

GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U SPLITU



S. Šestanović i A. Toševski

STIJENE LITOSFERE

**Način postanka, strukture i teksture, vrste,
mogućnosti temeljenja, primjena kamena**
(podsjetnik za studente I. godine studija arhitekture)

Split, 2008.

1. Osnovni pojmovi

Stijena je sastavni dio litosfere ili Zemljine kamene kore, određenog načina geološkog pojavljivanja, teksture, strukture i mineralnog sastava.

Kamen je prirodno ili umjetno odvaljeni dio stijene. U graditeljstvu se kamen rabi kao **prirodni** ili **arhitektonsko-građevni** za gradnju te oblaganje pročelja i unutarnjih dijelova građevina i kao **tehnički**, za nasipanje, zidanje, pripremu betona, asfalta i sl. Njegova primjena ovisi o njegovim fizičkim i kemijskim značajkama.

Sve stijene litosfere, ovisno o načinu postanka, razvrstavaju se u tri glavne skupine. To su: **eruptivne stijene**, nastale kristalizacijom magme ili očvršćivanjem lave, **sedimentne** ili **taložne stijene**, nastale u vodi ili na kopnu kao rezultat taloženja materijala koji potječe od razaranja površinskih dijelova litosfere, mehaničkom ili kemijskom aktivnošću egzodinamskih faktora i organogeno, i **metamorfne stijene**, nastale metamorfozom eruptivnih, sedimentnih i već postojećih metamorfnih stijena. Stijene nastale dijelom vulkanskim procesima, a dijelom sedimentacijskim, nazivaju se **vulkanoklastičnim** ili **piroklastičnim**.

Eruptivne su stijene redovito silikatnog sastava, sedimentne pretežito karbonatnog, a metamorfne su ili silikatne ili karbonatne.

Stijene u prirodi mogu biti **monomineralne**, agregat samo jedne mineralne vrste i **polimineralne**, agregat više minerala. Polimineralne stijene su češće.

Kod stijena razlikujemo njihovu strukturu i teksturu. **Struktura** stijena definirana je stupnjem kristaliniteta te veličinom, oblikom i međusobnim odnosom minerala, a ovisi o načinu postanka stijene. **Tekstura** označuje način na koji su minerali zauzeli prostor u stijeni, a ovisi o utjecaju vanjskih faktora, bilo prilikom nastanka stijene ili nakon toga. Opisane značajke bitne su za izbor određene vrste kamena, kad se on primijenjuje kao arhitektonsko-građevni.

2. Eruptivne stijene

Eruptivne stijene nazivaju se primarnim stijenama. Ovisno o mjestu njihova postanka, možemo ih podijeliti na:

- **dubinske, intruzivne** ili **plutonske**, nastale postupnom kristalizacijom magme u dubljim dijelovima litosfere,
- **površinske, izljevne** ili **efuzivne**, nastale brзом kristalizacijom i očvršćivanjem lave na površini (ili pri površinskim dijelovima) litosfere.

Sponu između ovih dviju glavnih skupina eruptivnih stijena čine **žične** ili **hipabisalne** stijene.

2.1. Strukture i teksture eruptivnih stijena

Struktura eruptivnih stijena izražena je stupnjem kristaliniteta, veličinom, oblikom i međusobnim odnosom minerala, a posljedica je načina njihove kristalizacije, tako da se razlikuje:

- **zrnasta struktura**, u kojoj se minerali nalaze u formi zrna nepravilnog oblika koja se dodiruju, a približno su jednake veličine. Zrnasta je struktura značajka svih intruzivnih stijena. Tipski je razvijena kod granita, zbog čega je još zovu i **granitskom strukturom**,
- **porfirska struktura**, u kojoj su relativno krupni i pravilno kristalizirani minerali nepravilno rasuti u staklastoj ili sitnokristalastoj masi a svojstvena je svim efuzivnim stijenama,
- **ofitska struktura** čini prijelaz između zrnaste i porfirske. Tipski je razvijena u dijabazama te se još naziva i **dijabaznom strukturom**,

- **hijalinska ili staklasta struktura** nastaje pri naglom očvršćivanju lave. U njoj su štapićasti minerali u staklastoj masi orijentirani u smjeru toka lave.

Stijene zrnaste strukture pretežito su jednolične boje, a čvrstoća na tlak, elastičnost i druga fizičko-mehanička svojstva približno su im jednaka u svim smjerovima. Osim toga lako se obrađuju i dobro poliraju pa se mogu rabiti u arhitektonsko-građevne svrhe.

Tekstura eruptivnih stijena definira način prostornog rasporeda mineralnih zrna u stijeni, a posljedica je uvjeta kristalizacije i drugih čimbenika koji djeluju u fazi hlađenja kao i na očvrslu stijenu. Kod eruptivnih stijena razlikuju se:

- **homogena tekstura**, kad su mineralna zrna u stijeni ravnomjerno raspoređena, bez vidljive orijentacije. Takva tekstura je značajka intruzivnih stijena,
- **fluidalna tekstura**, kod koje su mineralna zrna zadržala smjer toka lave. Takva tekstura je značajka bazičnih efuzivnih stijena, koje nastaju od bazične fluidne lave,
- **vezikularna tekstura**, karakterizirana mnoštvom šupljina nastalih oslobađanjem plinova i para za vrijeme kristalizacije. Takva tekstura posljedica je naglog hlađenja lave, dakle svojstvena je efuzivnim stijenama. Ako se šupljine naknadno ispune sekundarnim mineralima (kvarcom, opalom, kalcitom i sl.), onda se takva tekstura naziva **mandulastom** ili **amigdaloidnom**.

U graditeljstvu su povoljnije stijene homogene teksture. Stijene s fluidalnom, vezikularnom i mandulastom teksturom imaju ograničenu primjenu zbog niza nepovoljnih značajki, ali se pojedini varijeteti povoljnijih fizičko-mehaničkih svojstava mogu koristiti u dekorativne svrhe.

2.2. *Važnije eruptivne stijene*

- **dubinske:** granit, granodiorit, sijenit, diorit, gabro, labradorit, peridotit, dunit
- **površinske:** riolit, dacit, trahit, andezit, bazalt, kimberlit
- **hipabisalne:** dijabaz

2.3. *Temeljenje u terenima izgrađenim od eruptivnih stijena*

Tereni što ih izgrađuju **svježe** eruptivne stijene imaju veoma povoljne značajke za temeljenje svih vrsta građevina. Ako su **trošne** i/ili jako razlomljene, poprimaju značajke slične nevezanim stijenama. U zonama površinskog trošenja i raspadanja koje seže do više metara u dubinu, tereni izgrađeni od površinskih eruptivnih stijena zahvaćeni su procesima erozije, uz pojave klizanja i jaružanja.

2.4. *Primjena kamena eruptivnog podrijetla*

Dubinske i hipabisalne eruptivne stijene daju kvalitetan arhitektonsko-građevni i tehnički kamen širokih mogućnosti uporabe, kako u interijerima, tako i eksterijerima. Ne smiju se rabiti za izradu monolitnih stubišta, jer u slučaju požara, zagrijani i poliveni vodom, pucaju.

Svježe površinske stijene daju izvrstan tehnički kamen. Uporaba u arhitektonsko-građevne svrhe je ograničena, jer se vrlo teško poliraju.

3. *Sedimentne ili taložne stijene*

Postanak sedimentnih stijena rezultat je složenog i dugotrajnog procesa koji sadrži:

- ☐ **mehaničko i kemijsko trošenje** postojećih eruptivnih, sedimentnih i metamorfnih stijena litosfere,
- ☐ **transport** mehanički usitnjenih fragmenata i otopljenih tvari,
- ☐ **taloženje** rastrošenog materijala.

Nakon taloženja, uz određene fizičkokemijske procese, može doći do **stvrđnjavanja** sedimenta.

Mehaničko trošenje stijena ili dezintegracija uzrokovano je silama koje djeluju iz atmosfere, hidrosfere i biosfere. Pritom ne dolazi do promjene kemijskog sastava stijene, već do njezina komadanja i usitnjavanja, često u veoma sitne čestice. Takvo trošenje olakšano je sustavima pukotina i prslina u zonama koje su bile zahvaćene jače izraženom tektonskom aktivnošću.

Kemijsko trošenje ili dekompozicija stijena svodi se uglavnom na otapanje komponenata topivih u vodi. Moć otapanja vode ovisi o njezinoj kiselosti (pH faktoru), količini u njoj otopljenog CO₂, anorganskim, organskim i humusnim kiselinama, te količini kisika, klorida i nekih drugih soli. Važan faktor kemijskog trošenja jesu veličina i oblik površine stijene koja je izložena djelovanju vode. Naime, kompaktna i glatka stijenska masa lakše odolijeva kemijskom trošenju nego ona s puno prslina, pukotina i šupljina, koja je uz to i hrapava. Redovito će trošenje stijena kemijskim putem biti olakšano u toplijoj vodi, jer se moć otapanja vode povećava zajedno s porastom temperature.

3.1. *Strukture i teksture sedimentnih stijena*

Struktura sedimentnih stijena definirana je veličinom i oblikom čestica i/ili minerala koji sudjeluju u njezinoj građi, a rezultat je svih procesa koji su djelovali na stijenu tijekom postanka. Ona može biti klastična i kristalasta.

Klastičnu strukturu imaju sedimenti izgrađeni od fragmenata stijena i minerala, različitih po veličini i obliku (klastične ili mehaničke sedimentne stijene). Prema veličini zrna klastične se strukture dijele na:

- ☐ **psefiske ili grubozrnaste klastične strukture**, veličine zrna iznad 2 mm, tipične za šljunke i kršje i od njih nastale vezane stijene (konglomerate i breče),
- ☐ **psamitske ili srednjeznaste klastične strukture**, veličine zrna između 2 mm i 0.06 mm, karakteristične za pijeske i od njih nastale vezane stijene (pješčenjake, arkoze i grauuvake),
- ☐ **siltitske (alevritske) ili sitnoznaste klastične strukture**, veličine zrna od 0.06 mm do 0.002 mm, karakteristične za prah i od njega nastale stijene, (prapor ili les i siltit ili alevrolit),
- ☐ **pelitske ili finoznaste klastične strukture**, veličine zrna manje od 0.002 mm, karakteristične za glinovite čestice i od njih nastale stijene (glina, lapor).

Karbonatne stijene nastale mehanički, odlikuju se **detritičnom strukturom**. Ovisno o veličini zrna razlikuju se: kalkruditi (zrna veća od 1 mm), kalkareniti (zrna između 1 mm i 0.06 mm) i kalklutiti (zrna manja od 0.06 mm). Ako u strukturi karbonatnih stijena, nastalih mehanički, sudjeluju i ostaci organizma, takva se struktura naziva **organodetritičnom**.

Prema obliku, zrna u klastičnoj strukturi sedimentnih stijena mogu biti: uglasta, poluuglasta, poluzaobljena, zaobljena i dobro zaobljena.

Sedimentne stijene kemijskog podrijetla (kemijske sedimentne stijene) odlikuju se **kristalastom strukturom** koja, ovisno o veličini minerala koji stijenu izgrađuju, može biti **krupnokristalasta**, **sitnokristalasta** i **afanitska**. Krupnokristalasta struktura je ona kod koje su

mineralna zrna vidljiva okom. Sitnokristalasta struktura ima veličinu zrna vidljivu mikroskopom, a kod afanitske strukture mineralna se zrna ne vide ni mikroskopom.

Kemijski sedimenti mogu imati i **oolitsku** i **sferolitsku** strukturu. One se odlikuju karakterističnim koncentričnim nakupinama oko centra kristalizacije, koji može biti zrnca pijeska ili fosilni ostatak. Oolitska i sferolitska struktura česta je kod karbonatnih i silicijskih sedimenata.

Amforna struktura je karakteristična za koloidalne, nekristalizirane, stijene. Česta je kod silicijskih sedimenata, kao rezultat brzog izlučivanja. Stijene s ovakvom strukturom trakaste su građe i bubrežastog oblika.

Organogena struktura je karakteristična za stijene izgrađene većinom od netransportiranih ostataka biljnog i životinjskog podrijetla (organogene sedimentalne stijene).

Tekstura sedimentalnih stijena definira značajke njihove unutarnje građe u svezi s rasporedom čestica i njihovim odnosom, a može biti masivna ili homogena, trakasta, slojevita i brečasta

Homogenu teksturu imaju stijene kod kojih su minerali jednoliko zauzeli prostor u masi (jedri vapnenci, homogeni pješčenjaci).

Trakasta i slojevita tekstura karakteristična je za slojevite sedimentne stijene kod kojih se u masi izmjenjuju slojevi različite boje, odnosno slojevi s krupnijim i sitnijim sastojcima.

Brečastu teksturu imaju stijene sastavljene od vezanih većih i manjih čestica (breče i brečoliki vapnenci).

Postoje sedimentne stijene koje u sebi sadrže različita tijela, od kojih su važnija:

- ☐ **nodule**, grudasta i čvorasta nepravilna tijela, kojih je sastav različit od sastava stijene u kojoj se nalaze (nodule rožnjaka ili čerta u vapnencima),
- ☐ **sferuliti**, kuglasta tijela radijalnotrakaste strukture, najčešće kalcedonskog sastava,
- ☐ **konkrecije**, kuglaste, gomoljaste ili jajolike tvorevine nastale koncentričnim povećanjem mineralne tvari oko neke jezgre (fragment minerala ili krhotina fosila), sastava različitog od stijene u kojoj se nalaze.

3.2. Važnije sedimentne stijena

3.2.1. Klastični nevezani sedimenti, poluvezane i vezane stijene

- ☐ **nevezani sedimenti**: šljunak, kršje, pijesak, prah
- ☐ **poluvezane stijene**: prapor, glina
- ☐ **vezane stijene**: konglomerati, breče, pješčenjaci, lapori, glinci

3.2.2. Neklastične i organogene vezane stijene

- ☐ vapnenac, dolomit, sedra, sadra (gips), travertin, onix-mramor

3.3. Temeljenje u terenima izgrađenim od sedimentnih stijena

Za terene izgrađene od nevezanih sedimenata (**šljunke i pijeske**), znakovito je da voda ne mijenja bitno njihove fizičko-mehaničke značajke. Stabilnost i nosivost takovih terena ovisi o zbijenosti materijala i njegovom granulometrijskom sastavu. Šljunci i kršje su materijali slabo stišljivi u suhom i mokrom stanju, pa imaju povoljne značajke za temeljenje. Za temeljenje u pijescima, važnu komponentu ima količina glinovite komponente u njima.

Prah, pogotovo ako je saturiran vodom (**mulj**) i zaglinjen, treba izbjegavati kao medij za temeljenje zbog njegove velike stišljivosti. Ipak, i u takovim se terenima može temeljiti, ali na pilotima koji trebaju biti ukliješteni u stijenu ili projektirani tako da nose na plašt.

Kod **glina** postoje dvije faze slijeganja: prva, koja se pojavljuje neposredno nakon realiziranja opterećenja i traje kratko, a manifestira se bočnim istiskivanjem, i druga, lagano i dugotrajno

slijeganje koje može trajati desetljećima. Budući da niti jedan drugi sediment nije toliko podložan promjenama u konzistenciji, ravnoteži i stabilnosti kao gline, temeljenju na njima treba prići s iznimnom oprežnošću. Odnosno, za decidirani zaključak o mogućnostima temeljenja i koncepciji temeljne konstrukcije, valja prethodno obaviti detaljne istraživačke radove.

Tereni izgrađeni od čvrstih **vezanih klastičnih** sedimentnih stijena čine stabilnu podlogu za temeljenje. Dopuštena nosivost u takovim stijenama je praktično neograničena, ali se računa da smije iznositi između $1/8$ i $1/15$ njihove čvrstoće na tlak. Problemi temeljenja **u flišu**, koji je u području srednje Dalmacije zastupljen pretežito izmjenama lapora i pješčenjaka, slijede zbog njegove heterogenosti i brzih izmjena litoloških članova različitih fizičko-mehaničkih značajki. Za temeljenje su najpogodnije lokacije koje izgrađuje jedan litološki član, odnosno, one lokacije koje imaju uniformnu građu.

Tereni što ih izgrađuju neklastične vezane sedimentne stijene **vapnenci i dolomiti** čine medij veoma povoljan za temeljenje, jer redovito te stijene imaju visoku nosivost i dobru stabilnost. Ipak, te povoljne značajke nestaju u slučajevima jake razlomljenosti i izrazite okršenosti. U takovim slučajevima, da bi se dobila cjelovita slika o mogućnostima i uvjetima temeljenja, valja prethodno obaviti detaljne istraživačke radove.

3.4. Primjena kamena sedimentnog podrijetla

Nevezani sedimenti, šljunci, kršje i pijesci, koriste se u pripravi betona i asfalta te za nasipanja i održavanje makadamskih putova.

Primjena vapnenaca i dolomita je višestruka: koriste se kao tehnički i arhitektonsko-građevni kamen te kao sirovina za dobivanje vapna i u cementnoj industriji.

Eksplatacija tehničkog kamena obavlja se u kamenolomima. Oni se, u široj okolini Splita, nalaze na lokacijama: Srinjine, Perun (kod Žrnovnice), u Klis-Kosi, Križicama (kod Dugopolja) i Čemernici (kod Dicma).

Arhitektonsko-građevni kamen se eksloatira na brojnim lokacijama otoka Brača te u okolini Doca Donjeg (u Mosoru) i okolini Trogira (Seget, Plano, Vrsine).

4. Vulkanoklastične ili piroklastične stijene

Vulkanoklastične stijene su genetski vezane za vulkanizam i sedimentacijske procese. Nastaju iz materijala izbačenog vulkanskim erupcijama, sastavljenog od očvrle lave i fragmenata stijena kroz koje se lava probijala do površine. Talozenje se obavlja bliže ili dalje od mjesta izbacivanja, što ovisi o veličini fragmenata i čestica, na kopnu ili u moru, s izraženom slojevitosti i bez nje.

Izbačeni je vulkanski materijal različita oblika i veličine, a načešći i najzastupljeniji su fragmenti manji od 4 mm koje nazivamo **vulkanskim pepelom**. Zbog malih dimenzija i gustoće, vulkanski pepeo može biti transportiran daleko od mjesta postanka.

Vezani vulkanski pepeo se naziva **tufom**.

4.1. Struktura i tekstura tufova

Struktura tufova je **klastična**, a **tekstura** **tufitska**, karakterizirana velikom količinom sitnih smrvljenih fragmenata stijena, kristala i vulkanskog stakla.

4.2. Vrste tufova

Ovisno o česticama koje ih izgrađuju, razlikuju se: **vitroklastični** tuf, u čijem su sastavu sitni smrvljeni komadići amornog vulkanskog stakla, **litoklastični** tuf, u čijem su sastavu sitni smrvljeni komadići stijena i **kristaloklastični** tuf, u čijem su sastavu sitni smrvljeni komadići različitih minerala.

4.3. Temeljenje u terenima izgrađenim od vulkanoklastičnih stijena

Za temeljenje i površinske radove, vulkanoklastične stijene imaju povoljne značajke, ali pri svakom zasijecanju ili usijecanju radove treba izvoditi oprezno, jer je moguća pojava klizišta.

4.4. Primjena tufova

Primjena tufova u arhitektonsko-građevne svrhe je ograničena samo na svježije i neoštećene stijene. Lokalno se rabi za gradnju poljskih kućica i manjih (prizemnih) zgrada. Vitroklastični tuf se u cementnoj industriji primijenjuje kao pucolanski materijal.

5. Metamorfne stijene

Metamorfne stijene nastale su metamorfozom ili preobrazbom postojećih eruptivnih, sedimentnih i metamornih stijena, uglavnom u dubljim dijelovima litosfere, pri promjeni tlaka i temperature. Pritom je postojeća stijena podvrgnuta brojnim mineraloškim, strukturnim i teksturnim promjenama, što ovisi o značajkama metamorfizma i fizičkim i kemijskim svojstvima same stijene.

Vrste metamorfoze kojima mogu biti podvrgnute postojeće stijene jesu:

- ☐ **kataklastična** ili **kinetička** metamorfoza, kojom su stijene podvrgnute jakom usmjerenom tlaku pri relativno niskoj temperaturi u površinskom dijelu litosfere, a rezultira drobljenjem minerala i stijena,
- ☐ **termalna** metamorfoza, kojom su stijene podvrgnute povišenoj temperaturi i relativno niskom tlaku (uglavnom kod prodora magme prema površini), a rezultira djelomičnom promjenom kemizma stijene. Njome su zahvaćene pretežito manje mase stijena na kontaktu s magmom, pa takvu metamorfozu zovemo još **kontaktnom**,
- ☐ **dinamotermalna** metamorfoza, kojom su stijene podvrgnute djelovanju temperature i usmjerenog tlaka u većim dubinama litosfere, a rezultira prekriztalizacijom minerala, odnosno djelomičnom ili potpunom promjenom kemizma, strukture i teksture stijene. Budući da ovakva metamorfoza zahvaća šira područja i veće mase stijena naziva se i **regionalnom**,
- ☐ **plutonska** metamorfoza, kojom su stijene podvrgnute djelovanju visoke temperature i hidrostatskog tlaka u najdubljim dijelovima litosfere, a rezultira promjenom kemizma stijene i njezinih strukturnih i teksturnih značajki.

Ako je neka stijena bila višekratno podvrgnuta metamorfozi u različitim geološkim razdobljima, onda se takva metamorfoza naziva **polimetamorfozom**.

Smatra se da je metamorfoza moguća do temperature 1500°C jer se na višoj temperaturi većina stijena tali.

5.1. *Strukture i teksture metamorfnih stijena*

Struktura metamorfnih stijena rezultat je prekrystalizacije i rasta minerala u čvrstom stanju (**blastična struktura**) ili drobljenja dijelova i čitave mase primarnih stijena (**klastična struktura**). Ako su u metamorfnoj stijeni vidljivi ostaci strukture primarne stijene, takova se struktura naziva **reliktnom**.

S obzirom na raspored minerala u metamorfnim stijenama, među najtipičnije **teksture** ubraja se **škriljava**, kod koje su minerali zauzeli paralelan raspored zbog djelovanja usmjerenog tlaka u epizoni i mezozoni, **čvorasta**, **okasta** ili **flaserska** tekstura, kod koje su neki minerali (obično kvarc i feldspati) nakupljeni u mase lečaste ili ovalne forme, a karakteristična je za metamorfne stijene nastale u dubljim dijelovima litosfere, te **homogena** kod koje su zrna u stijeni raspoređena bez vidljive orijentacije.

5.2. *Važnije metamorfne stijene*

Među važnije i zastupljenije metamorfne stijene ubrajamo mramore, kvarcite, zelene škriljavce, filite, mikašiste (tinjčeve škriljavce), serpentinite, gnajse i amfibolite.

5.3. *Temeljenje u terenima izgrađenim od metamorfnih stijena*

Svi tereni koje izgrađuju svježije metamorfne stijene su povoljni medij za temeljenje. Problemi nastaju u područjima zastupljenima jače razlomljenim i trošnim stijenama.

5.4. *Primjena kamena metamorfnog podrijetla*

Izvrstan arhitektonsko-građevni kamen je mramor. Osim njega, primjenu imaju i serpentiniti, kvarciti i gnajsi, i to samo ako su svježiji i nerazlomljeni. Pločasti varijeteti filita i zelenih škriljavaca lokalno se koriste za pokrivanje krovova.

6. Primjena arhitektonsko-građevnog kamena

S obzirom na cilj nastave o stijenama i kamenu za arhitekte, bit će važno analizirati upravo dekorativne, odnosno estetske kriterije kamena. Osnova vrednovanja prema navedenom kriteriju je opći (subjektivno određen) izgled kamene površine, što je izrazito važno za njegovu tržišnu vrijednost, odnosno potražnju.

Dakle, prema kriteriju dekorativnosti, razlikuje se:

- kamen iznimnog i jedinstvenog izgleda,
- kamen specifičnog izgleda (nije ni izniman ni jedinstven, jer postoje slične komercijalne vrste),
- kamen dekorativan bojom i šarama, znakovit za određenu vrstu, a na tržištu se nalazi često u brojnim varijetetima i
- kamen običan izgledom, bez posebnih estetskih vrijednosti glede dekorativnosti.

Ako uzmemo u obzir vrijednosti ležišta, ono se vrednuje i rangira kao:

- svjetski važno (ako je na svjetskom tržištu dalo iznimne varijetete kamena),
- ograničeno svjetski važno (ako je kamen poznat na tržištu samo nekih zemalja, ali ne i više njih),
- nacionalno važno (ako se ne mogu dobivati komercijalni blokovi visokih kategorija ili je kamen svojim izgledom običan) i
- lokalno važno (ako kamen kao sirovina za preradu nije zastupljen na tržištu, ili je na tržištu u ograničenoj količini zbog slabe dekorativnosti).

Mogućnosti primjene kamena, uz njegovu dekorativnost, određuju i njegove fizičko-mehaničke značajke. Naime, ne može se svaka vrsta kamena koristiti za vanjska ili unutarnja oblaganja vodoravnih i okomitih površina ili za gradnju fasada. To svakako ovisi o fizičko-mehaničkim značajkama kamena, posebno o njegovoj

- gustoći,
- poroznosti,
- upijanju vode,
- čvrstoći na tlak u suhom stanju i nakon smrzavanja,
- čvrstoći na savijanje,
- otpornosti na habanje, i
- postojanosti na mrazu.

Osim gore navedenih fizičko – mehaničkih značajki, potpuna specifikacija nekog varijeteta arhitektonsko – građevnog kamena mora sadržavati ime kamenoloma, petrografski tip, dobavljaljivost i namjenu. Ograničavajući se na područje srednje Dalmacije u kojoj se nalazi pretežiti broj danas aktivnih kamenoloma, u prilogu su opisani važniji varijeteti i mogućnosti njihove primjene prema deklaraciji proizvođača. Ovdje je važno pripomenuti da primjena svih nabrojanih varijeteta prelazi granice naše države.

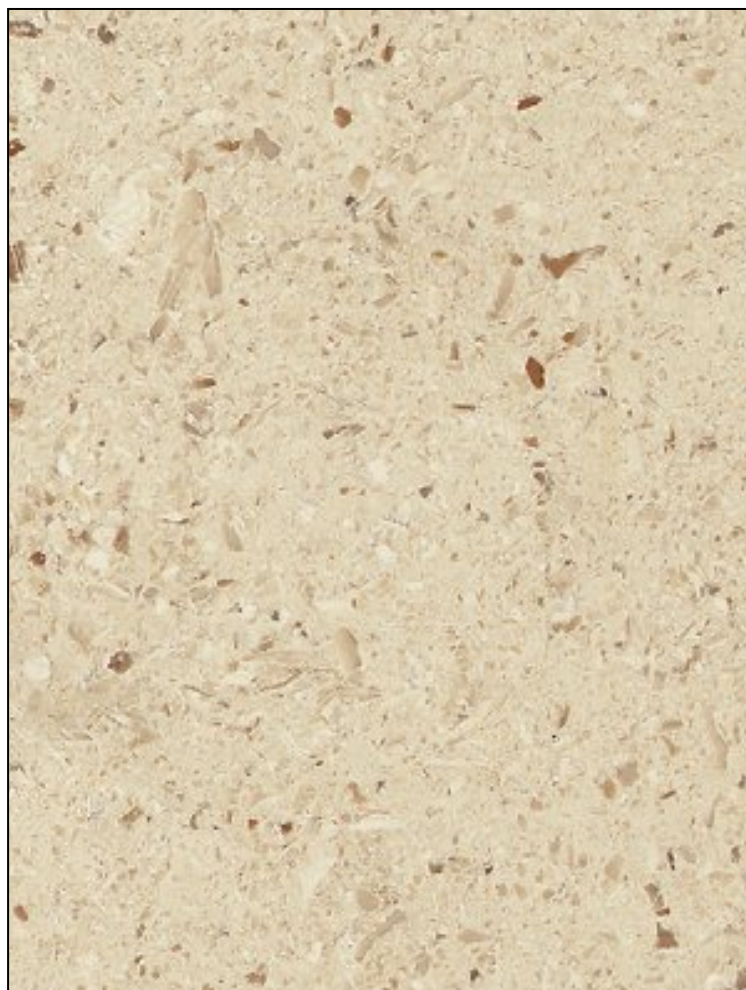
Literatura

- Crnković, B. (1999): Hrvatski prirodni kamen na tržištu i u okviru europskih normi. RGN zbornik, vol. 11, 61-72, Zagreb
- Crnković, B. i Bilbija, P. (1984): Vrednovanje arhitektonsko-građevinskog kamena. Geol. vjesnik 37, 81-95. Zagreb
- Crnković, B. i Jovičić, D. (1993): Dimension stone deposits in Croatia. RGN zbornik 5, 139-163, Zagreb
- Crnković, B. i Šarić, Lj. (2003): Građenje prirodnim kamenom. IGH, 380 str., Zagreb
- Šestanović, S. (2001): Osnove geologije i petrografije. IV. izd. 236 str., GF Split

P R I L O G

**Poznatije vrste arhitektonsko - građevnog kamena
otoka Brača, Mosora, okolice Trogira, okolice Sinja i okolice Drniša**

"VESELJE UNITO" (otok Brač)



Kamenolom: Punta

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,495 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 7,7 vol. %
- upijanje vode: 2,02 mas. %
- čvrstoća na tlak: 116 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 108 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $9,4 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $32,16 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: odlična

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"VESELJE FIORITO" (otok Brač)



Kamenolom: Punta

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,549 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 3,91 vol. %
- upijanje vode: 2,06 mas. %
- čvrstoća na tlak: 108 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 96 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $9,2 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $31,9 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"RASOTICA B" (otok Brač)



Kamenolom: Žaganj Dolac

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,686 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 0,849 vol. %
- upijanje vode: 2,60 mas. %
- čvrstoća na tlak: 128 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 132 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $12,8 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $15,45 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: umjerena

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih površina

"RASOTICA C" (otok Brač)



Kamenolom: Žaganj Dolac

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,686 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 0,849 vol. %
- upijanje vode: 2,60 mas. %
- čvrstoća na tlak: 128 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 132 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $12,8 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $15,45 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: umjerena

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih površina

"DRAČEVICA" (otok Brač)



Kamenolom: Dračevica

Petrografski tip: Dolomitični organogeni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,562 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 7,908 vol. %
- upijanje vode: 1,42 mas. %
- čvrstoća na tlak: 112 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 76 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $13,2 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $22,9 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"ADRIA GRIGIO MACHIATTO" (otok Brač)



Kamenolom: Sivic

Petrografski tip: Dolomitični vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,495 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 7,7 vol. %
- upijanje vode: 2,02 mas. %
- čvrstoća na tlak: 116 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 108 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $9,4 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $32,16 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: odlična

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"ADRIA GRIGIO VENATO" (otok Brač)



Kamenolom: Sivač

Petrografski tip: Dolomitični vapnenac

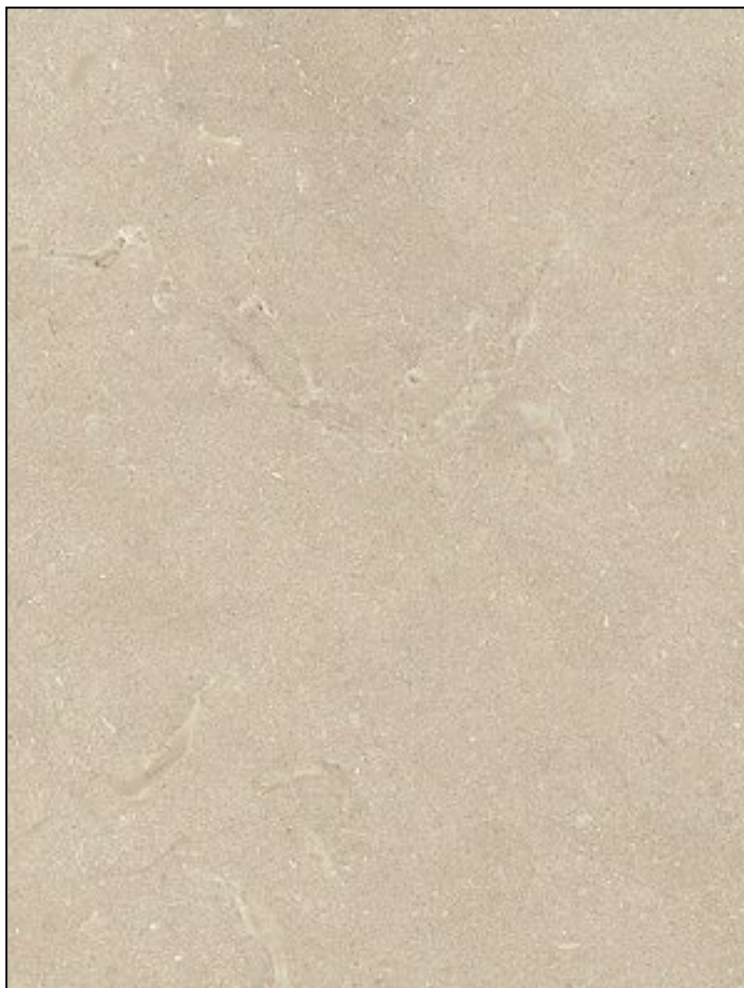
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,520 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 3,86 vol. %
- upijanje vode: 2,42 mas. %
- čvrstoća na tlak: 140 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 92 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $16,8 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $26 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: odlična

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"ADRIA GRIGIO UNITO" (otok Brač)



Kamenolom: Sivac

Petrografski tip: Dolomitični vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,551 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 7,9 vol. %
- upijanje vode: 2,4 mas. %
- čvrstoća na tlak: $100,5 \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 92 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: 16 MN/m^2
- otpornost na habanje: $33,2 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: odlična

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"SAN GIORGIO ISTOK" (otok Brač)



Kamenolom: Glave

Petrografski tip: Kalcitični dolomit

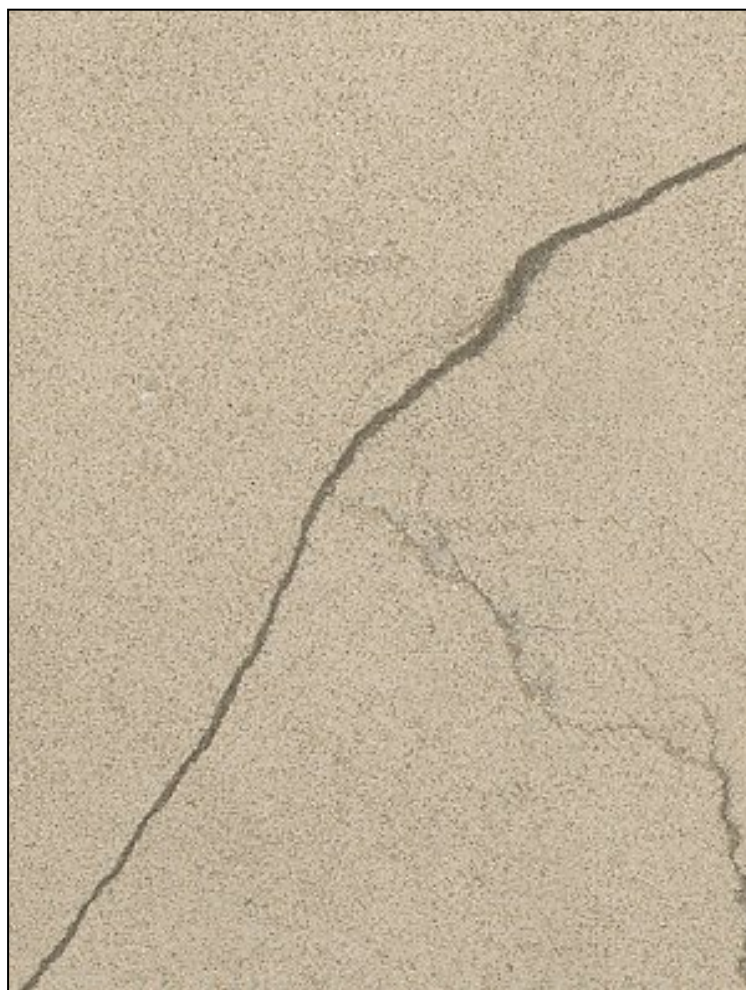
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,558 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 7,753 vol. %
- upijanje vode: 2,44 mas. %
- čvrstoća na tlak: $110, \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 116 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $10,5 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $30,8 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih površina

"SAN GIORGIO ZAPAD" (otok Brač)



Kamenolom: Glave

Petrografski tip: Organogeni dolomitični vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,554 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 5,68 vol. %
- upijanje vode: 1,72 mas. %
- čvrstoća na tlak: $129,5 \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 96 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $18,1 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $22,6 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih okomitih površina

"ZEČEVO" (otok Brač)



Kamenolom: Zečevo

Petrografski tip: Organogeni dolomitični vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,551 \text{ t/m}^3$
- poroznost: $5,867 \text{ vol.}\%$
- upijanje vode: $1,74 \text{ mas.}\%$
- čvrstoća na tlak: 156 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 120 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: 18 MN/m^2
- otpornost na habanje: $21 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"OKLAD" (otok Brač)



Kamenolom: Zečevo

Petrografski tip: Vapnenačka breča

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,427 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 14,42 vol. %
- upijanje vode: 4,44 mas. %
- čvrstoća na tlak: 114 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 116 MN/m^2
- čvrstoća na savijanje: $10,5 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $33,8 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih površina

"KUPINOVO UNITO" (otok Brač)



Kamenolom: Kupinovo

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: 2,491 t/m³
- poroznost: 8,18 vol. %
- upijanje vode: 2,22 mas. %
- čvrstoća na tlak: 104 MN/m²
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: 80 MN/m²
- čvrstoća na savijanje: 10,5 MN/m²
- otpornost na habanje: 31,2 cm³/50cm²
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"SEGET" (okolica Trogira)



Kamenolom: Seget

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

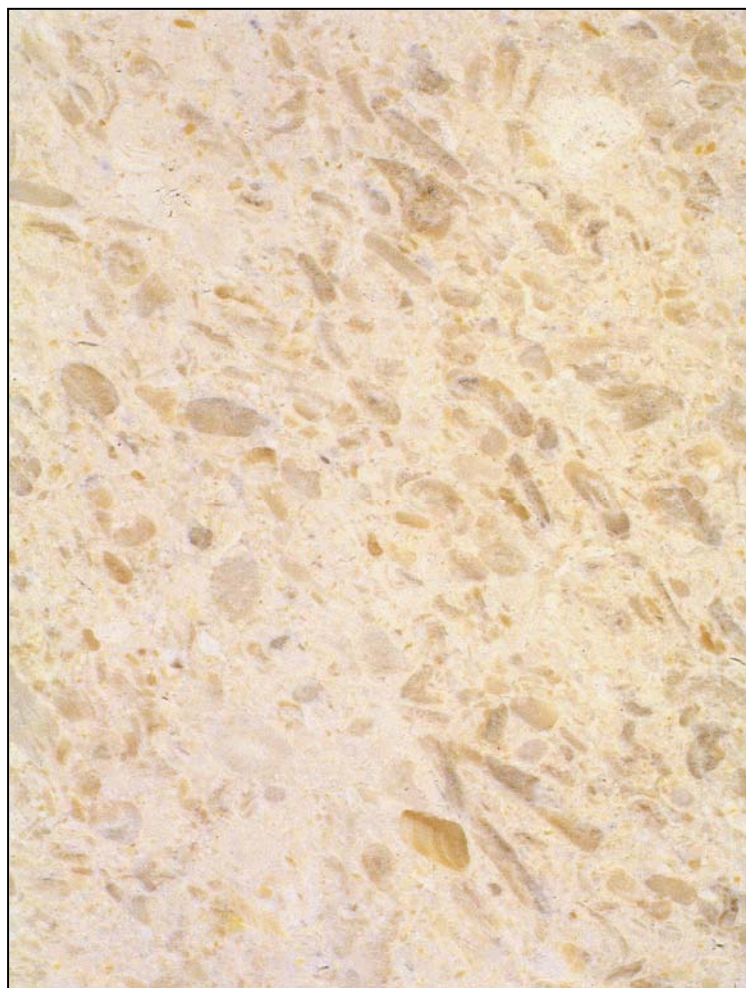
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,708 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 5,7 vol. %
- upijanje vode: 1,42 mas. %
- čvrstoća na tlak: 94 MN/m^2
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: 19 MN/m^2
- otpornost na habanje: $27,3 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: otporan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina

"PLANO" (okolica Trogira)



Kamenolom: Plano

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

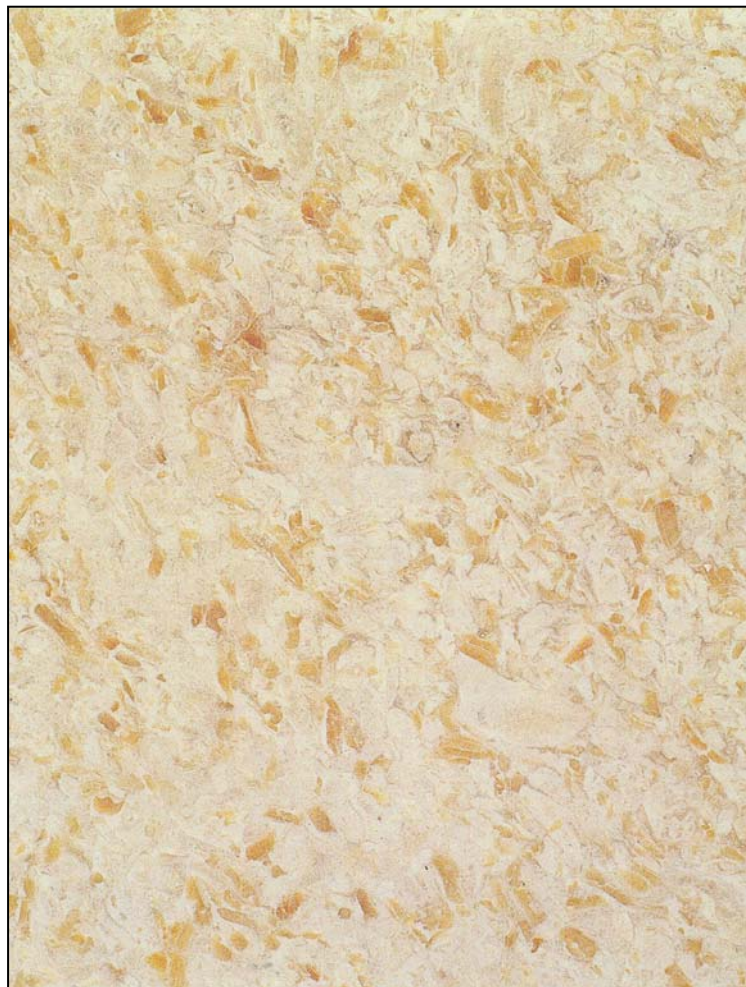
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,718 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 5 vol. %
- upijanje vode: 1,34 mas. %
- čvrstoća na tlak: $78,1 \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: 14,2
- otpornost na habanje: $30,7 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: otporan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih (do 1000 ljudi dnevno) i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina. Za oblaganje vanjskih horizontalnih pješačkih površina može se koristiti u uvjetima blage mediteranske klime u pločama debljine preko 3 cm

"VRSINE" (okolica Trogira)



Kamenolom: Vrsine

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

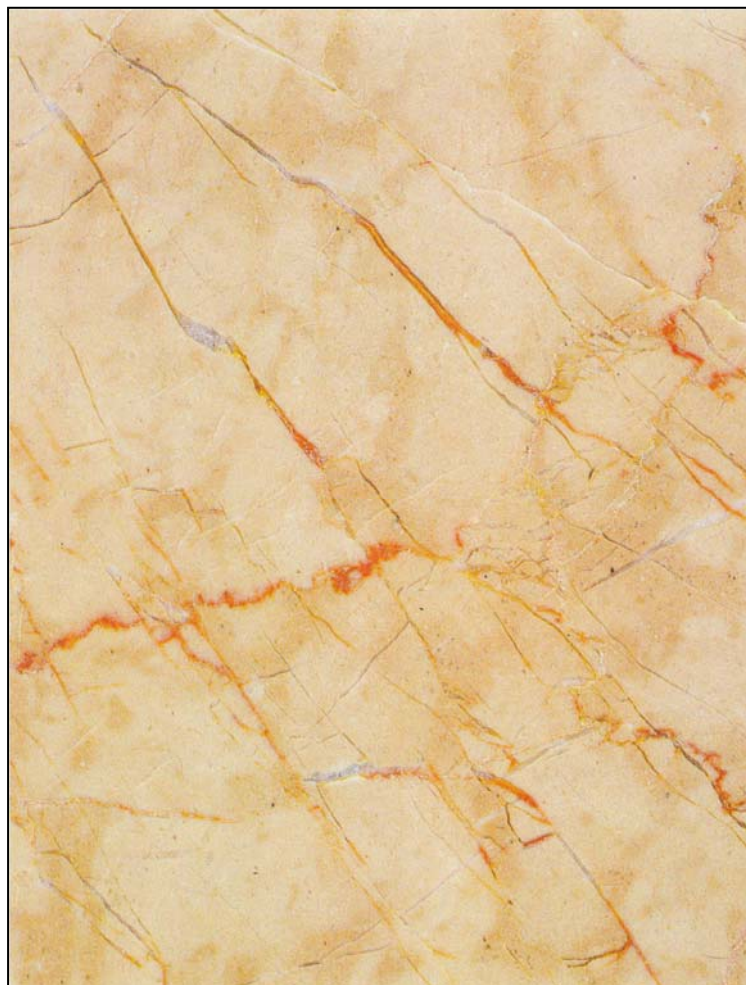
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,708 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 3 vol. %
- upijanje vode: 0,52 mas. %
- čvrstoća na tlak: ?
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: ?
- otpornost na habanje: $28,6 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: otporan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih (do 3000 ljudi dnevno) i vertikalnih te vanjskih vertikalnih površina. Za oblaganje vanjskih horizontalnih pješačkih površina može se koristiti u uvjetima blage mediteranske klime u pločama debljine preko 3 cm

"DOLIT" (Mosor)



Kamenolom: Dolac Donji

Petrografski tip: Mikritni vapnenac

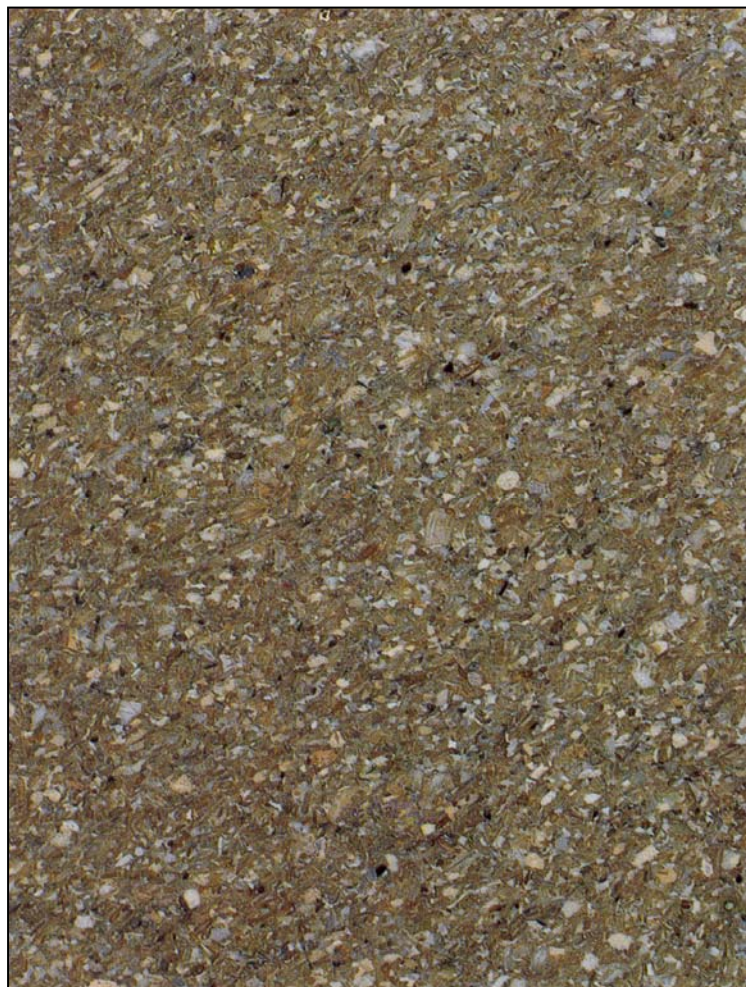
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,715 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 0,5 vol. %
- upijanje vode: 0,187 mas. %
- čvrstoća na tlak: $179,6 \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: $7,6 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $12,7 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: otporan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih jako prometnih i vertikalnih površina. Za vanjske površine preporuča se rustikalna obrada i debljina ploča preko 3 cm.

"ADRIA VERDE" (Mosor)



Kamenolom: Putišići

Petrografski tip: Organogeni vapnenac

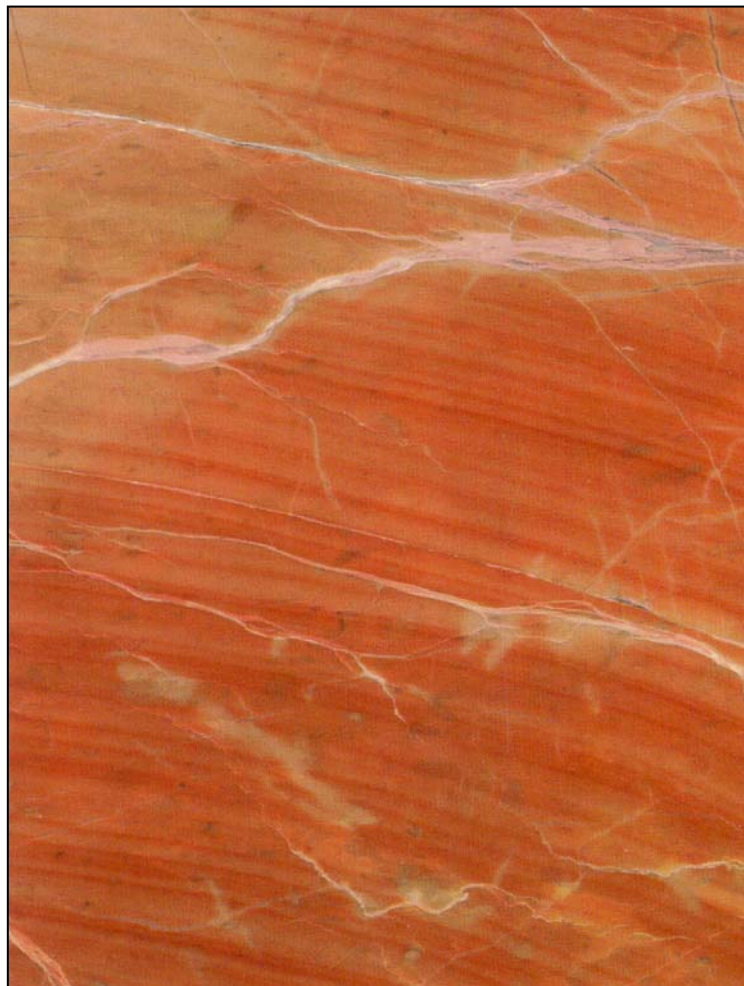
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,704 \text{ t/m}^3$
- poroznost: $0,8 \text{ vol.}\%$
- upijanje vode: $0,344 \text{ mas.}\%$
- čvrstoća na tlak: $196,1 \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: $19,8 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $13,6 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: otporan

Dobavljivost: umjerena

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih jako prometnih i vertikalnih površina. Za vanjske pješačke horizontalne površine može se koristiti, ali će vremenom izgubiti karakterističnu zelenkastosivu boju.

"ALKASIN CRVENI" (okolica Sinja)



Kamenolom: Čemernica

Petrografski tip: Mikritni vapnenac

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,731 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 1,1 vol. %
- upijanje vode: 0,15 mas. %
- čvrstoća na tlak: ?
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: ?
- otpornost na habanje: $17 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: umjerena

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih jako prometnih i vertikalnih površina te vanjskih vertikalnih površina.

"ALKASIN SVIJETLI" (okolica Sinja)



Kamenolom: Čemernica

Petrografski tip: Mikritni vapnenac

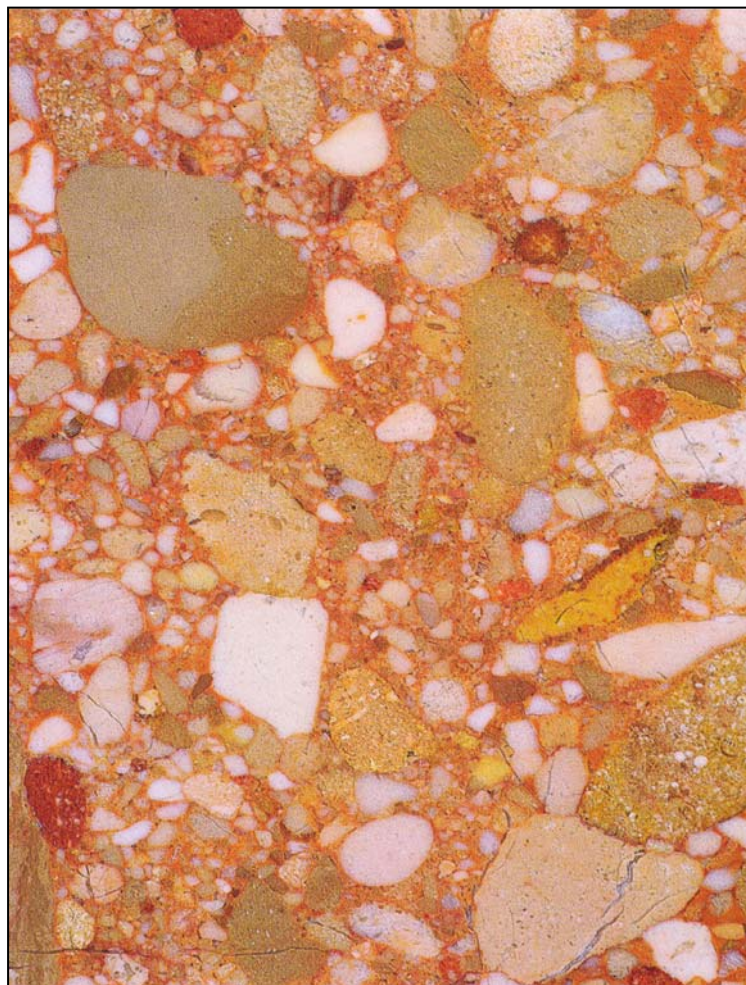
Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,731 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 1,1 vol. %
- upijanje vode: 0,15 mas. %
- čvrstoća na tlak: ?
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: ?
- otpornost na habanje: $17 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: postojan

Dobavljivost: umjerena

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih jako prometnih i vertikalnih površina te vanjskih vertikalnih površina.

"ROZALIT" (okolica Drniša)



Kamenolom: Pakovo Selo

Petrografski tip: Konglomerat

Fizičko – mehaničke značajke:

- gustoća: $2,714 \text{ t/m}^3$
- poroznost: 0,6 vol. %
- upijanje vode: 0,12 mas. %
- čvrstoća na tlak: $169,2 \text{ MN/m}^2$
- čvrstoća na tlak poslije smrzavanja: ?
- čvrstoća na savijanje: $11,9 \text{ MN/m}^2$
- otpornost na habanje: $16,2 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$
- postojanost na mrazu: otporan

Dobavljivost: dobra

Namjena: Oblaganje unutarnjih horizontalnih jako prometnih i vertikalnih površina. Za vanjske pješačke površine preporuča se rustikalna obrada.