

# Utjecaj teksturnih značajki na ugradnju kamena

---

**Tomašić, Ivan; Fistrić, Mladen**

*Source / Izvornik:* **Klesarstvo i graditeljstvo, 1998, 9, 61 - 66**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:736851>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-03**



*Repository / Repozitorij:*

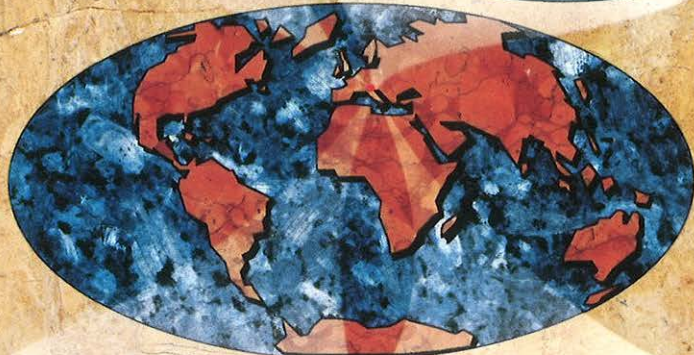
[Faculty of Mining, Geology and Petroleum  
Engineering Repository, University of Zagreb](#)





Officine Meccaniche  
**BOMBIERI & VENTURI, s.r.l.**

Produzione di linee complete per la lavorazione di marmi e graniti.  
*Complete marble and granite processing lines.*



37023 Grezzana (VR) Italy - via Tavigliana, 2 - tel. 045/8650303 r.a - telefax 045/8650100  
E-mail: [bvitaly@tin.it](mailto:bvitaly@tin.it) - Web site: <http://www.bv.it>

**COM - ADRIA** d.o.o.

SPLIT: Dinka Šimunovića 20, 21000 Split, tel/fax: 00385 / 21/ 561-016, 355-738, 563-601  
ZAGREB: Županova 16, 10000 Zagreb, tel/fax: 00385 / 1/ 2300-871, mob. 099/470-464  
E-mail adresa: [com-adria@st.tel.hr](mailto:com-adria@st.tel.hr)

2. pl.

10 -06- 1998

# K L E S A R S T V O I G R A D I T E L J S T V O

BROJ 1 — 2

GOD. IX.

SVIBANJ, 1998.

Izdavač:

Klesarska škola, Pučišća, otok Brač

Urednik:

Tomislav Bužančić, dipl. ing. grad.

Članovi uredništva:

Zdravko Matijašić, meštar radionice  
Prof. dr. Branko Crnković  
Prof. dr. Vladimir Jelaska  
Prof. Davor Dragičević  
Prof. Pero Dragičević

Tehnički urednik:

Tomislav Bužančić, dipl. ing. grad.

Za izdavača:

Tonči Vlahović

Fotograf izdavača:

Pero Dragičević

Grafičko oblikovanje i tisak:

»Franjo Kluz« d. d. - Omiš

Adresa uredništva:

Časopis »Klesarstvo i graditeljstvo«  
Klesarska škola, 21413 Pučišća  
Telefon: 021/633-114, fax: 633-076  
Telefon urednika: 021/520-546

Informacije o pretplati i oglašavanju možete dobiti na telefon 021/633-114 ili na adresu uredništva.

NASLOVNA STRANA:

Spomenik Pape Ivana Pavla II. u Selcima na Braču. Rad kipara Kuzme Kovačića.

Žiro račun: 34491-603-154

Cijena dvobroja 30 kn.  
Godišnja pretplata 50 kn.



SADRŽAJ

Tomislav Bužančić

Pristup primjeni kamena ..... 3

Doživljaj kamena u djelu Kuzme Kovačića ..... 9

Ivan Cotman

Neka iskustva kod podzemne eksploatacije slojevitih vapnenaca u Istri ..... 14

Hrvoje Malinar

Čišćenje kamenih spomenika kulture ..... 28

Siniša Dunda, Trpimir Kujundžić,

Slavko Vujec  
Ispitivanje lomne žilavosti stijena ..... 36

Branko Crnković, Ljubo Šarić  
Zlatni rez ..... 44

Branko Crnković

Rudarstvo u nacionalnoj klasifikacijskoj djelatnosti ..... 58

Ivan Tomašić, Mladen Fistrić

Utjecaj teksturnih značajki na ugradnju kamena ..... 61

Chem. - Ing. Hermann Meyer

Sredstva za impregnaciju fasada sa silicijsko-organskim vezivima ..... 67

Na osnovu mišljenja Ministarstva prosvjete, kulture i športa RH br. 532-03-1/7-91-02 (KLASA: 612-10/91-01-198) od 3. 12. 1991. god. časopis »KLESARSTVO - GRADITELJSTVO« smatra se proizvodom iz članka 19. točka 14. Zakona o porezu na promet proizvoda i usluga.

Čemu nabiranje mramora u podrazredu VAĐENJE KAMENA ZA GRADNJU (str. 125.) kada u našoj zemlji nema ležišta mramora? Što se granita tiče, to je u bližoj prošlosti barem postojalo probno vađenje.

Zašto se ponovno vraća i uvodi pojam UKRASNI KAMEN, kad je u svim pisanim zakonima i pravilnicima objavljenim u Narodnim novinama u uporabi arhitektonski građevni kamen? Ne slažu li se autori Odluke s tim nazivom mogli su umjesto njega napisati PRIRODNI KAMEN, naziv koji se rabi u europskim normama što su u pripremi (Naturstein, Natural stone).

Upit autorima Odluke, gdje se u Republici Hrvatskoj kopa guano? Zar je potrebno Odluku opterećivati mineralnim sirovinama kojih u našoj zemlji nema?

U koje su područje uvrštene geotermalne vode koje mogu biti tretirane kao energent?

Ne postoje minerali pirotit i željezni pirit (str. 125), već su to pirotin i pirit, željezni sulfid.

Kako su se i po kojoj logici geološke istražne djelatnosti našle u RAZRE-  
DU 74.20 ARHITEKTONSKE DJELATNOSTI I INŽENJERSTVO TE S  
NJIMA POVEZANO TEHNIČKO SAVJETOVANJE, koje uključuju: površin-  
sko mjerenje i promatranje, namijenjeno za pružanje informacija o podzemnim  
strukturama i lokaciji podzemnih nalazišta nafte (nisam čuo da postoje  
površinska nalazišta nafte), zemnoga plina, minerala i podzemnih voda? Kakve  
veze imaju ležišta minerala, nafte i plina s arhitektonskom djelatnosti?

Zašto u ODJELJKU 73 ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ U PODRAZREDU  
73.10.2 ISTRAŽIVANJE I EKSPERIMENTALNI RAZVOJ U TEHNIČKIM I  
TEHNOLOŠKIM ZNANOSTIMA (str. 168.) nisu nabrojene sve djelatnosti.  
Zašto su, primjerice, izostale ove djelatnosti: šumarstvo, kemijsko inženjerstvo,  
tekstilno inženjerstvo, prehrambeno-biokemijsko inženjerstvo i rudarstvo?

U kojem se razredu istraživanja i razvoja nalaze medicinske i veterinarske  
znanosti? Ili u tim znanostima nema istraživanja i razvoja?

Ako su i ostala područja u Odluci u nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti  
obrađena poput RUDARSTVA, smatram da čitavu klasifikaciju djelatnosti treba  
urediti i doraditi, te prilagoditi našem gospodarstvu. U području rudarstva  
Odluku treba prilagoditi mineralnim sirovinama koje se u našoj zemlji vade i  
prerađuju, bez opterećivanja onim sirovinama koje u nas nisu pronađene (guano,  
mramor, uranove i torijeve rude, itd.).

Ivan Tomašić, Mladen Fistrić

## UTJECAJ TEKSTURNIH ZNAČAJKI NA UGRADNJU KAMENA

### Uvod

Poznato je da prilikom ugradnje prirodnog arhitektonskog kamena treba voditi računa o njegovoj petrografskoj građi te strukturnim i teksturnim značajkama.

Posebice se to odnosi na kamen karbonatnog sastava koji se odlikuje heterogenošću, tj. izrazitom anizotropijom u građi. Ona se ogleda u slojevitosti, mikroslojevitosti, laminaciji, stilolitizaciji, nizanju onkoida u onkolitnom vapnencu i slično. Kod metamorfnih stijena anizotropija je izražena jasno izraženom škrljavošću.

Brojna su i raznolika oštećenja kamenih obloga građevina u kojima je prirodni kamen ugrađen sa zadaćom da uz zaštitu zadovolji i potrebu za dekoracijom. Oštećenja stoga znatno ovise o izboru kamena te o mjestu i načinu ugradnje. Izbor kamena znatno utječe na trajnost i dekorativnost građevina s obzirom da se pojedini petrološki i strukturni varijeteti znatno razlikuju po svojim mnogobrojnim značajkama, kao što su poroznost, čvrstoća na tlak i savijanje, ali i otpornost na mraz i atmosferlije, itd.

O mjestu ugradnje (vanjska ili unutarnja) ovisi koliko će kamen biti izložen upijanju vode. Mjesto i način ugradnje (ventilirajuće ili horizontalne i vertikalne površine na koje je kamen ugrađen sa ili bez zalijevanja mortom) znatno utječu na kretanje i zadržavanje vode i soli različitog podrijetla s pojavama eflorescencije i subflorescencije, te postepene dezintegracije kamena.

Nakon ugradbe kamenih ploča i elemenata na nekim objektima pojavljuju se oštećenja različitog intenziteta, koja, ili nagrđuju estetski izgled površine kamena i kamene obloge, ili je, u nekim slučajevima, posve razaraju. Vidljivo je to na starim i novim građevinama.

Problem pravilnog izbora kamena obrađivan je u stručnoj literaturi te na raznim stručnim i znanstvenim skupovima.

Na Rudarsko-geološko-naftnom-fakultetu u Zagrebu ovaj se problem obrađuje u sklopu predavanja i vježbi iz predmeta Tehnička petrografija, te posebice u sklopu znanstvenoistraživačkog i stručnog rada. Posebice je zanimljiv primjer iz literature koji se preko desetak godina obrađuje na studentskim vježbama. Temelji se na iskustvima stečenim na građevinskim objektima u

Edinburghu, ali i na onima stečenim na građevinama i povijesnim spomenicima u Hrvatskoj.

U Edinburghu postoji dugotrajna tradicija gradnjem prirodnim kamenom posebice u dijelu grada *Georgian Edinburgh* ili *The New Town*, koji je izgrađen u razdoblju od 1750. do 1850. godine. Tada su se pretežito ugrađivali kvarcni pješčenjaci. U novije vrijeme za sanaciju i obnavljanje oštećenih objekata upotrebljavaju se pretežito pješčenjaci karbonske starosti.

Izabrani primjer blizak je primjerima ugradnje i korištenja prirodnog kamena u ostavštini hrvatske materijalne kulture, pa i u onima kod suvremenih građevina.

### Ugradnja kamena obzirom na strukturne i teksturne značajke

Pješčenjaci se, kao i većina sedimentnih stijena, odlikuju slojevitosti. Važno je to zbog oblikovanja kamenih blokova i ploča s obzirom na ovu važnu teksturnu značajku i njihovo svrhovito prilagođavanje i usklađivanje na mjestu ugradnje u građevini.

U idealnom slučaju obrađen kamen bi trebao biti oblikovan iz kvalitetnog, finoznastog i homogenog kamena. Takav bi se kamen mogao rezati i obradivati jednako u svim pravcima, ostajući dugo vremena gladak i oštih rubova.

Ipak, većina stijena ima izražene elemente slojevitosti obilježene nizanjem mineralnih zrna, te bioklasta i pornog prostora različite veličine. Tako se na primjer kod kvarcnih pješčenjaka sjajni tinjci svojim listićavim oblikom podaraju sa slojevitosti.

Praksa je pokazala da se, s obzirom na položaj primarne slojevitosti, kao važnog strukturno-teksturnog obilježja, u građevini mogu razlikovati tri različita načina ugradnje kamena.

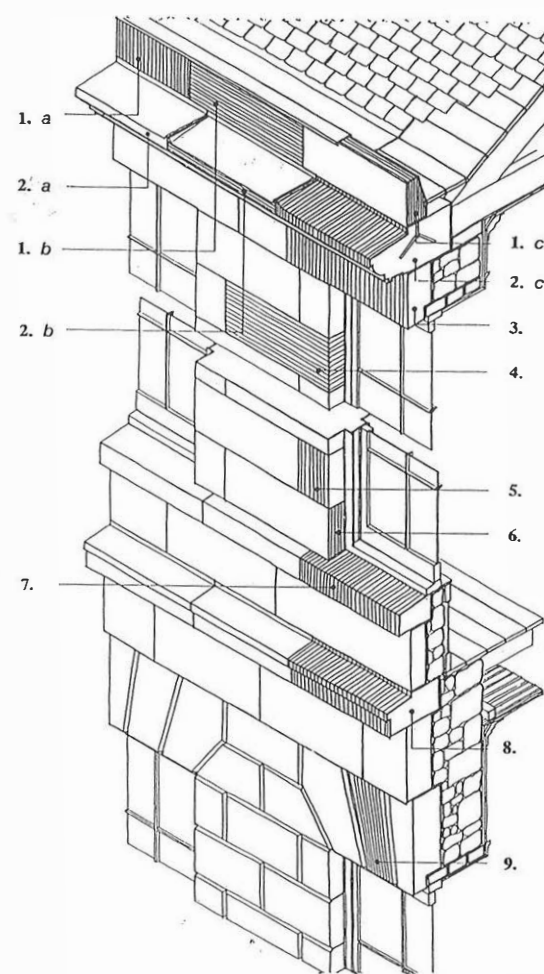
Prema Melvillu i Gordonu (1973.) i u New Edinburghu kamen je upotrebljavan i ugrađivan na tri različita načina, iz čega su proistekla određena iskustva.

Prilikom ugradnje kamen može biti položen kao prirodno uslojen - "*naturally bedded*", vidljivih slojnih ploha - "*face bedded*" i rubno uslojen - "*edge bedded*".

Prirodno uslojen - "*naturally bedded*" ugrađen je kamen horizontalno položene slojevitosti kako je taložen u prirodnim uvjetima. Tako orijentiran treba uvijek biti upotrebljavan kod izgradnje zidova obrađenim kamenom. U tom slučaju ravnine slojevitosti okomite su na tlačna opterećenja, te ponajviše zaštićene od vanjskih utjecaja. Rizik od površinskog trošenja je minimalan.

Kamen je nakon ugradnje vidljivih spojnih ploha - "*face bedded*", tj. paralelnih s izloženom površinom zida. Ovaj je način poznat kao zidanje "na kant". Površine kamena sklone su pojačanom trošenju, posebice kad su izložene vodi. Smatra se da se kamenu na taj način bitno ne smanjuje čvrstoća. S time se ne možemo složiti jer se trajektorije naprezanja nepovoljno šire s obzirom na položaj slojevitosti. Nakon dugotrajnog opterećenja i vanjskih utjecaja (atmosfera) lakše dolazi do cijepanja kamena duž slojevitosti, tako da ovaj način ugradnje, s obzirom na trajnost i estetiku, ipak nepovoljno utječe na korištenje prirodnog kamena.

Rubno uslojen - "*edge bedded*" je onaj kamen koji svojom slojevitosti izlazi okomito na vidljive površine zida. Važan je kod izgradnje kamenih vije-



Slika 1. Način ugradnje kamenih elemenata u graditeljstvu Edinburgha

no je pojačan i ubrzan postojanjem defekata i nepravilnom ugradnjom kamena s obzirom na njegove strukturne i teksturne značajke, te kao posljedica lošeg projektiranja. Posebno se ističe veza između položaja laminacije u kamenoj konstrukciji i lisnatog raspadanja duž izloženih površina. Kao najveći neprijatelj kamenih građevina ističe se vlaga.

S obzirom na iskustva stečena na pješčenjacima u Edinburghu za usporedbu spomenimo značajke nekoliko primjera domaćega kamena karbonatnog sastava koji se odlikuje velikom heterogenošću, tj. anizotropijom u građi. Tu svakako treba spomenuti varijetet kamena kao što je *kirmenjak* (gusti stilolitizirani mikritni vapnenac, poznat još kao *orsera* ili *vsarski*). Omogućuje kretanje vode duž brojnih stilolita (paralelnih slojevitosti), te dijelom desikacijskih pukotina.

naca, raznih ukrasnih istaka, ukrasnih zidova, podprozorskih elemenata (klupčica) itd., gdje prirodno uslojenje ubrzava eroziju zidnog reljefa, otvora i horizontalnih površina. Kod izgradnje lukova prirodni kamen treba postaviti tako da su ravnine njegove primarne slojevitosti okomite na smjer najjačih naprezanja.

Na slici 1. prikazano je tipično pročelje iz spomenutog razdoblja izgradnje Edinburgha s brojnim konstruktivnim detaljima izvedenim od prirodnog kamena. U to su se vrijeme za izgradnju i uređenje prestižnih građevina uglavnom koristili pješčenjaci karbonske starosti iz kamenoloma područja Edinburgha. Kao glavni prirodni kamen spominje se kvarcni pješčenjak iz Craigeitha sa silikatnim cementom i nešto malo tinjaca. To je kamen gustoće 2,45 g/cm, prostorne mase 2,22 g/cm, poroznosti 9,38 vol. %, upijanja vode 3,61 mas. %, te čvrstoće 94,3 MN/m.

Raspadanje ovoga kamena uzrokovano je zajedničkim djelovanjem fizičkih, kemijskih i organogenih čimbenika. Njihov nepovoljan učinak poseb-

Tu su i benkovački tankopločasti vapnenci s jako izraženim brojnim lamina-  
ma ispunjenim mineralima glina. Lamine predstavljaju sinsedimentacijske diskon-  
tinuitete duž kojih se kamen lakše cijepa i duž kojih lako prima vlagu iz okoliša.

*Istarski žuti* ili *Giallo d' Istria* prirodni je arhitektonski kamen odnosno  
mikritno-onkolitni vapnenac s vrlo jakim izraženom anizotropijom u strukturno-  
teksturnoj građi. Odlikuje se nizanjem onkoida različite veličine u mikritnom  
vezivu. Od veziva su odvojeni brojnim stilolitima sinsedimentacijskog, te  
postsedimentacijskog postanka uslijed tlaka nadslojeva i postupnog otapanja  
zbog razlike u gustoći. Orijehtacija stilolita je pretežito podudarna sa slojevi-  
tošću. Moguća je i duž drugih pravaca. Stiloliti su takvog presjeka da omogućuju  
vrlo lagano i brzo kretanje vode i otopljenih soli u svim pravcima, a posebice duž  
slojevitosti.

Izraženim elementima slojne anizotropije odlikuju se i kameni varijeteti kao  
što su *seget* i *jadranski zeleni*. *Seget* se odlikuje mikroslojevitom građom (biok-  
lastični packstone do grainstone, odnosno mikrokokinit). *Jadranski zeleni* (biok-  
lastični vapnenac tipa grainstone te bioklastični packstone-grainstone) pokazuju  
manji broj obilježja vezanih za taloženje i slojevitost.

Nešto je teže definirati i prikazati elemente slojevitosti kod kamenih vari-  
jeteta kao što su vapnenci tipa *unito* kao na primjer varijetet *veselje* iz kamenoloma  
Punta, Barbakan i Kupinova ili pak *vinkuran unito* iz kamenoloma Vinkuran.

Vapnenci tipa *unito*, odnosno rudistna kokina tj. bioklastični packstone,  
wackestone do floatstone odlikuju se velikom homogenošću. Tek pomnim pro-  
matranjem veliki dio ovih varijeteta pokazuje veće ili manje elemente anizotropi-  
je vezane uz slojevitost. S obzirom na njihovu poroznost oni također omogućuju  
upijanje (ulaz), zadržavanje i cijedenje vode iz kamenih konstrukcija. Bioklasti i  
intra-klasti u njima, mikritno vezivo i sparikalcitne nakupine ponekad su nezam-  
jetno nizani duž primarne slojevitosti. Vapnenci ovoga tipa dominantni su na  
tržištu Hrvatske. Zahtijevaju mnogo više pažnje prilikom primjene.

Spomenimo tu i brojne varijetete tankoslojevitih vapnenaca s izraženom  
mikroslojevitostu, a koji se stoljećima koriste kao poluobrađeni autohtoni kamen  
za gradnju nastamba, gospodarskih objekata te kamenih zidova i ograda.

Prikazani i opisani načini ugradnje različitih varijeteta kamena primjenjuju  
se u izobrazbi studenata. Tijek nastave održava se na slijedeći način. Studentima  
se prvo podijeli crtež na sl. 1. Nakon uvodnika objasni se cilj vježbi i prikažu svi  
odlučujući čimbenici o kojima je potrebno voditi računa tijekom rješavanja  
zadataka.

U tom je pogledu potrebno posebnu pažnju posvetiti čimbenicima koji mogu  
biti od velikog utjecaja na način ugradnje i vremensku postojanost kamena.

Potrebno je prije svega voditi računa o čvrstoći kamena na tlak i svijanje.  
To dakako ovisi o mjestu ugradnje kamena i njegovoj funkciji u građevini.  
Posebna se pažnja mora posvetiti orijentaciji teksturnih elemenata kamena u  
lučnim konstrukcijama.

Jedan od važnih nezaobilaznih elemenata jest distribucija pornog prostora u  
kameni. Studentima je potrebno istaknuti važnost oblika, veličine i prostornog  
rasporeda pora. Njegovom se orijentacijom mora omogućiti, ako do toga ipak  
dođe, primanje vode, što kraće zadržavanje, te cijedenje i sušenje kamene kon-  
strukcije.

Osobito je potrebno ocijeniti što se može desiti ako dođe do povećanog,  
posebice maksimalnog upijanja vode (relativna poroznost je potpuno ispunjena),  
a koje u zimskim razdobljima s obzirom na mraz može biti vrlo opasno. Posebno  
se to odnosi na kapilarnu i gravitacijsku vodu, higroskopnost, odnosno sposob-  
nost apsorpcije i adsorpcije vode.

Spomenuti elementi utjecat će na otpornost na smrzavanje, te uzrokovati  
ljuštenje i listanje dijelova kamenih površina.

Postojanost kamena posebno će ovisiti o njegovoj funkciji i položaju u  
građevini. Kod kamena treba procijeniti izloženost opterećenju, trajnoj ili povre-  
menoj kiši, upijanju vode i njenom zadržavanju, naizmjeničnom zagrijavanju i  
hlađenju, te zamrzavanju.

Na slici 1. prikazani su položaji s primjerima primjene i ugradnje kamena s  
obzirom na njegovu funkciju u građevini.

Nakon uvodnika i prikaza ugradnje potrebno je odlučiti na kojoj je poziciji  
kamen ugrađen pravilno a na kojoj nepravilno, s obzirom na njegova strukturno-  
teksturna obilježja, položaj i funkciju u konstrukciji.

Na pozicijama 1. i 2. prikazane su mogućnosti ugradnje kamena kada je on  
prirodno uslojen - "*naturally bedded*", vidljivih slojnih ploha - "*face bedded*", ili  
rubno uslojen - "*edge bedded*".

Na poziciji 1. nalazi se zaprečni ili zaštitni zidić od niza kamenih blokova  
koji se nalaze iznad vijenca. Služi i kao ukrasni zidić, a istovremeno maskira i  
žlijeb na vrhu zida. Ovakav niski zidić naziva se još i kamena ograda. Tri su  
načina ugradnje (potpozicije a, b i c) ponudena s obzirom na položaj strukturnih  
i teksturnih značajki kamena. Samo je jedan od njih pravilan. Potrebno je oc-  
ijeniti kakvim je sve utjecajima kamen izložen posebice s obzirom na kretanje  
vode ili moguće oštećenje zaštitnog lima. Također je potrebno ocijeniti je li  
ovdje kamen dobro orijentiran s obzirom na vrstu i važnost opterećenja.

Na poziciji 2. prikazan je vijenac od posebno oblikovanih kamenih eleme-  
nata s ukrašenom istakom. Predviđeno je pokrivanje zaštitnim limom (okapni-  
com). Pružena su također tri moguća načina ugradnje. Potrebno je također oc-  
ijeniti pravilnost orijentacije (tri potpozicije a, b i c) s obzirom na opterećenje  
(svijanje i tlak) te utjecaj vode s obzirom na njezino moguće kretanje. Prilikom  
ocjene treba voditi računa o funkcionalnoj vezi s ugrađenim kamenom na pozi-  
ciji 1. Procjeđivanje vode djelomično sprečava limeni pokrov. Vijenci su čest  
izvor vlage i vrlo su podložni raspadanju.

Na poziciji 3. prikazan je red kamenih elemenata ispod vijenca tzv. friz. Može  
biti izveden da djelomice strši izvan zida, pogotovo ako ispod njega nema ukrasne  
glavne kamene grede s istakom ili arhitrava. Kamen je ovdje prikazan, s obzirom  
na ugradnju te njegova struktura i teksturna svojstva, kao rubno uslojen - "*edge  
bedded*". U procjeni pravilne ugradnje u obzir treba uzeti sve prethodno spomenute  
čimbenike. Treba voditi računa o mogućem kontinuitetu procjeđivanja vode.

Na pozicijama 4. i 5. prikazana je ugradnja kamena na način da je prirodno  
uslojen - "*naturally bedded*" ili rubno uslojen - "*edge bedded*". Prilikom procjene  
pravilne ugradnje potrebno je obratiti pažnju na sve dosad spomenute čimbenike.

Na poziciji 6. kamen je prikazan na način ugradnje vidljivih slojnih ploha -  
"*face bedded*". U obzir je potrebno uzeti više čimbenika koji utječu na posto-  
janost kamena, kao npr. opterećenje u zidu i mogućnost zadržavanja vode u  
kamenim blokovima.

Na pozicijama 7. i 8. ugrađen kamen je prikazan kao rubno uslojen -"edge bedded". Prilikom ocjene ugradnje potrebno je posebno voditi računa o utjecaju vode (upijanje, zadržavanje i cijedenje). Opterećenje kamenih elemenata ovdje je u drugom planu.

Na poziciji 9. kamen je prikazan kao rubno uslojen -"edge bedded". Prilikom ocjene studentima se preporuča da vode računa o načinu preraspodjele opterećenja s obzirom na otvor ispod konstrukcije te orijentaciju strukturnih i tekturnih značajki u kamenu.

Nakon što studenti odluče o pravilnom ugrađivanju kamena na pojedinim pozicijama, slijedi bodovanje i rasprava. Svaki student dobiva priliku da argumentirano brani svoje odluke.

### Zaključak

Prikazan i opisan primjer, razrađen na iskustvima stečenim na stambenim građevinama Edinburga, u edukativnom je pogledu pogodan i za hrvatsko graditeljstvo. Pojedini kameni varijeteti u nas, a time i naša iskustva, mogu se po svojim obilježjima i po načinu ugradnje uspoređivati s iskustvima stečenim u Edinburgu. Potrebno je spomenuti da je vlaga najveći "neprijatelj" građevina jer pospješuje slabljenje i truljenje drva, raspadanje kamena, koroziju metala. Tehnike sprečavanja ulaska i odvođenja vode osnova su tradicionalnog graditeljstva. Međutim pokušaji postizanja potpune vodonepropusnosti zgrade mogu dovesti do nepredviđenih problema uslijed kondenzacije vode. Zgrada, da bi bila "zdrava" za čovjeka, ali i za građevne materijale, mora moći "disati".

Kamen sedimentnog podrijetla sastavljen od mineralnih sastojaka stlačenih milijunima godina mora biti ugrađen tako da slojevi i lamine budu stisnuti težinom zgrade (prirodna uslojenost - "naturally bedded"). Nepoštivanje ovih značajki ubrzalo je propadanje starih građevina kod kojih se, zbog neznanja, ovo pravilo nije primjenjivalo.

Tek u nekim slučajevima kamen može i mora biti ugrađen na kant ili rubno uslojen - "edge bedded" kada se od njega u konstrukciji zahtijeva veća funkcionalnost s obzirom na utjecaj spomenutih negativnih faktora.

Prilikom eksploatacije također je potrebno voditi računa o strukturnim tekturnim obilježjima kamena. Rezanje blokova, a kasnije i ploča, ili drugih kamenih proizvoda, zahtijeva prilagodavanje spomenutim značajkama.

Kod pojedinih varijeteta kamena karbonatnog sastava strukturna i tekturna obilježja su slabo vidljiva. To su varijeteti koji makroskopski djeluju izotropno odnosno homogeno. No, nakon ugradnje, te nakon dužeg razdoblja, pokazuju na objektima elemente anizotropije, te se s obzirom na pogrešan način ugradnje brže dezintegriraju.

### LITERATURA:

Davey, A., Heath, B., Hodges, D., Milne, R. and M. Palmer (1979.): The Care and Conservation of Georgian Houses (A Maintenance Manual).

Melvill and Gordon: (1973.): The Repair and Maintenance of Houses. The Estates Gazette Ltd. London.

**Chem.-Ing. Hermann Meyer**

Izvor: "Naturstein", 6/95, str. 45-48

Prijevod: Boris Labudović

## SREDSTVA ZA IMPREGNACIJU FASADA SA SILICIJSKO-ORGANSKIM VEZIVIMA

*Pod utjecajem vlage događa se cijeli niz procesa koji razaraju građevinske materijale. Za zaštitu fasada od mineralnih materijala mogu se upotrijebiti hidrofobni impregnatori sa silicijsko-organskim vezivima. U sljedećem članku sažeti su različiti tipovi takvih impregnatora, njihove osobine i djelovanje prema raznim mineralnim podlogama, kao i njihova primjena.*

Bezbojna zaštita fasada na bazi silicijsko-organskih veziva dobija sve veće značenje kao učinkovita dugogodišnja zaštitna mjera održavanja građevina. U Drugom izvješću o štetama na građevinskim objektima Njemačkog Saveznog ministarstva graditeljstva, ukupni iznos šteta na građevinskim objektima, koje su se mogle izbjeći, iznosi 10-14 milijardi DEM. Od toga na nedostatke prilikom planiranja i izvođenja i u materijalu otpada 3 milijarde, dok šteta od agresivnih utjecaja iz okoline iznosi i do 4<sup>1</sup> milijarde DEM. Kao pomoćne mjere su predstavljene:

- Bolja zaštita trajnosti, uvođenje mjera osiguranja kvalitete, godišnja "check-up" ispitivanja građevina koje treba zaštititi.
- Uporaba isprobanih proizvoda za zaštitu od vode i vlage, kao npr. hidrofobnih sredstava na bazi silicijsko-organskih veziva, odnosno zaštitnih slojeva u boji.
- Bolja koordinacija i zajednički rad stručnih osoba s ustanovama za konzervaciju.

U ovom tekstu radi se isključivo o mjerama iz točke b) - uporabi silicijsko-organskih hidrofobnih sredstava za zaštitu od vlage i vremena. Postavlja se pitanje, vrijedi li ipak upijanje vode povezati s u njoj otopljenim agresivnim kiselim atmosferilijama ili otopljenim solima koje uzrokuju štete na građevinskim objektima kroz upojne porozne mineralne fasadne materijale, ili to pitanje reducirati. Izravno se pod utjecajem vlage oslobađa cijeli niz procesa koji razaraju građevinske materijale. To su štete od mraza, štete od soli za topljenje snijega, štete od soli, biološki i kemijski mehanizmi razaranja, pojave higričkih izvora. Sve to bez utjecaja vode nije zamislivo niti moguće. Iz svega toga rezultira: "Zaštita građevina je zaštita od voda."