Majevice, imamo vrlo strmo nagnute, djelomice prevrnutе ili u krajnjim slučajevima reversno rasjednute slojeve. To je rezultat frontalnog tangencijalnog potiskivanja sa SSI. U sastavu vrlo strmog sjevernog krila velike sinklinale, Breške-Tesenac nalazimo uske zone gotovo svih članova. Iz situacije geološke karte F. K a t z e r a moglo bi se zaključiti postojanje velikih stratigrafskih praznina na tom kontaktu. Međutim, zbog prisutnosti svih članova, kako smo mogli utvrditi, one nisu tako velike. Postojeći reducirani razvoj naslaga pripisujemo već spomenutom utjecaju grebena Majevice.

U slivu rijeke Jale najveći broj tektonskih jedinica nastao je djelovanjem tangencijalnih sila. Najveće i ujedno najvažnije tektonske forme su ugljenonosne sinklinale, sjeverna i južna. One su među sobom odijeljene antiklinalom Ravna Trešnja-Markovište, koja utonjuje u smjeru sjeverozapada. U tom smjeru, u predjelu Bukinja i Šičkog Broda postoji veza između obiju sinklinala i preko samih slojeva ugljena. Te sinklinale imaju zapravo složenu građu, pa ih je opravdanije imenovati sinklinorijem. Kongerijski slojevi su blago borani. Izuzevši jedan odnosno dva slučaja (Lukavac) ni rudarskim radovima nisu zabilježeni neki posebni poremećaji. Međutim kod Moluha ti su slojevi vrlo strmi, vertikalno položeni, a dijelom i prevrnuti. Strmo su položeni i sarmatski slojevi. To je predio, gdje se solnonosna sinklinala Tušanjska - D. Tuzla neposredno nastavlja na sjevernu ugljenonosnu sinklinalu. Širina zone donjih kongerijskih slojeva je smanjena. U ovom slučaju ona je približno jednaka njihovoj stvarnoj debljini ili je čak i manja. To pripisujemo stješnjavanju slojeva zbog pritiska kod najmlađih bočnih potiskivanja. U tom smislu pokazuju prosječne kemijske analize lignita moluških slojeva veće kaloričke vrijednosti od onih iz ostalih jama. Tu je važna okolnost i neposredna blizina solnog ležišta. Sve naslage drugog Mediterana također su vrlo poremećene, iako se njihova sinklinalna struktura, kao glavni oblik, jasno zapaža po položaju šlirskog facijesa kod Tušnja odnosno trakastih lapora od utoka Soline u Jalu do Dolova. Zapadno od Tušnja sinklinala je okrnjena, t. j. prekinuta rasjedom, koji se nalazi između »šlira« i mladih sedimenata (I. profil). Zbog tog rasjeda slojevi gornjeg vindobona djelomice su ili potpuno reducirani na površini. Nema sumnje da je prisutnost soli uvelike utjecala na formiranje okolnih naslaga i pod utjecajem najmlađih pokreta, koji općenito nisu bili snažni. Poznate su specifičnosti tektonike solnih ležišta, koje proizlaze iz razlike u gustini soli i sedimenata, u kojima ona dolazi. Usto su i trakasti lapori, kao ovdlašnji nosioci slojeva soli, vrlo plastični sedimenti. Niz rasjeda u solnonosnim naslagama, koji su utvrđeni geofizičkim metodama, ipak se nije mogao pobliže odrediti površinskim promatranjem.

## HIDROGEOLOGIJA

Hidrogeološki problem Kreke istovjetan je s problemom, koji susrećemo gotovo u svim našim pliocenskim ugljenokopima. To su deblje ili tanje naslage fino-zrnih relativno dobro sortiranih i nevezanih pijesaka natopljenih konatnom ili naknadno infiltriranom vodom. Sinklinalna tektonska struktura pogoduje infiltraciji i zadržavanju podzemne vode. Ona se može ukloniti samo umjetnim putem. Oko rudarskih podzemnih radova, osobito kod većeg prodiranja u dubinu, postoje visoki hidrostatski pritisci. U slučaju, da se podzemni rad toliko približi vodonosnoj taložini, da hidrostatski pritisak prevlada normalnu otpornost stijena, dolazi do provale vode i pijeska, koju je vrlo teško zaustaviti.

U ugljenom basenu Kreke imamo redovnu pojavu vodonosnih pješćanih taložina u podini svakog od četiri sloja ugljena. Odvodnjavanje rudarskim radovima do danas nije dalo zadovoljavajuće rezultate, pa je predložen sistem odvodnjavanja bušenih bunara velikog promjera. Kako je cirkulacija vode u ugljenonosnoj skupini slojeva i njenoj bližoj okolini (naročito u tuzlanskoj solnonosnoj sinklinali) bila nepoznata, to se nametnula i potreba rješavanja općih hidrogeoloških prilika u tuzlanskom basenu.

U osnovi ugljenonosne skupine slojeva nalazimo sedimente promjenljivog petrografskog sastava. Značajni udio među njima imaju gline i lapori. Zato ove naslage smatramo nepropusnima u vertikalnom smjeru. Prema geološkom prikazu zbog kontinuirane rasprostranjenosti i mirne tektonike ugljenonosnih taložina i spomenute osnove ne može postojati dotok vode iz neposredne podine u te taložine. Isto tako rasjed između ugljenonosne i solnonosne sinklinale ne dopušta migraciju vode između ta dva ležišta. Njegov položaj je takav, da je i u predjelu Moluhe-Tušanj ugljenonosna skupina slojeva zaštićena osnovom, koju izgrađuju gline, pijesci i lapori u međusobnoj izmjeni. Mišljenja o hidrogeološkim prilikama solnog ležišta su danas podijeljena. Mi držimo, da je solno ležište hidrogeološko tijelo, u kojem se cirkulacija vode vrši samostalno. Voda dotječe u solno ležište putovima, koji su vezani za sekundarno propusne krte partije solnonosnih slojeva. Prema tome voda uglavnom dotječe iz onih dijelova solnonosne serije, koji izbijaju na površinu anti-klinalnim povijanjem kod Dolova. Postoji, međutim, mogućnost, da se jedan dio vode infiltrira i iz podine solnonosnih slojeva. U samom solnom tijelu vode vjerojatno cirkuliraju i tektonski stvorenim putovima, na primjer manjim rasjedima, što je dokazao raspored bunara, koje je locirao D. P a t r l j.

## ZAKLJUČAK

Geološko kartiranje sliva rijeke Jale u okviru istražnih radova, koji prethode odvodnjavanju tekućih vodonosnih pijesaka iz podine četiriju krekanskih slojeva ugljena, dalo je niz novih podataka. Na topografskoj osnovi mjerila 1 : 25.000 dobiven je detaljan uvid u litološku i tektonsku građu jedne velike hidrogeološke jedinice. Među promjenama, koje su izvršene u odnosu na postojeću geološku kartu F. K a t z e r a, naj-

važnije su one, koje se odnose na veću rasprostranjenost solnonosnih naslaga.

Unutar miocenskih naslaga može se konstatirati kontinuirani slijed sedimentacije. Postoji postepen prijelaz i neposredna povezanost srednjomiocenskih sa sarmatskim slojevima. Isto se može utvrditi između solnonosnih slojeva i taložina »šlira«, koje pripadaju pretežno tortonu. Specifični uvjeti aridne klime, u vrijeme taloženja šarenih naslaga mješovitog facijesa s ustaljenjem slane vode u završnoj fazi, pokazuju pak neposrednu povezanost ovih slojeva sa solnonosnim. Sličan odnos postoji i između šarenih naslaga i glina, lapora i slatkovodnih vapnenaca. To su bili glavni momenti kod paralelizacije spomenutih nižih stratigrafskih članova s odgovarajućim katovima miocena. Na temelju toga oligocenskim slojevima pripada relativno mala površinska rasprostranjenost.

Kod eocenskih naslaga zamijećena su dva stratigrafska horizonta: gornji horizont pripada lutetienu, a možda je čak i mlađi, dok donji odgovara donjem eocenu našeg primorskog pojasa.

S obzirom na mirnu tektoniku, litološki sastav i kontinuiranu rasprostranjenost ugljenonosnih slojeva i neposredne podine nema bojazni od infiltracije vode odozdo. Što se pak tiče hidrogeološkog odnosa ugljenog i solnog ležišta na osnovu geološke građe predjela Moluše-Tušanj, držimo, da ugljenonosni sinklinorij i solonosna sinklinala predstavljaju cjelovite i među sobom izolirane hidrogeološke sisteme. Prema tome ne postoji uzajamna hidrogeološka zavisnost. Dalje radove treba usmjeriti na samo ugljenonosno područje.

#### LITERATURA

- Amšel, V. (1957): *Mikropaleontološka obrada uzoraka prirodnih stijena područja Kreke*. (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arhiva »Geoistraživanja«. Zagreb.
- Dimitrijević, M. & Maslarević, Lj. (1957): *Izveštaj o sedimentno-petrografskom ispitivanju majevičkog eocena (bušotina Z-3) i oligomiocena (bušotina K-1)*. Arhiva pod. za istraž. nafte. »Požarnica«. Simin Han kod Tuzle.
- Jakšić, T. (1929a): *O starosti i geološko rudarskim prilikama sonih naslaga u okolini Tuzle*. Rudar. topion. vesnik 1921/1., p. 97-107. Beograd.
- Jakšić, T. (1929b): *Vrtanja na so u Tuzli i način pojavljivanja soli u tamošnjem terenu*. Rudar. topion. vesnik p. 483-487. Beograd.
- Jokanović, B. (1952): *Ležište kamene soli u Tušnju i mogućnost njegove eksploatacije*. Zbornik radova Geološkog i Rudarskog fakulteta. Beograd.
- Jokanović, B. (1953-54): *Rezultat naknadnog istražnog bušenja u ležištu kamene soli u Tušnju kod D. Tuzle*. Zbornik radova Geol. i Rud. fak. Beograd.
- Jurković, I. (1957): *Mikroskopsko ispitivanje uzoraka stijena iz područja Tuzle, Jale i Požarnice s naročitim osvrtom na neke praktične probleme*. (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arhiva »Geoistraživanja«. Zagreb.
- Katzer, F. (1903): *Geologischer Führer durch Bosnien und die Hercegovina*. Sarajevo.
- Katzer, F. (1919): *K poznavanju mineralnih vrela Bosne*. Glasnik Zem. Muz. BiH., p. 191-265. Sarajevo.
- Katzer, F. (1921): *Die fossilen Kohlen Bosniens und der Hercegovina*. Bd. I. 1918. Bd. II. 1921. Sarajevo.
- Kochansky-Devidé, V. (1956a): *O miocenskim ježincima i koraljima sjeverne Bosne*. Geol. vjesnik X, Zagreb.

- Kochansky-Devidé, V. (1956b): *Eocenski ceritiji okolice Mečenčana kod Kostajnice*. Acta geologica JAZU. 1. p. 75-82. Zagreb.
- Kochansky-Devidé, V., Pavlovsky, M. & Sila, N. (1957): *Izveštaj o determinaciji makrofosila tercijarnih uzoraka sa šireg područja ugljenog bazena Kreka*. (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arhiva »Geoistraživanja«. Zagreb.
- Luković, M. (1929): *O marinskom oligocenu i donjem miocenu u okolini D. Tuzle*. Geol. anali Balk. pol. VIII/1. Beograd.
- Marić, L. (1957): *Rezultati makro- i mikroskopskog istraživanja uzoraka*. (Izveštaj, neobjavljeno). Geol. arhiva »Geoistraživanja«. Zagreb.
- Miletić, P. (1958): *Hidrogeološki odnosi u Tuzlanskom bazenu. (Sliv rijeke Jale)*. Rudarsko-metalurški zbornik, br. 4, 1958. Ljubljana.
- Miletić, P., Kranjec, V. (1957): *Geološko kartiranje i hidrogeološki odnosi u slivu rijeke Jale*. (Izveštaj). Geol. arhiva »Geoistraživanja«. Zagreb.
- Milojković M. (1929): *Stratigrafski pregled geoloških formacija u Bosni i Hercegovini*. Povrem. izd. Geol. zav. Sv. II. Sarajevo.
- Muldini, S. (1955): *Mikropaläontogische Untersuchungen im Jungtertiär des Beckens von Tuzla. (Nordbosnien)*. Verh. Geol. Bundesanst., Wien.
- Soklić, I. (1951-53): *Stratigrafija nastonosnog tercijara sjeverne Bosne*. Geol. vjesnik. Sv. V-VII. Zagreb.
- Soklić, I. (1953): *Rezultati istraživanja naftnih terena sjeverne Bosne*. Nafta IV. br. 11. Zagreb.
- Soklić, I. (1954): *Istraživanja nafte na geološkoj strukturi Ravna Trešnja kod Tuzle*. Nafta V. br. 9. Zagreb.
- Soklić, I. (1955): *Fauna moluska morskog sarmata sjeveroistočne Bosne i njen stratigrafski značaj*. Geol. Glasnik. 1, Sarajevo.
- Soklić, I. (1957): *Kenozoik Bosne i Hercegovine*. Referat na II. Kongresu geologa Jugoslavije. Sarajevo.
- Stevanović, P. (1951): *Donji pliocen Srbije i susjednih oblasti*. Poseb. izd. Srp. Akadem. Nauka. Geol. inst. Knj. 2. Beograd.
- Stevanović, P. (1953): *Faunističke prinove iz kongerijskih slojeva okoline D. Tuzle*. Geol. anali Balk. pob. XXI. Beograd.
- Tomić-Džodžo, R. (1955): *Paleontološki prikaz mikrofaune iz bušotine Tušanj III. Donja Tuzla*. Zbornik SAN. G. Sv. 4. Beograd.
- Živković, S. (1955): *Tekući pijesak lignitskog bazena Kreka i mogućnost njegovog odvodnjavanja i skrućivanja*. Rudarstvo i Metalurgija VI. br. 6, 7, 8 i 9. Beograd.

## Zusammenfassung

P. MILETIĆ und V. KRANJEC

ÜBER DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE IM EINZIEHGEBIET DES  
JALA-FLUSSES (BECKEN VON TUZLA)

Im Rahmen von Untersuchungsarbeiten, die der Entwässerung der Fließsande im Liegenden der vier Kohlenflöze in Kreka (Bosnien) vorangehen, wurde das Einziergebiet des Jala-Flusses auf einer topografischen Unterlage von 1 : 25.000 geologisch aufgenommen. Dadurch wurde eine eingehende Einsicht in den litologischen und tektonischen Aufbau einer grossen hydrogeologischen Einheit gewonnen. Es wurden einige neue Ergebnisse, bzw. Änderungen gegenüber der geologischen Karte 1 : 75.000 von Kätzer festgestellt. Von praktischer Bedeutung ist die Feststellung von salzführenden Schichten in der grossen Sinklinale Breške-Tesenac.

Die Einzelglieder des Miozäns sind in allmählichen Übergängen miteinander verbunden, und in der Sedimentation dieser Schichten besteht eine Kontinuität. Dieser Tatbestand ermöglichte die Parallelisation der tiefer liegenden Miozän-Schichten, da in den vom Torton älteren Schichten fast keine Leitfossilien vorkommen. Das Oli-

gozän ist auf einer verhältnismässig geringen Fläche entwickelt. Bei den Eozän-Schichten konnten zwei Horizonte unterschieden werden: ein oberer, dem Lutetien angehörend (vielleicht sogar etwas jünger), und ein unterer, der dem unteren Eozän des Küstengebiets entspricht.

Im unmittelbaren Liegenden der Kohlenflözgruppe von Kreka befinden sich Fliesande, die eine ständige Gefahr für den Abbau bilden. Zu ihrer Entwässerung ist ein System von Tiefbrunnen entworfen worden. Die Hauptaufgabe der geologischen Untersuchungen im Jalaflussgebiet bestand im Festlegen der in den kohlenführenden Schichten herrschenden hydrogeologischen Gesetzmässigkeiten. Besonders wichtig war die Klärung der hydrogeologischen Beziehungen zwischen den Kohlen- und Salzlagerstätten, die einen anomalen tektonischen Kontakt bilden. Es ist wichtig, hierbei darauf hinzuweisen, dass die Salzgewinnung durch Schöpfen von Salzwasser erfolgt.

Die kohlenführende Schichtgruppe ist durch eine Unterlage geschützt, die wechselagernde Tone, Sande und Mergel bilden. Diese Unterlage hat eine ununterbrochene Verbreitung, so dass sie mit Sicherheit jeden Wasserzufluss aus dem Liegenden absperrt. Im Gefüge der schwach gefalteten kohlenführenden Schichten sind keine bemerkenswerten Störungen festgestellt worden. Auch die Verwerfung zwischen der kohlen- und salzführenden Synklinale gestattet keinerlei Wasserbewegungen. Die Lage dieser Verwerfungen ist derartig, dass auch hier die Kohlschichten durch eine Unterlage von Tonen, Sanden und Mergeln geschützt sind, so dass keine Verbindung oder Mischung der Wasser aus der Kohlen- bzw. Salzlagerstätte möglich ist.

Die Ansichten über die hydrogeologischen Verhältnisse in der Salzlagerstätte von Donja Tuzla sind geteilt. Nach unseren Untersuchungen ist die Salzlagerstätte eine hydrogeologische Einheit mit selbstständiger Wasserzirkulation. Die Wasserzuflüsse sind an sekundär-poröse bröckelige Partien der Salzschiefer gebunden, deren Sammelflächen bei Dolovi zu beobachten sind, wo die Schichten als Folge antiklinaler Ausbiegung zur Oberfläche durchbrechen. Es ist möglich, dass ein Teil des Wassers auch aus dem Liegenden der Salzschiefer infiltriert wird, während im Salzkörper selbst das Wasser wahrscheinlich auch entlang tektonisch gebildeter Wege, als das kleinere Verwerfungen sind, zirkuliert.

Zagreb, 20. X. 1958.

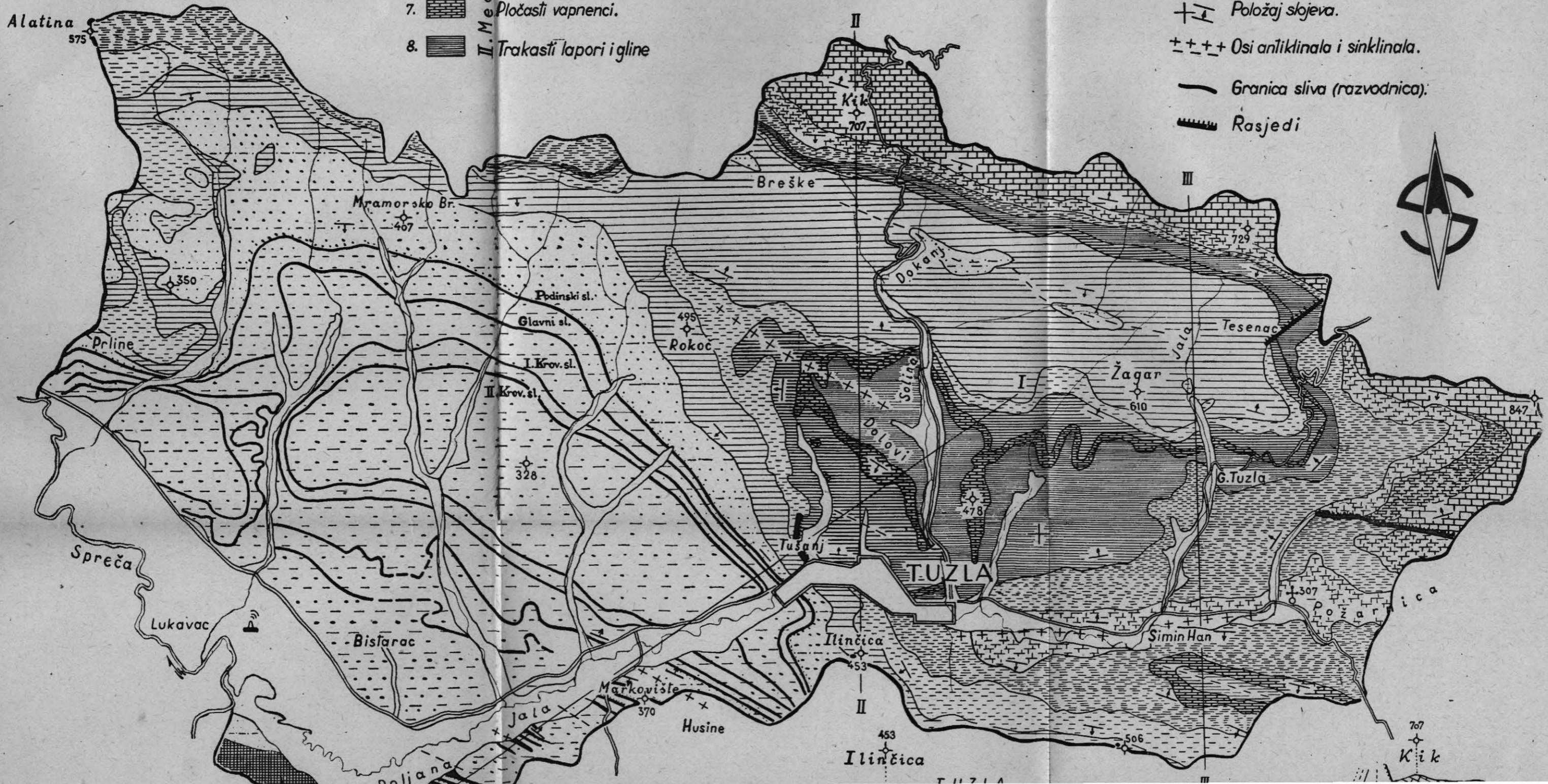
Geoistraživanja, Zagreb

# GEOLOŠKA KARTA SLIVA RIJEKE JALE

Snimili: B. Tribuson, P. Miletić i V. Kranjec. - Geostrazivanja - Zagreb.  
 Situacija četiriju ugljenih slojeva uzeta je uglavnom prema geološkoj karti mjerila 1:10.000, koju su izradili geolozi rudnika Kreke.

## LEGENDA

- |   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 1.  Kvarter: šljunci, pijesci i mulj (nanosi).        | 4.  Sarmat:<br>Konglomerati, pješčenjaci, lapori i vapnenci. | 9.  Šarene naslage: crvene i zelene gline, konglomerati, lapori i pješčenjaci. | 12.  Eocen: pješčenjaci, lapori, vapnenci i konglomerati (fliš). |
| 2.  Pannon, pont.: Lapori, gline i glinoviti pijesci. | 5.  Konglomerati, pješčenjaci i lapori.                      | 10.  Gline, lapori i slatkovodni vapnenci.                                     | 13.  Serpentin   |
| 3.  Pannon, pont.: Lapori, gline, pijesci i šljunci.  | 6.  Lapori, gline i rijetko pješčenjaci (šlir).              | 11.  Oligocen: konglomerati, pješčenjaci i škriljanci.                         | Linije izdanaka ugljenih slojeva.                                |
|   | 7.  Pločasti vapnenci.                                       |  | Položaj slojeva.   |
|   | 8.  II. Mediteran: Trakasti lapori i gline                   |  | Osi antiklinala i sinklinala.                                    |





3. Panon: Lapori, gline, pijesci i šljunci.

6. Mediter: Lapori, gline i rijetko pješčenjaci (šlir).

11. Oligocen: konglomerati, pješčenjaci i škriljanci.

Linije izdanaka ugljenih slojeva.

7. Pločasti vapnenci.

Položaj slojeva.

8. I. Trakasti lapori i gline

Osi antiklinala i sinklinala.

Granica sliva (razvodnica).

Rasjedi

