

Geol. vjesnik	Vol. 42	str. 311—332	Zagreb 1989.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 553.55

*Izvorni znanstveni članak*

## Vrednovanje ležišta arhitektonsko-građevnog kamena na Dugom otoku (SR Hrvatska)

Dragomir JOVIČIĆ, Ernest OREŠKI, Đuro BODROŽIĆ i Željko PEKAŠ  
*INA-PROJEKT, Odjel geoloških istraživanja, Savska c. 88a, YU—41000 Zagreb*

**Ključne riječi:** Ležište arhitektonsko-građevnog kamena, Cjelovitost, Kategorizacija, Vrednovanje

**Keywords:** Dimension stone deposit, Wholeness, Properties, Categorization, Assay value

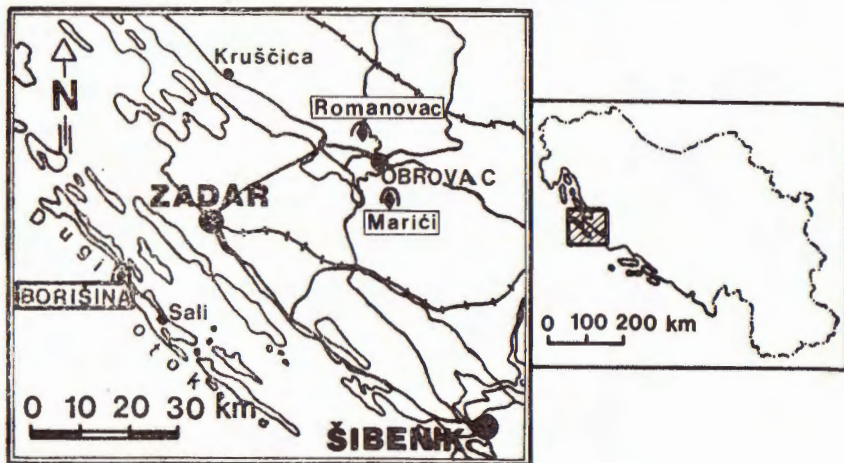
Vrednovanje ležišta arhitektonsko-građevnog kamena Borišina na Dugom otoku urađeno je na osnovu detaljnih geoloških radova i rezultata probne eksploatacije. Geološki su posebno obrađeni petrografski sastav i tektonski sklop ležišta. Na osnovu tih radova te rezultata probne eksploatacije, i fizičko-mehaničkih svojstava dana je ocjena kvalitete kamena. Blokovitost ležišta određena je koeficijentom površinske cjelovitosti i rezultatima probne eksploatacije. Uzimajući u obzir odgovarajuće parametre i dobivene podatke ležište je vrednovano sa stanovišta geoloških, tehnološko-ekonomskih, tehničkih i dekorativnih kriterija.

The evaluation of the dimension stone deposit Borišina at Dugi otok is done on the basis of the detailed geological research and the results of experimental exploitation. Petrographic structure and tectonic fabric of the stone deposit have been separately elaborated. On the basis of these researches and the results of experimental exploitation as well as physical-mechanical properties, the quality of stone is evaluated. The deposit blockage is marked by the surface integrity coefficient and the results of experimental exploitation. Taking into consideration all the relevant parameters and data, the deposit is evaluated from the point of view of geological, technological, technical and decorative criteria.

### UVOD

Ležište arhitektonsko-građevnog kamena Borišina nalazi se u središnjem dijelu Dugog otoka između naselja Luke i Savara, uz lokalno asfaltiranu cestu Sali—Božava. Nadmorska visina ležišta je 120 m (sl. 1).

Tragovi eksploatacije blokova kamena na zadarskom području datiraju od antičkog doba. Nastavljaju se i u srednjem vijeku, naročito kada su ovi krajevi bili pod vlašću Venecije. Poslije II svjetskog rata osnovano je u Zadru poduzeće »Klesar« koje se bavi proizvodnjom građevnog i ukrasnog kamena na Dugom otoku, kasnije je pripojeno »Alanu« u Obrovcu, da bi radove nastavio »Granit« iz Zagreba, pa kroz vrlo kratko vrijeme i »Jadral« Obrovac, uz eksploataciju boksita. Konačno je 1983. godine formirana R. O. »Kamen« u Obrovcu, koja 1987. godine nastavlja



Sl. 1. Geografski položaj ležišta Borišina na Dugom otoku

Fig. 1. Geographical site of the deposit Borišina at Dugi otok

s radovima na Dugom otoku. Obnavljajući proizvodnju u području sjeverne Dalmacije otpočela je eksploatacija u kamenolomima Marići (Kruševo) i Romanovac (Velebit), gdje se eksploatiraju obojeni materijali. Stoga su istraživanja na Dugom otoku na kamenolomu Borišina imala svrhu da prošire asortiman bijelim materijalom. Klimatske prilike na Dugom otoku su povoljne i omogućavaju rad u kamenolomu tokom cijele godine.

#### Pregled dosadašnjih istraživanja

Najstarije geološke podatke o široj okolini ležišta nalazimo na preglednoj geološkoj karti Austrougarske monarhije, list X, mjerila 1 : 576.000 i tumaču Hauera (1868). Slične karte primorskih krajina Austrougarske monarhije, mjerila 1 : 1.008.000 izradio je Stache (1889). Opsežnija geološka istraživanja sjeverne i srednje Dalmacije obavlja Schubert (1902—1905). U svojim geološkim kartama mjerila 1 : 75.000 kao i njihovim tumačima daje pregled svih stratigrafskih članova, te preglednu strukturu sliku istraživanih područja. Naslage ležišta Borišina (rudistne vapnenice) R. Schubert stratigrafski svrstava u turon-senon. Poljak (1930) uz kratki osvrt o geološkom sastavu i strukturi razmatranog područja daje prikaz geomorfologije Dugog otoka.

Detaljniju litološku i paleontološku rasčlanmbu naslaga, te međusobne odnose pojedinih stratigrafskih članova obradili su Neděla-Devidé, (1956); Grimani, (1958); Mamužić, (1958); Ivanović, (1960); Radoičić, (1960) i drugi. Svi ovi autori imaju istovjetna gledišta o strukturama šireg zadarskog područja.

Od 1959. godine u šire razmatranom području obavljaju se duboka istražna bušenja (INA-Naftaplin) kojima je nabušena debela serija donjokrednih sedimenata, te naslage jursko-kredne starosti. Na temelju

ovih bušenja dobiveni su korisni podaci koji su poslužili za regionalne interpretacije šire razmatranog područja.

Posljednjih godina raznovrsna geološka istraživanja su znatno intenzivnija. Važni podaci dobiveni su geološkim kartiranjem u okviru izrade Osnovne geološke karte, list Zadar, s tumačima, koje su izradili Majcen i dr. (1973).

Na području Dugog otoka obavljena su skromna istraživanja ležišta arhitektonsko-građevnog kamena, o čemu postoje oskudni fondovski materijali. Dosadašnja eksploatacija kamenih blokova obavljala se bez posebno izrađene geološke podloge i provođenja geoloških istražnih radova.

U 1987/88. godini Geološki zavod iz Zagreba za potrebe R. O. »Kamen« Obrovac u okviru izrade geološke karte na Dugom otoku izdvaja perspektivna područja za istraživanje arhitektonsko-građevnog kamena.

Geološka istraživanja ležišta radi utvrđivanja rezervi arhitektonsko-građevnog kamena obavljena su u toku 1988. godine (INA-Projekt, Zagreb, Odjel geoloških istraživanja).

Probna eksploatacija blokova kamena u ležištu Borišina odvijala se od veljače do travnja 1988. godine, čime su dobiveni potrebni parametri za vrednovanje ležišta.

#### GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA

Kamen ležišta Borišina pripada bijelim rudistnim vapnencima gornjoturunske do donjosenonske starosti (Majcen et al., 1973). Ležište je masivno-bankovite građe. Položaj slojeva banaka je dosta teško odrediti. Rijetke slojne plohe koje predstavljaju naglašene prirodne diskontinuitete uvjetuju znatne debljine slojeva su odraz sedimentacijskih uvjeta i geneze naslage. Bankovi su debljine od jedan do pet metara što je posebno povoljno za ležište. Kontakti između banaka su blago valoviti. Slojne plohe unutar banaka nisu prirodni diskontinuiteti duž kojih bi se banak odvajao u tanje slojeve.

U starim radovima (Borišina I i Borišina II) površine kamena su pokrivene tamnosivom patinom. Duž tih površina se zapažaju subhorizontalne do blago položene pukotine i slojne plohe bez pojava djelovanja karstifikacije i njihovog sekundarnog proširivanja. Ovo je posebno značajno za vrednovanje bankovitosti kamena u ležištu.

Površinski dio ležišta do dubine 2—3 metra je dosta izlomljen i karstificiran. Dio površine ležišta je pokriven oštrobridnim fragmentima rudistnog vapnenca, veličine od 1 do maksimalno 10 cm pomješanim s humusom. Intenzivnija i jača oštećenost stijenske mase zapaža se u središnjem i južnom dijelu ležišta (sl. 2A). Dubina ovog jače karstificiranog površinskog dijela je od 3 do 5 metara.

#### Petrografske značajke

Stijenska masa u ležištu prema petrografskim karakteristikama determinirana je kao organogeni vapnenac (biosparit, biomikrit i biosparidit, odnosno kao peckstone i grainstone). Vizuelno su u ležištu izdvojena tri tipa vapnenaca:

## Sl. 2. Geološka karta ležišta Borišina (stratigrafija prema Majcen et al., 1973)

## A) Geološka karta ležišta

1 — bijeli pločasti rudistni vapnenci (krovina); 2 — bijeli masivni rudistni vapnenci (eksploatabilni dio); 3 — sivosmeđasti vapnenci (podina); 4 — slojevitost; 5 — postupna i nedefinirana litološka granica; 6 — pukotine većih dimenzija s oznakom nagiba; 7 — pukotine većih dimenzija; 8 — sistemi paralelnih pukotina; 9 — tektonske ili rasjedne zone; 10 — karstificirane zone; 11 — nabačaj; 12 — fronta radilišta; 13 — strukturne bušotine; 14 — detaljni profili; 15 — geološki profili.

## B) Konturni dijagram polova normala slojevitosti (10 podataka)

## C) Konturni dijagram polova normala pukotina (197 podataka)

1 — I klasa; 2 — II klasa; 3 — III klasa; 4 — IV klasa; 5 — V klasa; 6 — maksimum; 7 — submaksimumi.

## D) Blok dijagram pukotina

1 — pukotine (maksimum); 2 — pukotine (submaksimumi); 3 — slojevitost (maksimum).

## Fig. 2. Geological map of the deposit Borišina (Stratigraphy after Majcen et al., 1973)

## A) Geological deposit map

1 — white rudistic limestone (roof); 2 — white massive rudistic limestone (exploitable part); 3 — gray-brownish limestones (substratum); 4 — bedding; 5 — gradual and unidentified lithological boundary; 6 — fractures of larger dimensions with inclination mark; 7 — fractures of larger dimensions; 8 — systems of parallel fractures; 9 — tectonic or fault zones; 10 — karstificational zones; 11 — stone heap; 12 — work site front; 13 — structural boreholes; 14 — detailed profiles; 15 — geological profiles.

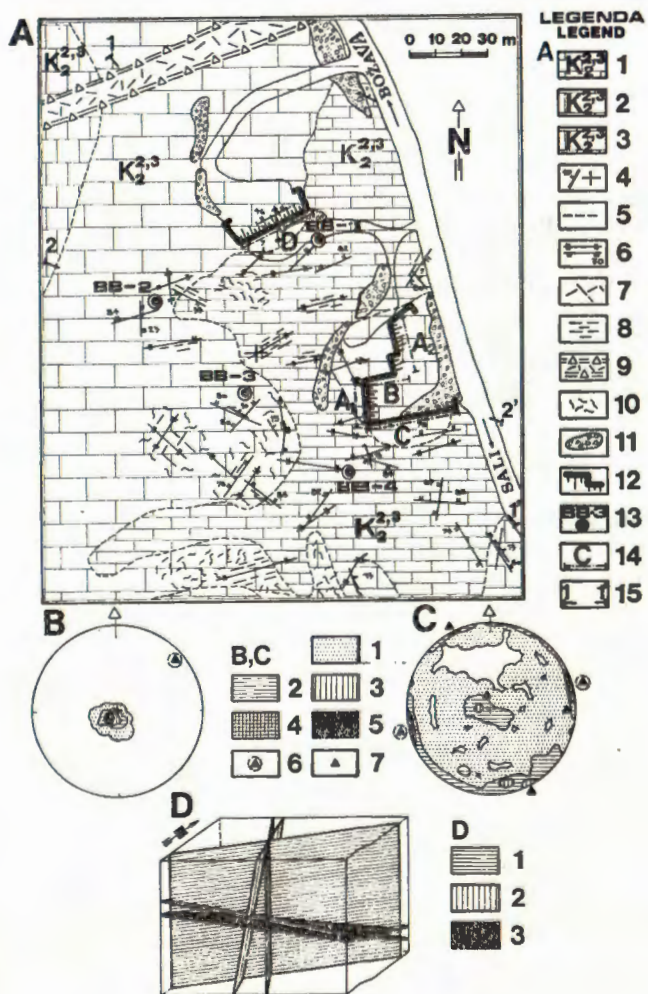
## B) Contour diagram of normal bedding poles (10 data)

## C) Contour diagram of normal fracture poles (197 data)

1 — I class; 2 — II class; 3 — III class; 4 — IV class; 5 — V class; 6 — maximum; 7 — submaximums.

## D) Block-diagram of fractures

1 — fractures (maximum); 2 — fractures (submaximum); 3 — bedding (maximum).



- bijeli pločasti rudistni vapnenac (krovina),
- bijeli masivni rudistni vapnenac (eksploatabilni dio), i
- sivosmeđasti vapnenac (podina).

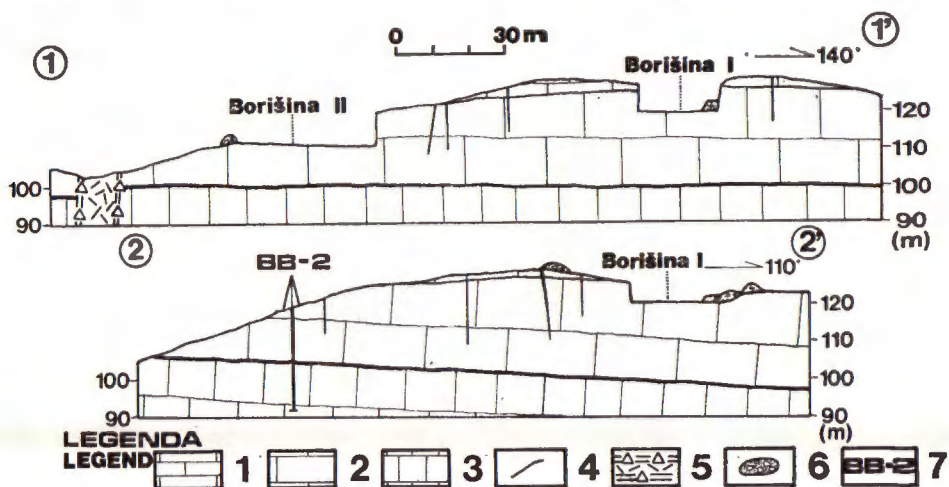
Kamen je petrografski determiniran mikroskopskim analizama i »peel«-tehnikom (»acetatna folija«). Kod determinacije korištene su klasifikacije Folk a (1959) i Dunhama (1962).

### Bijeli pločasti rudistni vapnenci

Nalaze se u krovini eksploatabilnih masivnih rudistnih vapnenaca (sl. 3). Na površini se »tankpločasto« raspadaju. Bijele su boje i brzo reagiraju na HCl. Prema Dunhamu (1962) određeni su kao packstone do greinston (—g), ili po Folku (1959) kao biosparit do biosparudit. Glavni i jedini sastojak u analiziranim uzorcima određen metodom bojenja (Füchtbauer i Müller, 1970) je kalcit uz nekoliko zrna opakog minerala. Stijena se sastoji od detritusa ostataka rudista i matriksa. Detritusa ima približno 60%, dimenzija 1—2 mm. Matriks je mozaik mikritskog i mikrosparitskog te rjeđe sparitskog kalcita.

### Bijeli masivni rudistni vapnenci

Predstavljaju eksploatabilni dio ležišta, a prema petrografskim značajkama pripadaju organogenim vapnencima. Sadrže obilje ostataka rudista i drugih fosila (*Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas,



Sl. 3. Geološki profili

- 1 — bijeli pločasti rudistni vapnenac;
- 2 — bijeli masivni rudistni vapnenac;
- 3 — sivosmeđasti vapnenac;
- 4 — pukotine većih dimenzija;
- 5 — tektonska ili rasjedna zona;
- 6 — nabačaj;
- 7 — strukturalna bušotina.

Fig. 3. Geological profiles

- 1 — white rudistic shet limestone;
- 2 — white massive rudistic limestone;
- 3 — gray-brown limestone;
- 4 — fractures of larger dimensions;
- 5 — tectonic or fault zone;
- 6 — stone heap;
- 7 — structural boreholes.

*Aeolisaccus kotori* Radoičić, *Globotruncana bulloides* Vogler i dr.). Prelom im je neravan, mat površine, a mjestimice sadrže vidljiva zrna kalcita. U manjim količinama zapažaju se i bijele prašinate »kredaste« nepravilne nakupine. Klasificirani su kao pekston do grainston često s bimodalnim sadržajem detritusa.

Glavni i jedini mineralni sastojak određen metodom bojenja je kalcit. Neznatan je udio opakih minerala i limonitne supstancije. Stijena se sastoji od karbonatnog organogenog detritusa i matriksa. Karbonatnog organogenog detritusa ima približno 60% (volumno). Veličina mu varira od 0,1 do iznad 2,00 mm, obično od 1 do 2 mm, a 10—30% detritusa je iznad 4 mm. Matriks je agregat kalcita, veličine mikrosparita i sparita, rjeđe mikrita. Utvrđena je i znatna, većinom intergranularna poroznost u matriksu, a postoje šupljine i unutar fosilnih ostataka.

### *Sivosmeđasti vapnenci*

Sivosmeđasti vapnenci se superpozicijski nalaze u podini bijelih masivnih rudistnih vapnenaca, te postepeno i nepravilno prelaze u njih. Preloma su neravna do sitno-školkasta, masivna habitusa. Reakcija s hladnom razrijeđenom HCl nije burna kao kod bijelih rudistnih vapnenaca. Zapažaju se rijetki ostaci makrofosila. Ispresijecani su pukotinama različitog pružanja i na površini su dosta okršeni. U sivosmeđastim vapnencima zapažaju se i stiloliti koji su ispunjeni prvenstveno glinovitim materijalom.

Glavni i jedini sastojak u njima, određen metodom bojenja, je kalcit, uz neznatno učešće opakog minerala, limonita i minerala glina (ispod 1%). Sastoji se od organogenog karbonatnog detritusa i matriksa. Karbonatni detritus je fosilnog porijekla, najčešće su to ostaci krhotina rudista, dimenzija oko 1,00 mm, te učešćem 40—60%. Poroznost ovih vapnenaca je mala. Matriks je mozaik mikritskog i mikrosparitskog kalcita s rijetkim pojavama sparita.

Prema svojim petrografskim karakteristikama, određeni su kao wackestone do packestone ili biomikriti.

### *Geneza*

Rudistni vapnenci eksploabilnog sloja kamenoloma Borišina pripadaju masivno uslojenim gornjokrednim organogenim vapnencima. Nastali su u plitkoj i toploj marinskoj sredini u grebenskom pojasu otvorenog šelfa. Međugrebenski pojasi su bili dublji i tu je taloženo fosilno kršje i detritus koje je povezano mikritskim do mikrosparitskim kalcitnim cementom.

Fosilni detritus, najčešće kršje rudista, je oštrobriđan, dimenzija od 0,2 mm do 4 mm, često puta i krupniji. Kršje rudista je kratko transportirano od razaranih rudistnih grebena do mjesta odlaganja u međugrebenske pojase. U vrijeme nastajanja tih vapnenaca nije bilo značajnih pokreta. Spuštanje dna sedimentacionog bazena je bilo takvo, da se uvjeti u kojima su stvarani vapnenci tokom sedimentacije nisu mijenjali. To je uslovalo njihovu veliku debljinu bez izrazitih ploha diskontinuiteta, slojevitosti. Nakon taloženja rudistnih vapnenaca krajem g. krede dolazi do izdizanja koje je vezano uz laramijske pokrete.

## Tektonski sklop

Šire područje ležišta prema Majcenu i dr. (1973) pripada tektonskoj jedinici zaderski otoci. Obilježje navedene tektonske jedinice je dinarsko pružanje osnovnih strukturnih elemenata. Strukturni sklop se odlikuje boranjem. Bore su većim dijelom uspravne, sa strmim krilima, uglavnom nesimetrične, rjeđe polegle, dok je prebačenih manji broj. Sekundarna boranja su također česta. Za strukturni sklop karakteristični su poprečni vertikalni rasjedi i pukotine znatnih dimenzija, te reversna rasjedanja.

Za ležište je karakteristična tektonska poremećenost (sl. 2A), koja se ogleda u intenzivnoj razlomljenosti stijenske mase, postojanju pukotina različitog nastanka i dimenzija, te tektonsko-karstificiranih zona.

Konturni dijagram polova normalna slojevitost (sl. 2B) tvori izraziti uski pojas s jednim maksimumom  $51/9^{\circ}$ . Generalno pružanje slojeva je dinarsko, sjeverozapad—jugoistok, podudarno s pružanjem naslaga u širem području. Naslage su nagnute blago prema sjeveroistoku. Na fronti čela radilišta kamenoloma »Borišina I« slojevitost ima elemente između  $50/10^{\circ}$  i  $74/13^{\circ}$ , a na fronti kamenoloma »Borišina II«, slojevitost je  $340/6^{\circ}$  i  $2/7^{\circ}$ . Između ove dvije fronte kamenoloma, u jednom dijelu, slojevi su horizontalni. Ovi navedeni elementi slojevitosti ukazuju na blago boranje, što je karakteristično za tektonski sklop šireg područja.

Na konturnom dijagramu polovi normala pukotina se nalaze u sva četiri kvadranta (sl. 2C). Grupirani su u jednom maksimumu koji odgovara pružanju  $75—255$  i tri submaksimuma, pružanje  $152—332$ , te upadi  $347/80^{\circ}$  i  $92/11^{\circ}$ . Jasno se uočavaju tri osnovna sistema pružanja pukotina. Generalna pružanja su sjeveroistok—jugozapad, sjeverozapad—jugoistok i sjever—jug s disperzijom mjerenih podataka.

Pukotine su prikazane u blok dijagramu prirodnih diskontinuiteta sa svojim odgovarajućim statističkim vrijednostima maksimuma (sl. 2D). Na blok dijagramu se uočava povoljan prostorni položaj pukotina. Duž tih pukotina, kadkada u kombinaciji sa slojevitosti, osnovni oblik bloka odvojen prirodnim diskontinuitetima približno paralelopipedski, odgovara plosnatom romboedru, što je povoljno sa stanovišta blokovitosti stijenske mase u eksploataciji blokova kamena.

Terenskim radom registrirane pukotine mogu se na površini pratiti po pružanju prosječno do 3 metra, iznimno do 5 metara, a veoma rijetko pukotine su dužine preko 10-ak metara (npr. južno i sjeverozapadno od fronte kamenoloma »Borišina I«). Širina im je pretežno nekoliko centimetara (2—5), a vrlo rijetko su u površinskom dijelu i decimetarskih dimenzija. Najčešće su ispunjene humusom. U neznatnoj količini uočene su i zjapeće pukotine. Njihova širina je centimetarska. U dubinu se duž otvorenih fronti kamenoloma »Borišina I« i »Borišina II« mogu rijetko pratiti do 5 metara. Gustoća registriranih pukotina u ležištu negativno utječe na blokovitost stijenske mase, uz povećanje jalovine unutar stijenske mase. Gustoća pukotina nije ujednačena unutar cijelog ležišta. Pukotine pružanja sjeveroistok—jugozapad ponavljaju se svakih 0,30—0,60 metara, pukotine pružanja sjeverozapad—jugoistok svakih 0,5—1,00 metra, a pukotine pružanja sjever—jug svakih 1,00—2,00 metra.

U središnjem dijelu registrirane su jače površinski karstificirane zone, s izraženom raspucalosti u stijenskoj masi. To se odražava u prisutnim



otvorenim, nazubljenim i hrapavim površinama pukotinama, što utječu na slabiju površinsku blokovitost, a doseže u dubinu do 3 metra, ponekad i do 5 metara.

Detaljnim snimanjem područja ležišta registrirana je u sjeverozapadnom dijelu jedna tektonsko-karstificirana zona. Zbog svoje udaljenosti od fronte postojećeg radilišta nije detaljno analizirana. Izrazito jača karstificirana zona nalazi se u južnom dijelu ležišta. Za sada istražnim radovima nije definirana njena širina i zalijeganje, a prema rezultatima istraživanja ekipe Geološkog zavod — Zagreb (1987/88) registrirana je kao rasjed.

Opisane pukotine i pukotinski sistemi, zatim masivno-bankovita građa ležišta, te jače karstificirane površine sa stanovišta eksploatacije blokova kamena imaju značajnu ulogu pri odabiranju povoljnih zona u ležištu, dirigiraju kategorizaciju rezervi i utječu na tehnologiju eksploatacije blokova kamena.

#### KVALITETA SIROVINE

##### Blokovitost ležišta

Blokovitost ležišta ili cjelovitost stijenske mase dana je na osnovu koeficijenta površinske cjelovitosti, te podataka dobivenih probnom eksploatacijom. Ocjena koeficijenta površinske cjelovitosti urađena je na vertikalnim međusobno okomitim profilima radilišta. Lokacije profila unesene su u geološku kartu ležišta (sl. 2A). Ocjena kvalitete blokova data je na osnovu rezultata probne eksploatacije u 1988. godini.

##### *Koeficijent površinske cjelovitosti $K_{pc}$*

Ocjena cjelovitosti stijenske mase obavljena je duž otvorenih profila na dva radilišta ležišta Borišina I i Borišina II, i to:

- duž profila paralelnog s frontom radilišta označenih s  $A_1$ ,  $A_2$  i D
- duž profila okomitog na frontu kamenoloma označenih s B i C.

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

Raspucanost stijenske mase ležišta prikazana je na slikama 4 i 5. Na njima su izdvojene cjelovite površine omeđene prirodnim diskontinuitetima. Svako izdvojenoj cjelovitoj površini označenoj s rednim brojem izmjerene su dimenzije (širina i visina). Na temelju izmjerenih dimenzija blokova izračunat je koeficijent površinske cjelovitosti prema Crnković (1966).

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

Srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti za blokove iznosi  $K_{pcb} = 40,15 \%$ , a za tomobolone  $K_{pct} = 6,71 \%$ .

Dobiveni površinski koeficijent cjelovitosti mase u ležištu Borišina je velik i on se mora korigirati na niže pošto se razlikuje od volumnog koji je redovito niži. Prilikom eksploatacije i obrade ubranih blokova ne mogu se postići vrijednosti površinskih koeficijenata cjelovitosti koji su

Tablica I: Cjelovitost stijenske mase po profilima

Table I: Rock mass integrity per profiles

Oznaka profila Section mark	Ukupna površina blokova Total block surface (m <sup>2</sup> )	Broj blokova Number of blocks	Ukupna površina tombolona Total tombolone surface (m <sup>2</sup> )	Broj tombolona Number of tombolones	Površina profila Profile surface (m <sup>2</sup> )	Koeficijent površinske cjelovitosti K <sub>pc</sub> Surface integrity coefficient K <sub>pc</sub> (%)	
						Blokovi Blocks K <sub>pcb</sub> (%)	Tomboloni Tombolones K <sub>pct</sub> (%)
A	127,67	135	20,19	113	289,44	44,11	6,98
B	50,00	70	12,56	74	162,96	30,68	7,71
C	109,85	141	17,26	91	264,64	41,51	6,52
D	96,67	92	14,23	80	239,84	40,31	5,93
Ukupno Total	384,19	438	64,24	358	956,88	40,15	6,71

dobiveni uzimajući u obzir prirodne diskontinuitete, jer oblici blokova po prirodnim diskontinuitetima redovito nisu pravilna prizmatska tijela. Izračunati koeficijent površinske cjelovitosti vrijedi za cjelovite dijelove stijenske mase računat je u zdravom dijelu ležišta, tj. vrijedi za područja bez površinskih trošnih i tektonsko-karstificiranih zona.

Odnos površine s obzirom na međusobno okomite dimenzije (visinu i širinu) prikazani su na dijagramima oblika površine bloka (sl. 6). Iz dijagrama se uočava da u ležištu prevladavaju blokovi ekvidimenzionalnih površina. Na dijagramima su graničnom linijom odvojeni blokovi od tombolona. Na profilima A<sub>1</sub> i A<sub>2</sub> blokovi su zastupljeni s 54,44 %, na profilu B s 48,61 %, na profilu C sa 60,78 %, a na profilu D s 53,49 %.

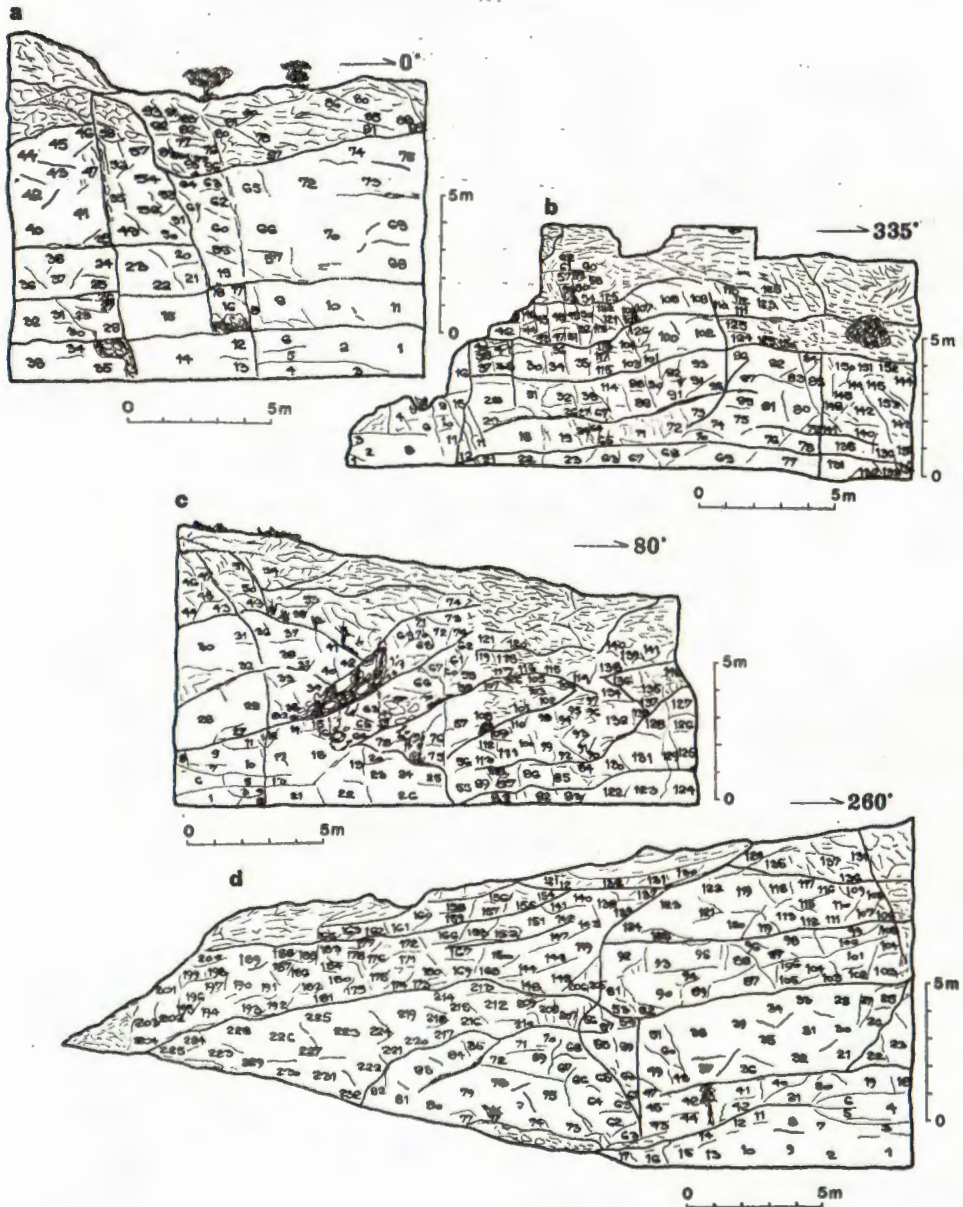
Za vrednovanje ležišta posebno je zanimljiva učestalost i izrađeni histogram određenih površina iz kojih je vidljivo, da gro blokova pripada površini ispod 1 m<sup>2</sup> s 87 %, ili 94 % blokova ima površinu ispod 1,5 m<sup>2</sup>, što je zorno prikazano na slici 7.

Sl. 4. Shematska skica raspucalosti stijenske mase (profili ucrtani na geološkoj karti, sl. 2)

- a — profil A<sub>1</sub> paralelan sa zapadnom frontom radilišta (južni dio)
- b — profil A<sub>2</sub> paralelan sa zapadnom frontom radilišta (sjeverni dio)
- c — profil B okomit na središnju frontu radilišta
- d — profil C okomit na južnu frontu radilišta

Fig. 4. Schematic draft of rock mass fracturing (profiles drawn at geological map, Fig. 2)

- a — profile A<sub>1</sub> parallel with the west front of the site (southern part)
- b — profile A<sub>2</sub> parallel with the west front of the site (northern part)
- c — profile B vertical to the middle front of the site
- d — profile C vertical to the southern front of the site





Sl. 5. Shematska skica raspucalosti stijenske mase (profil ucrtan na geološkoj karti, sl. 2)

—profil D paralelan s južnom frontom radilišta

Fig. 5. Schematic draft of rock mass fracturing (profile drawn at geological map, fig. 2)

— profile D parallel with the southern front of the site

### Kvaliteta ubranih blokova

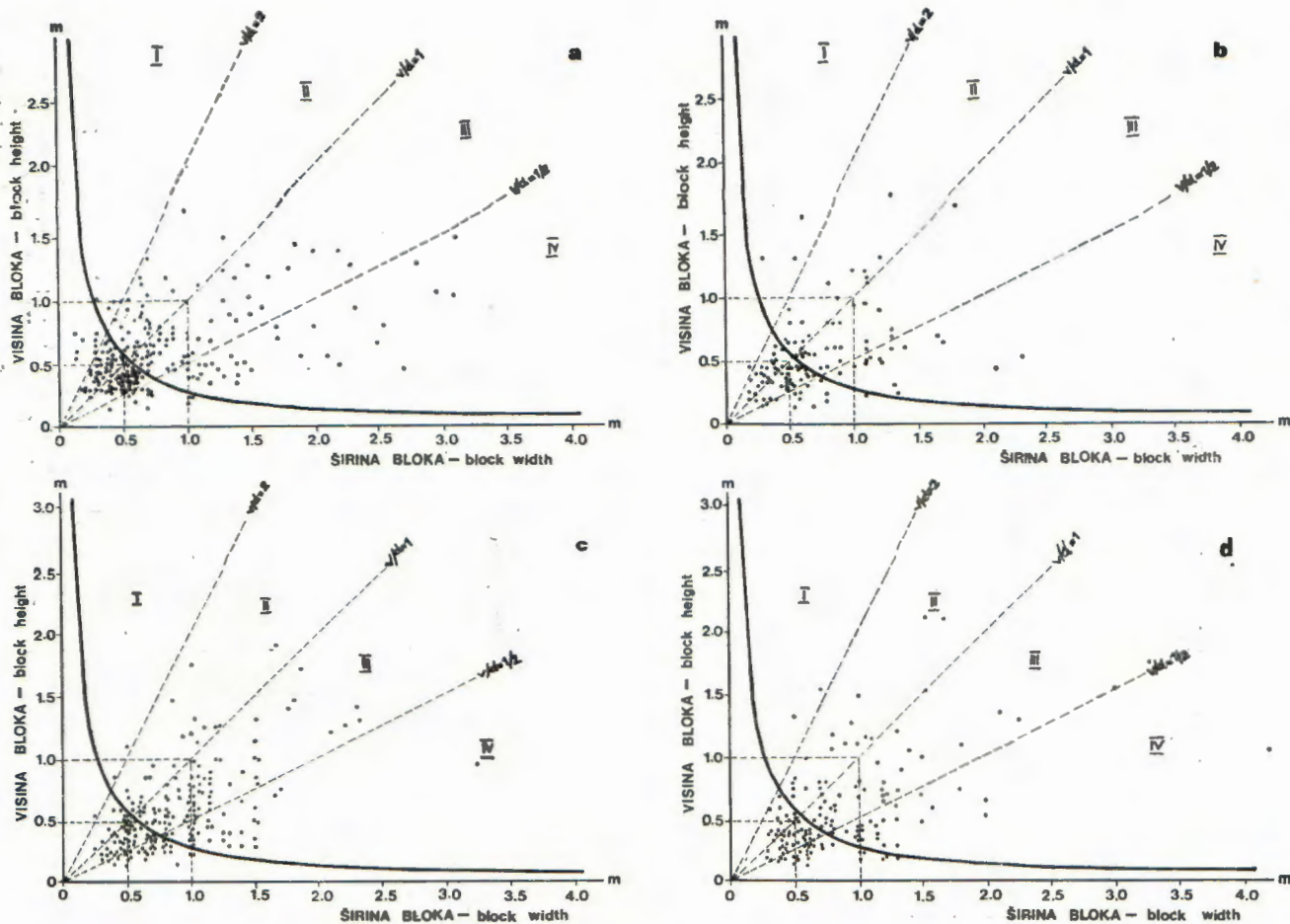
U ležištu Borišina tokom 1988. godine probnom eksploatacijom ubrano je 10 komercijalnih blokova i 28 tombolona. Ukupni volumen izvađenih blokova je  $16 \text{ m}^3$  (srednji volumen  $1,6 \text{ m}^3$ ), a volumen tombolona je  $34,2 \text{ m}^3$  (srednji volumen je  $1,22 \text{ m}^3$ ). Iz mjerenih podataka izrađen je histogram učestalosti blokova prema volumenu (sl. 8) i najvećoj dužini (sl. 9).

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 10.

Tablica II: Učestalost klasa blokova prema najvećoj dužini

Table II: Block class frequency according to greatest length

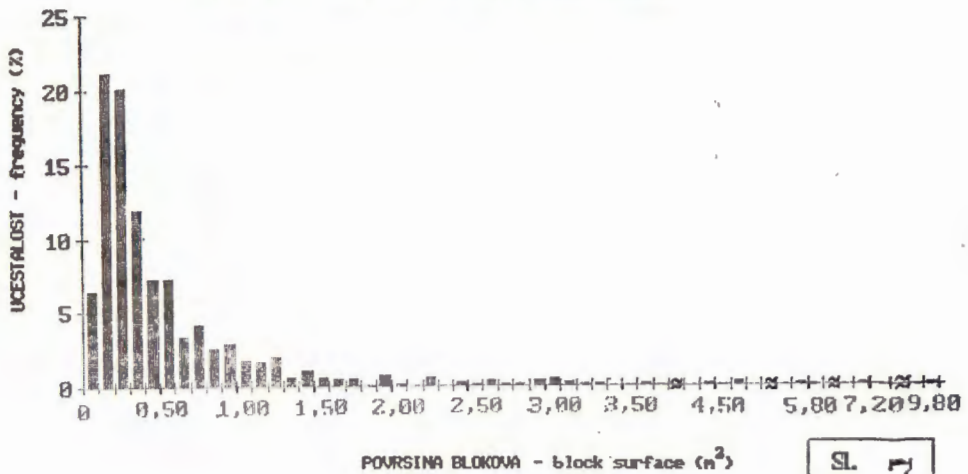
Dužina bloka Block length (m)	Broj blokova Number of blocks	Udio u % Share in %	Klasa ili vrsta blokova Class of type of blocks
više od 3,00 more than	—	—	Ekstra — Extra
2,50—2,99	—	—	Prva (I) — First
2,00—2,49	—	—	Druga (II) — Second
1,50—1,99	17	44,74	Treća (III) — Third
1,00—1,49	20	52,63	Četvrta (IV) — Forth
manje od 0,99 less than	1	2,63	Tombolon (T) — Tombolone
<b>Ukupno Total</b>	<b>38</b>	<b>100</b>	



Sl. 6. Dijagrami oblika površina blokova: a — duž profila A<sub>1</sub> i A<sub>2</sub>; b — duž profila B; c — duž profila C; d — duž profila D.

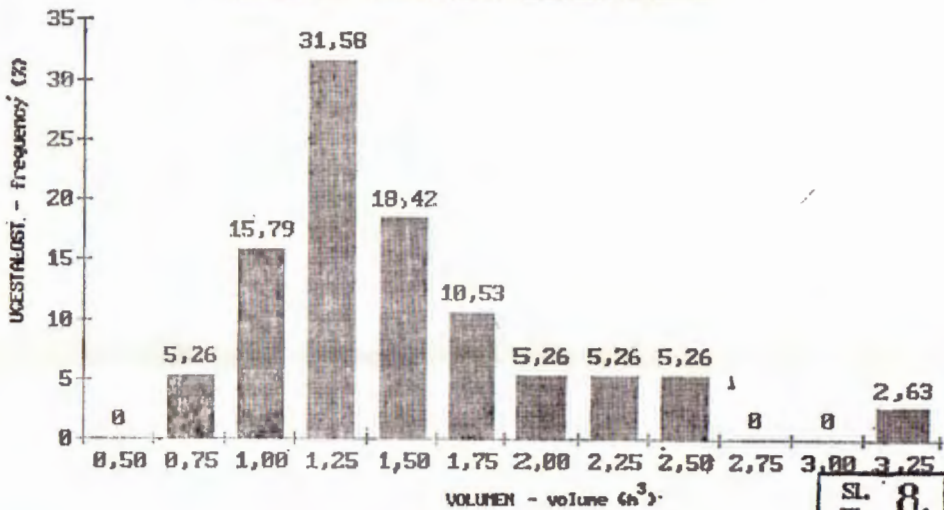
Fig. 6. Diagrames of block surface shapes: a — alongside the profiles A<sub>1</sub> and A<sub>2</sub>; b — alongside the profile B; c — alongside the profile C; d — alongside the profile D.

HISTOGRAM UČESTALOSTI POUVSINA BLOKOVA I TOMBOLONA  
Histogram of block and tombolone surfaces frequency



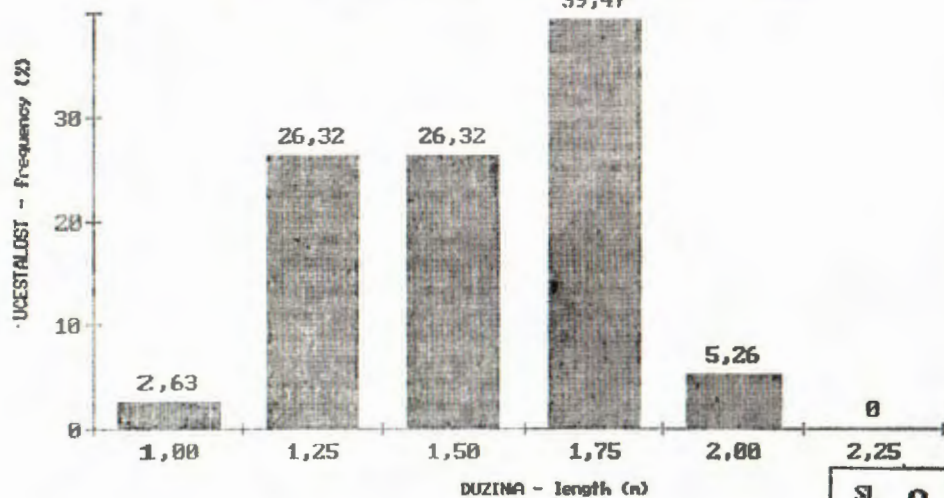
Sl.  
Fig. 7.

HISTOGRAM UČESTALOSTI BLOKOVA PREMA VOLUMENU  
Histogram of block frequency according to volume



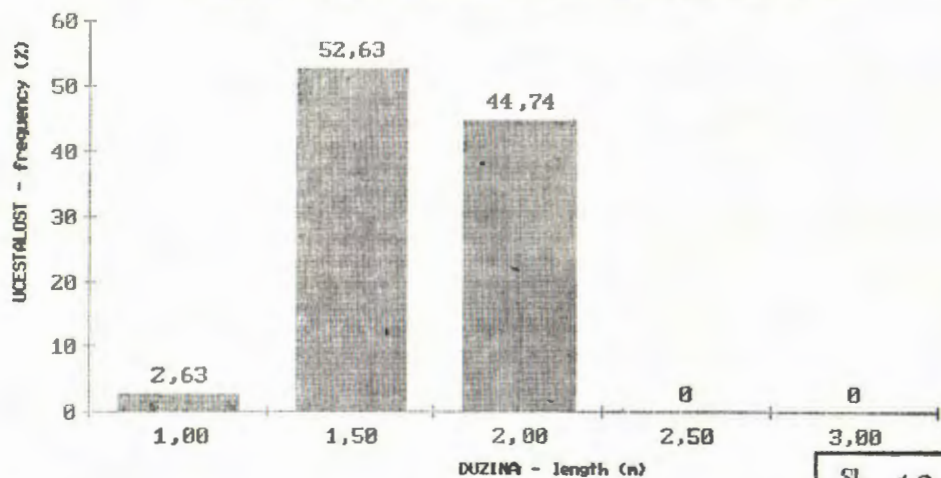
Sl.  
Fig. 8.

HISTOGRAM UCEŠTALOSTI BLOKOVA PREMA NAJVEĆOJ DUZINI  
Histogram of block frequency according to the greatest length



Sl. Fig. 9.

HISTOGRAM UCEŠTALOSTI KLASA BLOKOVA PREMA NAJVEĆOJ DUZINI  
Histogram of block class frequency according to the greatest length



Sl. Fig. 10.

Podaci dobiveni probnom eksploatacijom ukazuju da su do sad ubra- ni blokovi slabije komercijalne klase. Iz histograma se uočava da 71 % blokova ima volumen ispod  $1,5 \text{ m}^3$ , a svega 2,5 % blokova je volumena iznad  $3,0 \text{ m}^3$ , dok blokova dužih od 2 m nema. Prema najvećoj dužini blokovi pripadaju III (45 %) i IV (53 %) klasi. Objašnjenje za izloženo stanje može se tražiti u tome što je dosadašnja eksploatacija zahvatila gornje nešto nepovoljnije dijelove kamene mase. Zbog toga je za očekivati da će daljim radovima, te ulaskom u dublje dijelove ležišta, postotak dobivanja blokova komercijalne klase biti veći.

### Fizičko-mehanička svojstva

Fizičko-mehanička svojstva određena su u Građevinskom institutu OUR FGZ — Zagreb (broj uvjerenja 1217/88.).

Na uzorcima kamena iz kamenoloma Borišina I i II urađena su kompletna ispitivanja. Također su urađena proširena vanstandardna ispitivanja postojanosti kamena na djelovanje mraza i atmosferilija, a na uzorcima jezgri iz bušotina djelomična ispitivanja svojstava kamena radi usporedbe s rezultatima kompletnih analiza. Podaci o svojstvima kamena prikazani su u tablici III.

Na osnovu fizičko-mehaničkih svojstava čvrstoću na pritisak i čvrstoću na savijanje kamen ležišta Borišina može se svrstati u umjerenog čvrste vapnence. Ova svojstva su relativno ujednačena u ležištu. Prema otpornosti na habanje, kamen se može svrstati u kategoriju mekih vapnena. Obzirom na upijanje vode kamen je manje ujednačen. Može se uvrstiti u kategoriju kamena »osjetnog« upijanja vode. Pojedini uzorci kamena iz jezgri bušotina s veće dubine, ulaze u kategoriju »umjerenog« upijanja. Prostorna masa uzoraka kamena je relativno niska i odgovara »dosta« poroznim vapnencima. Ispitani uzorci kamena ocijenjeni su postojanim na djelovanje mraza i atmosferilija, ali su neotporni na agresorije.

Ispitivanje vremenske postojanosti kamena, kristalizacijskim testom s otopinom  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , pokazuje da je kamen ocijenjen kao opće-vremenski postojan.

Mjerenja brzina prostiranja longitudinalnih valova na uzorcima u suhom stanju, te nakon:

- 10., 25. i 50. ciklusa smrzavanja i kravljenja;
- 10., 25. i 50. ciklusa zagrijavanja uzoraka u vodozasićenom stanju; te
- 5., 10. i 15. ciklusa tretiranja sa zasićenom otopinom  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

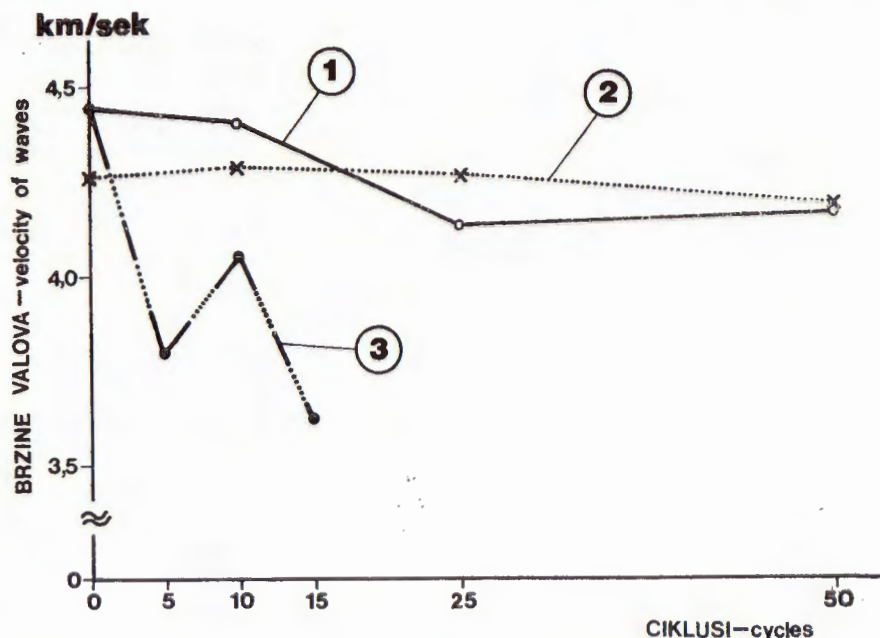
dala su rezultate, na osnovu kojih je ispitivan kamen Borišine ocijenjen kao postojan (sl. 11).

Na osnovu svih provedenih ispitivanja, rezultata laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava i postojanosti, kamen Borišine se kao arhitektonsko-građevni kamen može koristiti za zidanje i oblaganje vanjskih i unutarnjih vertikalnih površina.



Tablica III: Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava kamena  
 Table III: Results of testing Physical-mechanical properties of stone

	Broj analiza Number of analysis	Raspon od—do Range from—to min. max.	Srednja vrijed- nost Average value
1. Čvrstoća na pritisak MN/m <sup>2</sup> , srednja Compressive strength medium (JUS B.B8.012)			
a) u suhom stanju Dry	3	67,5—76,0	72,17
b) u vodom zasićenom stanju Water saturated	3	59,0—62,0	60,87
c) poslije smrzavanja After freezing	3	48,0—67,0	55,17
2. Čvrstoća na savijanje MN/m <sup>2</sup> , srednja Bending strength medium (JUS B.B8.017)	3	9,3—11,0	10,27
3. Otpornost na habanje struganjem po BOHME-u, m <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup> Resistance to grinding (BOEHME method) (JUS B.B8.017)	3	41,7—87,0	63,23
4. Prostorna masa, kg/m <sup>3</sup> Bulk density (JUS B.B8.032)	11	2397—2676	2552,82
5. Gustoća, kg/m <sup>3</sup> Density (JUS B.B8.032)	3	2710—2713	2712
6. Poroznost vol. % Porosity (JUS B.B8.032)	3	8,5—11,7	10,13
7. Upijanje vode Water-absorption (JUS B.B8.010)	11	0,23—3,40	1,72
8. Postojanost na mrazu Frost susceptibility (JUS B.B8.001)	11	postojan persistent	
9. Srednja brzina longitudinalnih valova, km/sek Average velocity of the longitudinal waves			
a) u suhom stanju Dry	11	4,25—6,15	5,26
b) u vodom zasićenom stanju Water saturated	11	4,39—6,05	5,39



Sl. 11. Srednje brzine prostiranja longitudinalnih valova: 1 — ciklusi smrzavanja —odmrzavanja; 2 — ciklusi zagrijavanja u vodosasićenom stanju (toplinska postojanost); 3 — ciklusi tretiranja otopinom  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Fig. 11. Average velocity of the longitudinal waves stretching: 1 — cycles of freezing —thawing, 2 — cycles of warming in water saturated state; 3 — cycles of treatments with solution  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

#### KATEGORIZACIJA LEŽISTA

Obrađeno ležište se na osnovu dosadašnjih saznanja može vrednovati pomoću četiri kriterija (Crnković i Bilbija, 1984): geološkog, tehnološko-ekonomskog, tehničkog i dekorativnog ili estetskog. Pomoću ovih kriterija obavljeno je vrednovanje i kategoriziranje ležišta Borišina.

##### A) Geološki kriteriji

1. Veličina ležišta: grupa »c« — malo ležište, odnosno ležište ograničenih razvojnih mogućnosti.
2. Mogućnost dobivanja blokova: grupa »c« — ležište ograničenih mogućnosti.
3. Ujednačenost izgleda kamene mase: grupa »c« — kamena masa neujednačenog izgleda, pa je potrebno izdvajanje tipova vapnenaca.

##### B) Tehnološko-ekonomski kriterij

1. Kvaliteta blokova: kvaliteta »2«, 30 do 34  $\text{m}^2/\text{m}^3$  ploča debljine 2 cm.

## C) Tehnički kriterij

1. Primjena: grupa »c« — samo na vanjskim i unutrašnjim vertikalnim površinama.

## D) Kriterij dekorativnosti

1. Izgled i jedinstvenost izgleda: grupa »b« — specifičan izgled, postoje komercijalne vrste sličnog izgleda.

Na osnovu iznesenih kriterija ležište Borišina može se vrednovati i rangirati kao ležište prvenstveno nacionalno značajno (III grupa) do ograničeno svjetski značajno (II grupa).

## ZAKLJUČAK

Ležište arhitektonsko-građevnog kamena Borišina (Dugi otok) izgrađeno je od gornjoturonskih do donjosenonskih sedimenata. Vizuelno su u ležištu izdvojena tri litološki različita tipa vapnenaca: bijeli rudistni pločasti vapnenac (krovina), bijeli masivni rudistni vapnenac (eksploatabilni dio) i sivosmeđasti vapnenac s rijetkim fosilnim ostacima (podina). Petrografski su determinirani kao organogeni vapnenci (biosparit, biomikrit rjeđe biosparurit, ili kao packstone i grainstone).

Ležište je sedimentnog tipa. Nastalo je u plitkoj i toploj marinskoj sredini u grebenskom pojasu otvorenog šelfa. U vrijeme nastajanja ležišta nije bilo značajnih pokreta. Spuštanje dna sedimentacijskog bazena je bilo takvo da su uvjeti u kojima su stvarani vapnenci tokom sedimentacije nisu mijenjali. To je uslovalo veliku debljinu vapnenaca bez izrazitih ploha diskontinuiteta (slojevitosti).

Ležište je masivno-bankovite građe. Generalno pružanje naslaga je sjeverozapad—jugoistok s blagim nagibom prema sjeveroistoku. Rijetke slojne plohe koje predstavljaju naglašene prirodne diskontinuitete uvjetuju znatne debljine slojeva. Bankovi su debljine od 1 do 5 m, što je posebno povoljno svojstvo ležišta. Kontakti između banaka su blago valoviti. Slojne plohe unutar banaka nisu prirodni diskontinuiteti duž kojih bi se banak odvajao u tanje slojeve. Ove značajke sklopa stijenske mase sa stanovišta geoloških uvjeta ležišta te branja blokova smatraju se pozitivnim. Također su posebno važne pri razmatranju blokovitosti ležišta.

Za ležište je karakteristična tektonska poremećenost koja se ogleda u intenzivnoj razlomljenosti stijenske mase, postojanju brojnih pukotina različitog nastanka i dimenzija, te tektonsko-karstificiranih zona. U ležištu su utvrđena tri osnovna sistema pružanja pukotina. Generalna pružanja su sjeveroistok—jugozapad, sjeverozapad—jugoistok i sjever—jug s disperzijom odstupanja i varijacijama. Pukotine su pretežno vertikalne do subvertikalne ili su blago nagnute. Duž subhorizontalnih pukotina i slojnih ploha ne zapažaju se pojave djelovanja karstifikacije i njihovog sekundarnog proširivanja. Ova pojava je posebno značajna za vrednovanje bankovitosti kamena u ležištu. Glavni sistemi pukotina koji su predstavljeni svojom gustinom te maksimumom i submaksimumima katkada u kombinaciji sa slojevitosti daju osnovni oblik bloka koji je približno paralelopipedski, odgovara plosnatom romboedru. Gustoća pukotina nije

ujednačena unutar cijelog ležišta i mjestimice negativno utječe na blokovitost stijenske mase.

U području ležišta registrirana je u sjeverozapadnom dijelu tektonsko-karstificirana zona. Zbog svoje udaljenosti od fronte postojećeg radilišta nije detaljno analizirana.

Pukotine i pukotinski sistemi, zatim masivno-bankovita građa ležišta, te jače karstificirane površine sa stanovišta eksploatacije blokova kamena imaju značajnu ulogu pri odabiranju povoljnih zona u ležištu, dirigiraju kategorizaciju rezervi i utječu na tehnologiju eksploatacije blokova kamena.

Za vrednovanje ležišta posebno je značajna ocjena kvalitete kamena. Ona je utvrđena detaljnim geološkim radovima, rezultatima probne eksploatacije i ispitivanjem fizičko-mehaničkih svojstava. Blokovitost ležišta ili cjelovitost stijenske mase dana je na osnovu koeficijenta površinske cjelovitosti i rezultata probne eksploatacije. Utvrđena srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti za blokove je 40,15 %, a za tombolone 6,71 %. Iz rezultata istraživanja je vidljivo da gro blokova pripada površinama ispod 1 m<sup>2</sup> s 87 % ili 94 % blokova ima površinu ispod 1,5 m<sup>2</sup>. Od ukupno ubranih blokova 31,88 % su komercijalni, a 68,12 % tomboloni. Prema dosadašnjim saznanjima u ležištu su eksploatirani prvenstveno blokovi nižih kategorija i tomboloni. Uočava se da 71 % blokova ima volumen ispod 1,5 m<sup>3</sup>, a svega 2,5 % blokova je volumena iznad 3,0 m<sup>3</sup>, dok blokova dužih od 2 m nema. Dosadašnja eksploatacija zahvatila je tek gornje dijelove kamene mase, gdje je stanje stijenske mase nešto nepovoljnije, te se tirne mogu objasniti izloženi rezultati.

Dosadašnja saznanja o ležištu ukazuju da je to malo ležište ili ležište ograničenih razvojnih mogućnosti, da je ležište ograničenih mogućnosti dobivanja blokova, da je kamena masa neujednačenog izgleda pa je potrebno izdvajanje tipova vapnenaca, da kvaliteta blokova zadovoljava kvalitetu »2«, s postotkom iskorištenja od 75 do 85 %, da se kamen primjenjuje samo na vanjskim i unutrašnjim vertikalnim površinama i da je kamen specifičnog izgleda jer postoje komercijalne vrste sličnog izgleda.

Kameni materijal koji predstavlja otpad pri vađenju blokova i tombolona može se koristiti kao tehnički kamen, te kao lomljenac i agregat za beton.

Na osnovu iznesenih kriterija (geoloških, tehnološko-ekonomskih, tehničkih i dekorativnih) ležište »Borišina« može se rangirati kao ležište prvenstveno nacionalno značajno (III grupa) do ograničeno svjetski značajno (II grupa).

#### ZAHVALE

Autori se ovom prigodom zahvaljuju prof. B. Crnkoviću na korisnim savjetima prilikom izrade ovog rada. Zahvaljujemo se i RO u osnivanju KAMEN — Obrovac na dozvoli za publiciranje ovog članka, te kolegicama Z. Velimirović i J. Matić na određivanju fosilnih ostataka.

Primljeno: 22. 11. 1988.

## LITERATURA

- Bilbija, N. (1984): Tehnička petrografija (svojstva i primene kamena). Naučna knjiga, 131 str., Beograd.
- 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.
- Folk, R. L. (1959): Practical Petrophysical Classifications of Limestones. *A. A. P. G. Bul.*, 43/1, 1—38, Tulsa.
- Füchtbauer, H. und Müller, G. (1970): Sedimente und Sedimentgesteine, in: *Sediment-Petrologie* 3, 378 str., Schweizerbart, Stuttgart.
- Grimani, I. (1958): Geološko istraživanje otoka Iža, V. Laudare, Sita, Žuta i susjednih školjeva. *Arh. Geol. inst. br. 3038*, Zagreb.
- Hauer, F. (1868): Geologische Übersichtskarte der Österreichischen Monarchie, Blatt, X, Dalmatien, *Jahrb. geol. R.A.*, 18/3, 431—454, Wien.
- Ivanović, A. (1960): Prilog poznavanju geologije otoka Ugljana i Rivnja. *Geol. vjesnik*, 14, 121—132, Zagreb.
- Jelaska, V., Prtoljan, B. i Oštrić, N. (1988): Preliminarni izvještaj o rezultatima litološko-strukturnog kartiranja područja Ovča-Borišina-Orljak. *Fond struč. dokum. Geološki zavod — Zagreb.*
- Jovičić, D., Bodrožić, Dj., Oreški, E. i Jakšić, M. (1988): Elaborat o sirovinskoj bazi ležišta arhitektonsko-građevnog kamena Borišina na Dugom otoku. *Fond struč. dokum. INA-Projekt*, Zagreb.
- Jovičić, D. i Oreški, E. (1988): Ležište arhitektonsko-građevnog kamena Romanovac (kraj Obrovca). *Geol. vjesnik*, 41, 291—316, Zagreb.
- Majcen, Z., Korolija, B., Sokač, B. i Nikler, L. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ, list Zadar 1:100.000, s tumačem, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Mamužić, P. (1958): Geologija Dugoga otoka. *Arh. geol. Inst. br. 3054/1*, Zagreb.
- Nedela-Devide, D. (1956): Prethodni izvještaj o geološkom kartiranju u Ravnim Kotarima. *Arh. geol. Inst. br. 3054*, Zagreb.
- Poljak, J. (1930): Geomorfologija otoka Dugog. *Prirodosl. inst. Jugoslavije, JAZU* 16, Zagreb.
- Radoičić, R. (1960): Mikrofacijes krede i starijeg tercijara spoljnih Dinarida Jugoslavije. *Pol. Jug. Dinarida Jugoslavije. Pol. Jug. Dinarida-Ser. A. Mikropaleontologija*, IV, sv. 1., Titograd.
- Schubert, R. (1902): Zur Geologie der Norddalmatinischen Inseln Žut, Incoronata, Feschiera, Lavša und der sie begleitenden Scoglien auf Kartenblatt. 30. XIII. *Verh. Geol. Reichsanst.* Wien.
- Schubert, R. (1904): Globigerinen und Clavulina-Szaboi Mergel von Zara (Pag. 115), Von der Insel Lavša Bei Incoronata (Pag. 236). *Verh. Geol. Reichsanst.* Wien.
- Schubert, R. (1905): Zur Stratigraphie des Istrisch-Dalmatinischen Mitteleozäne. *Verh. Geol. Reichsanst.* Wien.
- Stache, G. (1889): Die liherische Stufe und deren Grenzhorizonte, *Abh. geol. R. A.*, 13, H 1, Wien.

### Evaluation of the dimension stone deposit Borišina at Dugi otok (S. R. of Croatia)

D. Jovičić, E. Oreški, Dj. Bodrožić and Z. Pekaš

The dimension stone deposit Borišina at Dugi otok belong to upper turonian and lower senonian. There are visually three lithologically separate types of limestones in the deposit. These are: white rudistic sheet limestone (roof), white massive rudistic limestone (exploitable part) and gray-brownish limestone with fossile

remnants (substratum). Petrographically they are determined as organogenic limestone (biosparite, biomicrite, rarely biosparrudite or as packstone and grainstone).

The deposit is of the sedimentary type with its origin in a shallow marine surroundings in a crest — like fringe of the open shelf. During the genesis of the deposit there were no significant movements. The bottom depression of the sedimentary basin was such that didn't affect the conditions in which limestone was created during sedimentation. That conditioned the great thickness of limestone without significant level surfaces of discontinuity (bedding).

The deposit is of the massive thick-bedded substance. The general strike of beds is north-west, south-east, with a slight inclination towards north-east. Rare bedded level surfaces which represent significant natural discontinuities condition considerable thickness of beds. The thick-beds are of 1–5 m thickness, which is very favourable characteristics of the deposit. Contacts between thick-beds are slightly wavy. Bedded surfaces inside thick-beds are not natural discontinuities, along which they can be separated in thinner beds.

The tectonic disarrangement is characteristic and evident from the rock mass fracture, the existence of numerous fractures of different origin and dimensions, as well as tectonic carstification zones. Three main systems of fracture strike are esteemed. The general strikes are: north—east—south—west, north—west—south—east, and north—south with dispersion of scattering and variatious. The fractures are mostly vertical, subvertical, or slightly inclined. The influence of carstification and its secondary extension can't be noticed among the subhorizontal fractures and bedded level surfaces. This phenomenon is especially important for the evaluation of stone thick-beddedness in the deposit. The main systems of fractures represented with its density, maximum and submaximum, sometimes in combination with bedding, mark the main shape of a block, which is roughly parallelepipedic that matches the flat rhombohedron. Fracture density is not equalized inside the whole deposit and gives sporadically negative impact on rock mass blockage.

The tectonic-carstification zone can be found in the north-west part of the site area. Because of its remoteness from the work site front, it couldn't be analysed in detail.

Fractures and fracture systems, massive thick-bedded structures of deposit, as well as stronger carstification surfaces from the point of view of stone block exploitation, play very significant role in selection of suitable zones in the deposit and direct raw material categorisation and make an influence on stone block exploitation technology.

For deposit evaluation the mark of stone quality is especially important. It is established by detailed geological researches, results of experimental exploitation and by research of physical-mechanical properties. The deposit blockage or rock mass integrity is given on the basis of the surface integrity coefficient and the results of experimental exploitation. The average value of surface integrity coefficient makes 40,15% for blocks and 6,71% for tombolones. From the results of researches is evident that lower-category blocks belong to surfaces less than 1 m<sup>2</sup> with 87% of that 94 blocks to surfaces less than 1,5 m<sup>2</sup>. From the whole number of folded blocks 31,88% belong to commercial and 68,12% to tombolone group. According to previous researches the blocks of lower categories as well as tombolones were primarily exploited. It is evident that 71% of blocks belong to volume larger than 3,0 m<sup>3</sup>, while there are no blocks longer than 2 m. The presented results could be explained by the fact that previous exploitation took place only in the upper part of rock mass, which is less favourable.

From the point of view of previous results the deposit is of restricted developmental possibilities, which is obvious from the exploitation of folded blocks and uneven shape of the rock mass. The separation of stone types is necessary so that the quality of blocks suits the quality »2«. In that case the percentage of usage should range from 75 to 85%, the stone should be used for vertical, interior and exterior surfaces, and of specific shape, because of the existence of commercial types of similar shape.

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

On the basis of the presented criteria (geological, technologically-economic, technical and decorative) the deposit Boršina can be ranged as deposit of primary national importance to restricted world importance.