

# Upotreba prirodnog kamena u interijeru

---

**Apostolovski, Valerija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:995003>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-26**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Preddiplomski studij rudarstva

**UPOTREBA PRIRODNOG KAMENA U INTERIJERU**

Završni rad

Valerija Apostolovski

R4368

Zagreb, 2023.



KLASA: 602-01/23-01/48  
URBROJ: 251-70-11-23-2  
U Zagrebu, 08.05.2023.

Valerija Apostolovski, studentica

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/23-01/48, URBROJ: 251-70-11-23-1 od 04.05.2023. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

### Upotreba prirodnog kamena u interijeru

Za voditeljicu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Izv.prof.dr.sc. Ana Maričić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditelj

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Ana Maričić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Mario Klanfar

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje  
Pašić

(titula, ime i prezime)

## UPOTREBA PRIRODNOG KAMENA U INTERIJERU

Valerija Apostolovski

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

### Sažetak

Arhitektonsko-građevni ili prirodni kamen u graditeljstvu i arhitekturi ima dugu povijest korištenja prilikom oblaganja unutarnjih i vanjskih dijelova raznih građevina. Najvažnije povijesne i kulturne građevine u Republici Hrvatskoj krase prirodni kamen iznutra i izvana. Neke od najpoznatijih su grkokatolička konkatedrala sv. Ćirila i Metoda, koncertna dvorana Vatroslava Lisinskog, zgrada Glavnog kolodvora, hotel Sheraton i mnoge druge. Prilikom njegove ugradnje u različite ambijente osim dekorativnog elementa potrebno je i pripaziti na svojstva prirodnog kamena kako bi on bio što dugotrajniji i zadržao svoj izvorni izgled. U završnom radu prikazani su različiti varijeteti prirodnog kamena koji se koriste u interijeru, njihova svojstva te način na koji se treba održavati i čistiti.

Ključne riječi: prirodni kamen, interijer, dekorativnost, varijetet, svojstva, mramor, primjena

Završni rad sadrži: 39 stranica, 39 slika i 10 referenca.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Dr. sc. Ana Maričić, izvanredna profesorica RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Ana Maričić, izvanredna profesorica RGNF  
Dr. sc. Tomislav Korman, izvanredni profesor RGNF  
Dr. sc. Zlatko Briševac, izvanredni profesor RGNF

## THE USE OF NATURAL BUILDING STONE IN INTERIOR

Valerija Apostolovski

Final paper completed at: University of Zagreb  
Faculty of mining, Geology and Petroleum Engineering  
Department of mineralogy, petrology and mineral resources  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

### Abstract

Natural building stone has been, since long ago, used in construction and architecture in cladding the interior and exterior parts of buildings. Interiors and exteriors of some of the most important historically and culturally significant buildings in the Republic of Croatia are decorated with natural stone. These buildings include the Greek Catholic Co-cathedral of St. Cyril and Methodius, Vatroslav Lisinski Concert Hall, Zagreb Glavni kolodvor building, and Sheraton Zagreb Hotel, just to name a few. In addition to the stone's aesthetic value, natural stone's physical and mechanical properties are also important to preserve its aesthetics and durability. This bachelor thesis presents the different varieties of natural stone used in the interior, their properties, and ways to maintain their appearance.

Keywords: natural building stone, interior, decorativity, variety, properties, marble, application

Thesis contains: 39 pages, 39 figures and 10 references.

Original in: Croatian

Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisors: Associate Professor Ana Maričić, PhD

Reviewers: Associate Professor Ana Maričić, PhD  
Associate Professor Tomislav Korman, PhD  
Associate Professor Zlatko Briševac, PhD

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PRIRODNI KAMEN .....	2
3. SVOJSTVA KAMENA UPOTREBLJAVANOG U INTERIJERU .....	3
4. VARIJETETI KAMENA UPOTREBLJAVANOG U INTERIJERU .....	4
4.1. Graniti .....	5
4.2. Mramori .....	6
5. PRIMJENA PRIRODNOG KAMENA U INTERIJERU .....	11
5.1. Vertikalna oblaganja .....	11
5.2. Horizontalna popločenja .....	15
5.3. Ostali kameni elementi .....	21
6. KAMEN NAKON UGRADNJE .....	33
6.1. Oštećenje prirodnog kamena .....	34
6.2. Čišćenje i održavanje prirodnog kamena .....	36
7. ZAKLJUČAK .....	38
8. LITERATURA .....	39

## POPIS SLIKA

Slika 4-1 Gnajs (foto: V. Apostolovski) .....	5
Slika 4-2 Granit (foto: V. Apostolovski) .....	6
Slika 4-3 Serpentinit (foto: V. Apostolovski) .....	7
Slika 4-4 Kirmenjak (foto: V. Apostolovski) .....	8
Slika 4-5 Rasotica (foto: V. Apostolovski) .....	8
Slika 4-6 Veselje fiorito (foto: V. Apostolovski) .....	9
Slika 4-7 Veselje unito (foto: V. Apostolovski) .....	9
Slika 4-8 Travertin (foto: V. Apostolovski) .....	10
Slika 4-9 Oniks mramor (foto: V. Apostolovski) .....	10
Slika 5-1 Unutarnji zid Glavnog kolodvora obložen prirodnim kamenom (foto: V. Apostolovski) .....	12
Slika 5-2 Zid robne kuće Nama u Zagrebu obložen pločama Istranke (foto: V. Apostolovski) .....	12

Slika 5-3 Zidovi obloženi crvenim granitom na ulazu u Importanne centar (foto: V. Apostolovski) .....	13
Slika 5-4 Oblaganje unutarnjeg zida marmetama (preuzeto iz Crnković i Šarić, 2003).....	14
Slika 5-5 Kamena obloga zida u zgradi na Trgu bana Josipa Jelačića (foto: V. Apostolovski) .....	15
Slika 5-6 Prirodni kameni pod svijetle boje u Gradskoj skupštini grada Zagreba (foto: V. Apostolovski) .....	16
Slika 5-7 Pod u slastičarnici Vincek popločen dekorativnim metamorfnim kamenom (foto: V. Apostolovski).....	17
Slika 5-8 Popločenje jednog tipa kamenih ploča u zgradi Sheraton hotela u Zagrebu (foto: V. Apostolovski).....	18
Slika 5-9 Popločenje poda s dva tipa ploča pravilnih geometrijskih oblika u robnoj kući Nama u Zagrebu (foto: V. Apostolovski).....	19
Slika 5-10 Tehnika izrade poda “opus sectile” u Dioklecijanovoj palači (preuzeto iz Marasović i dr., 2010) .....	19
Slika 5-11 Rimski slog (Izvor: <a href="http://www.metamarbleandgranite.com/opustile.php">http://www.metamarbleandgranite.com/opustile.php</a> ).....	20
Slika 5-12 Rustikalni mozaik (Izvor: <a href="https://www.joostdevree.nl/shtmls/opus.shtml">https://www.joostdevree.nl/shtmls/opus.shtml</a> ).....	20
Slika 5-13 Popločenje poda izrađeno tehnikom intarzije u Diamond Palace casinu u Zagrebu (foto: V. Apostolovski).....	21
Slika 5-14 Granitne stepenice u zgradi na Trgu bana Josipa Jelačića u Zagrebu (foto: V. Apostolovski) .....	22
Slika 5-15 Stepenice popločene tamnim varijetatom vapnenca u sklopu Sheraton hotela u Zagrebu (foto: V. Apostolovski) .....	23
Slika 5-16 Stepenice napravljene najvjerojatnije od vapnenca tipa fiorito u zgradi Veleposlanstva Suverenog malteškog viteškog reda na Strossmayerovom trgu (foto: V. Apostolovski) .....	24
Slika 5-17 Blok-kamin smješten ispred zida u kući u Zagrebu (foto: V. Apostolovski) ....	25
Slika 5-18 Zidni kameni element u grkokatoličkoj konkatedrali sv. Ćirila i Metoda u Zagrebu (foto: V. Apostolovski).....	26
Slika 5-19 Propovjedaonica splitske katedrale napravljena od vapnenaca i mramora (preuzeto iz Marasović i dr., 2010) .....	27
Slika 5-20 Tamnozeleni serpentinit u kupaonici Vincek slastičarnice u Zagrebu (foto: V. Apostolovski) .....	28

Slika 5-21 Moderan kameni inventar od serpentinita u Sheraton hotelu u Zagrebu (foto: V. Apostolovski) .....	29
Slika 5-22 Spoj vertikalnog i horizontalnog oblaganja serpentinitom u trgovačkom centru u Ljubljani, Slovenija (foto: V. Apostolovski).....	30
Slika 5-23 Oblaganje zidova i poda fontane serpentinitom u trgovačkom centru u Ljubljani, Slovenija (foto: V. Apostolovski).....	30
Slika 5-24 Granitna prozorska klupčica u kući (foto: V. Apostolovski).....	31
Slika 5-25 Četvrtasti stup obložen poliranim kamenom na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu (foto: V. Apostolovski) .....	32
Slika 5-26 Okrugao mramorni stup u zgradi na Strossmayerovom trgu (foto: V. Apostolovski) .....	32
Slika 5-27 Mramorne ploče postavljene na okvir vrata u Vincek slastičarnici (foto: V. Apostolovski) .....	33
Slika 6-1 Rasotica u interijeru Koncertne dvorane Vatroslava Lisinskog u Zagrebu (foto: V. Apostolovski) .....	34
Slika 6-2 Rasotica u eksterijeru Koncertne dvorane Vatroslava Lisinskog u Zagrebu (foto: V. Apostolovski).....	35
Slika 6-3 Otpadanje marmeta uslijed slijeganja zgrade Croatia Linea (preuzeto iz Crnković i Šarić, 2003) .....	36



## 1. UVOD

Značajan udio eksploatacije u Republici Hrvatskoj zauzima eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena i tehničko-građevnog kamena. Arhitektonsko-građevni kamen smatra se jednom od najvrjednijih mineralnih sirovina koja se eksploatira u Republici Hrvatskoj. Ima široku primjenu u arhitekturi i građevini kod oblaganja vanjskih i unutarnjih površina, te zbog toga dostiže visoku tržišnu vrijednost. Također, poznat je i pod nazivom prirodni kamen. Koristi se u obliku blokova i ploča koje moraju posjedovati odgovarajuća fizičko-mehanička svojstva propisana normama za ugradnju prirodnog kamena u interijer. Kod ugradnje kamena u interijer posebno se obraća pažnja na njegovu dekorativnost koja se prezentira raznim nijansama boja kamena, sjaja površine te načinima polaganja kamena u prostor. Odabirom pojedinog dekorativnog kamena korištenog za podove, zidove ili neke ostale kamene elemente u unutarnjem prostoru, estetska vrijednost raste bila riječ o stambenim prostorijama ili objektima javne namjene. Predmet ovog završnog rada je definirati pojam prirodnog kamena, objasniti fizičko-mehanička svojstva koja su bitna kod ugradnje arhitektonsko-građevnog kamena u interijer, njegova primjena, način ugradnje i očuvanje nakon ugradnje.

## 2. PRIRODNI KAMEN

Kada je riječ o kamenu bitno je napomenuti kako se u literaturi definira kao umjetno ili prirodno odvaljeni dio stijene. Karakteriziraju ga njegova tekstura i struktura te sastav minerala, ali i fizičko-mehaničke karakteristike. Njegova primjena je u graditeljstvu kao građevni materijal koji se koristi bez znatnih tehnoloških postupaka (Crnković i Šarić, 2003). U Zakonu o rudarstvu (NN 98/19) može se pronaći arhitektonsko-građevni kamen kao jedna od kategorija mineralnih sirovina kojoj pripadaju čvrste nemetalne mineralne sirovine, a upotrebljavaju se u graditeljstvu i arhitekturi. Razgovorni jezik dopušta istoznačno koristiti prirodni i arhitektonsko-građevinski kamen, ali ipak postoje razlike (Dunda i dr., 2003). Upravo te razlike upućuju na to da prirodni kamen pripada skupini nemetalnih mineralnih sirovina (geomaterijala). Zbog mogućih zabuna oko vrste postanka kamena, preferira se naziv arhitektonsko-građevni. Primjerice, ako bi se koristio naziv prirodni kamen, to bi impliciralo da tehničko-građevni kamen nije nastao prirodnim putem. Isto tako, česta je zabuna da su polimramori prirodnog podrijetla, iako su umjetno napravljeni od arhitektonsko-građevnog kamena. Arhitektonsko-građevni kamen ima dekorativnu i funkcijsku ulogu. Taj se kamen ponekad naziva i ukrasnim ili dekorativnim kamenom, upravo radi njegovih dekorativnih elemenata (Dunda i dr., 2003). Što se tiče kamenih opločenja u interijerima, ona nisu izložena atmosferskim i drugim vanjskim faktorima pa je značajno njihovo svojstvo dekorativnosti, nego li sama otpornost. Prirodni defekti kamenih opločenja smanjuju se tehnološkim postupcima poput lijepljenja, zaglađivanja i sl. (Crnković i Šarić, 2003).

Podjela prirodnog kamena na tržištu je na dvije skupine, na granite i mramore. Granit kao prirodan kamen u Hrvatskoj nije posebno rasprostranjen te ponajviše prevladavaju slabo dekorativne varijante sitnog zrna i sive boje. Iz tih se razloga u Hrvatskoj ne nalaze eksploabilna ležišta arhitektonsko-građevnog kamena magmatskog postanka. Za razliku od granita, karbonatne sedimentne stijene kao što su vapnenci i dolomiti najviše se eksploatiraju kao arhitektonsko-građevni kamen u Hrvatskoj. Mramori su također vrlo značajne metamorfne stijene koje se u svijetu eksploatiraju kao arhitektonsko-građevni kamen posebno dekorativnih elemenata. Međutim, u Hrvatskoj takvih ležišta prirodnog kamena metamorfnog postanka nema (Dunda i dr., 2003).

### 3. SVOJSTVA KAMENA UPOTREBLJAVANOG U INTERIJERU

Ono na što posebno treba obratiti pažnju prilikom odabira kamena za upotrebu jesu njegova fizičko-mehanička svojstva koja ukazuju na njegovu kvalitetu, izdržljivost i dekorativni efekt koji u konačnici najviše pridonosi oplemenjivanju interijera. Pošto je riječ o prirodnom kamenu koji se upotrebljava u interijeru, normativi i zahtjevi za prirodni kamen su ipak drugačiji nego li kod vanjske primjene prirodnog kamena gdje su svojstva kamena jednako bitna kao i dekorativnost. Dakle, ovisno o uvjetima primjene kamena različita svojstva dolaze do izražaja pod uvjetima da kamen svakako mora zadovoljiti propisane norme i kriterije za prirodni kamen (Crnković i Šarić, 2003). Norme uključuju metode ispitivanja prirodnog kamena i pripadajuće specifikacije, u što ulazi i ocjena kvalitete kamena, propisane dimenzije, način obrade te izvedba postavljanja kamena. U Normoteci Hrvatskog zavoda za norme nalaze se pregledi i popisi svih norma koje uključuju prirodan kamen za svrhu ostvarivanja ciljeva norminizacije (HZN, 2023).

Boja predstavlja odlučujući faktor pri postavljanju kamena u prostorije interijera. Prije odabira kamena na osnovi boje treba paziti na to koliki je udio prirodnih pigmenata prisutan pošto mogu biti različitih stupnjeva stabilnosti. Prirodni pigmenti u kamenim varijetetima magmatskog i metamorfnog postanka su uglavnom stabilni. U varijetetima sedimentnog porijekla nalaze se i stabilni i ponekad nestabilni pigmenti, a to ovisi o vrsti samog kamena. Kod sedimentnih varijeteta s bituminoznom supstancom mogu se nalaziti vrlo nestabilni pigmenti. Iz navedenih razloga treba biti na oprezu pri biranju lokacije postavljanja kamena. Dakle, poželjno je da se primjerice vapnenci crvene i žute boje postavljaju jednako i u eksterijeru i interijeru, dok oni sivih do crnih nijansi ponajviše u interijeru (Kršinić i Tomašić, 2009).

Poroznost je iduće bitno svojstvo koje uvelike utječe na postojanost i trajnost ugrađenog kamena kao i na fizičko-mehanička svojstva. Znatna količina vode koju kamen upija dolazi iz atmosfere pa su varijeteti u eksterijeru više izloženi oštećenju i dezintegraciji. Kamen postavljen u interijer također može biti sklon poroznosti i izložen negativnim učincima zbog čišćenja površine, ponekad velikim količinama vode. Potrebno je poznavati princip kretanja vode na površini i u unutrašnjosti kamena jer se u većini slučajeva proces dezintegracije dešava za vrijeme sušenja i zadržavanja vode, a ne toliko u razdoblju upijanja (Tomašić, 2007).

Otpornost na habanje također je od velike važnosti prilikom upotrebe kamena. To je otpor koji kamen pruža pri abraziji struganjem. U odnosu na karbonatne stijene, silikatne stijene

su otpornije na habanje. Vrlo otporni na habanje su dolomiti i poneki gusti vapnenci, na primjer varijetet "kirmenjaka". Kod ostalih vapnenaca otpornost na habanje varira i ovisi o njihovoj strukturi. Visoko porozni vapnenac s malom otpornosti na habanje je "bihacit". Dijabaz iz Lasinje je u Hrvatskoj najotporniji varijetet na habanje (Tomašić, 2007). Bitno je znati koji će se kamen postavljati u eksterijer, a koji u interijer pošto su drugačiji uvjeti. Površine izrazito izložene habanju, bilo vanjske ili unutarnje, zahtijevaju strog izbor kamena. U interijeru najviše se habaju gazišta stepenica koja su popločena kamenom. Ukoliko se podovi popločavaju različitim varijetetima, potrebno je da svi varijeteti imaju približne vrijednosti otpornosti na habanje (Crnković i Šarić, 2003).

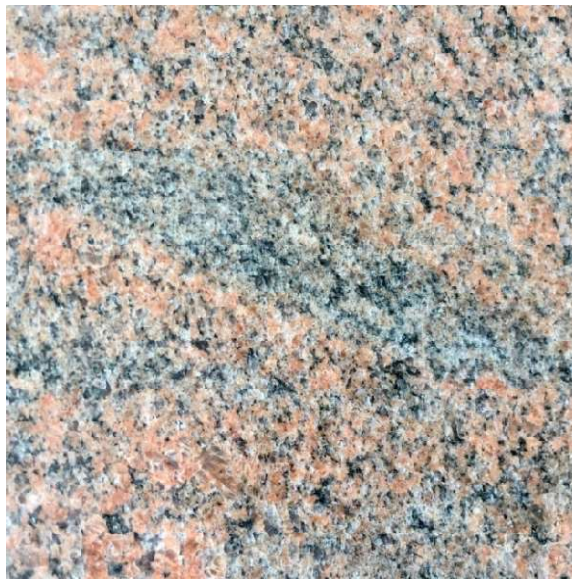
Prilikom izlaganja kamena visokim temperaturama on podliježe toplinskim promjenama. Mogu nastati oštećenja vrijeme velikih požara, ali i prilikom dugotrajne izloženosti suncu. Pri brzom porastu okolne temperature može se promijeniti sastav te može doći do fizičkog i kemijskog oštećenja. Otpornost prema vatri pojedinog varijeteta je bitna stavka koja određuje koliko će se kamen raširiti pod utjecajem topline. Kod kamenih materijala poput granita, vapnenaca, kvarcnih pješčenjaka, dolomita i mramora uočena su najveća oštećenja. Ukoliko je kamen građen od kalcita npr. mramor, već nakon zagrijavanja kamena do 100 °C može nastupiti pucanje. Čvrsti varijeteti koje sadrže mali udio kvarca i karbonatnih minerala pokazuju male vrijednosti širenje sa porastom temperature (Tomašić, 2007).

#### **4. VARIJETETI KAMENA UPOTREBLJAVANOG U INTERIJERU**

U praktičnoj primjeni prirodnog ili arhitektonsko-građevnog kamena koriste se klasifikacije temeljene na petrološkim značajkama kao i fizičko-mehaničkim značajkama kamena, te trajnosti. Tako je kao rezultat dugog iskustva i rada s kamenom došlo do pojednostavljene podjele prirodnog kamena za potrebe tržišta na „granite“ (tvrdi kamen) i „mramore“ (meki kamen). Ovom podjelom su naglašene bitne razlike arhitektonskog-građevnog kamena prema geološkim značajkama, petrografskoj građi, tehnologiji obrade, cijenama na tržištu te prema namjeni (Dunda i dr., 2003). Zahvaljujući posebnim dekorativnim svojstvima koje prirodni kamen posjeduje, u svijetu se popriličan broj metamorfnih stijena eksploatira i traži na tržištu, od čega najviše ima različitih varijeteta mramora, zatim kvarcita i gnajsa (Crnković i Šarić, 2003).

#### 4.1. Graniti

Ova grupa pod nazivom „graniti“ obuhvaća sve izrazito tvrde stijene silikatnog sastava, prije svega metamorfne i magmatske, poput granita, gnajsa, kvarcita i diorita (Dunda i dr., 2003). Nepromjenjivost izgleda i trajnost ovakvih obojenih varijeteta koji imaju prirodni pigment pridonosi dekorativnosti i vrijednosti kamena. Takvim obojenim varijetetima granita boja varira od bjeličastih i sivih do crvenkastih i zelenkastih nijansa, ovisno o količini obojenih minerala koju sadrže. Primjer obojenog varijeteta granita crvenkastih nijansi je gnajs na slici 4-1 (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 4-1** Gnajs (foto: V. Apostolovski)

Graniti (slika 4-2) se odlikuju izrazito znastom strukturom te se poliraju do visokog sjaja, s time da se mogu obrađivati i termički. S obzirom na primjenu, koriste se i za eksterijere i interijere. U Hrvatskoj graniti nisu toliko rasprostranjeni, a varijeteti koji prevladavaju nemaju posebnu dekorativnost. Prepoznaju se zbog sitnih zrna i jednolike sive boje (Crnković i Šarić, 2003). Iako prema svojim fizičko-mehaničkim svojstvima, tvrdoći silikatnih minerala koja po Mohsovoj skali iznosi od 5,5 do 7, te njegovoj velikoj izdržljivosti, varijeteti granita se ipak češće koriste u eksterijeru (Dunda i dr., 2003).

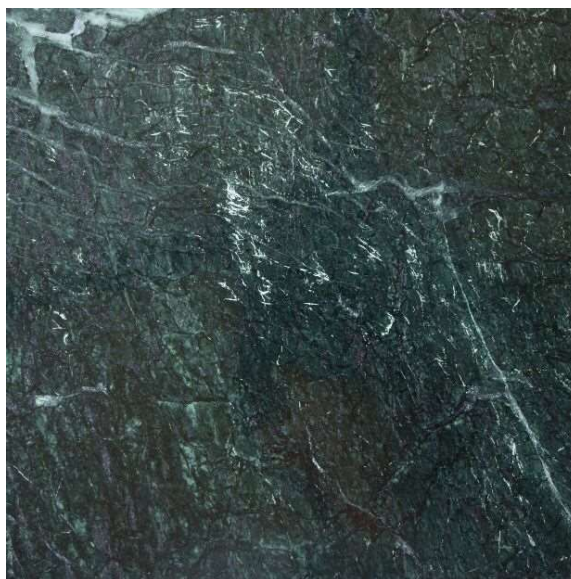


**Slika 4-2** Granit (foto: V. Apostolovski)

#### 4.2. Mramori

Skupina „mramora“ objedinjuje tvrde i srednje tvrde karbonatne varijetete metamorfnog i sedimentnog postanka. Mramori se prilično dobro i lako obrađuju. Primjena ovisi o fizičko-mehaničkim svojstvima te se prvenstveno upotrebljavaju u interijerima iako se velik broj vrsta koristi kod oblaganja vertikalnih površina u eksterijeru. Tvrdoća karbonatnih minerala po Mohsovoj skali iznosi od 3,0 do 3,5 pa se iz tog razloga ponajviše upotrebljava u interijerima. Najzastupljenija podjela u praksi arhitektonsko-građevnog kamena je prema fizičko-mehaničkim svojstvima, petrološkim značajkama i lakoći obrade. Dijeli se u četiri podgrupe: mramori, vapnenci, travertini i oniksi (Dunda i dr., 2003).

Mramori u petrološkom smislu su kompaktne stijene sa sitnijim ili krupnijim veličinama zrna. Koriste se u eksterijerima i interijerima, a zbog nedovoljne otpornosti na habanje najveću primjenu imaju kod oblaganja vertikalnih površina. Sadrže stabilnije prirodne pigmente pa kroz dug period održavaju boju postojanom (Crnković i Šarić, 2003). U ovoj grupi se također nalazi stijena serpentinit (slika 4-3) koja je iz olivinskih stijena nastala metamorfozom. Boja mu varira od tamno i svjetozelene do žućkaste, te je također prugast. Otporan je prema atmosferilijama, lako se obrađuje, brusi i polira. Osim što se njime oblažu zidovi, prozori i okviri vrata, od njega se kreiraju mnogi ukrasni predmeti kao što su pepeljare, vaze, svjetiljke i slično (Dunda i dr., 2003).

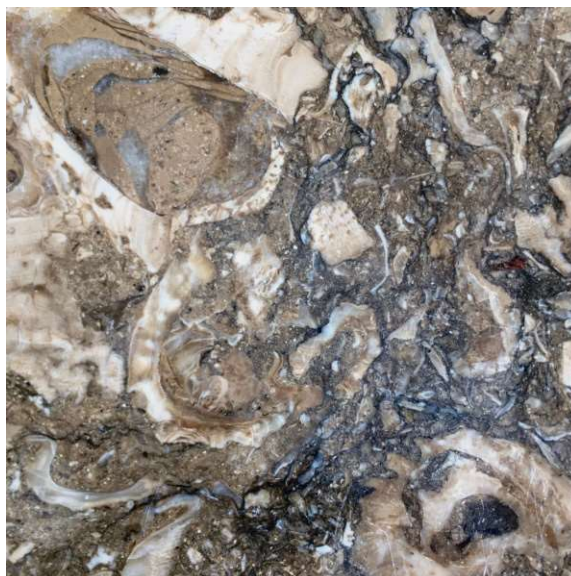


**Slika 4-3** Serpentinit (foto: V. Apostolovski)

Vapnenci su karbonatne sedimentne stijene te se mogu dijeliti na tvrde, srednje tvrde i meke. Razlikuju se prema čvrstoći, kompaktnosti, otpornosti na habanje, obradivosti i namjeni. Tvrđi vapnenci su izrazito otporni na vanjske uvjete pa se koriste i u eksterijeru i interijeru, mogu se glačati do visokog sjaja, a najviše se primjenjuju kod oblaganja podova. Iako sami po sebi imaju doista zadovoljavajuća fizičko-mehanička svojstva, pri odabiru obojenih vapnenaca dolazi do ograničenja za primjenu u eksterijerima zbog nestabilnosti pigmenta, ali se zato savršeno uklapaju u interijer. Predstavnici ove skupine su gusti mikritni vapnenac “kirmenjaka” boje slonovače (slika 4-4) i rudistni vapnenac “rasotica” različitih nijansa smeđe boje (slika 4-5). Oba vapnenca poliraju se do visokog sjaja. Za razliku od “kirmenjaka”, “rasoticu” je najbolje koristiti samo za oblaganje interijera jer sadrži nestabilan pigment, zbog čega bi se u eksterijeru utjecajem atmosferilija izgubila njena dekorativnost i posebnost izgleda.



**Slika 4-4** Kirmenjak (foto: V. Apostolovski)



**Slika 4-5** Rasotica (foto: V. Apostolovski)

Srednje tvrde vapnence odlikuje umjerena poroznost i manja otpornost na habanje od tvrdih vapnenaca, no lakše se obrađuju i glačaju. Najviše se koriste za oblaganje vertikalnih površina eksterijera i interijera, ali ipak manje za eksterijer zbog već spomenute mane o nepostojanim pigmentima koje vanjski uvjeti mogu uništiti. Ovoj skupini pripadaju rudistni vapnenci gornjokredne starosti “veselje fiorito”(slika 4-6), “veselje unito” (slika 4-7), “visočani unito” itd.





**Slika 4-6** Veselje fiorito (foto: V. Apostolovski)

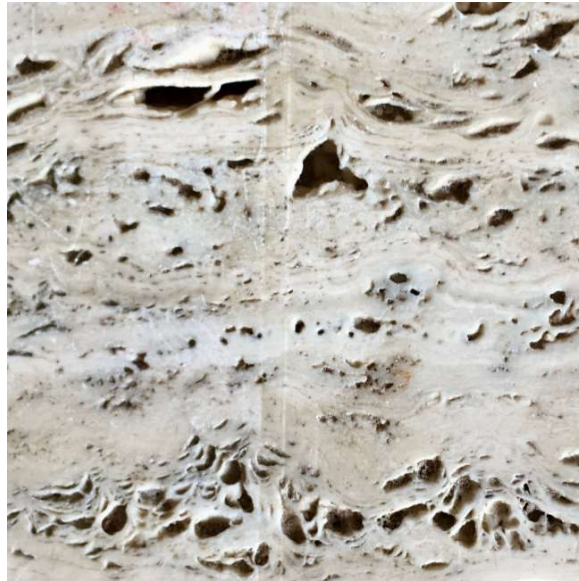


**Slika 4-7** Veselje unito (foto: V. Apostolovski)

Meki vapnenci se odlikuju slabom otpornošću na habanje, malim vrijednostima čvrstoće i veoma visokom poroznosti. U slučaju njihova postavljanja u eksterijeru dolazi do bržeg prljanja, a i zbog poroznosti ne reagira dobro na utjecaj atmosferilija. Upravo radi tih svojstava prvenstveno se koristi u interijeru za oblaganje vertikalnih površina. Njihovi najznačajniji predstavnici koji su nešto otporniji od ostalih mekih vapnenaca su “vinkuran” i “bihacit” (Crnković i Šarić, 2003).

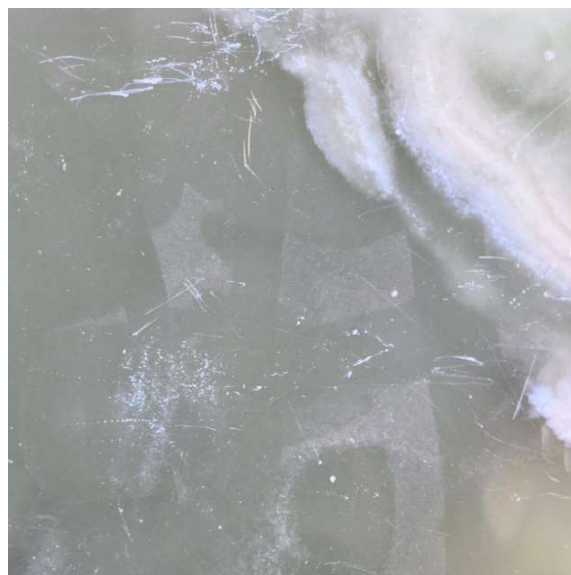
Treću podgrupu čine travertini, karbonatne sedimentne stijene naglašenom trakastom građom te su porozni i šupljikavi (slika 4-8). Bez obzira na to pokazalo se da su otporni na

vanjske uvjete i imaju veliku trajnost. Također se ponajviše koriste za oblaganje vertikalnih površina eksterijera i interijera te se dobro glačaju i obrađuju (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 4-8** Travertin (foto: V. Apostolovski)

Četvrta podgrupa je skupina gustih i kompaktnih karbonatnih sedimenata vrpčaste građe tako zvanih oniks mramora (slika 4-9). Inače se poliranjem dovodi do visokog sjaja, a boja im varira od zelenkaste do smeđe nijanse. Zbog spomenutih svojstava jedan je od luksuznijih materijala koji se koriste za oblaganje vertikalnih površina interijera i kamenu galanteriju (Dunda i dr., 2003).



**Slika 4-9** Oniks mramor (foto: V. Apostolovski)

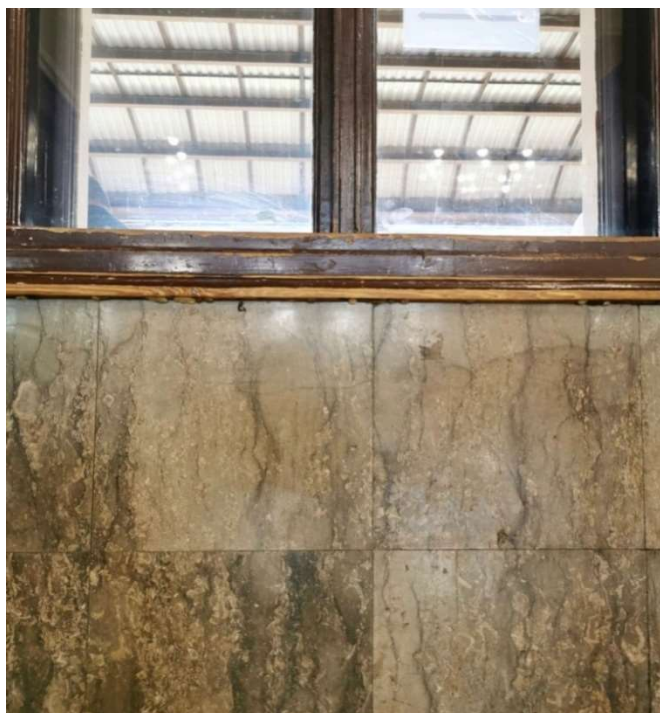
Uz sve navedene varijetete, vrijedni spomena su još konglomerati i breče, čvrste i kompaktne klastične sedimentne stijene karbonatnog sastava. Primjena, obradivost, sjaj i posebno dekorativnost ovise o valuticama i vezivu, a ovisno o boji izdvajaju se konglomerati “rozalit” i “multikolor” (Crnković i Šarić, 2003).

## **5. PRIMJENA PRIRODNOG KAMENA U INTERIJERU**

Prirodni kamen se može primijeniti u mnogim elementima u interijeru, sve od vertikalnih oblaganja i popločavanja horizontalnih površina pa do ostalih stilskih elemenata kao što su kamini, stube, prozorske klupčice i crkveni inventar. Naglasak se stavlja na njihovu dekorativnost koja mijenja izgled prostorije.

### **5.1. Vertikalna oblaganja**

Kod oblaganja vertikalnih površina u unutrašnjosti presudan je estetski efekt, pa se iz tog razloga većinom koristi obojeni kamen. Prirodnim kamenom se oplemenjuju unutrašnji zidovi hodnika, kuhinja, stubišta, kupaonica i ostalih prostorija u interijeru. Jedna od poznatijih starih lokacija u gradu Zagrebu je zgrada Glavnog kolodvora u kojem je unutrašnjost obložena zidovima od prirodnog kamena, pretpostavlja se rasoticom, koji su do danas zadržali izvornu boju i postojanost (slika 5-1). Zbog prisutnosti organske tvari kojom je obojan tamni vapnenac bolje ga je upotrijebiti u interijeru (Crnković i Šarić, 2003).



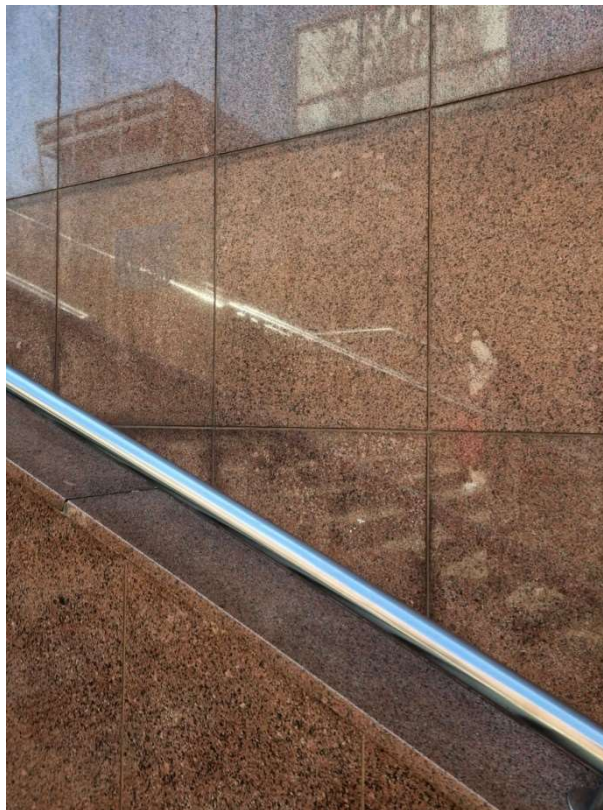
**Slika 5-1** Unutarnji zid Glavnog kolodvora obložen prirodnim kamenom (foto: V. Apostolovski)

Dekorativnim kamenom pod nazivom “istranka” obloženi su unutarnji zidovi robne kuće Nama na Ilici u Zagrebu (slika 5-2). Istranka je prepoznatljiva po tamnoj boji te je slična bračkoj rasotici, te ju je iz tog razloga također bolje upotrijebiti u interijeru.



**Slika 5-2** Zid robne kuće Nama u Zagrebu obložen pločama istranke (foto: V. Apostolovski)

Vertikalne površine koje se pak oblažu granitom primjećuju se i u interijeru i eksterijeru pa samim time ukazuju na veliku izdržljivost i otpornost na vanjske uvjete. Tako se od vanjskog ulaza koji je podložan djelovanju atmosferilija do cijele unutrašnjosti Importanne centra u Zagrebu proteže vertikalno oblaganje prirodnim kamenom crvenkastog granita, koji je poliran do visokog sjaja (slika 5-3). U interijeru i dijelu eksterijera Importanne centra uočljiva crvena boja granita osim dekorativnosti ima i važnu ulogu da je kamen trajan kroz dugi niz godina i ne mijenja svoja svojstva i izgled.



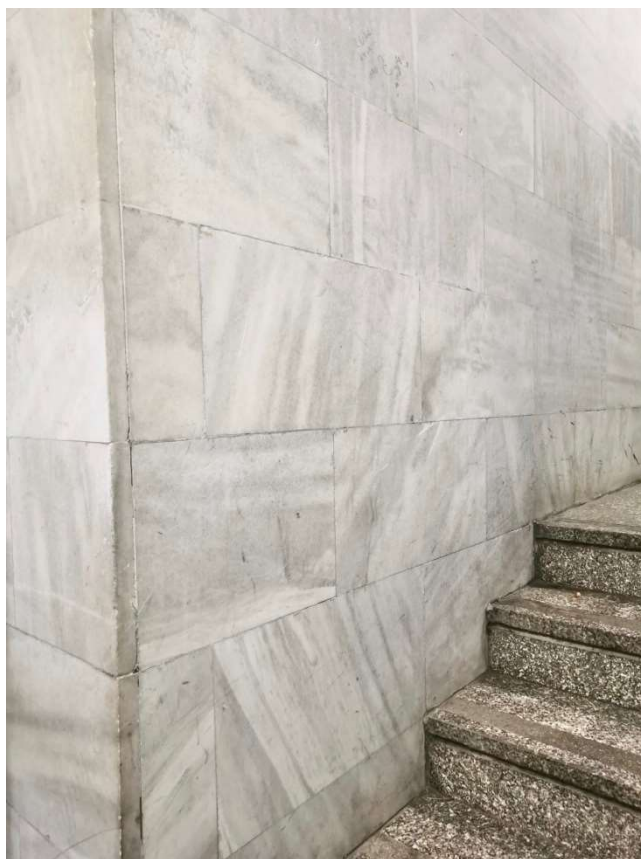
**Slika 5-3** Zidovi obloženi crvenim granitom na ulazu u Importanne centar (foto: V. Apostolovski)

Nije neuobičajeno da se primjenjuje kamen s prirodnim nedostatkom jer njegove mane mogu postati gotovo nevidljive pravilnom obradom koja se postiže zaglađivanjem i lijepljenjem. Bitno je napomenuti da se u novije vrijeme češće koriste marmete (slika 5-4), tanke kamene ploče karbonatnog sastava, raznih vrsta vapnenaca i mramora. Izrazito dekorativne i obojene ploče marmete su dobivene iz konglomerata i vapnenačkih breča, te se mogu ugrađivati i prema normiranim i nenormiranim dimenzijama, odnosno prema željenoj narudžbi. U svijetu su takve tanke ploče normirane po određenim dimenzijama, a prihvaćene su i kod nas. Standardne dimenzije iznose 150 mm x 150 mm i 305 mm x 305 mm, debljine 7, 8 do 10 mm (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 5-4** Oblaganje unutarnjeg zida marmetama (preuzeto iz Crnković i Šarić, 2003)

Različite simetrije kod polaganja kamenih ploča daju različit stilski i dekorativni mozaik, pa tako se razlikuje normalnu simetriju i simetriju otvorene knjige. Primjer vertikalnog oblaganja zida kamenom svijetle boje, prošaranog simetrijama u različitim smjerovima, pronađen je u jednoj zgradi na Trgu bana Josipa Jelačića u Zagrebu (slika 5-5). Najvjerojatnije se radi o mramoru u petrografskom smislu na kojem su vidljive šare koje mu daju dekorativnost.



**Slika 5-5** Kamena obloga zida u zgradi na Trgu bana Josipa Jelačića (foto: V. Apostolovski)

## 5.2. Horizontalna popločenja

Kao kod unutarnjih vertikalnih oblaganja, prirodni kamen ima veliku primjenu i u popločavanju unutarnjih horizontalnih površina, s naglaskom na podove u stambenim prostorijama i objektima javne namjene. Izbor kod biranja kamena za podove u interijeru veći je nego li kod izbora kamena u eksterijeru pošto je manja mogućnost oštećenja djelovanjem atmosferilija (sol, mraz, ekstremne temperature). Međutim, kameni pod mora biti otporan na habanje, posebice ako je riječ o podovima velikih površina u prostorijama u kojima je čest promet ljudi (muzeji, škole, hoteli, restorani, trgovački centri i slično), da bi ostao trajan. Preporuka je postaviti fino brušene kamene ploče silikatnog sastava (gnajs, granit, mramor) i gusti vapnenac. Tamne nijanse kamena karbonatnog sastava najbolje je izbjegavati na prometnijim mjestima jer postoji mogućnost izbljeđivanja boje koja bi smanjila dekorativnost. Iz tog se razloga prije svega koristi kamen svjetlije boje. Tako na podu Gradske skupštine grada Zagreba dominira prirodni kamen vapnenac svjetlije boje. Pretpostavka je da se radi o pločama kirmenjaka koje su piljene „po dasci“, odnosno paralelno sa stilolitskim šavovima koji mu daju posebnu dekorativnost (slika 5-6).



**Slika 5-6** Prirodni kameni pod svijetle boje u Gradskoj skupštini grada Zagreba (foto: V. Apostolovski)

Izuzetna dekorativnost obojenih gustih vapnenaca, vapnenačkih breča, konglomerata i mramora sitnog zrna tražena je kako u trgovačkim centrima, tako i u stambenim zgradama i kućama. Prošaranim obojenim prirodnim kamenom popločen je pod u slastičarnici Vincek na Ilici u Zagrebu (slika 5-7). Najvjerojatnije se radi o metamorfnoj stijeni kojoj dekorativnost daju izmjena svjetlijih i tamnijih nijansi zbog izmjene različitih mineralnih sastojaka. Učestala je upotreba i raznih varijanta mramora i vapnenaca za ulaze, kupaonice i hodnike, kao i obojenih do tamnih mramora za prostorije dnevnih boravaka (Crnković i Šarić, 2003).

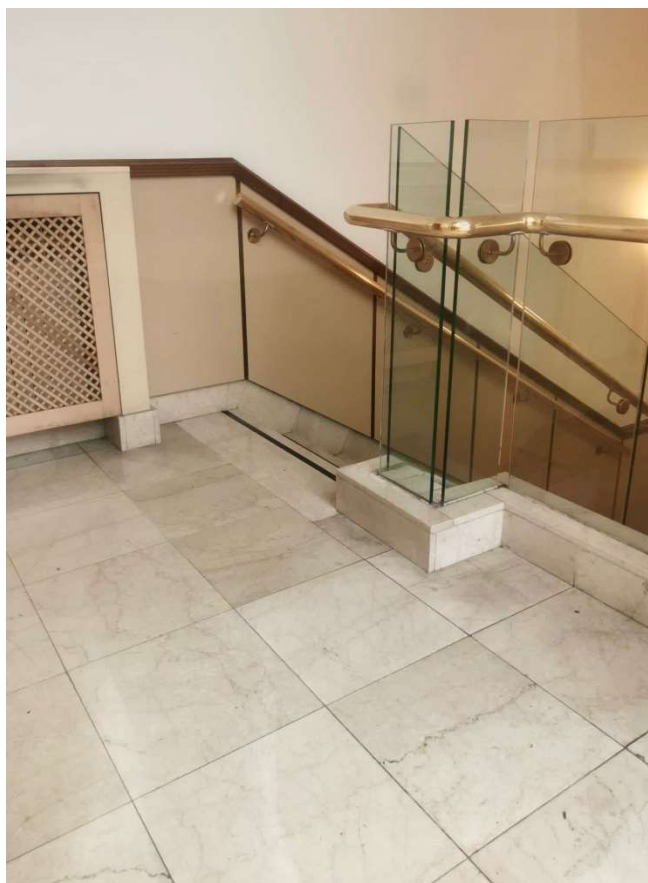




**Slika 5-7** Pod u slastičarnici Vincek popločen dekorativnim metamorfnim kamenom (foto: V. Apostolovski)

Debljina ploče varira ovisno o varijetetu kamena dok komercijalna debljina ploča iznosi 2,0 cm. Ako su u pitanju gusti vapnenci i mramori, standardne ploče najvećih dimenzija 50 cm x 25 cm, tada se ta debljina može smanjiti na 1,5 cm ili 1,0 cm kada je kamen visoke čvrstoće (kvarcit). Vizualno se razlikuju nekoliko tipova podnih popločenja, a svakim odabirom postižu se različiti estetski dojmovi (Crnković i Šarić, 2003).

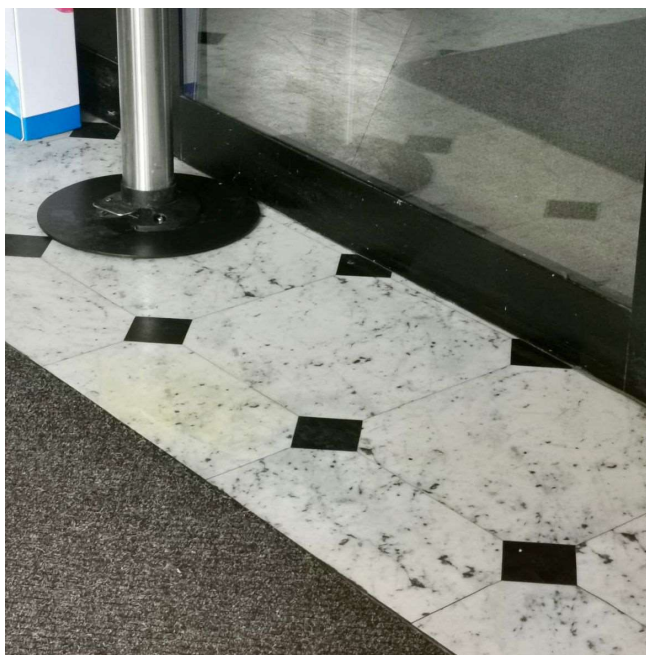
Popločenje jednog tipa kamenih ploča predstavlja jednostavnu i decentnu dekorativnost koja može biti postignuta raznim načinima polaganja. Izvedena je od pravokutnih ploča u obliku kvadrata ili ploča kojima je dužina dulja od širine. Upotrebom jedne vrste kamenog materijala, dekorativnost poda ovisi o izgledu i kvaliteti površine kamena. Iz tog razloga potrebno je ukloniti sve ploče kod kojih su vidljivi nedostaci u građi ili boji da ne dolazi do odudaranja od sveukupne cjeline. U hotelu Sheraton prikazano je popločenje poda kvadratnim pločama istih dimenzija te se najvjerojatnije koristio mikritni vapnenac sa stilolitima piljen „kontra“, odnosno okomito na stilolitske šavove (slika 5-8). Dodatan dekorativni element su ploče pravokutnog oblika manjih dimenzija korištene za stepenište i zidić.



**Slika 5-8** Popločenje jednog tipa kamenih ploča u zgradi Sheraton hotela u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

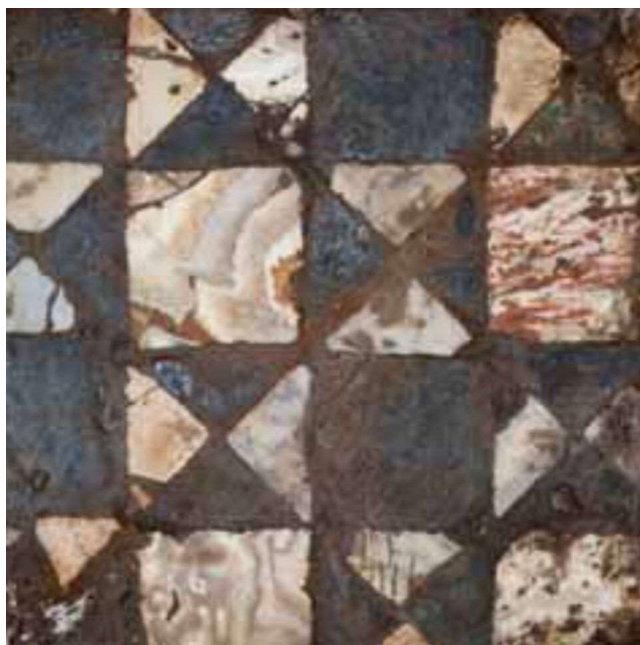
Dekorativnost je zagantirana ako je riječ o različitim vrstama kamena koji se slažu u jednu cjelinu. Pritom je potrebno odabrati kamen otprilike jednakih otpornosti na habanje jer u suprotnom dolazi do pojave neravnina (Crnković i Šarić, 2003).

Slijedeći tip popločenja poda povezuje dva ili više tipova ploča pravilnih geometrijskih oblika drugačijih slogova s ponavljanjem odabranog veza. Takav primjer je vidljiv na podu robne kuće Nama gdje su korištena dva tipa ploča. Jedan tip ploče je bijeli karbonatni varijetet mramora, a drugi crni silikatni varijetet granita koji se dekorativno dobro uklapaju jedan s drugim (slika 5-9). Podovi su rustikalni ukoliko se vezovi mijenjaju s rasporedom ploča. Kada se spajaju kamene ploče različitih boja i struktura, tada slogovi postaju sve više dekorativniji. Iako je sama boja prvo što se zapazi, dodatan vizualni ugođaj daju strukturni elementi, kao što su stiloliti, škriljavost i mikroslojevitost (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 5-9** Popločenje poda s dva tipa ploča pravilnih geometrijskih oblika u robnoj kući Nama u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Poznata tehnika izrade poda “opus sectile” do danas je očuvana u Dioklecijanovoj palači (slika 5-10). Slagani kvadrati dimenzija 13 cm x 13 cm i trokuti svijetlog i tamnog kamena prepoznaju se po egipatskom alabasteru, vrsti oniksa (Marasović i dr., 2010).

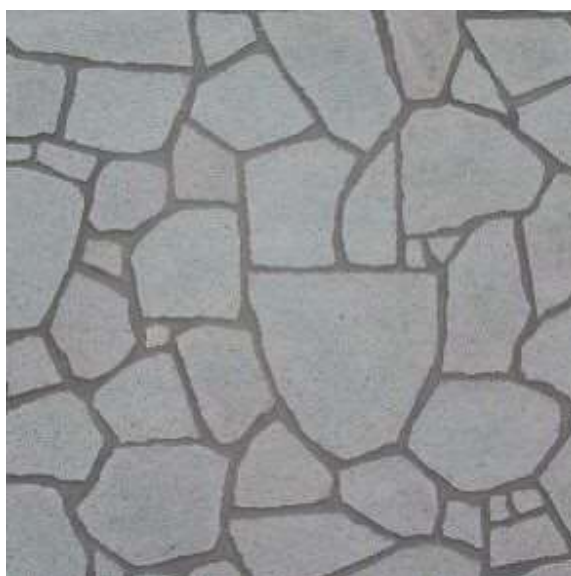


**Slika 5-10** Tehnika izrade poda “opus sectile” u Dioklecijanovoj palači (preuzeto iz Marasović i dr., 2010)

U zadnjem tipu popločenja poda razlikuje se rimski slog ili “opus romano” (slika 5-11) i rustikalni mozaik ili “opus incertum” (slika 5-12). Rimski slog je sastavljen bez geometrijskog reda od pravokutnih i kvadratnih ploča gdje se vez ponavlja. Ovaj tip podne obloge često se koristi kad je u pitanju velika površina koju treba popločiti. Rustikalni mozaik karakteriziraju poligonalne kamene ploče, a kod oba je karakterističan kameni rub koji može biti strojno ili ručno obrađen (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 5-11** Rimski slog (Izvor: <http://www.metamarbleandgranite.com/opustile.php>)



**Slika 5-12** Rustikalni mozaik (Izvor: <https://www.joostdevree.nl/shtmls/opus.shtml>)

Svakako je još bitno spomenuti tehniku intarzije gdje se podovi izrađuju od visokokvalitetnih i dekorativnih obojenih vapnenaca i mramora te se takav tip poda smatra ornamentnim (Crnković i Šarić, 2003). Izuzetno dekorativni primjer intarzije, popločen najvjerojatnije serpentinitom, prikazan je na podu Diamond Palace casina u sklopu hotela Sheraton (slika 5-13).



**Slika 5-13** Popločenje poda izrađeno tehnikom intarzije u Diamond Palace casinu u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

### 5.3. Ostali kameni elementi

Kod biranja kamena za stubišta ponajviše se treba obratiti pozornost na njegova mehanička svojstva, a ne toliko na dekorativnost. Najvažnije svojstvo koje treba uzeti u obzir je otpornost kamena na habanje, pa tako kamen mora biti bez vena i pukotina. Razlog tomu je uska hodna linija koja je više izložena habanju nego ostale veće površine. Ranije nastaju deformacije na stubama nego li na podovima iako se primijeni ista vrsta kamena u oba slučaja. Sukladno tome, za stube u stambenim zgradama se ugrađuje kamen umjerene cijene i izgleda, za razliku od atraktivnih zgrada, primjerice hotela. U zgradi na Trgu bana Josipa

Jelačića prikazane su granitne stepenice koje su izrazito otporne na habanje te se takav oblik i vrsta kamena često nalazi na brojnim stambenim stubištima (slika 5-14). Iako su ove granitne stepenice polirane bitno je da je rub obrađen tako da dio stepenica bude hrapav kako ne bi došlo do klizanja.



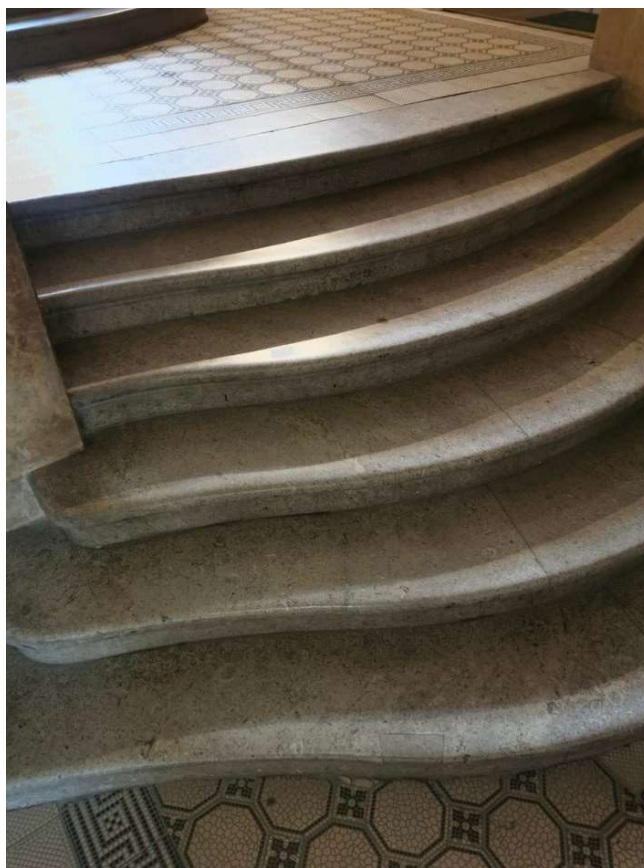
**Slika 5-14** Granitne stepenice u zgradi na Trgu bana Josipa Jelačića u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Za upotrebu gazišta na stubama se ne preporučuju obojene varijante kamena zbog mogućnosti izbljeđivanja. Tamne varijetete kamena bi isto tako bilo dobro izbjegavati zbog nesigurnosti pri silaženju niz stube ako je slabije osvjetljenje (Crnković i Šarić, 2003). Iako bi bilo dobro pratiti preporuke, postoje iznimke koje se ponajviše odnose na luksuzna mjesta jer je poželjno osim visoke kvalitete kamena, gledati i na moderan izgled stubišta. Takav primjer se nalazi na jednom od stubišta Sheraton hotela u Zagrebu gdje se spojen moderan izgled tamnog varijeteta vapnenca, poliranog do visokog sjaja te osvjetljenja radi njegove prepoznatljive tamne smeđe boje (slika 5-15).



**Slika 5-15** Stepenice popločene tamnim varijetetom vapnenca u sklopu Sheraton hotela u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Za razliku od uobičajenih granitnih stepenica koje se nalaze u većini stambenih objekata i tamnih varijeteta sedimentnih karbonatnih stijena ili obojenog mramora koji dominiraju u luksuznijim objektima kao što su hoteli, koncertne dvorane i slično, koristi se i svjetliji varijetet kamena. Takav primjer kamenog stubišta se lako prepoznaje u starijim zgradama u samom centru grada Zagreba. U zgradi Veleposlanstva Suverenog malteškog viteškog reda na Strossmayerovom trgu stepenice u unutrašnjosti su napravljene od srednje tvrdog rudistnog vapnenca, moguće varijeteta veselje fiorito (slika 5-16). Iako ga odlikuje manja otpornost na habanje od tvrdog vapnenca, lakše se glača i oblikuje što je vidljivo na prikazanom stepeništu zaobljenog oblika prema sredini. Također, pošto ovakva vrsta prirodnog kamena sadrži nestabilne pigmente, čestom upotrebom kroz duži vremenski period njegova boja se mijenja. U ovom slučaju se prepoznatljiva veoma svjetla boja kamena s vremenom promijenila u sivu, odnosno potamnila je.



**Slika 5-16** Stepenice napravljene najvjerojatnije od vapnenca tipa fiorito u zgradi Veleposlanstva Suverenog malteškog viteškog reda na Strossmayerovom trgu (foto: V. Apostolovski)

Prostor se može u potpunosti načiniti od kamena ili se samo neki pojedini dijelovi oblažu kamenom, na primjer prag, bočne strane, ukrasne potkrovne ploče i slično. Kamini dodatno oplemenjuju prostor i pridonose ukrasnoj vrijednosti. Od tih pojedinih dijelova kamina kvalitetnije izvedbe i najefektnijeg izgleda je okvir ognjišta obložen kamenom. U luksuznim interijerima kamini s takvim detaljima su izrazito traženi. Kamini i kamini okviri koji su industrijski proizvedeni kreiraju se od različitih vrsta kamena, a sama ugradnja je brza i jednostavna. Površine mogu biti rustikalno obrađene ili polirane. Pošto se radi o kamenom sadržaju u interijeru, poželjno je koristiti širok spektar varijeteta karbonatnog sastava, vapnenaca, mramora te vapnenačkih konglomerata i breča. Za zagrijavanje suvremene zgrade manjeg prostora dosta se koriste mramori ili grijaće kamene ploče. Postoje razne vrste izvedbi kamenih kamina među kojima su blok-kamini, kamini u zidovima i slobodnostojeći kaminski blok. Glamurozno rješenje za uređenje prostora je ugradnja blok-kamina koji su smješteni ispred zida ili u ravnini sa zidom. U kući u Zagrebu nalazi se primjer blok-kamina smještenog ispred zida koji je obložen crvenim mramorom (slika 5-17). Upotrijebljena su dva načina obrade kamena i slaganja što još dodatno pridonosi



dekorativnosti. Kombiniranjem obloga kamenom različitih boja i njegovih struktura postiže se izniman vizualni efekt, čak i kod najjednostavnijih oblikovanja. Mogućnost spajanja različitih kamenih elemenata u svrhu dekorativnosti vrijedi i za kamine u zidovima kao i za slobodnostojeće kamine koji raščlanjuju prostor (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 5-17** Blok-kamin smješten ispred zida u kući u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Svakako vrijedne spomena su još naše sakralne građevine bogate kamenim inventarom koji objedinjuje oltarne ograde, kamene oltare, klupe, krstionice, propovjedaonice i ostalo. U grkokatoličkoj konkatedrali sv. Ćirila i Metoda na Gornjem gradu u Zagrebu vidljivi su zidni kameni elementi koji oplemenjuju unutrašnjost. Prirodni kamen je postavljen ispred zida te na taj način vizualno odvaja prostor i dolazi do izražaja (slika 5-18).



**Slika 5-18** Zidni kameni element u grkokatoličkoj konkatedrali sv. Ćirila i Metoda u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Dioklecijanova palača u Splitu ima bogat sadržaj vrijednosnih kamenih elemenata u kojoj se koristilo više od 16 različitih vrsta prirodnog kamena za podne i zidne obloge. Prokoneški mramor je najzastupljeniji kamen u palači, a zatim slijedi crveni porfir. Na propovjedaonici splitske katedrale objedinjeni su raznobojni antički kameni materijali. Kapiteli i baze šesterokutne propovjedaonice napravljene su od vapnenaca, a lukovi i tijela stupova od mramora (slika 5-19) (Marasović i dr., 2010).



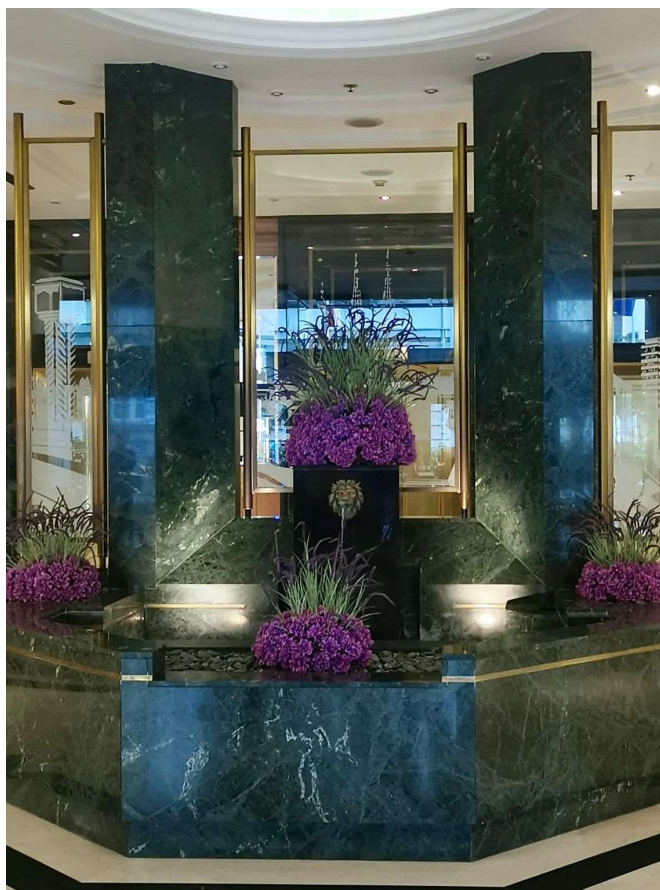
**Slika 5-19** Propovjedaonica splitske katedrale napravljena od vapnenaca i mramora (preuzeto iz Marasović i dr., 2010)

Za kameni inventar u kuhinjama i kupaonicama predlažu se varijeteti karbonatnog sastava, od bjeličaste do pastelne boje, posebice varijeteti mramora i raznih vrsta vapnenaca (Crnković i Šarić, 2003). Od efektnijih boja korištenih u kupaonici dobar je primjer tamnozelenog serpentinita koji pripada skupini mramora, korištenog za kupaonsku radnu ploču u Vincek slastičarnici na Ilici u Zagrebu (slika 5-20).



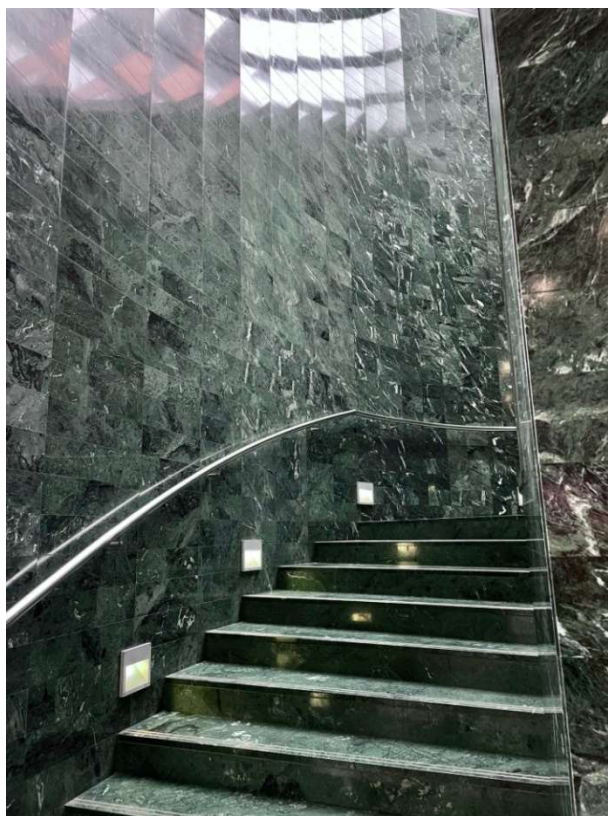
**Slika 5-20** Tamnozeleni serpentinit u kupaonici Vincek slastičarnice u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Moderan kameni inventar u stambenim prostorijama, kao što je dnevni boravak, karakterizira kombinacija kamena s drvom i staklom (Crnković i Šarić, 2003). Jedan takav moderan kameni inventar se nalazi u predvorju Sheraton hotela u Zagrebu za koji se također koristio tamnozeleni mramor u kombinaciji sa staklom (slika 5-21). Najvjerojatnije je upotrijebljen serpentinit koji je vrlo poželjan za unutrašnja oblaganja.

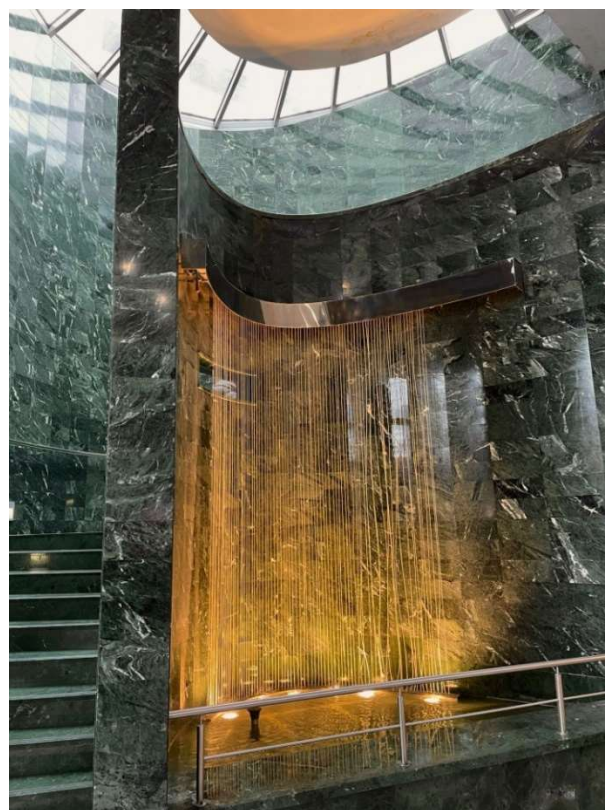


**Slika 5-21** Moderan kameni inventar od serpentinita u Sheraton hotelu u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Osim upotrebe serpentinita kao pojedinog elementa kamenog inventara koji upotpunjava samo određeni dio unutrašnje prostorije, njime se može obložiti i cijela prostorija. Radi stabilnih prirodnih pigmenata i otpornosti na habanje ne postoji opasnost od promjene boje ili gubitka kvalitete stoga se njime uspješno može obložiti cijela prostorija. U Sloveniji u gradu Ljubljani zidovi te stubište većeg trgovačkog centra su u potpunosti obloženi tamnozelenim serpentinitom (slika 5-22), a kao dodatan estetski element serpentinitom je popločena i kompletna unutrašnjost fontane kao i podovi (slika 5-23). Zbog visokog sjaja te karakteristične tamnozelene boje, unutrašnjost centra ne samo da je izrazito dekorativna nego je i veoma praktično rješenje za uređenje interijera zbog same kvalitete kamena.



**Slika 5-22** Spoj vertikalnog i horizontalnog oblaganja serpentinitom u trgovačkom centru u Ljubljani, Slovenija (foto: V. Apostolovski)



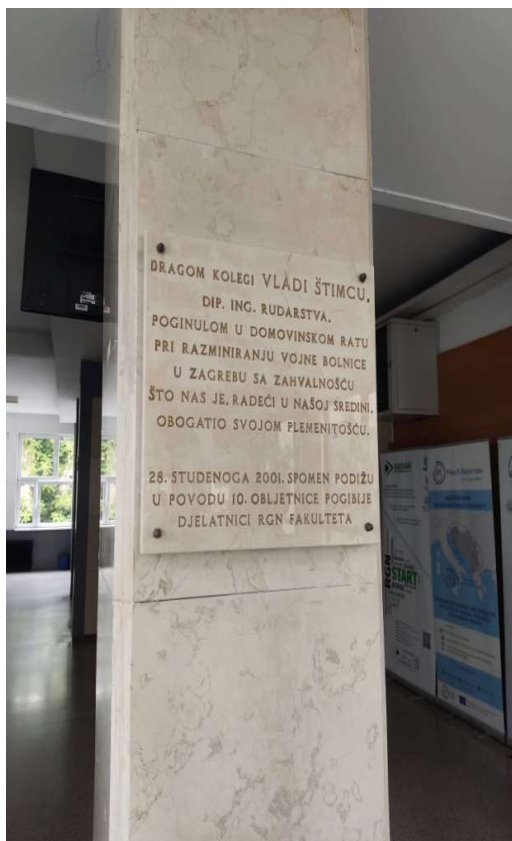
**Slika 5-23** Oblaganje zidova i poda fontane serpentinitom u trgovačkom centru u Ljubljani, Slovenija (foto: V. Apostolovski)

Od sitnijih detalja koji mogu vizualno podići prostor su prozorske klupčice. Površina unutrašnjih kamenih klupčica je najčešće polirana i fino brušena, a za izbor kamena preporučaju se guste i estetski efektne breče, graniti i razni drugi obojeni varijeteti kamena. Jedan takav primjer polirane granitne prozorske klupčice nađen je u kući u Zagrebu (slika 5-24). Kod dužina manjih od 1 metra, minimalna propisana debljina klupčice iznosi 2 centimetra (Crnković i Šarić, 2003).

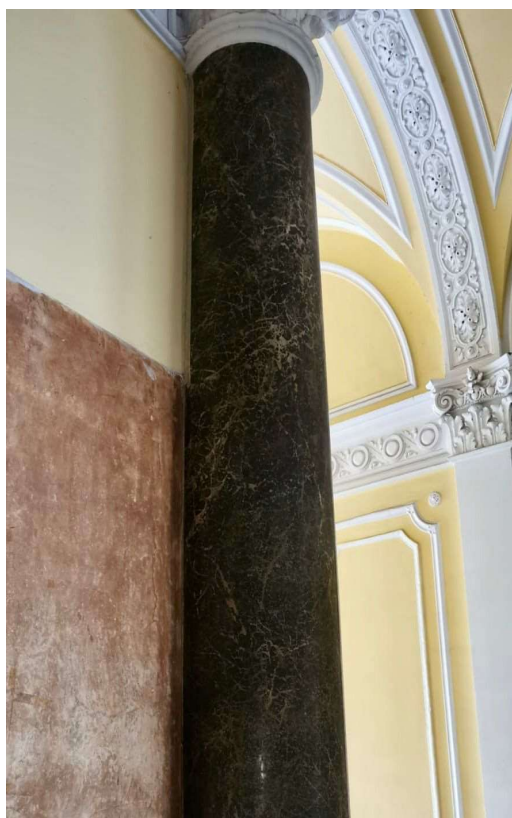


**Slika 5-24** Granitna prozorska klupčica u kući (foto: V. Apostolovski)

Kameni stupovi se koriste kao građevni konstruktivni element još od davnina, a osim što učvršćuju konstrukciju, bitan su dekorativni kameni element koji se brzo uočava u prostoru. Mogu se izvesti od obliha kamenih valjaka, klesanaca ili kao monolit u cjelini. Konstrukcija stupova koji se oblažu kamenom može biti četvrtasta, okrugla ili betonska. Primjer četvrtaste konstrukcije stupa obloženog poliranim kamenom nalazi se u predvorju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu (slika 5-25), dok se okrugla konstrukcija kamenog stupa tamnog mramora nalazi u jednoj zgradi na Strossmayerovom trgu (slika 5-26). Pošto se radi o kamenim stupovima postavljenih u interijer gdje ne postoji velika izloženost jačih udara, kamene ploče mogu biti najmanje debljine od 2 centimetra. Dekorativni vapnenci i obojeni mramori su dobra rješenja za oblaganje stupova kod unutrašnje primjene (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 5-25** Četvrtasti stup obložen poliranim kamenom na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu (foto: V. Apostolovski)



**Slika 5-26** Okrugao mramorni stup u zgradi na Strossmayerovom trgu (foto: V. Apostolovski)



Još jedan način ugradnje kamenog elementa koji znatno može dekorirati prostor je oblaganje okvira vrata kamenim pločama. Takav primjer viđen je u Vincek slastičarnici na Ilici u Zagrebu gdje su na okvir vrata postavljene bijele mramorne ploče s uzorcima tamnih šara (slika 5-27).



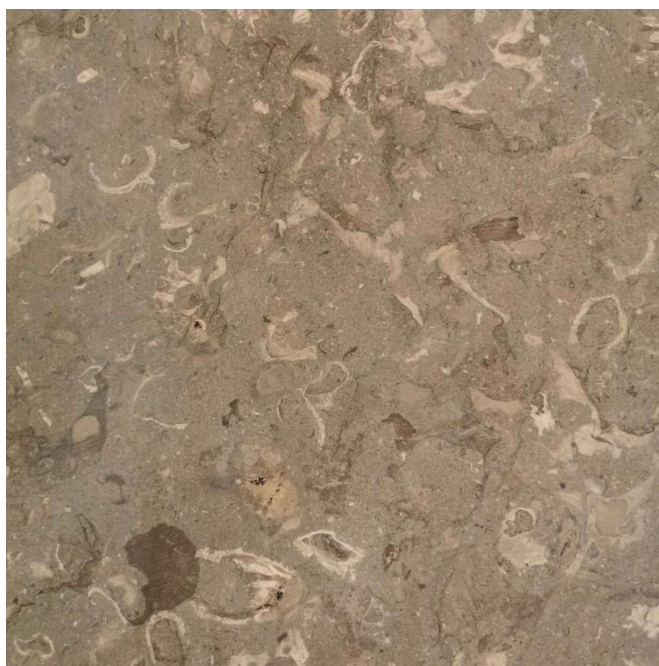
**Slika 5-27** Mramorne ploče postavljene na okvir vrata u Vincek slastičarnici (foto: V. Apostolovski)

## 6. KAMEN NAKON UGRADNJE

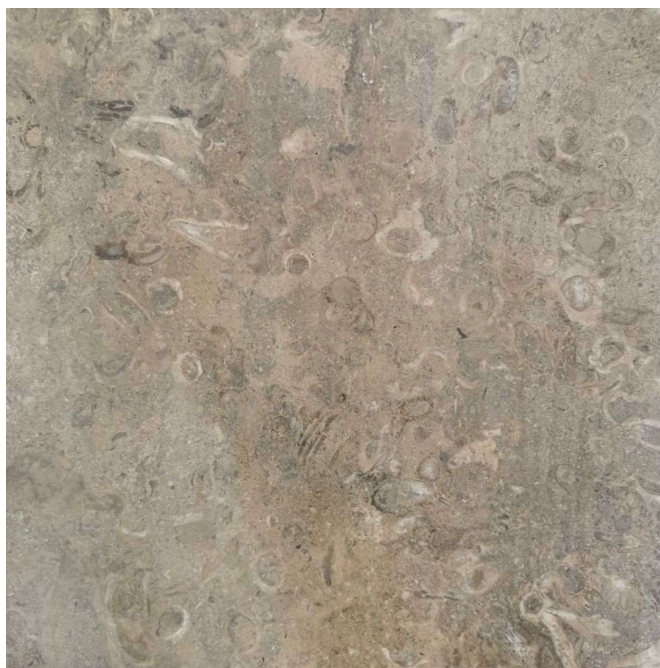
U Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju (NN 100/04) glavna rješenja i ideje donosi ovlaštenu inženjer kao i detaljnu izradu prostornih planova, ovisno o kojoj vrsti zahvata u prostoru se radi. Najveći fokus projektanata je postići što efektivniji vizualni dojam u objektima upotrebom kamena raznih boja i šara. To dovodi do čestog zanemarivanja samog izbora kamena i njegovih svojstava koja su ključna za njegovo ponašanje i postojanje nakon ugrađivanja. Ugrađeni kamen se prvenstveno čisti i održava zbog dekorativnog kriterija, a samim time i produljuje vijek trajanja.

### 6.1. Oštećenje prirodnog kamena

Ugrađeni kamen koji pretrpi oštećenja smatra se neprimjerene i loše kvalitete, iako je oštećenje obično uzrokovano nestručnom izvedbom. Kod izbora kamena nerijetko se zaboravlja činjenica da prirodni pigmenti u kamenu mogu biti i nestabilni i stabilni. Upotrebom kamena na pročeljima dio tih prirodnih pigmenata je nestabilan. Organogena bituminozna tvar, odnosno nestabilan pigment, se nalazi u sivim do crnim te tamnosmeđim vapnencima pa se iz tog razloga ne smiju ugrađivati na pročelja. Pročelje i unutrašnjost Koncertne dvorane Vatroslava Lisinskog služi kao odličan primjer lošeg i dobrog izbora kamena za oblaganja. Unutrašnja vertikalna oblaganja izvedena su smeđim, posebno dekorativnim vapnencem “rasotica” s otoka Brača kod kojeg do danas nije došlo do promjena u boji i visokom sjaju (slika 6-1). Isto se nažalost ne može reći za isti kamen koji je postavljen na pročelju dvorane gdje je došlo do izbljeđenja i gubitka estetske vrijednosti (slika 6-2). Sličan primjer je vidljiv i na vanjskim zidovima Gradske skupštine u Zagrebu. Crni vapnenac iz Žute Lokve nakon nekog vremena je počeo nejednoliko blijediti dok nije došlo do konačnog narušavanja vanjskog izgleda pročelja zgrade (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 6-1** Rasotica u interijeru Koncertne dvorane Vatroslava Lisinskog u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)



**Slika 6-2** Rasotica u eksterijeru Koncertne dvorane Vatroslava Lisinskog u Zagrebu (foto: V. Apostolovski)

Idući je problem koji nastaje pri popločavanju horizontalnih površina u interijeru i eksterijeru loše procijenjena sposobnost kamena na habanje. Događa se da se ugrađuju varijeteti različito otporni na habanje, a takav primjer također se nalazi na podovima u prostorijama Gradske skupštine. Nakon više godina upotrebe, površina poda vidljivo je neravna s ponekim izbočenjima ploča kamena koji je otporniji na habanje. Najčešći uzrok tome je kombiniranje ploča granita s pločama mramora koji nemaju ista svojstva te su različitih sastava, a mogu se i danas primijetiti u mnoštvu prostorija javne namjene (Crnković i Šarić, 2003).

Osim što do oštećenja kamena može doći zbog načina popločavanja i oblaganja, veziva i samih svojstava kamena, oštećenje nastaje i zbog slijeganja građevine. U pravilu se kamenarski radovi u zgradama izvode tek nakon dovršetka gradnje. To pravilo se u zgradi Croatia Linea zanemarilo pa su se u prizemlju počeli obavljati kamenarski radovi prije nego što su na višim katovima bili dovršeni radovi gradnje. Za unutarnje popločenje podova i oblaganje zidova su se koristile tanke kamene ploče, odnosno marmete, koje su se uslijed diferencijalnog slijeganja zgrade počele lomiti i otpadati sa zida (slika 6-3) (Crnković i Šarić, 2003).



**Slika 6-3** Otpadanje marmeta uslijed slijeganja zgrade Croatia Linea (preuzeto iz Crnković i Šarić, 2003)

## 6.2. Čišćenje i održavanje prirodnog kamena

Površinska zaštita ugrađenog prirodnog kamena od djelovanja raznih vanjskih čimbenika je primarna zadaća njege. Ovakva zaštita na površini štiti kamen od mogućih prodiranja vode, a dobiva se tvorbom vodoodbojnog ili hidrofobnog sloja. Cilj je da se time smanji moguće ispunjenje prostora prljavštinom, a da pri tome bude osigurana difuzija vlage u porama kamena koje se ne smiju u potpunosti zatvoriti. Za njegu kamena danas postoji mogućnost pronalaska mnogih strojeva opremljenih za mehaničko čišćenje s opremom za doziranje kemijskih sredstava kao i proizvoda na bazi voskova i silikona. Oni uvelike olakšavaju postupak njege kamena, ali je svakako poželjno prvo ispitati njihov pH. Tako je primjerice kod kamena karbonatnog sastava s pH manjim od 7 strogo zabranjeno korištenje kiselih preparata. Isto tako, upotrebom pogrešnog sredstva za čišćenje kamena na vapnencu mogu se pojaviti pjege zbog izjedanja površine. Neke se kamene površine češće čiste, odnosno redovitije od ostalih. To je slučaj na gaznim površinama u građevinama pa se samim time smanjuje vjerojatnost nakupljanja nečistoće na njima, za razliku od vertikalnih površina i u eksterijeru i interijeru. Zaprljanja vertikalnih kamenih površina u interijeru se događaju duž zida blizu zračenja topline gdje se nakupljaju čestice raznih nečistoća. Prostorije koje

griju pećima na tekuće i kruto gorivo podložne su onečišćenju česticama čađe (Crnković i Šarić, 2003).

Postoje razni načini kojima se kamene površine mogu očistiti. Neke od njih se obavljaju mehaničkim i kemijskim postupcima te pranjem. Uz načine čišćenja postoje i određene tehnike čišćenja koje ovise o nekoliko faktora kao što su mineralni sastav i građa kamena, njegova poroznost te vrsta nečistoće koju želimo ukloniti.

Postupak pranja smatra se najčešćim i najjednostavnijim načinom čišćenja koji donosi najmanji rizik neželjenih posljedica i mogućeg oštećenja kamena. Pranje kamenih obloga se obavlja prskanjem, mlazom vode ili četkanjem. Četke koje se mogu upotrebljavati su napravljene od bronzne ili čekinja, ali nikako od čeličnih žica zbog njihove gruboće koje mogu oštetiti površinu kamena. Pri pranju se učestalo koriste i deterdženti uz koje je poželjna uporaba tople vode. Njih treba pažljivo odabrati prema sastavu kamena. Lužnatim deterdžentima se peru varijeteti karbonatnog sastava, a kiselim deterdžentima silikatnog sastava. Kamene obloge koje je dobro čistiti vodom su mramori, vapnenci i graniti. Kod vapnenaca i granita se može koristiti pH neutralan sapun kojeg nakon čišćenja treba temeljito isprati vodom (Crnković i Šarić, 2003).

Mehanički postupci čišćenja kamena, iako rizičniji od pranja, koriste se kad se pranjem nisu mogle ukloniti nečistoće. Temelj njihova djelovanja zasniva se na abrazivnom karakteru alatke ili sredstvima koja imaju abrazivna svojstva. Ovisno o alatkama koje se upotrebljavaju moguće je najjednostavnijim postupkom obaviti četkanje i ručno suho struganje. Još jedan od načina kojim se čišćenje može obaviti mehaničkim postupkom je suho ili mokro pjeskarenje, a najčešći abrazivi koji se koriste su kvarcni pijesak, staklo, dolomit, talk te mješavina oraha, lješnjaka i korica jaja. Pjeskarenje je preporučljivo za čišćenje gustih vapnenaca zajedno s pranjem i za čišćenje kvarcnih pješčenjaka. Pjeskarenje se zbog svog agresivnijeg načina čišćenja ne preporučuje za korištenje na tankim kamenim oblogama, slabo vezanim i poroznim pješčenjacima i porozinim vapnencima. U protivnom dolazi do skidanja površinske zaštite kamena, odnosno patine (Crnković i Šarić, 2003).

Za razliku od pranja i mehaničkih postupaka čišćenja, rabe se i kemijski postupci u specijalnim slučajevima. Baziraju se na primjeni lužnatih i kiselih preparata (Crnković i Šarić, 2003).

## 7. ZAKLJUČAK

Arhitektonsko-građevni kamen, poznat pod nazivom prirodan kamen, oplemenjuje prostor izvana i iznutra. Fizičko-mehanička svojstva kamena upotrebljavanog u interijeru razlikuju se od svojstava kamena upotrebljavanog u eksterijeru. Kamen u unutrašnjosti je zaštićen od raznih vanjskih utjecaja koji inače narušavaju postojanje i izgled kamena u eksterijeru. Najbolji primjer takve razlike je vidljiv na zidovima koncertne dvorane Vatroslava Lisinskog u Zagrebu gdje je korišten isti varijetet kamena. Dekorativni vapnenac rasotica upotrijebljen je za vanjska vertikalna oblaganja gdje je s vremenom izbljedio te unutrašnja vertikalna oblaganja gdje je kamen zadržao boju i estetsku vrijednost do dan danas. Razni prikazani varijeteti kamena, od granita do mramora, svojom dekorativnosti, bojom i načinom polaganja, prostor čine vizualno bogatijim i ljepšim. Primjena prirodnog kamena je zaista široka, a u interijeru se najviše koristi kod vertikalnih oblaganja i horizontalnih popločenja. U gradu Zagrebu na par lokacija prikazana su vertikalna oblaganja prirodnim kamenom u kulturnim građevinama grkokatoličke konkatedrale sv. Ćirila i Metoda te Glavnog kolodvora. Od horizontalnih popločavanja prirodnim kamenom kao primjer je predstavljen moderan Sheraton hotel te čuvena zgrada Gradske skupštine. Osim zidova i podova koji pokrivaju najviše površine, od prirodnog kamena se rade i ostali kameni elementi kao što su stube, kamini, stupovi, crkveni inventar i slično. Pošto se prilikom ugradnje prirodnog kamena u interijer fokus stavlja ponajviše na dekorativnost, nije neuobičajeno da može doći do oštećenja kamena uzrokovanih nestručnom izvedbom, zanemarivanjem svojstva kamena te loše procijenjenom sposobnosti kamena na habanje. Oštećeni kamen može se restaurirati ili zamijeniti, no oštećenje kamena se može izbjeći ukoliko se od početka ugradnje primijeni potrebna njega i čišćenje. Ovisno o vrsti kamena i njegovom sastavu koriste se različite metode čišćenja i održavanja. Također postoje preporuke za čišćenje kamena koje nalažu u kojim slučajevima je dobro koristi određene metode i proizvode, a kada ih strogo izbjegavati. Dakle, bez obzira nalazi li se prirodni kamen u interijerima stambenih zgrada ili objektima javne namjene, svojom dekorativnosti će učiniti prostor ljepšim i skladnijim mjestom, a uz potrebnu njegu zadržat će dugotrajnost i estetske vrijednosti.

## 8. LITERATURA

CRNKOVIĆ, B., ŠARIĆ, LJ., 2003. *Građenje prirodnim kamenom*. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske.

DUNDA, S., KUJUNDŽIĆ, T., GLOBAN, M., MATOŠIN, V., 2003. *Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*. Zagreb: Digitalni udžbenik, str. 2-7.

*Hrvatski zavod za norme.* URL: [31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/Web\\_Prikaz\\_Rezultata?OpenForm&Seq=1](http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/Web_Prikaz_Rezultata?OpenForm&Seq=1) (01.05.2023.)

KRŠINIĆ, A., TOMAŠIĆ, I., 2009. Utjecaj pigmenta i primjesa na postojanost boje i dekorativnost prirodnog kamena, u: *Klesarstvo i graditeljstvo*, Vol. XX No. 1-2, str. 80-85.

MARASOVIĆ, K., MATETIĆ POLJAK, D., 2010. *Upotreba dekorativnog kamena u Dijoklecijanovoj palači u Splitu*. Znanstveni rad. Zagreb: HistriaAntiqua, str. 94-97.

NARODNE NOVINE br 98/19. *Zakon o rudarstvu*. Zagreb: Narodne novine d.d.

NARODNE NOVINE br 100/04. *Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o prostornom uređenju*. Zagreb: Narodne novine d.d.

TOMAŠIĆ, I. 2007. *Primijenjena geologija*. Skripta. Zagreb: Rudarsko-geološko naftni fakultet, str. 15-16, 23-24, 33-34