

# Upotreba prirodnog kamena u eksterijeru grada Sveti Ivan Zelina

---

Lisičak, Mihael

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:201441>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Prijediplomski studij geološkog inženjerstva

**UPOTREBA PRIRODNOG KAMENA U EKSTERIJERU  
GRADA SVETI IVAN ZELINA**

Završni rad

Mihael Lisičak  
G2226

Zagreb, 2024



KLASA: 602-01/24-01/71  
URBROJ: 251-70-14-24-2  
U Zagrebu, 03.09.2024.

Mihael Lisičak, student

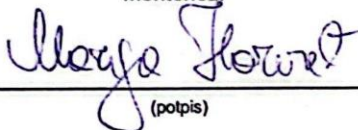
## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/24-01/71, URBROJ: 251-70-14-24-1 od 15.05.2024. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

### UPOTREBA PRIRODNOG KAMENA U EKSTERIJERU GRADA SVETI IVAN ZELINA

Za mentoricu ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada izv.prof.dr.sc. Marija Horvat nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

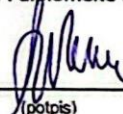
Mentorica:

  
(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Marija Horvat

(titula, ime i prezime)

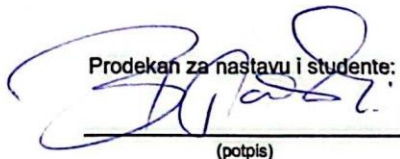
Predsjednica povjerenstva za  
završne i diplomске ispite:

  
(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Ana Maričić

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

  
(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje  
Pašić

(titula, ime i prezime)

Upotreba prirodnog kamena u eksterijeru grada Sveti Ivan Zelina

Mihael Lisičak

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb i  
Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju Saschova 2, 10 000 Zagreb  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U gradu Sveti Ivan Zelina izabrano je sedam lokaliteta na kojima je ugrađen prirodni kamen u eksterijeru. Na izabranim lokalitetima određen je ugrađeni kameni varijetet prema genetskoj klasifikaciji, makroskopski su određeni minerali koji izgrađuju kamen, njegova struktura i tekstura, opisana oštećenja (mehanička i kemijska), te ocijenjena vremenska postojanost kamena. Na izabranim lokalitetima ugrađeni su silikatni (granit) i karbonatni (biokalkarenit, vapnenac, gnajs, travertin) kameni varijeteti. Na opisanim lokalitetima kameni varijeteti su ugrađeni kao horizontalna i/ili vertikalna konstrukcija: obloge zidova, gazišta (stepenica), spomenika, grobnica, te klupčica na ogradi.

Ključne riječi: petrografski sklop, struktura i tekstura, karbonatni i silikatni kamen, eksterijer, grad Sveti Ivan Zelina

Završni rad sadrži: 34 stranice, 21 slika i 9 reference.

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentori: *naslovna* izv. prof. dr. sc. Marija Horvat, RGNF i HGI

Ocjenjivači: *naslovna* izv. prof. dr.sc. Marija Horvat, RGNF i HGI  
izv. prof. dr. sc. Ana Maričić, RGNF  
izv. prof. dr. sc. Uroš Barudžija, RGNF

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PRIRODNI KAMEN</b> .....	<b>2</b>
2.1. Općenito o prirodnom kamenu .....	2
2.2. Hrvatski normativni dokumenti za prirodni kamen .....	3
2.3. Podjela prirodnog kamena .....	3
<b>3. PRIRODNI KAMEN U EKSTERIJERU GRADA SVETI IVAN ZELINA</b> .....	<b>4</b>
3.1. Muzej Sveti Ivan Zelina.....	4
3.2. Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina.....	8
3.3. Spomenik Milutinu Baraču .....	13
3.4. Spomenik Dragutinu Domjaniću .....	16
3.5. Groblje Križevčec.....	20
3.6. Kapelica Svetog Vida Hrnjanec .....	24
3.7. Stambena kuća Goričica.....	28
<b>4. VREMENSKA POSTOJANOST KAMENA NA IZABRANIM LOKALITETIMA</b> .....	<b>32</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>33</b>
<b>6. POPIS LITERATURE</b> .....	<b>34</b>

## POPIS SLIKA

Slika 3-1 Muzej Sveti Ivan Zelina, osnovan 1988. godine. ....	5
Slika 3-2 Prednji zid Muzeja Sveti Ivan Zelina, obložen kamenim pločama biokalkarenita. ....	6
Slika 3-3 Detalj kamene ploče prednjeg zida Muzeja Sveti Ivan Zelina. Vidljiva je laminacija uvjetovana različitom veličinom zrna. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. ....	7
Slika 3-4 Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina. Stepenice su obložene granitom s ružičastim alkalijским feldspatima, dok je prilaz popločen svijetlim varijetetom granita i kamenim pločama vapnenca. ....	9
Slika 3-5 Krupni prikaz dvaju kamenih varijeteta granita (ružičastog varijeteta-lijevo i bijelosiivog varijeteta-desno) stepenica sportske dvorane Sveti Ivan Zelina. ....	10
Slika 3-6 Prednji pogled na stepenice sportske dvorane Sveti Ivan Zelina. Na granitu s ružičastim alkalijским feldspatima vidljivo je iscvjetavanje soli i mehanička oštećenja. ...	11
Slika 3-7 Detalj varijeteta granita s ružičastim alkalijским feldspatima. Stepenice sportske dvorane Sveti Ivan Zelina s vidljivim mineralima kvarca, alkalijskog feldspata i biotita. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. ....	12
Slika 3-8 Spomenik Milutinu Baraču na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini. ....	14
Slika 3-9 Detalj varijeteta granita od kojeg je izgrađen spomenik Milutinu Baraču na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini, vidljivi minerali kvarca, feldspata i biotita. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. ....	15
Slika 3-10 Spomenik Dragutinu Domjaniću na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini. ....	17
Slika 3-11 Detalj rudistnog vapnenca od kojeg je izgrađen spomenik Dragutinu Domjaniću na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. .	18
Slika 3-12 Uvećani prikaz kontakta dviju različito obrađenih ploča vapnenca od kojeg je izgrađen spomenik Dragutinu Domjaniću na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14cm. ....	19
Slika 3-13 Grobnica na lokalnom groblju Križevčec, gdje je korišten migmatit. ....	21
Slika 3-14 Prednji pogled na grobnicu lokalnog groblja Križevčec, gdje se na kamenim pločama vidi izmjena leukokratskih i melanokratskih lamina u migmatitu. ....	22
Slika 3-15 Detalj kamenog varijeteta gnajsa (migmatita) od kojeg je izgrađena grobnica na lokalnom groblju Križevčec. Zrna smeđkasto-crvene boje su granati. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. ....	23

Slika 3-16 Kapelica Svetog Vida u Hrnjancu. Kameni varijetet granita korišten kao dekorativni element na ogradi oko kapelice. ....	25
Slika 3-17 Uvećani prikaz kamene klupčice granita na ogradi oko kapelice Svetog Vida u Hrnjancu. ....	26
Slika 3-18 Detalj kamene ploče granita, na ogradi oko kapelice Svetog Vida u Hrnjancu, s vidljivim mineralima ružičastog alkalijskog feldspata, bijelog plagioklasa, sivog kvarca i crnog biotita. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. ....	27
Slika 3-19 Stambena kuća u naselju Goričica, kojoj su temelji i stupovi obloženi travertinom. ....	29
Slika 3-20 Prednji pogled na stup obložen travertinom, u sklopu stambene kuće u naselju Goričica, s vidljivom zonom kapilarnog upijanja.....	30
Slika 3-21 Detalj kamene ploče travertina korištene u oblaganju stambene kuće u naselju Goričica. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm. ....	31

## **1. UVOD**

Kamen je jedno od najstarijih konstrukcijskih gradiva poznatih čovjeku, bilo da se radi o upotrijebljenom kamenu kao alatki, oružju ili u graditeljstvu (Crnković i Šarić, 2003.). Prema primjeni, kamen klasificiramo kao prirodni kamen (arhitektonsko-građevni kamen) i tehničko-građevni kamen. Prirodni kamen koristi se u obliku rezanih ploča i blokova, a prilikom ugradnje posebno je bitno obratiti pažnju na samu dekorativnost odabranog materijala. Prirodni kamen zadovoljavajuće estetske vrijednosti, po dekorativnom kriteriju, može se koristiti u različite svrhe prilikom ugradnje, bilo da se radi o zidovima, podovima, ogradama i slično. Upravo to je i tema ovog završnog rada: pobliže istražiti upotrebu prirodnog kamena u eksterijeru grada Sveti Ivan Zelina.



## **2. PRIRODNI KAMEN**

### **2.1. Općenito o prirodnom kamenu**

Prirodni kamen je vrlo značajan građevinski materijal koji se dobiva eksploatacijom blokova koje nazivamo monolit. Osnovna zadaća mu je oplemenjivanje životnog prostora i životne sredine (Tomašić, 2006.). Svaki kameni varijetet karakterizira njegov mineralni sastav, struktura i tekstura. Prirodni kamen može biti različitog genetskog podrijetla: magmatskog, metamorfnog ili sedimentnog postanka. Uz pojam prirodnog kamena često se čuje i naziv arhitektonsko-građevni kamen, koji je stari naziv. U svakodnevnom govoru ova dva naziva koriste se kao sinonimi, no međutim u struci je potrebno koristiti termin prirodni kamen, prema odluci europskog odbora za prirodni kamen CEN TC 246 i Odbora za prirodni kamen TO 196 (Državni zavod za norme RH). Blokovi monolita pile se u ploče, te dalje obrađuju brušenjem i poliranjem, čime se ističu mineraloško-petrografska svojstva kamena. Arhitektonsko-građevni kamen odabran i obrađen prema zahtjevima investitora, bez prethodnog ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava, može dovesti do bržeg propadanja kamena i oštećenja na konstrukciji. Vrlo bitno je odrediti mineraloško-petrografski sastav i fizičko-mehanička svojstva svakog varijeteta prije ugradnje, bilo na vertikalnu ili horizontalnu konstrukciju. Sama primjena u graditeljstvu dolazi tek nakon obrade kamena, što uključuje bušenje, cijepanje klinovima, uporabu plamenog i vodenog mlaza, te daljnju tehnološku obradu: brušenje, piljenje, poliranje, pjeskarenje, te obradu plamenom (Crnković i Šarić, 2003.). Paralelno s tim, ispituju se fizičko-mehanička svojstva odabranog kamenog varijeteta, s ciljem njegove dugotrajnosti, to jest rezistentnosti na odabranoj lokaciji ugradnje. Ovisno o samim uvjetima primjene kamena, različita svojstva dolaze do izražaja pod uvjetima da kamen mora zadovoljiti propisane norme i kriterije za prirodan kamen (Crnković i Šarić, 2003.). Norme uključuju točno određeno propisane dimenzije i ostala svojstva kamena koja moraju biti zadovoljena na određenoj, prihvatljivoj razini; uz to sadrže i propisane radnje obrade kamena i načine postavljanja. Norme koje to sadrže nalaze se u Normoteci Hrvatskog zavoda za norme (HZN, 2024.) i odobrene su od strane Tehničkog odbora za prirodni kamen TO 196.

## **2.2. Hrvatski normativni dokumenti za prirodni kamen**

Normativni dokumenti korišteni u ovom završnom radu preuzeti su sa službene stranice Hrvatskog zavoda za norme (HZN). HZN je javna ustanova osnovana kao nacionalno normirno tijelo Republike Hrvatske, a na samoj stranici nalazi se arhiva koja sadrži preko 35 000 odobrenih međunarodnih i europskih normi. Po definiciji, norma je dokument donesen konsenzusom i odobren od priznatog tijela, koji za opću i višekratnu uporabu daje pravila, upute ili značajke za djelatnosti ili njihove rezultate s ciljem postizanja najboljeg stupnja uređenosti u danome kontekstu.

Norme za ispitivanje prirodnog kamena dostupne su na web stranici: <https://www.hzn.hr/>, a za rad su konzultirane sljedeće:

1. HRN EN 12326-1:2014 Škriljavac i prirodni kamen za preklopno pokrivanje krovova i vanjsko oblaganje zidova – 1. dio: Specifikacija proizvoda (EN 12326-1:2014)
2. HRN EN 12326-2:2011 Škriljavac i prirodni kamen za preklopno pokrivanje krovova i vanjsko oblaganje zidova – 2. dio: Metode ispitivanja škriljavca i škriljavca sa sadržajem karbonata (EN 12326-2:2011)
3. HRN EN 12440:2017 Prirodni kamen – Kriteriji za utvrđivanje nazivlja (EN 12440:2017)
4. HRN EN 12670:2019 Prirodni kamen – Nazivlje (EN 12670:2019)
5. HRN EN 1467:2022 Prirodni kamen – Sirovi blokovi – Zahtjevi (EN 1467:2022)
6. HRN EN 1468:2022 Prirodni kamen – Sirove ploče – Zahtjevi (EN 1468:2022)

## **2.3. Podjela prirodnog kamena**

Postoji mnogo klasifikacija za kategorizaciju kamena. Osim genetske, već spomenute, kamen se po svom sastavu može podijeliti u dvije velike skupine: kamen karbonatnog i kamen silikatnog sastava. Nadalje na tržištu, razlikuju se graniti i mramori. U granitsku skupinu spadaju stijene silikatnog sastava, magmatskog i metamorfnog postanka: granit, sijenit, diorit, dijabaz, gabro, labradorit, gnajs, amfibolit i kvarcit. U drugu skupinu, odnosno u skupinu mramora, spadaju sedimentne stijene i stijene metamorfnog podrijetla, karbonatnog sastava, a to su: vapnenac, dolomit, dolomitizirani vapnenac, pješčenjak, travertin, kalcitni i dolomitni mramor. Odabiru kamenog varijeteta bilo za eksterijer ili interijer kao što je ranije već spomenuto trebalo bi prethoditi detaljno ispitivanje mineraloško-petrografskog sastava i fizičko-mehaničkih svojstava izabranog kamenog varijeteta.

### 3. PRIRODNI KAMEN U EKSTERIJERU GRADA SVETI IVAN ZELINA

Kao što je već spomenuto u samom početku, u okviru ovog završnog rada prikazat će se uporaba prirodnog kamena u eksterijeru grada Sveti Ivan Zelina. Odabrano je sedam lokaliteta za detaljan opis upotrijebljenog kamenog varijeteta i načina ugradnje. Izabrani su sljedeći lokaliteti: 1. Muzej Sveti Ivan Zelina, 2. Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina, 3. Spomenik Milutinu Baraču, 4. Spomenik Dragutinu Domjaniću, 5. Lokalno groblje naselja Križevčec, 6. Kapelica Svetog Vida, 7. Stambena kuća u naselju Goričica.

#### 3.1. Muzej Sveti Ivan Zelina

Prvi odabrani lokalitet je Muzej Sveti Ivan Zelina (Slika 3-1). Muzej je osnovan 1988. godine. Nalazi se u centru grada, u zgradi koju je projektirao hrvatski arhitekt Stjepan Planić 1951. godine. Na spomenutoj lokaciji, kamen je ugrađen kao obloga na fasadi, mehanički je obrađen, što je vidljivo u reljefnoj površini, a varijetet kamena jest **biokalkarenit** (litotamnijski pješčenjak). Radi se o sedimentnoj stijeni, kamenu karbonatnog sastava; homogene teksture i krupnozrnate strukture (Slika 3-2). Kamene ploče na zidu su u cijelosti očuvane, bez vidljivih deformacija ili oštećenja bilo kakvog oblika, pa čak i one ploče na dnu samog zida, koje su u kontaktu s asfaltnom podlogom. Vidljiva je laminacija uvjetovana različitom veličinom zrna, odnosno kamen ima teksturnu anizotropiju (Slika 3-3). Budući da se u ovom slučaju radi o zidovima muzeja, поближе prednjem zidu, kamen je korišten u vertikalnoj konstrukciji, bez vidljivih razmaka između ploča i zida i sa vidljivim fugama između samih ploča, što ukazuje na cementiranje prilikom ugradnje (Slika 3-2). Na tržištu ovaj kamen spada u skupinu mramora.



Slika 3-1 Muzej Sveti Ivan Zelina, osnovan 1988. godine.



**Slika 3-2** Prednji zid Muzeja Sveti Ivan Zelina, obložen kamenim pločama biokalkarenita.



**Slika 3-3** Detalj kamene ploče prednjeg zida Muzeja Sveti Ivan Zelina. Vidljiva je laminacija uvjetovana različitom veličinom zrna. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.

### 3.2. Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina

Drugi izabrani lokalitet je Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina. Kod ovog lokaliteta, radi se o gazištu ispred sportske dvorane grada Sveti Ivan Zelina (Slika 3-4). Zanimljivo je da se radi o dva kamena varijeteta iste stijene koji su obrađeni paljenjem, i još jednom varijetetu koji je poliran (Slika 3-5). Prvi varijetet je ružičaste boje, dok je drugi svjetliji, i nešto grublje teksture. Treći varijetet je „prljavo bijele“ boje. Prva dva varijeteta su kamen magmatskog postanka i silikatnog sastava, a treći varijetet je kamen sedimentnog podrijetla i karbonatnog sastava. Na slici 3-5 vidljiva su oba silikatna varijeteta. Jedan sa kristalima ružičastog alkalijskog feldspata (lijevo), odnosno bijelog feldspata u svjetlijem varijetetu (desno), zatim kristali kvarca i znatno sitniji udjeli crnih listića biotita u oba varijeteta. I jedan i drugi varijetet imaju homogenu teksturu i zrnatu strukturu, pri čemu su dimenzije kristala feldspata i kvarca razmjerno veće od listića biotita. Oba varijeteta imaju tipičnu petrografsku građu **granita**. Kamen je obrađen tehnikom paljenja. Budući da se radi o vanjskom gazištu, vidljivi su brojni utjecaji atmosferilija i okoline. Počevši od najprimjetljivijeg iscjetavanja soli (Slika 3-6), koje je vidljivo na većini prednjih dijelova stepenica. Osim toga, na rubovima je vidljiva biokolonizacija mahovine, posebno na nižim stepenicama. Rukohvat koji se nalazi po sredini stepenica (Slika 3-6), izrađen je od željeza, koje je zbog utjecaja vremenskih uvjeta podložan koroziji. Upravo zbog toga na mjestima gdje rukohvat dodiruje kamen, vidljive su smeđe fleke izazvane curenjem same hrđe sa željeza. Osim toga neke stepenice su mehanički oštećene, vrlo vjerojatno na način da su se dijelovi kamenih ploča s vremenom odlijepili, a neke su i jasno slomljene. Ovi kameni varijeteti se na tržištu klasificiraju u skupinu granita.

Podest prije stepenica popločen je kvadratnim pločama vapnenca i svjetlijeg granita (Slika 3-4). Kamene ploče vapnenca su mehanički oštećene s vidljivim pukotinama.



**Slika 3-4** Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina. Stepenice su obložene granitom s ružičastim alkalijskim feldspatima, dok je prilaz popločen svijetlim varijetetom granita i kamenim pločama vapnenca.





**Slika 3-5** Krupni prikaz dvaju kamenih varijeteta granita (ružičastog varijeteta-lijevo i bijelo-sivog varijeteta-desno) stepenica sportske dvorane Sveti Ivan Zelina.



**Slika 3-6** Prednji pogled na stepenice sportske dvorane Sveti Ivan Zelina. Na granitu s ružičastim alkalijskim feldspatima vidljivo je iscvtavanje soli i mehanička oštećenja.



**Slika 3-7** Detalj varijeteta granita s ružičastim alkalijskim feldspatima. Stepenice sportske dvorane Sveti Ivan Zelina s vidljivim mineralima kvarca, alkalijskog feldspata i biotita. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.

### 3.3. Spomenik Milutinu Baraču

Treći izabrani lokalitet je spomenik Milutinu Baraču, ispred gradske vijećnice. Milutin Barač bio je kemičar i prvi direktor rafinerije nafte pogona u Rijeci, tadašnje najveće rafinerije u Europi, Rafinerija kamenog ulja d.d u Budimpešti. Živio je od 1849. do 1938. godine. Sam spomenik nalazi se u parku, ispred gradske vijećnice, na trgu Ante Starčevića grada Svetog Ivana Zeline (Slika 3-8), a podignut je 2015. godine. Na lokalitetu vidljivo je ugrađena jedna vrsta kamenog varijeteta (Slika 3-9). Postolje je detalj kamena od kojeg je izgrađen spomenik. Radi se o stijeni magmatskog postanka, silikatnog sastava. Kamen ima homogenu teksturu i zrnate je strukture, u svojem petrografskom sastavu sadrži primarno kvarc i feldspat te listiće biotita. Sadržaj biotita je podjednak sadržaju leukokratskih minerala. Na temelju sastava i strukture zaključak je da se radi o **granitu (granodioritu)**. Betonski stup obložen je poliranim pločama granodiorita. Što se tiče ostalih svojstva, kamen je vrlo svjež i očuvan; ne postoji nikakva vidljiva deformacija ili fizičko oštećenje, a ovakva vrsta kamena nema teksturnu anizotropiju. Voda se nakon kiše kratko zadržava, nema vidljive zone kapilarnog upijanja. Budući da se radi o spomeniku, kamen je korišten u vertikalnoj konstrukciji, čineći stup na kojem se nalazi kip Milutina Barača. Na tržištu ovakav kamen spada u skupinu granita.



**Slika 3-8** Spomenik Milutinu Baraču na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini.



**Slika 3-9** Detalj varijeteta granita od kojeg je izgrađen spomenik Milutinu Baraču na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini, vidljivi minerali kvarca, feldspata i biotita. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.

### 3.4. Spomenik Dragutinu Domjaniću

Četvrti izabrani lokalitet je spomenik Dragutinu Domjaniću, koji se nalazi do spomenika Milutinu Baraču, ispred gradske vijećnice, a podignut je 2011. godine (Slika 3-10). Dragutin Domjanić bio je hrvatski pravnik i pjesnik. Živio je u razdoblju od 1875. do 1933. godine. Izgrađen je od jednog kamenog varijeteta (Slika 3-11). Prema genetskoj klasifikaciji, radi se o sedimentnoj stijeni karbonatnog sastava. Kamen ima homogenu teksturu, a mineralni sastav je teško raspoznati golim okom, međutim svakako je vidljivo da se radi o dominaciji zdrobljenog kršja rudista uz pojavu i većih fragmenata rudista, što upućuje na to da se radi o **vapnencu**. Kamene ploče su obrađene na dva različita načina, gornja ploča je polirana, a ploče koje okružuju stup su obrađene mehanički, čime se dobiva vidljiva tekstura (Slika 3-12). Ploče nisu oštećene, cijele su i potpuno očuvane sa svih strana. Boja je također postojana, ali se vidi promjena, odnosno potamnjenje boje kamena na desnoj strani. Uz to, vidljivo je kako je donji rub, na samom kontaktu sa podlogom, u ovo slučaju zemljom, potamnio (zona kapilarnog upijanja) (Slika 3-10). Teksturane anizotropije niti bilo kakvih mrlja po površini nema, a same ploče su potpuno cijele i neoštećene. Budući da se radi o primjeni kamena u svrhu oblaganja postolja za kip, kamen je ugrađen vertikalno, u obliku rezanih kamenih ploča koje su lijepljene cementom. Na tržištu ovakav kamen spada u skupinu mramora.



Slika 3-10 Spomenik Dragutinu Domjaniću na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini.





**Slika 3-11** Detalj rudistnog vapneca od kojeg je izgrađen spomenik Dragutinu Domjaniću na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.



**Slika 3-12** Uvećani prikaz kontakta dviju različito obrađenih ploča vapnenca od kojeg je izgrađen spomenik Dragutinu Domjaniću na trgu Ante Starčevića u Svetom Ivanu Zelini. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14cm.

### 3.5. Groblje Križevčec

Peti izabrani lokalitet je jedna grobnica lokalnog groblja, u naselju Križevčec (Slika 3-13). Groblje se nalazi van samog centra grada Svetog Ivana Zelina, na udaljenosti od nekoliko kilometara. Na ovoj grobnici ugrađen je samo jedan kameni varijetet, istovremeno i u vertikalnoj i horizontalnoj konstrukciji (Slika 3-14). Prema genetskoj klasifikaciji, radi se o metamorfnoj stijeni, odnosno o kamenu silikatnog sastava. U mineralnom sastavu, vidljivi su bezbojni kristali kvarca, tipični za silikatni sastav, a osim kvarca, u sastavu su vidljivi i smečkasto-crveni granati (Slika 3-15) i crni mineral najvjerojatnije biotit. Makroskopski gledano, radi se od **gnajsu**, odnosno migmatitu, u obliku ploča obrađenih tehnikom poliranja, visoke dekorativnosti te visokog sjaja. Vidljiva je i izmjena crnih i bijelih lamina, što također ukazuje na to da se radi o gnajsu (Slika 3-13). Neke ploče su zakrivljenih rubova, što se ostvaruje rezanjem na specifičan način, s velikom preciznošću (Slika 3-13). Na kamenu nema nikakvih vidljivih oštećenja, a posjeduje teksturnu anizotropiju u obliku škrljavosti. Također, na svim kamenim pločama nema vidljivih mrlja po površini, nema promjene boje kamena, niti iscvjetavanja soli, uz potpunu očuvanost. Kamene ploče su ugrađene tehnikom cementiranja, te su u horizontalnoj konstrukciji na podu odrađene u obliku manjih ploča između kojih su vidljive fuge (Slika 3-13), što također ukazuje na cementiranje prilikom ugradnje. Ovakav kamen na tržištu spada u skupinu granita.



Slika 3-13 Grobnica na lokalnom groblju Križevčec, gdje je korišten migmatit.



**Slika 3-14** Prednji pogled na grobnicu lokalnog groblja Križevčec, gdje se na kamenim pločama vidi izmjena leukokratskih i melanokratskih lamina u migmatitu.



**Slika 3-15** Detalj kamenog varijeteta gnajsa (migmatita) od kojeg je izgrađena grobnica na lokalnom groblju Križevčec. Zrna smeđkasto-crvene boje su granati. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.

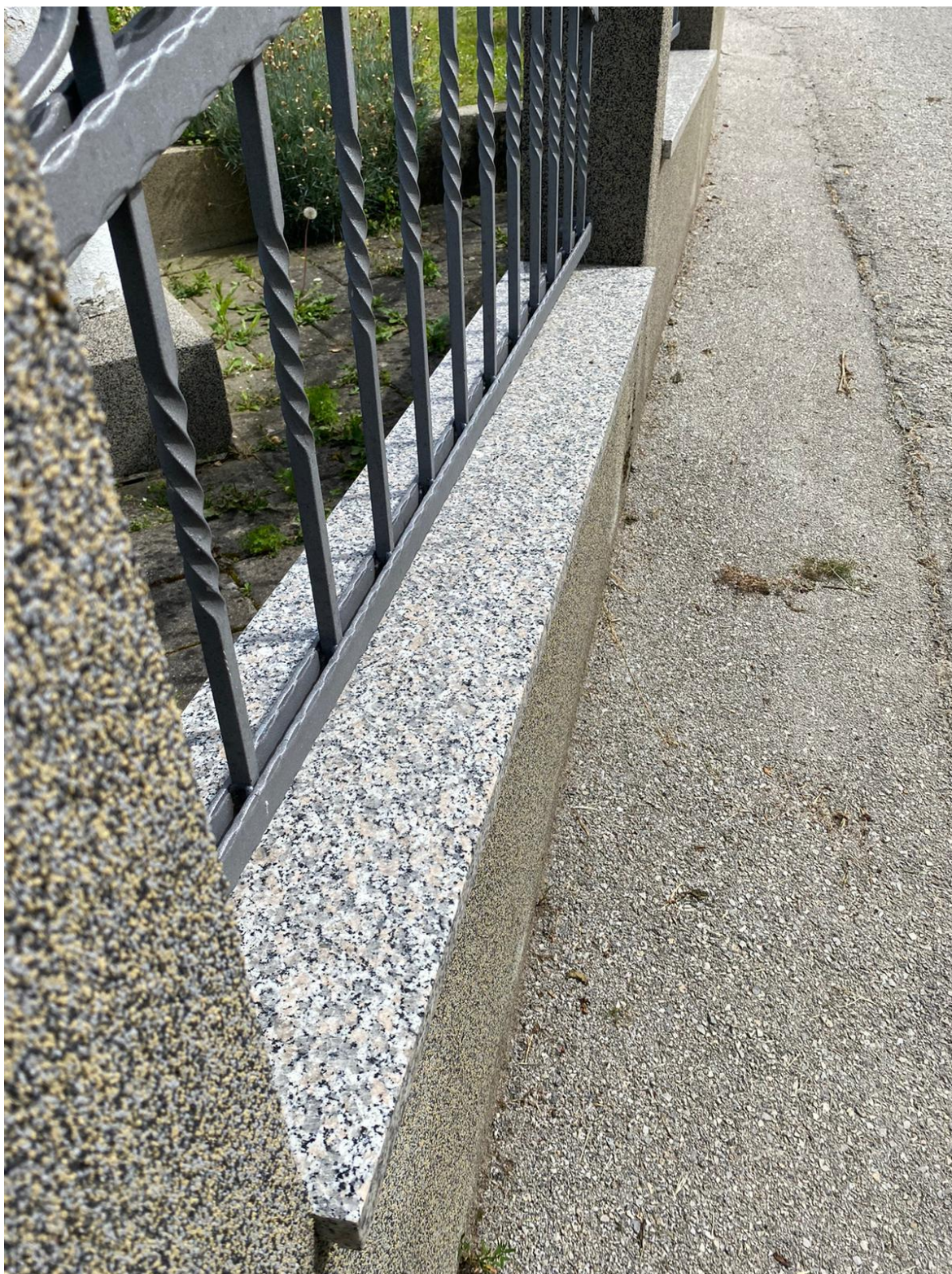
### 3.6. Kapelica Svetog Vida Hrnjanec

Šesti izabrani lokalitet je kapelica Svetog Vida u naselju Hrnjanec udaljenom nekoliko kilometara od centra grada (Slika 3-16). Na ovom lokalitetu, ugrađen je kameni varijetet samo na jednom mjestu - ogradi oko kapelice, u horizontalnoj konstrukciji, u obliku klupčica na ogradi (Slika 3-17). Prema genetskoj klasifikaciji, riječ je o magmatskoj stijeni silikatnog sastava. U mineralnom sastavu kamena prevladavaju plagioklas i alkalijski feldspat, a sadrži i znatne udjele kvarca, te crnih listića biotita u manjim količinama (Slika 3-18). Veličina zrna varira, počevši od najvećih zrna alkalijskog feldspata, zatim zrna kvarca i plagioklasa, pa do najmanjih listića biotita. Radi se o kamenu homogene teksture i zrnate strukture, a naziv ovakvog varijeteta je **granit**. Kamene klupčice obrađene su tehnikom poliranja, a od ostalih fizičkih svojstava, boja je nepromijenjena, nema nikakvih vidljivih oštećenja ili trošenja, te također nema teksturne anizotropije. Ugradnja kamena izvedena je u horizontalnoj konstrukciji, u obliku poliranih ploča, koje su cementirane na umjetno izgrađenu bazu, odnosno okvir ograde koja je ukrašena tehnikom prskanja (Slika 3-17). Na mjestima dodira ploča s umjetnim materijalom također ne postoji nikakva vidljiva reakcija, niti biokolonizacija između ta dva materijala. Ovakva vrsta kamena na tržištu spada u skupinu granita.

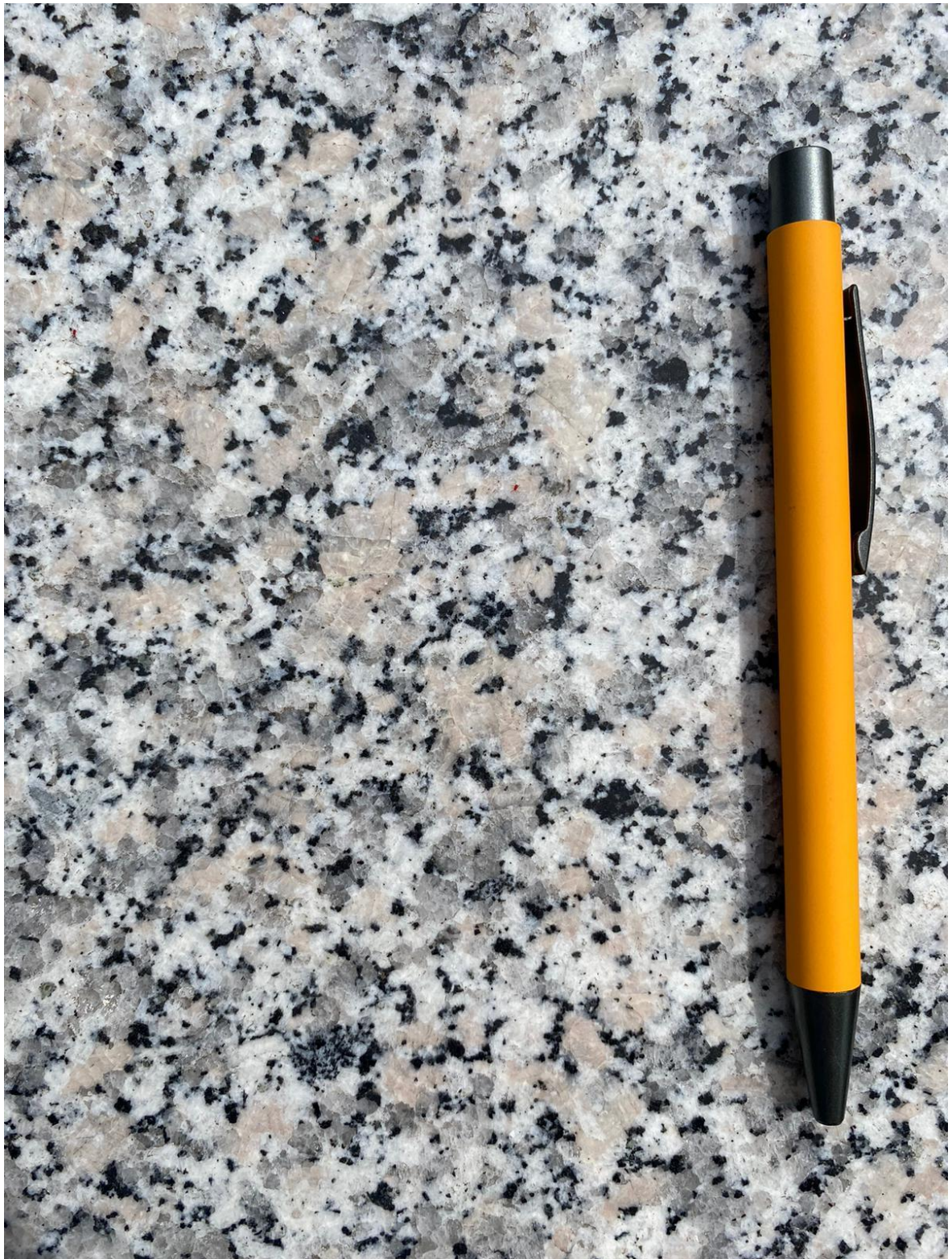


**Slika 3-16** Kapelica Svetog Vida u Hrnjancu. Kameni varijetet granita korišten kao dekorativni element na ogradi oko kapelice.





**Slika 3-17** Uvećani prikaz kamene klupčice granita na ogradi oko kapelice Svetog Vida u Hrnjancu.



**Slika 3-18** Detalj kamene ploče granita, na ogradi oko kapelice Svetog Vida u Hrnjancu, s vidljivim mineralima ružičastog alkalijskog feldspata, bijelog plagioklasa, sivog kvarca i crnog biotita. Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.

### 3.7. Stambena kuća Goričica

Sedmi izabrani lokalitet je stambena kuća u naselju Goričica, udaljenom nekoliko kilometara od centra grada Sveti Ivan Zelina. Na lokalitetu, ugrađen je jedan kameni varijetet u temeljima kuće i kao obloga na dva stupa (Slika 3-19). Radi se o sedimentnoj stijeni karbonatnog sastava, homogene teksture i porozne strukture. U kamenu su vidljivi dominantni udjeli minerala kalcita, karakterizirani svjetlijim tonovima. Osim toga, vidljive su polupravilne šare i šupljine po površini, koje ukazuju na to da se radi o **travertinu**. Kamen je poliran, ima visoku razinu dekorativnosti, a uz to nema nikakvih oštećenja po svojoj površini. Ima teksturnu anizotropiju i vidljivu zonu kapilarnog upijanja. Ugradnja na stupu izvedena je paralelno teksturnoj anizotropiji, odnosno kamen je pravilno orijentiran paralelno s njom (Slika 3-20). Ovakav način ugradnje omogućuje kretanje vode kroz kamen, te onemogućuje zadržavanje vodu unutar samog kamena. Ugradnja na donjem dijelu zidova, u temeljima kuće, izvedena je okomito na teksturnu anizotropiju, vjerojatno zbog estetskih razloga i lakše ugradnje. Kamen je ugrađen u obliku ploča cementiranih na dio kućnih zidova i potpornog stupa, u vertikalnoj konstrukciji. Osim toga, na kamenim pločama se ne uočavaju nikakve promjene, a ploče su u cijelosti očuvane i postojane, ali s vidljivom zonom kapilarnog upijanja (Slike 3-19, 3-20). Ovakva vrsta kamena na tržištu spada u skupinu mramora.



**Slika 3-19** Stambena kuća u naselju Goričica, kojoj su temelji i stupovi obloženi travertinom.



**Slika 3-20** Prednji pogled na stup obložen travertinom, u sklopu stambene kuće u naselju Goričica, s vidljivom zonom kapilarnog upijanja.



**Slika 3-21** Detalj kamene ploče travertina korištene u oblaganju stambene kuće u naselju Goričica.  
Mjerilo: kemijska olovka duljine 14 cm.

#### **4. VREMENSKA POSTOJANOST KAMENA NA IZABRANIM LOKALITETIMA**

Kako bismo mogli govoriti o postojanosti kamena, prvo je bitno shvatiti definiciju same vremenske postojanosti, budući da je poznavanje iste preduvjet za procjenu primjene kamena. Vremenska postojanost kamena je njegova otpornost prema fizičkom i kemijskom trošenju izazvanom egzogenim čimbenicima koji djeluju na kamen nakon ugradnje (Tomašić, 2006.). Različiti čimbenici različito djeluju na kamen, tako kemijski čimbenici mijenjaju sami kemizam kamena te njegov mineralni sastav, dok fizički čimbenici utječu na fizičko raspadanje kamena. Prije razmatranja različitih čimbenika, bitno je uzeti u obzir činjenicu da silikatni i karbonatni kameni varijeteti nemaju istu vremensku postojanost, odnosno različito se ponašaju i reaguju na kemijske i fizičke čimbenike propadanja.

Osnovni čimbenici kemijskog propadanja kamena su kišnica i atmosfera, odnosno razlika čiste prirodne i industrijske urbane sredine. Jedno je povezano s drugim, pa tako koncentracija ugljičnog dioksida, koja je znatno veća u urbanim sredinama, smanjuje pH vrijednost kiše, čineći ju kiselijom i destruktivnijom za kamene varijetete koji sadrže kalcit i ostale karbonatne minerale. Osnovni čimbenici fizikalnog oštećenja kamena su vlaga, prije svega iz zraka, a zatim vlaga atmosfere i vlaga iz tla, te također topive soli, koje se vidi i na površini kamena u obliku eflorescencije, odnosno iscvjetavanja soli (Tomašić, 2006.).

Na izabranim lokalitetima, vidljivo je kako su karbonatni varijeteti znatno više trošeni od onih silikatnih. Neke je bitno spomenuti zasebno, a to su prije svega prvi lokalitet Muzej Sveti Ivan Zelina, gdje je vidljiva poroznost karbonatnog kamena, kao i travertin na dijelovima stambene kuće u naselju Goričica, s vidljivom zonom kapilarnog upijanja. Na drugom lokalitetu, Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina, vidljivo je iscvjetavanje soli te pojava mahovine, što je pokazatelj biološkog utjecaja na kamen a i kamen je pretrpio mehanička oštećenja. Od ostalih varijeteta na lokalitetima, a to su: granit na spomeniku Milutina Barača, vapnenac na spomeniku Dragutina Domjanića, gnajs odnosno migmatit na grobnici lokalnog groblja Križevčec i granit na klupčicama ograde kapelice Svetog Vida. Kamene varijetete su uglavnom svježi, bez jasno vidljivih posljedica vremenskih utjecaja. Može se zaključiti da je na lokalitetima grada Sveti Ivan Zelina u eksterijeru puno češće upotrijebljen silikatni kamen nego karbonatni te da se isti pokazao kao puno bolji odabir zbog svoje znatno veće otpornosti na i kemijske i fizikalne čimbenike koji utječu na njegovu vremensku postojanost.

## 5. ZAKLJUČAK

U završnom radu opisani su kameni varijeteti ugrađeni u eksterijer u gradu Svetom Ivanu Zelina. Izabrano je 7 lokaliteta: Muzej Sveti Ivan Zelina, u centru samog grada, gdje je korišten kameni varijetet biokalkarenit na prednjem zidu objekta; Sportska dvorana Sveti Ivan Zelina, gdje su ugrađene granitne ploče na stepenicama u ulazu u dvoranu; Spomenik Milutinu Baraču, ispred gradske vijećnice, gdje je korišten granit u vertikalnoj gradnji; ispred vijećnice grada, Spomenik Dragutinu Domjaniću, gdje je korišten vapnenac; u vertikalnoj gradnji lokalno groblje Križevčec, gdje je korišten gnajs, odnosno migmatit u vertikalnoj i horizontalnoj konstrukciji grobnice; u Kapelici Svetog Vida u okolici Svetog Ivana Zeline, gdje su korištene ploče granita u formi klupčica na dijelovima betonske ograde.; Zadnji odabrani lokalitet je stambena kuća u naselju Goričica, gdje je korišten travertin izveden u horizontalnoj konstrukciji. Iz navedenoga vidimo da su kameni varijeteti korišteni u raznim oblicima, te različitim vrstama primjene, bilo u vertikalnoj ili horizontalnoj konstrukciji. Najčešće korišteni kameni varijetet je granit, što je bilo i za očekivati, budući da granit kao silikatna stijena ima najbolja rezistentna svojstva.



## 6. POPIS LITERATURE

CRNKOVIĆ, B., ŠARIĆ, LJ., 2003. *Građenje prirodnim kamenom*. Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske, str. 380.

*Hrvatski zavod za norme*. URL: <https://www.hzn.hr/>

HZN, 2014. Norma HRN EN 12326-1:2014, Škriljavac i prirodni kamen za preklopno pokrivanje krovova i vanjsko oblaganje zidova -- 1. dio: Specifikacija proizvoda. HZN

HZN, 2011. Norma HRN EN 12326-2:2011, Škriljavac i prirodni kamen za preklopno pokrivanje krovova i vanjsko oblaganje zidova -- 2. dio: Metode ispitivanja škriljavca i škriljavca sa sadržajem karbonata. HZN

HZN, 2017. Norma HRN EN 12440:2017, Prirodni kamen -- Kriteriji za utvrđivanje nazivlja. HZN

HZN, 2019. Norma HRN EN 12670:2019, Prirodni kamen – Nazivlje. HZN

HZN, 2022. Norma HRN EN 1467:2022, Prirodni kamen -- Sirovi blokovi – Zahtjevi. HZN

HZN, 2022. Norma HRN EN 1468:2022, Prirodni kamen -- Sirove ploče – Zahtjevi. HZN

TOMAŠIĆ, I., 2006. *Tehnička petrografija 1*. Skripta za studente geologije. Zagreb: Rudarsko-geološko naftni fakultet, str. 102.