

Geol. vjesnik	28	345—355	1 sl. u tekstu, 1 tabla	Zagreb, 1975
---------------	----	---------	----------------------------	--------------

551.46:551.781(161.15/16.44/45)

STJEPAN BAHUN i FRANJO FRITZ

HIDROGEOLOSKE SPECIFICNOSTI JELAR-NASLAGA LIKE

Analizom rezultata raznovrsnih istraživanja područja akumulacije Kruščice u Lici, ustanovljeno je da dijelove terena izgrađene od Jelar-naslaga treba lučiti kao manje vodopropusnu cjelinu od ostalih krških oblasti izgrađenih od naslaga jure i krede.

1. UVOD

Interes za energetska iskorištavanje voda Like bio je povod da se s geološkog gledišta zaleđu Velebita posveti nešto veća pažnja nego ostalim područjima Like. Aktualizacijom pitanja izgradnje HE Senj, s velikom akumulacijom u području Kruščice i s visokom branom na mjestu Sklope, intenzivirala su se pred kojih 15–20 godina raznorodna istraživanja, počevši od sasvim geoloških, inženjerskogeoloških i hidrogeoloških do geofizičkih, geomehaničkih istražnih bušenja, speleologije i sl. Sve to rezultiralo je novim spoznajama o postojećoj krškoj problematici, ali je otvorilo i neka nova pitanja koja se prije toga nisu niti nazirala. Nakon što je izgradnja prve faze HE Senj uspješno privedena kraju, mogu se dobiveni rezultati istraživanja sada mirnije i trezvenije analizirati i sumirati. Već tokom istraživanja, a posebno nakon korelacije rezultata različitih istraživanja, između ostalog došla je do izražaja pojava da karbonatne naslage u kojima se nalaze akumulacija Kruščica i svi ostali prateći objekti sve do strojarnice u Velikoj Grabovi, iako znatno okršene površinski i u podzemlju, nemaju identične hidrogeološke karakteristike niti istu hidrogeološku funkciju. Tako je ustanovljeno da područja izgrađena od Jelar-naslaga (vapnenački klasiti tercijara, Promina-naslage) imaju neke osobitosti po kojima bi ih trebalo izdvojiti od ostalih terena, što je posebno došlo do izražaja u području počam od Gackog polja, preko Lipovog polja, uzvodno Likom do završetka akumulacije Kruščica. Naša je namjera da opišemo te karakteristike i objasnimo posljedice koje su zbog toga evidentne (Tabla I).

2. KRATAK PRIKAZ DOSADAŠNJEG POZNAVANJA JELAR-NASLAGA

Prvi podaci o postojanju vapnenačkih klastita u Lici mlađih od krede potječu od Poljaka (1929). Tom prilikom, pa i kasnije (1938), isto kao i Koch (1933), Poljak smatra da se radi o oligocenskim Promina-naslagama, izgrađenim od konglomerata koji su im glavni sastojak, a korelirane su sa sličnim naslagama u primorju koje bi, prema njemu, imale vezu s prominskim naslagama u Dalmaciji. Identične naslage opisao je Poljak (1957) u Hrvatskom Primorju, razlikujući »šarene breče« i »laporovite vapnene breče«, vežući ih postankom uz Promina-naslage klasičnog lokaliteta. Crnolatic & Milan (1959) utvrdili su da prominske naslage u Lici zauzimaju daleko veće rasprostranjene nego što se smatralo i da u njihov sastav osim konglomerata i lapora ulaze i dvije vrste vapnenačkih breča: šarene breče s ulomcima sedimenata različite starosti i veličine, i one s ulomcima približno iste starosti i veličine. Isti su autori predvidjeli da svakako jedan dio dotad »donjokrednih breča« pripada prominskim brečama. Dalji su radovi to i potvrdili, štoviše, konglomeratima, laporima i brečama pridodan je još jedan litološki član – vapnenci (Bahun, 1962), koji se kao i ostali članovi međusobno vertikalno i horizontalno izmjenjuju. Daljnji korak bio je odvajanje ovih naslaga i odgovarajućih naslaga u Hrvatskom Primorju od klasičnih Promina-naslaga Dalmacije pod novim imenom Jelar-naslage (Bahun, 1963). Istraživanja provedena u okviru snimanja Osnovne geološke karte SFRJ pokazala su da Jelar-naslage imaju veliko prostiranje, pa je veći dio nekadašnjih »donjokrednih«, pa i »gornjokrednih« breča, tretiran kao Jelar-naslage ili vapnenački klastiti tercijara, odnosno vapnenački klastiti mlađeg paleogena.

Kao što je vidljivo, ove se sedimente nazvalo različitim nazivima: Promina-naslage (Poljak 1929, Koch 1933, Poljak 1938, Crnolatic & Milan 1959, Bahun 1962), vapnenački klastiti tercijara i vapnenački klastiti mlađeg paleogena (u različitim listovima Osnovne geološke karte) i Jelar-naslage (Bahun 1963). Budući da naziv Promina-naslage, odnosno prominske naslage, sugerira tipični razvoj na planini Promini (Zupanić 1969) koji nema niti litološke niti faunističke bliže sličnosti s naslagama Like, a da »vapnenački klastiti tercijara« odnosno »vapnenački klastiti mlađeg paleogena« obuhvaćaju veliki raspon sedimenata, mišljenja smo da do daljnje naziv Jelar-naslage najtočnije određuje listostratigrafske osobine ovih naslaga, jer ih izdvaja od ostalih a nema pretenzija na vremensku ili prostornu vezu s drugim sedimentima ili područjima.

Litološki sastav Jelar-naslaga, na osnovi podataka već ranije spomenutih autora i na osnovi rezultata dobivenih prilikom izrade Osnovne geološke karte, Sokač (1973), je opisao detaljno što bi u skraćenoj formi glasilo ovako: pretežni sastojak Jelar-naslaga su vapnenačke breče

s nesortiranim fragmentima jurskih, krednih i paleogenskih sedimentata. Fragmenti su angularni i subangularni veličine od nekoliko milimetara do preko 1 metra, a povezani su mikrokristalastim do sitnozrnatim često rekristaliziranim cementom, ponegdje s glinovito-limonitnim primjesama. Nepravilno, vertikalno i lateralno s brečama se izmjenjuju: konglomerati (u manjoj mjeri), zatim kalkarenti i dosta često manje leće glineno-laporovitog materijala koji se najčešće pojavljuje kao vezivo breča. Zbog nedostatka teksturnih elemenata nemoguće je utvrditi bilo kakvu superpoziciju u pojavljivanju spomenutih litoloških članova.

O stratigrafskoj pripadnosti i o vremenu postanka Jelar-naslaga ne može se sa sigurnošću govoriti, jer neposrednih paleontoloških dokumenata nema. Prema Poljaku (1938), to su »oligocenske promina naslage«. Polšak (1957) identične sedimente u Hrvatskom Primorju označava gornjoeocenskim, Herak (1971) piše o njima kao o molasnim sedimentima, a Sokač (1973) drži da one predstavljaju najmlađi član molasne sedimentacije tipičnih Promina-naslaga. Ostali autori koji su se ovim naslagama bavili, nisu o starosti ništa određeniije govorili, osim što Bahun (1974) veže njihov postanak uz intenzivnu tektoniku reversnog i navlačnog karaktera tokom posteocenskih orogenetskih pokreta.

U uskoj vezi s načinom postanka je i pojava da su ove naslage prema podini u izrazito diskondantnom odnosu, ali dosad nisu ustanovljena mjesta sigurnog transgresivnog odnosa (Bahun 1974, Fritz & Pavičić 1975). Debljinom variraju na malim razmacima od 0 do preko 300 m, bilo zbog znatnih morfoloških razlika u podini na kojoj leže, bilo zbog diferencijalnog spuštanja blokova duž normalnih ili vertikalnih rasjeda.

U Jelar-naslagama nedostaju osnovni teksturni elementi, kao i mogućnost bilo kakve određenije litostratigrafske, a pogotovo stratigrafske, diferencijacije, pa se u njima ne može rekonstruirati tektonika bora. Znatno su, međutim, poremećene rasjedima, pretežno vertikalnim i normalnim. To čitavom kompleksu daje karakteristike blok-tektonike, što su u detaljima opisali Bahun & Fritz (1964) i Fritz & Pavičić (1975), iako su prethodno prošle i kroz fazu značajnih tangencijalnih poremećaja (Bahun, 1974).

Površinska morfologija ovih oblasti obiluje svim osobitostima krškog reljefa. Skrape, ponikve, zavale, jame, kanjoni i dr., razvijeni u detaljima i po broju najekstremnije, zarasli u gustu vegetaciju i nisku šumu, daju ovim terenima izgled divljine i nekad potpune neprohodnosti, što sve zajedno i u morfološkom pogledu odvaja područja izgrađena od Jelar-naslaga od okolnih krških terena. Ove su specifičnosti nastale bez sumnje kao posljedice erozivnih i korozivnih procesa u litološki i geomehanički nehomogenim naslagama. Breče s laporovitim vezivom, laporovite i glinovite leće koje ove naslage primarno sadrže, kao i primarne šupljine zbog molasnog tipa sedimentacije, zatim njihovo sekun-

darno (tektonsko) dovođenje u najrazličitije položaje rasjedima, omogućilo je da erozijom budu isprani nekompaktni i trošenju podložniji dijelovi, da bi se na taj način stvorili otvori, udubine i šupljine najrazličitijih oblika i dimenzija, kako na površini (Bahun & Fritz, 1964), tako i u podzemlju (Božičević, 1965).

3. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

U hidrogeološkom pogledu Jelar-naslage u cjelini pokazuju drugačije hidrogeološke karakteristike od karbonatnih naslaga koje izgrađuju okolne terene, prije svega zbog prisutnosti breča s laporovitim vezivom i leća lapora. Tome treba dodati i činjenicu da su nakon disolucije spomenutih komponenata zaostale veće količine glinovitog materijala koji je, došavši s površine i plićih dijelova, naknadno začepio pukotine i veće šupljine u podzemlju. Neravnomjeran raspored laporovitih sedimenata unutar Jelar-naslaga doveo je na površini dakle do dva sasvim suprotna hidrogeološka efekta: s jedne strane do neobično dobro razvijenih i površinskih i podzemnih krških fenomena, a s druge strane do formiranja u cjelini relativno slabo vodopropusne sredine. Otuda i pojava da na relativno ograničenom prostoru postoje dva površinska toka vrlo bogata vodama. To su rijeke Lika i Gacka. Rijeka Lika na jugoistoku ulazi u Jelar-naslage, usijecajući u njima kanjon mjestimično dubok i do 100 m, teče kroz njih bez gubitka vode iz korita, da bi u Lipovom polju, približivši se jurskim sedimentima, nestala u ponorima. Gacka izvire na jugoistočnom kraju istoimenog polja iz Jelar-naslaga, hraneći se vodama kredne sinklinale sa jugoistoka (Bahun, 1968, Božičević 1973) i teče preko polja nastalog u Jelar-naslagama. Kod Otočca se grana u dva kraka, od kojih južni krak, ušavši u jurske naslage u Švici, ponire. Iako se pojava da obje rijeke teku poljima može tumačiti i začepjenošću dna polja nepropusnim kvartarnim (ili starijim) sedimentima, a njihovo poniranje istanjenjem tih sedimenata na završecima polja, ipak ostaje nedvojbenim da specifična hidrogeološka uloga Jelar-naslaga dolazi do izražaja u ovim činjenicama:

a) Svojim tokom kroz Jelar-naslage do Lipovog polja, rijeka Lika ima u vrijeme niskih i normalnih vodostaja piezometarske nivoe više u bokovima doline od nivoa vode u koritu (Pavlin 1970, Bahun 1973), što potvrđuju brojni stalni izvori na obali rijeke. Iznimku tome čini tok Like kroz zapadni dio Lipovog polja, središnji dio potoka Bakovca i donji tok Gacke, gdje su za vrijeme niskih vodostaja podzemne vode niže od nivoa vode u koritima tokova. Vjerojatno je da su još u nedavnoj geološkoj prošlosti hidrogeološki uvjeti i ovdje bili identični onima prije opisanim, tj. da su nivoi podzemnih voda bili iznad kote korita i kod malih voda. Do snižavanja nivoa podzemnih voda u tom dijelu došlo je procesom ispiranja laporovitih materijala iz Jelar-naslaga pod

utjecajem naglog pada nivoa podzemnih voda u zoni glavnih ponora Like i Gacke, koji se nalaze u jurskim naslagama. Na taj su način Jelar-naslage u rubnim dijelovima postupno postajale sve vodopropusnije, a područje slabije propusnosti sve se više sužavalo, koji proces se nastavlja i danas.

b) Glavni izvori rijeke Gacke nalaze se gotovo na rasjednom kontaktu između vapnenačke kredne sinklinale u jugoistočnom krilu i spuštenog bloka Jelar-naslaga u sjeverozapadnom krilu, tako da su Jelar-naslage dovedene u funkciju hidrogeološke barijere, preko koje se prelijevaju podzemne vode koje dotječu sa jugoistoka.

c) Uprkos već prije spomenutoj pozitivnoj hidrogeološkoj funkciji glinovitih kvartarnih sedimenata u poljima, mora se istaknuti, da se nestajanje obiju rijeka kroz ponor u podzemlje podudara s istanjivanjem i prestankom Jelar-naslaga na površini. Kakvu ulogu pri tome igraju neogenski glinoviti lapori, ustanovljeni nedavno sjeverno od Kossinja (Fritz & Pavičić, 1975), teško je u ovom času reći, jer nije poznato njihovo prvotno prostiranje. Svakako su i oni imali utjecaja na razvoj površinske i podzemne hidrografije u smislu smanjenja vodopropusnosti. Ako su, međutim, bili razvijeni samo mjestimično i u malom opsegu, nemaju većeg značenja, a ako su prekrivali veća područja, tada su morali ležati i na sedimentima jure i krede. Pojave smanjenja vodopropusnosti u tim sedimentima, međutim, nisu primjećene, pa ostaje činjenica da se Jelar-naslage i bez prisutnosti neogenskih glinovitih lapora odlikuju smanjenom vodopropusnošću.

Sve dosad opisane pojave osnivaju se na površinskim opažanjima, i sve one, a posebno one izdvojene pod a), b), i c), upućuju na to da se Jelar-naslage u hidrogeološkom pogledu moraju tretirati različito od ostalih karbonatnih stijena koje izgrađuju naša krška područja. Da bi se ovo mišljenje još bolje dokumentiralo, izvršene su detaljnije analize dosad izvedenih specijalističkih istražnih radova: determinacija jezgri bušotina, ispitivanje vodopropustljivosti stijena pod pritiskom i opažanje nivoa podzemnih voda.

Analiza rezultata bušenja

Najveći broj istražnih bušotina u Jelar-naslagama izbušen je u blizini 1120 m duge injekcione zavjese i u području pregradnog mjesta Sklope na akumulaciji »Kruščica«. Analizom podatka iz 66 bušotina, ukupne dužine 8562 m, utvrđeno je da su u sastavu Jelar-naslaga vapnenačke breče s laporovitim vezivom i lapori s ulomcima vapnenaca zastupljeni sa 7,13%. Ovi sedimenti nabušeni su u bušotinama redovito u više navrata, ali im je debljina obično nekoliko metara, a samo iznimno oko 10 m. One su od površine prema većim dubinama podjednako raspoređene, s tim da ih je ipak najmanje nabušeno u gornjih 50 m, što je posljedica njihovog lakšeg trošenja i ispiranja vodom u pripovršinskom dijelu terena.

U istim je bušotinama nađeno 3,97% šupljina, od kojih je 41,82% ispunjeno glinom ili crvenicom. Jedino u užem području kanjona Like u nekoliko je šupljina registriran pijesak i valutice kremena, što dokazuje da je tim područjem vršena podzemna odvodnja nekad prirodno ujezerene vode u uzvodnom proširenju doline u kojem je smještena i današnja akumulacija Kruščica. Šupljine nisu podjednako raspoređene u čitavom području bušenja. U 16 relativno plićih bušotina, izbušenih za potrebe temeljenja brane i pratećih objekata uz branu, ukupne dužine 817 m, utvrđeno je 10,42% šupljina, od kojih je 43,1% ispunjeno crvenicom i glinom. Potrebno je naglasiti da ove bušotine nisu prolazile kroz otkrivene speleološke objekte (Božičević 1965).

U području u blizini injekcione zavjese dalje od pregradnog mjesta, šupljina je manje. Ovdje su bušotine duboke uglavnom oko 150 m. U 44 njih, u prvih 50 m nabušeno je 1,79% šupljina, od kojih je 36,3% ispunjeno glinom ili crvenicom. U dubinama između 50 i 100 metara (kod analiziranih 40 bušotina) utvrđeno je 5,54% šupljina, od kojih je 47,1% ispunjeno glinom ili crvenicom, a u dubinama između 100 i 150 m (kod 36 bušotina) 3,52% šupljina, od kojih je 36,4% ispunjeno glinom ili crvenicom.

Kod najvećeg broja bušotina dobiveno je 65–80% jezgre. Statistički su obrađene samo šupljine koje su utvrđene prilikom propadanja bušaćeg pribora i determinacijom jezgre, pa su sve navedene veličine minimalne. Ipak smatramo da su to i realni podaci, jer se u ovom području prilikom bušenja posebna pažnja posvećivala registriranju šupljina. Ovime nisu obuhvaćene pukotine uže od 1–2 cm, koje su međutim obrađene u istražnim galerijama na pregradnom profilu brane Sklope (Bahun & Fritz, 1964).

Relativno velik broj bušotina izbušen je u širem području akumulacije Kruščica, kao i nizvodno (Bakovac-Kosinj). Ta su bušenja izvršena uglavnom u svrhu opažanja podzemnih voda, pa su bušotine namjerno postavljene u izlomljenim stijenama, pretežno u dnu ponikava. Budući da su ove bušotine izvedene prije nego što su bila poznata sva pitanja na koja bi one trebale odgovoriti (pripadnost kredi ili tercijaru, količina podzemnih šupljina, prisutnost laporovite komponente, itd.), nisu niti obrađivane na odgovarajući način pa je stoga izvan užeg područja Sklope za ovu priliku izdvojeno unutar Jelar-naslaga samo 14 bušotina, ukupne dužine 1 510 m u svrhu izračunavanja zastupljenosti šupljina u stijeni. U spomenutih 14 bušotina nabušeno je 2,52% šupljina, od kojih je 73,8% ispunjeno glinom ili crvenicom. U gornjih 50 m, na ukupno 700 m bušenja, nabušeno je 1,96% šupljina, od kojih je 63% ispunjenih. Između 50 i 100 m, na ukupno 520 m, nabušeno je 2,83% šupljina (89,8% ispunjenih), a između 100 i 150 m, na ukupno 290 m bušenja, nabušeno je 3,52% šupljina (61,4% ispunjenih). Svega su 2 bušotine bu-

šene dublje od 150 m (na ukupno 150 m bušenja nisu registrirane šupljine), ali taj podatak nismo uzeli u obzir kod zbirnog računa zastupljenosti šupljina.

Po istom kriteriju (u jače izlomljenoj stijeni ili u ponikvama) locirane su bušotine i unutar krednih naslaga. Radi usporedbe podataka navest ćemo i zastupljenost šupljina u njima. U 25 bušotina, ukupne dužine 2 512 m, nabušeno je 5,02% šupljina, od kojih je 64% ispunjeno glinom ili crvenicom. S obzirom na dubinu od površine terena, zastupljenost šupljina je slijedeća: U gornjih 50 m, na ukupno 1 250 m bušenja, nabušeno je 4,1% šupljina, od kojih je 75,6% ispunjenih. Između 50 i 100 m, na ukupno 1 018 m bušenja, nabušeno je 5,91% šupljina (57,5% ispunjenih), a između 100 i 150 m nabušeno je, na ukupno 244 m, 6,56% šupljina (45,7% ispunjenih).

Iz svega možemo zaključiti da su podzemne šupljine u Jelar - naslagama unatoč prisutnosti većih speleoloških objekata (Božičević, 1965), ukupno manje zastupljene nego u naslagama krede, kako je to i prikazano u sl. 1.

Nagib vodnog lica

Na osnovi raspoloživih opažanja nivoa podzemnih voda u bušotinama izračunat je nagib vodnog lica (hidraulički gradijent), i to samo između bušotina, odnosno između bušotina i izvora približno okomitih na smjer toka Like, koji je lokalna eroziona baza za podzemne vode ovog područja.

Unutar Jelar-naslaga, zbog već navedenih teškoća pri odabiranju bušotina, izdvojili smo samo 11 takvih parova. Udaljenost između bušotina, odnosno bušotine i izvora, varira između par stotina metara do malo preko 1 000 m. Za računanje nagiba vodnog lica korišteni su samo podaci nivoa podzemne vode mjereni istog dana. Na osnovi tih podataka, prosječni nagib vodnog lica unutar Jelar-naslaga je kod velikih voda 65%, a kod malih voda 43% prema toku Like. Radi što vjernijeg srednjeg prosjeka, kod računa su izuzeti najmanji i najveći nagib.

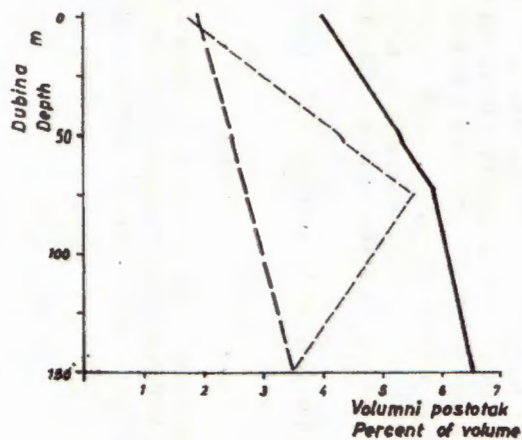
Analogni podaci za 12 parova bušotina unutar krednih naslaga, na desnoj strani rijeke Like nizvodno od akumulacije Kruščica, pokazuju prosječni srednji nagib vodnog lica kod velikih voda 25%, a kod malih voda 22%.

Ovi rezultati su još jedna potvrda relativno slabije propusnosti Jelar-naslaga.

Vodopropusnost naslaga

Ispitivanja vodopropusnosti pod pritiskom u bušotinama analizirali smo samo pregledno. Ispitivanja su vršena u etažama od po 5 m pod pritiskom od 10 atmosfera (u pojedinim jako propusnim etažama taj se pritisak nije mogao postići).

ODNOS ŠUPLJINA I STIJENE
RATIO OPEN AND FILLED INTER-
STICES - ROCK

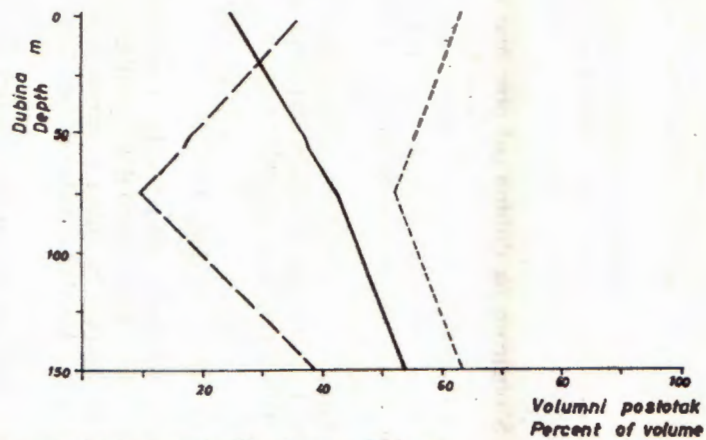


LEGENDA:

LEGEND:



ODNOS OTVORENIH I SVIH ŠUPLJINA
RATIO OPEN INTERSTICES - ALL INTERSTICES



Jelar naslage u području brane Sklope

Jelar deposits within Sklope dam area

Jelar naslage izvan područja brane Sklope

Jelar deposits outside of Sklope dam area

Naslage krede

Cretaceous rocks

Sl. — Text-fig. 1

Unutar Jelar-naslaga usporedili smo podatke ispitivanja 44 bušotina. U jače propusnim etažama utvrđena je propusnost između 15 i 30 l/min/m'/10 atm., samo ponegdje veća. Iznimka je uže područje pregradnog mjesta Sklope, gdje su gubici bili 60 do 100, pa i više l/min/m'/10 atm., a često se taj pritisak i nije postigao, što je s obzirom na dosada iznijete podatke za to područje i razumljivo (najveća zastupljenost šupljina i prisutnost pijeska i kremenih valutica u njima i dr.). Od 44 bušotina, kod 14 je vodopropusnost podjednako raspoređena po cijeloj dubini; kod daljnjih 14 veća je propusnost u gornjoj polovini bušotine; kod 10 bušotina utvrđena je samo lokalna propusnost u raznim dubinama; dvije bušotine su više propusne u donjoj dionici, a u 4 bušotine nabušena je nepropusna ili samo malo propusna stijena (do 2 lit/min/m'/10 atm.).

Unutar krednih naslaga usporedili smo 22 bušotine koje su izbušene na desnoj strani rijeke Like nizvodno od akumulacije Kruščica. U jače propusnim etažama propusnost je veća nego u bušotinama unutar Jelar-naslaga, kreće se između 30 i 50, iznimno i do 60 lit/min/m'/10 atm. Najveća je propusnost u gornjoj polovini kod 12 bušotina, po cijeloj dubini propusne su 4 bušotine, dvije bušotine su više propusne u dubljim dijelovima, jedna je propusna samo lokalno, a 3 su izbušene u praktički nepropusnoj stijeni. Prema tome i podaci ispitivanja vodopropusnosti pokazuju slabiju propusnost Jelar-naslaga.

4. ZAKLJUČAK

Jelar-naslage Like opisivane su dosad u nekoliko navrata, pri čemu su često disektirane njihove specifičnosti: litološki sastav, odnos prema podini, način i vrijeme postanka, rasprostranjenost, površinska i podzemna morfologija i dr. Ovom je prilikom izvršena analiza njihovih hidrogeoloških osobina, koja je pokazala da ih treba tretirati različito od ostalih krških područja. Nabrojiti ćemo samo neke hidrogeološke specifičnosti:

— vrlo značajnu pozitivnu hidrogeološku ulogu u ovim sedimentima imaju leće laporovitih breča i lapora koje se bočno i vertikalno nepravilno izmjenjuju s vapnenačkim klastitima i vapnencima;

— rijeka Gacka izvire na rasjednom kontaktu propusnih krednih naslaga i Jelar-naslaga, pri čemu potonje imaju ulogu barijere preko koje se prelijevaju izvorske vode;

— rijeke Lika i Gacka teku kroz Jelar-naslage, a počinju ponirati tek u zoni njihovog istanjenja, da bi definitivno nestale u podzemlju ušavši u naslage jure;

— rezultati statističke obrade bušenjem otkrivenih šupljina u podzemlju pokazuju da je šupljina manje u Jelar-naslagama nego u naslagama krede;

— nagib vodnog lica prema koritu rijeke Like iznosi u Jelar-naslaga-
ma 65‰ (velike vode) i 43‰ (male vode), a u naslagama krede 25‰ (ve-
like vode) i 22‰ (male vode);

— ispitivanje vodopropusnosti u bušotinama pod pritiskom dalo je
rezultate prema kojima je vodopropustljivost Jelar-naslaga za oko 50%
manja od vodopropustljivosti naslaga krede.

Na osnovi svega navedenog može se zaključiti da Jelar-naslage u Lici
predstavljaju sredinu smanjene vodopropusnosti u odnosu na karbonat-
ne stijene jure i krede koje ih okružuju i na kojima leže, pa se taj
zaključak može primijeniti u ocjeni različitih ličkih terena izgrađenih
od tih naslaga.

Primljeno 30. 3. 1975.

*Geološko-paleontološki zavod,
Prirodoslovno-matem. fakultet,
41000 Zagreb, Soc. revolucije 8
Institut za geološka istraživanja
41000 Zagreb, Sachsova 2*

LITERATURA

- Bahun, S. (1962): Vapnerci Promina-naslaga u području Kruščice u Lici.
— Geol. vjesnik, 15/1, 101-106, Zagreb.
- Bahun, S. (1963): Geološki odnosi okolice Donjeg Pazarišta (Trijas i ter-
cijarne Jelar-naslage). — Geol. vjesnik, 16, 161-170, Zagreb.
- Bahun, S. (1968): Izvor Gacke. — »Vodič ekskurzije kroz Dinaride« III Sim-
pozij dinarske asocijacije, str. 11, Zagreb.
- Bahun, S. (1969): On the formation of karst dolinas. — Geol. vjesnik, 22,
25-32, Zagreb.
- Bahun, S. (1970): Geološka osnova krške zavale Ogulin — Plaški. — Krš Ju-
gosl., Jugosl. akad., 7/1, 1-20, Zagreb.
- Bahun, S. (1973): Odnos krškog procesa i fluvijalne erozije u području
Like. — Krš Jugosl., Jugosl. akad., 8/5, 91-100, Zagreb.
- Bahun, S. (1974): Tektogeneza Velebita i postanak Jelar-naslaga. — Geol.
vjesnik, 27, 35-51, Zagreb.
- Bahun, S. & Fritz, F. (1964): Inženjerskogeološka istraživanja u pod-
ručju pregradnog mjesta brane Sklope u Lici. — Geol. vjesnik, 17, 3-18,
Zagreb.
- Božičević, S. (1965): Poljakova pećina. — Geol. vjesnik, 18/1 141-157, Za-
greb.
- Božičević, S. (1973): Rijeka Gacka. Magistarski rad. Geološko-paleonto-
loški zavod PMF-a, Zagreb.
- Crnolatac, I. & Milan, A. (1959): Prilog poznavanju prominskih na-
slaga Like. — Geol. vjesnik, 12, 49-52, Zagreb.
- »Elektroprojekt« (1960): Hidroelektrana »Sklope« Injekciona zavjesa
za otješnjenje akumulacionog bazena Kruščica. Glavni projekt. Knjiga
III, Zagreb.
- »Elektroprojekt« (1971): HE Senj. Akumulacioni bazen Kruščica. Is-
pitivanje vododrživosti i interpretacija. Knjiga II. Zagreb.

- Fritz, & Pavičić, A. (1975): Tektonski odnosi u području razvoja krednih i Jelar naslaga kod Kosiinja u Lici. - Geol. vjesnik, 28, Zagreb.
- Herak, M. (1971): Neke specifičnosti Dinarskog Krša. - Simpozij o zaštiti prirode u našem kršu. Jugosl. akad. 25-34, Zagreb.
- Koch, F. (1933): Tumač za geološku kartu Senj-Otočac. Beograd.
- Pavičić, A. (1974): Geološke osnove Velebitske razvodnice. Magistarski rad. Geološko-paleontološki zavod PMF-a, Zagreb.
- Pavlin, B. (1970): Kruščica storage basin in the cavernous karst area. Commission Internationale des Grands Barrages. Dixième Congres des Grands Barrages, Montreal.
- Polšak, A. (1957): Nova nalazišta prominskih klastičnih sedimenata u Hrvatskom Primorju. - Geol. vjesnik, 10, 91-103, Zagreb.
- Poljak, J. (1929): Nov prilog poznavanju geologije Velebita i Like. - Glasnik Hrv. prirodoslov. društva, 32/1, 41, Zagreb.
- Poljak, J. (1938): Promina-naslage Velebita i Like. - Vesn. geol. inst., 6, 25-33, Beograd.
- Sokač, B. (1973): Geologija Velebita. Dokt. disert., PMF, Zagreb.
- Sokač, B.; Nikler, L.; Velić, I. & Mamužić, P. (1967): Osnovna geološka karta SFRJ list Gospić M 1:100.000. - Fond struč. dokum. Institut za geol. istraživanja, Zagreb.
- Velić, I.; Bahun, S.; Sokač, B. & Galović, I. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ list Otočac M 1:100.000. - Savezni geološki zavod, Beograd.
- Zupanič, J. (1969): Promina naslage planine Promine. - Geol. vjesnik, 22, 477-498, Zagreb.

S. BAHUN AND F. FRITZ

HYDROGEOLOGICAL PROPERTIES OF JELAR DEPOSITS, LIKA (CROATIA)

Jelar deposits, Paleogene in age, consist of calcareous breccias and conglomerates with some clayey or marly lenses. They overlie Mesozoic carbonate complexes, being one of the Dinaric karst. Despite the very pronounced karst morphology, the hydrogeological properties are characterized by a lower permeability in comparison with other carbonate rocks. This is visible from the following facts:

- The river Gacka has its spring at a fault where Cretaceous rocks came into a contact with Jelar deposits and the later behave as a hydrogeological barrier over which the spring water flows.

- The rivers Lika and Gacka flow, on the surface, on the Jelar deposits and begin to lose their water into the ground just where these deposits start thinning and the streams get dry when they enter the areas composed of Jurassic rocks.

- A statistical analysis of interstices in the samples of rocks recovered from boreholes show their smaller frequency in the Jelar deposits than in the Cretaceous rocks.

- The hydraulic gradient of the water table is steeper in the Jelar deposits than in the Cretaceous rocks: 65‰ and 25‰ during high levels, and 43‰ and 22‰ during low levels, respectively.

- Permeability tests, performed by injecting water under pressure into the boreholes, showed 50 % lower permeabilities in the Jelar deposits than in the Cretaceous.

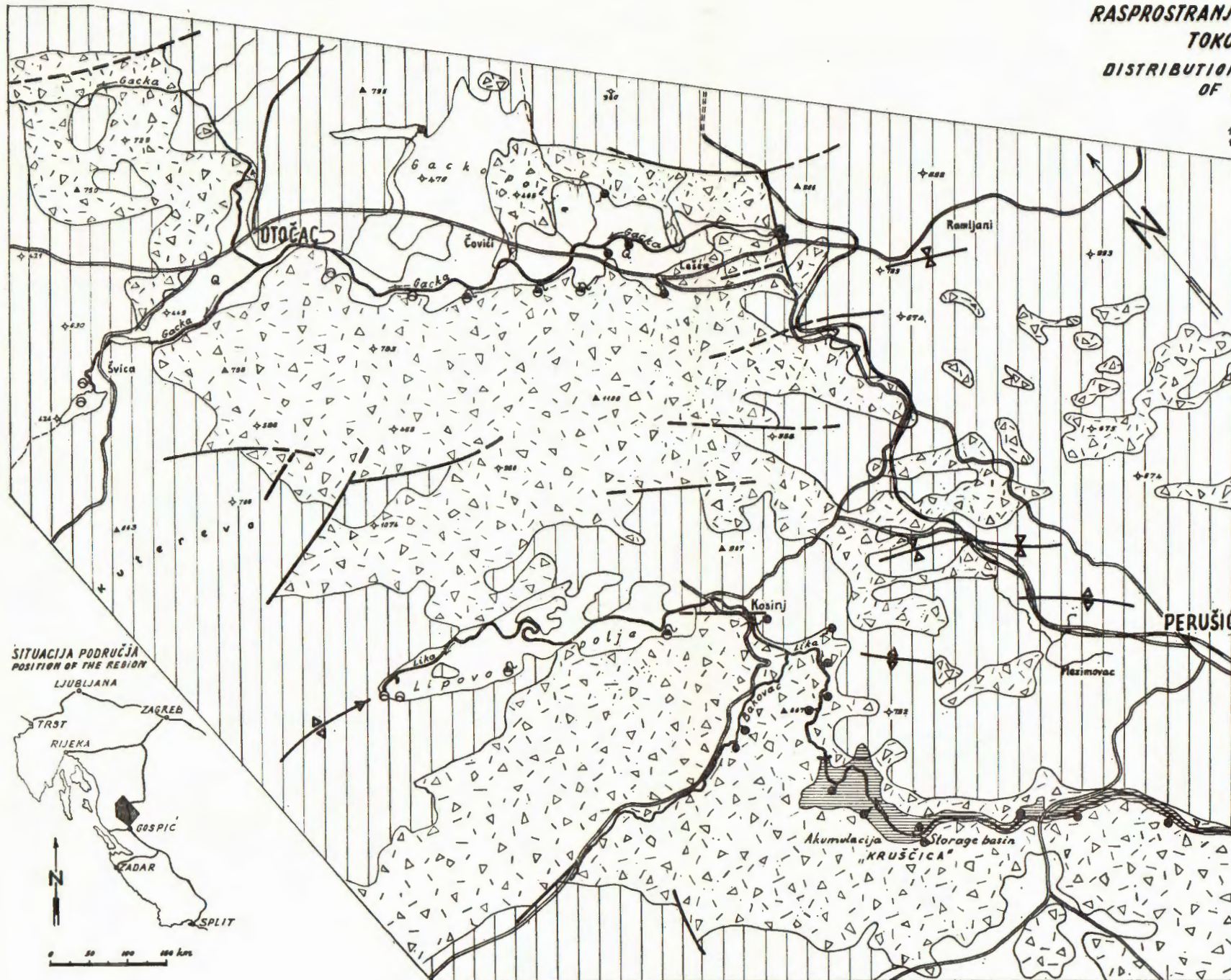
Consequently, it may be concluded that the Jelar deposits, in Lika, have lower permeability than the surrounding and underlying Jurassic and Cretaceous rocks. This fact may be applicable in considering the water tightness in the different areas of the Dinaric karst, where the Jelar deposits are to be found.

Received 30 March 1975


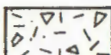

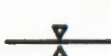

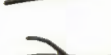




*Department of Geology and Paleontology
Faculty of Science, University of
Zagreb, Socijalističke revolucije 8, 41000 Zagreb,*

*Institute of Geology
Sachssova 2 41000 Zagreb*

**RASPROSTRANJENOST JELAR-NASLAGA U PODRUČJU
TOKOVA LIKE I GACKE
DISTRIBUTION OF JELAR-DEPOSITS IN THE REGION
OF LIKA AND GACKA RIVERS**



Legenda:
Legend

-  Kvarterni sedimenti
Quaternary deposits
-  Jelar naslage
Jelar deposits
-  Karbonatne naslage krede i jure
Cretaceous and Jurassic carbonate rocks
-  Sinklinala
Syncline
-  Antiklinala
Anticline
-  Rasjed
Fault
-  Površinski tok
Stream
-  Značajniji stalni izvor
Major permanent springs
-  Estavela
Estavelle
-  Ponor
Ponor (Swallow hole)

Geološka osnova prema:
Geological basis according to:
VELIĆ, BAHUN, SOKAČ & GALOVIĆ (1975)
SOKAČ, NIKLER, VELIĆ & MAMUŽIĆ (1967)