

Geol. vjesnik	Vol. 41	str. 291—316	Zagreb 1988.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 553.55

Izvorni znanstveni rad

Ležište arhitektonsko-građevnog kamena Romanovac kraj Obrovca (SR Hrvatska)

Dragomir JOVIČIĆ i Ernest OREŠKI

*INA-PROJEKT, OOUR Kompleksna geološka istraživanja,
Savska c. 88a, YU — 41000 Zagreb*

Ležište arhitektonsko-građevnog kamena Romanovac kraj Obrovca obrađeno je geološki s posebnim osvrtom na petrografski sastav i tektonski sklop. Uzimajući u obzir sve odgovarajuće podatke i parametre arhitektonsko-građevni kamen je vrednovan sa stanovišta geoloških, tehnoloških, tehničkih i dekorativnih kriterija.

Dimension stone deposit »Romanovac« near Obrovac is treated geologically, with the special reference to petrographic structure and tectonic fabric. Taking into consideration all the relevant parameters and data, the dimension stone is evaluated from the point of view of geological, technological, technical and decorative criteria.

UVOD

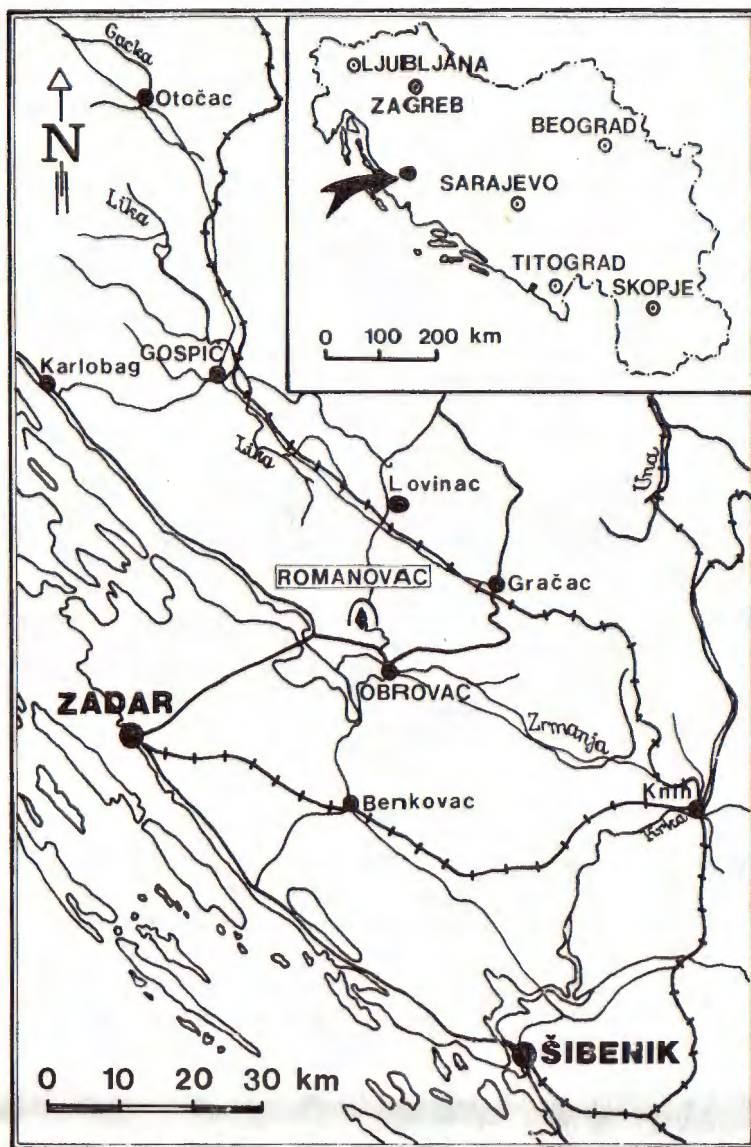
Ležište arhitektonsko-građevnog kamena Romanovac nalazi se sjeverno od Obrovca uz lokalnu neasfaltiranu cestu Obrovac—Lovinac, na južnoj padini Velebita i nadmorskoj visini 800 m. Od Obrovca je udaljeno 15 km (sl. 1).

Organizirana eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena u širem području Obrovca datira od 1936. godine. Geološku građu i rezerve kamenoloma Romanovac obradio je 1959. godine Zavod za geološka istraživanja u Zagrebu. Nakon povremenih prestanaka eksploatacije, istraživanje ove značajne potencijalne prirodne sirovine počinje 1983. godine, osnivanjem R. O. »Kamen« u Obrovcu.

Dio obrađene materije koja je izložena u »Elaboratu o sirovinskoj bazi ležišta arhitektonsko-građevnog kamena Romanovac kod Obrovca«, izrađenom na temelju geoloških istraživanja provedenih 1986. godine, a za potrebe R. O. »Kamen«, poslužio je za izradu ovog rada.

Prilikom izrade geološke karte ležišta korišteni su podaci OGK SFRJ, list Obrovac, mjerila 1:100.000 (A. Ivanović i dr., 1967), s koje je preuzeta geološka starost istraživanih naslaga ležišta.

Tehnička svojstva kamena laboratorijski su ispitivana u Građevinskom institutu u Zagrebu od 1956. do 1985. godine.



Sl. 1. Geografski položaj lokaliteta

Fig. 1. Section location map

Pregled dosadašnjih istraživanja

Najstarije geološke podatke o široj okolini ležišta nalazimo u različitim priložima geologije Dalmacije i Like objavljenim u drugoj polovici XIX stoljeća od strane austrijskih geologa (F. Foetterle, 1862; G. Stache, 1863. i dr.). Svi ti podaci su bili osnova za izradu pregledne geološke karte Austrougarske monarhije s tumačem (1867—1871), list X, u mjerilu 1:576.000 (F. Hauer, 1868). Na toj karti izdvojene su naslage gornje krede i eocena. Slične karte primorskih krajeva Austrougarske monarhije izradio je G. Stache (1889).

Naslage Romanovca opisuje R. Schubert (1909, 1909a) u svom geološkom vodiču kroz Dalmaciju i Geologiju Dalmacije kao »raskidane klisure donje krednih kršnika... Ovi kršnici su obično jednolično sive boje sa malo zamaza, no ima u njima kadšto pojedinih šarenih dijelova sa crvenim zamazom i sa ornim ili svijetlim vapnenim kršjem. Oni izgrađuju ovaj skroz krševiti niz oštih grebena i pećina koji se prostire... od Tulovih greda...« (R. Schubert, 1909a, str. 106).

Posljednjih godina raznovrsna geološka istraživanja su znatno intenzivnija. Rezultati tih istraživanja najvećim dijelom sadržani su u mnogobrojnim elaboratima i izvještajima. Važni podaci dobiveni su geološkim kartiranjem u okviru izrade Osnovne geološke karte, list Obrovac s tumačem, kojeg su izradili A. Ivanović i dr. (1967).

Brojni geološki radovi odnose se na regionalna naftnogeološka, zatim paleogeografska, sedimentološka, geofizička, strukturno-tektonska proučavanja (A. Polšak i A. Milan, 1962; D. Šikić, 1964. i 1965; L. Nikler, B. Sokač i A. Ivanović, 1965; P. Raffaelli i B. Ščavničar, 1966; L. Nikler i B. Sokač, 1968; V. Jelaška i I. Velić, 1971; M. Oluić, S. Grandić, M. Haček i M. Hanich, 1971; S. Kovačević i B. Simetić, 1975; E. Oreški, 1981; J. Zupanić i Lj. Babić, 1981. i mnogi drugi). Na temelju njih dobiveni su brojni podaci koji su poslužili prilikom regionalnih interpretacija šire razmatranog područja.

U šire razmatranom području na više lokaliteta obavljena su opsežna inženjerskogeološka i hidrogeološka istraživanja. Ona su bila usmjerena na traženje mogućnosti akumulacije površinskih voda, te iskorištenje njihovih energetske potencijala. Rezultati ovih istraživanja mnogih autora su najvećim dijelom neobjavljeni.

U području Obrovca obavljena su skromna istraživanja ležišta arhitektonsko-građevnog kamena, o čemu postoje oskudni fondovski materijali (D. Jovanović, 1959).

U 1984. godini izvedena su istraživanja odabranih lokaliteta potencijalnih ležišta arhitektonsko-građevnog kamena na području sjeverne Dalmacije (Đ. Bodrožić, D. Jovičić i E. Oreški, 1985). Istraživanja su obuhvatila detaljno geološko kartiranje u mjerilu 1:5.000, fotogeološku analizu aerosnimaka, snimanje detaljnih stratimetrijskih profila, laboratorijska ispitivanja uzoraka, te istražno bušenje.

Tokom 1985. i 1986. godine probnom eksploatacijom blokova kamena u području ležišta Romanovac dobiveni su prvi potrebni parametri za vrednovanje ležišta.

GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA

Područje ležišta Romanovac izgrađeno je od brečolikih vapnenaca i vapnenjačkih breča donje krede i dijela cenomana. Ležište je masivne građe.

Petrografske značajke

Prema svojim petrografskim značajkama kamen Romanovca pripada brečastim vapnencima, rijede vapnenjačkim brečama. Postoji vrlo velika nepravilna horizontalna i vertikalna izmjena brečastih vapnenaca i vapnenjačkih breča, s time da brečasti vapnenci prevladavaju.

Unutar karbonatnog kompleksa kamenoloma Romanovac već se makroskopski, na osnovu boje, mogu izdvojiti dva osnovna tipa kamena:

1. *brečasti vapnenci komercijalno nazvani »Romanovac«, karakterizirani crvenkastom bojom,*
2. *brečasti vapnenci komercijalno nazvani »Tulovac«, čija osnovna značajka je siva do tamnosiva boja, smeđasto nijansirana.*

Između te dvije vrste kamena postoje prijelazni tipovi.

Na osnovu bojenja mikroskopskih preparata i preparata izrađenih »peel-tehnikom« s »Alizarin-Red S« (H. Fuchtbauer & G. Müller, 1970), semikvantitativno je procijenjeno, da kalcita u ispitivanim stijenama ima 90 do 95 % (volumno), zatim vjerojatno nešto malo dolomita i Fe-kalcita.

Vapnenac tipa »Romanovac«

Prema petrografskim značajkama pripada kristalastim brečastim vapnencima, gdje već prostim okom zapažamo nepravilne oštrobridne fragmente vapnenaca različito nijansiranih sivih boja. Ovi oštrobridni fragmenti su međusobno povezani karbonatnim žilicama, često crvenkasto-smeđe boje, debljine do 0,5 mm. Žilice mjestimice tvore gustu nepravilnu mrežu što stijeni daje brečasti izgled. Kontakti između fragmenata i žilica, gledani u mikroskopu nisu oštri, a većina žilica je izgrađena od sparit-kalcita.

Svi analizirani uzorci imaju ovaj mineralni sastav: karbonatni minerali kalcit i rijetko dolomit izgrađuju oko 90% volumena stijene, a u zanemarivim količinama prisutni su najčešće limonit i opaki minerali.

Stijena se sastoji od detritusa i veziva. Sadržaj detritusa varira od uzorka do uzorka, od 50 do 80 % (volumno), a zastupljen je intraklastima i vrlo rijetko ekstraklastima, koji su povezani žilicama s mikrosparskim i sparskim kalcitom, rjeđe limonitom.

Intraklasti su uglavnom oštrobridni fragmenti vapnenaca izgrađeni od mikritskog ili mikrosparskog kalcita. Pojedini fragmenti sadrže žilice sparita i prsline. Fragmenti su različitih dimenzija, od nekoliko milimetara do nekoliko centimetara.

Obzirom na međusobni odnos pukotinskih sistema i brečaste strukture uzorka, može se zaključiti da je bilo više ciklusa lomljenja.

Cijela stijena je zahvaćena procesima rekristalizacije, što se zapaža duž kontakta detritusa i veziva, tj. granice između veziva i detritusa nisu oštre.

Na osnovu takvog sastava fragmenata koji su međusobno povezani žilicama sparitskog i mikrosparitskog kalcita, može se pretpostaviti da je postojeća stijena nastala intenzivnim drobljenjem primarnog mikritskog vapnenca, te ponovnim ispunjavanjem i zacjeljivanjem pukotina i prslina mikrosparitskim i sparitskim kalcitom.

Vapnenac tipa »Tulovac«

Osnovna značajka kamena je siva do tamnosiva boja, te ispresijecanost žilicama kristalastog kalcita, debljine i do dva milimetra, pa postoji gusta nepravilna mreža žilica unutar kojih se nalaze uglati do slabo uglati fragmenti vapnenaca veličine do nekoliko centimetara. Oštrobridni fragmenti kao i u tipu Romanovac pripadaju mikritskom vapnencu (R. Folk, 1959) ili mudstoneu (R. J. Dunham, 1962).

Brečasti vapnenci tipa »Tulovac« izgrađeni su oko 99 % (volumno) od kalcita, rijede dolomita, mikritske građe s mikrosparitom i sparitom. Sastoje se od detritusa i veziva. Detritusa ima 50 do 80 %. To su oštrobridni fragmenti, intraklasti, pojedini sa žilicama ispunjenim mikrosparitom. Većina fragmenata je izgrađena od mikritskog kalcita. Metodom bojenja je utvrđeno da fragmenti sadrže kalcit, kojega u stijeni ima približno 95 %. Vezivo se sastoji od guste nepravilne mreže žilica sparitskog i mikrosparitskog kalcita, vrlo rijetko pigmentiranih limonitom.

Struktura je mikrobrečasta do brečasta. Djelomično se zapažaju procesi rekristalizacije.

Vapnenjačke breče, također su do 99 % izgrađene od kalcita, rijede dolomita. Fragmenti su oštrobridni, zastupljeni s približno 70 % (volumno), cementirani kalcitom.

Zastupana su uglavnom dva tipa fragmenata koji prema kalsifikaciji stijena po R. L. Folku (1959) i R. J. Dunhamu (1962) pripadaju: fosiliferanom mikritu, ili mudstoneu, te intrabiomikritu i intramikritu, ili wackestoneu.

Postoje prelazi oba tipa stijena s promjenama boje, koja varira između sive, karakteristične za tip »Tulovac« i crvenkaste, karakteristične za tip »Romanovac«.

Geneza

Brečasti vapnenci i vapnenjačke breče se međusobno nepravilno vertikalno i horizontalno izmjenjuju.

Za genezu ležišta možemo izložiti nekoliko pretpostavki:

- prema prvoj su oštrobridni fragmenti taloženi u dubljim dijelovima (?) sedimentacijskog bazena i za vrijeme dijageneze povezani sparitskim vezivom. Pojedine prsline i pukotine su ispunjene kalcitom i pigmentirane limonitnom supstancom,
- prema drugoj, vapnenac je nakon taloženja i za vrijeme dijageneze pretrpio kataklastične procese kad su nastali oštrobridni fragmenti. Istovremeno, ili neposredno nakon tih procesa dolazi do ispunjavanja pukotina i prslina sparitskim kalcitom, a djelomično i limonitnim pigmentom.

Problem postanka crvenkastih i sivih brečastih vapnenaca i vapnenačkih breča može se objasniti na nekoliko načina:

- kod taloženja brečastih vapnenaca nisu postojali stalni oksidacijski uvjeti u prostoru i vremenu, pa je nastala nepravilna vertikalna i horizontalna izmjena tih dvaju tipova brečastih vapnenaca i breča,
- prvobitno se taložio jedan tip brečastog vapnenca (Tulovac), čiji su pojedini dijelovi za vrijeme dijageneze pretrpjeli oksidacijske procese, što je prouzrokovalo crvenkastu pigmentaciju.

Za vrijeme dijageneze žilice su zajedno s fragmentima kemijskim i kompakcijskim procesima djelomično rekristalizirane. Tako je nastalo relativno čvrsto međuzrnato sparitsko vezivo.

Tektonski sklop

Ležište Romanovac sa širim područjem prema A. Ivanović i dr. (1967) pripada tektonskoj jedinici Velebita, jugozapadnom krilu velike antiklinale južne Like, koja je razlomljena ličkim rasjedom. Struktura joj je sekundarno poremećena tektonikom nižeg reda. Stijene ovog područja bile su podvrgnute naprezanjima u više tektonskih faza sa značajnim neotektonskim gibanjima.

Tektonska aktivnost ostavila je vidnog traga u ležištu (sl. 2), a ogleda se u intenzivnoj razlomljenosti stijenske mase, postojanju brojnih većih ili manjih pukotina različitog nastanka, širine, vrste ispune, te rasjednih zona.

Na konturnom dijagramu polovi normala pukotina se nalaze u sva četiri kvadranta. Grupirani su u jednom maksimumu $307/50^\circ$ i dva submaksimuma $205/80^\circ$ i $1/40^\circ$ (sl. 3.B). Jasno se dakle uočavaju tri osnovna sistema pružanja pukotina. Generalna pružanja su sjeveroistok—jugozapad, sjeverozapad—jugoistok i istok—zapad, s velikom disperzijom odstupanja mjerenih podataka.

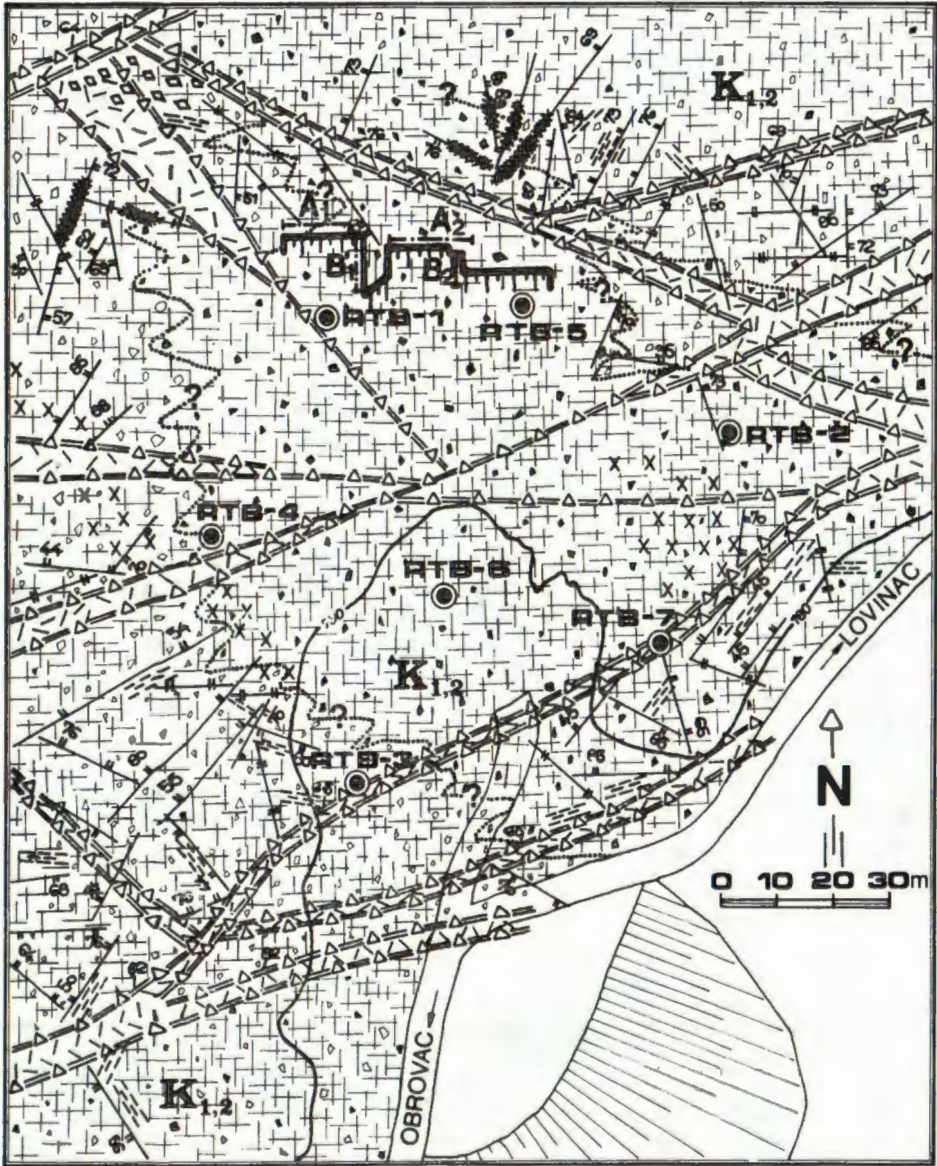
Pukotine su ucrtane u blok dijagram prirodnih diskontinuiteta sa svojim odgovarajućim statističkim vrijednostima maksimuma (sl. 3.C).

Sl. 2. Geološka karta ležišta



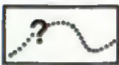


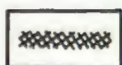
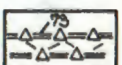
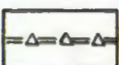

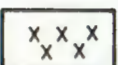
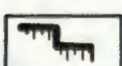


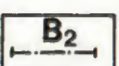
1 — brečasti vapnenac tip »Romanovac«; 2 — brečasti vapnenac tip »Tulovac«; 3 — postepena i nedefinirana granica varijeteta kamena; 4 — pukotine većih dimenzija s oznakom nagiba; 5 — sistemi paralelnih pukotina; 6 — pukotine ispunjene terra rossom; 7 — tektonske ili rasjedne zone s upadom; 8 — pretpostavljene tektonske ili rasjedne zone; 9 — kalcitna ispuna; 10 — nabačaj; 11 — fronta radi-lišta; 12 — jalovište; 13 — strukturne bušotine; 14 — detaljni profili.

Fig. 2. Geological deposit map

1 — Brecciated limestone type »Romanovac«; 2 — Brecciated limestone type »Tulovac«; 3 — Gradual and unidentified boundary of stone variety; 4 — Fractures of larger dimensions with inclination mark; 5 — Systems of parallel fractures; 6 — Fractures filled with »terra rossa«; 7 — Tectonic or fault zones with inclination; 8 — Suppositional tectonic or fault zones; 9 — Calcite filling; 10 — Stone heap; 11 — Work site front; 12 — Waste bank; 13 — Structural boreholes; 14 — Detailed profiles.



LEGENDA - LEGEND

- | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | 1 |  | 2 |  | 3 |  | 4 |  | 5 |
|  | 6 |  | 7 |  | 8 |  | 9 |  | 10 |
|  | 11 |  | 12 |  | 13 |  | 14 | | |

Na blok dijagramu se uočava da je osnovni oblik bloka odvojen prirodnim diskontinuitetima sličan tetraedru, što je nepovoljno sa stanovišta blokovitosti stijenske mase u odnosu na eksploataciju blokova kamena.

Uočene su mnogobrojne zjapeće pukotine. Na površini se prate po pružanju par desetaka metara. U dubinu se duž otvorene fronte kamenoloma mogu pratiti i do 10-ak metara. Širina im varira od par centimetara (jugoistočni i južni dio), te do jednog metra u sjeveroistočnom dijelu ležišta. Osim ovih pukotina nalaze se i pukotine ispunjene terra rossom. Najviše ih nalazimo sjeverozapadno i sjeverno od čela fronte kamenoloma, te uz tektonsko-karstifikacijske ili rasjedne zone (sl. 2). Njihova je širina do jedan metar. U dubinu se prate i više od deset metara. Ove pukotine također negativno utječu na blokovitost stijenske mase. Svagdje gdje su prisutne povećava se krovinski dio jalovine i jalovina unutar stijenske mase.

Vrlo složeni tektonski odnosi daju mozaičnu sliku rasjedima odvojenih blokova. Utvrđeni su fotogeološki, a potom praćeni na terenu. Priказani su na geološkoj karti ležišta (sl. 2) i na konturnom dijagramu polova normalna pukotina (sl. 3.B). Registrirano je ukupno deset tektonsko-karstifikacijskih ili rasjednih zona. Glavni pravci pružanja su im sjeveroistok—jugozapad s nagibom prema sjeverozapadu, zatim okomito na njih sjeverozapad—jugoistok. Tektonsko-karstifikacijske ili rasjedne zone su pretežno subvertikalne do vertikalne. Tek je manji dio nagnut prema sjeveroistoku. Registrirana je i jedna tektonsko-karstifikacijska ili rasjedna zona pružanja istok—zapad. Širine opisanih zona su od pet do deset metara. Uglavnom su ispunjene terra rossom.

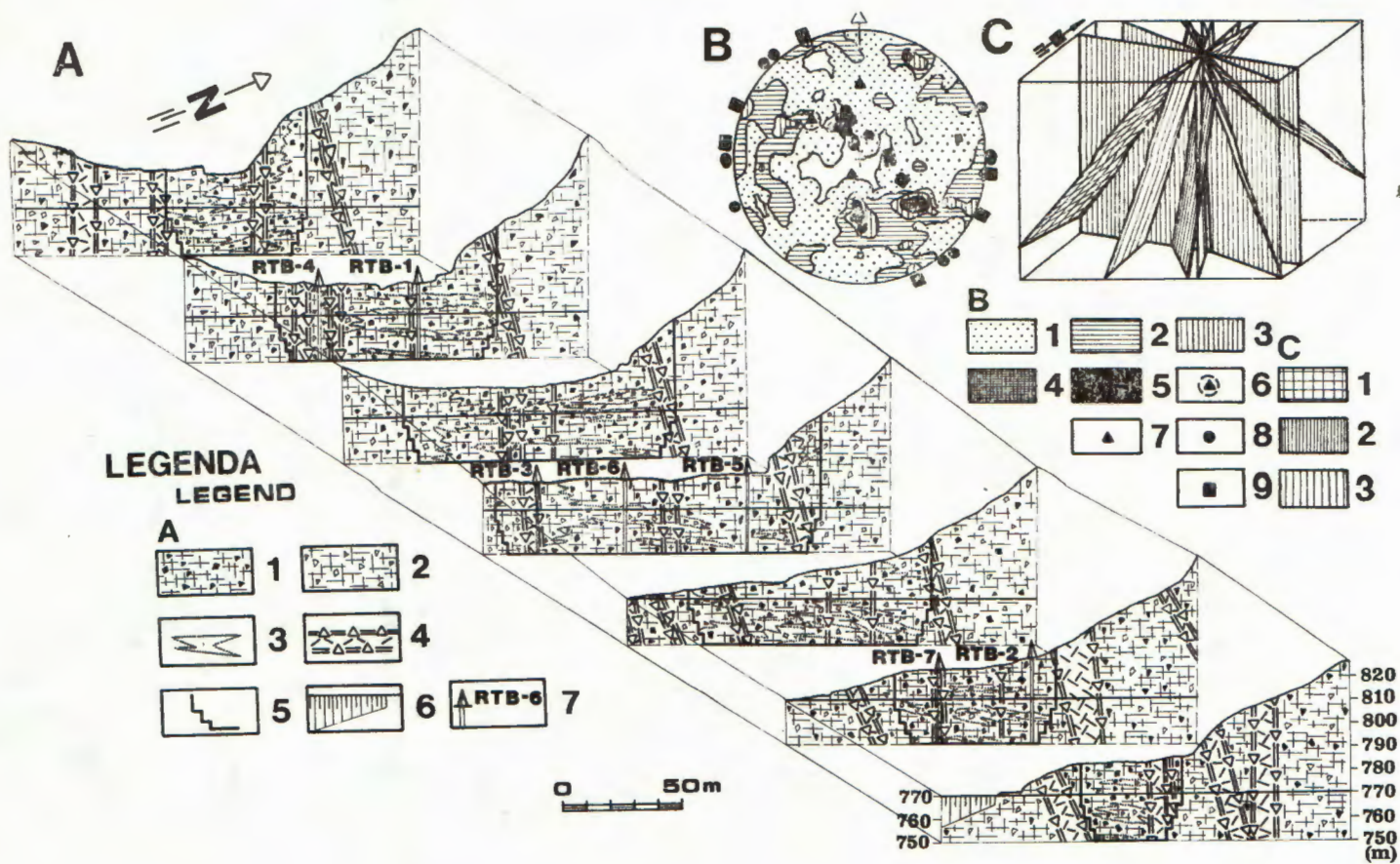
Tektonsko-karstifikacijske ili rasjedne zone, te pukotine i pukotinski sistemi sa stanovišta eksploatacije blokova kamena, imaju značajnu ulogu pri odabiranju povoljnih zona u ležištu, dirigitiraju kategorizaciju rezervi i utječu na tehnologiju eksploatacije blokova kamena.

Sl. 3. Kulisni dijagram ležišta

A) Kulisni dijagram ležišta: 1 — brečasti vapnenac tip »Romanovac«; 2 — brečasti vapnenac tip »Tulovac«; 3 — postepena i nedefinirana granica varijeteta kamena; 4 — tektonske ili rasjedne zone; 5 — konture planiranog površinskog kopa; 6 — jalovište; 7 — strukturne bušotine. — B) Konturni dijagram polova normala pukotina: 1 — I klasa; 2 — II klasa; 3 — III klasa; 4 — IV klasa; 5 — V klasa; 6 — maksimum; 7 — submaksimumi; 8 — jače izražene pukotine; 9 — tektonske ili rasjedne zone. — C) Blok dijagram pukotina: 1 — pukotine (maksimum); 2 — pukotine (submaksimumi); 3 — jače izražene pukotine.

Fig. 3. Coulisse diagram of deposit

A) Coulisse diagram of deposit: 1 — Brecciated limestone type »Romanovac«; 2 — Brecciated limestone type »Tulovac«; 3 — Gradual and unindented boundary of stone variety; 4 — Tectonic or fault zones; 5 — Contours of planned strip pit; 6 — Waste bank; 7 — Structural boreholes. — B) Contour diagram of normal fracture poles: 1 — I class; 2 — II class; 3 — III class; 4 — IV class; 5 — V class; 6 — maximum; 7 — submaximums; 8 — Stronger marked fractures; 9 — Tectonic or fault zone. — C) 1 — Fractures (maximum); 2 — Fractures (submatimums); 3 — Stronger marked fractures.



CJELOVITOST STIJENSKE MASE

Ocjena cjelovitosti stijenske mase obavljena je duž otvorenih površina radilišta i to:

- duž profila paralelnog s frontom radilišta (zapadni i središnji dio na sl. 2 označeno s A_1 i A_2), te
- duž profila okomitog na frontu kamenoloma (središnji i istočni dio na sl. 2 označeno s B_1 i B_2).

S obzirom da su profili međusobno okomiti, njihovom analizom površinskog koeficijenta cjelovitosti dobiven je uvid u volumnu cjelovitost.

Raspucanost stijenske mase ležišta prikazana je na slici 4. Izdvojene su cjelovite površine omeđene prirodnih diskontinuitetima. Svako izdvojenoj cjelovitoj površini označenoj s rednim brojem izmjerene su dimenzije. Na temelju izmjerenih dimenzija blokova izračunat je koeficijent površinske cjelovitosti prema formuli:

$$K_{pc} = \frac{v_b \cdot d_b}{P} \cdot 100 (\%),$$

gdje su

- K_{pc} = koeficijent površinske cjelovitosti
- v_b = visina bloka
- d_b = debljina (širina) bloka
- P = površina razmatranog profila.

Račun cjelovitosti stijenske mase po profilima dat je u tablici I. U tablici su iskazane ukupne površine blokova, dimenzija iznad $0,30 \text{ m}^2$, te tombolona dimenzija ispod $0,30 \text{ m}^2$.

Različite površine profila utjecale su na dobivene koeficijente i zbog toga su površine profila svedene na srednju vrijednost, te popravim koeficijentom srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti je korigirana tako da za blokove iznosi $K_{pcb} = 31,72 \%$, a za tombolone $K_{pct} = 2,14 \%$.

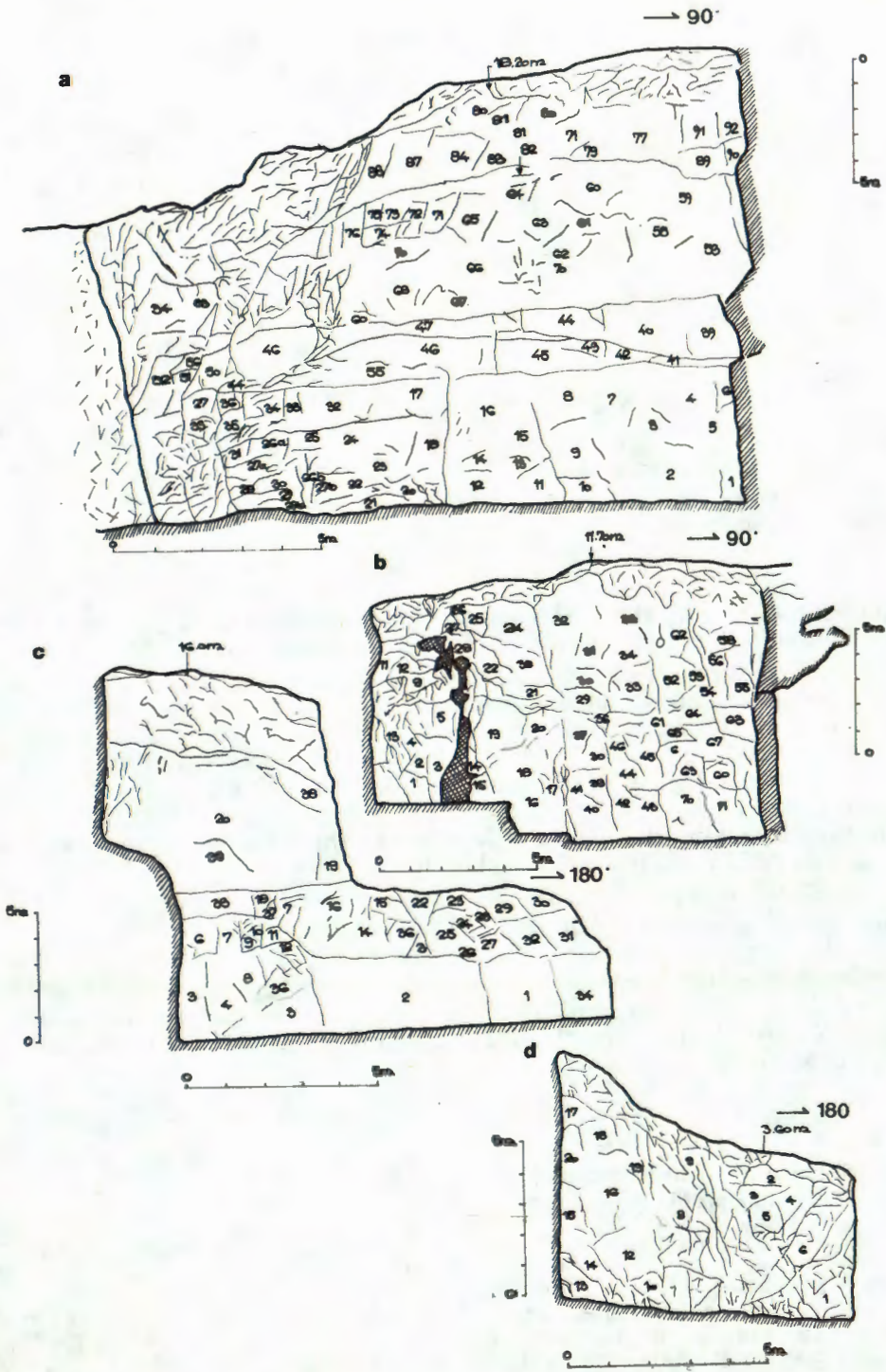
Dobiveni površinski koeficijent cjelovitosti se mora korigirati na niže da se približi volumnom koji je redovito niži. Prilikom eksploatacije ne mogu se postići dobiveni koeficijenti cjelovitosti koji su dobiveni uzi-

Sl. 4. Shematska skica raspucanosti stijenske mase

- a — profil A_1 paralelan sa zapadnom frontom radilišta
- b — profil A_2 paralelan sa frontom središnjeg dijela radilišta
- c — profil B_1 okomit na frontu zapadnog dijela radilišta
- d — profil B_2 okomit na središnju frontu radilišta

Fig. 4. Schematic draft of rock mass fracturing

- a — Profile A_1 parallel with the front of the site
- b — Profile A_2 parallel with the middle front of the site
- c — Profile B_1 vertical to the west front of the site
- d — Profile B_2 vertical to the middle front of the site



Tablica — Table I
Cjelovitost stijenske mase po profilima
Rock mass integrity per profiles

Oznaka profila Section mark	Ukupna površina blokova (m ²) Total block surface (m ²)	Broj blokova Number of blocks	Ukupna površina tombolona (m ²) Total tombolone surface (m ²)	Broj tombolona Number of tom- bolones	Površina profila (m ²) Profile surface (m ²)	Koficijent povr- šinske cjelovitosti K _{pc} (%)	
						Surface integrity coefficient K _{pc} (%)	
						Blokovi K _{pob} (%)	Tomboloni K _{pet} (%)
		Blocks	Tombolones				
A ₁	111,21	75	4,12	23	284,00	39,16	1,45
A ₂	58,19	62	3,45	18	161,50	36,03	2,14
B ₁	30,41	26	1,71	12	118,60	25,64	1,44
B ₂	11,75	12	1,60	8	45,20	25,99	3,54
Ukupno Total	211,56	175	10,88	61	609,30	34,72	1,79

Srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti za blokove iznosi $K_{pob} = 34,72\%$, a za tombolne $K_{pet} = 1,79\%$.

majući u obzir prirodne diskontinuitete, jer oblici blokova po prirodnim diskontinuitetima redovito nisu pravilna prizmatska tijela.

Odnosi površina s obzirom na međusobno okomite dimenzije (širinu i visinu) prikazani su na dijagramima oblika površina blokova (sl. 5). Površine dijagrama podijeljene su na četiri polja koja su ograničena odnosom veličina: $v/d = 2$, $v/d = 1$ i $v/d = 1/2$. Teoretski idealni oblici blokova su oni koji se nalaze između linija $v/d = 2$ i $v/d = 1/2$. U tim područjima oblici površina blokova se približavaju kvadratičnim presjecima. U ostalim dijelovima dijagrama imaju duguljaste površine, što znači, da će blokovi biti prizmatskog ili pločastog oblika.

U ležištu prema obrađenim podacima prevladavaju blokovi ekvidimenzijalnih površina. Povoljni oblici površina blokova nalaze se na profilu B₁ i B₂ (sl. 5.c) s 93%, na profilu A₁ (sl. 5.a) s 83%, te profilu A₂ (sl. 5.b) s 81%.

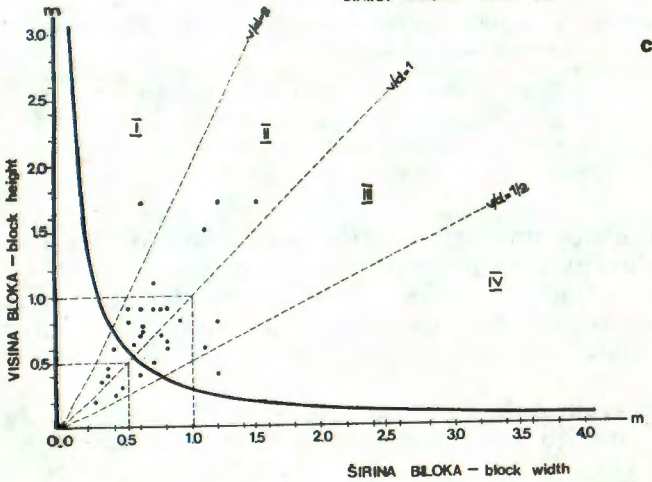
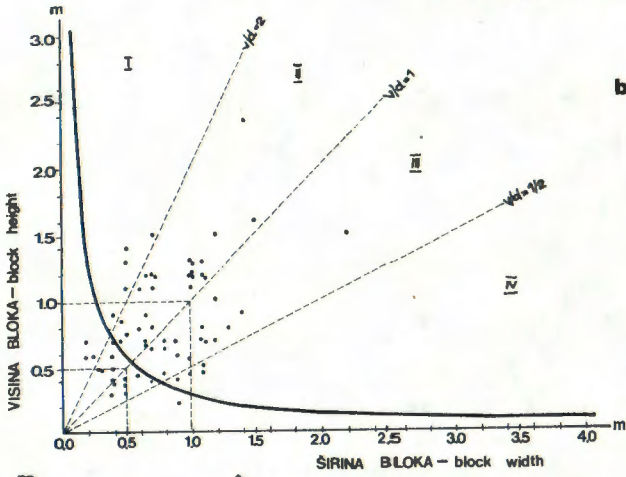
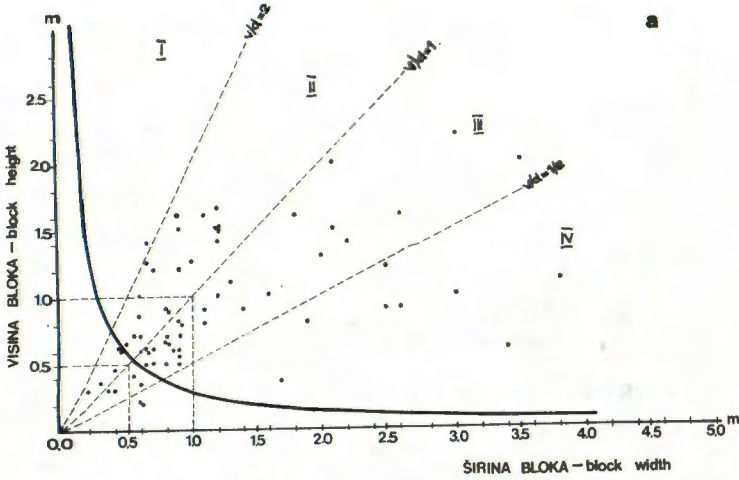
Na dijagramima su graničnom linijom odvojeni blokovi od tombolona. Na profilima A₁ i A₂ blokovi su zastupljeni sa 77%, a na profilima B₁ i B₂ sa 66%.

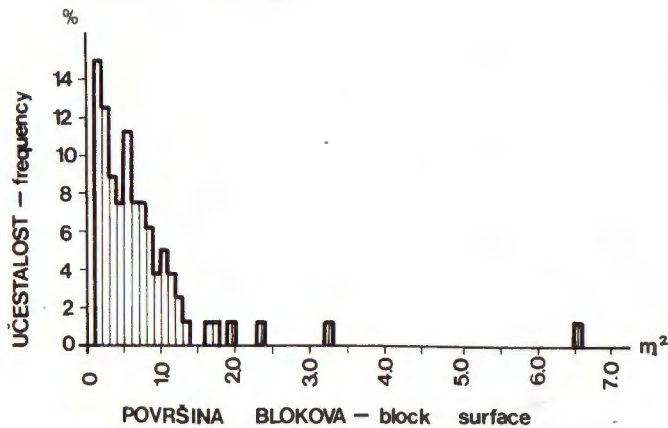
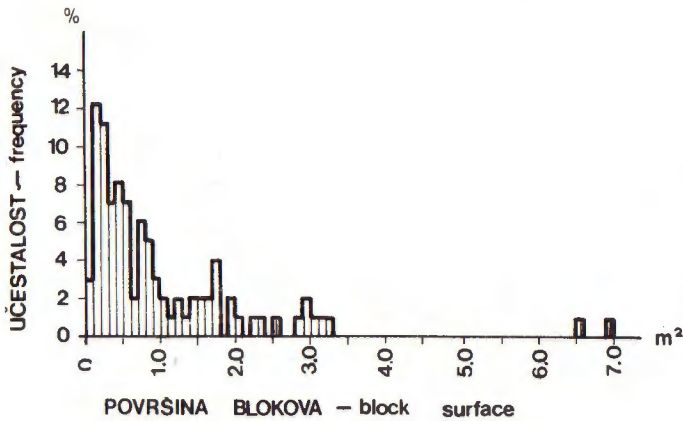
Sl. 5. Dijagrami oblika površina blokova

- a — duž profila A₁
- b — duž profila A₂
- c — duž profila B₁ i B₂

Fig. 5. Diagrams of block surface shapes

- a — alongside the profile A₁
- b — alongside the profile A₂
- c — alongside the profiles B₁ and B₂





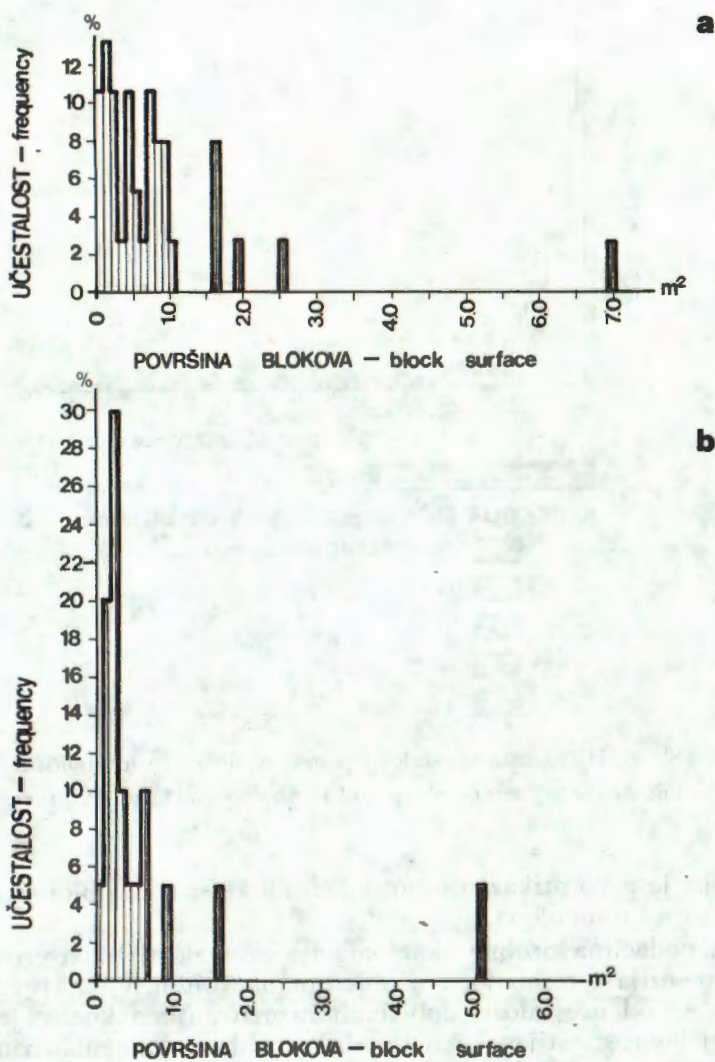
Sl. 6. Histogram učestalosti površina blokova
 a — duž profila A_1
 b — duž profila A_2

Fig. 6. Histogram of block surfaces frequency
 a — alongside the profile A_1
 b — alongside the profile A_2

Na izrađenim histogramima učestalosti površina blokova i tombolona (sl. 6, 7. i 8) uočavaju se različite njihove zastupljenosti.

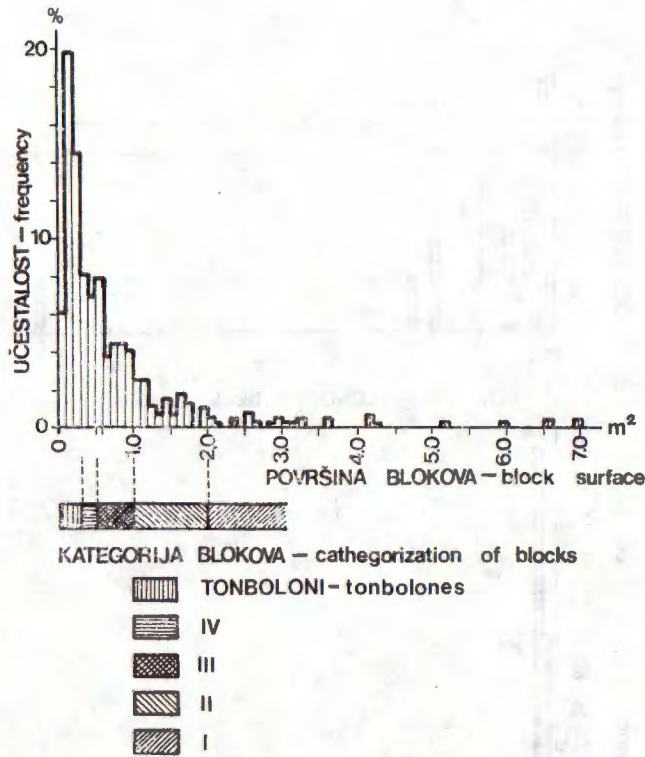
Probnom eksploatacijom tokom 1985. i 1986. godine ubrano je 45 komercijalnih blokova i 52 tombolona. Iz mjerenih podataka izrađen je histogram učestalosti blokova prema volumenu (sl. 9) i najvećoj dužini (sl. 10).

Na osnovu najvećih dužina prema Propisima (Sl. list br. 9/67) ubrani blokovi su razvrstani u klase. Razvrstavanje je prikazano u tablici II i grafički na slici 11.



Sl. 7. Histogram učestalosti površina blokova
 a — duž profila B₁
 b — duž profila B₂

Fig. 7. Histogram of block surfaces frequency
 a — alongside the profile B₁
 b — alongside the profile B₂



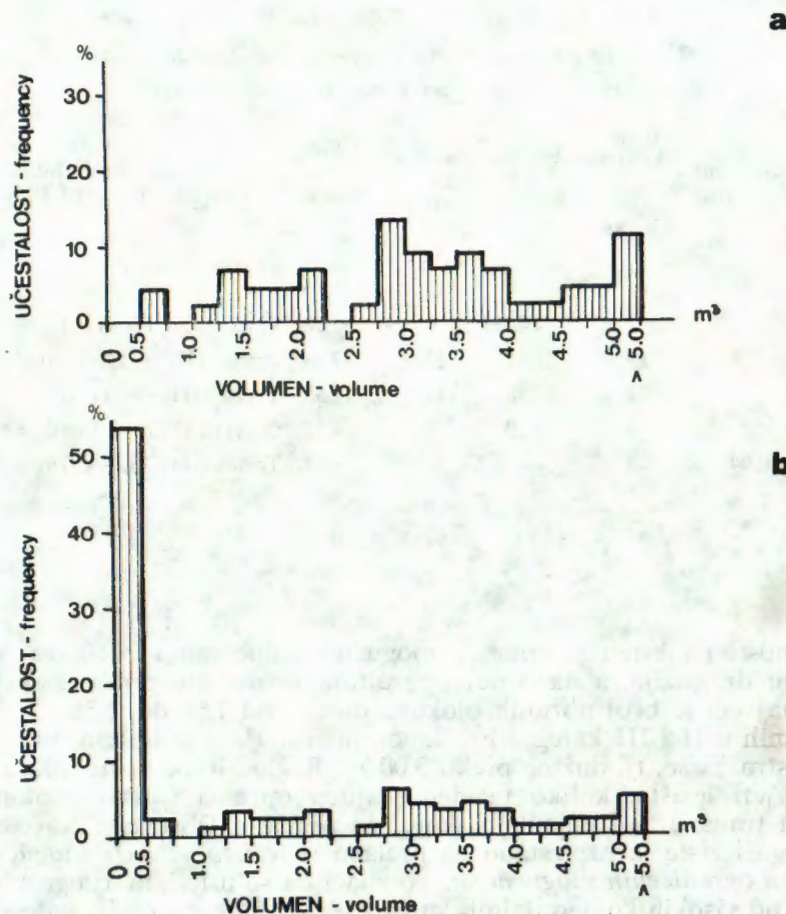
Sl. 8. Histogram učestalosti površina blokova i tombolona
 Fig. 8. Histogram of block and tombolone surfaces frequency

U tablici je prvo prikazan udio pojedinih klasa samo blokova, a zatim udio blokova i tombolona.

Prema podacima probne eksploatacije učestalosti blokova odgovarajućih dimenzija i tombolona s obzirom na volumen i najveću dužinu razlikuje se od učestalosti dobivenih razmatranjima koeficijenta površinske cjelovitosti stijenske mase duž profila u kamenolomu. Razliku treba tražiti u tome što je račun cjelovitosti rađen u cjelovitim dijelovima stijenske mase, izuzimajući tektonski jače oštećene zone u kojima se mogu nalaziti i vaditi tomboloni.

VREDNOVANJE LEŽIŠTA

Vrijednost arhitektonsko-građevnog kamena može se procijeniti pomoću četiri kriterija (B. Crnković i N. Bilbija, 1984) i to: *geološki, tehnološko-ekonomski, tehnički kriteriji i dekorativni ili estetski kriteriji*. Na osnovu ovih kriterija obavljeno je kategoriziranje i vrednovanje ležišta Romanovac.



Sl. 9. Histogram učestalosti blokova prema volumenu
 a — na osnovu 45 izvađenih komercijalnih blokova
 b — na osnovu 97 izvađenih komercijalnih blokova i tombolona

Fig. 9. Histogram of block frequency according to volume
 a — on the basis of 45 manufactured commercial blocks
 b — on the basis of 97 manufactured commercial blocks and tumbled stones

Geološki kriteriji

U ležištu Romanovac eksploataбилne rezerve kamene mase su ograničene, odnosno malog su volumena, ispod 300 000 m³ (D. Jovičić i dr., 1987) s planiranom godišnjom proizvodnjom komercijalnih blokova manjom od 3 000 m³. Razlog tome je geografski položaj ležišta, gdje niske temperature i s vjetrom, a ponekad i snijegom, ne dozvoljavaju kontinuiranu proizvodnju kamenih blokova u toku cijele godine. Zbog ograničene proizvodnje kamenolom Romanovac po svojoj veličini uvrštava se u mala ležišta ili u ležišta malih razvojnih mogućnosti.

Tablica — Table II
 Učestalost klasa blokova prema najvećoj dužini
 Block class frequency according to greatest length

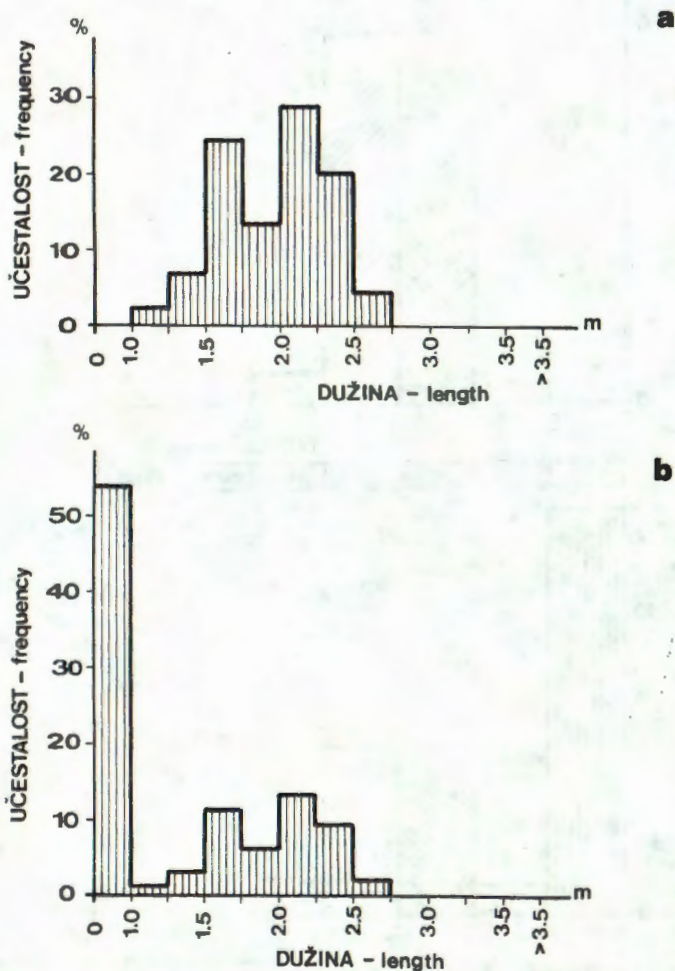
Dužina bloka (m) Block length (m)	Broj blokova Number of blocks	Udio u % Share in %	Broj blokova Number of blocks	Udio u % Share in %	Klasa ili vrsta blokova Class or type of blocks
više od 3,00 more than	—	—	—	—	Ekstra — Extra
2,50—2,99	2	4,44	2	2,06	Prva (I) — First
2,00—2,49	22	48,87	22	22,69	Druga (II) — Second
1,50—1,99	17	37,78	17	17,53	Treća (III) — Third
1,00—1,49	4	8,89	4	4,12	Četvrta (IV) — Forth
manje od 0,99 less than	—	—	52	53,61	Tombolon (T) — Tombolone
Ukupno Total	45	100	97	100	

U odnosu na bitan parametar mogućnost dobivanja blokova odgovarajućih dimenzija, a na osnovu rezultata provedene probne eksploatacije, najveći je broj ubranih blokova dužine od 1,50 do 2,50 m, dakle razvrstanih u II i III kategoriju. Napominjemo da nije ubran niti jedan blok ekstra klase, tj. dužine preko 3,00 m. Razlog tome nisu toliko geološki uvjeti ležišta, koliko neodgovarajuća oprema u kamenolomu i problem transporta kamenih blokova do pilane u Obrovcu. Na osnovu izloženoga ležište je razvrstano na prelazu iz ležišta velikih mogućnosti do ležišta ograničenih mogućnosti. To znači da se u ležištu mogu ubirati blokovi od visokih komercijalnih kategorija do blokova nižih kategorija.

Stijenska masa ležišta prema mineraloško-petrografskim značajkama je dijelom homogena, ujednačenog izgleda, ali i s postepenim nepravilnim i nedefiniranim granicama vertikalnih i horizontalnih prijelaza varijeteta arhitektonsko-građevnog kamena. To znači da je prilikom eksploatacije u ležištu neophodno izdvajanje varijeteta, tipa »Romariovac« i tipa »Tulovac« koji se izgledom po boji razlikuju. S obzirom da prema boji postoji neujednačen izgled kamene mase ležište se svrstava u ležište u kojem je neophodno izdvajanje tipova i varijeteta kamena zbog svojih osjetljivih razlika u općem izgledu.

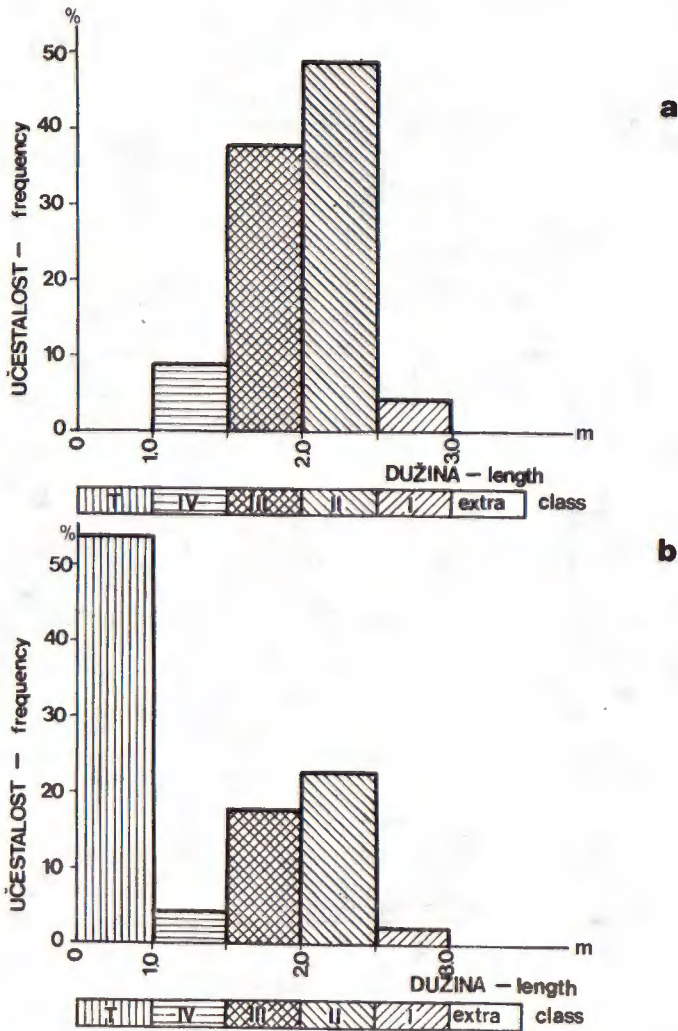
Kriteriji izdašnosti stijenske mase u ležištu nije posebno analiziran. Dosadašnja probna eksploatacija dala je djelomičan uvid u kvalitetu ubranih blokova s obzirom na volumen blokova, površinu blokova, dužinu blokova, klasu blokova, a također i o iskorištenju stijenske mase. Ležište još nije razrađeno tako da se u daljoj fazi eksploatacije mogu očekivati podaci kojim će se procijenjena izdašnost stijenske mase u ležištu približiti stvarnoj.

U ležištu postoji nekoliko vrsti jalovine i to: površinska jalovina, jalovina unutar kamene mase, jalovina u rasjednim zonama i jalovina vezana za izradu završnih kosina ili etaža kamenoloma.



Sl. 10. Histogram učestalosti blokova prema najvećoj dužini
 a — na osnovu 45 izvađenih komercijalnih blokova
 b — na osnovu 97 izvađenih komercijalnih blokova i tombolona

Fig. 10. Histogram of block frequency according to the greatest length
 a — on the basis of 45 manufactured commercial blocks
 b — on the basis of 97 manufactured commercial blocks and tombolones



Sl. 11. Histogram učestalosti klasa blokova prema najvećoj dužini
 a — na osnovu 45 izvađenih komercijalnih blokova
 b — na osnovu 97 izvađenih komercijalnih blokova i tombolona

Fig. 11. Histogram of block class frequency according to the greatest length
 a — on the basis of 45 manufactured commercial blocks
 b — on the basis of 97 manufactured commercial blocks and tombolones

Tehnološko-ekonomski kriteriji

Kvaliteta bloka omogućuje ekonomičnu industrijsku preradu. Vrijednost se umanjuje zbog prisustva većih ili manjih do najfinijih diskontinuiteta. Postojanje sitnih prslina utječe na smanjene iskoristivosti bloka zbog lomova ploča prilikom prerade. Zbog toga, sa stanovišta kvalitete, *blokovi iz kamenoloma se svrstavaju u kvalitetu »2«*. To znači da se prilikom prerade blokova postotak iskorištenja kreće od 75 do 85%. Dobivene rezane ploče mogu biti dimenzija kao i blok, ili se zbog prisustva prirodnih diskontinuiteta njihove dimenzije reduciraju.

Tehnički kriteriji

Fizičko-mehanička svojstva određena su u Građevinskom institutu OOUR FGZ — Zagreb pod oznakom:

- kamen tip »Tulovac« oznaka uzorka kam. 352/85,
- kamen tip »Romanovac« oznaka uzorka kam. 353/85.

Podaci o svojstvima kamena prikazani su u tablici III.

Obavljena su i dopunska laboratorijska ispitivanja, koja su se sastojala od ispitivanja klimatske postojanosti kamena određivanjem postojanosti kamena metodom zasićene otopine natrijevog sulfata.

Tijekom ispitivanja vremenske postojanosti kamena metodom kristalizacije zasićene otopine natrijevog sulfata, nakon 10 ciklusa na uzorcima kamena tipa »Romanovac« utvrđene su promjene izražene otvaranjem duž postojećih prslina uslijed izluživanja limonitno-hematitne ispunje. Na uzorcima kamena tipa »Tulovac« nisu zamjećene nikakve promjene izgleda površine.

Gubici mase nakon 10 ciklusa na kamenu tipa »Romanovac« su zanemarivi i iznose od 0,1 do 0,4 mas. %, a na kamenu tipa »Tulovac«, nakon 15 ciklusa su također zanemarivi i iznose do 0,07 mas. %.

Postojanost kamena praćena je mjerenjem promjena brzina širenja longitudinalnih valova.

Iz rezultata ispitivanja kamena podvrgnutom smrzavanju vidljiv je kontinuirani pad brzina prostiranja longitudinalnih valova, što upućuje na zaključak da se na kamenu tipa »Romanovac« izloženom smrzavanju u dužem periodu, mogu očekivati destruktivne promjene. Na kamenu tipa »Tulovac« registriran je manji pad brzina prostiranja longitudinalnih valova koji se nakon 20-tog ciklusa smrzavanja nije promijenio ni do 50-tog ciklusa. Iz navedenog se zaključuje da je kamen postojan na mrazu.

Iz rezultata ispitivanja kamena tretiranog sa zasićenom otopinom natrijevog sulfata vidljivo je da je došlo do značajnog pada brzine prostiranja longitudinalnih valova, što je posljedica destruktivnog djelovanja kristalizacijskih procesa tijekom kristalizacije natrijevog sulfata iz otopine u zatvorenim pukotinskim sistemima. Iz navedenog zaključujemo da kamen tipa »Romanovac« i »Tulovac« nije postojan na agresivno djelovanje soli i ostalih agresorija.

Na osnovu analize rezultata laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava i mineraloško-petrografskog sastava, kamen iz ležišta

Tablica — Table III

Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava kamena
Results of testing the Physical-mechanical properties of stone

		Tip »Tulovac«	Tip »Romanovac«
1.	Čvrstoća na pritisak Compressive strength (JUS B.B8.012)		
	a) u suhom stanju Dry	sred. med. 110,5 MN/m ²	119,0 MN/m ²
	b) u vodom zasićenom stanju Water saturated	sred. med. 74,0 MN/m ²	80,5 MN/m ²
	c) poslije smrzavanja After freezing	sred. med. 68,8 MN/m ²	77,0 MN/m ²
2.	Čvrstoća na savijanje Bending strength (JUS B.B8.017)	sred. med. 6,1 MN/m ²	5,6 MN/m ²
3.	Otpornost na habanje struganjem po BOEHME-u Resistance to grinding (BOEHME method) (JUS B.B8.017)	15,4 cm ³	18,1 cm ³
4.	Upijanje vode Water-absorption (JUS B.B8.010)	0,19 mas %	0,31 mas %
5.	Postojanost na mrazu Frost susceptibility (JUS B.B8.001)	postojan persistent	postojan persistent
6.	Prostorna masa Bulk density (JUS B.B8.032)	2693 kg/m ³	2681 kg/m ³
7.	Gustoća Density (JUS B.B8.032)	2701 kg/m ³	2723 kg/m ³
8.	Stupanj gustoće Degree of density (JUS B.B8.032)	0,995	0,984
9.	Poroznost Porosity (JUS B.B8.032)	0,5 vol. %	1,6 vol. %

Romanovac može se koristiti kao arhitektonsko-građevni kamen za oblaganje unutarnjih vertikalnih i horizontalnih površina. Kamen tipa »Romanovac« preporuča se za umjereno prometne površine (do 3.000 ljudi dnevno), a kamen tipa »Tulovac« za jako prometne površine (do 15.000 ljudi dnevno).

Kriterij dekorativnosti

Po kriteriju dekorativnosti, odnosno izgledu, kamen iz ležišta može se svrstati u kamen izuzetnog i jedinstvenog izgleda.

Na osnovu iznesenih kriterija i to:

- ležište je malo i ograničenih razvojnih mogućnosti,
 - ležište je velikih do ograničenih mogućnosti za dobivanje blokova,
 - kamena masa u ležištu je neujednačenog izgleda s obzirom na boju te je neophodno izdvajanje tipova i varijeteta kamena,
 - kvalitet blokova je »2« i
 - kamen iz ležišta je izuzetnog i jedinstvenog izgleda,
- ležište «Romanovac» može se vrednovati i rangirati kao ležište ograničeno svjetski značajno.

ZAKLJUČAK

Starost naslaga koje se eksploatiraju u ležištu arhitektonsko-građevnog kamena nije sigurno dokazana, no smatra se da pripadaju donjoj kredi i dijelu cenomana.

Naslage su petrografski određene kao brečasti vapnenci i vapnenjačke breče crvenkastih i sivih smeđasto nijansiranih boja, masivnog izgleda, uz nepravilne horizontalne i vertikalne izmjene.

Geneza naslaga može se tumačiti na nekoliko načina. Ili su oštrobridni fragmenti, taloženi u bazenu, tokom dijageneze povezani sparitnim vezivom, a prsline i pukotine naknadno ispunjene kalcitom i pigmentirane limonitskom supstancom, ili je vapnenac tokom dijageneze pretrpio kataklastične promjene tokom kojih su nastali oštrobridni fragmenti, a prsline i pukotine su istovremeno (ili neposredno nakon) ispunjene sparitskim kalcitom i djelomično limonitnim pigmentom.

Intenzivni, u nekoliko navrata ponavljani tektonski pokreti uvjetovali su današnji tektonski sklop ležišta. Utvrđena su tri glavna sistema pružanja pukotina: sjeveroistok—jugozapad, sjeverozapad—jugoistok i istok—zapad s velikom disperzijom odstupanja mjerenih podataka. Sa svojom gustoćom daju veliku nepravilnost, te je radi toga osnovni oblik bloka odvojen prirodnim diskontinuitetima nepravilan, što je nepovoljno sa stanovišta blokovitosti stijenske mase u odnosu na eksploataciju blokova kamena.

Tektonsko-ikarstifikacijske ili rasjedne zone, te pukotine i pukotinski sistemi dirigiraju kategorizaciju rezervi i utječu na tehnologiju eksploatacije blokova kamena.

Detaljnim geološkim radovima i probnom eksploatacijom utvrđena je srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti za blokove 34,72 % i za tombolone 1,79 %. Od ukupno ubranih blokova 46,4 % su komercijalni blokovi i 52,6 % su tomboloni.

U vrednovanju i kategoriziranju ležišta treba istaknuti, da je po svojoj velični ležište malo, odnosno malih razvojnih mogućnosti, da su neophodna izdvajanja tipova i varijeteta kamena, da rezane ploče mogu biti dimenzija kao i blokovi ili se zbog prisustva prirodnih prslina njihove dimenzije reduciraju, te da je kamen tipa »Romanovac« izuzetnog izgleda.

Na osnovu izloženih kriterija ležište Romanovac se može vrednovati i rangirati kao ležište ograničeno svjetski značajno.

Analiza rezultata fizičko-mehaničkih svojstava je pokazala da se kamen iz ležišta Romanovac može koristiti za oblaganje unutarnjih verti-

kalnih i horizontalnih površina. Kameni materijal koji predstavlja o pad pri vađenju blokova i tombolona može se koristiti kao tehnički kamen, lomljenac i agregati za beton, te kao agregati za teraco pločice.

ZAHVALE

Autori se zahvaljuju prof. dr. B. Crnkoviću na savjetima koje je davao prilikom oblikovanja ovog rada. Zahvaljujemo se i RO u osnivanju KAMEN Obrovac na dozvoli za publiciranje ovog članka, a posebno tehničkom direktoru M. Jakšiću, dipl. ing. rudarstva. Zahvaljujemo se i kolegicama: S. Glogovšek i M. Sugnetić na pomoći prilikom grafičke i tehničke obrade ovog rada.

Primljeno: 11. 12. 1987.

LITERATURA

- Bilbija, N. (1984): Tehnička petrografija (svojstva i primjena kamena). Naučna knjiga, 131 str., Beograd.
- Bodrožić, Đ., Jovičić, D. i Oreški, E. (1985): Geološka istraživanja arhitektonsko-građevnog kamena u području sjeverne Dalmacije. Fond struč. dokum. INA-Projekt, Zagreb.
- Crnković, B. (1966): Ocjena homogenosti stijenske mase. *Građevinar*, 18/4, 155—162, Zagreb.
- Crnković, B. i Bilbija, N. (1984): Vrednovanje arhitektonsko-građevinskog kamena. *Geol. vjesnik*, 37, 81—95, Zagreb.
- Dunham, R. J. (1962): Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. *A. A. P. G. Mem. 1*, 108—121, Tulsa.
- Foetterle, F. (1862): Geologische Karte der Lika. *Verh. geol. R. A., Wien*.
- Folk, R. L. (1959): Practical Petrophysical Classifications of Limestones. *A. A. P. G. Bull.*, 43/1, 1—38, Tulsa.
- Füchtbauer, H. & Müller, G. (1970): Sedimente und Sedimentgesteine, in: *Sediment-Petrologie 3*, 378 str., Schweizerbart, Stuttgart.
- Hauer, F. (1864): Geologische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie, Blatt, X, Dalmatien, *Jahrb. geol. R. A.*, 18/3, 431—454, Wien.
- Ivanović, A., Sokač, K., Marković, S., Sokač, B., Sušnjara, M., Nikler, I. i Sušnjara, A. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ, list Obrovac 1:100.000, s tumačem, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Jelaska, V. i Velić, I. (1971): Stratigrafija jure južnog Velebita. Simpozij Zadar, 10—14. 5. 1971. *Nafta*, 22/4—5, 485—495, Zagreb.
- Jovanović, D. (1959): Istražni radovi na kamen s proračunom rezervi u području Obrovca. Fond struč. dokum. Geološki zavod Hrvatske, Zagreb.
- Jovičić, D., Bodrožić, Đ., Oreški, E. i Jakšić, M. (1987): Elaborat o sirovinskoj bazi ležišta arhitektonsko-građevnog kamena Romanovac kod Obrovca. Fond struč. dokum. INA-Projekt, Zagreb.
- Kovačević, S. i Sametić, B. (1975): Geoelektrična ispitivanja u područjima Jasenička glava, Jasenice—Burišovac, Karlovac—Županja kod Obrovca. Fond struč. dokum. Geofizika, Zagreb.
- Nikler, L., Sokač, B. i Ivanović, A. (1965): Strukturna građa jugoistočnog Velebita. *Acta geol. V*, 389—391, Zagreb.
- Nikler, L. i Sokač, B. (1968): Biostratigraphy of the Jurassic of Velebit (Croatia). *Geol. vjesnik*, 21, 161—174, Zagreb.
- Oluić, M., Grandić, S., Haček, M. i Hanich, M. (1972): Tektonska građa Vanjskih Dinarida Jugoslavije. *Nafta*, 23/1—2, 3—16, Zagreb.
- Oreški, E. (1981): Model sedimentacije i tektonski uvjeti postanka, te naftno-geološke karakteristike paleogenskih (promina) naslaga na području Vanjskih Dinarida (bazen Bukovica). Fond struč. dokum. INA-Projekt, Zagreb.

- Polšak, A. i Milan, A. (1962): Facijalni i tektonski odnosi sjeveroistočnog područja Like. Ref. V savjetovanja geol. FNRJ, 63—75, Beograd.
- Raffaelli, P. i Šćavničar, B. (1966): Naslage gornjeg paleozoika Like i Gorskog Kotara. I kolokvij o zunanjih Dinaridih. Savez geol. društ. SFRJ, 39—41, Ljubljana.
- Schubert, R. (1909): *Geologischer Führer durch Dalmatien*, Verlag von Gebrüder Borntraeger, 176 str., Berlin.
- Schubert, R. (1909a): *Geologija Dalmacije*. Matica dalmatinska, 106 str., Zadar.
- Stache, G. (1863): Übersicht der tektonischen Verhältnisse Dalmatiens. *Verh. geol. R. A.*, 18, Bd. 13, Wien.
- Stache, G. (1889): Die liheruische Stufe und deren Grenzhorizonte, *Abh. geol. R. X.*, 13, H. 1, Wien.
- Sikić, D. (1964): Horizontalna kretanja u Dinaridima. *Zbornik radova Rudarskog odjela Tehnološkog fakulteta*, 129—143, Zagreb.
- Sikić, D. (1965): *Geologija područja s paleogenskim naslagama Istre, Hrvatskog primorja i Dalmacije*. Disertacija obranjena na Prir. mat. fak. Zagreb.
- Zupanić, J. i Babić, Lj. (1981): Postanak starijeg dijela promina-formacije (paleogen sjeverozapadno od Benkovca). *Zavod za geol. i geof. istraživanja, knjiga XXXVIII/XXXIX, serija A*, Beograd.

Dimension stone deposit »Romanovac« near Obrovac (S.R. of Croatia)

D. Jovičić and E. Oreški

The age of the exploitable sediments in dimension stone deposits is not surely proved, but it is assumed to belong to lower cretaceous and the part of cenomanian.

The sediments are petrographically marked as brecciated limestones and calcareous breccia of reddish and grayish colours, massive shape and irregular horizontal and vertical change. The genesis of sediments can be described in several ways.

Either they are sharp-edged fragments, sedimentated in basin, during diagenesis connected with sparite cement, with fractures and fissures subsequently filled with calcite and pigmented with limonite substance, or limestone suffered cataclastic changes during genesis. The sharp-edged fragments, its fractures and fissures simultaneously (or scarcely after) filled with sparite calcite and partly pigments were formed as a result of those changes.

Intensive, in several occasions repeated, tectonic movements caused the present tectonic fabric of the deposit.

Three major systems of fracture extension are estimated: north-east — south-west, north-west — south-east and east—west with great dispersion of scattering.

They form great irregularity its density, as a consequence of that, the basic shape of the block, separated with natural discontinuity, is irregular. It is supposed to be unfavourable from the point of view of the rock mass blockage, in comparison to the exploitation of stone blocks. Tectonic or fault zones, fractures and fracture systems, define categorisation of resources and make an impact on technology of the stone block exploitation.

The average value of the surface integrity coefficient is established, by means of the detailed geological research and experimental exploitation. It makes 34,72% for blocks and 1,79% for tombolones. From the whole number of folded blocks 46,40% belong to commercial blocks and 52,60% to tombolones.

From the point of view of evaluation and categorisation the deposit is small, that is to say, of small developmental possibilities. The separation of types and stone varieties is necessary, while the cutted boards can be of the same dimension as blocks. Their dimensions can be reduced because of the presence of natural fissures.

On the basis of the presented criteria, the deposit of Romanovac can be assessed and ranked as the deposit of the restricted international importance. The results of the analysis of the physical-mechanical characteristics of the stone, show that the stone from the deposit of Romanovac can be used for coverage of vertical and horizontal surfaces.

Stone material considered to be waste in the block and tombstone exploitation, can be used as technical stone, rubble and aggregate for concrete and terazzo.