

# Tradicionalno kameno ziđe

---

**Pušić, Paola**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:100157>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Paola Pušić

# TRADICIONALNO KAMENO ZIĐE

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Paola Pušić

# TRADICIONALNO KAMENO ZIĐE

ZAVRŠNI ISPIT

izv. prof. dr. sc. Nikolina Vezilić Strmo

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Paola Pušić

# TRADITIONAL STONE WALLS

FINAL EXAM

izv. prof. dr. sc. Nikolina Vezilić Strmo

Zagreb, 2024.



OBRAZAC 3

POTVRDA O POZITIVNOJ OCJENI PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Student/ica :

Paola Pušić (Ime i prezime)	0082065723 (JMBAG)
--------------------------------	-----------------------

zadovoljio/la je na pisanom dijelu završnog ispita pod naslovom:

Tradicionalno kameno zide  
(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

Traditional stone walls  
(Naslov teme završnog ispita na engleskom jeziku)

i predlaže se provođenje daljnjeg postupka u skladu s Pravilnikom o završnom ispitu i diplomskom radu Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta.

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu znanstvenog projekta: (upisati ako je primjenjivo)

(Naziv projekta, šifra projekta, voditelj projekta)

Pisani dio završnog ispita izrađen je u sklopu stručne prakse na Fakultetu: (upisati ako je primjenjivo)

(Ime poslodavca, datum početka i kraja stručne prakse)

Datum: 26.8.2024.

Mentor: izv.prof.dr.sc. Nikolina Vezilić Strmo

Potpis mentora: *Nezlić Strmo*

Komentor:



OBRAZAC 5

IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Ja :

Paola Pušić, 0082065723

(Ime i prezime, JMBAG)

student/ica Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta ovim putem izjavljujem da je moj pisani dio završnog ispita pod naslovom:

Tradicionalno kameno ziđe

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio/la drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

27.08.2024.

Potpis:

*Pušić Paola*



OBRAZAC 6

IZJAVA O ODOBRENJU ZA POHRANU I OBJAVU PISANOG DIJELA ZAVRŠNOG ISPITA

Ja :

Paola Pušić, 42374574992

(Ime i prezime, OIB)

ovom izjavom potvrđujem da sam autor/ica predanog pisanog dijela završnog ispita i da sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti odgovara sadržaju dovršenog i obranjenog pisanog dijela završnog ispita pod naslovom:

Tradicionalno kameno ziđe

(Naslov teme završnog ispita na hrvatskom jeziku)

koji je izrađen na sveučilišnom prijediplomskom studiju Građevinarstvo Sveučilišta u Zagrebu Građevinskog fakulteta pod mentorstvom:

izv.prof.dr.sc. Nikolina Vezilić Strmo

(Ime i prezime mentora)

i obranjen dana:

03.09.2024.

(Datum obrane)

Suglasan/suglasna sam da pisani dio završnog ispita bude javno dostupan, te da se trajno pohrani u digitalnom repozitoriju Građevinskog fakulteta, repozitoriju Sveučilišta u Zagrebu te nacionalnom repozitoriju.

Datum:

27.08.2024.

Potpis:

*Pušić Paola*

## SAŽETAK

Kamen se smatra jednim od najstarijih materijala za građenje. Njegove karakteristike kao što su trajnost, estetika i raznovrsna upotreba čine ga vrlo cijenjenim u građevinarstvu. Ovaj završni rad istražuje tradicionalno kameno zide u zgradarstvu. Posebno su objašnjene karakteristike zida te načini i uvjeti njegove izvedbe. Prije toga definiran je pojam kamena i povijest njegove primjene. Ukratko je objašnjen postupak dobivanja kamena iz kamenoloma, a zatim su objašnjena najznačajnija fizikalno – mehanička svojstva kamena kao gradivnog materijala koja ga čine jedinstvenim. Svojstva kamena ovise o vrsti kamena koja se koristi, zato je dan pregled podjele kamena prema nekoliko kriterija. Na kraju rada obrađeno je nekoliko primjera na kojima je prikazana primjena kamena kao konstruktivnog elementa.

**Ključne riječi:** kamen; vrste kamena; svojstva kamena; kameno zide; zidanje kamenom



## SUMMARY

Stone is considered one of the oldest building materials. Its characteristics such as durability, aesthetics and its various uses make it highly valuable in construction. This final paper aims to analyse traditional stone walls in buildings. In particular, the characteristics of the walls, the methods and the conditions of their construction are explained. The concept of stone and the history of its usage are defined, followed by a brief explanation of the process of stone extraction from quarries, then the most significant physical and mechanical properties of stone as a building material that make it unique, are explained. Since the properties of stone are determined by the type of stone used, an overview of how types of stone are divided amongst several criteria will be included. At the end of the paper several examples are presented that show the application of stone as a constructive element.

**Key words:** stone; types of stone; stone properties; stone walls; stone masonry

## SADRŽAJ

<b>SAŽETAK</b> .....	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ii</b>
<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>iii</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. POVIJEST PRIMJENE KAMENA</b> .....	<b>2</b>
<b>3. KAMEN</b> .....	<b>4</b>
3.1. Eksploatacija kamena.....	4
3.2. Mineralni sastav .....	7
3.3. Fizikalno – mehanička svojstva kamena .....	7
3.3.1. Fizikalna svojstva .....	7
3.3.2. Mehanička svojstva .....	8
3.3.3. Toplinska svojstva.....	10
3.3.4. Trajnost kamena.....	10
3.3.4.1. Utjecaji na trajnost kamena.....	10
<b>4. VRSTE KAMENA</b> .....	<b>12</b>
4.1. Vrste kamena po postanku.....	12
4.1.1. Eruptivni kamen.....	12
4.1.2. Sedimentni kamen .....	13
4.1.3. Metamorfni kamen .....	14
4.2. Vrste kamena prema stupnju obrade .....	15
4.2.1. Lomljeni kamen.....	15
4.2.2. Obrađeni kamen.....	15
4.2.3. Drobljeni kamen.....	16
4.3. Vrste obrade vidljivih površina kamena .....	16
<b>5. ZIDOVI OD KAMENA</b> .....	<b>18</b>
5.1. Zidovi od lomljenog kamena.....	18
5.1.1. Zidovi od običnog lomljenog kamena.....	19
5.1.2. Zidovi od pločastog lomljenog kamena .....	20
5.2. Kiklopski zidovi.....	21
5.3. Zidovi od kamena samca.....	22
5.4. Suhozid.....	23

---

5.5.	Zidovi od obrađenog kamena.....	24
5.5.1.	Zidovi od grubo obrađenog kamena.....	24
5.5.2.	Zidovi od fino obrađenog kamena.....	25
5.5.3.	Zidovi od klesanog kamena .....	26
<b>6.</b>	<b>PRIMJERI IZVEDENIH GRAĐEVINA.....</b>	<b>28</b>
6.1.	Wine Museum in Corsica.....	28
6.2.	Social housing in Mallorca.....	30
6.3.	House in Moledo.....	32
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>34</b>
	<b>POPIS LITERATURE .....</b>	<b>35</b>
	<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>40</b>
	<b>POPIS TABLICA.....</b>	<b>42</b>

## 1. UVOD

Ziđe je cjelina koja nastaje naizmjeničnim polaganjem zidnih elemenata na unaprijed određen način koji su povezani mortom kao vezivnim sredstvom koji ih veže u čvrstu cjelinu. Zidni elementi koji se mogu koristiti su opeka ili opekarski blokovi, betonski blokovi te kameni blokovi. Najznačajnija karakteristika ziđa je upravo ta jednostavnost izvedbe. Zbog raznovrsnosti obrade zidnih elemenata te različitih tehnika zidanja mogu se ostvariti raznolike strukture zidanih konstrukcija.

Jedan od prvih materijala korišten za izvedbu zidanih konstrukcija bio je kamen. Kamen se smatra jednim od osnovnih materijala u povijesti uz zemlju i drvo. Kamen je vrlo optimalan izbor kao materijal za građenje zbog svoje strukture i fizikalno – mehaničkih svojstava kao što su čvrstoća na pritisak, otpornost na požar, raznolikost boja i struktura, otpornost na atmosferilije i slično. O njegovoj dugovječnosti i trajnosti svjedoče povijesne građevine koje su preživjele nekoliko tisućljeća.

Pojavom suvremenijih materijala za gradnju kao što su beton, armirani beton te čelik, konstrukcijska funkcija kamena je bivala sve manje u upotrebi. Dobio je novu funkciju, a to je estetika zbog koje je veoma cijenjen u arhitekturi. Tada kamen preuzima dekorativnu ulogu jer oblaganjem vanjskih i unutarnjih površina kamenom pojedincu pruža osjećaj povezanosti s prirodom. Osim estetske funkcije, kamen danas ima veoma važnu ulogu i primjenu u niskogradnji točnije cestogradnji, proizvodnji betona kao kameni agregat te za izradu drugih materijala kao što je mineralna vuna koja se koristi kao toplinska, zvučna i protupožarna izolacija.

U ovom radu posebno je opisano tradicionalno kameno ziđe. Istražena je povijest primjene kamena, fizikalno – mehanička svojstva kamena kao gradiva te vrste, karakteristike i načini izvedbe tradicionalnog kamenog ziđa.

## 2. POVIJEST PRIMJENE KAMENA

Od razdoblja prapovijesti, čovjek se služio kamenom prvenstveno za izradu oružja, alata, nakita te izvedbu nastambi i grobnica. [1] Prva zidana kamena građevina nastala je oko 2670. godine prije Krista. To je stepenasta piramida faraona Djosera (Zosera) od obrađenog kamena koja se nalazi u Egiptu, a djelo je graditelja Imhotepa. [2,3]

Iz razdoblja neolitika odnosno kamenog doba, na području Europe, nalaze se ostaci megalitskih spomenika (menhiri, dolmeni, kromlesi). Primjer takvog spomenika je Stonehenge u južnoj Engleskoj. Također su pronađeni ostaci i ciklopskih (kiklopskih) zidova na jugoistoku Europe. [2]

Ostaci prve kamene zidane konstrukcije nađene su na obali jezera Hullen u Izraelu, a datiraju iz razdoblja oko 9000 godina prije Krista. Kuća je bila građena na suhozidnim kamenim temeljima kružnoga oblika, pretpostavlja se da je gornji dio konstrukcije bio izveden od drveta i šiblja (slika 1). [4]



Slika 1: Ostaci kuće na obali jezera Hullen (Izvor: [4])

Na području Hrvatske, najstarije kamene građevine bile su ilirske gomile. Kako se čovjek primarno koristio elementima iz prirode, tako je skupljanjem neobrađenog kamena zidao građevine bez upotrebe ikakvog vezivnog sredstva koje nazivamo gomilama. Važno je spomenuti i monumentalne građevine sa naših područja kao što je amfiteatar u Puli iz razdoblja antike koji je nastao u 1. stoljeću nakon Krista, izveden od izvornog kamena.

Nadalje, Dioklecijanova palača u Splitu koja je izgrađena 295. godine od rudistnog vapnenca. Valja spomenuti i crkvu svetog Donata u Zadru iz ranog srednjeg vijeka za čiju se izradu, uz domaći kamen, koristio i kamen koji je uzet iz starih građevina iz razdoblja antike, što je vidljivo na mramornim stupovima crkve (slika 2). [1]



**Slika 2:** Unutrašnjost crkve svetog Donata u Zadru (Izvor: [5])

Nekoliko tisućljeća kamen se koristio za izradu nosivih elemenata kao što su zidovi, stupovi, lukovi i nadvoji. Međutim, pojavom suvremenijih materijala kao što je beton, armirani beton i čelik, oni su preuzeli funkciju konstruktivnih elemenata pa kamen dobiva novu ulogu. Početkom 20. stoljeća kamen dobiva dekorativno–zaštitnu funkciju te se koristi za oblaganje interijera i eksterijera objekata zbog svoje nezamjenjive ljepote. Također se koristi za oblaganje horizontalnih i vertikalnih površina točnije oblaganje podova, popločavanje puteva, ukrašavanje zidova i oblaganje stubišta. [1,2]

Uz svoju estetsku ulogu, kamen danas ima značajnu ulogu u niskogradnji gdje se upotrebljava lomljeni i drobljeni kamen za izradu donjeg ustroja cesta i željeznica. Nadalje, koristi se i kao agregat za izradu betona te za potporne i obalne zidove.

Danas se na tradicionalan način kamenom grade samo monumentalni objekti te vrše rekonstrukcije povijesnih objekata. [1]

### 3. KAMEN

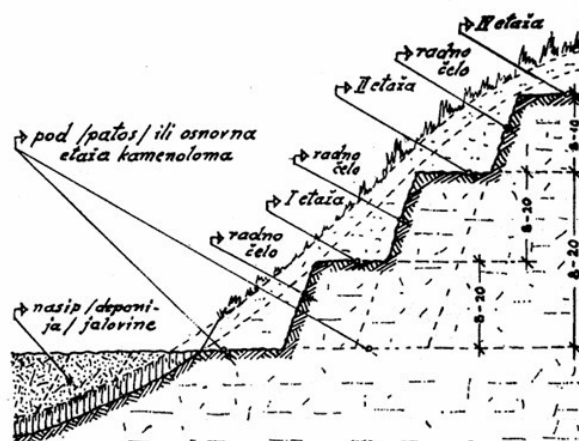
Prirodni kamen (ili arhitektonsko–građevni kamen) svrstava se u nemetalne mineralne sirovine i nastao je prirodnim ili umjetnim odlomljavanjem od dijela stijene, odnosno dobiven je iz litosfere, a određen je svojim mineralnim sastavom, strukturom, teksturom i svojstvima. [1]

#### 3.1. Eksploatacija kamena

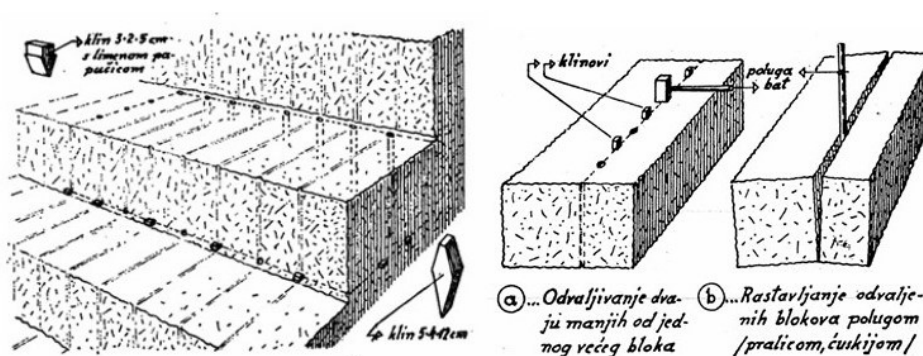
Kamen se eksploatira na mjestima u prirodi koja su bogata kamenom, a zovemo ih kamenolomima. Kamenolomi se najčešće nalaze na površini, a iznimno se mogu nalaziti i podzemno ukoliko je riječ o vađenju visokokvalitetnog kamena. [6]

Pri otvaranju novih kamenoloma treba pripaziti na orijentaciju kosine, koja mora biti nagnuta prema prometnici na kojoj će se vršiti transport i vađenje kamena. Treba uzeti u obzir i orijentaciju slojeva kamena koji bi u idealnim uvjetima trebali biti horizontalni ili veoma blago nakošeni. Nakon uklanjanja drveća i žbunja oblikuju se etaže i radna čela kamenoloma, a prva etaža naziva se osnovna etaža (ili pod) budući da je u razini transportne površine. Visina radnih čela za ručno iskopavanje iznosi najviše 8 metara, dok za mehaničko doseže visinu i do 50 metara (slika 3). Kamen se odvaja od stijene ručno pomoću metalnih poluga ukoliko stijena ima pukotine, a postupak miniranja se koristi kod čvrstih i vrlo čvrstih stijena. Drobljeni i lomljeni kamen se dobivaju postupkom miniranja nakon razbijanja materijala u sitnije dijelove. [2]

Tradicionalan način odvaljivanja to jest cijepanja kamenih blokova vrši se zabijanjem metalnih klinova koji su zaštićeni limovima kako bi se spriječilo trenje između kamena i metalnoga klina. Tako nastali blokovi paralelopipednog oblika se također mogu odvaljivati na isti način te odvojiti pomoću poluge (slika 4). [2,8]



Slika 3: Etáže i radna čela kamenoloma (Izvor: [7])



Slika 4: Tradicionalno odvaljivanje blokova (Izvor: [7])

U suvremene tehnike eksploatacije ubrajamo bušenje, miniranje, cijepanje i piljenje. Bušenje se vrši pomoću samopokretne bušilice koja se kreće na gusjenicama i radi na principu stlačenog zraka ili hidrauličkog pogona (slika 5). [8]

Miniranje je postupak u kojem pomoću eksploziva odvajamo dijelove stijenske mase. On se nastoji izbjeći jer izaziva oštećenja stijenske mase pa se dobivaju nepravilni oblici kamena. [9,10]

Cijepanje je postupak kada se u stijenu buše vertikalne i horizontalne rupe te potom u njih zabijaju čelični klinovi pa se pod utjecajem pritiska kamen odlomi, na taj način dobivamo pravilne oblike kamena. [9]

Piljenje se može vršiti pomoću dijamantne žičane pile, helikoidalne žice, vodenog mlaza ili plamena. [7,10]





**Slika 5:** Samopokretna bušilica (Izvor: [11])

Jedno od najpoznatijih nalazišta kamena na prostoru Hrvatske je kamenolom na otoku Braču (slika 6) u mjestu Pučišća. To mjesto izvor je bijelog "bračkog mramora" odnosno našeg bračkoga kamena koji je korišten za izvedbu mnoštvo veličanstvenih povijesnih građevina kao što su Dioklecijanova palača u Splitu, katedrala svetog Lovre u Trogiru, predvorje Ujedinjenih naroda u New Yorku, zgrada parlamenta u Beču i Budimpešti. [12] Tradicija kamenarstva na Braču nastavila se njegovati otvorenjem Klesarske škole u Pučišćima 1956. godine gdje se školuju budući vrhunski klesari i klesarski tehničari. [13]



**Slika 6:** Kamenolom na otoku Braču (Izvor: [10])

### 3.2. Mineralni sastav

Minerali su sastavni dio kamena i stijena koji se u prirodi nekada javljaju samostalno ili kao dio kemijskog spoja. Karakterizira ih pravilan raspored atoma u prostornoj kristalnoj rešetki te homogenost. Fizikalna svojstva minerala neposredno utječu na svojstva kamena. Iz tog razloga važno je poznavati svojstva minerala od kojih su najvažniji njegova boja i sjaj, izgled, oblik, tvrdoća, čvrstoća, kalavost, gustoća, toplinsko širenje te radioaktivna svojstva. Petrogeni minerali su oni minerali koji grade stijene, a najvažniji petrogeni minerali su oksidi, hidrati, karbonati, sulfati i silikati. [1]

### 3.3. Fizikalno – mehanička svojstva kamena

Ovisno o primjeni prirodnog kamena te uvjetima okoline u kojima će se kamen nalaziti, potrebno je poznavati i odrediti određena fizikalna i mehanička svojstva kamena kao što je prikazano u tablici 1. Kako bi određivanje primjene kamena bilo potpuno, potrebno je uz određivanje vrste kamena provesti i petrografsku analizu. [1]

**Tablica 1:** Potrebna određivanja svojstva prirodnog kamena s obzirom na njegovu primjenu (Izvor: [1])

	masivna gradnja zidanje kamenom	spomenici	vanjske vertikalne obloge	unutrašnje vertikalne obloge	vanjska horizontalna popločenja	unutrašnja horizontalna popločenja
Tlačna čvrstoća	+					
Čvrstoća na savijanje			+		+	+
Otpornost na habanje					+	+
Gustoća	+	+	+	+	+	+
Volumenska masa	+	+	+	+	+	+
Poroznost	+	+	+	+	+	+
Vodupojnost	+	+	+	+	+	+
Postojanost prema smrzavanju	+	+	+		+	
Postojanost prema agresivnim agensima	+	+	+		+	
Toplinsko linearno istezanje			+		+	
Petrografska analiza	+	+	+	+	+	+

#### 3.3.1. Fizikalna svojstva

Tvrdoća je svojstvo materijala da se odupire prodiranju nekog drugog tijela. [14] Prema tvrdoći razlikujemo tvrdi i meki kamen. U tvrdi kamen pripadaju sve vrste eruptivnog kamena, a u meki kamen pripadaju metamorfni i sedimentni kamen. [2]

Gustoća ili težina kamena ovisna je o strukturi kamena točnije poroznosti te iznosi od 2100 kg/m<sup>3</sup> do 3300 kg/m<sup>3</sup> za tvrdi kamen, a za meki kamen od 2000 kg/m<sup>3</sup> do 2700 kg/m<sup>3</sup>. [2]

Fizikalno svojstvo kamena koje ključno pri odabiru kamena za obloge vanjskih i unutarnjih površina je upravo boja kamena koja ovisi o postotku prirodnih pigmenata, rasporedu i veličini zrna te boji minerala od kojih je sačinjen. Potrebno je paziti na odabir kamena jer neke vrste imaju stabilne, a neke nestabilne prirodne pigmente. Tako na primjer vapnenac nije pogodan za oblaganje vanjskih površina jer zbog svojih nestabilnih pigmenata lako blijedi i gubi estetsku funkciju. [1]

### 3.3.2. Mehanička svojstva

Kod klasične primjene kamena važne su čvrstoća na pritisak, čvrstoća na istezanje, otpornost na habanje te udarna čvrstoća koje se ispituju u laboratorijima. Tlačna čvrstoća ili čvrstoća na pritisak prirodnog kamena nalazi se u rasponu od 80 do 250 N/mm<sup>2</sup>. [1] Kod tvrdog kamena iznosi od 100 do 500 N/mm<sup>2</sup> pa se zato erupivni kamen smatra najčvršćim. Meki kamen ima tlačnu čvrstoću od 50 do 160 N/mm<sup>2</sup> tako da je sedimentni kamen najmekši. [2] Prirodni kamen se dijeli u pet skupina prema vrijednosti tlačne čvrstoće što je prikazano u tablici 2. [1]

**Tablica 2:** Kategorizacija ovisno o tlačnoj čvrstoći (Izvor: [1])

Kategorija čvrstoće	Tlačna čvrstoća (N/mm <sup>2</sup> )
vrlo visoka	iznad 280,0
visoka	280,0-180,0
srednje visoka	180,0-80,0
niska	80,0-40,0
vrlo niska	ispod 40,0

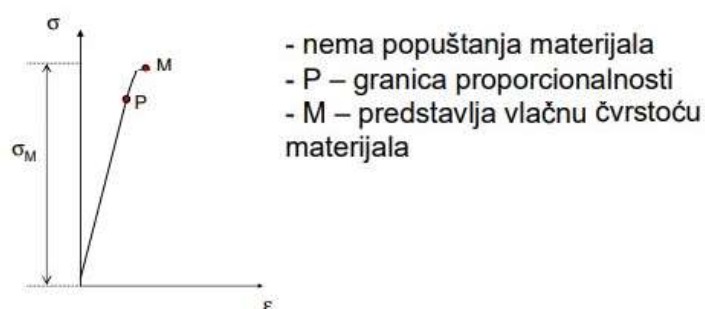
Vrijednosti čvrstoće na savijanje i vlačne čvrstoće kamena su veoma male stoga se takav kamen ne koristi u nekim konstruktivnim elementima koji su izloženi vlačnim silama i savijanju. [7] Čvrstoća na savijanje kamena kreće se u rasponu od 0,5 do 25,0 N/mm<sup>2</sup> što prosječno iznosi od 7 do 20% vrijednosti tlačne čvrstoće tog kamena. Čvrstoća na savijanje potrebna je za proračun konzolnih elemenata, balkona, oblaganje stuba i podnih ploča i slično. [1] Obzirom da je vlačna čvrstoća kamena veoma mala najčešće ju nije potrebno ispitivati. [15]

Sposobnost materijala da se opire habanju i trošenju naziva se otpornost na habanje. [16] Ona se ispituje postupkom prema Böhmeu gdje se na uzorku oblika kocke veličine stranica 7,07 cm , što daje površinu 50 cm<sup>2</sup> , koristi elektro-korund finoće zrna 100 kao brusni prah te na temelju tog kriterija kamen se može podijeliti u šest skupina prikazanih u tablici 3. [17] Podatak o otpornosti na habanje je od velikog značaja za ugradnju podnih obloga te stubišta koji su kontinuirano izloženi prometu pješaka. [1]

**Tablica 3:** Kategorizacija prema otpornosti na habanje prema Böhmeu (Izvor: [17])

Kategorija	Otpornost na habanje (cm <sup>2</sup> /50 cm <sup>2</sup> )
izrazito tvrd	ispod 5
vrlo tvrd	5 – 10
tvrd	10 – 20
umjereno tvrd	20 – 30
mekan	30 – 40
izrazito mekan	iznad 40

Važno je spomenuti da je kamen krhki materijal jer ima malu sposobnost deformiranja, što znači da se kod pojave loma ne deformira plastično. Iz radnog dijagrama (slika 7) vidljivo je da povećanjem naprežanja relativno sporo rastu deformacije, a zatim dolazi do naglog sloma. Takvo ponašanje je suprotno od žilavih materijala koji imaju elastoplastično ponašanje. [18]



**Slika 7:** Radni dijagram kamena (Izvor: [18])

### 3.3.3. Toplinska svojstva

Vodljivost topline kamena je veća što je kamen gušći, zato su za izradu zidova pogodnije vrste kamena koje su porozne jer slabije vode toplinu. [2] Temperaturno rastezanje prisutno je kao i kod ostalih materijala, ono ovisi o vrsti kamena. Primjerice toplinski koeficijent linearnog širenja mramora iznosi između  $(27-51) \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , a za vapnenac između  $(17-68) \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Toplinsko širenje najviše treba uzeti u obzir kad se kamen ugrađuje u kombinaciji s nekim drugim materijalom primjerice betonom. [1]

Vatrootpornost kamena je njegova velika prednost, on u pravilu ne gori, no ovisno o jačini i trajanju požara može doći do većih ili manjih oštećenja. [1] Pri temperaturi većoj od  $550^\circ\text{C}$  u eruptivnom kamenu nastaju pukotine, a vapnenac puca i raspada u živo vapno pri temperaturama od  $600$  do  $800^\circ\text{C}$ . [2] Iz tog razloga pametno je birati kamen koji nema kvarc u svom sastavu. Važno je napomenuti da unatoč tome što ne gori, kamen nije u potpunosti otporan na vatru jer nema sposobnost da zaštiti druge zapaljive elemente iz svoje okoline.[1]

### 3.3.4. Trajnost kamena

Učinkovitost suprotstavljanja nekog materijala promjeni svojstava naziva se trajnost, a ona ovisi o vanjskim djelovanjima na materijal te njegovom sastavu i strukturi. [19] Poroznost kamena djeluje na trajnost na način da su veće pore pogodnije za trajnost, a sitnije pore su podložne oštećenjima zbog širenja kapilarne vlage. Mineralni sastav i njegova promjena je također jedan od utjecaja na trajnost. [1]

#### 3.3.4.1. Utjecaji na trajnost kamena

Glavni faktori koji dovode do degradacije kamena su topljive soli, korozija metalnih dijelova, atmosfersko zagađenje, razni organizmi te smrzavanje i odmrzavanje. [20]

Kada vlaga isparava, topljive soli zaostaju na površini kamena u obliku bijelih mrlja (što se zove iscvjetavanje) ili kristali ostaju u porama kamena. Mrvljenje kamena uzrokuje ponavljanje ciklusa vlaženja i sušenja jer se tada kristali soli talože u porama do trenutka kada naprezanja postanu veća od vlačne čvrstoće i tako uzrokuju mrvljenje. Osjetljivost kamena na djelovanje topljivih soli se povećava ako kamen ima veći broj pora. [20]

Zelene mrlje na kamenu može uzrokovati korozija bakrenih spojnica, dok željezo i čelik uzrokuju hrđu koja se teško odstranjuje. Danas se preporučuje upotreba spojnica od nehrđajućeg čelika ili nemetalnih materijala. [20]

Naročito osjetljiv na atmosfersko zagađenje je kamen na bazi kalcij – karbonata (vapnenac). Kada sumporni dioksid, kisik i voda reagiraju zajedno, oni tvore sumpornu kiselinu koja razara kalcijev karbonat kako bi se dobio kalcijev sulfat. To sve skupa uzrokuje crne korice na površini kamena. [20]

Propadanje kamena se događa i pod djelovanjem raznih organizama, a to su biljke čiji rast korijena u pukotinama kamena razara kamen (bršljan), zatim lišajevi koji troše kamen tako što se voda zadržava na njima pa se stvori kiselina te bakterije od kojih razlikujemo sumporne i željezne bakterije. [19]

Ciklusi smrzavanja i odmrzavanja ne uzrokuju mrvljenje kamena kao topljive soli, ali zato uzrokuju odvajanje dijelova kamena. Tome su podložni vapnenci jer su veće poroznosti od granita, mramora i škriljevca koji su nisko porozni što ih čini otpornijima na ovaj utjecaj. Smrzavanje zahvaća elemente konstrukcije kao što su krovni vijenci, vijenci na prozoru te sljeme na krovu obzirom da su oni izloženi vlazi i smrzavanju. [19]

## 4. VRSTE KAMENA

Kamen možemo podijeliti prema više kriterija, a u ovom poglavlju biti će navedene osnovne podjele važne za njegovu primjenu u građevinarstvu.

### 4.1. Vrste kamena po postanku

Kamen možemo razvrstati u tri skupine na temelju procesa koji su se odvijali unutar ili na površini Zemlje. Prema tome razlikujemo eruptivni, sedimentni i metamorfni kamen. [20] Sve tri vrste možemo pronaći na području Hrvatske, no zbog svoje složene geološke građe Hrvatska obiluje ponajviše taložnim stijenama, zatim metamorfnim, a najmanje eruptivnim stijenama. [21]

#### 4.1.1. Eruptivni kamen

Eruptivni kamen je onaj koji je nastao hlađenjem i skrućivanjem užarene mase – magme. Putovanjem magme ona se hladi, pa ovisno o dubini svoga hlađenja razlikujemo: površinski (ili efuzivni) kamen gdje lava izlazi na površinu i tamo se stvrdnjava, hipoabisalni kamen kod kojeg se stvrdnjavanje događa na dubinama do 10 km od površine litosfere i dubinski (ili intruzivni) kamen kod kojeg se magma stvrdnjava na dubinama većim od 10 km. [17]

Najvažnije vrste intruzivnog kamena su granit i gabro koji se upotrebljavaju kao obložne ploče za stubišta, podove i zidove (slika 8). [17] Nadalje, važan je i bazalt koji se smatra i najčvršćim kamenom. [2] Bazalt, porfir i riolit primjeri su efuzivnog kamena koji se najviše upotrebljava za izradu habajućih slojeva asfalta u cestogradnji. Ostale značajnije vrste eruptivnog kamena za upotrebu u građevinarstvu su: tonalit, diorit, sijenit, andezit i dijabaz. [17]



Slika 8: Gabro, granit, bazalt (Izvor: [22])

#### 4.1.2. Sedimentni kamen

Brojnim mehaničkim i kemijskim načinima površina kopna se troši te tako nastali materijal se sedimentira u nekom okolišu i naziva se talog ili sediment. [21] Svakim novim slojem taj taložni materijal se veže prirodnim vezivom u masu i tako nastaje sedimentni ili taložni kamen. [2] Taloge razlikujemo po načinu na koji su nastali. Mehanički sedimenti nastali su sedimentacijom materijala koji je proizvod trošenja neke stijene. [21] Za razliku od njih, kemijski sedimenti nastaju kada se sedimentira tekućicama, rijekama ili morima nošen otopljeni materijal. To su primjerice konglomerat i breča (slika 9). Organogeni sedimenti nastaju kada se talože ostaci nekih biljaka (fitogeni sedimenti) ili ostaci životinja (zoogeni sedimenti). [17] Treset pripada organogenim talozima i nastaje taloženjem u močvarnim područjima i on je ishodište prelaska u ugljen. [21]

Mehanički sedimenti mogu imati međusobno nepovezana ili povezana zrna materijala. U skupinu nevezanih sedimenata pripadaju šljunak i pijesak te drobina i sipina. Ta četiri materijala su važni pri izgradnji nasipa ili podloga, a kao agregat u betonu koriste se šljunak i pijesak. Šljunak i pijesak karakteriziraju zaobljeni bridovi zbog kotrljanja i nošenja vodenim tokovima. Suprotno tome, drobinu i sipinu karakteriziraju oštriji bridovi zbog mirovanja. [2]

U vezane sedimente pripadaju vapnenac, pješčanik, tupina, sadrovac te dolomit. Vapnenac ima najveću upotrebu u građevinarstvu u usporedbi s ostalim vrstama te ima raznoliku primjenu, može biti različitih boja (od bijele do crne), a koristi se za izradu klesanaca, obloga, zidanih blokova te za proizvodnju vapna. Sličan vapnencu no znatno gušću i čvršći od njega jest dolomit. Pješčanik se uglavnom koristi za obloge i blokove. Tupina je važna za proizvodnju cementa, dok je sadrovac ključan za proizvodnju gipsa ili sadre. [2]



**Slika 9:** Konglomerat (lijevo) i breča (desno) (Izvor: [23])



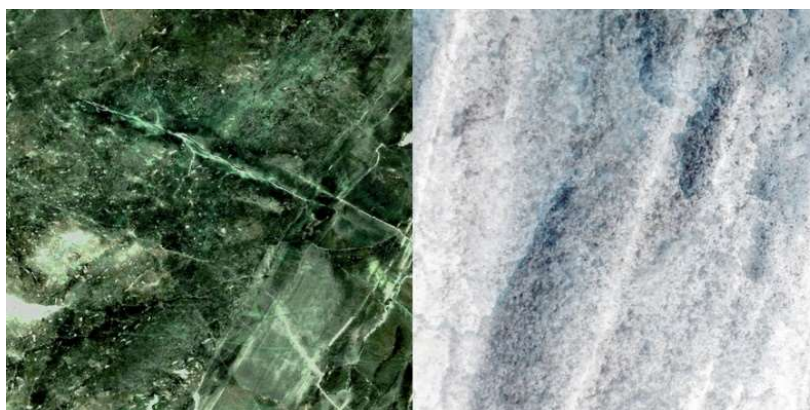
### 4.1.3. Metamorfni kamen

Metamorfni kamen nastaje preobrazbom iz već postojećih vrsta kamena (eruptivnog i sedimentnog). Porastom dubine polagano rastu i tlak i temperatura, a to su uvjeti u kojima se događaju znatne promjene u kamenu što nazivamo procesom metamorfizma ili preobražaja. Preobražaj se uglavnom događa na 10 do 30 kilometara dubine, ali može se dogoditi i na površini. Površinske metamorfne stijene pretežno su rasprostranjene na sjeveru Hrvatske i grade masive Papuka, Psunja i Medvednice. [21]

Djelovanjem visokih temperatura i tlaka na kamen ili stijenu dolazi do progradne metamorfoze. Suprotno njoj je retrogradna metamorfoza kada nastaju novi kristali koji se kristaliziraju pri nižim temperaturama i tlaku nego sastojci inicijalne stijene ili kamena. [1]

Djelovanjem stresa odnosno deformacije na minerale dolazi do nastanka paralelnih površina što nazivamo folijacijom. Prema kriteriju folijacije razlikujemo metamorfni kamen s folijacijom te metamorfni kamen bez folijacije. U skupinu kamena bez folijacije ubraja se mramor, kvarcit te amfibolit. Dok se u skupinu kamena sa folijacijom ubrajaju gnajs, slejt, filit te škriljavac. [21] Oni zbog svoje škriljaste strukture nisu prikladni za upotrebu u građevinarstvu. [17]

Za upotrebu u građevinarstvu i arhitekturi svojim svojstvima ističu se mramor i serpentin (slika 10), oni se koriste za izradu ploča kojima se oblažu interijeri, a mramor služi i za oblaganje eksterijera. [2] Mramor je nastao preobrazbom iz vapnenca te je gust i tvrd kamen, a s obzirom na to da su kristali kalcita prirodno bijele boje onda je i čisti mramor bijele boje, no može poprimiti bilo koju drugu boju zbog nečistoća u vapnencu. [20]



**Slika 10:** Serpentin (lijevo) i mramor (desno) (Izvor: [24])

## 4.2. Vrste kamena prema stupnju obrade

Prema stupnju obrade kamen se može podijeliti u tri skupine, a to su lomljeni, obrađeni i drobljeni kamen.

### 4.2.1. Lomljeni kamen

Lomljeni kamen se dijeli na četiri vrste. Prva je obični lomljeni kamen koji je dobiven iz kamenoloma korištenjem eksplozivnih sredstava te se mora moći koristiti za zidanje u svom prirodnom obliku bez nekog posebnog dotjerivanja. Zatim postoji i pločasti lomljeni kamen koji mora imati dvije veće donekle paralelne nasuprotne ležajne plohe te se kao takav koristi za popločavanje (slika 11). Nadalje, postoje nešto pravilniji komadi kamena čije se plohe dodatno obrađuju tako da se dobije i pravilno lice kamena, a zove se dotjerani lomljeni kamen. Također ne manje bitna vrsta je kamen za ciklopski zid, čije su tri ležajne plohe te lice obrađene. [2]



Slika 11: Pločasti lomljeni kamen (Izvor: [25])

### 4.2.2. Obrađeni kamen

Prema propisima u skupinu obrađenog kamena pripadaju poluklesani, klesani, specijalno obrađeni kamen te kocke i prizme. Ako kamen ima približno pravilan geometrijski oblik te ako su mu lice i četiri stranice okomite na to lice pravilno uređene do dubine 20 centimetara od lica, tada se kamen smatra poluklesanim kamenom. Suprotno tome ukoliko je kamen potpuno pravilnog kockastog ili paralelopipednog oblika, oštih bridova te ako ima sve stranice pravilno obrađene i međusobno okomite onda se naziva klesanim (tesanim) kamenom. Preciznije obrađeni komadi od kvalitetnije vrste kamena ubrajaju se u skupinu specijalno obrađenog kamena.

U nju ubrajamo kamene ploče različitih debljina koje se upotrebljavaju kao obloge, kameni okviri za prozore i vrata, klupice za prozore i slično. Kocke i prizme od obrađenog kamena proizvode se strojno i to u različitim veličinama. Krupne kocke imaju stranice veličine 16 ili 18 centimetara, sitne kocke 8 ili 10 centimetara, a prizme imaju dulju stranicu veličine 24 ili 27 centimetara te se sve one upotrebljavaju za popločavanje staza, puteva i slično. [2]

#### 4.2.3. Drobljeni kamen

Drobljeni kamen (slika 12) dobiva se drobljenjem lomljenog kamena u strojevima koje se zovu drobilice. Tako nastaje tucanik ili tučenac raznih frakcija koji se koristi kao agregat u cestogradnji te kod posipavanja željezničkih pragova. Mljeveni kamen dobiva se daljnjim usitnjavanjem drobljenog kamena u mlinovima. [2]



Slika 12: Drobljeni kamen (Izvor: [26])

#### 4.3. Vrste obrade vidljivih površina kamena

Obrade površine lica odnosno vidljive površine kamena mogu se vršiti ručno ili strojno.[2] Obrada se radi na različite načine ovisno o vizualnom učinku ili potrebi koja se želi time postići. Pritom se rabe razni ručni alati kao što su klesarski čekić, dijetlo, šiljak, čekić zrnčar i ostali, a strojevi koji se upotrebljavaju su brusilice, pile i bušilice. [1]

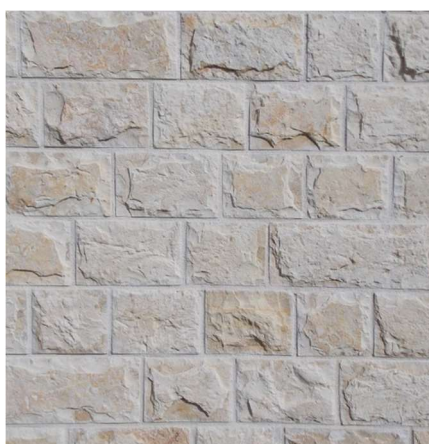
Površine lica mogu biti bunjaste, okljucane (pikovane), brazdane, zrnčane (štokovane), prirodno lomljene, brušene (mat), polirane (sjajne) te paljene, pjeskarene ili četkane. [1] Neki primjeri su prikazani na slikama 13, 14 i 15.



**Slika 13:** Brazdana (lijevo) i štokovana površina (desno) (Izvor: [27])



**Slika 14:** Poliranje kamena (Izvor: [28])



**Slika 15:** Bunjasta površina (Izvor: [29])

## 5. ZIDOVI OD KAMENA

U zidarskim radovima razlikuju se pojmovi uzdužnjaka i vežnjaka te ležajnica i sudarnica. Uzdužnjak je komad kamena koji je svojom dužinom položen u smjeru dužine zida, suprotno od vežnjaka čija je duža stranica položena poprečno na smjer pružanja zida. Ležajnice su horizontalne reške, a sudarnice su vertikalne reške. [2] Također treba raspoznavati i način slaganja komada kamena odnosno vez ili slog. Ukoliko su slojevi uzdužnjaka i vežnjaka postavljeni naizmjenično, takav redoslijed slaganja naziva se engleski vez. Još jedan često korišten vez je onaj u kojem se u istom sloju naizmjenično postavljaju vežnjaci i uzdužnjaci, te se naziva poljskim vezom. [1]

Kod zidanja kamenom vrijede uglavnom vrlo slična pravila kao kod zidanja opekom. Mogu se postići debljine zidova od 40 do 80 centimetara. [7] Važno je da se nakon dva do tri komada uzdužnjaka postavi jedan vežnjak. Vežnjaci su važni jer daju stabilnost zidu pa je pogodno za zide da sadrži što više vežnjaka. Također važno je da vežnjak svojom dužinom odgovara debljini zida odnosno da prolazi kroz cijelu debljinu zida. Za reške vrijedi pravilo da se ne smiju vertikalno preklapati te da se u jednoj točki smiju sastati najviše tri reške. Veći i pravilniji komadi kamena moraju se postaviti u uglove zidova. [1,2]

### 5.1. Zidovi od lomljenog kamena

Izvide se od nepravilnih komada kamena bez posebne obrade alatom osim u svrhu boljeg nalijeganja. Reške u tom zidu dosta su nepravilne obzirom da komadi kamena nemaju ravne plohe. Treba težiti tome da ležajnice budu donekle horizontalne pa u tu svrhu se kamen smije priklesati, a sudarnice smiju biti i nakošene i vertikalne. Izravnjanja se izvode ako u zidu dominiraju nepravilne ležajnice, izvode na visinama između 0,8 i 1,2 metara. Kod tanjih zidova s jako nepravilnim kamenjem treba izvoditi takva izravnjanja na još manjim visinama. [1,2]

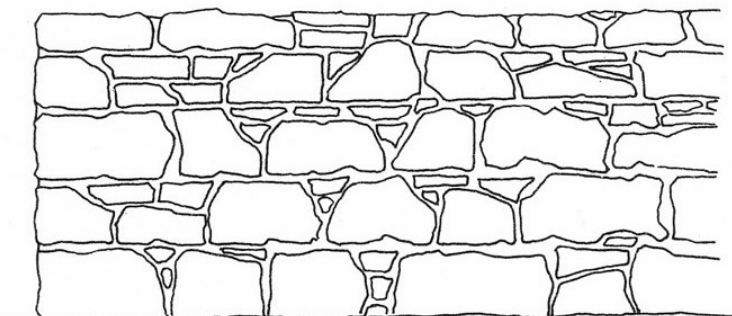
Vapneni, produžni i cementni mort koriste se kao vezivo u zidovima od lomljenog kamena. Omjer gašenog vapna i pijeska za vapneni mort iznosi 1:4. Isti omjer vrijedi i za cementni mort gdje se u omjer stavljaju cement i pijesak. Dok kod produžnog morta omjer cementa, gašenog vapna i pijeska je 1:3:9. [2]

Kako lomljeni kamen dijelimo na više vrsta tako se razlikuju i zidovi od različitih vrsta lomljenog kamena.

### 5.1.1. Zidovi od običnog lomljenog kamena

Krška područja Hrvatske puna su povijesnih zgrada stambene namjene koje su izgrađene od običnog lomljenog kamena. Takve zgrade prevladavaju Istrom, Dalmacijom, Likom te Hrvatskim primorjem. Zidovi od običnog lomljenog kamena (slika 16 i 17) moraju biti debljine barem 60 centimetara, a minimalna debljina se povećava ako kamen nije pravilnog oblika. Takvi zidovi mogu se izvoditi sa jednim licem ili sa dva lica. Kao vezno sredstvo u ovakvim zidovima najčešće se upotrebljava vapneni mort zbog svoje pristupačne cijene, a on zauzima otprilike jednu trećinu kubature zida. Utrošak za izvedbu jednog kubika ovakvog nosivog zida iznosi 350 litara morta te 1,23 metara kubnih kamena. [2]

Za zidanje ovakvih zidova vrijede prethodno navedena pravila na početku poglavlja. Postavljanjem velikih blokova u kuteve zida na izravnatu površinu započinje se proces zidanja ovakvog tipa zida. Uz te prve blokove nateže se konop koji će označiti vanjsku i unutarnju liniju zida te se počinju slagati slojevi kamena. Šupljine između unutarnjih strana zida popunjavaju se sitnijim kamenom i mortom. [1]



**Slika 16:** Skica zida od običnog lomljenog kamena (Izvor: [7])

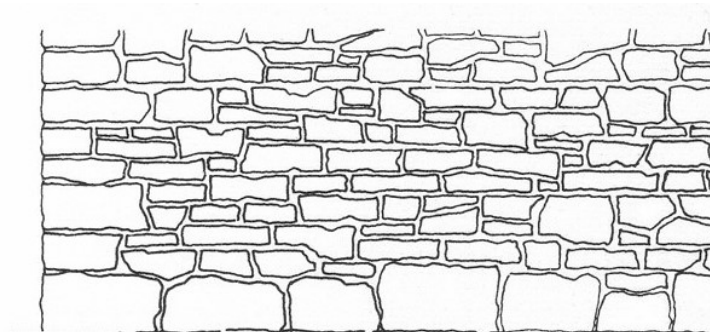


**Slika 17:** Primjer zida od običnog lomljenog kamena (Izvor: [30])

### 5.1.2. Zidovi od pločastog lomljenog kamena

Ovakav tip zidova gradi se od raznih veličina pločastog lomljenog kamena za koji je karakteristično da ima dvije donekle paralelne nasuprotne ležajne plohe, a ostale plohe (sudarne) mogu se dodatno obraditi po potrebi. Ovi zidovi moraju biti debljine barem 50 centimetara. Pritom vrijede opća pravila za zidanje, ali se u svrhu postizanja estetskih učinaka vertikalne sudarnice smiju mjestimično preklapati te se blokovi smiju postavljati s kraćom stranicom u smjeru pružanja zida. Mogu se izvoditi s jednim ili s dva lica. [2]

Prema prekinutosti ležajnica razlikuju se dva načina zidanja zidova od pločastog kamena. Prvi način je kad se horizontalne reške prekinu o vertikalnu rešku većeg kamena te se izravnanje radi nakon 120 do 150 centimetara (slika 18). Drugi način je kad se stavljaju manji i kraći komadi kamena između većih, ali uz održavanje kontinuirane horizontalne reške odnosno bez prekidanja iste. [2] Primjer zida od pločastog kamena prikazan je na slici 19.



**Slika 18:** Skica zida od pločastog lomljenog kamena (Izvor: [7])



**Slika 19:** Primjer zida od pločastog kamena (Izvor: [31])

## 5.2. Kiklopski zidovi

Kiklopski (ciklopski) zidovi izgrađeni su od golemih nepravilnih komada kamena bez upotrebe veziva. Naziv su dobili prema vjerovanju da su tako ogromne komade kamena mogli podići samo divovi odnosno Kiklopi. Na ovakve zidove prvi su naišli Grci na Peloponezu i otocima Egejskog mora. [1,2] Ostatke ovih zidova na području Hrvatske nalazimo u mjestu Škrip na otoku Braču te na mjestu današnjeg Podgrađa u blizini Benkovca (slika 20). [32]

Kameni blokovi koji se upotrebljavaju za zidanje ovakvog zida mogu se neznatno obraditi, a potrebno je da im lice bude peterokutnog ili šesterokutnog oblika (slika 21). Ležajnice se trebaju obraditi na dubini od 15 centimetara što omogućava pravilno nalijeganje kamena jedan na drugi. [2] Za visinu zida od 2 metra potrebno je raditi izravnanje. [1]

Slični ovim zidovima su poligonalni zidovi koji se grade od malo manjih veličina kamena nego kiklopski i veličine su oko 30 centimetara. Također su im slični i mozaični zidovi koji se grade od još sitnijih komada kamena veličine desetak centimetara. [2]



**Slika 20:** Ostaci kiklopskih zidova u Podgrađu kraj Benkovca (Izvor: [33])

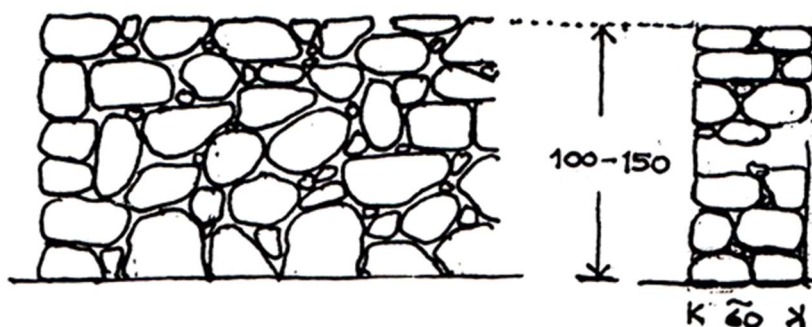


**Slika 21:** Primjer kiklopskog zida (Izvor: [34])



### 5.3. Zidovi od kamena samca

Veliki komadi kamena samca se razbijaju da bi bili pogodni za ugradnju u zid budući da kamen samac u svom prirodnom stanju ima zaobljene konture i nehrapave je teksture, a to nisu idealne značajke za zidanje. Minimalna debljina ovakvog zida je 60 centimetara (slika 22). Sam proces zidanja je identičan zidanju zidova od lomljenog kamena. Dakle nađeni komadi kamena se ne dotjeruju u pravilne oblike već se takvi nepravilni ugrađuju u zid, a pritom se veći komadi postavljaju prvi i oni se stavljaju u kuteve zida, a zatim se uz njih nateže konop koji označava prednji i stražnji rub zida.[1] Vrijede sva opća pravila zidanja koja su navedena na početku ovog poglavlja. Primjer zida prikazan je na slici 23.



Slika 22: Skica zida od kamena samca (Izvor: [7])



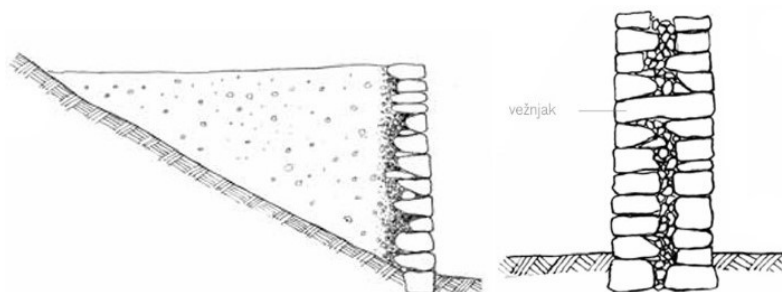
Slika 23: Primjer zida od kamena samca (Izvor: [35])

## 5.4. Suhozid

Gradnja u suhozidu najstarija je gradnja kamenih zidova te se pritom ne koristi nikakvo vezivno sredstvo. Nalaze se diljem svijeta, a krški krajevi u Hrvatskoj posebno su bogati suhozidima i suhozidnim građevinama te oni predstavljaju tradicijsku baštinu naših krajeva. Prvotni razlog građenja suhozida bio je da se definiraju granice između prostora za ispašu i prostora za poljoprivredu. Nakon toga počele su se graditi suhozidne nastambe, podzidovi, terase i slično. Za izradu suhozida mogu se koristiti svi oblici i vrste kamena. Važno je da zid bude vertikalalan, a radi se u nagibu ukoliko se izvodi kao potporni zid čija je funkcija da zadrži kosinu ili zemljane naslage. Nadalje, širina zida smanjuje se od dna prema vrhu, a širina nožice zida je veća kako se povećava visina zida. [1,36]

Kod izvedbe potpornog suhozida (slika 24) potrebno je između kosine i zida ostaviti prostor i zasuti ga šljunkom te će on kao takav imati ulogu drenaže. [1]

Slobodnostojeći zidovi (slika 24 i 25) zahtijevaju temeljenje u slabo nosivim tlima dok u stjenovitom tlu temeljenje može izostati. Širina temelja je za 5 do 10 centimetara veća od širine zida u podnožju. Prilikom zidanja ovakvih zidova uobičajena je upotreba težih i većih komada kamena pazeći pritom da ne dođe do preklapanja sljubnica. [1]



**Slika 24:** Kameni potporni zid lijevo, slobodnostojeći suhozid desno (Izvor: [37])



**Slika 25:** Primjer suhozida (Izvor: [38])

## 5.5. Zidovi od obrađenog kamena

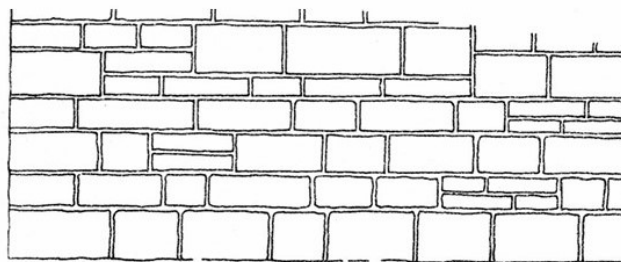
Kameni blokovi koji se koriste za izvedbu ovakvih zidova su pravokutnog ili kockastog oblika te su im lica i neke stranice pravilno dotjerane. Primjena ovakvih zidova je višestruka. Mogu se raditi potporni zidovi uz prometnice, obalni zidovi te zidovi objekata kojima se ciljano želi dati povijesni izgled. Slojevi ovakvih zidova ne moraju biti iste visine te se mogu koristiti komadi kamena različitih visina. [1,2]

Razlikuju se sljedeće vrste zidova od obrađenog kamena.

### 5.5.1. Zidovi od grubo obrađenog kamena

Kamen je kod ovakvog zida grubo obrađen te su mu lica i stranice okomite na lice obrađene na dubini od barem 10 centimetara. Sljubnice i ležajnice trebale bi biti veličine barem 3 centimetra. Kao način slaganja kamena u zidu može se koristiti poljski vez ili engleski vez. Izravnjanja zida ovise o slojevitosti tog zida. Pa će se za slojevite zidove raditi izravnjanje nakon svakog sloja, dok kod neslojevitih zidova će se raditi nakon svaka 2 metra visine zida. [1] Primjeri zida prikazani su na slikama 26 i 27.

Ako se izvodi kamena obloga od grubo obrađenog kamena na betonski zid tada se prvo postavljaju veći komadi kamena u krajeve zida i vertikalna oplata za stražnju stranu zida. Zatim slijedi slaganje kamenih blokova u jedan red, a kada se on dovrši, u prostor između oplata i kamena se ulijeva beton. Zbog upotrebe betona nisu potrebne spone za spajanje kamena. Uliveni beton nikako ne smije biti vidljiv sa prednje strane zida. [1]



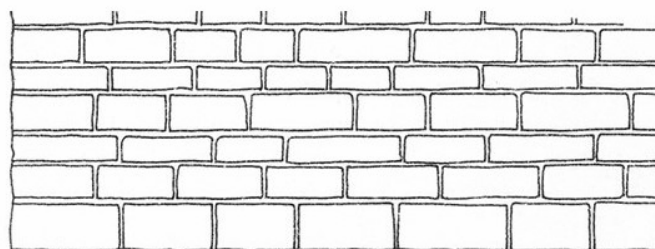
Slika 26: Skica zida od grubo obrađenog kamena (Izvor: [7])



**Slika 27:** Primjer zida od grubo obrađenog kamena (Izvor: [39])

### 5.5.2. Zidovi od fino obrađenog kamena

Kamen je kod ovakvog zida fino obrađen te su mu lice i stranice okomite na lice obrađene na dubini od barem 15 centimetara. Debljina ležajnica i sljubnica kreće se između 0,6 do 3 centimetra. Postupak izvedbe obloga od fino obrađenog kamena te ostale karakteristike iste su kao i za grubo obrađeni kamen koji je objašnjen na prethodnoj stranici. [1] Primjeri zida prikazani su na slikama 28 i 29.



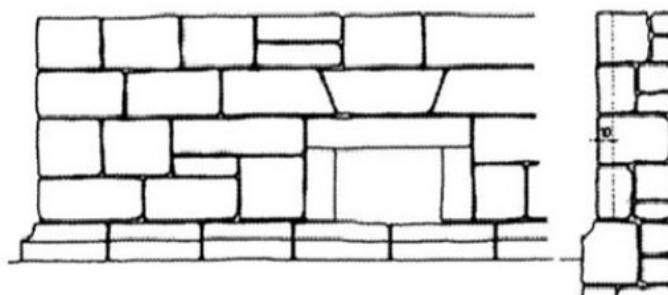
**Slika 28:** Skica zida od fino obrađenog kamena (Izvor: [7])



**Slika 29:** Primjer zida od fino obrađenog kamena (Izvor: [40])

### 5.5.3. Zidovi od klesanog kamena

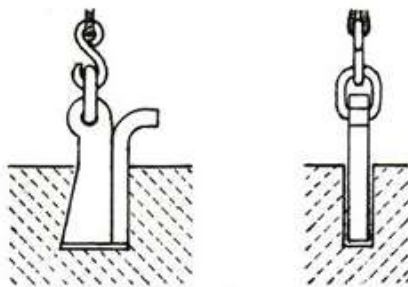
Klesance za zidanje ovakvih zidova karakteriziraju oštri bridovi, obrađene plohe i dotjerano lice. Oni se slažu svojom duljom stranicom uz dužinu zida. Slojevi ovakvih zidova ne moraju nužno biti jednake visine, smiju biti i različite. Ukoliko su različite visine slojeva tada se višji klesanci stavljaju na dno zida, a prema vrhu se slažu niži klesanci. Sudarnice i ležajnice debljine su oko pola centimetra. Najmanja debljina zida od klesanaca je 20 centimetara. Zbog opasnosti od loma omjeri visine, širine i dužine klesanog kamena ne smiju prekoračiti preporučene vrijednosti, a one ovise o vrsti kamena. Tako primjerice omjer za brački klesani kamen iznosi 1:2:3 (visina:širina:dužina). [1,2] Primjer zida prikazan je na slici 30.



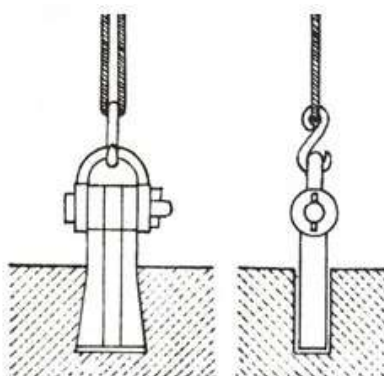
**Slika 30:** Skica zida od klesanog kamena (Izvor: [41])

Lakši klesanci mogu se dizati i prenositi ručno. Za prijenos teških klesanaca upotrebljavaju se užad, manje dizalice, kliješta te sprave koje se zovu mačci. Ako se za prijenos koristi uže onda se na bridove kamena stavljaju daske kako bi se zaštitili bridovi klesanaca. [1,2]

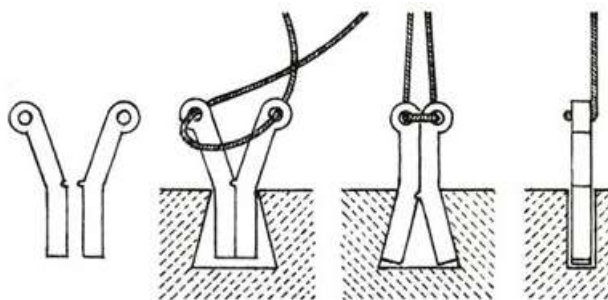
Za prijenos pomoću mačka potrebno je prethodno napraviti udubine na gornjoj površini kamena, a ta udubina se širi prema svom dnu. Razlikuju se tri vrste mačka, prva je mali mačak (slika 31) koji se sastoji od dva dijela, jednog ravnog i drugog zakrivljenog. Druga je veliki mačak (slika 32) koji se sastoji od dva zakrivljena i jednog ravnog dijela te klina koji ih međusobno spaja. Treća vrsta je pariški mačak (slika 33) koji se sastoji od dva raširena kraka. [1,2]



Slika 31: Mali mačak (Izvor: [7])



Slika 32: Veliki mačak (Izvor: [7])



Slika 33: Pariški mačak (Izvor: [7])

## 6. PRIMJERI IZVEDENIH GRAĐEVINA

U ovom poglavlju primjena kamena u zgradarstvu biti će objašnjena na nekoliko primjera izvedenih građevina.

### 6.1. Wine Museum in Corsica

Patrimonio je grad smješten na sjeveru otoka Korzike. Muzej vina u Patrimoniju djelo je arhitektonske tvrtke Perraudin Architectes. Ovaj muzej se ne koristi samo za izložbu autohtonih vrsta vina nego i daje informacije o proizvodnji te geografskoj i kulturološkoj pozadini svih vrsta vina. [42]

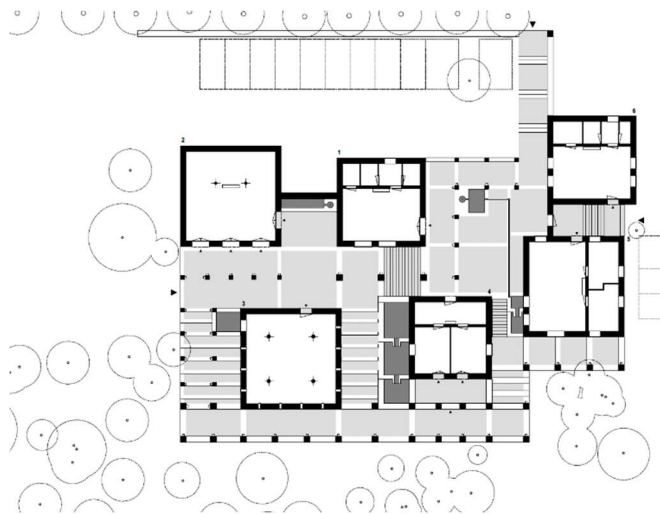
Kamen ugrađen u beton čini podnožje sa kojeg se izdižu masivni zidovi debljine 60 centimetara izvedeni od obrađenih kamenih blokova. Blokovi su izrađeni od sedimentnog kamena pješčenjaka te su precizno rezani pilom (slika 34). Ovi zidovi nemaju mnogo otvora i zbog toga ne reagiraju naglo na promjene vanjske temperature. Zbog malog broja otvora te krovnih vrtova, temperature u unutrašnjosti objekta su niske i tokom ljetnih mjeseci što je važno jer tada dolazi najviše turista. Ono što najviše doprinosi održanju niskih temperatura je to što su prostori muzeja raspodijeljeni po manjim pojedinačnim zgradama. To je vidljivo na tlocrtu na slici 35. Ovakav način gradnje podsjeća na tradicionalne lokalne građevine tog otoka samo na moderniji način izvedene. U ovim zgradama je namjerno izostavljen sustav ventilacije i klimatizacije zbog nemogućnosti očuvanja rashlađenosti prostora. Između tih zasebnih zgrada (paviljona) postavljene su drvene pergole uz koje će rasti vinova loza koja će stvarati hlad. Ono što dodatno pogoduje procesu hlađenja je bazen s vodom smješten kod prozora (slika 36). [42]

Ciljano su se koristili prirodni materijali za izvedbu ovog projekta što i daje estetski dojam ove građevine. Pokušalo se koristiti što više prirodnog materijala iz okolice no to nije baš bilo uvijek moguće, primjerice lokalni kamenolom je bio zatvoren pa se kamen morao dovoziti sa kopna Francuske iz regije Luberon. [42]

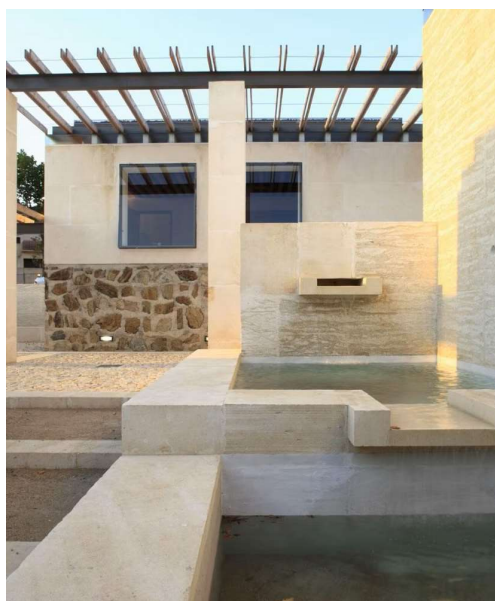
Muzej je prikazan na slici 37.



Slika 34: Kameni blokovi za izvedbu zidova (Izvor: [42])



Slika 35: Tlocrt objekta (Izvor: [43])



Slika 36: Bazen ispred prozora [44]





Slika 37: Muzej vina na Korzici (Izvor: [45])

## 6.2. Social housing in Mallorca

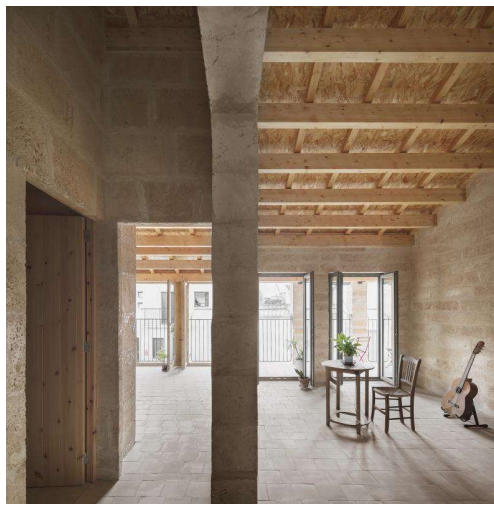
Ovaj projekt djelo je arhitektonske tvrtke IBAVI, a objekt sa socijalnim stanovima (slika 38 i 39) smješten je u gradu Palma de Mallorca u Španjolskoj. Smješten je u blizini autoceste te se ističe svojim izgledom i dizajnom u odnosu na niske kuće u okolici. Objekt svojim tlocrtom izgleda kao slovo L te ima dvije orijentacije, sjever–jug i istok–zapad. [46]

Nosivi zidovi u sobama sa dvostrukom orijentacijom izvedeni su od 20 centimetara debelih kamenih blokova. Blokovi su izrađeni od kamena marés, karakterističnog za područje Mallorce, koji je nastao zbijanjem pijeska na obali mora stoga se svrstava u pješčenjake odnosno u skupinu sedimentnog kamena. Sa ovakvim zidovima lako je ostvarena termalna inercija za pasivno hlađenje prostorije te provjetravanje prostorije pomoću hladnog morskog povjetarca. Na bočne zidove od kamenih blokova pješčenjaka veličine 20x20x80 centimetara oslanjaju se podne ploče od drveta. Blokovi su bili prepolovljeni zbog ograničenja težine kojom radnik smije rukovati. Niz kamenih stupova dimenzija 40x40 centimetara nalazi se ispred prozora koji gledaju na prometnicu, a tako postavljeni stupovi zapravo formiraju lođu koju rolete i vinova loza štite od vrućine i stvaraju hlad (slika 40). [46]

Ovaj projekt 2022. godine dobio je nagradu 'Ciutat de Palma Guillem Sagrera'. Kombinacijom upotrebe drveta i kamena cilj je bio oživjeti model mediteranskog grada. Arhitekti su ovakvim dizajnom objekta željeli potaknuti i socijalizaciju između stanovnika zgrade da uživaju vani u ljetnim večerima sa svojim sustanarima. [46]



Slika 38: Zgrada sa socijalnim stanovima u Mallorci (Izvor: [47])



Slika 39: Unutrašnjost objekta (Izvor: [48])



Slika 40: Niz stupova koji tvore lođu (Izvor: [48])

### 6.3. House in Moledo

Na sjeveru Portugala u gradiću Moledo smještena je kuća (slika 41 i 42) koju je projektirao poznati portugalski arhitekt Eduardo Souto de Moura. Kuća ima prekrasan pogled na Atlantski ocean, a zemljište na kojem je sagrađena nekada se koristilo za poljoprivredu. Projekt se izvodio u periodu između 1991. i 1998. godine. [49]

Teren je bio dosta zahtjevan jer se sastojao od terasa koje su bile previše blizu, a stepenice su bile preuske i niske da bi se na njima moglo graditi. Rješenje je bilo da se preuredi zemljište na način da ima manji broj terasa koje su dovoljno široke. U svrhu poboljšanja stabilnosti terasa morali su se izvesti potporni zidovi. Da bi se kuća smjestila na jednu od terasa prvo je bilo potrebno iskopati terasu kako bi u nju stala kuća svojom širinom. [49] Tlocrt objekta prikazan je na slici 43.

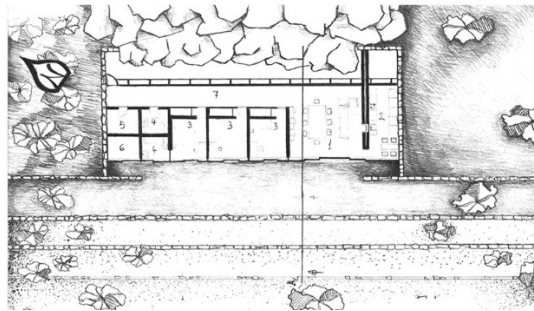


Slika 41: Kuća u Moledu, Portugal (Izvor: [50])



Slika 42: Terasa ispred kuće (Izvor: [51])

Objekt je zamišljen tako da ima dva paralelna staklena zida, jedan je poravnat s potpornim zidovima i ima pogled na ocean, a drugi stakleni zid gleda na dio iskopa terase. Staklena stijena koja gleda na ocean ima okvir izrađen od drva, dok stražnja staklena stijena ima čelične okvire. Bočni zidovi izrađeni su od nepravilnih oblika kamena granita te su napravljeni bez veziva, kao i zidovi koji uokviruju prednji stakleni zid. Neki zidovi u kući ostavljeni su kao kameni zidovi (slika 44), a ostali su izvedeni od betona. Krov kuće (slika 45) je izveden je kao betonska ploča s vodonepropusnim slojem, izolacijom i slojem šljunka te se oslanja na bočne kamene zidove. Dimnjaci i kanali za prikupljanje vode napravljeni su od nehrđajućeg čelika. [49]



**Slika 43:** Tlocrt kuće (Izvor: [52])



**Slika 44:** Unutrašnjost objekta (Izvor: [53])



**Slika 45:** Krov kuće (Izvor: [49])

## 7. ZAKLJUČAK

Čovjek se koristi kamenom već tisućljećima, prvo ga je koristio za izradu oružja i alata, a kasnije skloništa i nastambi. Bio je jedan od najznačajnijih materijala u određenim epohama. Veliki značaj imao je kao konstruktivni element sve do pojave novih optimalnijih materijala kao što su beton i čelik. Iako se njegova funkcija mijenjala kroz godine kamen je ostao u upotrebi i danas. Ne postoji materijal koji bi zamijenio kamen jer se dugogodišnja trajnost i monumentalnost ne može postići s niti jednim drugim materijalom.

Kamen se u usporedbi s drugim materijalima ističe zbog svoje velike tlačne čvrstoće i velike otpornosti na vanjske utjecaje. Ono što ga čini posebnim je raznolikost boja i tekstura kamena koje mu daju dojam elegancije i raskoša. Kamen je prirodan materijal stoga se njegovim korištenjem građevina lako uklapa u prirodu. To ga čini nezamjenjivim i jedinstvenim materijalom u arhitekturi i građevinarstvu.

Raznovrsne obrade kamena daju i različite vrste zidova od kamena. Zidovi od kamena mogu se graditi sa ili bez upotrebe veznog sredstva. Prvotno se gradilo s kamenom koji je čovjek nalazio u svojoj okolini bez dodatne obrade takvog kamena te se nije upotrebljavalo vezivo, a primjer toga su suhozidi. Suhozidi se izvode i dan danas kao ograde oko zemljišta, a može ih se vidjeti po cijeloj Dalmaciji. Razbijanjem kamena nađenog u prirodi dobivamo vrste kamena s kojima se mogu izvoditi zidovi od lomljenog kamena, pločastog kamena te kamena samca. Daljnjom obradom kamena dobivaju se komadi od kojih se izvode zidovi od obrađenog kamena i zidovi od klesanaca.

Danas se na tradicionalan način od obrađenog kamena grade samo manji objekti, monumentalne građevine poput spomenika te se vrše rekonstrukcije starih kamenih građevina. S obzirom na to da je danas funkcija kamena dominantno dekorativna, najčešće se koristi u fasadnim oblogama, podnim oblogama, oblogama za stepenice i slično.

Suvremena primjena kamena vidljiva je i u novijim projektima gdje se najviše upotrebljava za izradu obloga interijera i eksterijera, a ponekad se zbog svoje trajnosti koristi i kao konstruktivni element.

## POPIS LITERATURE

- [1] Crnković B., Šarić Lj. *Građenje prirodnim kamenom*. (2.izd.) Zagreb: Institut građevinarstva Hrvatske; 2003.
- [2] Peulić Đ. *Konstruktivni elementi zgrada: 1. i 2. dio*. Zagreb: Croatiaknjiga; 2002.
- [3] Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Djoser. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Dostupno: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/djoser> [Pristupljeno: 24. srpnja 2024.]
- [4] Čaušević A., Rustempašić N. Kratak historijski pregled zidanih konstrukcija. *ResearchGate*. Dostupno: <https://www.researchgate.net/publication/265371871> [Pristupljeno: 24. srpnja 2024.]
- [5] Crkva svetog Donata. *Benediktinke Svete Marije Zadar*. Dostupno: <https://benediktinke-zadar.com/grad-zadar/hrvatska/crkva-sv.-donata> [Pristupljeno: 24. srpnja 2024.]
- [6] Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Kamenolom. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Dostupno: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/kamenolom> [Pristupljeno: 24. srpnja 2024.]
- [7] Bašić S., Vezilić Strmo N. Kameno ziđe. *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*. Predavanje iz kolegija Visokogradnje
- [8] Batinić L. *Kamenolom tehničkog kamena*. Završni rad. Split: Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu; 2017.
- [9] Kamen. *Graditeljska, prirodoslovna i rudarska škola Varaždin*. Dostupno: <https://www.rudarska.hr/wp-content/uploads/2020/02/Kamen.pdf> [Pristupljeno: 26. srpnja 2024.]
- [10] Dunda S., Kujundžić T. *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*. Pučišća: Klesarska škola; 2003. Dostupno: [https://rudar.rgn.hr/~tkorman/nids\\_tkorman/Kamen/knjiga.html](https://rudar.rgn.hr/~tkorman/nids_tkorman/Kamen/knjiga.html) [Pristupljeno: 26. srpnja 2024.]
- [11] Quarry drills. *EUROSTONE*. Dostupno: <https://www.eurostoneusa.com/quarry-drills/> [Pristupljeno: 26. srpnja 2024.]
- [12] Brački kamen. *OK-Stipe Stone Works*. Dostupno: <https://ok-stipe.hr/bracki-kamen/> [Pristupljeno: 26. srpnja 2024.]

- [13] O školi. *Klesarska škola*. Dostupno: <https://klesarskaskola.hr/o-skoli/> [Pristupljeno: 26.srpnja 2024.]
- [14] Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Tvrdoča. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Dostupno: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/tvrdoča> [Pristupljeno: 7. kolovoza 2024.]
- [15] Vlahović T. *Geologija za građevinare*. Split: Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu; 2010.
- [16] Abrasion resistance – an overview. *ScienceDirect*. Dostupno: <https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/abrasion-resistance> [Pristupljeno: 7. kolovoza 2024.]
- [17] Banjad Pečur I., Štirmer N. Kamen. *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*. Dostupno: [https://www.grad.unizg.hr/\\_download/repository/2-predavanje-kamen%5B1%5D.pdf](https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/2-predavanje-kamen%5B1%5D.pdf) [Pristupljeno: 7. kolovoza 2024.]
- [18] Banjad Pečur I., Štirmer N. Mehanička svojstva materijala. *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*. Predavanje iz kolegija Poznavanje materijala. Dostupno: [https://www.grad.unizg.hr/\\_download/repository/7\\_i\\_8\\_Mehanicka\\_svojstva\\_materijala.pdf](https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/7_i_8_Mehanicka_svojstva_materijala.pdf) [Pristupljeno: 7. kolovoza 2024.]
- [19] Banjad Pečur I., Štirmer N. Trajnost materijala. *Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet*. Predavanje iz kolegija Poznavanje materijala. Dostupno: [https://www.grad.unizg.hr/\\_download/repository/13\\_Trajnost\\_materijala.pdf](https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/13_Trajnost_materijala.pdf) [Pristupljeno: 7. kolovoza 2024.]
- [20] Lyons A. *Materials for architects and builders*. (4.izdanje) Milton Park: Routledge; 2010. Dostupno: [https://kashanu.ac.ir/Files/Content/9781856175197\\_Materials\\_for\\_Architects\\_and\\_Builders.pdf](https://kashanu.ac.ir/Files/Content/9781856175197_Materials_for_Architects_and_Builders.pdf) [Pristupljeno: 7. kolovoza 2024.]
- [21] Pavelić D. *Opća geologija*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2014.
- [22] What is gabbro and how to crush it for construction uses?. *FTM Machinery*. Dostupno: <https://www.ftmmachinery.com/blog/what-is-gabbro-and-how-to-crush-it-for-construction-uses.html> [Pristupljeno: 9. kolovoza 2024.]
- [23] Sedimentne stijene. *ABC geografija*. Dostupno: <https://abcgeografija.com teme/sedimentne-cijene/> [Pristupljeno: 9. kolovoza 2024.]
- [24] Serpentine vs marble. *Tenax USA*. Dostupno: <https://www.tenax4you.com/serpentine-marble-compared-s/2582.htm> [Pristupljeno: 9. kolovoza 2024.]

- [25] Lomljeni kamen *Kamen Brzak*. Dostupno: <https://www.kamenbrzak.rs/proizvodi/lomljeni/> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [26] Kameni materijal. Arkada. Dostupno: <https://www.arkada-dugaresa.hr/proizvodi/kameni-materijal.html> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [27] Pletikosić L. *Primjena kamena u graditeljstvu*. Diplomski rad. Zagreb: Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu; 2007. Dostupno: [http://bib.irb.hr/datoteka/308456.Primjena\\_kamena\\_u\\_graditeljstvu\\_Lado\\_Pletikosi.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/308456.Primjena_kamena_u_graditeljstvu_Lado_Pletikosi.pdf) [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [28] Poliranje kamena. *Studenički kamen Živković*. Dostupno: <https://www.studenicki-kamen.com/usluge-poliranje-kamena> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [29] Bunja Grič. *JAX*. Dostupno: <https://jax.hr/proizvod/bunja-gric/> [Pristupljeno: 10. kolovoza 2024.]
- [30] Prirodni kamen. *Njuškalo*. Dostupno: <https://www.njuskalo.hr/gradevinski-materijal/prirodni-kamen-oglas-15018779> [Pristupljeno: 20. kolovoza 2024.]
- [31] Connemara / Peter Legge Associates. *Arch daily*. 15. listopada 2012. Dostupno: <https://www.archdaily.com/280660/connemara-peter-legge-associates> [Pristupljeno: 14. kolovoza 2024.]
- [32] Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Kiklopski zidovi. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Dostupno: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/kiklopski-zidovi> [Pristupljeno: 14. kolovoza 2024.]
- [33] Asseria. *Pakoštane EU*. Dostupno: <https://www.pakostane.eu/en/pakostane-excursions/asseria-benkovac> [Pristupljeno: 14. kolovoza 2024.]
- [34] Aland Islands: Bomarsund Fort ruins. *Travel 2 unlimited*. Dostupno: <https://travel2unlimited.com/alandislands2/> [Pristupljeno: 20. kolovoza 2024.]
- [35] Građevinsko zemljište – Primošten. *L profil*. Dostupno: [http://www.l-profil.hr/?page\\_id=1261#prettyPhoto](http://www.l-profil.hr/?page_id=1261#prettyPhoto) [Pristupljeno: 15. kolovoza 2024.]
- [36] Šaravanja K. Oreč F. *Zbornik objavljenih radova u razdoblju 2011. – 2018. Knjiga 2 – suhozidna gradnja*. Dostupno: <https://zvukkamena.com/wp/wp-content/uploads/2018/12/knjiga2combinepdf-1.pdf> [Pristupljeno: 15. kolovoza 2024.]



- [37] Šrajter F. Mediteranska kamena kuća – tehnike gradnje i obnove. Zagreb: Institut za turizam; 2006. Dostupno: [https://www.iztg.hr/images/uploaded/knjige/mediteranska\\_kuca\\_za\\_web1.pdf](https://www.iztg.hr/images/uploaded/knjige/mediteranska_kuca_za_web1.pdf) [Pristupljeno: 15. kolovoza 2024.]
- [38] Europa i suhozidi. *4 grada dragodid*. Dostupno: <https://www.dragodid.org/europa-i-suhozidi/> [Pristupljeno: 15. kolovoza 2024.]
- [39] Ashlar masonry. *Civil Click*. Dostupno: <https://www.civilclick.com/ashlar-masonry/> [Pristupljeno: 16. kolovoza 2024.]
- [40] Stone masonry construction – materials and classification. *Vietnam Construction*. Dostupno: <https://vietnamconstruction.vn/en/stone-masonry-construction-materials-classification/> [Pristupljeno: 16. kolovoza 2024.]
- [41] Zidovi od klesanaca. *Webgradnja*. Dostupno: <https://webgradnja.hr/clanci/zidovi-od-klesanaca/3165> [Pristupljeno: 16. kolovoza 2024.]
- [42] Wine museum in Corsica. *DETAIL 2012*; 1: 22–26. Dostupno: <https://www.scribd.com/document/369225915/Detail-Magazine-2012-01-Jan-Feb-pdf> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
- [43] Maison des vins, jardin ampélographique. *Réseau des Maisons de l'Architecture*. Dostupno: <https://www.ma-lereseau.org/panorama-des-images/maison-des-vins-jardin-ampelographique> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
- [44] Wine museum. *Domus*. Dostupno: <https://www.domusweb.it/en/architecture/2012/09/25/wine-museum.html> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
- [45] Musée des vins en pierre massive à Patrimonio, en Corse. *Carrières de Provence*. Dostupno: <https://www.carrieresdeprovence.com/details-musee+des+vins+en+pierre+massive+a+patrimonio+en+corse-118.html> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
- [46] Palma de Mallorca, es molinar social housing. *Affordable housing activation*. Dostupno: <https://atlas.affordablehousingactivation.org/pais-region/2076/> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
- [47] Social housing in Mallorca, Spain by IBAVI. *The architectural review*. 11. travnja 2022. Dostupno: <https://www.architectural-review.com/buildings/social-housing-in-mallorca-spain-by-ibavi> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]

- 
- [48] 19 social housing units on rental basis and public space in 37th, Salvador Espriu St. Palma. *Divisare*. 05. ožujka 2024. Dostupno: <https://divisare.com/projects/497492-carles-oliver-antonio-martin-xim-moya-alfonso-reina-milena-villalba-19-social-housing-units-on-rental-basis-and-public-space-in-37th-salvador-espriu-st-palma-ibavi> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
- [49] House in Moledo. *Wikiarquitectura*. Dostupno: <https://en.wikiarquitectura.com/building/house-in-moledo/#> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]
- [50] House in Moledo. *Architectuul*. Dostupno: <https://architectuul.com/architecture/house-in-moledo> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]
- [51] Eduardo Souto de Moura – House in Moledo. *OfHouses*. Dostupno: <https://ofhouses.com/post/117865156920/174-eduardo-souto-de-moura-house-in-moledo> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]
- [52] House in Moledo – Stefan, Nadia and Allana. *WordPress*. Dostupno: <https://bcueditorial14.wordpress.com/2015/01/03/house-in-moledo-stefan-nadia-and-allana/> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]
- [53] House in Moledo. *Arquitectura Viva*. Dostupno: <https://arquitecturaviva.com/works/casa-en-moledo-0> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]

## POPIS SLIKA

Slika 1: Ostaci kuće na obali jezera Hullen (Izvor: [4]).....	2
Slika 2: Unutrašnjost crkve svetog Donata u Zadru (Izvor: [5]).....	3
Slika 3: Etaže i radna čela kamenoloma (Izvor: [7]).....	5
Slika 4: Tradicionalno odvaljivanje blokova (Izvor: [7]).....	5
Slika 5: Samopokretna bušilica (Izvor: [11]) .....	6
Slika 6: Kamenolom na otoku Braču (Izvor: [10]).....	6
Slika 7: Radni dijagram kamena (Izvor: [18]).....	9
Slika 8: Gabro, granit, bazalt (Izvor: [22]) .....	12
Slika 9: Konglomerat (lijevo) i breča (desno) (Izvor: [23]) .....	13
Slika 10: Serpentin (lijevo) i mramor (desno) (Izvor: [24]) .....	14
Slika 11: Pločasti lomljeni kamen (Izvor: [25]).....	15
Slika 12: Drobljeni kamen (Izvor: [26]).....	16
Slika 13: Brazdana (lijevo) i štokovana površina (desno) (Izvor: [27]).....	17
Slika 14: Poliranje kamena (Izvor: [28]) .....	17
Slika 15: Bunjasta površina (Izvor: [29]).....	17
Slika 16: Skica zida od običnog lomljenog kamena (Izvor: [7]) .....	19
Slika 17: Primjer zida od običnog lomljenog kamena (Izvor: [30]) .....	19
Slika 18: Skica zida od pločastog lomljenog kamena (Izvor: [7]) .....	20
Slika 19: Primjer zida od pločastog kamena (Izvor: [31]).....	20
Slika 20: Ostaci kiklopskih zidova u Podgrađu kraj Benkovca (Izvor: [33]) .....	21
Slika 21: Primjer kiklopskog zida (Izvor: [34]).....	21
Slika 22: Skica zida od kamena samca (Izvor: [7]) .....	22
Slika 23: Primjer zida od kamena samca (Izvor: [35]).....	22
Slika 24: Kameni potporni zid lijevo, slobodnostojeći suhozid desno (Izvor: [37]).....	23
Slika 25: Primjer suhozida (Izvor: [38]).....	23
Slika 26: Skica zida od grubo obrađenog kamena (Izvor: [7]) .....	24
Slika 27: Primjer zida od grubo obrađenog kamena (Izvor: [39]).....	25
Slika 28: Skica zida od fino obrađenog kamena (Izvor: [7]).....	25
Slika 29: Primjer zida od fino obrađenog kamena (Izvor: [40]) .....	25
Slika 30: Skica zida od klesanog kamena (Izvor: [41]) .....	26
Slika 31: Mali mačak (Izvor: [7]).....	27
Slika 32: Veliki mačak (Izvor: [7]).....	27
Slika 33: Pariški mačak (Izvor: [7]) .....	27

---

Slika 34: Kameni blokovi za izvedbu zidova (Izvor: [42]).....	29
Slika 35: Tlocrt objekta (Izvor: [43]).....	29
Slika 36: Bazen ispred prozora [44] .....	29
Slika 37: Muzej vina na Korzici (Izvor: [45]) .....	30
Slika 38: Zgrada sa socijalnim stanovima u Mallorci (Izvor: [47]).....	31
Slika 39: Unutrašnjost objekta (Izvor: [48]).....	31
Slika 40: Niz stupova koji tvore lođu (Izvor: [48]).....	31
Slika 41: Kuća u Moledu, Portugal (Izvor: [50]).....	32
Slika 42: Terasa ispred kuće (Izvor: [51]).....	32
Slika 43: Tlocrt kuće (Izvor: [52]) .....	33
Slika 44: Unutrašnjost objekta (Izvor: [53]).....	33
Slika 45: Krov kuće (Izvor: [49]) .....	33

## POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrebna određivanja svojstva prirodnog kamena s obzirom na njegovu primjenu (Izvor: [1]) .....	7
Tablica 2: Kategorizacija ovisno o tlačnoj čvrstoći (Izvor: [1]).....	8
Tablica 3: Kategorizacija prema otpornosti na habanje prema Böhmeu (Izvor: [17]) .....	9