

ПРИМЕНА КАМЕНА У ГРАЂЕВИНАРСТВУ APPLICATION OF STONE IN CONSTRUCTION

Александар Николић, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Предмет овог мастер рада је порекло, врсте, начин обраде и примена камена у грађевинарству

Кључне речи: порекло, врсте, обрада, цена

Abstract – The subject of this master thesis is origin, types, method of processing and application of stone in construction industry

Keywords: origin, types, method of processing, cost

1. УВОД

Потребе данашњег тржишта за материјалима који су естетски прихватљиви, али не и квалитетни, довеле су до тога да материјал попут камена, који је од давнина важио за јако квалитетан материјал, све мање користи. Природни камен по својим карактеристикама, чврстоћи и дуготрајности сам себи диктира век трајања. Ако гледамо са аспекта енергетске ефикасности камен је у самом врху, јер је одличан слој изолације, еколошки је поуздан материјал и у складу са нормама. Камен својом текстуром, разним бојама и шарама које је створила природа, даје естетски значај објекту на који се уграђује.

Природни камен има најбољи однос цене и квалитета. Данас, употреба камена у грађевинарству углавном се своди на облагање подова, степеништа, зидова, фасада, студоба или неких посебних елемената. Трошкови одржавања камена су доста мањи у односу на друге вештачке материјале што му даје додатну предност. Поред основни средстава за одржавање постоји и велики спектар премаза који штите и додатно истичу лепоту камена.

2. КАМЕН КРОЗ ИСТОРИЈУ

Употреба камена и почетак развоја људског друштва почиње појавом оруђа и савладавања вештине тесања камена. Од ког тренутка камен као материјал не престаје да се користи. Због својих карактеристика камен је имао велику примену у архитектури старих цивилизација које су изградиле објекте који и данас сведоче о издржљивости и трајности камена.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор проф. др. Владимир Мученски

Још у средњем веку постојале су групе мајстора зидара који су путовали од града до града и од државе до државе. Једну групу зидара чинили су главни мајстор који је имао једног или два помоћника и неколико шегрта. У зависности од количине посла главни мајстори су додатну радну снагу налазили у месту или околини где се налазило градилиште.

Главни мајстор је имао титулу протомјастора, која се добија некон вишегодишњег рада и изведених грађевина. Положај протомјастора био је регулисан **Дубровачким статутом** из 1272. године. Да би се добила ова титула полагала се нека врста државног испита. Носиоц ове титуле имао је улогу данашњег дипломираног инжењера. Његов задатак је био да прати и контролише грађење, оцењује изведене радове и да даје савете везано за грађевинарство. Алатке које су користили мајстори у средњем веку су сличне онима које се користе данас. Чекић и длето су основни алат који се користио за обраду камена. Квалитет изведених радова зависио је од искуства и умећа мајстора као и самог материјала који се користио за зидање. Контрола у току зидања се вршила вертикалним и хоризонталним виском, угаоником и троуглом.

3. ПОРЕКЛО И ВРСТЕ КАМЕНА

3.1 Врсте стена

Камен се добија од разних врста стена. По постанку стене се деле на:

1. магматске
2. седиментне
3. метаморфне

Грађевински камен добијамо током експлоатација која се врши у каменоломима-мајданима коришћењем различитих метода. При експлоатацији камена најчешће се прво минирањем одламају крупни комади стена, а затим се ови комади режу, цепају, ломе или мељу на ситније комаде у зависности од намена. Често се захтева, у зависности од намене, да камене плоче буду вез пукотина, у том случају се током експлоатације искључује минирање, већ се она врши искључиво резањем или цепањем.^[3]

3.2 Најчешће врсте камена које су користе у грађевинарству

Типови камена:

- | | |
|--------------|-----------|
| 1. Алабастер | 6. Оникс |
| 2. Базалт | 7. Кварц |
| 3. Гранит | 8. Пешчар |

4. Кречњак
5. Мермер

9. Шкриљац
10. Травентин

1. Алабастер

Ситнозрнасти минерал–гипс. Због његове прозирне структуре, има велику примену и ентеријеру али је скуп и редак. ^[3]

2. Базалт

Тврда и компактна изливна магматска стена, тамносиве и црне боје. Користи се као агрегат, док се плоче које су полиране могу користити за споменике, поплочавање и друге предмете. ^[3]

3. Гранит

Дубинска магматска стена која настаје хлађењем и очвршћавањем магме и заступљена је у земљиној кори. У зависности од минарела боја може да варира од светлосиве до црне, зелене или плаве. Његове физичко-механичке карактеристике чине га погодним за израду плочица, камина и степеништа као и за спољашњу употребу. ^[3]

4. Кречњак

Најраспрострањеније карбонатне седимантне стене, састављене од калцита и могу садржати хемијске примесе гвожђа, магнезијума, глине, песка и др. Основна примена кречњака је у производњи цемента – портланд цемент, можемо га корисити и као подлогу за путеве или облагање кровова, хемијска сировина за проиловну креча.

5. Мермер

Метаморфна стена настала поновном кристализацијом кречњака и доломита. Користи се као грађевински материјал и користимо га као плочице за облагање подова, степеништа, зидова, радних површина у кухињи или купатилу. Највеће налазиште мермера у Србији је на Венчацу код Аранђеловца. Постоји значајно налазиште у златиборском округу, у селима Скржути, Сирогојно и Каленић.

6. Оникс

Варијетет калцедона (калцедон је минерал, криптокристал, који је настао међусобним урастањем кристала минерала кварца и моганита) са пругама које су беле и црне. Доступан је у многим бојама. Главна лежишта овог минерала су у Јужној Америци, Мексику, Индији и на Мадагаскару. Нека истраживања показују да се може наћи и у Србији, на Фрушкој гори. ^[3]

7. Кварц

Један од најчвршћих материјала на планети. Има већу отпорност на огреботине од гранита и не може лако да се сломи. Одличан је за уградњу на различите површине, као што су подови и степенице. ^[3]

8. Пешчар

Седиментна стена изграђена од кластичних зрна кварца, љуспина, мусковита и фелдспата. Неки

пешчари су отпорни на утицај атмосферских прилика. Може се користити за поплочавања и погодан је за спољну употребу.

9. Шкриљац

Ситнозрна метаморфна стена која се формира када је седиментна стена изложена високом притиску. Отпоран је на утицај атмосферских прилика, има велику чврстоћу и ниску апсорпцију воде и добро подноси ниске температуре. Има велику примену у ентеријеру где се користи за подне плочице, степениште, кухиње. ^[3]

10. Травентин

Врста кречњака који настаје брзим таложењем калцијум карбоната. Карактеришу га ситне рупе и удубљења на површини. Рупе и шупљине попуњавамо фуг масом. Има веома честу примену у изради фасада, зидних облога и подова као и за израду купатила. ^[3]

11. Вештачки камен

Састоје од 93% млевеног природног камена (мермер, гранит...) комбинованим са специјално формулисаним полимером који обезбеђује већу чврстину и издржљивост као што је то случај са традиционалним каменом. Обрађује се на исти начин као и природни камен. Доступан је у широком спектру боја и образаца. Користи се подједнако у ентеријеру и екстеријеру.

4. КАРАКТЕРИСТИКЕ КАМЕНА КАО ГРАЂЕВИНСКОГ МАТЕРИЈАЛА

Како би што боље и правилније искористили камен потребно је да знамо како се он понаша у одређеним околностима и разним утицајима који могу да делују на њега. Другим речима, потребно је да знамо његове физичке, механичке као и хемијске особине. Неке од важнијих карактеристика камена су:

4.1.1 Боја камена

Од врсте и боје минерала зависи и боја камена, како они могу бити безбојни или различитих боја тако имамо и мноштво различитих боја камена. Минерали могу имати своју боју или она може настати од разних примеса. ^[4]

4.1.2 Текстура камена

У зависности од распореда минералних састојака које се налазе у камену зависи и сама текстура и шаре на камену. Структура камена може бити крупнозрна или ситнозрна и компактна.

4.1.3 Запреминска тежина камена

Запреминска тежина камена представља тежину камена по јединици мере, заједно са свим шупљинама и порама. запреминска тежине се креће у интервалу од 1400-5500 [кг/м³]

4.1.4 Специфична тежина камена

Специфична тежина камена представља тежину камена по јединици мере без шупљина и пора. Изражава се у кг/м³ ^[4]

4.1.5 Порозност камена

Порозност камена представља збир свих шупљина и пора у јединици запремине.^[4]

4.1.6 Упијање воде

Упијање воде је способност камена да воду задржи у својој маси. Која количина воде ће бити упијена зависи од структуре камена, распореду шупљина и пора и времену током којег је камен био изложен води.^[4]

4.1.7 Водопропустљивост камена-

Водопропустљивост камена се одређује према количини воде која прође кроз узорак јасно дефинисаних димензија за одређено време при утврђеном воденом притиску, засиви од густине камена, величине и распореда шупљина и пора. [4]

4.1.8 Чврстоћа на притисак

Чврстоћа камена на притисак је гранична вредност при којој се камени примерак ломи када се на његову површину од 1 мм² примени аксијална сила од 1 Nm. Вредности чврстоће на притисак се крећу у интервалу од 80 до 250 МПа.

4.1.9 Чврстоћа на савијање

Испитивање чврстоће на притисак се врши тако што камену плочу која је ослоњена на крајевима оптеретимо силом која делује на средину тог узорака. Вредност чврстоће на савијање се креће од 7-20% чврстоће на притисак истог материјала, односно од 0.5-25 МПа.

4.1.10 Отпорност на хабање

Отпорност на хабање је вредност при којој долази до оштећења услед трења на површини камена. Камен се може поделити у неколико група: изузетно тврд, веома тврд, тврд, умерено тврд и мек.^[4]

4.2 Тврдоћа камена

Тврдоћа камена, зависи од тврдоће минерала и везивног материјала и представља отпорност камена против парања неким другим тврдим материјалом или предметом. За утврђивање тврдоће минерала се користи Мосова скала тврдоће на којој су различите врсте минерала поређање по степену тврдоће. За потребе грађевинских радова тврдоћа камена се испитује помоћу Бринелове куглице, Шоровог склерометра или Мартенсовог склерометра.^[5]

5. ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ И ОБРАДЕ КАМЕНА

Начин и техника обраде камена зависе од његове врсте и намене. Камен се из каменолома вади коришћењем експлозива или другом методом чиме се добијају већи блокови који се даље уситњавају резањем и цепањем. Касније се мањи комади подвргавају даљој преради коришћењем разних алата и машина.

5.1.1 Обрада каменних блокова

1. тесање
2. резање

5.1.2 Површинска обрада

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. полирање | 5. четкање |
| 2. штоковање | 6. пекарање |
| 3. буњање | 7. брушење |
| 4. паљење | |

6. УГРАДЊА КАМЕНА

6.1 Екстеријер

Екстеријер је термин који представља спољни изглед зграде, простора или објекта. Односи се на све елементе који су видљиви са спољне стране објекта и обухватају спољне зидове, кровове, прозоре, врата, фасаду, балконе, терасе. Поред спољашности самог објекта, екстеријер обухвата и уређивање простора око објекта попут дворишта, стаза, башти, фонтана или дрвећа. Када бирамо камен за екстеријер морамо бити пажљиви и водити рачуна о његовим карактеристикама и особинама с обзиром да ће бити изложен свим спољашњим утицајима.

6.1.1 Камен за фасаде

Фасада објекта може бити цела од камена или само доњи део: цокле, приземље и/или подрум. Додатна предност каменних фасада је њихова способност да побољшају енергетску ефикасност јер камен има добра термичка својства. Камене фасаде се обично раде на два начина: први начин је када камен разним везивима лепимо директно на конструкцију, док на други начин камен постављамо на потконструкције да би се добила вентилисана фасада.

6.1.2 Уређење (попљочавање) сутерена

Када је у питању попљочавање на отвореном, једна од најважнијих ствари је припрема подлоге-тампона. Дубина ископа не би требало да буде већа од 25cm и важно је да тло буде равно и сабијено. Како би омогућили отицање воде потребно је урадити и довољно канала, шахтова и дренажних цеви.

6.1.3 Ограде од камена

Ограде имају функцију првенствено да заштите дом од налета ветрова, сметова и других временских услова али и приватност дома. Ограде могу бити зидане од каменних коцки неправилног облика, облагане ломљеним или сеченим декоративним каменом.

6.2 Ентеријер

Ентеријер се односи на уређење унутрашњег простора, обухвата све елементе као што су намештај, декорација, боје, текстура, осветљење, завезе, тепихе итд. Типови ентеријара могу бити модерно или суптилно минималистички, рустични, класични али најбитније је да буду функционални и ергономски дизајнирани како би омогућили пријатан борован у објекту.

6.2.1 Кухиње

Радни делови кухиње од природног камена важе као лепи и практични зато што могу да се изаберу

многобројне боје и текстуре. Камен за кухиње мора имати већу чврстоћу на хабање и упијање.

6.2.2 Подови и степениште од камена

Камен је добар за унутрашње подове јер је функционалан, трајан, лак и једноставан за одржавање. Због својих карактеристика мермери и гранити се користе за облагање подних површина.

6.2.3 Камини од камена

Поред мермера и гранита за облагање камина користимо и штанглице, мање или веће ширине, као и ломљени камен рустичног рељефастог облика

6.2.4 Купатила од камена

Камен је постојан у влажним и мокрым срединама и као такав одличан избор за купатила. Постоји више начина коришћења камена у купатилу, то може бити облагање зидова или као елемент попут умиваоника, лавабоа или каде.

7. АНАЛИЗА ЦЕНА ОБРАДЕ, ТРАНСПОРТА И УГРАДЊЕ КАМЕНА

Цена природног камена зависи од више фактора, пре свега на цену камена утиче цена сировине, затим сам процес и комплексност производње одређених облика и обрада. Цена уградње и постављања камена може пуно да се разликује у зависности од начина уградње као и саме технике уграђивања. Цена транспорта зависи од дужине пута и количине камена.

Табела 7.1- Цена обраде камена

Врста камена	Цена постављања и уградње камена [€/м²]
Ломљени камен	10 - 15
Штанглице	10 - 15
Декоративни камен - стандардна димензија	13 - 15
Декоративни камен - мозаик	10 - 20
Степенице	12 - 18
Буња д=2-3цм	15 - 40
Буња д=7-10-15-20цм	25 - 60
Клунице за прозоре - солбанка	10 - 20
Гранитна коцка	15 - 20
Мермерна коцка	5 - 11

Табела 7.2 – Цена уградње камена

Начин обраде	Јединична цена [€/м]	Јединична цена [€/м²]
Тесање	5	/
Резање	6	/
Полирање	/	10 - 12
Обрада канта - равно	6	/
Обрада канта - полурунд	10	/
Обрада канта - пун рунд	10 - 15	/
Штоковање	/	7
Паљење	/	12
Четкање	/	8
Пескарење	/	10

9. ЗАКЉУЧАК

Најстарији и најкоришћенији природни материјал у грађевини је несумњиво камен и као такав има велику примену у нискоградњи као и у високоградњи. По својим карактеристикама и дуготрајности камен се не може поредити ни са једним другим природним или вештачким материјалом, што га чини правим избором. Одолева свим временским условима и лак је за одржавање. Постоје многи начини како природни камен можемо употребити у ентеријеру или екстеријеру, било као главни или украсни материјал, зато ако се одлучите да искористите природни камен у вашем објекту на било који начин, никако не можете погрешити.

10. ЛИТЕРАТУРА

- <https://www.gradnja.rs/sporije-ali-temeljnije-kako-su-se-zidala-srednjevokna-zdanja-na-tlu-srbije/>
- <https://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/393/820/kamen-u-gradjevinarstvu>
- https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Types_of_stone
- <https://www.gradnja.me/clanak/161/Fizi%C4%8Dke-osobine-kamena-kao-gra%C4%91evinskog-materijala>
- <https://www.gradnja.me/clanak/158/%C5%A0ta-je-tvrdo%C4%87a-kamena-od-%C4%8Dega-zavisi-i-kako-se-mjeri>
- <https://www.gradnja.me/clanak/155/Naj%C4%8De%C5%A1%C4%87i-na%C4%8Dini-obrade-kamena>

Кратка биографија:



Александар Николић, рођен у Ужицу 5.7.1997. год. Основне академске студије завршио на Грађевинском факултету у Новом Саду. Мастер академске студије, на истом факултету, уписао 2023. год. смер Организација и технологија грађења.