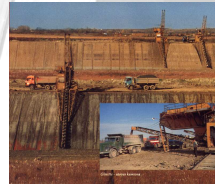


KERAMIČKI MATERIJALI



KERAMIČKI MATERIJALI

- Keramički materijali su proizvodi izrađeni od **gline** (grč. *keramos = glina*) ili sličnih tvari, koji se oblikuju u tekućem, plastičnom, poluplastičnom, suhom ili praškastom stanju, a zatim suše i peku (pale) na visokoj temperaturi da bi dobili potrebna mehanička svojstva.



KERAMIČKI MATERIJALI

- Danas se u keramičke proizvode svrstavaju i materijali koji nisu nastali od gline ili drugih silikata, ali im je tehnologija izrade i prerade slična keramičkoj.
- **Keramički proizvodi su, prema tome, proizvodi faznih promjena nemetalnih materijala na visokim temperaturama.**

POVIJEST

- Izrada proizvoda od gline ubraja se u najstarije ljudske vještine.
- Smatra se da su se prve opeke izrađivale **prije 15000 godina.**
- Pečeni keramički materijali nađeni u dolini Nila stari su oko 13000 godina.
- U Engleskoj, Belgiji, Njemačkoj iskopane su glinene posude iz ledenog doba.
- Oblikovana zidna opeka pojavila se prije više od 5000 godina u Mezopotamiji.

POVIJEST

- U Kineski zid u duljini od oko 2500 km bilo je ugrađeno oko **80 milijardi opeka.**



POVIJEST

- U 12. stoljeću u Francuskoj, Engleskoj, Njemačkoj i Italiji dolazi do velikog porasta izrade opekarskih proizvoda.
- U **Zagrebu** u **16. stoljeću** kuće su građene **opekom.**
- Posljednjih sto godina upotreba opeke i ostalih glinenih proizvoda je u porastu.



Der Neuer Zollhof, Düsseldorf

Žitnica u Meadowside-u (Glasgow) – jedna od najvećih zidanih zgrada u Europi

DaimlerChrysler Building, Berlin

Most GÖLTZSCHTAL – najveći most od opeke na svijetu



GRADIVA 7

SIROVINE

- Sirovine za keramiku mogu se svrstati u **plastične i neplastične**.
- **GLINA** je osnovna **plastična** sirovina za izradu keramičkih materijala.



GRADIVA 8

SIROVINE

- Sastoji se od čestica minerala **manjih od 0,05 mm**.
- Nastala je kemijskim trošenjem i taloženjem minerala magmatskih stijena pri čemu su u njezin sastav ušle i različite primjese (kvarc, karbonati, željezne rude i dr.).
- Mineraloški sastav i količina pojedinih minerala variraju ovisno o uvjetima nastanka.

GRADIVA 9

SIROVINE

- **Čista glina je plastična (masna), a nečista mršava (posna)**.
- Masne gline sadrže veći postotak kaolina, mogu upiti puno više vode i vrlo su plastične.
- Posne gline imaju velik broj primjesa, naročito pijeska, pa upijaju manje vode. Suha glina je trošna i pod tlakom se lako raspada. Gline sitnog zrna imaju veću plastičnost od krupnozrnih.
- Masnija se glina skuplja više od posne jer upija više vode.

GRADIVA 10

SIROVINE

- **Plastičnost** je naročito svojstvo gline da pomiješana s vodom daje tijesto koje se pri oblikovanju ne kida i ne puca, a zadržava formu i nakon sušenja i pečenja.
- Uvjetovana je slojevitom strukturom i malom veličinom čestica sastavnih minerala.
- Korigira se čišćenjem (ispiranjem) primjesa ili dodavanjem visokoplastične gline ako je preniska, a dodavanjem pijeska ako je previsoka.

GRADIVA 11

SIROVINE

- **Granulometrijskim sastavom** utvrđuje se veličina čestica i količina čestica određene veličine u sastavu gline.
- Veličina čestica koje ulaze u sastav gline za proizvodnju opekarskih proizvoda je od **0,1 mm do 0,001 mm** i manje.
- Glina koja sadrži povišenu količinu čestica ispod **0,001 mm (1µm)** ima visok postotak glinene tvari i vrlo je plastična.

GRADIVA 12

SIROVINE

- U tehničkoj praksi glina se dijeli na:
 - **porculansku**
 - **lončarsku i**
 - **opekarsku.**
- Prema vatrostalnosti dijeli se na:
 - **niskovatrostralnu i**
 - **viskovatrostralnu.**

SIROVINE

- **Porculanska** glina se sastoji uglavnom od **kaolina** s vrlo malo primjesa, upotrebljava se kao sirovina za dobivanje najfinijih keramičkih proizvoda.



SIROVINE

- **Lončarska** glina je također čista kaolinska glina, ali s nešto više primjesa. Može biti **bijele, sive, žute ili crvenkaste boje.**



SIROVINE

- **Opekarska** glina sadrži relativno malo kaolina, ali još uvijek dovoljno plastična da se može primjenjivati kao sirovina za izradu opeke i crijeva. Crvene je boje.



SIROVINE

- **Neplastične sirovine** za izradu keramičkih proizvoda su korektivi koji se dodaju glini radi dobivanja potrebnih pirotehničkih svojstava.
- Najčešće se dodaju:
 - **glinenci** - za sniženje temperature taljenja gline i
 - **kvarcni pijesak** - za reguliranje plastičnosti.

SIROVINE

- Glinena smjesa s dodacima mora imati:
 - sposobnost oblikovanja keramičkih proizvoda u sirovom stanju,
 - sposobnost sušenja bez iskrivljavanja i pucanja,
 - dovoljnu otpornost na toplinska naprezanja tijekom stapanja i pečenja,
 - određenu vatrostalnost,
 - tražena fizikalna svojstva i
 - estetski izgled.

TEHNOLOŠKI POSTUPCI PROIZVODNJE

- Tehnološki postupci proizvodnje razlikuju se po pripremi mase:
 - za grubu keramiku i
 - za finu keramiku
- i prema načinu oblikovanja:
 - prešanjem,
 - tokarenjem,
 - lijevanjem.

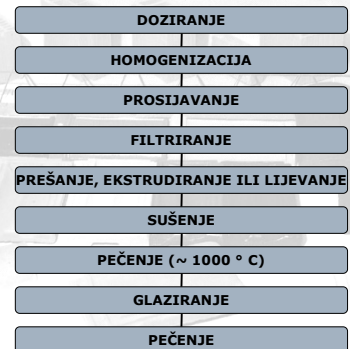
TEHNOLOŠKI POSTUPCI PROIZVODNJE

- Najprije se po točno određenim količinama utvrđenim prethodnim ispitivanjima sirovine **doziraju**, a zatim mokrim ili suhim postupkom melju i **homogeniziraju**.
- Homogenizirana smjesa **prosjava** se vibracijskim sitima.
- Za oblikovanje plastičnim postupkom (npr. u izradi posuda) **filtrira** se u filterskim prešama.
- Dobiveni granulati veličine čestica do 0,5 mm se **peša, ekstrudira** (istiskuje) ili **lijeva** u odgovarajuće kalupe.

TEHNOLOŠKI POSTUPCI PROIZVODNJE

- **Prešanje** može biti:
 - suho, polusuho ili vlažno.
- Formirani keramički proizvodi najprije se **suše**, a nakon toga **peku** otprilike na **1000 °C** u posebnim pećima.
- Nakon pečenja keramički proizvodi se **glaziraju** (umakanjem, polijevanjem, ili prskanjem) i glazura se ponovo **peče** na povišenim temperaturama.
- Pečenje se obavlja u **tunelskim ili kružnim pećima**.

TEHNOLOŠKI POSTUPCI PROIZVODNJE



GRUBI KERAMIČKI MATERIJALI

- **OPEKA,**
- **CRIJEP,**
- **DRENAŽNE I KANALIZACIJEKE CIJEVI,**
- **DIMNJAČKI ELEMENTI I**
- **VATROSTALNI MATERIJALI.**

PROIZVODNJA OPEKE

Identifikacija i izbor sirovina

- Sirovina za proizvodnju opeke je **opekarska ili ciglarska glina odnosno ilovača s dodacima**.
- Najčešći dodaci su:
 - **kremeni pijesak,**
 - **vapnenac ili laporasta glina,**
 - **te željezni hidroksid.**

PROIZVODNJA OPEKE

Iskop gline

Prijevoz do tvornice za preradu ovisi o udaljenosti: kod manjih udaljenosti to su prevozne trake, a kod većih kamioni.



GRADIVA

25

PROIZVODNJA OPEKE

Skladištenje gline

- Na tvorničke deponije dovoze se velike količine gline i čiste se od krupnih primjesa (kamenja, drva, itd.).



GRADIVA

26

PROIZVODNJA OPEKE

Priprema mješavine

- Sirovine se **miješaju i melju** u mlinovima.
- Nakon mljevenja grubim mlinovima izvodi se **razbacivanje, odležavanje i ujednačavanje sastava** (homogeniziranje) u odležavalištu s dovoljno vlage.



GRADIVA

27

PROIZVODNJA OPEKE

- Potom se glina ponovno **melje finim mlinovima**,
- Oblikovanje** proizvoda se izvodi u vakuumskoj preši.
- Pužni transporter potiskuje glinu u cilindar preše.
- Cilindar preše je zatvoren usnikom (alatom za oblikovanje) kojim se definiira **oblik, veličina i raspored šupljina, te oblik i vanjske dimenzije proizvoda.**



GRADIVA

28

PROIZVODNJA OPEKE

- Vakuum preša daje beskonačnu traku koja se reže na posebnim rezačim stolovima.
- Rezanje se izvodi napetim žicama.**



GRADIVA

29

PROIZVODNJA OPEKE

- Nakon rezanja sirova opeka se slaže na vagona za **sušenje** na kojima se otprema u sušaru.
- Sušenje** opekarskih proizvoda u sušarama odvija se pomoću **vrućeg zraka**.
- Sušenje je jedna od najvažnijih faza obrade opeka i glinenih proizvoda uopće.
- Zbog sporijeg kretanja vlage iz jezgre elementa i bržeg isparavanja s površine mora se odvijati postupno, po **posebno utvrđenom režimu**, koji se utvrđuje prema sastavu i svojstvima gline.



GRADIVA

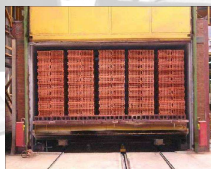
30

PROIZVODNJA OPEKE

- Nakon izlaska iz sušare opeka se **preslaguje** na vagonne i šalje se u **peć (kružne ili tunelske)**.



- Izlazak opeke iz peći na vagonima.



PROIZVODNJA OPEKE

- Slaganje opeke**



- Skladištenje opeke**



ZIDNI ELEMENTI

- U zidne elemente ubrajamo, prema normi HRN EN 771-1:2005.:
 - Opečne zidne elemente**
 - Vapnenosilikatne zidne elemente**
 - Betonske zidne elemente**
 - Zidne elemente od porastog betona**
 - Zidne elemente od umjetnog kamena**
 - Zidne elemente od prirodnog kamena**
 - Gipsane blokove**

Opečni zidni elementi

- Zidni element izrađen od gline ili drugog glinovitog materijala s pijeskom ili bez njega, s gorivim ili drugim dodacima pečen (paljen) na dovoljno visokoj temperaturi da se postigne keramička veza
- Prema normi HRN EN 771-1:2005 opečni zidni elementi dijele se u dva osnovna tipa:
 - Opečni elementi "male" bruto volumne mase <math>< 1000 \text{ kg/m}^3</math>**
(LD units) - za uporabu u zaštićenom zidu
 - Opečni elementi "velike" bruto volumne mase <math>< 1000 \text{ kg/m}^3</math>**
(HD units) - za uporabu u nezaštićenom zidu i zaštićenom zidu

Prema **starim** propisima zidni elementi dijele se na:

- Puna opeka
- Radijalna opeka
- Fasadna puna opeka
- Šuplja opeka i blokovi
- Šuplja fasadna opeka i blokovi
- Šuplji blokovi međukatnih konstrukcija

Zidni elementi svrstavaju se ovisno o postotku šupljina u skupine.

	Grupe zidnih elemenata			
	1	2a	2b	3
Obujam šupljina (% bruto obujma) ¹	≤ 25	> 25 – 45 za opečne zidne elemente > 25 – 50 za betonske zidne elemente	> 45 – 55 za opečne zidne elemente > 50 – 60 za betonske zidne elemente ²	≤ 70
Obujam bilo koje šupljine (% bruto obujma)	≤ 12,5	≤ 12,5 za opečne zidne elemente ≤ 25 za betonske zidne elemente	≤ 12,5 za opečne zidne elemente ≤ 25 za betonske zidne elemente	Ograničena ploštinom (vidi dolje)
Ploština bilo koje šupljine	Ograničena obujmom (vidi gore)	Ograničena obujmom (vidi gore)	Ograničena obujmom (vidi gore)	≤ 2.800 mm ² , osim za zidne elemente s jednom šupljinom kad je šupljina ≤ 18.000 mm ²
Kombinirana debljina (% ukupne širine) ³	≥ 37,5	≥ 30	≥ 20	Nema zahtjeva

¹ Šupljine mogu biti vertikalne kroz zidni element, usni ili nise.

² Ako iskusno na razini države, utemeljeno na ispitivanjima, potvrđuje da sigurnost zida nije neprihvatljivo smanjena kad postoji veći postotak šupljina, ograničenje od 55 % za opečne i 60 % za betonske zidne elemente može se povećati za zidne elemente koji se rabe u zemlji koja ima takvo iskustvo.

³ Kombinirana debljina je debljina unutarje i vanjske stijenke mjerena horizontalno na zidnom elementu pod pravim kutom na lice zida.

Tlačna čvrstoća zidnih elemenata

- Za proizvod se objavljuje **srednja tlačna čvrstoća (MPa)**, a u proračunu se uzima **normalizirana tlačna čvrstoća f_b** .
- Srednja tlačna čvrstoća pretvara se u normaliziranu tl. čvrstoću elementa osušenog na zraku množenjem s faktorom δ , prema tablici.

Visina zidnog elementa [mm]	Najmanja horizontalna izmjera zidnog elementa (mm)				
	50	100	150	200	250 ili veće
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
250 ili veće	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

NAPOMENA: Dopusitena je linearna interpolacija.

37

- Uz objavljenu vrijednost srednje tlačne čvrstoće (s 50% fraktilom) ili
- karakteristične tlačne čvrstoće (s 5% fraktilom) objavljuju se:
 - **Uvjeti njege**
 - **Smjer ispitivanja**
 - **Priprema nalježujuće površine**
 - **Razred nadzora proizvodnje**

GRADIVA

38

Marka opeke prema **starim** propisima

- Tlačna čvrstoća ili čvrstoća na tlak pune opeke označuje se kao **marka opeke (M)**.

MARKA (M)	TLAČNA ČVRSTOĆA (N/mm ²)	
	Prosječna	Najmanja pojedinačna
7,5	7,5	6
10	10	8
15	15	12
20	20	16

GRADIVA

39

- Tlačna čvrstoća fasadne opeke prema **starim propisima** zadana je:

MARKA (M)	TLAČNA ČVRSTOĆA (N/mm ²)	
	Prosječna	Najmanja pojedinačna
10	10	8
15	15	12
20	20	16
25	25	20
30	30	26

GRADIVA

40

- Marke šupljih opeka i blokova prema **starim propisima**:

MARKA (M)	TLAČNA ČVRSTOĆA (N/mm ²)	
	Prosječna	Najmanja pojedinačna
2	2	1,6
5	5	4
7,5	7,5	6
10	10	8
15	15	12
20	20	16

GRADIVA

41

OPEČNI ZIDNI ELEMENTI

- Šuplji zidni elementi imaju **vertikalne** šupljine ili **horizontalne** šupljine, koje im smanjuju masu i poboljšavaju termoizolacijska svojstva.
- Namijenjeni su za zidanje unutarnjih i vanjskih zidova koji se žbukaju.



GRADIVA

42

ZIDNI ELEMENTI

- Normom su propisane:
 - Izmjere i odstupanja,
 - Oblici zidnih elemenata,
 - volumenska masa, bruto i neto,
 - Čvrstoća: tlačna čvrstoća, čvrstoća na savijanje, posmična čvrstoća, čvrstoća prionljivosti,
 - Toplinska svojstva,
 - Trajnost – otpornost na smrzavanje i odmrzavanje,
 - Vodoupojnost,
 - Sadržaj topljivih soli,
 - Kretanje vlage,
 - Reakcija pri požaru
 - Paropropusnost.

Upotreba opečnih zidnih elemenata

- Neki su načini uporabe tradicionalni i odgovarajuće specifikacije su navedene u normama ili tradicijskim pravilima tehnike.
- Drugi načini uporabe mogu biti novi i netradicijski pa je u tom slučaju definiranje razina ponašanja (svojstava) materijala i izvedbe odgovornost projektanta.

Upotreba opečnih zidnih elemenata

- Posebne primjene jesu:
 - obično zide
 - zaštićeno zide
 - žbukano zide
 - toplinsko-izolacijsko zide
 - pročeljno zide
 - zide za inženjerske građevine
 - konstrukcijsko zide

ŠUPLJI OPEČNI ZIDNI ELEMENTI

- **Prednost zidnih blokova:**
 - **Zato što su veći od cigle normalnoga formata:**
 - njima se brže zida, manja je potrošnja morta.
 - **Zato što su šuplji:**
 - lakši su, pa manje opterećuju konstrukciju,
 - manja je potrošnja sirovine (gline),
 - lakše, brže i jednoličnije se suše i peku,
 - bolji su toplinski izolatori,
 - lakše je probiti zid u slučaju potrebe,
 - manje su nosivosti, ali to u suvremenim građevinama preuzimaju AB skeleti.
 - **Zato što su bolji toplinski izolatori:**
 - zidovi mogu biti tanji.

ŠUPLJI OPEČNI ELEMENTI MEĐUKATNIH KONSTRUKCIJA

- Šuplji blokovi međukatnih konstrukcija mogu povezani armaturom i cementnim mortom ili betonom biti jedini sastavni dio međukatne konstrukcije, a mogu biti i kombinirani s nosačima od armiranog ili prednapetog betona.
- Rade se s horizontalnim šupljinama.
- Normizirani su u dvije osnovne vrste:
 - nosivi blokovi
 - blokovi ispunjeni.



UZORKOVANJE

- Uzorkovanje je **nasumično ili reprezentativno**, a odabir ovisi o proizvodu i obliku pošiljke.
- **Nasumično uzorkovanje**
 - Prikladan broj zidnih elemenata odabire se nasumice iz pošiljke ne uzimajući u obzir kvalitetu odabranih elemenata,
 - ne smiju se odabrati elementi oštećeni u prijevozu,
 - Odvoje se vidljivo loši komadi;
- U praksi, nasumično je uzorkovanje prikladno ako su zidni elementi pošiljke premješteni u rastresitom obliku (nepakirani) s mjesta na mjesto ili ako su raspršeni u velikom broju na male gomile, npr. na skeli prije ugradnje.

UZORKOVANJE

- Ako nasumično uzorkovanja nije praktično ili je neprikladno, tj. ako su zidni elementi složeni na velikim hrpama kojima se može ograničeno pristupiti mora se upotrijebiti postupak **reprezentativnog uzorkovanja**.
- **Uzorkovanje s hrpe**
 - pošiljka se podijeli na najmanje šest stvarnih ili zamišljenih dijelova, svaki slične veličine.
 - Slučajnim odabirom uzme se jednak broj, ali ne više od četiri opečna zidna elementa iz svakoga dijela kako bi se dobio zahtijevani broj,
 - ne razmatra se kvaliteta odabranih elemenata, osim što se ne odabiru elementi oštećeni pri prijenosu.

UZORKOVANJE

- **Uzorkovanje iz pošiljke koja se sastoji od omotanih paketa**
 - Slučajnim odabirom mora se odabrati najmanje **šest paketa** u pošiljci
 - Slučajnim odabirom odabere se jednak broj od ne više od **četiri zidna elementa** iz svakog paketa kako bi se dobio zahtijevani broj,
 - ne razmatra se kvaliteta odabranih elemenata, osim što se ne odabiru elementi oštećeni pri prijenosu.
- Norma HRN EN 771 daje točan broj uzoraka za pojedino ispitivanje.**

ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

□ TLAČNA ČVRSTOĆA

- Ispituje se na **10 elemenata** za LD i HD
- **PRIPREMA POVRŠINE:** *nanošenjem sloja za izravnavanje* ili *brušenjem* uzorka sve dok nisu ispunjeni zahtjevi za ravnošću ili paralelnošću

- **SKLADIŠTENJE:** *vlažne vreće* ili *klima komora* (rel. vlažnost veća od 90%), mort mora dostići najmanju propisanu čvrstoću



Njega uzoraka

- **NJEGA UZORAKA** (za svaku vrstu proizvoda, postupak njegovanja je propisan u odgovarajućem dijelu niza HRN EN 771):
 - *njega sušenjem na zraku*
 - *njega sušenjem u sušioniku,*
 - *njega do 6% sadržaja vlage i*
 - *njega uranjanjem u vodu.*

Postupak ispitivanja

- Uzorak se postavi na očišćene površine stroja za ispitivanje tako da se postigne ravnomjerno nalijeganje.
- U početku treba koristiti bilo koju prikladnu brzinu opterećenja, ali na otprilike polovici očekivanog najvećeg opterećenja, treba brzinu prilagoditi tako da se najveće opterećenje dosegne u ne manje od približno jedne minute.
- Proračunamo tlačnu čvrstoću kao srednju vrijednost čvrstoće svakog pojedinog ispitnog uzorka do najbližih 0,1 N/mm².

ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

- **Određivanje neto obujma i postotnog udjela šupljina opečnih zidnih elemenata hidrostatskim vaganjem:**
 - odabire se **min 10** uzoraka
 - određivanje dimenzija u skladu s HRN EN 772-16:2005,
 - hidrostatsko vaganje uzoraka, pratiti postizanje stalne mase (razlika 0,2% između dva vaganja), izmjeriti masu uzorka **vaganjem pod vodom**- M_{wu}
 - odrediti masu zidnih elemenata **vaganjem na zraku** (zasićen uzorak), M_{au}
 - iz navedenog prema formulama iz norme izračunati **neto volumen, bruto volumen, volumen šupljina, postotni udio šupljina**

ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

- **Određivanje sadržaja aktivnih soli:**
 - određivanje količine topivih magnezijevih, natrijevih i kalijevih iona koji bi mogli imati štetno djelovanje na cementni mort ili zidni element
 - količina uzoraka: **min 10 komada**
 - uzorci za ispitivanje ne smiju biti izloženi vodi koja bi im mogla oduzeti topive soli
 - reprezentativni uzorak : **50-250 g koji se melje**
 - vrste ispitivanja: određivanje instrumentalnim ili alternativnim postupcima

ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

- **UPIJANJE VODE**
 - se ispituje na 10 uzoraka,
 - sušenje do stalne mase (0,1%), $M_{dry,s}$ na 105 °C
 - izmjera površine koje će biti uronjene u vodu
 - proračun bruto površine, A_s
 - lica elemenata uranjanom u vodu do dubine **5±1 mm**
 - stalna razina vode se mora održavati
 - vrijeme močenja u skladu s odgovarajućom specifikacijom, t_{so}
 - nakon isteka vremena močenja, uzorak važeom $m_{so,s}$

UPIJANJE VODE



$$U(\%) = \frac{M_{au} - M_{dry,s}}{M_{dry,s}} \cdot 100$$

U – upijena voda

M_{au} – masa potpuno zasićenog uzorka

$M_{dry,s}$ – masa suhog uzorka

ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

- **OTPORNOST NA SMRZAVANJE**
 - uzorak za ispitivanje: izrada zida od opeke, min površine 0,25 m², opeka odležana u vodi sa sljubnicama ispunjenim trakovima od pjenaste gume ili opeka+brzostvrđavajući mort



ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

- -ispitni zid se natopi vodom i toliko dugo hladi dok se sva upijena voda ne smrzne
 - ispiti zid se ispituje na **100 ciklusa smrzavanja i odmrzavanja**
 - treba ustanoviti početno ljuštenje površine opeka (tupi zvuk male čelične šipke)
 - njega uzoraka sukladna načinu izvedbe zida
 - ocjena rezultata: ocjena oštećenja (pukotine) +ocjena otpornosti na smrzavanje i odmrzavanje (tablica 2)-određivanje trajnosti

ISPITIVANJE ZIDNIH ELEMENATA

- **DJELOVANJE TOPLJIVIH SOLI**
 - ispituje se na uzorcima prethodno zasićenim vodom i ocjenjuje na osnovi količine **iscvjetavanja** soli na površini opeke.
 - Kod velikih iscvjetavanja ispituje se i **sadržaj soli** u opeci ili bloku posebnim propisanim kemijskim postupkom.
- **DJELOVANJE SLOBODNOG VAPNA**
 - ocjenjuje se prema izgledu uzoraka zasićenih vodom i držanih **14 dana u vlažnoj komori na temperaturi +20°C.**

OPEČNI CRIJEP

- Najrašireniji pokrovni materijal.
- **Tehnologija proizvodnje ista je kao i kod opeke.**
- Razlikujemo ih po tehnologiji oblikovanja i po formi.
- Mogu imati prirodnu boju pečene gline ili mogu biti obojeni
- **Glina za proizvodnju crijepa mora imati veću plastičnost od gline za proizvodnju opeke.**
- Po tehnologiji oblikovanja dijele se na:
 - vučeni i prešani.

VUČENI CRIJEP

- Vučeni crijep oblikuje se istiskivanjem keramičke mase kroz odgovarajuće usnike koji mu daju željenu formu.
- Vrste:
 - **vučeni crijep s jednostrukim žlijebom**
 - **vučeni biber crijep koji nema žljebova.**



PREŠANI CRIJEP

- Prešani crijep oblikuje se prešanjem keramičke mase posebnim prešama.
- Danas prevladava u primjeni.
- Dva osnovna tipa su:
 - **prešani crijep s jednostrukim žlijebom i**
 - **prešani crijep s dvostrukim žlijebom.**
- Propisani su ista svojstva i slične tolerancije kao i za vučeni crijep.



ISPITIVANJE CRIJEPA

- **Određivanje geometrijskih karakteristika**
 - mjerenje se obavlja na **10 ispitnih uzoraka** koji se sastoje od deset crijepova s izuzetkom **24 koliko je potrebno za određivanje izmjera pokrivanja**
 - određujemo:
 - **izmjere u uzdužnom i porednom pravcu**
 - **duljinu i širinu pokrivanja**
 - **pravocrtnost**
 - **vitopernost**
 - **jednoličnost poprečnog presjeka**

ISPITIVANJE CRIJEPA

- **VODONEPROPUSNOST**
 - **Prvi ispitni postupak:**
 - osniva se na određivanju količine vode koja za **48 sati, pri tlaku visine 10 cm vode**, isteče po cm² površine crijepa. Nivo vode prilikom ispitivanja je potrebno održati stalnim.
 - ispituje se **10 crijepova**, ako se radi o tekućoj kontroli, broj crijepova može biti promijenjen
 - pratimo promjene nivoa vode, računamo faktor nepropusnosti za svaki uzorak, najveću pojedinačnu vrijednost na temelju kojih određujemo razrede nepropusnosti

Vodonepropusnost

- **Drugi ispitni postupak:**
 - ispitivanje u cilju određivanja vremena prije kapanja prve kapi prilikom djelovanja vodenog tlaka na površini crijepa obično izloženog atmosferilijama
 - ispituje se **10 crijepova**, ako se radi o tekućoj kontroli, broj crijepova može biti promijenjen
 - **trajanje ispitivanja: 20 h**
 - pratimo pojavu **prve kapi** s točnošću **±15 min**

VODOPROPUSNOST CRIJEPA



GRADIVA

67

ISPITIVANJE CRIJEPA

- **Ispitivanje otpornosti na smrzavanje**
 - **Ispitna metoda A: (metoda A se ne primjenjuje u našim područjima)**
 - ispitivanje se radi u uvjetima izmjeničnog smrzavanja i odmrzavanja
 - odabrani prema statističkim načelima, pripremljeni ispitni uzorci izloženi su djelovanju smrzavanja (gornja strana), odmrzavaju se prskanjem toplom vodom i potapanjem u vodu
 - ciklusi se ponavljaju do eventualne pojave oštećenja ili do **150 ciklusa**
 - ispituje se **10 crijepova**, ako se radi o tekućoj kontroli, broj crijepova može biti promijenjen
 - smatra se da je uzorak zadovoljio ako nema nedopuštenih promjena (tablica 1)

Otpornost na smrzavanje

- **Ispitna metoda B:**
 - uzorci se potapaju u hermetičkom spremniku, zatim se izlože ciklusima smrzavanje-odmrzavanje (**50 ciklusa**)
 - ispitni uzorci se u ovom slučaju smrzavaju istodobno sa svih strana
 - ispituje se **13 neoštećenih ispitnih uzoraka**-10+3 dodatna za određivanje gubitka mase zbog izlučivanja topivih soli
 - smatra se da uzorak **zadovoljava** ako **nema** promjena tipa **listanja, sloma, napuknuća, ljuštenja; gubitak mase mora biti manji od 1%**

GRADIVA

69

ISPITIVANJE CRIJEPA

- **Ispitivanje čvrstoće na savijanje**
 - ispitujemo mogućnost podnošenja koncentriranog opterećenja prilikom čega je crijep oslonjen na **dva ležaja**
 - ispitivanje se vrši na **deset ispitnih uzoraka** (cijeli crijevovi)
 - sila sloma je aritmetička srednja vrijednost 10 rezultata u kN (dvije decimale), **pratimo najmanju i srednju vrijednost**

GRADIVA

70

NOSIVOST CRIJEPA



GRADIVA

71

KERAMIČKE CIJEVI

- Proizvode se od teško taljive plastične gline s dodacima feldspata, kvarcnog pijeska, a često i šamotnog brašna.
- **dimnjačke cijevi** – ulošci dimnjaka
- **drenažne cijevi** – za dreniranje i odvođenje podzemnih voda
- **kanalizacijske cijevi** – za odvođenje otpadnih voda -otporne prema kiselinama i alkalijama, vodonepropusne, mehanički otporni i dogovarajućeg oblika.



VATROSTALNI MATERIJALI

- Vatrostalni materijali su teško taljivi materijali velike otpornosti i trajnosti.
- Koriste se u industriji za zidanje peći i sličnih postrojenja.
- Osnovni vatrostalni materijali su:

- Šamotno brašno i
- Šamotne opeke



VATROSTALNI MATERIJALI

- **Šamotno brašno** dobiva se pečenjem vatrostalne gline na visokoj temperaturi i mljevenjem pečenih komada.
- Često se proizvodi mljevenjem otpadnog vatrostalnog keramičkog materijala.
- **Šamotne opeke** i ostali oblikovni šamotni proizvodi proizvode se od plastične vatrostalne gline i dodatka šamotnog brašna.

FINI KERAMIČKI MATERIJALI

- Proizvode se od **teško taljive masne gline** s raznim dodacima i peku pri visokim temperaturama pri kojima se razmekšaju i tale lako taljivi sastojci.
- U građevinarstvu se primjenjuju

- keramičke pločice i
- sanitarni materijali.

KERAMIČKE PLOČICE

- Primjenjuju se za unutarnje i vanjsko oblaganje zidova i podova.
- prema načinu oblikovanja dijele se na:
 - Prešane i vučene.
- S vidljive strane su **glazirane ili neglazirane**.
- S unutarnje strane su hrapave ili brazdane.
- Mogu biti jednobojne ili glazurom različito obojane.

KERAMIČKE PLOČICE

- Propisana ispitivanja su:
 - upijanje vode,
 - zvonak zvuk,
 - tvrdoća po Mohsu,
 - čvrstoća na savijanje.
- glazura mora biti otporna na:
 - vlasavost,
 - nagle promjene temperature,
 - na kiseline i lužine.
- Pločice za vanjsko oblaganje ispituju se na **mraz u 25 ciklusa**.



SANITARNI KERAMIČKI MATEIJALI

- Oblikuju se lijevanjem glinene suspenzije razrijeđene vodenim staklom i još nekim dodacima u kalupe od gipsa, koje imaju šuplji prostor jednak vanjskom obliku proizvoda.
- Sanitarna keramika **se peče nakon glaziranja** pa se istovremeno peče i glazura, koja zbog sve oštrijih higijenskih uvjeta eksploatacije i sve agresivnijih sredstava održavanja mora biti sve kvalitetnija.

LITERATURA

- **Tehnički propis za zidane konstrukcije;**
Narodne novine [01/07](#)
- Priručnik Zidane konstrukcije
- Jovo Beslač: "**Materijali u arhitekturi i građevinarstvu**", str. 80-92.
- Velimir Ukrainczyk: "**Poznavanje gradiva**", str. 199-226.