

Kratka istorija građenja zidanih konstrukcija

Zidani objekti su stari gotovo koliko i prve civilizovane ljudske naseobine.

Ljudi su za građenje na početku koristili materijale koji su im bili lako dostupni: zemlju, kamen, drvo .. uz veoma skroman stepen obrade.

Kroz vjekove mijenjali su se osnovni materijali sa kojima se zidalo, ali je tehnika izvođenja do danas ostala gotovo nepromjenjena.



Izrada opeke od blata i slame



Keopsova piramida

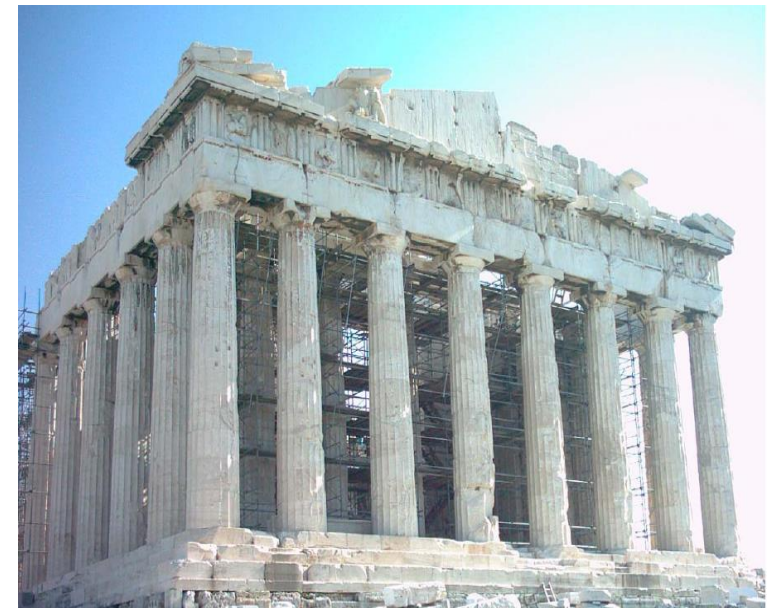
Smatra se da je oko 100 000 ljudi gradilo Keopsovu piramidu punih 20 godina. Kada je sagrađena, piramida je bila visoka 145.75 m. Svaka strana njene osnove je duga 233 m.

Piramide u Egiptu građene su u periodu 3100-2600 pne. U najranijem periodu, za vreme Treće i Četvrte dinastije, piramide su građene samo od kamena.

Za vrijeme Srednjeg carstva piramide su gradjene od zemljanih opeka obložene slojem ispoliranog krečnjaka.



Mikena, Grčka (1250 pr.n.e.)



Partenon u Atini, Grčka (488-480 god. pr.n.e.)

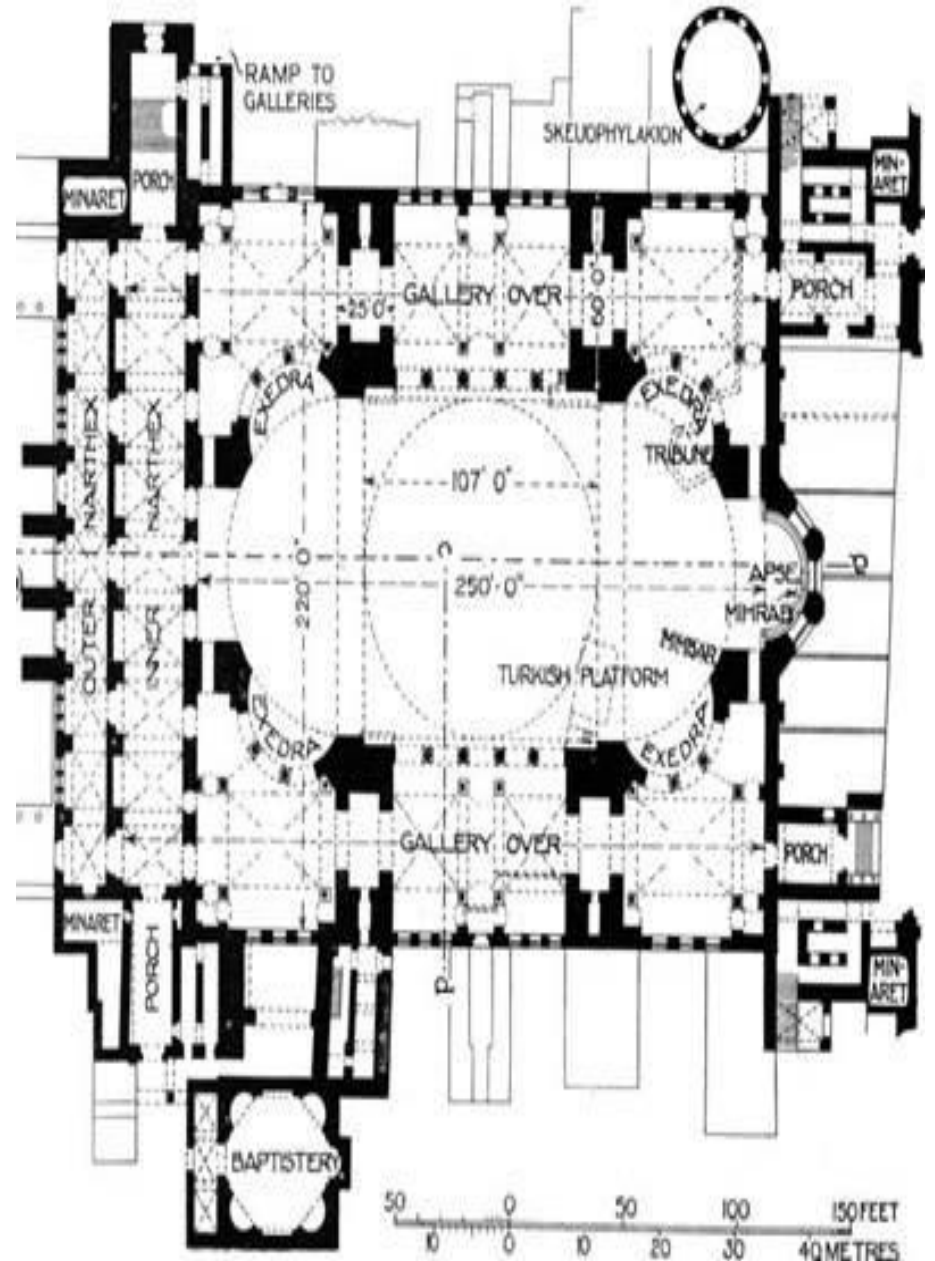
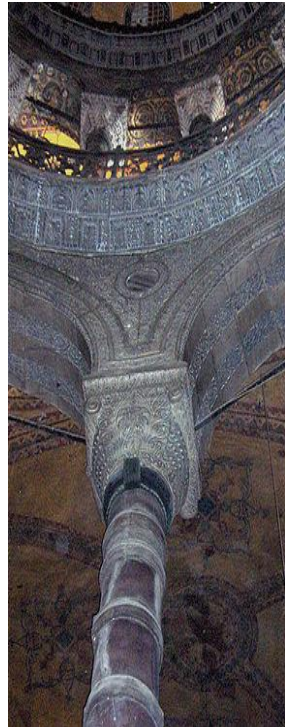


Koloseum u Rimu, je amfiteatar sa 50.000 sjedišta sagrađen je 80 godine nove ere.

Osnova je elipsa dužine 189m i širine 156m. Visina spoljašnjeg zida je 48m.

Spoljašni zidovi i stubovi su od krečnjačkog kamena, a unutrašnjost mahom od pune opeke.

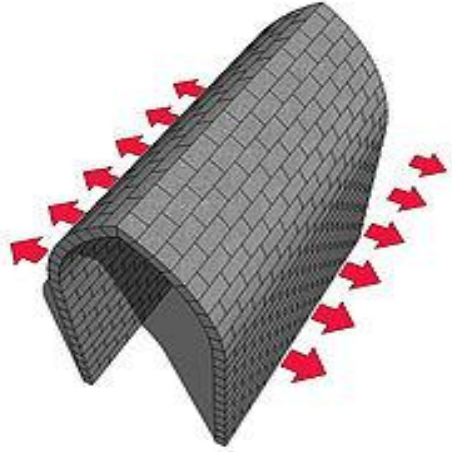
Rimljani su od Etruščana preuzeli polukružni luk i koristili ga za raspone do 16m. Slaganjem lukova u istom smjeru dobijeni su bačvasti svodovi (do 20m), a rotacijom polukružnog luka u tjemenu za 360⁰ dobijene se kupole (kupola Panteona - 43,60 m).



Aja Sofija ili crkva Svete Mudrosti , Istanbul, građena od od 532-537. n.e

Aja Sofija je prva kupola na pandantivima (trougoni segmenti koji čine prelaz sa kruga na kvadrat). Iznad središnjeg kvadrata nalazi se ogromna kupola prečnika 31m koja je s istočne i zapadne strane podržana s dvije polukupole.

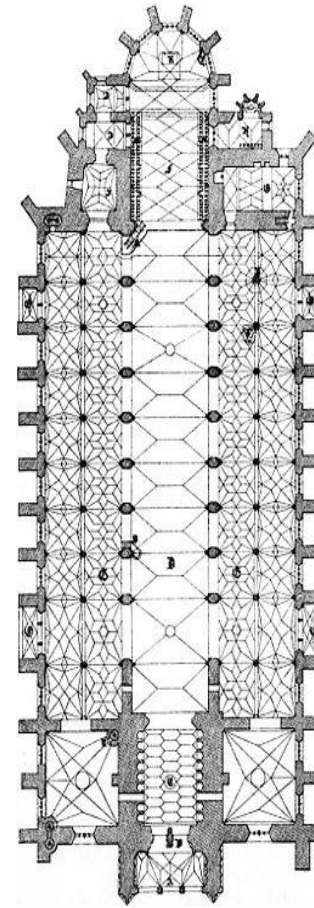
Visina crkve je 55m.



Prenos horizontalne sile. U svodu na dvije strane, a kod ukrštenih svodova u četiri tačke



Katedrala u Ulmu, Njemačka, građena je od 1377-1890.



Zvonik katedrale u Ulmu visok je 162m. Crkva je široka 49m i duga 124m.

Do 1901. godine ovo je bila najviša zgrada na svijetu, a i danas je najviša crkva.

Tri konstrukcijska elementa su omogućila izgradnju visokih katedrala: krstasti orebreni svodovi, prelomljeni lukovi i potporni stubovi-kontrafori. Rebra krstastog svoda prenose pritisak na četiri ležišna rebra, gdje ga prihvataju i prenose vertikalno naniže stubovi. Pritisak koji deluje na bočne strane prihvataju potporni stubovi-kontrafori, postavljeni sa vanjske strane. Zid je na taj način rasterećen, i moguće je zamjeniti ga sa visokim prozorima.

Tehnike građenja

- bez primjene sredstava za povezivanje elemenata - "suvi postupak". (npr. piramide u Starom Egiptu (slika 1)).



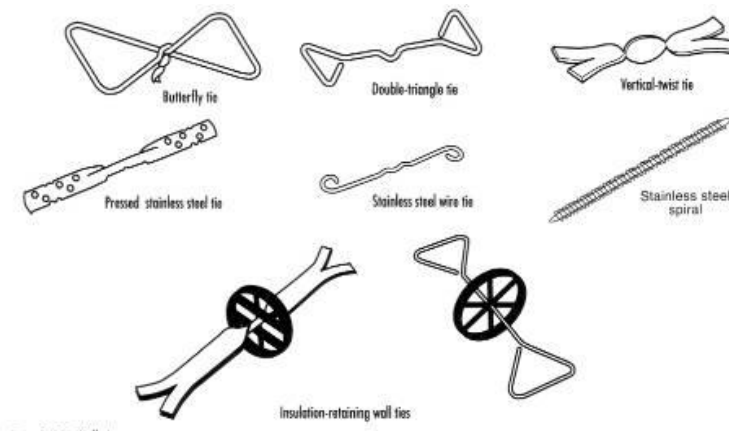
Slika 1- Kefrenova piramida -Giza - Kairo- Egipat, suvo zidanje kamenim blokovima

- spajanjem elemenata pomoću raznih vrsta maltera za zidanje (slika 2).

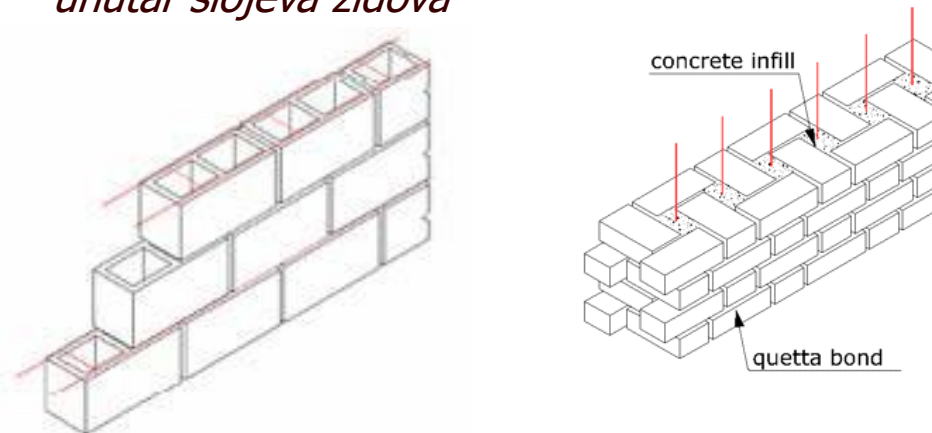


Slika 2- Gamzigrad, staro rimsko utvrđenje u blizini Zaječara

- u okviru ove tehnike mogu se koristiti i razna mehanička sredstva za povezivanje elemenata unutar zida u cilju povećanja njegove stabilnosti (slika 3).



Slika 3 - Metalna mehanička sredstva za povezivanje unutar slojeva zidova



- Danas se koristi armatura za armiranje zidova, koja se najčešće postavlja u horizontalne spojnice ili u vertikalne i horizontalne šupljine.

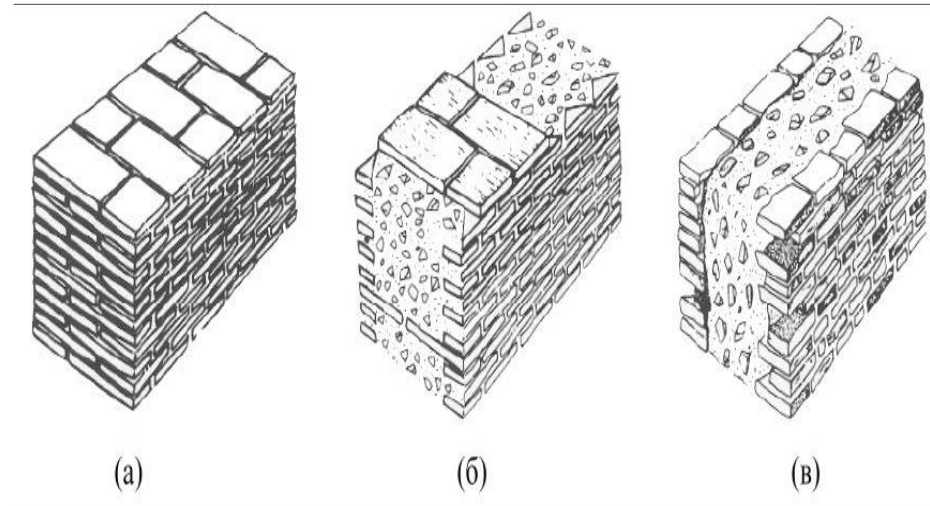
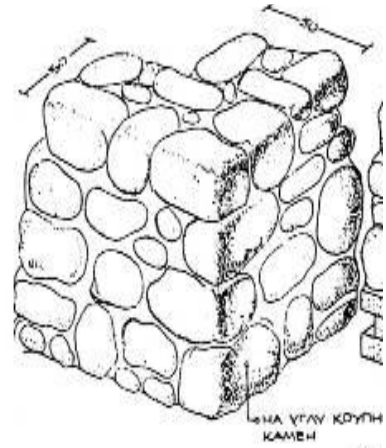
Zidni elementi

Zidni elementi u prethodnim periodima



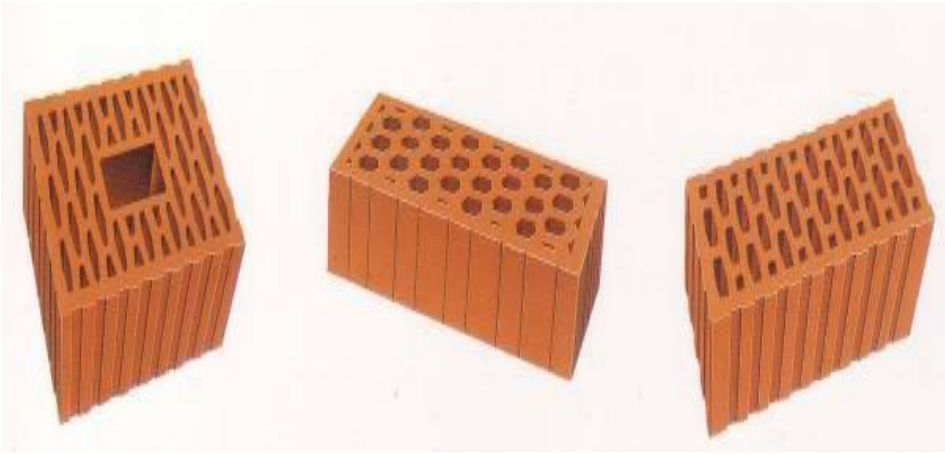
Izrada opeke od blata i slame

Zidane konstrukcije se izvode od zidnih elemenata povezanih vezivom ili bez primjene sredstava za povezivanje. Zidni elementi su od blata, kamena, sušene ili pečene gline, betona i sl. Veziva su najčešće različite vrste maltera ili bitumena.

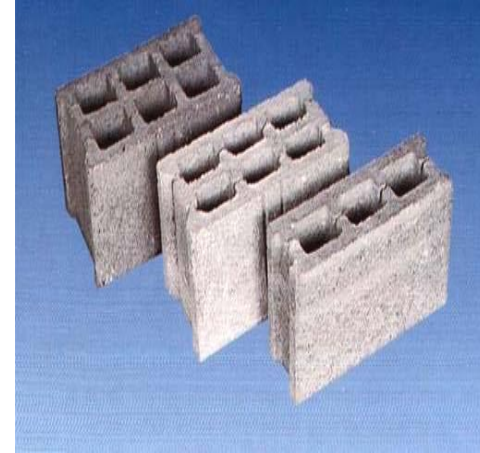


Različite vrste rimskih zidova, (Oliveira, 2003)

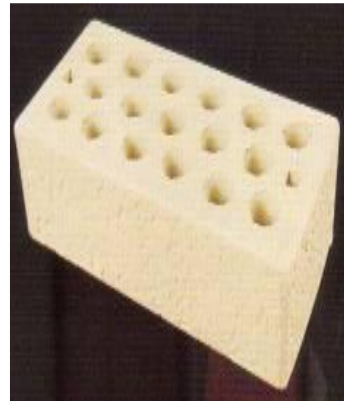
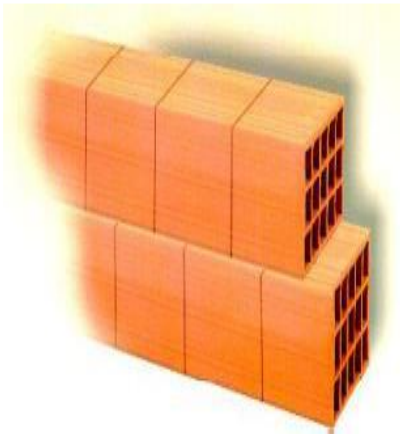
Zidni elementi danas



Šuplji blokovi i opeke za zidanje (sa vertikal. šupljinama)

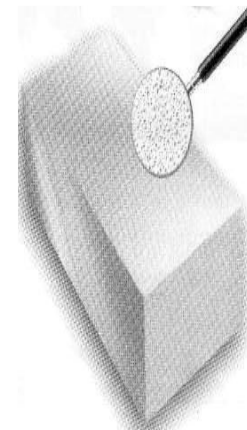


Izgled blokova od običnog betona



Fasadna opeka sa vertikalnim šupljinama

Blokovi i opeke za zidanje sa horizontalnim šupljinama



Izgled i struktura blokova od gas betona (Ytong)

Elementi za zidanje od pečene gline

Jedan od osnovnih proizvoda zidne keramike je opeka. U proteklih šezdeset godina proizvodnja i primjena opeke je prošla kroz period bitnih promjena. Razvoj tehnologije stavio je proizvodnju tradicionalne pune opeke u drugi plan, a primat u proizvodnji i primjeni preuzeli su šuplji blokovi i šuplje opeke.

Zidna keramika obuhvata sljedeće proizvode:

- pune opeke
- pune fasadne opeke
- šuplje opeke i blokovi
- šuplje fasadne opeke i blokovi
- radijalne opeke
- šuplje ploče

Osnovne dimenzije pune opeke su:

$l = 250\text{mm}$

$b = 120\text{mm}$

$h = 65\text{mm}$

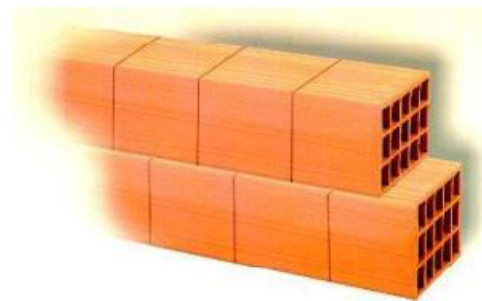


Puna opeka za zidanje

Šuplje opeke i blokovi su proizvodi od pečene gline, sa vertikalnim ili horizontalnim šupljinama namenjeni za izradu spoljnih i unutrašnjih zidova koji se malterišu.

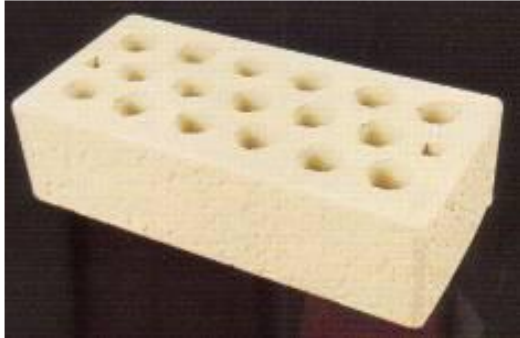


Šuplji blokovi i opeke za zidanje (sa vertikal. šupljinama)



blokovi i opeke za zidanje sa horizontalnim šupljinama

Fasadne šuplje opeke i blokovi su proizvodi od pečene gline, sa vertikalnim šupljinama, namijenjeni za izradu spoljnih i unutrašnjih zidova koji se ne malterišu.



Fasadna opeka sa vertikalnim šupljinama



Fasadna ugaona opeka sa šupljinama vertikalnim šupljinama



Fasadni ugaoni blok i ugaona opeka sa vertikalnim šupljinama

Osnovne dimenzije blokova su:

$l = 190 - 390\text{mm}$

$b = 60 - 290\text{mm}$

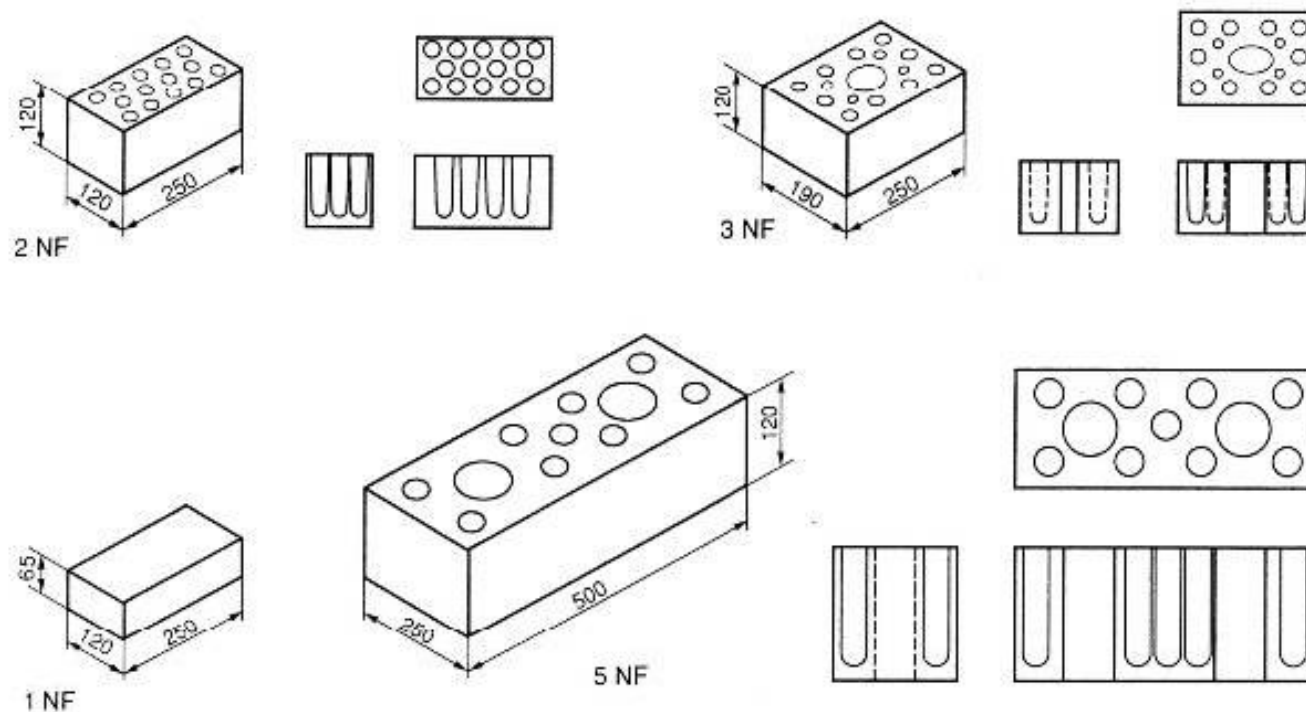
$h = 55 - 290\text{mm}$

Blokovi sa horizontalnim šupljinama treba ugrađivati u zidove tako da pravac šupljina bude paralelan pravcu pružanja zida. Ovi blokovi se mogu koristiti samo za zidanje nenosećih zidova (zidova ispune).

Kreč-silikatne opeke i blokovi. Ova vrsta opeke se koristi u građevinarstvu oko 100 godina. Na našem tržištu se mogu naći sledeći krečno-silikatni proizvod:

- PUNE krečno-silikatne opeke, dimenzija 250x120x65 (55)mm
- Šuplje krečno-silikatne opeke, dimenzija 250x120x65 (55)mm
- Šuplji krečno-silikatni blokovi dimenzija:
 - dužine od 250 do 500mm
 - širine od 120 do 250mm i
 - visine 120 mm.

Prirodna boja krečno-silikatne opeke je bijela do svijetlo siva. Najčešće se koriste se za fasadne zidove.



Izgled i dimenzije kreč-silikatnih opeka i blokova

Blokovi od običnog ili od različitih vrsta lakog betona

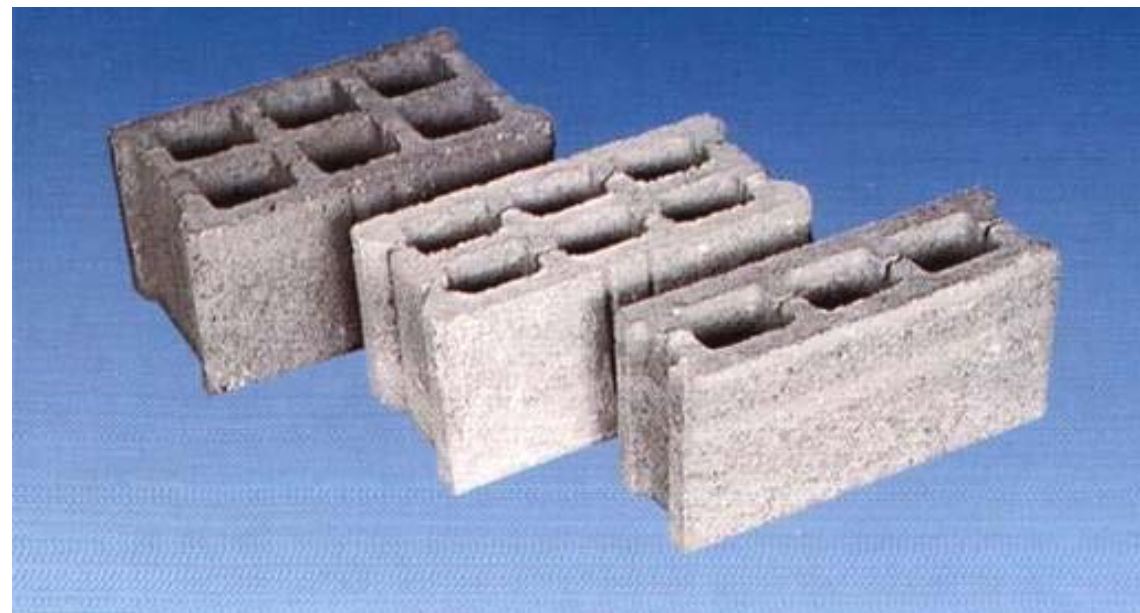
Koriste se za zidanje spoljašnjih i unutrašnjih zidova koji se kasnije malterišu. U zavisnosti od vrste betona koji je upotrijebljen za spravljanje, razlikuju se sledeće vrste blokova:

- puni blokovi od lakoagregatnog betona,
- šuplji blokovi od lakoagregatnog betona,
- šuplji betonski blokovi i
- zidni blokovi od gasbetona ili pjenobetona.

Blokovi od običnog i lakog betona mogu biti "normalni" i pregradni (slika 13). "Normalni" blokovi su dimenzija:

- dužine 390 ili 500mm
- širine od 190 do 290mm i
- visine 190 mm.

Pregradni blokovi su manje širine (90mm ili 120mm), a ostale dimenzije su iste kao kod normalnih blokova.

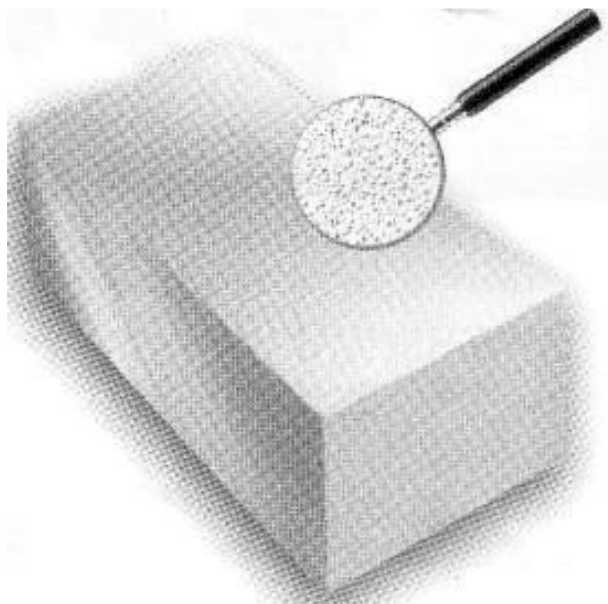


Izgled blokova od običnog betona

Blokovi od gas betona su puni blokovi paralelopipednog oblika dimenzija dužine do 610mm

- širine od 200 do 400mm i
- visine 250 mm.

Odlikuju ih mala zapreminska masa i dobra termoizolaciona svojstva, pa se često koriste za nadogradnju objekata. Imaju različite komercijalne nazive: Siporex, Ytong ...



Izgled i struktura blokova od gas betona(Ytong)

Svi nabrojani elementi, koji se mogu koristiti za zidanje se, pored geometrijske, razvrstavaju i na osnovu svojih mehaničkih karakteristika (Marka opeke ili bloka).

Za zidanje nosećih zidova mogu se koristiti samo oni elementi koji su od strane proizvođača deklarirani kao noseći elementi (elementi viših marki).

Vrste kamena i karakteristike

- a) Eruptivni kamen, tvrd kamen, 2100-3300 kg/m³, čvrstoća na pritisak 100-500MPa;
- b) Sedimentni kamen, 2000-2700 kg/m³, čvrstoća na pritisak 50-160 MPa.

Vrste opeke

- a) Puna opeka

Dimenzija 25x12x6,5 cm, čvrstoće na pritisak 7,5-20MPa;

- b) Šuplja opeka i šuplji opekarski proizvodi. Zamjenjuje, po dimenzijama dvije, tri i više komada pune opeke; Mogu biti sa vertikalnim i horizontalnim šupljinama. Čvrstoće na pritisak su 2-20 MPa;

- c) Radijalna opeka

Za zidanje fabričkih dimnjaka

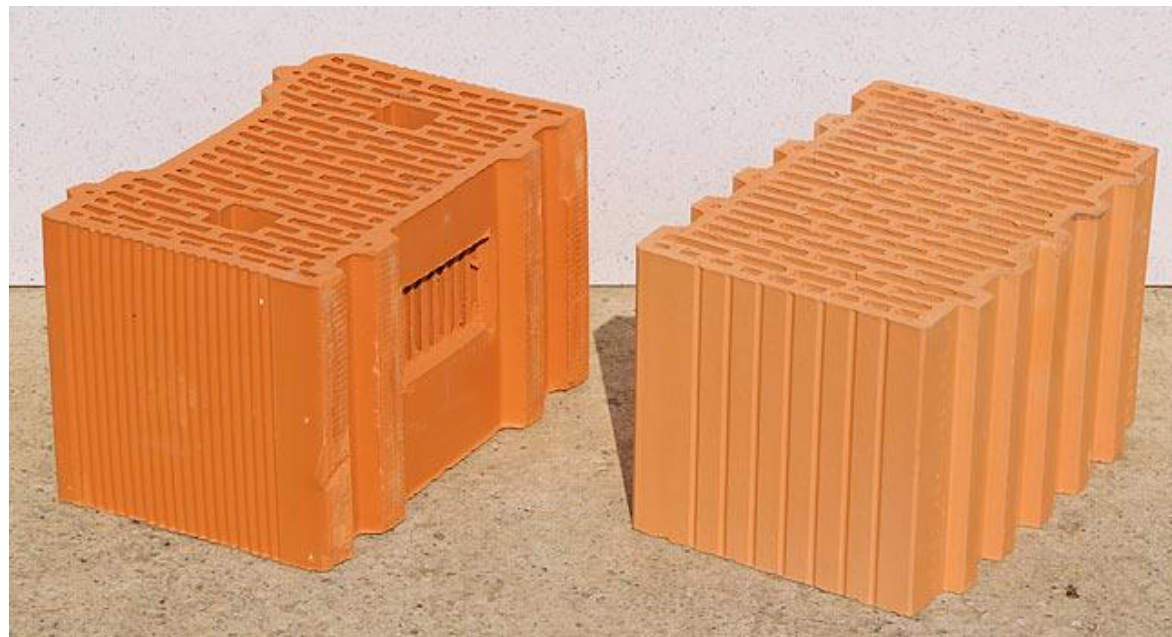
- d) Posebne vrste opeke

Klinker opeka, pečena na 1200 C, velike čvrstoće, a koristi se za kolovozne površine i temelje koji se nalaze u vodi.

Vatrostalna opeka. Može izdržati temperaturu od 1600 C, za obloge ložišta.

Silikatna opeka

Savremeni blokovi koji se nalaze na našem tržištu



Uporedjenje veličine i unutrašnje strukture blokova **Wienerberger POROTHERM 38 S P+E PLUS** (lijevo) i **Zorka Opeka KLIMABLOC 38 GT** (desno).

Glavne razlike su u vezivnom sistemu između blokova i vrsti gline.

Vezivni sistem

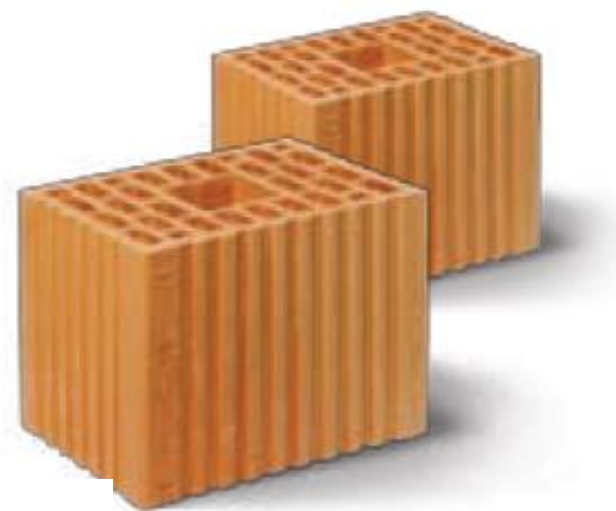
POROTHERM 38 ima samo 2 vezivna elementa sa strane. Glavni aspekt POROTHERM-a je prisustvo anti-sezmičkog džepa koji se puni malterom za vrijeme zidanja. **KLIMABLOC 38** ima 5 vezivnih elemenata, praveći vezu između dva bloka jakom, bez prisustva anti-sezmičke karakteristike.

Blok od gline sa vertikalnim šupljinama, 250 x 190 x 190 mm

Primena: koristi se za izradu nosećih zidova

Pakovanje: na drvene palete 100 x 100 cm po 140 kom. bloka

TEŽINA	PROCENAT ŠUPLJINA	UPIJANJE VODE	PRITISNA ČVRSTOĆA	NAČIN UGRADNJE
6,9 - 7,1 kg	50%	8 - 12%	10,0 - 20 MPa 200 - 300 kg/cm ²	zid 19 cm 20 kom/m ² zid 25 cm 25 kom/m ²



KLIMABLOC® 30 THERMOBRICKS

Blok za zidanje sa vertikalnim šupljinama, 300 x 250 x 238 mm

Primena: koristi se za izradu zidova debljine 30 cm

Pakovanje: na drvene palete 100 x 118 cm po 80 kom. bloka

TEŽINA	PRITISNA ČVRSTOĆA	NAČIN UGRADNJE
cca 14,5 kg	8 - 10 MPa	zid 30 cm 16 kom/m ²



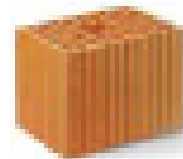
KLIMABLOC® 30 THERMOBRICKS



=



Klasični gitar blok

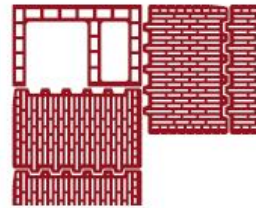
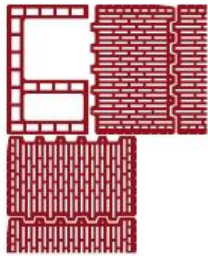


=

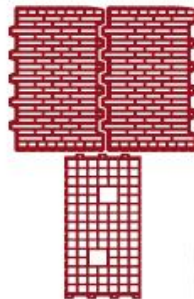


ZIDAJTE EKONOMIČNO - ZIDAJTE KLIMABLOC®-om!

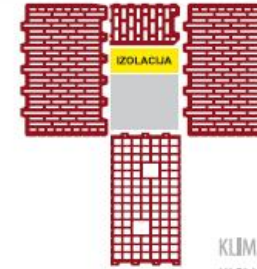
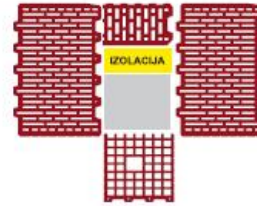
Klima blok način gradnje



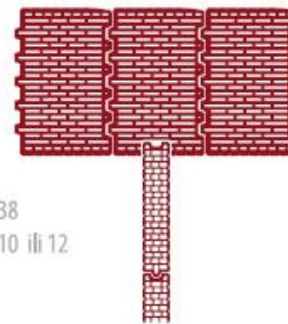
KLIMABLOC 38
i U-profil 38
240x380x238



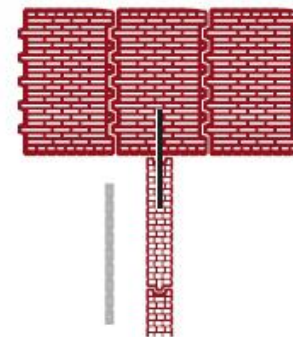
KLIMABLOC 38
KLIMABLOC 20



KLIMABLOC 38
KLIMABLOC 20

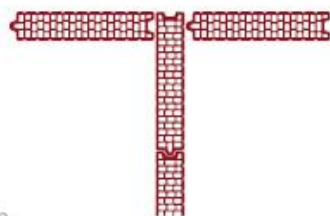
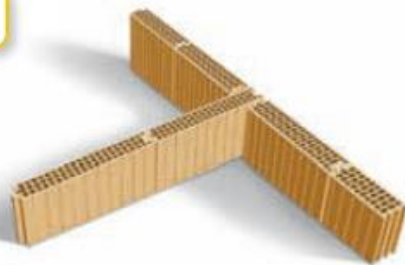


KLIMABLOC 38
KLIMABLOC 10 ili 12



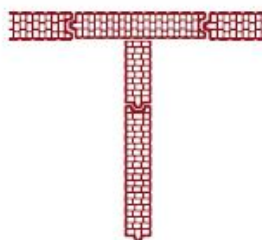
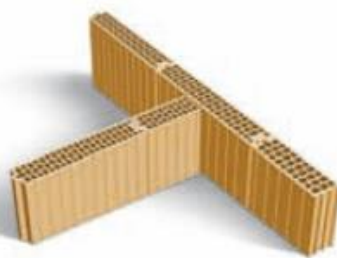
Međusobno povezivanje pregradnih zidova

5.



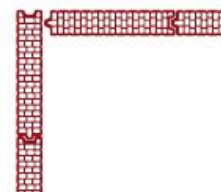
KLIMABLOC 10
ili KLIMABLOC 12

Međusobno povezivanje pregradnih zidova



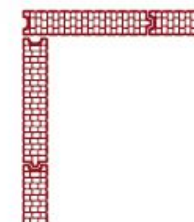
Međusobno povezivanje pregradnih zidova

6.



KLIMABLOC 10
ili KLIMABLOC 12

Međusobno povezivanje pregradnih zidova



Malter

Malter je vezivo koje sjedinjuje zidne elemente u jedinstven materijal zidariju. Naziv zidarija je termin za heterogeni materijal, i terminološki spaja i opisuje zidne elemente i malter zajedno. Malter je materijal koji se sastoji od mješavine veziva, agregata i vode, a smije sadržati i dodatke.

Uloga maltera pri zidanju je:

- izravnavanje geometrijskih odstupanja blokova i njihovo međusobno vezanje,
- ravnomjerna raspodjela napona pritiska.

Uvođenjem maltera Rimljani su unaprijedili tehnologiju građenja. U to vrijeme značajni objekti bivaju građeni opekom koja se vezuje malterom.

Kao malteri za zidanje mogu se upotrebljavati:

- krečno-cementni malter i ređe
- krečni malter i
- cementni malter.

Malteri za zidanje se deklarišu prema svojim mehaničkim karakteristikama (Marka maltera).

Malter sačinjavaju sljedeći sastojci:

Vezivo – hidratisani kreč, hidraulični kreč, cement.

Agregat – pijesak ili neki drugi materijal testiran materijal. Pijesak - krupnoća pijeska za pripremu maltera zavisi od namjene za zidanje i prve slojeve maltera koristi se pijesak krupnoće 0 – 4 mm, a za završne slojeve pri malterisanju koristi se pijesak krupnoće 0 – 2 mm

Voda – ne smije sadržavati štetne sastojke

Termini koji se odnose na maltere

Malter opšte namjene Malter za zidanje bez specijalnih svojstava.

Tankoslojni malteri su malteri ograničene dimenzije horizontalnih spojnica debljine od 0.5 do 3,0mm.

Malter za zidanje projektovanih svojstava Malter čiji su sastav i način spravljanja tako izabrani da se postignu željena svojstva.

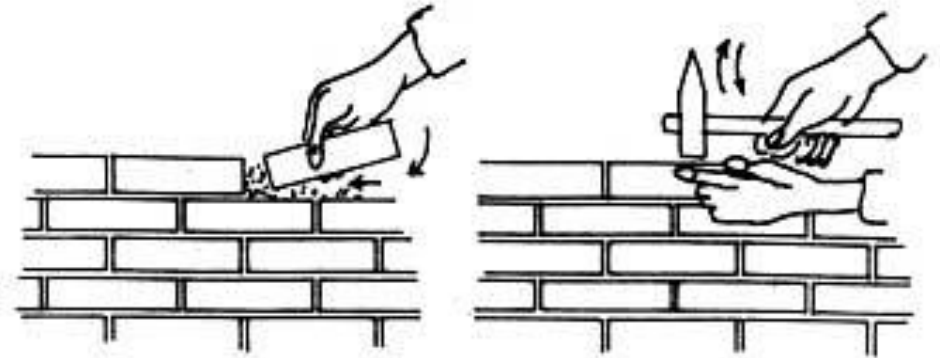
Malter za zidanje projektovanog sastava Malter spravljen po unaprijed određenoj razmjeri (recepturi).

Fabrički proizveden malter za zidanje Malter doziran i izmješan u fabrici.

Polugotov fabrički proizveden malter za zidanje Malter za zidanje prethodno doziran ili malter za zidanje sa prethodno izmješanim krečom i pijeskom. Na gradilištu se dodaju ostale komponente predviđene od strane proizvođača npr. cement i voda.

Prethodno doziran malter za zidanje Malter čije su komponente u potpunosti dozirane u fabrici. Na gradilištu se dodaje voda prema specifikaciji proizvođača.

Malter proizveden na gradilištu Malter spravljen od komponenti koje su pojedinačno dozirane i izmiješane na gradilištu.

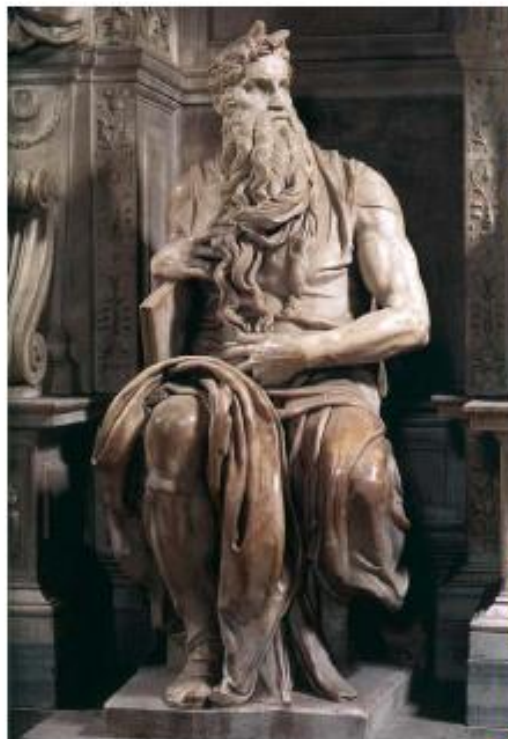


Zidanje opekom je najvažniji posao u zidarskim radovima. Kvalitet zidanja utiče na mehanička svojstva zida. Greške u geometriji zida teško se koriguju malterisanjem.

Opeka namijenjena za zidanje mora biti čista da bi na nju bolje prijenjao malter. Osim toga mora biti dovoljno nakvašena da ne bi povukla vlagu iz maltera, jer je za pravilno vezivanje i ugradnju maltera nepohodno da malter ima određenu vlažnost, koja mu je potrebna za vezivanje.

Malterom se popunjavaju dodirne i ležišne spojnice. Debljina dodirnih spojnica je 1cm, a ležišnih 1,2 cm. Pri postavljanju opeke "uštine" malter iz ležišne spojnice i utisne ga u dodirnu spojnicu.

THE EUROCODE FAMILY



EN 1990 Basis of Structural design



EC4 - Composite



EC7 - Geotechnical design



Glavni djelovi Eurokoda



EC8 - Earthquakes



Crnogorski standard koji odgovara Eurokodu 6 je MEST EN 1996, i sastoji se od sljedećih djelova:

MEST EN 1996-1-1: Opšta pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije.

MEST EN 1996-1-2: Opšta pravila - Projektovanje konstrukcija na dejstvo požara.

MEST EN 1996-2: Razmatranja tokom projektovanja, izbor materijala i izvođenje zidanih konstrukcija

MEST EN 1996-3, Pojednostavljene metode proračuna za nearmirane zidane konstrukcije.

Grupa standard Eurokod 6 obavezno se koristi sa standardima: EN 1990, EN 1991, EN 1998, a za betonske djelove konstrukcije primjenjuje se standard EN 1992.

Gore navedeni standardi se pozivaju između ostalih i na sljedeće standarde:

EN 771-1 Specifikacije elemenata za zidanje – Dio 1: elementi od gline

EN 771-2 Specifikacije elemenata za zidanje – Dio 2: elementi od kalcijum silikata

EN 771-3 Specifikacije elemenata za zidanje – Dio 3: elementi od betona (gusti i laki agregat)

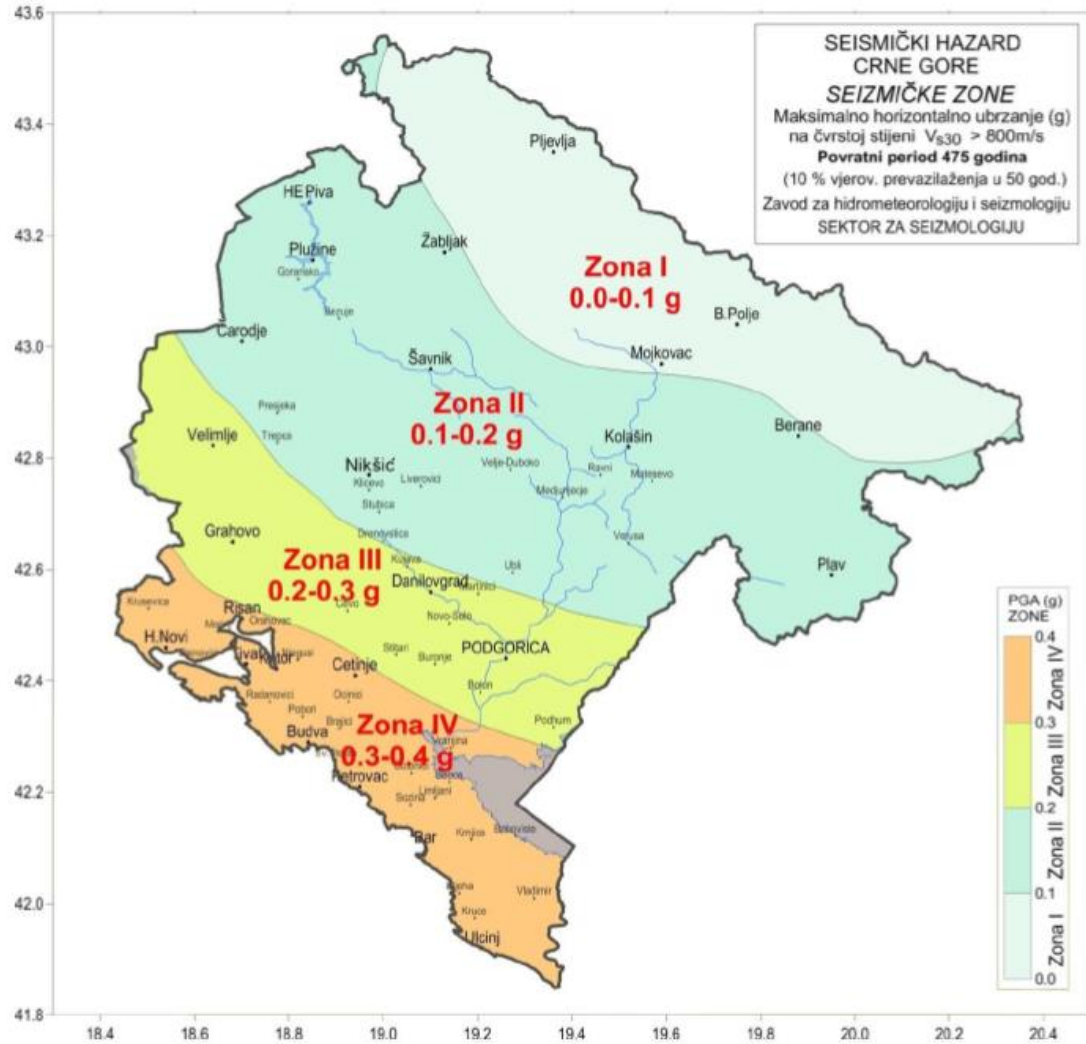
EN 771-4 Specifikacije elemenata za zidanje – Dio 4: elementi od autoklaviranog aeriranog betona

EN 771-5 Specifikacije elemenata za zidanje – Dio 5: elementi od vještačkog kamena

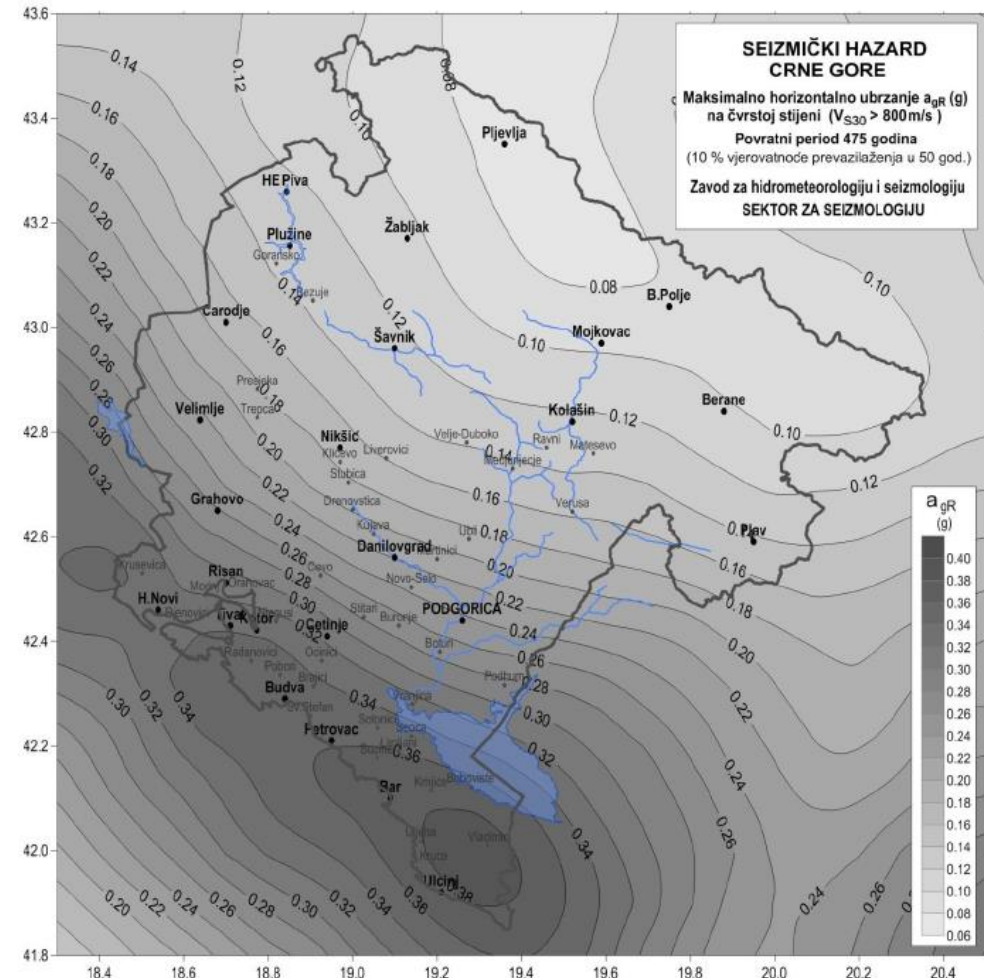
EN 771-6 Specifikacije elemenata za zidanje – Dio 6: elementi od prirodnog kamena

Odabir materijala, elemenata za zidanje i maltera, zavisi zone u kojoj se objekat nalazi.

MEST EC 1998-1 dozvoljava da se u zoni veoma niske seizmičnosti (do 0,04g) propis ne koristi, a da se u zoni veoma niske seizmičnosti (od 0,04g do 0,08g) koriste uprošćene metode. S obzirom na vrijednosti horizontalnog zemljotresnog ubrzanja a_g i zone seizmičnosti u Crnoj Gori se ne mogu primijeniti ove olakšice u projektovanju.

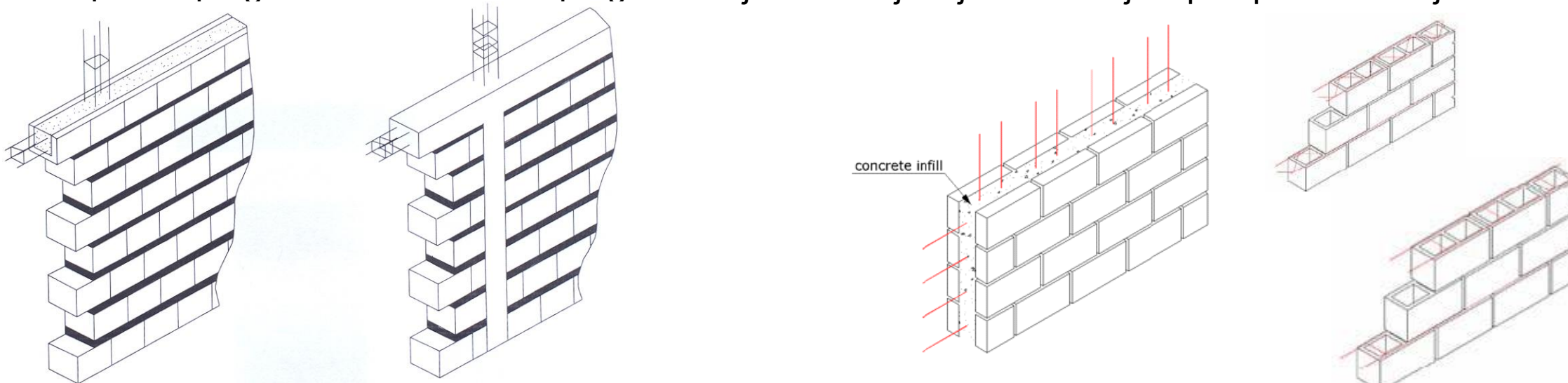


Karta seizmičkih zona za teritorije Crne Gore



Slika C.2 Izolinije referentnog horizontalnog ubrzanja tla a_{gR} u djelovima gravitacionog ubrzanja Zemlje g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) za povratni period od 475 godina (vjerovatnoća prevazilaženja događaja 10% u 50 godina).

Zidane konstrukcije se mogu grupisati u sljedeće tipove zidova: nearmirani, zidovi sa serklažima, armiranih zidova i prednapregnutih zidova. Prednapregnuti zid je zid u kojem je unutrašnji napon pritiska namjerno izazvan.



Zidani zid sa uokvireni serklažima (confined masonry)

Armirani zidani zidovi:

- a) armatura u betonskoj ispuni zida
- b) armatura u horizontalnim spojnica

Smatra se da **nearmirani zidovi** (imaju horizontalne serklaže), koji slijede samo odredbe MEST EN 1996 imaju nizak kapacitet disipacije zbog male zatezne čvrstoće i niske duktilnosti (klasa duktilnosti L). Njihovu primjenu treba ograničiti, samo za zone niske seizmičnosti, (do 0,08g). U ovoj zoni se na nearmirane zidove mogu primjeniti standardi MEST EN 1996-3 *Projektovanje zidanih konstrukcija - Dio 3: Pojednostavljene metode proračuna za nearmirane zidane konstrukcije*.

Ovaj pravilnik se u Crnoj Gori ne može primjeniti. Nearmirane zgrade podliježu odredbama standarda MEST EN 1998-1 uz ograničenje da se mogu koristiti u Zonama I i II, do ubrzanja $a_{g,urm} = 0,2g$ (gornja granica projektnog ubrzanja tla lokacije za primjenu nearmiranih zidova). **U Crnoj Gori se preporučuje primjena zidanih konstrukcija sa serklažima i armiranih zidanih zidova.**