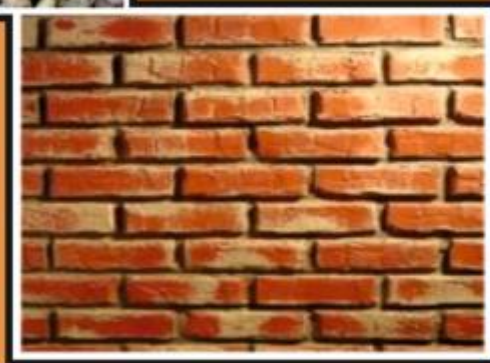




ZAGREBAČKO UČILIŠTE
ustanova za obrazovanje odraslih

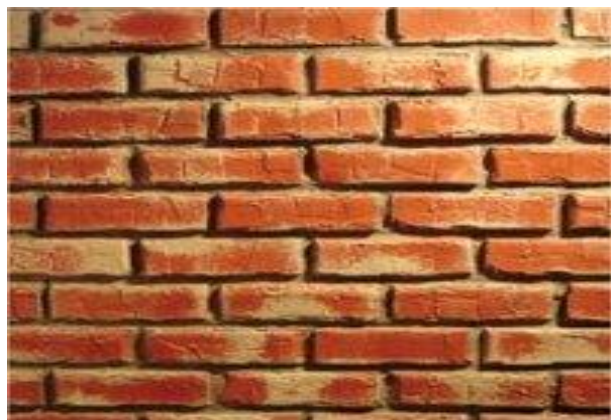
Jasna Markušić, dipl. inž. građ.

GRAĐEVINSKI MATERIJALI



Jasna Markušić, dipl. inž. građ.

GRAĐEVINSKI MATERIJALI



Zagreb, studeni 2008.

GRAĐEVINSKI MATERIJALI

Priručnik za stručno osposobljavanje i usavršavanje

Jasna Markušić, dipl. inž. građ.

Tisak:
ZAGREBINSPEKT OBRAZOVANJE

1. OPĆENITO O GRAĐEVINSKIM MATERIJALIMA

1.1. POJAM

Građevinskim materijalima zovemo sve one materijale koje koristimo za izgradnju građevinskih objekata niskogradnje i visokogradnje. U građevinske materijale ubrajamo također i materijale koje koristimo za održavanje, adaptaciju i rekonstrukciju već izgrađenih objekata.

Građevinske materijale koristimo u raznim stupnjevima dovršenosti, kao sirovine, poluproizvode i gotove proizvode.

Neke građevinske materijale koje koristimo danas čovjek je koristio i u davnoj prošlosti pa ih iz toga razloga zovemo tradicionalni materijali (drvo, kamen, glina). Nastojanjem da se poboljšaju svojstva već poznatih materijala, a kroz razvoj znanosti i tehnike, došlo je do pronalaska novih tzv. suvremenih materijala (plastika, beton, staklo, guma). Kombiniranjem tradicionalnih i suvremenih materijala u izgradnji objekata zadovoljavaju se svi uvjeti koje današnja izgradnja zahtijeva, a to je sigurnost, trajnost, uporabivost, estetika, dostupnost, ekonomičnost. Pravilnim korištenjem raspoloživih građevinskih materijala osiguravamo i tzv. održivu gradnju koja je sve veći imperativ današnjeg vremena.

OBJEKTI GRAĐENI TRADICIONALNIM MATERIJALIMA

DRVO



slika 1

OPEKA



slika 2

KAMEN



slika 3

OBJEKTI GRAĐENIH SUVREMENIM MATERIJALIMA

ARMIRANI BETON



slika 4

STAKLO, ALUMINIJ



slika 5

1.2. PODJELA GRAĐEVINSKIH MATERIJALA

Građevinske materijale možemo podijeliti po različitim kriterijima;

1. Prema porijeklu

- prirodni: opeka, kamen, drvo
- umjetni: staklo, čelik, plastika, beton, aluminij

2. Prema složenosti

- jednostavni (od jednog sastojka): kamen, pijesak, drvo
- složeni (od više sastojak): beton, mort

3. Prema uporabi u povijesti

- tradicionalni: drvo, glina, kamen
- suvremeni: staklo, plastika, beton, aluminij, čelik

4. Prema stupnju obrađenosti

- sirovine (služe za daljnju preradu u poluproizvode i proizvode): kamen, drvo, glina
- poluproizvodi (u stupnju nepotpune dovršenosti): betonsko željezo, svježi beton
- gotovi proizvodi (služe za ugradnju): vrata, prozori, cigla, crijep, keramičke pločice

5. Prema obliku

- kuglasti: šljunak, klinker
- oblik kocke : keramičke pločice, kamene ploče
- oblik prizme: cigla, daska, greda
- oblik valjka: cijevi, armaturna šipka
- valoviti: aluminijski lim

6. Prema trajnosti

- dugotrajni : kamen, beton
- kratkotrajni: drvo

7. Prema konstruktivnim elementima objekta

- za temelje: kamen, opeka, beton
- za zidove: kamen, opeka, beton
- za stropove: stropne gredice, ulošci, armirani beton
- za krovove: crijep, trapezni lim, PVC folija

8. Prema ulozi u građevinarstvu:

- konstruktivni: za konstruktivne elemente
- izolacijski: za toplinsku, zvučnu ili hidroizolaciju
- za bojanje: lakovi, boje, premazi
- za zaštitu: od korozije, od truljenja, od smrzavanja
- za učvršćivanje: vijci, čavli, spone, ljepila
- za instalacije: vodovodne, električne, kanalizacijske

9. Prema važnosti

- osnovni: šljunak, cement
- dopunski: dodaci betonu, razrjeđivači

1.3. SVOJSTVA GRAĐEVINSKIH MATERIJALA

Osnovna svojstva građevinskih materijala su:

- mehanička
- kemijska
- fizikalna
- tehnološka

1.3.1. Mehanička svojstva

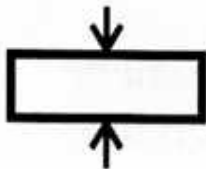
Mehanička svojstva građevinskih materijala definirana su prema djelovanju vanjskih sila na materijal. Djelovanje vanjskih još zovemo i opterećenje. Ono može biti statičko (trajno - intenzitet mu se ne mijenja s vremenskim intervalom) i dinamičko (povremeno – mijenja se s vremenskim intervalom).

Mehanička svojstva su:

- čvrstoća
- tvrdoća
- elastičnost
- žilavost

Čvrstoća

Čvrstoća je otpornost materijala na različita naprezanja kao što su: **tlak, vlak, odrez, savijanje, izvijanje i sukanje (torzija)**. Mjerna jedinica za čvrstoću je 1 N/m^2 .



Tlačna naprezanja

– sile djeluju jedna prema drugoj i nastoje materijal zbiti, zgnječiti.

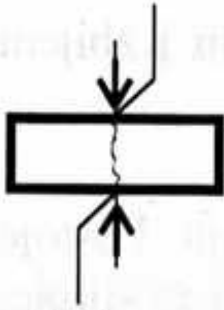
slika 6



slika 7

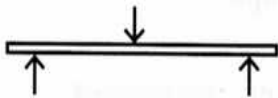
Vlačna naprezanja

- sile djeluju jedna od druge i nastoje materijal razvući



slika 8

- Odrez** – sile djeluju u suprotnim smjerovima okomito na os tijela, nastoje materijal presjeći



slika 9

Savijanje

- tri sile djeluju okomito na tijelo; tijelo se savija u smjeru djelovanja sila



slika 10

Savijanje

- gornji dio opterećen na tlak
- donji dio opterećen na vlak



slika 11

Izvijanje

- sile djeluju jedna prema drugoj u osi tijela koje je velike dužine u odnosu na

Sukanje – sile na jednom kraju tijela djeluju u suprotnom smjeru od sila na drugom kraju

Tvrdoća

Tvrdoća je svojstvo materijala da se opire zadiranju drugog materijala.

Elastičnost

Elastičnost je svojstvo materijala da se nakon djelovanja vanjskih sila materijal vraća u prvobitni oblik. Svojstvo suprotno od elastičnosti je plastičnost koje se definira kao svojstvo materijala da se prestankom djelovanja sila ne vraća u prvobitni oblik.

Žilavost

Žilavost je svojstvo materijala da izdrži određeni broj savijanja iznad granice elastičnosti prije nego što pukne. (npr. višestruko savijanje i ravnanje armature). Suprotno svojstvo od žilavosti je krhkost, lomljivost (staklo).

1.3.2. Kemijska svojstva

Kemijska svojstva odnose se na promjene kemijskog sastava materijala. U kemijska svojstva spadaju kemijsko razlaganje, spajanje, postojanost te kemijski sastav.

Kemijsko razlaganje je proces u kojem se jedan složeni materijal u kemijskom procesu rastavlja na jednostavnije dijelove (razlaganje vapnenca na živo vapno i ugljik (IV) oksid.

Kemijsko spajanje je kemijski proces u kojem se spaja više materijala da bi se dobio novi materijal (živo vapno + voda = gašeno vapno).

Kemijska postojanost je svojstvo materijala da se ne mijenja pri dodiru s raznim drugim materijalima,

Dobro poznavanje kemijskih svojstava materijala omogućuje nam da napravimo pravilan izbor materijala za različite primjene

1.3.3. Fizikalna svojstva

Fizikalna svojstva materijala uključuju promjenu oblika materijala ali ne i promjenu kemijskog sastava.

U fizikalna svojstva ubrajamo :

- izgled i strukturu,
- teksturu,
- poroznost,
- specifičnu masu,
- prostornu masu,
- gustoću,
- vodo propusnost,
- higroskopnost,
- vodljivost topline,
- vodljivost zvuka
- vodljivost elektriciteta,
- promjenu volumena.

Izgled obuhvaća boju, oblik, sjaj i slično.

Struktura predstavlja oblik, veličinu, vezu sastavnih dijelova (npr. znatost, vlaknasta struktura).

Tekstura predstavlja raspored sastavnih dijelova (izgled godova drveta).

Poroznost je odnos volumena pora prema ukupnom volumenu materijala.

Specifična masa je masa jedinice volumena potpuno zbijenog materijala bez pora.

Prostorna masa je masa jedinice volumena u prirodnom stanju s porama.

Gustoća je omjer volumena čistog materijala i materijala s šuplinama.

Vodo propusnost je svojstvo materijala da, vezano uz poroznost, propusti određenu količinu vode u određenom vremenu.

Higroskopnost je svojstvo materijala da upije vlagu iz zraka.

Vodljivost topline ili toplinska vodljivost je vođenje topline kroz materijal između suprotnih površina. Toplinsku vodljivost izražavamo koeficijentom toplinske vodljivosti koji predstavlja količinu topline u kJ koja tijekom jednog sata prođe kroz sloj materijala debljine 1 m, površine 1m², pri razlici temperature na suprotnim površinama od 1° C.

Vodljivost zvuka je propuštanje zvuka kroz materijal. Vrijedi pravilo da su porozni materijali lošiji vodiči zvuka od neporoznih.

Vodljivost elektriciteta je sposobnost materijal da vodi električnu struju.

Promjena volumena događa se uslijed promjene temperature, kažemo da materijal „radi“.

1.3.4. Tehnološka svojstva

Tehnološka svojstva su kombinacija kemijsko-fizičko-mehaničkih svojstava koja daju pogodnost za određenu vrstu prerade materijala (zavarljivost, kovnost, lemljivost, topljivost, sposobnost za obradu deformacijom...)

1.4. ISPITIVANJE GRAĐEVNIH MATERIJALA

Saznanja o svojstvima građevinskih materijala, u starije vrijeme, su se stjecala najvećim dijelom temeljem iskustva. To je bio spori proces stjecanja znanja. Danas se o svojstvima materijala saznaje na temelju znanstvenih ispitivanja. Svojstva građevinskih materijala te uvjeti koje moraju zadovoljiti u pogledu kvalitete, trajnosti i drugog propisani su raznim normama (ISO , HRN, DIN, EUROCODE).

Svrha ispitivanja:

- provjeravanje svojstava predviđenih normama
- proučavanje i znanstveno ispitivanje novih materijala s ciljem upoznavanja njihovih svojstava za njihovo buduće korištenje u suvremenom građenju

Metode ispitivanja:

- s razaranjem prilikom čega dolazi do razaranja ispitivanog materijala te on nakon ispitivanja nije više za upotrebu (primjer za taj način ispitivanja je ispitivanje betonskih kocki za dokazivanje čvrstoće betona)
- bez razaranja gdje ispitivani materijal može dalje koristiti; bez razaranja se ispituje i materijal koji je već u upotrebi (primjer za to je ispitivanje vlažnosti estriha prije ugradnje završne podne obloge).

Mjesta ispitivanja:

- laboratoriji,
- gradilišta,
- pogoni..za proizvodnju materijala

2. GRAĐEVNI KAMEN

Kamen se, zbog svojih dobrih svojstava, od davnina upotrebljavao u graditeljstvu, a i danas je rado korišten građevinski materijal.

Građevni kamen prirodni je materijal koji potječe od raznih stijena koje čine Zemljinu koru.

2.1. STIJENE

Stijene su sastavljene od minerala.

Podjela stijena prema mineralima :

- jednostavne (sastavljene od samo jedne vrste minerala npr. mramori)
- složene (sastavljene od nekoliko vrsta minerala npr. granit)

Podjela stijena prema postanku:

- vulkanske (magmatske)
- taložne (sedimentne)
- izmijenjene (metamorfne)

2.1.1 Vulkanske stijene

Vulkanske stijene nastale su skrućivanjem rastaljene magme. U vulkanske stijene ubrajamo: granit, sijenit, gabro, bazalt i dr.



slika 12

Granit

- sastavljen je od kремена, glinenca i tinjca
- najviše korištena vulkanska stijena
- vrlo dobar kao građevni materijal, otporan na habanje
- boja mu može biti sivkasta, zelenkasta, crna
- obrađuje se klesanjem, brušenjem, glačanjem
- koristi se za oblaganje fasada, izradu rubnjaka, za zidove, za željezničke zastore, za izradu stuba, za obalo utvrde
- nalazište mu je u Moslavačkoj gori i Psunju

Bazalt

- tvrd, težak, teško obradiv
- dobar vodič topline
- koristi se za izradu putova
- boja sivo crna
- nalazište kod Kutjeva i u Baranji

Plovučac

- nastao naglim očvršćivanjem lave
- šupljikav
- izgled staklaste pjene
- upotrebljava se za izradu laganog betona, blokova za zidanje

Ostale vrste vulkanskih stijena manje su zastupljene za upotrebu u graditeljstvu.

2.1.2. Taložne stijene

Nastale su taloženjem razne materije u vodi i na kopnu. Taložne stijene dijelimo u tri skupine:

- mehanički talozi
- kemijski talozi
- organski talozi

2.1.2.1. Mehanički talozi

Nastaju taloženjem raspadnutih stijena. Neki talozi ostaju nevezani ili se pod djelovanjem pritiska ponovno povezuju u stijene. Mehaničke taloge dijelimo na **šljunčane, pješćane, prašinate i glinene.**

Kao nevezani **šljunčani** talog pojavljuje se šljunak i drobljenac, a kao vezani konglomerat. Najbolji je riječni šljunak od vulkanskih stijena. Šljunak se koristi za izradu betona, kao podloga za prometnice i drugo.

šljunak - batuda



slika 13
drobljenac



slika 14

Pješčani nevezani talog je pijesak, a vezani pješčenac. Nastao je drobljenjem stijena, prirodnim transportom i taloženjem.

Prašinasti nevezani materijal je prašina i mulj, a slabo vezan prapor.

Glineni talozi slabo vezani su glina i lapor, a vezani npr. glinenac. Glina je sastavljena od vrlo sitnih čestica (manjih od 0,02 mm). Razlikujemo čiste ili masne gline koje sadrže vrlo malo primjese i posne ili nečiste gline koje u sebi sadrže primjese. U graditeljstvu gline se koriste za izradu jezgre nasutih brana. Najčešća upotreba gline u graditeljstvu je za izradu opeke i crijepa.

2.1.2.2. Kemijski talozi

Nastali su taloženjem mineralnih masa iz vodenih otopina. Najznačajniji kemijski talozi su sadrenav i sedra. Sadrenac se koristi kao sirovina za proizvodnju sadre ili gipsa.

2.1.2.3. Organski talozi

Nastali su taloženjem životinjskog ili biljnog materijala.

Talozi životinjskog porijekla su vapnenci i dolomiti.

Vapnenci

- nastao taloženjem ljuštura školjki, puževa koralja, morskih i jezerskih životinja
- kalcij-karbonatna stijena
- sirovina je za proizvodnju vapna
- kao lomljeni kamen koristi se za izradu nasipa, nasutih brana, obala, utvrda
- najpoznatiji bijeli vapnenac je brački kamen

vapnene stijene



slika 15

brački kamen



slika 16

Dolomiti

- karbonatske stijene sastavljene od minerala dolomita; postojaniji od vapnenca

Talozi biljnog porijekla su ugljen , nafta i asfalt.

ugljen



slika 17

Ugljen - nastao je taloženjem biljne materije u stajaćim vodama (treset, smeđi, kameni, antracit)

Nafta - smjesa krutih, tekućih i plinovitih ugljikovodika

Asfalt - smjesa mineralnog agregata i bitumena

2.1.3. Izmijenjene (metamorfne) stijene

Izmijenjene (metamorfne) stijene nastale su djelovanjem velikih tlakova i visoke temperature . Dijelimo ih na :

- kristalasti škriljci
 - gnajs; nastao izmjenom granita, zidanje
 - filit; nastao preobrazbom glinenih stijena
- masivne stijene;
 - mramori - kalcij karbonat s primjesama kremenca, tinjca, grafita i željezo oksida, čist je bijele boje
 - kremenci
 - serpentiniti

2.2. DOBIVANJE I OBRADA KAMENA

Kamen se vadi u kamenolomima. Poznati kamenolomi su kod Splita, Drniša, Sinja, Obrovca, na otoku Braču, na Moslavačkoj gori, Papuku.

2.2.1. Postupci za obradu kamena:

- miniranje,
- cijepanje,
- piljenje,
- drobljenje,
- mljevenje,
- klesanje,
- bosiranje (ravnomjerno grubo klesanje), greneliranje (obrada čekićem), glačanje (gladilicama),
- poliranje

2.2.2. Podjela kamena prema obradi

Običan lomljeni kamen

- nepravilnog je oblika (za podloge putova, ispunu, za izradu tucanika)

Lomljeni kamen za zidanje

- ima barem dvije suprotne stranice ravne i paralelne (može biti dotjeran ili pločasti)

Obradeni kamen

- poluklesan, klesan, naročito obrađen, kocke i prizme, ploče i pločice

Drobljeni i mljeveni kamen dijeli se u pet skupina:

- tučenac krupnoće od 30-70 mm (grubi II, grubi I, srednji i fini)
- split krupnoće 15-30 mm (grubi i fini)
- grus krupnoće 3-15 mm (grubi, srednji i fini)
- pijesak krupnoće 0,088-3 mm (grubi, srednji i fini)
- filer krupnoće 0,000-0,088 mm (brašno, prah)

2.3. SVOJSTVA KAMENA

- boja – važna kod ukrasnog kamena
- struktura (veličina, oblik i veza minerala) – o njoj ovisan estetski izgled
- tekstura - raspored minerala
- čvrstoća na tlak – važna kod kamena za konstruktivne elemente
- čvrstoća na udar – važna kod kamena za izradu kolnika
- habanje – trošenje kamena zbog trenja, važno kod kamena za izradu putova
- prostorna masa
- tvrdoća – važna kod habanja
- poroznost – ima utjecaja na njegovu vodopropusnost, postojanost, čvrstoću
- upijanje vode,
- otpornost na smrzavanje – važna kod kamena za vanjska oblaganja
- žilavost

2.4. PRIMJENA KAMENA

U visokogradnji:

- za temeljenje - bitna visoka tlačna čvrstoća, i slabo upijanje vlage, granit, sijenit, diorit
- za stube - bitna visoka čvrstoća, mali koeficijent habanja, mramor, diabaz,
 - pješčenjaci, granit
- za ukrašavanje i zidanje zgrada - bitna visoka čvrstoća na savijanje i tlak,
 - otpornost na habanje, mraz, atmosferilije
- za zidanje su dobri vapnenci, pješčenjaci konglomerati....
- za popločavanje, vapnenci, mramori....
- ukrasni kamen za vanjske i unutrašnje radove (granit, mramor, travertin....

U niskogradnji:

- za građenje mostova - kompaktan, čvrst, bez pora i napuklina, otporan na mraz i prema vodi, vapnenac i sedra
- za tunelsku oblogu - čvrst, otporan na plin i vodu, granit, gabro kršnik
- za putove i ulice - žilav, čvrst na tlak, otporan na habanje, mraz, gabro, kremen škriljci, diabaz, diorit..
- za potporne i obložne zidove - težak, čvrst, vapnenci i pješčenjaci
- za brane - čvrst, vodonepropustan, otporan na kiseline, otporan na mraz, kršnik, vapnenci, dolomiti, kremenci..
- za pristaništa - masivan, čvrst, otporan na soli, masivni vapnenci, vulkanske stijene bez olivina

2.5. OŠTEĆENJA I ZAŠTITA KAMENA

Oštećenja

- Pukotine kod obrade, agresivne vode, plinovi, korijenje, klimatske promjene... mogu dovesti do razaranja i oštećenja kamena

Zaštita

- Zaštita kamena; pravilan izbor, skladištenje kamena, čišćenje kamena od prašine, čađi, pepela, zatvaranje pora, premazivanje vodenim staklom.