

LEŽIŠTE ARHITEKTONSKOG KAMENA GRANITA »ZEBRATO« (RAVNA GORA – PAPUK, HRVATSKA)

Dragomir JOVIČIĆ, Ernest OREŠKI i Biserka KRALJETA

INA – GEOLOŠKI KONZALTING, Savska c. 88a, 41000 Zagreb, Hrvatska

Ključne riječi: Arhitektonski kamen, Granit, Građa ležišta, Petrografski sastav, Fizičko-mehanička svojstva, Cjelovitost, Vrednovanje

Ležište arhitektonskog kamena granita »zebrato« na području Metla (Ravna gora-Papuk) blizu Pakraca opisano je na osnovi detaljnih geoloških radova, geofizičkih ispitivanja i rezultata probne eksploatacije. Posebno su obrađeni petrografski sastav i tektonski sklop. Na osnovi tih radova, fizičko-mehaničkih svojstava kamena i probne eksploatacije dana je ukupna ocjena ležišta. Ležište je vrednovano sa stanovišta geoloških, tehnološko-ekonomskih, tehničkih i dekorativnih kriterija kao ležište nacionalno značajno.

Key-words: Dimension stone, Granite, Deposit structure, Petrographic structure, Physical-mechanical properties, Integrity, Evaluation

Dimension stone granite »Zebrato«, Metla area (Ravna gora-Papuk) near Pakrac is described on the basis of the detailed geological and geophysical researches and the results of experimental exploitation. Petrographic structure and tectonic fabric of the stone deposit have been separately elaborated. The complete deposit evaluation is done on the basis of these researches and the results of experimental exploitation, as well as physical-mechanical properties. From the point of view of geological, technological, economical, technical and decorative criteria, the deposit is evaluated as one of the national importance.

Uvod

U daljoj i bližoj prošlosti u slavonskim planinama granit se tek neznatno eksploatirao kao arhitektonski kamen. Postolje spomenika banu Jelačiću u Zagrebu bilo je izgrađeno od sitnozrnastog granita iz Moslavačke gore. Na Papuku nedaleko Jankovca još se danas vide tragovi vađenja granita sa zaostalim manjim blokovima i kamenim elementima. U području papučke Ravne gore nema vidljivih tragova da je granit eksploatiran kao arhitektonski kamen.

Istražnim radovima i probnoj eksploataciji blokova granita prišlo se 1987. godine, nakon prethodno obavljene prospekcije šireg područja. Pregledano je nekoliko lokacija od kojih je kao najzanimljivija odabrana ona podno Metle. Na toj lokaciji se nalazi granit koji piljen »kontra« ima izrazitu trakastu građu zbog koje je komercijalno nazvan »zebrato«.

Ležište arhitektonskog kamena »zebrato« u području Ravne gore pripada masivu Papuka, na nadmorskoj visini od 643 m (sl. 1). Nalazi se u izvorišnim dijelovima Koturić potoka južno od Skresina i sjeveroistočno od Markovićeve kose. Sjeverne dijelove ležišta predstavlja visoravan Metla s nadmorskom visinom 820 m.

Nakon što se promjenilo nekoliko poduzeća probnu eksploataciju nastavilo je GP »Novogradnja« iz Zagreba, a INA-Geološki konzalting je angažiran za izradu elaborata o sirovinjskoj bazi.

Prilikom izrade elaborata korišteni su podaci OGD SFRJ, list Daruvar, mjerila 1:100.000 (D. Jamičić i dr. 1989), s koje su preuzeti temeljni elementi geološke građe šireg područja ležišta.

Pregled dosadašnjih istraživanja

Prve podatke o geološkoj građi slavonskih planina daje Wodiczka (1855). Stur (1861, 1862) opisuju petrografski sastav najstarijih stijena »Orljava gor-



Sl. 1 Geografski položaj ležišta Zebrato (Ravna gora-Papuk) blizu Pakraca

Fig. 1 Geographical site of the deposit Zebrato (Ravna gora-Papuk) near Pakrac

ja«. Geološku građu šireg područja obradio je niz autora, a među njima su Pilar (1875), Gorjanović-Kramberger (1897), Koch (1908, 1917) i drugi. Cjelovitiji prikaz o geološkoj građi slavonskih planina dao je Poljak (1911, 1912, 1934, 1938) koji smatra da je jezgra Papuka izgrađena od unutarnjeg pojasa koji se sastoji od gnajseva i tinčastih škriljavaca predpaleozojske i vanjskog od filita i brusilovaca paleozojske starosti.

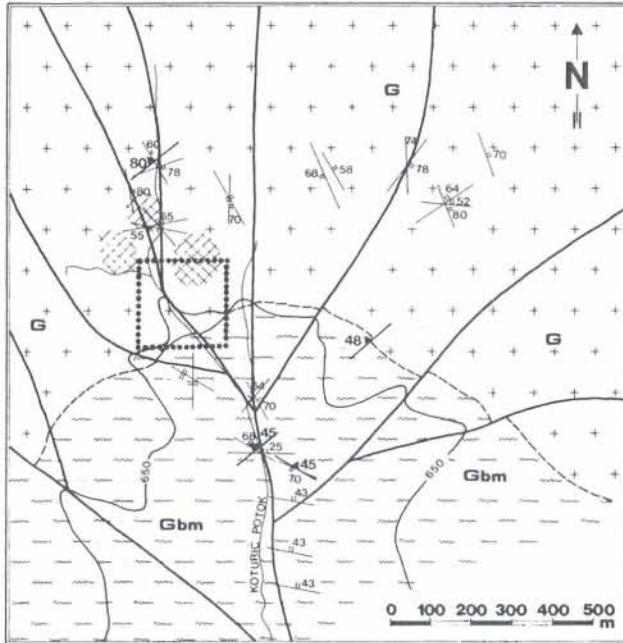
Eruptivne stijene Papuka obradili su Tajder (1947, 1955, 1956), Vragović (1965, 1970) i Marci (1968), a metamorfozu paleozojskih pelitskih stijena Ravne gore Rafaelli (1965).

Posljednjih godina geološka istraživanja slavonskih planina su znatno intenzivnija (Jamičić, 1975, 1979, 1980a i 1980). Važni podaci dobiveni su geološkim kartiranjem u okviru izrade Osnovne geološke

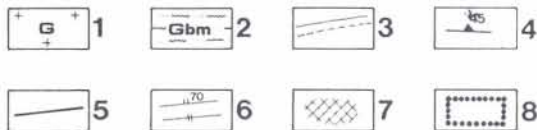
karte, list Daruvar, s tumačem, koje su izradili D. Jamičić i dr. (1989).

Geološka građa ležišta

Geološka građa ležišta prikazana je na geološkoj karti šireg područja (sl. 2) i geološkoj karti ležišta (sl. 3). Ležište je izgrađeno od porfiroblastičnog granita, a u podini su biotit-muskovitski gnajsevi. Direktni kontakt između granitnih stijena i gnajseva vidljiv je u kamenolomu.



LEGENDA - LEGEND



Sl. 2 Geološka karta šireg područja ležišta Zebrato

- 1 - porfiroblastični graniti
- 2 - biotit - muskovitski gnajsevi
- 3 - utvrđena i pokrivena litološka granica
- 4 - folijacija
- 5 - rasjedi
- 6 - pukotine većih dimenzija s oznakom nagiba
- 7 - kompaktniji dijelovi granita
- 8 - detaljno obrađeno ležište

Fig. 2 Geological map of the wider area of the Zebrato deposit

- 1 - porphyroblastic granites
- 2 - biotite - muscovite gneisses
- 3 - identified and covered lithological boundary
- 4 - foliation
- 5 - faults
- 6 - fractures of larger dimensions with inclination mark
- 7 - more compact parts of granites
- 8 - detailed elaborated deposit

Porfiroblastični granit je masivne građe, a ukupna debljina stijenske mase ne može se odrediti. Veći dio stijenske mase sastoji se od krupnozrnih porfiroblastičnih granita mjestimice sa žicama sitnozrnog granita. Sitnozrni se graniti nalaze kao nepravilne tanje ili deblje žice. Zapaža se slaba iako ne svugdje subparalelna orijentacija zrna (folijacija). U stijenskoj masi postoje dijelovi koji su vrlo kompaktni, bez vidljivih pukotina i ujednačenih dimenzija zrna.

Veći dio stijenske mase je pokriven humusom i visokom šumom. Humusni pokrivač je znatne debljine. Površinski dio ležišta debljine do 5 metara je rastrošen i izlomljen pa predstavlja jalovinu.

Na temelju petrografskih karakteristika izdvojeni su ovi varijeteti granita i metamorfih stijena:

- žutosmedasti porfiroblastični graniti (površinski rastrošeni) - uglavnom krovina,
- zelenkastosivi porfiroblastični graniti-eksploatabilni dio ležišta,
- zelenkastosivi i žutosmedasti sitnozrni graniti - unutar eksploatabilnog dijela ležišta,
- biotit-muskovitski gnajs - podina,
- klorit-sericitski škriljavci - podina,
- biotit-amfibolski gnajs - unutar porfiroblastičnih granita uz tektonski zdrobljenu zonu i
- rastrošeni granitni grus - unutar tektonsko zdrobljenih zona i na površini kao kora trošenja.

Porfiroblastični graniti

Na temelju boje izdvojena su dva varijeteta granita: 1) žutosmeda, koji se većinom nalazi u krovini i 2) zelenkastosivi koji predstavlja eksploatabilni dio ležišta.

Granit je sive boje, a sastoji se od kvarca, plagioklasa i biotita. Plagioklasi su mjestimično zelenkasti, a porfiroblasti kalijskog feldspata u većini slučajeva bijeli do nježno zelenkasti, ponekad nježno ružičasti. U žutosmedim granitima boja potječe od limonita produkta trošenja femskih sastojaka.

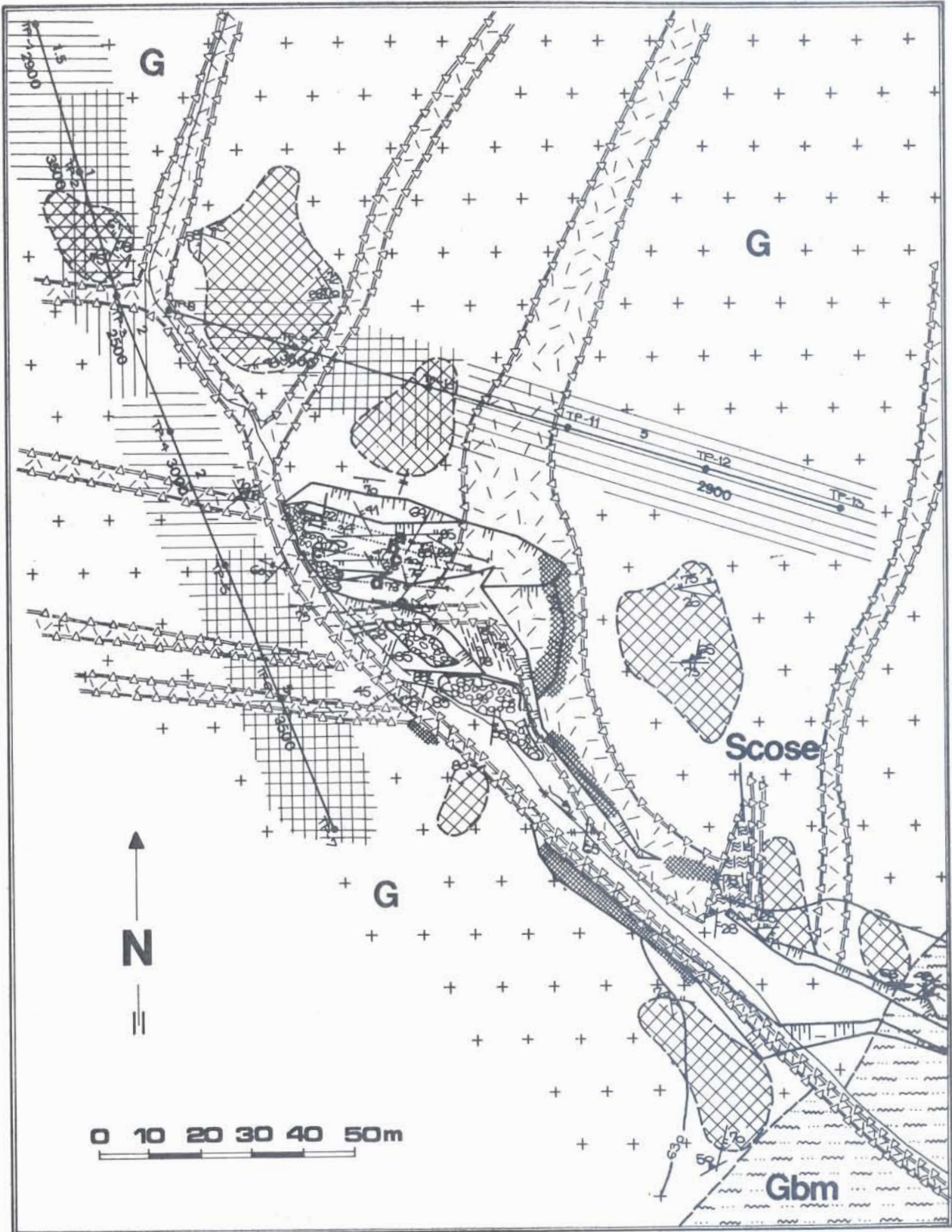
Porfiroblastični graniti su holokristalni srednje do krupnozrni sa slabo izraženom subparalelnom teksturom. U srednjezrnoj osnovi nalaze se krupni porfiroblasti kalijskog feldspata. Veličina porfiroblasta znatno varira, prosječnog promjera od 0,5 do 3 cm.

Sl. 3 Geološka karta ležišta Zebrato

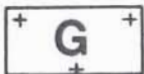




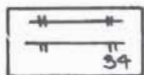
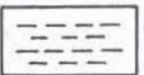
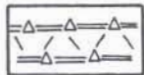
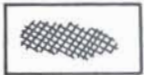





- 1 - porfiroblastični graniti
- 2 - klorit - sericitski škriljavci
- 3 - biotit - muskovitski gnajs.
- 4 - folijacija
- 5 - litološka granica
- 6 - pukotine većih dimenzija s oznakom nagiba
- 7 - sistemi paralelnih pukotina
- 8 - tektonsko zdrobljene zone
- 9 - grusificirane zone (zdrobljeni trošni granit)
- 10 - površinski kompaktniji dijelovi granita
- 11 - nabačaj
- 12 - fronta radilišta
- 13 - detaljni profili (sl. 6)
- 14 - refrakcijski seizmički profili (5 - debljina pokrova; TP-5 - broj točke paljenja; 3500 - brzine seizmičkih valova)

Fig. 3 Geological map of the deposit Zebrato

- 1 - porphyroblastic granites
- 2 - chlorite - sericitic shales
- 3 - biotite - muscovite gneiss
- 4 - foliation
- 5 - lithological boundary
- 6 - fractures of larger dimensions with inclination mark
- 7 - systems of parallel fractures
- 8 - tectonic crashed zones
- 9 - granulated weathered granite zones (crashed friable granite)
- 10 - more compact surface parts of granites
- 11 - stone heap
- 12 - work site front
- 13 - detailed profiles (fig. 6)
- 14 - refraction seismic profiles (5 - thickness of cover; TP-5 - exact dot of seismic shooting; 3500 - velocity of seismic waves)



LEGENDA - LEGEND

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

Najobilniji sastojci su mikroklin, kvarc, plagioklasi i biotit kojih volumski u stijeni ima oko 95%. Sporedni minerali su muskovit i opâki minerali, a akcesorni su cirkon i apatit. Sekundarni minerali, nastali hidrotermalnim izmjenama su sericit, coisit, klorit i kalcit.

Mikroklin, oblika krupnih porfiroblasta, duboko prodire među ostale mineralne sastojke. Razvijen je u karakterističnim pertitskim strukturama, a neki sadrže relikte alotriomornih zrna albita. Kvarc, oblika sitnih alotriomornih izometričnih zrna, zajedno s plagioklasom i biotitom tvori nepravilne nakupine. Većina zrna kvarca undulatorno potamnjuje, a neka su zrna djelovanjem stresa raspucana. Plagioklasi su kristalizirali kao polisintetski sraslaci, alotriomorni su rijetko hipidiomorni. Zahvaćeni su procesima alteracije kad prelaze u sericit i coisit. Zapažene su i mirmekitske strukture. Hipidioblastični listići biotita grupirani su u sitne izdužene nakupine. Pojedini listići su uklješteni između zrna kvarca i feldspata. Akcesorni cirkon i apatit često su uklopljeni u biotitu.

Sitnozrni graniti

U eksploatacijskom dijelu ležišta nalaze se unutar porfiroblastičnih granita. Prema boji izdvojena su dva varijeteta: 1) sivozeleni i 2) smeđastožuti. Smeđastožuti graniti su jače zahvaćeni procesima hidrotermalne alteracije i trošenja. Stijenu boji fino dispergirani limonit duž pukotina i međukristalnih prostora. Maksimalna dimenzija zrna je promjera do 1,00 mm. Zrna su izometrična i alotriomorfna, a tek poneki plagioklas je hipidiomorfan.

Dominantni sastojci su: kvarc, mikroklin i plagioklasi, volumski ih u stijeni ima približno 95%. Sporedni su biotit i opâki minerali, a akcesorni apatit i cirkon. Sekundarni su klorit, sericit, muskovit i coisit.

Biotit-muskovitski gnajsevi

Nalaze se u podini eksploatabilnog dijela ležišta. Boje su tamnosive do smeđastolive, ovisno o udjelu salskih i femskih minerala te stupnju trošnosti. Struktura im je granoblastična s jasno izraženom folijacijom. Biotit i muskovit kao hipidiomorni listići dimenzija 0,3–0,5 mm su subparalelno poredani. Kvarc i feldspati većinom su ekvidimenzionalni i alotriomorni promjera oko 0,5 mm. Kvarcna zrna undulatorno potamnjuju.

Kvarca, feldspata, biotita i muskovita volumno u stijeni ima približno 95%. Akcesorni su cirkon i apatit, a sekundarni klorit, rutil, opâki minerali i minerali glina.

Klorit-sericitski škriljavci

Nalaze se u južnom dijelu ležišta u tektonski zdrobljenoj zoni u kontaktu s granitima. Boja im je tamnosmeđasta do slabozelenkastosmeđa, ovisno o intenzitetu i stupnju rastrošenosti. Struktura im je granolepidoblastična do lepidoblastična s izrazitom subparalelnom orijentacijom listićavih minerala, što uzrokuje odličnu cjepljivost stijene. Kvarca i feld-

spata ima manje, a prevladavaju sericit i klorit. Dimenzija mineralnih sastojaka je oko 0,1 mm.

Najobilniji mineralni sastojci su sericit, klorit i kvarc, te rjeđe biotit i feldspati. Akcesorni su cirkon i titanit.

Biotit-amfibolski gnajs

Nalazi se unutar porfiroblastičnih granita uz tektonsko zdrobljenu zonu. Boja im je smeđastolive do slabozelenosmeđastolive, ovisno o sastavu i stupnju rastrošenosti. Izrazite su subparalelne orijentacije sastojaka uz izmjenu listićavih i zrnatih minerala. Ima dobru cjepljivost. To su mikro do sitno lepidoblastične stijene s promjerom mineralnih sastojaka od 0,5 do 0,8 mm.

Najobilniji sastojci su kvarc, feldspati, biotit i amfibol (hornblend), volumno približno 95%. Akcesorni su cirkon i titanit. Sekundarni su sericit, muskovit i klorit. Biotita i amfibola ima više od kvarca i feldspata, oni tvore nepravilne izdužene trake između kojih su izometrična i alotriomorfna zrna kvarca i feldspata, promjera oko 0,8 mm.

Rastrošeni granitni grus

Predstavlja površinski rastrošeni dio granita, koru trošenja. Veće količine granitnog grusa nalaze se u zdrobljenim zonama (sl. 3). Boja granitnog grusa je žutosmeđasta. Sastoji se od fragmenata granita i pojedinih mineralnih sastojaka (kvarca, mikroklin) dimenzija od pšefita do sitnog psamita. Fragmenti su istog sastava kao i porfiroblastični graniti.

Genezu granitoidnih stijena Papuka detaljno je opisao Vragović (1965). Kompleks granitnih stijena promatra u kontekstu geološke građe šireg područja s metamorfnim stijenama, koje su borane, regionalno metamorfozirane, rasjedane i u blizini granitskih tijela migmatizirane i metasomatski izmijenjene. Formiranje granitskih tijela i s njima udruženih migmatiziranih gnajseva izvršilo se prije nego nastanak u njima uloženi granitskih i pegmatitskih žica i silova.

U granitskim stijenama plagioklasi su u zadnjem stadiju kristalizacije djelomično metamorfozirani u coisit, sericit i minerale glina. Metamorfnim procesima pripisujemo tvorbu krupnih porfiroblasta mikroklin. Sitnozrni granit u žicama i nepravilnim lećama u porfiroblastičnom granitu, je mlađi od granit-metamorfog kompleksa Papuka. Njihov sklop ukazuje da nakon postanka nisu bili podvrgnuti jačim metamorfnim procesima. Ove žične stijene, s obzirom na orogenezu u kojoj se formirao granitno-metamorfni masiv Papuka, smatramo postkinematskim granitima.

Tektonski sklop

Dosadašnji strukturno-tektonski odnosi su rezultat brojnih geoloških zbivanja. Geološka građa i rekonstrukcija strukturno-tektonskih odnosa ukazuju na tragove više orogeneza. Jamičić (1987, 1988, 1989) dokazuje postojanje bajkalske, kaledonske, hercinske i alpinske orogeneze. Pamić (1988) radiometri-

skom metodom na većini uzoraka dokazuje da progresivno metamorfozirani kompleks pripada hercinskom ciklusu.

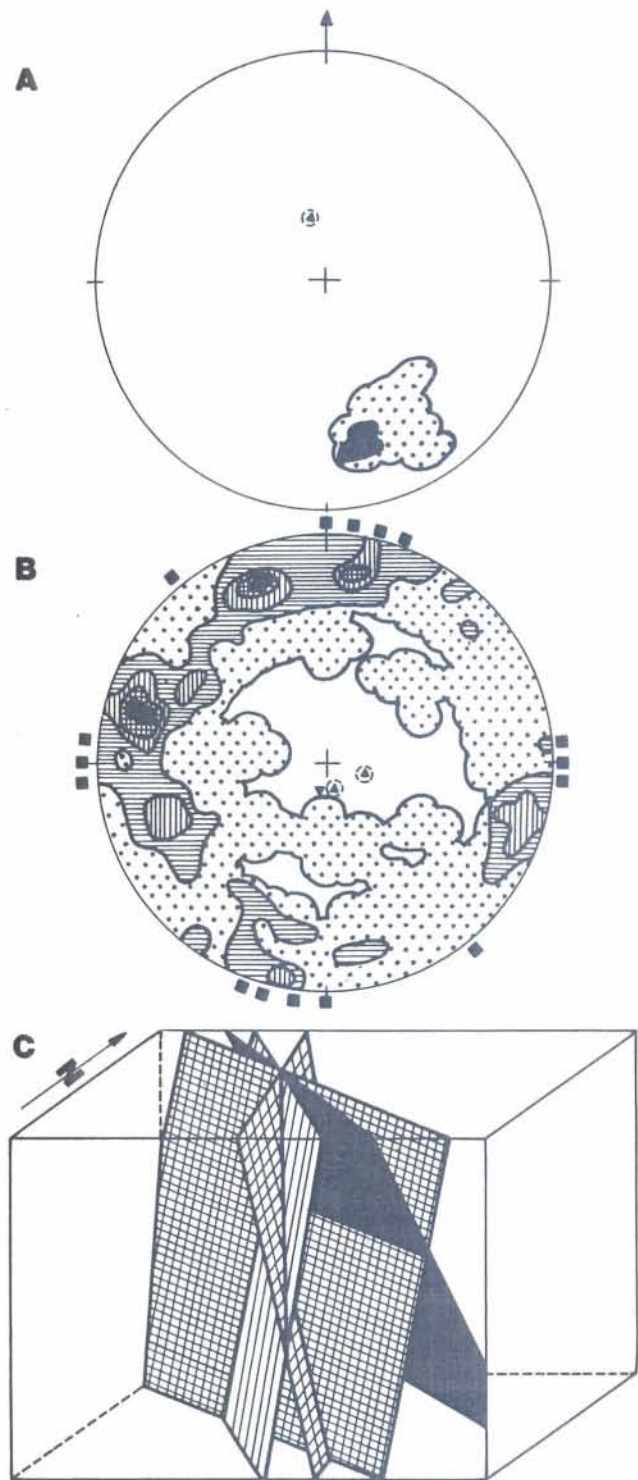
Brojni nalazi tektonsko-erozionih ostataka mio-censkih naslaga na većim nadmorskim visinama u Psumju i Papuku jasno ukazuju da je glavno izdizanje slavonskih planina bilo krajem tortona. Dominantnu ulogu u njihovom horstovskom razvoju odigrali su uzdužni rasjedi Savskom i Dravskom potolinom, kao i papučko-psunjski rasjed. Između ovih rasjeda došlo je do izoklinalnog boranja stijena progresivno-metamorfnog kompleksa (Jamičić, 1988). Na strukturno-tektonске odnose mladih naslaga imali su utjecaja isključivo neotektonski pokreti.

Spomenuta tektonska aktivnost ostavila je vidnog traga u stijenskoj masi ležišta (sl. 3). Oglada se u intenzivnoj razlomljenosti, postojanju brojnih tektonski zdrobljenih zona, zatim većih ili manjih pukotina različitog nastanka, širine i vrste ispune, te grusificiranih zona.

Na vrlo složene tektonске odnose ukazuju rasjedi koji ležište razdvajaju u pojedine cjeline-blokove. Utvrđeno je više tektonski zdrobljenih zona. Glavna pružanja su im sjeveroistok-jugozapad i istok-zapad (sl. 4B). Pretežno su subvertikalni do vertikalni. Širina registriranih zona se kreće od 5 m do 15 m. Uglavnom su ispunjene sa zdrobljenim trošnim granitom. Tektonski zdrobljene zone imaju značajnu ulogu pri odabiru povoljnih dijelova ležišta uz ograničavanje i sužavanje eksploatacijskih polja.

Konturni dijagram polova normala folijacija-škriljavosti (sl. 4A) tvori izraziti uski pojas s jednim maksimumom. Generalno pružanje se podudara s pružanjem u šire razmatranom području (sl. 2). Mjestimično izražena folijacija-škriljavost ne predstavlja prirodne diskontinuitete i zbog toga nema prirodnog odvajanja stijenske mase paralelno s folijacijom.

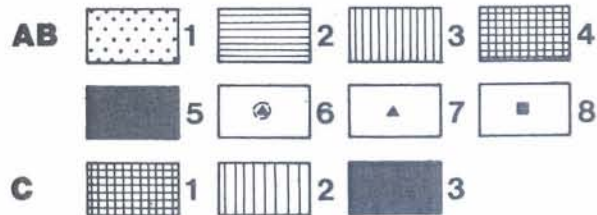
Na konturnom dijagramu polovi normala pukotina (sl. 4B) grupirani su u dva maksimuma i jednom



Sl. 4A) Konturni dijagram polova normala folijacija (5 podataka)
 B) Konturni dijagram polova normala pukotina (179 podataka)
 1 - I. klasa
 2 - II. klasa
 3 - III. klasa
 4 - IV. klasa
 5 - V. klasa
 6 - maksimumi
 7 - submaksimumi
 8 - tektonsko zdrobljene zone
 C) Blok dijagram pukotina
 1 - pukotine (maksimumi)
 2 - pukotine (submaksimumi)
 3 - folijacija (maksimum)

Fig. 4A) Contour diagram of normal foliation poles (5 data)
 B) Contour diagram of normal fracture poles (179 data)
 1 - I. class
 2 - II. class
 3 - III. class
 4 - IV. class
 5 - V. class
 6 - maximums
 7 - submaximums
 8 - tectonic crashed zones
 C) Block - diagram of fractures
 1 - fractures (maximums)
 2 - fractures (submaximums)
 3 - foliation (maximum)

LEGENDA - Legend



submaksimumu. Maksimumi su 105/75° i 160/79°, a submaksimum 188/80°. Jasno se dakle uočavaju dva sistema pružanja pukotina. Generalna pružanja su sjeveroistok-jugozapad i gotovo istok-zapad s velikom disperzijom odstupanja i varijacijama mjerenih podataka. Promatrajući konturne dijagrame polova normala dobija se dojam nepovoljnih geoloških uvjeta ležišta, što negativno utječe na blokovitost ležišta.

Pukotine i folijacija su ucrtane u blok dijagram prirodnih diskontinuiteta s odgovarajućim statističkim vrijednostima maksimuma i submaksimuma (sl. 4C). Uočava se relativno povoljan prostorni položaj pukotina. Duž tih pukotina osnovni oblik bloka odvojen prirodnim diskontinuitetima sličan je nepravilnom romboedru i plosnatom tetraedru. To je nepovoljno sa stanovišta blokovitosti stijenske mase u odnosu na eksploataciju kamena.

Gustoća pukotina unutar cijelog ležišta nije ujednačena, već se mijenja od mjesta do mjesta. Registrirane se pukotine na površini mogu pratiti po pružanju prosječno između 5 i 10 metara, iznimno do 20 metara. Nekoliko pukotina, vidljivih u kamenolomu, prate se između 30 i 40 metara. Širina im je pretežno nekoliko milimetara, a vrlo rijetko su centimetarskih dimenzija. U gornjim pripovršinskim dijelovima ležišta u neznatnoj količini uočene su i zjapeće pukotine. Njihova širina je centimetarska. U dubinu se mogu pratiti do 10 metara. Prirodno odvajanje stijenske mase duž prirodnih diskontinuiteta ukazuje, a dosadašnja probna eksploatacija to potvrđuje, da se duž prirodnih diskontinuiteta odvajaju blokovi nepravilnih oblika.

Opisane tektonski zdrobljene zone, pukotine i pukotinski sistemi te građa i kompaktniji dijelovi

Tablica 1: Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava kamena

Table 1: Results of testing Physico-mechanical properties of stone

	Srednja vrijednost Average value
1. Čvrstoća na pritisak MN/m ² Compressive strength (HRN B.B8.012)	
a) u suhom stanju Dry	166,0
b) u vodom zasićenom stanju Water saturated	111,5
c) poslije smrzavanja After freezing	122,2
2. Čvrstoća na savijanje MN/m ² Bending strength (HRN B.B8.017)	16,6
3. Otpornost na habanje struganjem po BOHME-u, cm ³ /50 cm ² Resistance to grinding (BOHME method) (HRN B.B8.017)	9,7
4. Prostorna masa, t/m ³ Bulk density (HRN B.B8.032)	2,631
5. Gustoća, t/m ³ Density (HRN B.B8.032)	2,650
6. Poroznost vol. % Porosity (HRN B.B8.032)	0,7
7. Upijanje vode, mas. % Water absorption (HRN B.B8.010)	0,262
8. Postojanost na mrazu Frost susceptibility (HRN B.B8.001)	postojan persistent

ležišta imaju značajnu ulogu pri odabiru povoljnih zona u ležištu, utječu na rezerve i dirigiraju tehnologiju eksploatacije blokova kamena.

Fizičko-mehanička svojstva kamena

Fizičko-mehanička svojstva određena su u Institutu građevinarstva Hrvatske u Zagrebu (laboratorijska oznaka Kam 16/90). Svojstva su određena prema normama i prikazana u tablici 1.

Na temelju fizičko-mehaničkih svojstava kamen se prema čvrstoći na pritisak i čvrstoći na savijanje može svrstati u čvrste materijale, prema otpornosti na habanje u kategoriju vrlo tvrdih materijala. Ima vrlo malo upijanje vode, relativno nisku prostornu masu, poroznost je zadovoljavajuća. Kamen je postojan na djelovanje mraza.

Proširena i nenormirana laboratorijska ispitivanja su postojanost kamena na djelovanje mraza i atmosferilije te ispitivanje čvrstoće oko bušotine trna.

Na probnim uzorcima kamena nakon normama propisanih 5 ciklusa tretiranja s otopinom Na₂SO₄ makroskopski nisu utvrđene promjene izgleda, a gubitak mase je neznatan (0,09%). Nakon 10 ciklusa (izvan norme) na probnim uzorcima makroskopski promjene također nisu bile vidljive. Srednji gubitak mase iznosio je 0,14% (maksimalni 0,17% i minimalni 0,12%). Kamen je ocijenjen opće-vremenski postojan na mraz i atmosferilije.

Dobiveni rezultati ispitivanja mjerenja brzina prostriranja longitudinalnih valova, ukazuju, da nakon zamrzavanja, zatim tretiranja otopinom Na₂SO₄ i toplinskim šokovima, nije došlo do intergranularne destrukcije i da nema bitnih promjena u mjerenim brzinama, te je kamen ocijenjen kao postojan. (sl. 5).

Prilikom ispitivanja otpornosti na lom kamena oko bušotine trna od 20 pojedinačnih rezultata na svega 4 ploče su pucale oko bušotine za trn. Ostale ploče pucale su na mjestu gdje su uzorci pričvršćeni na držaču aparature. Srednji dobiveni rezultat je 6,4 kN.

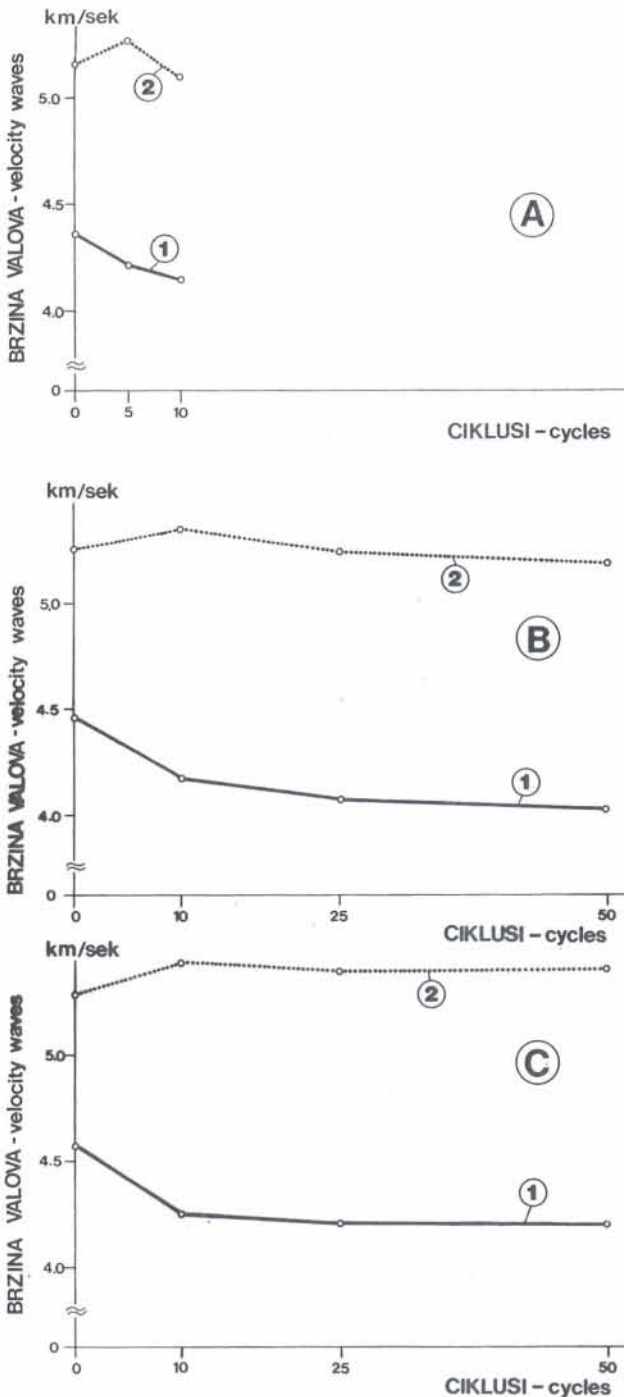
Na temelju fizičko-mehaničkih svojstava, kamen »zebrato« – Papuk ocijenjen je kao povoljna sirovina za proizvodnju arhitektonskog kamena širokog raspona primjene.

Geofizička istraživanja

Geofizička su istraživanja trebala registrirati kompaktnije dijelove stijenske mase u ležištu primjenom refrakcijske seizmičke metode.

Mjerenja su izvedena dvanaestkanalnom ABEM aparaturom, pri čemu su eksplozivna punjenja korištena kao izvor energije. Izmjerena su dva profila ukupne dužine 300 m (sl. 3). Naznačene su dobivene debljine pokrova, točke paljenja i brzine seizmičkih valova. Različitim sjenčanjem označene su zone različitih brzina. Najveće brzine su istaknute kvadratičnim sjenčanjem. U tim dijelovima na različitim dubinama nalaze se najkompaktnije stijene.

Interpretacijom refrakcijskih seizmičkih mjerenja izdvojene su tri zone s najvećim seizmičkim brzinama (3500–3600 m/s). S obzirom na njihovu dubinu i položaj prema kamenolomu najpovoljnija zona za eksploataciju nalazi se između točaka paljenja 8 i



Sl. 5 Srednje brzine prostiranja longitudinalnih valova
 A – ciklusi tretiranja otopinom Na_2SO_4
 B – ciklusi smrzavanja – odmrzavanja
 C – ciklusi zagrijavanja u vodozasićenom stanju (toplinska postojanost)
 1 – u suhom stanju
 2 – u vodom zasićenom stanju

Fig. 5 Average velocity of the longitudinal waves stretching
 A – cycles of treatments with solution Na_2SO_4
 B – cycles of freezing – melting
 C – cycles of warming in water saturated state
 1 – in dry state
 2 – in water saturated state

10 sjeverno od fronte kamenoloma. Zbog znatnih horizontalnih i vertikalnih varijacija seizmičkih brzina, za precizniju interpretaciju potrebno bi bilo pogustiti mjerenja.

Cjelovitost stijenske mase

Ocjena cjelovitosti stijenske mase obavljena je duž otvorenih profila (a, b, c, d i e) na kamenolomu (sl. 6). Analizom površinskog koeficijenta cjelovitosti dobiven je uvid u volumnu cjelovitost.

Na profilima duž etaža izdvojene su cjelovite površine omeđene prirodnim diskontinuitetima. Svako izdvojenoj cjelovitoj površini označenoj rednim brojem izmjerene su širina i visina i izračunat je koeficijent površinske cjelovitosti (B. Crnković, 1966), dat u tablici 2. Iskazane su ukupne površine blokova iznad $0,30 \text{ m}^2$ te tombolona ispod $0,30 \text{ m}^2$.

Srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti za blokove iznosi $K_{pcb} = 30,15\%$, a za tombolone $K_{pct} = 9,17\%$. Ona vrijedi za cjelovite dijelove stijenske mase, bez površinskih trošnih i tektonski zdrobljenih zona.

Dobiveni površinski koeficijent cjelovitosti stijenske mase ležišta je velik i on se razlikuje od volumnog koji je redovito niži. Prilikom eksploatacije i obrade ubranih blokova ne mogu se postići dobivene vrijednosti cjelovitosti duž prirodnih diskontinuiteta, jer blokovi po prirodnim diskontinuitetima redovito nisu pravilna prizmatska tijela. Dosadašnjom eksploatacijom ubrani su blokovi nepravilnih oblika.

Površine blokova s obzirom na visinu i širinu prikazane su na dijagramu oblika (sl. 7). Uočava se da u ležištu prevladavaju blokovi različitih oblika te da je manji broj blokova ekvidimenzionalnih površina. Na dijagramu su graničnom linijom odvojeni blokovi od tombolona. Blokovi su zastupljeni s $41,45\%$, a tomboloni s $58,55\%$.

Učestalost površina blokova i tombolona prikazana je na slici 8. Vidljivo je da većina blokova i tombolona pripada površini ispod $0,50 \text{ m}^2$ s $76,34\%$, ili $93,77\%$ blokova i tombolona ima površinu ispod $1,0 \text{ m}^2$. Taj je podatak posebno zanimljiv za vrednovanje ležišta.

Probna eksploatacija

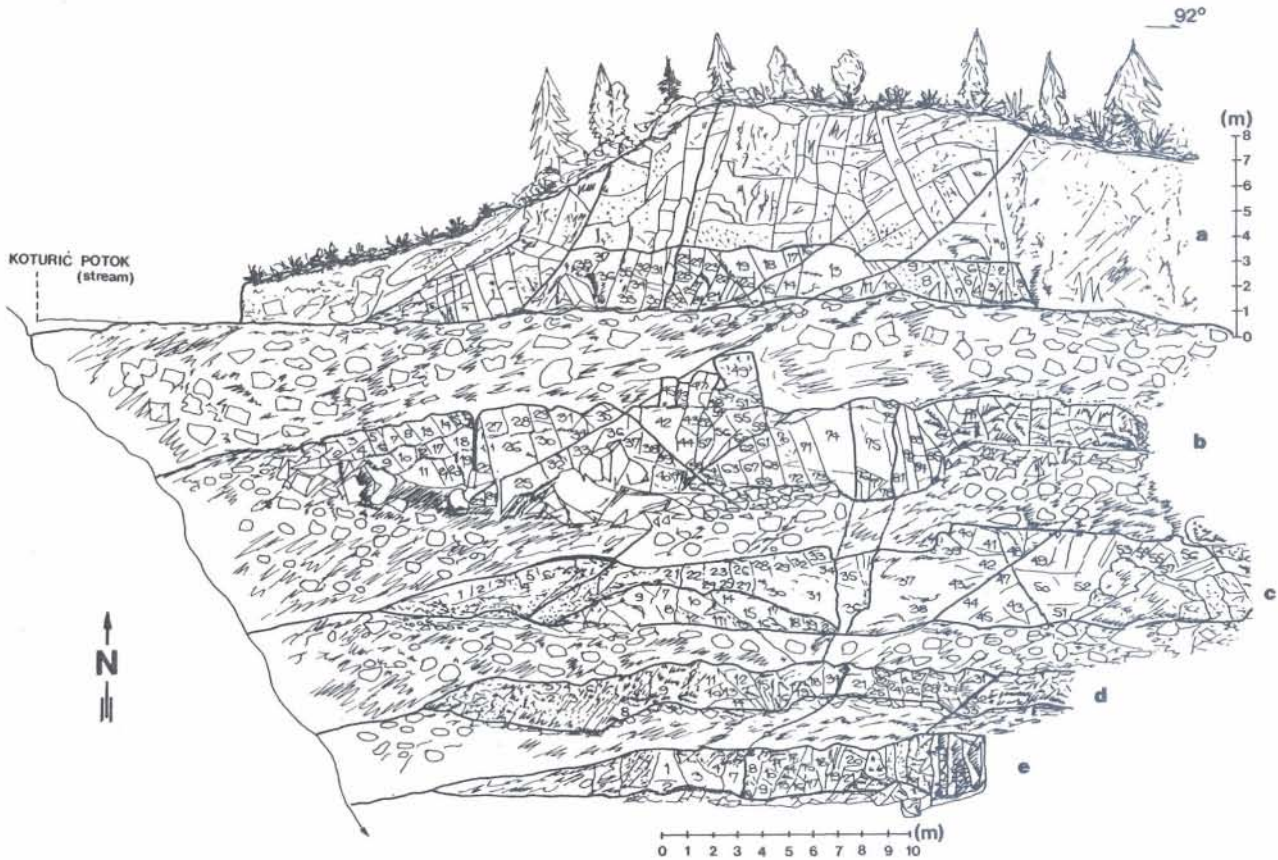
U ležištu je tokom 1989. i 1990. godine ubrano 155 komercijalnih blokova ukupnog volumena $287,184 \text{ m}^3$ te 42 tombolona ukupnog volumena $25,250 \text{ m}^3$. Blokovi su prosječnog volumena $1,87 \text{ m}^3$. Iz mjerenih podataka izrađen je histogram učestalosti blokova prema volumenu (sl. 9) i najvećoj dužini (sl. 10).

Na temelju najvećih dužina prema Propisima (Sl. list br. 9/67) ubrani blokovi su razvrstani u šest klasa i prikazani su na slici 11.

Ubrani blokovi nepravilnih su oblika, te se tretiraju kao veći tomboloni. Njihovom obradom u pravilne oblike smanjile bi se dimenzije a time i iskorištenje stijenske mase. Po volumenu zastupljenost blokova do $1,50 \text{ m}^3$ iznosi $60,42\%$, zatim blokova od $1,50 \text{ m}^3$ do $2,00 \text{ m}^3$ $12,69\%$ i od $2,50 \text{ m}^3$ do $2,75 \text{ m}^3$ $7,11\%$. Prema najvećoj dužini učestaliji su blokovi od $1,00 \text{ m}$ do $1,75 \text{ m}$ (67%), a blokova od $2,00 \text{ m}$ do $2,25 \text{ m}$ je znatno manje ($17,26\%$).

Zaključak

U ležištu arhitektonskog kamena »zebrato« izdvojeni su žutosmedasti porfiroblastični graniti (uglav-



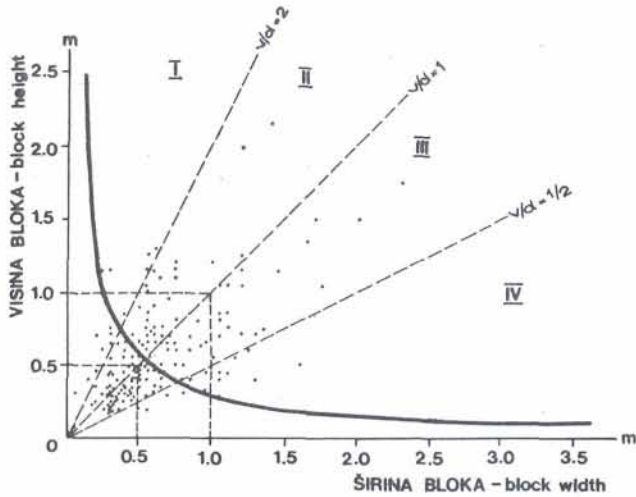
Sl. 6 Shematski prikaz probnog kamenoloma s oznakama etaža i brojevima mjerenih površina

Fig. 6 Schematic draft of experimental exploration stone-pit with marked levels and numbers of measured surface blocks

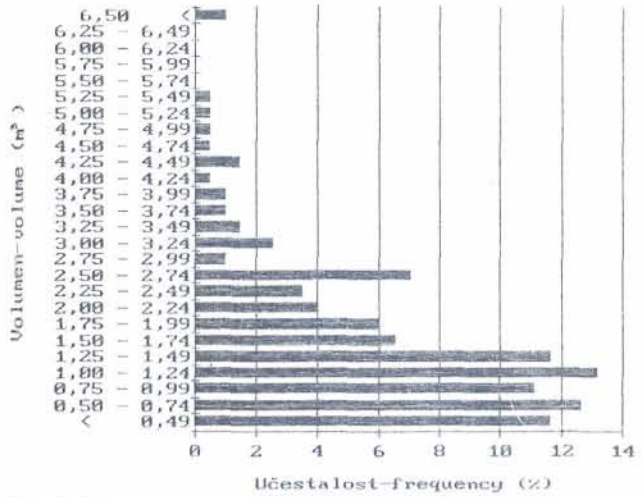
Tablica 2: Cjelovitosti stijenske mase po profilima

Table 2: Rock mass integrity per profiles

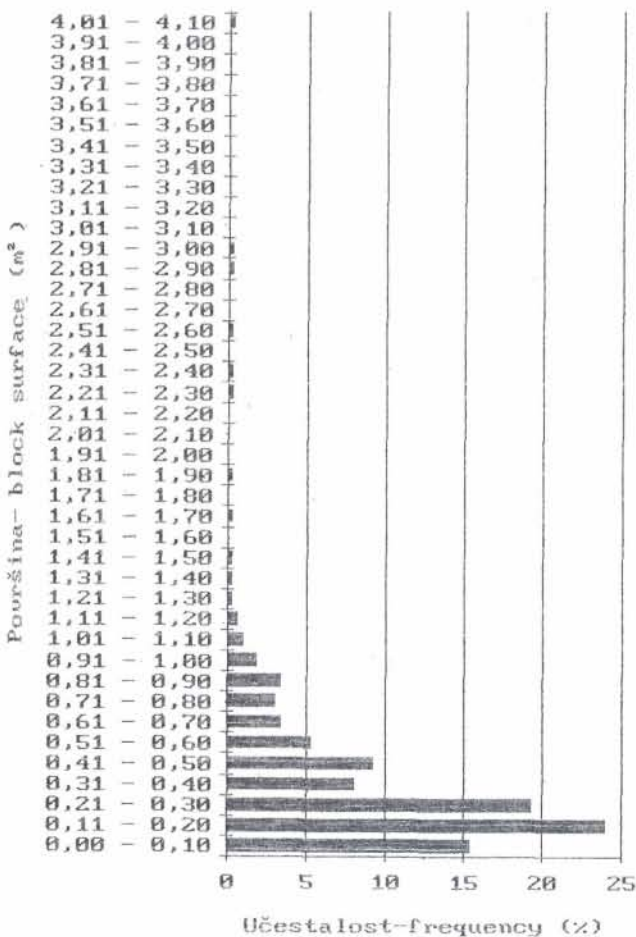
Oznaka profila Section mark	Ukupna površina blokova Total block surface (m ²)	Broj blokova Number of blocks	Ukupna površina tombolona Total tombolone surface (m ²)	Broj tombolona Number of tombolones	Površina profila Profile surface (m ²)	Koefficient površinske cjelovitosti Surface integrity coefficient Kpc (%)	
						Blokovi Blocks Kpcb (%)	Tomboloni Tombolones Kpct (%)
a	13,82	21	2,75	17	35,76 *164,88	38,64 * 8,38	7,69 *1,67
b	25,76	33	7,94	52	75,92	33,93	10,46
c	22,68	26	5,18	31	78,80	28,78	6,57
d	4,60	8	4,19	25	32,80	14,02	12,77
e	5,38	9	1,91	12	16,32	32,97	11,70
Ukupno Total	72,24	97	21,97	137	239,60 *368,72	30,15 *19,59	9,17 *5,96



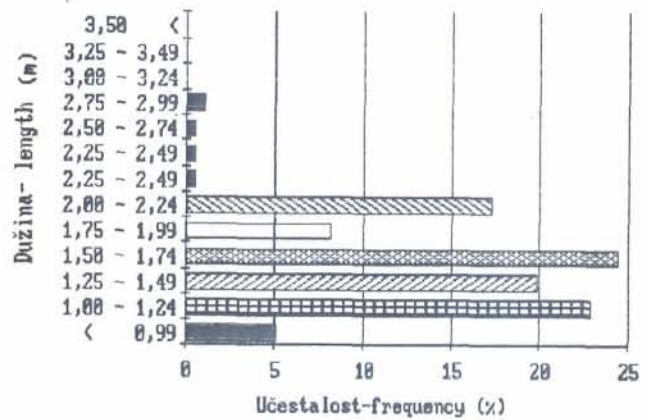
Sl. 7 Dijagrami oblika površina blokova duž profila a, b, c, d i e
Fig. 7 Diagrams of block surface shapes alongside the profiles a, b, c, d and e



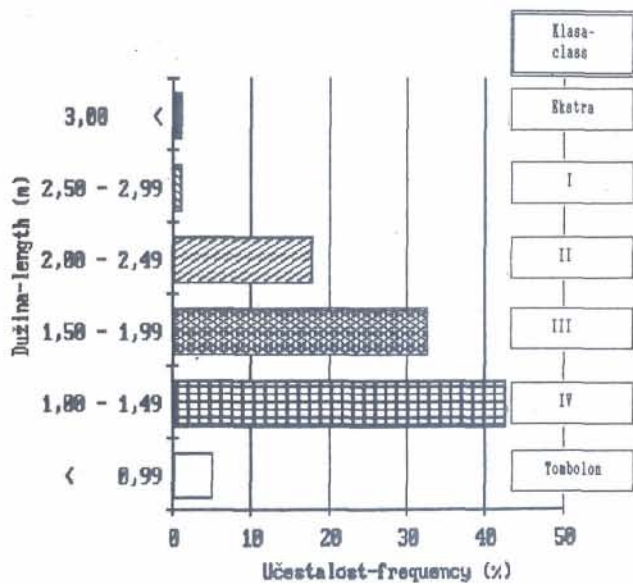
Sl. 9 Histogram učestalosti blokova prema volumenu
Fig. 9 Histogram of block frequency according to volume



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



Sl. 10 Histogram učestalosti blokova prema najvećoj dužini
Fig. 10 Histogram of block frequency according to the greatest length



Sl. 11 Histogram učestalosti klasa blokova prema najvećoj dužini
Fig. 11 Histogram of block class frequency according to the greatest length

nom krovina), zelenkastosivi porfiroblastični graniti (eksploatabilni dio) i biotit-muskovitski gnajs (podina) te klorit-sericitski škriljavac i biotit-amfibolski gnajs (unutar porfiroblastičnih granita uz tektonsko zdrobljenu zonu) i rastrošeni granitni grus. Probom eksploatacijom zahvaćeni su porfiroblastični graniti sa žicama sitnozrnog granita. Porfiroblastični granit sadrži porfiroblaste mikrokлина, pa dijelom ima okcastu teksturu. Nježno zelenkasta do sivozelenkasta boja je povoljna dekorativna odlika.

Mjestimično izražena folijacija-škriljavost ne predstavlja prirodni diskontinuitet pa nema prirodnog odvajanja paralelno s folijacijom.

Tektonska poremećenost ogleda se u intenzivnoj razlomljenosti, postojanju tektonski zdrobljenih zona te brojnih pukotina različitog nastanka, dimenzija i vrste ispune uz grusificirane zone. Složeni tektonski elementi ležište razdvajaju u pojedine cjeline – blokove. Tektonski zdrobljene zone imaju značajnu ulogu pri odabiru povoljnih dijelova ležišta uz ograničavanje i sužavanje eksploatabilnih polja. Dva glavna sistema pukotina s velikom disperzijom mjerenih podataka pogoršavaju geološke uvjete ležišta i negativno utječu na blokovitost.

Tektonski zdrobljene zone, pukotine i pukotinski sistemi s kompaktnijim dijelovima stijenske mase, sa stanovišta eksploatacije blokova kamena, imaju značajnu ulogu pri odabiru povoljnih dijelova ležišta, utječu na rezerve i dirigiraju tehnologiju eksploatacije blokova kamena.

Kamen »zebrato« s gledišta estetskog i tehničkog kriterija ocijenjen je povoljno. Može se koristiti za oblaganje vanjskih i unutrašnjih, vertikalnih i horizontalnih jako prometnih površina. Dobiveni rezultati ispitivanja u potpunosti se uklapaju u pokazatelje za ocjenu i izbor kamena za zdrave i jedre granite.

Interpretacijom refrakcijskih seizmičkih mjerenja izdvojene su tri zone s najvećim seizmičkim brzinama (3500–3600 m/s). Budući da su velike horizontalne pa i vertikalne varijacije u seizmičkim brzinama, za precizniju interpretaciju potrebno je progustiti mjerenja kako bi se preciznije mogle izdvojiti perspektivnije zone.

Ocjena cjelovitosti stijenske mase obavljena je duž otvorenih profila u kamenolomu. Utvrđena je srednja vrijednost koeficijenta površinske cjelovitosti za blokove je 30,15%, a za tombolone 9,17%. Ona vrijedi za cjelovite dijelove stijenske mase, bez površinski trošnih i tektonski zdrobljenih zona. U ležištu prevladavaju blokovi različitih oblika.

Dosadašnja probna eksploatacija u ležištu je pokazala da su ubrani blokovi nepravilnih oblika, te se tretiraju kao veći tomboloni. Po volumenu zastupljeni su blokovi do 1,50 m³ sa 60,42%, zatim blokovi od 1,50 m³ do 2,00 m³ sa 12,69% i od 2,50 m³ do 2,75 m³ sa 7,11%. Prema najvećoj dužini zastupljeni su blokovi od 1,00 m do 1,75 m sa 67% i od 2,00 m do 2,25 m sa 17,26%. Prema najvećoj dužini blokovi IV. klase zastupljeni su sa 42,64%, III. klase sa 32,49% te II. klase sa 17,77%.

Kameni otpad dobijen prilikom eksploatacije blokova i tombolona na temelju fizičko-mehaničkih svojstava, može se koristiti kao tehnički kamen (lomljenac).

Na temelju izloženih podataka ležište je vrednovano ili rangirano pomoću četiri kriterija (Crnković i Bilbija, 1984).

A) Geološki kriteriji

1. Veličina ležišta: grupa »c« – malo ležište, odnosno ležište ograničenih razvojnih mogućnosti.
2. Mogućnost dobijanja blokova: grupa »c« i »d« – ležište ograničenih mogućnosti dobijanja blokova i ležište tombolona.
3. Ujednačenost izgleda kamene mase: grupa »c« – kamena masa neujednačenog izgleda, pa je neophodno izdvajanje varijeteta granita.

B) Tehnološko-ekonomski kriterij

1. Kvaliteta blokova: kvaliteta »3« – postotak iskorištenja blokova i tombolona manja od 75% teoretski moguće količine ploča kao dimenzioniranih proizvoda.

C) Tehnički kriterij

1. Primjena: grupa »a« – svestrana primjena u arhitekturi i umjetnosti, te nepromjenjen izgled u vanjskoj atmosferi.

D) Kriterij dekorativnosti

1. Izgled i jedinstveni izgled: grupa »b« i »c« – specifičnog i dekorativnog izgleda, postoje komercijalne vrste sličnog izgleda u svijetu, ali prva takve vrste u Hrvatskoj.

Ležište se na osnovu iznesenih kriterija može vrednovati i rangirati kao *ležište nacionalno značajno* (III. grupa).

Zahvale

Autori se zahvaljuju prof. M. Vragoviću na korisnim savjetima prilikom određivanja stijena i prof. B. Crnkoviću na poticaju za izradu ovog rada. Zahvaljujemo se i GP »NOVOGRADNJA« – Zagreb na dozvoli na publiciranju ovog članka, te kolegama i kolegicama B. Kapović, J. Tošić, S. Glogovšek i M. Sugnetić na pomoći prilikom terenske, grafičke i tehničke obrade ovog rada.

Primljeno: 24. I. 1992.

Prihvaćeno: 9. VI. 1992.

LITERATURA

- Bilbija, N. (1984): Tehnička petrografija (svojstva i primjena kamena). Naučna knjiga, 131 str., Beograd.
- Crnković, B. (1966): Ocjena homogenosti stijenske mase. *Gradvinar*, 18/4, 155–162, Zagreb.
- Crnković, B. i Bilbija, N. (1984): Vrednovanje arhitektonsko-gradevnog kamena. *Geol. vjesnik*, 37, 81–95, Zagreb.
- Crnković, B. i Knapić, Ž. (1986): Izvještaj o pregledu šireg područja »Metla« u Ravnoj gori sa stanovišta nalaženja potencijalnih ležišta granita. Arhiva Novogradnja.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1897): Geologija okolice Kutjeva. *Rad JAZU*, 131, (10–29), Zagreb.
- Jamičić, D. (1975): Structural fabric the metamorphosed rock on Mt. Krndija and the eastern part of Mt. Papuk. *Bull. Scien. Conc. Acad. RSF. Yugoslav*, 21, 2–3, Zagreb.
- Jamičić, D. (1979): Prilog poznavanju tektonskih odnosa Papuka i Krndije, JAZU IV god. znan. skup., 199–206, Stubičke Toplice.
- Jamičić, D. (1980): Izvještaj o geološkom kartiranju za osnovnu geološku kartu SFRJ na listu Daruvar–106 u 1975.–76. god., *Geol. vjesnik*, 31, 349–354, Zagreb.

- Jamičić, D. (1980a): Dvostruko boranje u jednom dijelu metamorfnih stijena Papuka i Krndije, *Geol. vjes.*, 31, 355–358, Zagreb.
- Jamičić, D., Crnko, J., Šikić, K., Juriša, M., Vragović, M., Sikirica, V., Korolija, B., Sarkotić-Šlat, M., Dragičević, I., Jelaska, V., Brkić, M., Matičec, D., Prtoljan, B. (1989): Osnovna geološka karta SFRJ, list Daruvar, M 1:100.000. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Jamičić, D., Vragović, M. i Matičec, D. (1989): Tumač osnovne geološke karte SFRJ, list Daruvar. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Jelić, K. (1990): Geofizička istraživanja kamenoloma Papuk. RGN fakultet, OOUR Institut za rudarstvo, geotehniku i naftu, Zagreb.
- Jovičić, D., Oreški, E., Vragović, M., Kraljeta, B., Kapović, B., Friščić, P. i Tošić, J. (1991): Elaborat o sirovinskoj bazi ležišta arhitektonsko-gradevnog kamena Zebrato (Papuk-Ravna gora). Fond struč. dokum. INA-Geološki konzalting, Zagreb.
- Knapić, Ž. (1990): Projekt pokusne proizvodnje arhitektonsko-gradevnog kamena granita na kamenolomu »Papuk-Zebrato«. Fond struč. dokum. GP »Novogradnja«, Zagreb.
- Koch, F. (1908): Geologijska pregledna karta Kraljevine Hrvatske i Slavonije. Tumač Geologijske karte. – Nakl. Kr. zemaljske vlade, Odjel unutr. poslove, 6, 15 str., Zagreb.
- Koch, F. (1917): Prilog geološkom poznavanju Požeške gore. – *Földt. intézét (1916)*, str. 702., Budapest.
- Marci, V. (1968): Utvrđivanje porijekla anklava i gnajsa Papuka na osnovu sadržaja mikroelemenata, *Geol. vjesnik*, 21, 273–280, Zagreb.
- Pilar, Dj. (1875): Podravina, Đakovština i Dilj-gora. *Rad JAZU*, 33, 38–57, Zagreb.
- Poljak, J. (1911): Kratak pregled geotektonskih odnosa hrvatsko-slavonskog gorja. *Glasnik Hrv. Prir. društva*, 23, 1/2, 108–127, Zagreb.
- Poljak, J. (1912): Prethodni izvještaj o geološkom snimanju i opsegu listova Orahovica-Beničanci i Našice-Kutjevo. Topografske karte M 1:75.000, *Vijesti geol. povj. za Kralj. Hrv.-Slav.*, II, 20–28, Zagreb.
- Poljak, J. (1934): Prilog poznavanju Krndije, *Vjesn. Geol. Inst. Kralj. Jugoslavije za 1933.*, III, 73–81, Beograd.
- Poljak, J. (1938): Završni radovi na karti Našice-Kutjevo i to NO i NW sekcije. Izvještaj o radu Geol. inst. Kralj. Jugoslavije za 1937, Beograd.
- Raffaelli, P. (1965): Metamorfizam paleozojskih pelitskih škriljavaca u području Ravne gore (doktorska rasprava). *Geol. vjesnik*, 18/1, 61–112, 1965, Zagreb.
- Stur, D. (1961): Erste Mitteilung über die Geologische Übersichtsaufnahme von west Slavonien. *Jahrb. geol. Reichsanst.* 12, H. 1, 115–118, Wien.
- Stur, D. (1862): Zweite Mitteilung Übersichtsaufnahme von west Slavonien. *Jahrb. geol. Reichsanst* 12, H. 2, Werhandl, 200–204, Wien.
- Tajder, M. (1947): Problem pojave kremenja u olivinskom bazaltu kod Kutjeva. *Geol. vjesnik*, 1, 190–201, Zagreb.
- Tajder, M. (1955): Istraživanje Papuka i Požeške gore. *Ljetopis Jugoslav. akad. znan. umjet.*, 60 (1953), 307–308, Zagreb.
- Tajder, M. (1956): Albitski efuzivi okolice Voćina i njihova geneza. *Acta geol.*, I, (Prir. istraž. JAZU), 27, 35–49, Zagreb.
- Vragović, M. (1965): Prilog poznavanju paleogeografskog sastava granitoidnih terena Papuka. *Acta geol.*, 34, 327–332, 1 sl., Zagreb.
- Vragović, M. (1965): Graniti i gnajsi Papuka. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Vragović, M. (1970): Granat-biotitski amfibolit iz potoka Brzava (Papuk). Zbor. rad. RGN-fak. Sveuč. u Zagrebu.
- Wodiczka, F. (1855): Bericht über die Geologische Untersuchung der K. K. Studien. Fondsherrschaft Kutjevo in Slavonien. Sitz. *Jahrb. geol. Reichsanst.* 6, 868, Wien.

Dimension Stone Deposit of Granite »Zebrato« (Ravna gora – Papuk, Croatia)

D. Jovičić, E. Oreški and B. Kraljeta

The dimension stone deposit Zebrato, the Metla area (Ravna gora-Papuk) is embedded in eruptive intrusive rocks of granite migmatite origin, which stratigraphically belong to the older paleozoic. On the basis of petrographic analyses, within the deposit, the following variations of eruptives and metamorphites are separated: yellow-brownish porphyroblastic granites (weathered on the surface level – mainly roof), green-grayish porphyroblastic granites (exploitable part of the deposit) within which are recognized green-grayish and yellow-brownish fine-grained granites, biotite-muscovitic gneiss in the substratum, chlorite-sericitic shale and biotite-amphibole gneiss (within porphyroblastic granites alongside tectonic cracked zone) and weathered granite gruss (within tectonic cracked zones and on the surface as a weathering crust). In the deposit, the experimental exploitation includes porphyroblastic granites with the wires of fine grained granites. Porphyroblastic granite consists of large microcline porphyroblasts, which deeply intrude the core of quartz, plagioclase and biotite. The most of microclines have the perthitic structure, with frequent inclusions of plagioclase relics. Biotites often circumfuse large grains of microcline porphyroblasts and quartz coming between quartz and plagioclase. They appear as narrow strips between quartz, feldspate, giving the rock the appearance of weak shaly texture. Because of porphyroblastic, or particle shape form (texture), and because grains deeply intrude each other – granites belong to the very consistent material. Mild green to gray-greenish colour gives the stone nice decorative qualities. Structural characteristics, consistency and homogeneity reflects very good physical and mechanic properties. More weathered parts, which can be distinguished according to their colour, are of less good physical and mechanic features, so they should be avoided in the stone block extraction and processing.

The Zebrato dimension stone deposit is of massive structure, whereas thickness of stone mass can not be exactly evaluated.

The slight subparallel shale orientation could be noticed, but not everywhere. Partly present foliation – shale like form is not caused by natural discontinuities, and therefore there is no natural rock mass fracture alongside with foliation.

The stone deposit is characterized by tectonic disturbances which are reflected in intensive fracture of the rock mass, the existence of tectonic crushed zones, and numerous fractures of various origins, dimensions and types of filling material, as well as gruss zones. Very complex tectonic relations reflect tectonic crushed zones or faults which separate the stone deposit in compact areas – blocks. Main systems of fracture strike are north-east-south-west and east-west. Tectonic crushed zones have important role in the selection of profitable zones in the deposit, and at the same time they narrow and limit the area of exploitation. The deposit is characterized by two main systems of fracturing: north-east-south-west and east-west with great dispersion of measured data which make the geological conditions of deposit worse, that result in the negative influence on the deposit blockage. It is also the case with irregularities and with different frequencies of their appearances. Main systems of fractures which are represented by their density, maximum and submaximum separate block along discontinuity in a natural way, marking the shape of a block, which is roughly irregular rhomboedron or matches the flat tetrahedron, that is less favourable from the point of rock mass blockage and its exploitation. The fractures are mostly subvertical to vertical, and mostly mutually nearly vertically intersect, that result in slightly more favourable relations within the rock mass. The density of fracturing is uneven within the area of the whole deposit, and changes from place to place without regularities in their appearances. Wherever the fractures appear in the deposit, there is an increase of waste within the rock mass.

Tectonic cracked zones, fractures and systems of fractures, massive structures and more compact parts of rock mass, 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.

From the point of view of the esthetic and technical criteria as well as the results of the analyses of the physical-mechanical properties, »Zebrato« stone can be evaluated as suitable for the plastering of inner and outer, vertical and horizontal surfaces. The acquired results are completely compatible with the indicators for the evaluation and classification of the stone for the solid and compact granites. Moreover, the widened, out of standard lab tests on the stone stability, while testing on weather stability with the method of Na_2SO_4 solution, classified the stone as all weather stable on frost and atmospheric agents. Also, the results acquired with the non-destructive method of super sonic vibrations, speed spreading measurements of the longitudinal waves, showed that testing on frost and treating the samples with Na_2SO_4 solution and thermal shock didn't result in intergranular destruction, the significant change in stone quality, therefore the samples of the stone can be marked as solid/stable.

The purpose of the geophysical exploration of the deposit was the identification of the more compact parts. It is well known that compact rock characterises greater speed spreading of the seismic waves, therefore it is used the refraction seismic method. According to the interpretation of the refraction seismic measurements 3 zones are separated, with the greatest seismic speed (3500–3600 m/sec.). Because of great horizontal and vertical variations in seismic speed, it is important to do the measuring more frequently for the more accurate interpretation and precise separation of the perspective zones.

The evaluation of the rock mass integrity is based on the uncovered profiles in the quarry. By analysis of the surface integrity coefficient, an insight of the volume integrity is acquired. The average value of the surface integrity coefficient makes 30,15% for blocks and 9,17% for tombolones. That counts for the integral parts of the rock mass, more precisely, in the sound part of the deposit, without wasteful and tectonic crushed zones. In case of the surface wasteful zones, the average value of the surface integrity coefficient makes for blocks 19,59% and 5,96% for tombolones. According to results of the research, blocks of different shape dominate in the deposit, more precisely, smaller number of blocks are of the equidimensional surfaces, that are represented with 41,45% and tombolones with 58,55%. It is obvious that the majority of the blocks and tombolones are of the surfaces lesser than $1,00 \text{ m}^2$. The former experimental exploitation of the deposit showed that the folded blocks surfaces are of the irregular shape, and therefore treated as bigger tombolones. It could also be noticed that according to volume prevail the blocks up to $1,50 \text{ m}^3$, that makes 60,42%, the blocks from $1,50 \text{ m}^3$ to $2,00 \text{ m}^3$ make 12,69% and from $2,50 \text{ m}^3$ to $2,75 \text{ m}^3$ make

7,11%. According to greatest length they vary from 1,00 m to 1,75 m (67%) and from 2,00 m to 2,25 m (17,26%), that makes total of 84,25%, where the blocks from 1,50 to 1,75 (24,36%) are most conspicuous. According to block classes presence, from the point of view of the greatest length, the blocks of the IV class are represented with 42,64%, III class with 32,49% and II class with 17,77%. However, according to the Regulations, tombolones are present with 5,08%, while the first and extra classes with 2,02%. That drives to the conclusion that the folded blocks are of relatively lower quality. The explanation could be due to the fact that the former experimental exploitation took place in the upper part of the stone mass, where the percentage of smaller and more irregular blocks is pretty great.

Stone waste in the process of exploitation of block and tombolones on the basis of physical-mechanical properties, can be used as technical stone (rubble), while the rest of stone waste (surface waste and the waste connected with tectonic crushed zones), can serve for maintenance of macadam and forest roads, as well as for the tampon beds construction on the roads of the lower traffic level.

From the point of view of the previous results, the deposit is evaluated according to 4 criteria (Crnković and Bilbija, 1984).

A) Geological criterion

1. Size of the deposit: group »c« small deposit, in another words, the deposit of the restricted developmental possibilities.
2. The possibility of blocks exploitation: groups »c« and »d« – the deposit of the restricted possibilities of block exploitation and the deposit with tombolones.
3. Standardization of the stone mass shape: group »c«, stone mass of non-standardized shape, therefore the separation of the granite variety is necessary.

B) Technological and economical criteria

1. Blocks quality: quality »3« – the percentage of the block and tombolone frequency lesser then 75% of the theoretically possible quantity of stone blocks as dimension products.

C) Technical criterion

1. Usage: group »a« – manyfolded usage in architecture and art as well as unaltered shape in the outer atmosphere.

D) Decorative criterion:

1. Shape and uniqueness of shape: group »b« and »c« – of the specific and decorative shape, commercial types of the simillar appearance known in the world, but the first of that kind in Croatia.

The deposit »Zebrato« on the basis of the given criteria, can be evaluated and ranged as the deposit of the national importance (group III).