

*Kolegi Ing. F. Valčić u
znanj. radu
autor*

STJEPAN BAHUN I FRANJO FRITZ

INŽENJERSKOGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U PODRUČJU PREGRADNOG MJESTA BRANE SKLOPE U LICU

S 2 table u prilogu i 2 slike u tekstu

U području pregradnog mjesta na kojem je predviđena izgradnja lučne brane visine 80 m u sklopu energetskeg sistema HE Senj, izvršena su detaljna inženjersko-geološka istraživanja.

UVOD

Geološka istraživanja koja stoje u užoj vezi s budućim hidroenergetskim sistemom HE Senj, počela su već prije nekoliko godina a obuhvatala su veliki dio Like počevši od predviđene akumulacije na Kruščici kod Kosinja, pa preko Lipovog, Gackog i Gusić polja, te preko Senjskog bila sve do mora kod Senja i Jurjeva. Napredovanjem radova pokazalo se potrebnim da se neposredna okolina buduće brane detaljno snimi, što je i učinjeno u zimskim mjesecima god. 1962.

Kroz cijelo vrijeme rada, kako terenskog tako i kabinetskog, usko smo surađivali s inž. M. Mrvošem, inž. B. Kujundžićem te inž. S. Manestrom, pa im se ovom prilikom zahvaljujemo na pomoći i savjetima koje su nam pružili.

Ovaj rad obuhvaća istraživanja koja su završena u maju 1962., pa će se konačni rezultati istražnih radova sigurno razlikovati od ovdje iznesenih predviđanja. Naš cilj je međutim da ukratko prikažemo sve ono što u početnom dijelu detaljnih istražnih radova geolog može svojim opažanjima pridonijeti prilikom izgradnje tako velikih objekata.

Na kraju želimo se zahvaliti prof. dr M. Heraku na pomoći pri konačnom redigiranju teksta.

GEOLOŠKI ODNOSI

Uže područje brane Sklope u geološkom je pogledu sastavni dio terena izgrađenog od Jelar-naslaga (S. Bahun, 1963). U njihov sastav ulaze uslojeni i gromadasti vapnenci, brečasti vapnenci, vapnene breče i breče s laporovitim vezivom. Spomenuti se članovi međusobno vertikalno i horizontalno nepravilno izmjenjuju. U području pregradnog mjesta količinski su najviše zastupani vapnenci, iza njih dolaze vapnene breče,

a pojave laporovitih breča su na površini samo sporadične. Niti jedan od ovih sedimenata ne pokazuje znakova slojevitosti. Debljina ovih naslaga na pregradnom profilu prelazi 300 m (S. B a h u n, 1962). Ove su naslage relativno nehomogene što je prouzrokovano nejednolikim petrografskim sastavom i transgresivnim položajem na krednim sedimentima. Zbog toga je prilikom tektonskih pokreta došlo do manjih radijalnih, a dijelom i do tangencijalnih translacijskih pomaka unutar spomenutih naslaga, što je bio preduvjet za kasnije intenzivnije mehaničko i kemijsko trošenje. Zahvaljujući spomenutim karakteristikama Jelarnaslaga, morfologija terena, koji one izgrađuju, obilježena je dubokim jarugama, grebenima i vršcima ispresijecanim u svim smjerovima većim i manjim pukotinama često nepravilnog oblika. Upravo većina spomenutih karakteristika ovih naslaga došla je do izražaja na oba boka duboko usječenog kanjona Like u području pregradnog mjesta.

Lako je iz dosad iznesenog zapaziti da se u ovom slučaju ne mogu primijeniti klasične geološke metode kako u stratigrafskom pogledu prilikom određivanja superpozicijskog položaja naslaga, tako niti u tektonskom pogledu prilikom ustanovljivanja rasjeda. Za to nedostaju osnovni elementi kao što su pad sloja, anormalni kontakti itd. Jedini nalazi koji ukazuju na pomicanja unutar naslaga konstatirani su u galerijama (gorska zrcala), dok su na površini gotovo svi tragovi izbrisani površinskim trošenjem.

Zbog takve situacije izvršili smo detaljno inženjerskogeološko kartiranje u mjerilu 1 : 200, te prikupili sve one podatke za koje smo smatrali da bi mogli biti od koristi građevinskim inženjerima prilikom projektiranja i izvođenja budućih radova.

INŽENJERSKOGEOLOŠKA KARTA

Detaljno inženjerskogeološko kartiranje na uskom području pregradnog mjesta imalo je u prvoj fazi istražnih radova za cilj, da se na osnovu površinskog opažanja i mjerenja dođe do podataka o prostornom položaju po kompaktnosti različitih vrsta stijena, jer makar i približno lociranje kompaktnih odnosno oštećenih partija od velike je koristi prilikom projektiranja i izvođenja predviđenog objekta. S obzirom da se radi o lučnoj brani osobita je pažnja posvećena sistemu i karakteristikama pukotina, jer one predstavljaju potencijalnu opasnost u odnosu na stabilnost bokova.

Prilikom ocjene kompaktnosti stijene imali smo uvijek u vidu dvije skupine uvjeta i to primarne (litološki sastav) i sekundarne (današnja kompaktnost stijene).

Prema litološkom sastavu u ovom području razlikujemo nekoliko skupina stijena i to:

Vapnenci i vapnene breče

Ovi sedimenti izgrađuju najveći dio obih bokova kanjona Like, a sastoje se od smeđih neuslojenih vapnenaca koji su mjestimično brečoliki, te vapnenih breča dobro vezanih vapnenim vezivom koje je ponajviše smeđe i sive, a mjestimično i ružičastocrvene boje. Breče i vapnenci se kvantitativno nepravilno izmjenjuju s tim da na samom pregradnom mjestu prevladavaju vapnenci. Zbog nalaza alveolinskog vapnenca u breči ove bi naslage odgovarale mlađem paleogenu. Po svojim mehaničkim osobinama vapnenci i breče predstavljali bi ovdje u prosjeku najkompaktnije dijelove terena.

Breče s laporovitim vezivom

Ovdje se radi o laporovitom materijalu s fragmentima vapnenaca najčešće veličine od 0,5–3 cm. Kao značajna karakteristika često se ponavlja potpuno postepen prijelaz iz vapnenaca u laporovite breče, a postepenost ovisi o količini laporovite supstance u vapnencu. Ove se naslage pojavljuju u obliku većih ili manjih leća unutar vapnenaca ili vapnenih breča, pa im je prema tome i stratigrafska pripadnost potpuno identična. U pogledu kompaktnosti cijelog kompleksa kao i stabilnosti ovi laporoviti ulošci odigrali su značajniju ulogu prilikom tektonskih pokreta. Tako je na mjestima gdje su leće laporovitih breča veće, došlo prilikom tektonskih pokreta do manjeg pomicanja, a u vezi s tim do jače oštećenih dijelova stijene. Zbog svojih fizičko-mehaničkih osobina i jače sekundarne oštećenosti ove su leće podložnije trošenju i ispiranju nego vapnenci i vapnene breče, pa danas ta mjesta mjestimično predstavljaju i veće prostore naknadno ispunjene sekundarnim materijalom. Prema svemu izlazi da se ispod površine može računati na veće pojave laporovitih breča nego što je to moguće ustanoviti samo kartiranjem.

Prekrivena osnovna stijena

Pod ovim je naslovom u inženjerskogeološkoj karti izdvojen onaj dio površine za koji se smatra da je u osnovi izgrađen od kompaktnijih dijelova vapnenaca, vapnenih breča kao i breča s laporovitim vezivom, ali je prekriven tanjim pokrivačem humusa, ili humusa s crvenicom. Ova grupa stijena označava one dijelove terena koji su još izgrađeni od primarne stijene, a za razliku od člana koji dalje slijedi.

Humus i crvenica s kršjem

Ovamo su uvršteni oni dijelovi terena za koje se moglo ustanoviti da nisu izgrađeni od primarne stijene, te da se njihov sastav ne mijenja niti u dubljim dijelovima. Sastavljeni su prije svega od crvenice izmiješane sa žutom i smeđom glinom. Unutar te mase uronjeni su, a mjestimično i prevladavaju komadi vapnenca i vapnenih breča veličine od cca 2 m u promjeru pa do sitnih fragmenata od 1 cm promjera. Preko takve mase materijala mjestimično postoji humusni pokrivač debljine do 10 cm. Potrebno je naglasiti da su u ovakvom materijalu isključena fundiranja većih objekata.

Sipari

Na strmim stranama obiju bokova rijeke od iskopanog materijala u galerijama formirali su se sipari čunjastog oblika. Oni prekrivaju znatan dio terena pa su zato izdvojeni.

Prije nego prijedemo na opis stijena prema kompaktnosti potrebno je naglasiti da je ocjena o tome donešena nakon svestranog promatranja i s mnogo kritičnosti. Broj kategorija stijena i raspored stijena po kategorijama izvršen je nakon brojnih savjetovanja s inž. M. Mrvošićem i s inž. B. Kujundžićem, pa se može reći da konačna ocjena predstavlja jedan objektivni prosjek. Uz to napominjemo da se naša relativna ocjena kompaktnosti u većini slučajeva poklapala s rezultatima ispitivanja pomoću tlačnih jastuka u galerijama.

I – Veoma kompaktno

U ovu kategoriju ulaze stijene koje ne pokazuju nikakvih vanjskih znakova oštećenosti. Nažalost takva je stijena konstatirana samo na desnoj obali u galeriji GD-4. Karakteristično je da se u petrografskom pogledu radi o vapnencima, vapnenim brečama i vapnencima s veoma malo laporovite komponente. Može se reći da se ova kategorija na površini praktički ne javlja, a na karti je označena samo na temelju nalaza u galeriji GD-4.

II – Kompaktno

I ove su stijene izgrađene od vapnenaca i vapnenih breča, međutim kroz njih prolaze manje pukotine koje u osnovi jače ne utiču na kompaktnost stijene. Širina pukotina rijetko prelazi 5 cm, a ispuna koja je na površini isprana sastoji se pretežno od crvenice ili iskristaliziranog kalcita. Radovi u stijeni su mogući bez ikakvog podgrađivanja. Stijene ove grupe izgrađuju dio lijevog boka pri koritu Like i desnog boka kod galerije GD-4. Ova dva spomenuta lokaliteta ujedno predstavljaju prema procjeni s površine najkompaktnije dijelove u području pregradnog mjesta.

III – Raspucano

Najveći dio terena izgrađen je od vapnenaca i vapnenih breča koji su ispresijecani dijaklazama do 10 cm širine. Gustoća i dimenzije oštećenja uvjetovali su karakteristične morfološke oblike koji se pojavljuju na obim bokovima. Naime uzduž većih dijaklaza ukoliko su one poprečno presječene drugom pukotinom moguća su manja odlamanja stijena. Na taj su način nastali »vapneni šiljci« kao što je to npr. na desnoj obali kod galerije GD-3. Za spomenuta je oštećenja pretpostavljeno da se nastavljaju i u veće dubine, gdje mogu biti ispunjeni crvenicom, pjeskovitom glinom ili pak kalcitom. Prilikom rada u stijeni moguća su manja ispadanja uzduž pukotina. Kao karakteristiku ove grupe stijena može se uzeti da je položaj pukotina lako odrediti.

IV – Jako rastučano

Još jače oštećena stijena nastupa ako su pukotine postale toliko brojne da se poput mreže međusobno presijecaju i isprepliću dajući stijeni tzv. »mrežastu teksturu«. Tada je teško razabrati radi li se o primarnoj stijeni ili o heterogenoj masi. Položaj plohe pukotine je teško odrediti. Ne samo gustoćom već i dimenzijama one nadmašuju sve prije opisivane. Tako mogu biti široke do 50 cm, a uz crvenicu se redovito kao ispuna javlja i vapnenačko kršje. Duž takvih pukotina nastali su na bokovima duboki jarci (npr. lijevi bok). Prilikom rada u stijeni treba računati na veća ispadanja, pa je u podzemlju neophodno tehničko osiguranje.

V – Razlomljeno

Ovu bi kategoriju sačinjavao materijal koji je već opisan kao »Humus i crvenica s kršjem«, a nalazimo ga na obje obale u donjem dijelu kanjona. Radi se o potpuno heterogenoj masi koja je nastala nagomilavanjem vapnenačkog kršja i samaca, te crvenice i humusa. Takva je masa podložna kvašenju i nepodesna za bilo kakve inženjerske radove. Prilikom rada potrebna je čvrsta podgrada ili obloga, jer će doći do odronjavanja ili puzanja mase.

Osim do sada iznesenog na inženjerskogeološkoj karti su unesene sve značajnije pukotine koje je mjerilo karte dozvoljavalo. Nažalost površinskim opažanjem nije se moglo ocijeniti da li se kod pojedinih oštećenja radi o rasjedu, jer kao što je već ranije spomenuto, nedostaju potrebni elementi za konstataciju pomaka stijene. Za svaku je obalu na površini snimljen dijagram pukotina. Njihova će interpretacija biti dana u posebnom poglavlju.

ISTRAŽNE GALERIJE

U cilju dobivanja što potpunije slike o prostornom rasporedu kompaktnih odnosno razlomljenih partija, izvedene su u svakom boku po četiri istražne galerije, dvije po dvije na približno istim kotama, ali različitog smjera i dužine. Osim toga pri samoj kruni buduće brane na lijevom je boku već otprije postojala injekciona galerija. Snimanje galerija izvršeno je veoma detaljno (mjerilo 1 : 100), a za podjelu stijena prema kompaktnosti upotrijebljen je u osnovi isti kriterij kao i prilikom snimanja inženjerskogeološke karte. Neke od galerija naknadno su bile produžene tako da ovdje nisu izneseni konačni rezultati.

Desna obala

U nižim dijelovima desnog boka do kote 510 m (galerije GD-1 i GD-2) prevladavaju kompaktni vapnenci ocijenjeni kao kategorija II–III. Interesantan je slučaj, da galerija GD-2 u nizvodnom kraku ima laporovite vapnence prosječne kompaktnosti dok u uzvodnom kraku do-

laze vapnenci i vapnene breče veoma oštećene (kategorija IV-V), što bi odgovaralo i površinskim zapažanjima.

U galeriji GD-3 nizvodni je krak izgrađen od potpuno heterogene mase (kategorija V), dok u uzvodnom kraku dolaze laporoviti vapnenci i laporovite breče koji predstavljaju osnovnu stijenu.

Iznad toga, po kompaktnosti varijabilnog materijala, dolazi na koti 541 u galeriji GD-4 najkompaktniji materijal uopće (kategorija I). Budući da galerija GD-3 svojim nizvodnim krakom podilazi galeriju GD-4, izlazi da kompaktna masa kod galerija GD-4 leži, odnosno »visi«, iznad veoma lošeg materijala kroz koji prolazi galerija GD-3. Postanak ovakve veće prostorije ispunjene sekundarnim materijalom vjerojatno je vezan za prethodno kvašenje, trošenje i ispiranje veće leće laporovitih breča i kasnije ispunjavanje crvenicom, glinovitim materijalom, pijeskom, kršjem i urušenim blokovima. Zbog toga je predloženo da se točnije istraži veličina i oblik ove loše partije, kako bi se o njoj moglo voditi računa prilikom fundiranja brane.

Lijeva obala

Od korita Like pa do kote 522 u lijevom boku, galerije GL-1, GL-2 i u početnim metrima GL-3 prolazile su kroz kompaktn materijal (kategorija II-III). Treba međutim naglasiti da ove galerije nisu bile osobito dugačke i nisu ulazile dublje u stijenu.

Na koti 539 nalazi se galerija GL-4 koja je bušena u potpuno heterogenoj sredini sastavljenoj od blokova vapnenca i vapnenih breča međusobno povezanih kalcitom. Negdje su šupljine ispunjene crvenicom i pijeskom. Pri kraju se ušlo u primarnu stijenu, ali još uvijek jače oštećenu. Naše mišljenje o postanku ovako nehomogene sredine na ovom boku ne razlikuje se od onog kojega smo iznijeli u opisu galerije GD-3 na desnom boku, jer se i ovdje u neposrednoj blizini (lijevi krak u GL-4 i na nekoliko mjesta u injekcionoj galeriji) pojavljuju breče s laporovitim vezivom.

Svi do sada izneseni podaci, kako oni s inženjerskogeološke karte, tako i ovi o stanju u galerijama korišteni su prilikom izrade makete područja pregradnog mjesta u mjerilu 1 : 300. Maketa je izrađena da bi se što bolje prostorno prikazali oni elementi koji će imati utjecaja prilikom izgradnje objekta.

SEKUNDARNA OŠTEĆENOST STIJENA

U geološkom opisu spomenuto je da za rekonstrukciju tektonskih pokreta nedostaju gotovo svi potrebni elementi, a jedini tragovi gibanja stijene su manja gorska zrcala u galerijama na mjestima gdje se pojavljuju laporovite breče. One su sklone promjeni svojih fizičko-tehničkih osebina, pa su mogle prilikom povećanih pritisaka poslužiti kao klizne i nestabilne zone. To je samo jedan od razloga velikog broja pukotina u ovom području, dok su ostali tragovi gibanja, kao što je već spome-

nuto, naknadnim površinskim trošenjem potpuno izbrisani. Zbog toga je posebna pažnja posvećena pukotinama, njihovom položaju u prostoru, dimenzijama i njihovoj ispuni, tj. onim činiocima koji su naslagama dali sekundarno novu – »mrežastu teksturu« od kojih ovise današnje fizičko-tehničke osobine stijena.

Pukotinski sistemi

U cilju dobivanja slike o glavnim smjerovima oštećenosti stijena snimljen je veći broj pukotina iz kojih su izrađeni konturni dijagrami i to posebno za svaki bok na površini, te posebno za svaku pojedinu galeriju. Konačno je izrađen i skupni dijagram za svaku obalu (prilog II).

Na desnoj obali glavnina pukotina je vertikalna, pružanja sjeverozapad–jugoistok. Također su vertikalne pukotine koje su svojim pružanjem okomite na prethodne tj. pružanje im je sjeveroistok–jugozapad. Tek manji broj pukotina ima blaže kuteve pada, međutim one nemaju tačno definiran smjer pružanja.

Na lijevoj obali također prevladavaju vertikalne ili skoro vertikalne pukotine pružanja sjeverozapad–jugoistok, međutim za razliku od desne obale drugog smjera po koncentraciji i nema, nego su ovdje došle do izražaja položnije pukotine koje ne pokazuju neku određenu pravilnost svog položaja u prostoru, već su podjednako nagnute na različite strane.

Sabravši ovako dobivene rezultate izlazi da pukotinski sistemi pokazuju najveću oštećenost stijene u smjeru okomitom na tok rijeke, dok je po broju pukotina drugi smjer onaj koji je toku rijeke paralelan.

Širina pukotina i vrsta ispune

Širina postojećih pukotina i njihova ispuna od velike su važnosti prilikom ocjenjivanja plastičnosti i elastičnosti bokova ili pak statičke sigurnosti objekta. Zbog toga je osim izrade konturnih dijagrama u galerijama, izvršena statistička obrada pukotina i užih od 10 cm. Napominjemo da se svaka numerička vrijednost odnosi samo na broj izmjerenih, a ne i na broj postojećih pukotina, pa se na temelju ovih rezultata može vidjeti prosječan međusobni odnos pojedinih vrsta oštećenja.

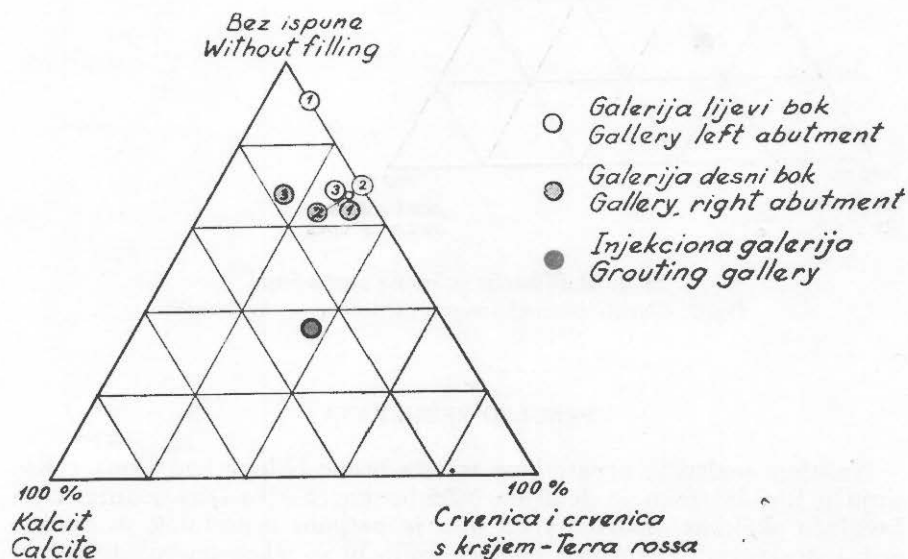
Iz ovdje iznesenih podataka izrađeni su nešto pojednostavnjeni trokomponentni dijagrami posebno za vrstu ispune, a posebno za širinu pukotina.

Ako usporedimo skupne rezultate za lijevu i desnu obalu, vidimo, da u lijevom, u odnosu na desni bok, ima više prslina i pukotina širih od 10 cm, te više neispunjenih pukotina i pukotina s crvenicom. S druge strane pak u desnom boku u odnosu na lijevi bok ima više pukotina širine do 2 cm i više pukotina ispunjenih kalcitom i crvenicom s kršjem. To bi govorilo da bi trebalo očekivati nešto bolje prilike u desnom boku s obzirom na prevlast pukotina do 2 cm širine i veće učešće kalcita u ispuni pukotina.

Iz priložene tabele i trokomponentnih dijagrama mogu se izvući zaključci koji su, kad se radi o krškim terenima, i inače u općim crtama poznati. Ovdje su oni dobili neku vrstu »numeričke dokumentacije« i

	Širina u cm	Bez ispune %	Crve- nica %	Crv. i kršje %	Kalcit %	Ukupno %
Galerija GD-1	0	57,6	—	—	—	57,6
	do 2	4,8	13,3	1,9	3,3	23,3
	od 2-5	1,9	2,3	2,0	4,8	11,0
	od 5-10	—	—	—	—	—
	10 i više	—	3,8	4,3	—	8,1
	Ukupno	64,3	19,4	8,2	8,1	100,0
Galerija GD-2	0	61,7	—	—	—	61,7
	do 2	6,0	22,2	2,2	3,5	33,9
	od 2-5	—	—	2,2	—	2,2
	od 5-10	—	—	2,2	—	2,2
	10 i više	—	—	—	—	—
	Ukupno	67,7	22,2	6,6	3,5	100,0
Galerija GD-3	0	50,8	—	—	—	50,8
	do 2	12,3	10,0	2,8	19,0	44,1
	od 2-5	—	2,5	—	—	2,5
	od 5-10	—	—	1,3	—	1,3
	10 i više	—	—	1,3	—	1,3
	Ukupno	63,1	12,5	5,4	19,0	100,0
Galerija GL-1	0	90,0	—	—	—	90,0
	do 2	2,0	6,0	—	—	8,0
	od 2-5	—	—	—	—	—
	od 5-10	—	—	—	—	—
	10 i više	—	—	2,0	—	2,0
	Ukupno	92,0	6,0	2,0	—	100,0
Galerija GL-2	0	60,0	—	—	—	60,0
	do 2	3,0	30,0	—	—	33,0
	od 2-5	1,0	6,0	—	—	7,0
	od 5-10	—	—	—	—	—
	10 i više	—	—	—	—	—
	Ukupno	64,0	36,0	—	—	100,0
Galerija GL-3	0	65,4	3,3	—	—	68,7
	do 2	1,7	3,3	—	3,3	8,3
	od 2-5	—	5,0	—	—	5,0
	od 5-10	—	1,7	—	—	1,7
	10 i više	—	13,0	3,3	—	16,3
	Ukupno	67,1	26,3	3,3	3,3	100,0
Skupno za desnu obalu	0	60,4	—	—	—	60,4
	do 2	7,5	14,2	2,3	6,6	30,6
	od 2-5	0,6	1,5	1,3	1,5	4,9
	od 5-10	—	—	1,1	—	1,1
	10 i više	—	1,2	1,8	—	3,0
	Ukupno	68,5	16,9	6,5	8,1	100,0

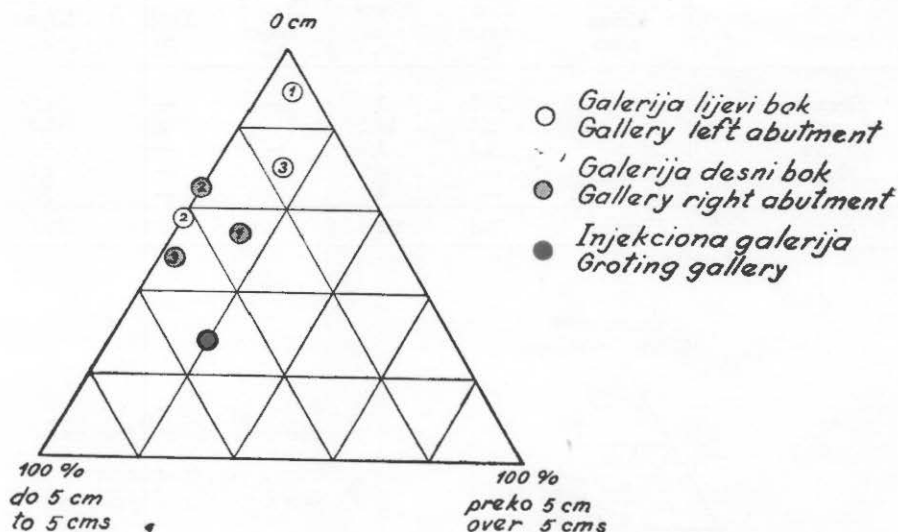
	Širina u cm	Bez ispune %	Crve- nica %	Crv. i kršje %	Kalcit %	Ukupno %
Skupno za lijevu obalu	0	71,6	1,1	—	—	72,7
	do 2	2,6	13,1	—	1,1	16,8
	od 2-5	0,3	3,7	—	—	4,0
	od 5-10	—	0,6	—	—	0,6
	10 i više	—	4,1	1,8	—	5,9
Ukupno		74,5	22,6	1,8	1,1	100,0



Sl. 1. Klasifikacija pukotina prema vrsti ispune
 Fig. 1. Classification of fissures according to the kind of filling

potvrdili dosadašnja saznanja o razvoju trošenja stijena u kršu. Ti bi se zaključci sastojali u slijedećem:

1. Postotak manjih prslina opada idući iz dubljih dijelova prema površini, a postotak širih pukotina u isto vrijeme raste,
2. Kao ispuna pukotina prevladava crvenica,
3. Otvorenih, tj. pukotina bez ispune, ima više u gornjim dijelovima terena,
4. Pukotine s kalcitom vezane su uglavnom za gornje galerije,
5. U pukotinama su konstatirane izvjesne količine kremenog pijeska, što govori za nekadašnju jaču podzemnu cirkulaciju vode u sada višim dijelovima terena.



Sl. 2. Klasifikacija pukotina prema širini
 Fig. 2. Classification of fissures according to the breadth

PREGLED REZULTATA

Na užem području pregradnog mjesta brane Sklope kod Donjeg Kosinja u Lici izvršeno je detaljno inženjerskogeološko istraživanje. Otežavajuća okolnost prilikom rada bila je potpuni nedostatak stratigrafskih i strukturnih elemenata pomoću kojih bi se rekonstruirali tektonski pokreti.

Inženjerskogeološka karta sadrži podjelu stijena na pet grupa prema litološkom sastavu i na pet kategorija prema kompaktnosti stijene. Ocjena kompaktnosti izvršena je na temelju usporedbe situacije na površini i u galerijama te predstavlja skalu čvrstoće stijena pogodnu za ovdje opisivani teren. Osim toga na inženjerskogeološku kartu unesene su sve značajnije pukotine na površini, ukoliko je to mjerilo karte dozvoljavalo. Tako dobiveni podaci korišteni su prilikom izrade makete područja pregradnog mjesta.

Ista kategorizacija za kompaktnost stijena upotrebljena je prilikom snimanja istražnih galerija. Kombinacijom podataka iz galerija i površinskih opažanja bilo je moguće fiksirati pojedine loše partije o kojima je potrebno voditi računa u vrijeme izgradnje brane.

Velika pažnja posvećena je sekundarnoj oštećenosti stijena. Snimljeno je ukupno osam konturnih dijagrama pukotina koji pokazuju da je glavni smjer oštećenosti okomit na tok rijeke što se smatra povoljnim. Posebno su obrađene pukotine s obzirom na njihovu širinu i na vrstu

ispune. Na taj je način i statistički dokumentirano da su, općenito uzevši, oštećenja bliže površini jače izražena.

U ovom radu nisu izneseni svi oni podaci ili razmatranja o detaljima koji bi bili čak i veoma interesantni, a sadržani su u stručnom elaboratu koji je izrađen za potrebe HE Senj. To je učinjeno zbog toga što nam se činilo važnijim akcentirati način na koji su istraživanja vršena, te ukazati na to da je u ovako specifičnim slučajevima teren onaj faktor koji određuje formu i detaljnost radova.

Primljeno 10. 6. 1963.

*Geološko-paleontološki zavod
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Zagreb, Socijalističke revolucije 8
Institut za geološka istraživanja
u Zagrebu, Kupuska 2*

LITERATURA

- B a h u n, S. (1962): Vapnenci Promina-naslaga u području Krušćice u Lici. Geol. vjesn. 15/1 Zagreb.
- B a h u n, S. (1963): Geološki odnosi okolice Donjeg Pazarišta u Lici (Trijas i tercijarne Jelar-naslage.) Geol. vjesn. 16, Zagreb.
- B e l i j, L. D. (1957): Osnovne voprosi teorii i praktiki inženjernoj geologiji v gidro-energostroiteljstve. Moskva-Lenjingrad.
- J a n j i ć, M. & J o v a n o v i ć, V. (1960): Inženjerskogeološka ispitivanja pri izradi mostova. Vesnik Zav. geol. geofiz. istr. (B), 1. Beograd.
- K l e i n d i e n s t, M. (1950): Geološke, geotehničke i konstruktivne osobenosti brane u Mostaru. Saopšt. I sav. o visokim branama, Zagreb.
- P o p o v, I. V. (1959): Inženjerna geologija, Moskva.
Iz Arhiva Instituta za geološka istraživanja SRH:
- B a h u n, S. (1962): Inženjerskogeološka istraživanja u području pregradnog mjesta brane Sklope. Br. 3525.

S. BAHUN and F. FRITZ

TECHNICAL-GEOLOGIC EXPLORATIONS IN THE AREA OF THE DIVISION SITE OF THE SKLOPE DAM IN LIKA

In a narrower area of the division site of the Sklope Dam near Donji Kosinj in Lika an exhaustive technical-geologic exploration was carried out. What rendered the work difficult was a complete lack of stratigraphic and structural elements by means of which the tectonic movements could be reconstructed.

A technical-geologic map contains a division of the rocks into five groups according to the lithologic composition, as well as into five categories according to the compactness of the rocks. An estimate of the compactness was made on the basis of a comparison of the situation on the surface with that in the galleries, and it represents a scale of the firmness of the rocks suitable for the herein described terrain. In addition, into the same technical-geologic map were introduced all the more conspicuous cracks on the surface inasmuch as the scale of the map permitted it. The thus obtained data were utilized in the making of a model of the area of the division site.

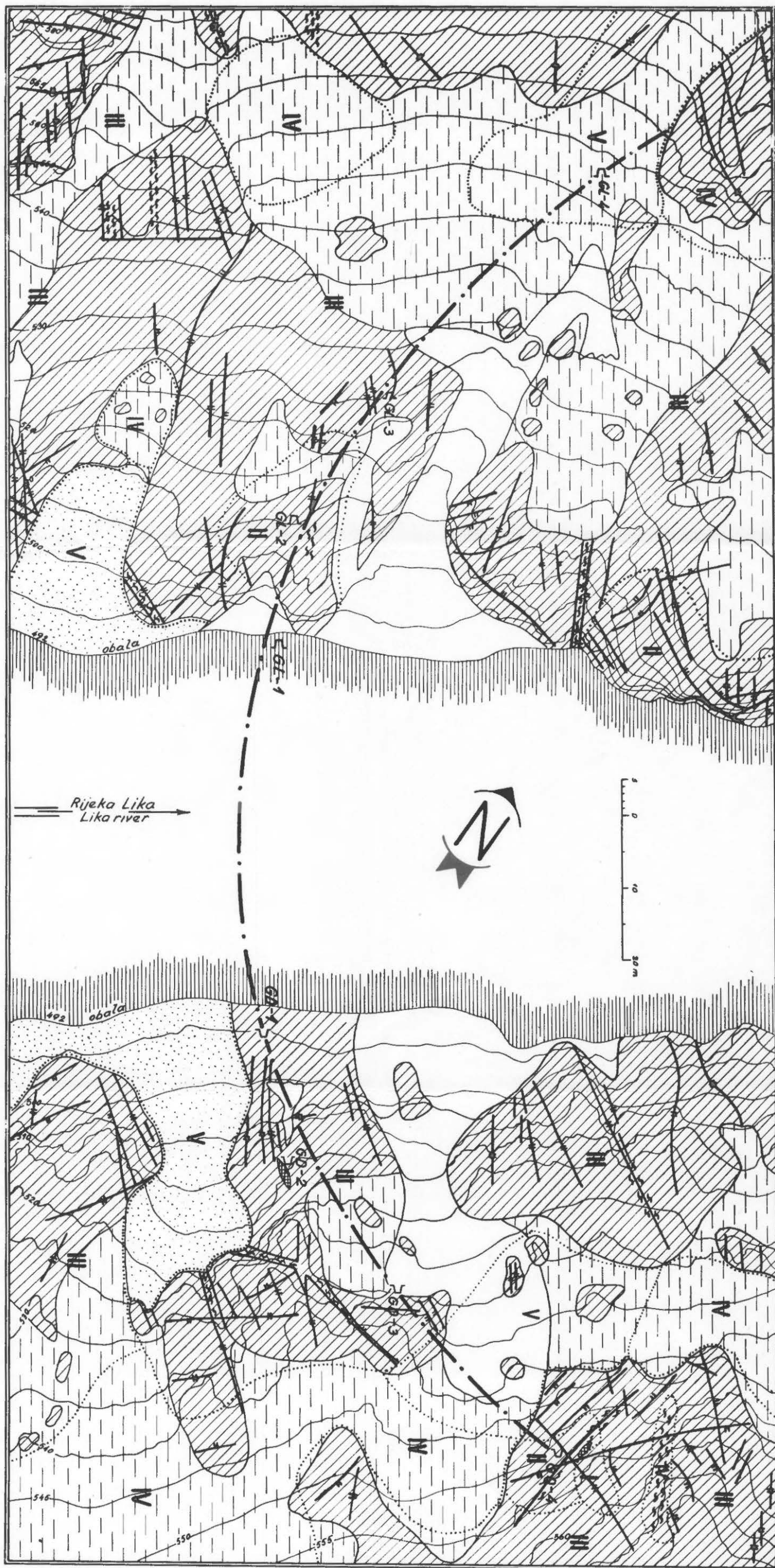
The same categorization for the compactness of the rocks was used when shooting the galleries. By combining the data from the galleries with the surface observations it was possible to establish individual bad positions that have to be considered when building the dam.

Great attention was paid to secondary wearing of the rocks. In all, eight contour diagrams of cracks were shot, which show that the principal direction of the damage is vertical to the course of the river, which circumstance is considered favourable. Separately studied were the cracks as to their widths and the kind of filling. In this way it was possible to establish also statically that – in a general way – the damage is more pronounced nearer to the surface.

This paper does not contain all those data or considerations about details which would otherwise be most interesting, and which are contained in an expert report made for the needs of the Senj hydro-electric plant. This was done for the reason that it had seemed to us to be more important to lay stress on the manner in which the explorations were carried out, and to point to the fact that under such specific circumstances as this one the terrain is actually the element that determines both the form and the particulars of the works.

Received June, 10th 1963.

*Geological and Paleontological Institute
University of Zagreb, Socijal. revol. 8
Institute of Geological Explorations
of Zagreb, Kupaska 2*



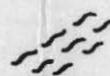
S. BAHUN & F. FRITZ

INŽENJERSKOGEOLOŠKA KARTA
PREGRADNOG MJESTA BRANE
SKLOPE U LICI

INGENEERING - GEOLOGICAL MAP
OF THE DAM SITE
SKLOPE IN LIKA

LEGENDA

LEGEND



Slomljena zona
Broken zone



Vertikalne pukotine
Vertical fissures



Kose pukotine
Tilt fissures



Granica litoloških članova
Boundary between lithologi-
cal groups



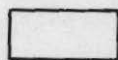
Granica kategorija stijena s
obzirom na sekundarnu
oštećenost

GL Ω

Boundary between categories
of rock regarding secondary
damage

GD Ω

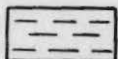
Istražne galerije
Exploratory galleries



Sipari i materijal iz galerija
Talus and excavated material from
galleries



Humus, crvenica i glinovit materijal
s kršjem i samcima
Humus, terra rosa and clayey material
with crashed stone and solitaries



Stijena prekrivena tanjim pokrivačem
humusa i crvenice
Rock with thin cover of humus and terra rosa



Vapnenci i vapnene breče
Limestones and calcareous breccias



Breče s laporovitim vezivom
Breccias with marly binding material

I

Veoma kompaktno; bez oštećenja
Very solid; without damage

II

Kompaktno; samo manje pukotine
Solid; smaller fissures only

III

Raspucano; odrediv smjer pukotina
Cracked direction of fissures determi-
neable

IV

Jako raspucano; teško odrediv smjer
pukotina, mrežasta tekstura stijene
Very cracked; direction of fissures hard
determineable, netlike texture of rock

V

Razlomljeno, ili sekundarni materijal
Broken, or secondary material

BAHUN, S. & FRITZ, F.

KONTURNI DIJAGRAMI PUKOTINA PODRUČJA BRANE
KONTOUR DIAGRAMS OF VOIDS WITHIN THE AREA OF THE DAM

