



# **NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA**

**Dr Danijela Zlatković**

# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

Mineralna (neorganska) veziva su praškasti materijali koji pomešani sa vodom daju plastična testa.

To su materijali mineralnog porekla, koji imaju osobinu da izmešani sa vodom grade kašu, koja fizičko-hemijskim procesima otvrdnjava i povećava čvrstoću.

Ona su sposobna da međusobno spoje zrna peska, šljunka, drobljenog kamena i dr.

Primenjuju se za izradu maltera, betona i drugih veštačkih materijala.



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- Materijali mineralnog porekla koji nemaju sopstvenu vezivnu moć ili je ona vrlo mala
- Ovi materijali na normalnim temperaturama i u prisustvu vlage reaguju sa krečom  $\text{Ca(OH)}_2$ , obrazujući nove materijale hidrauličnih svojstava - "pucolanskih svojstava"
- U sastav pucolana ulaze oksidi:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i to najčešće u amorfnom-staklastom obliku, koji baš i uslovljava pucolansku aktivnost.
- Za razliku od latentno hidrauličkih materijala (npr. zgora) pucolani ne mogu sami vezivati i očvršćavati.



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

Pucolani se dele na:

- prirodne pucolane, i
- veštačke pucolane.

## ○ U prirodne pucolane spadaju:

- pucolanska zemlja, santorinska zemlja, dijatomejska zemlja, opalska breča, vulkanski tuf, vulkanski pepeo, apatit i dr

## ○ U veštačke pucolane spadaju:

leteći-elektrofilterski pepeo, razni keramički materijali i dr.



## NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

Pucolani se koriste, osim u proizvodnji mešanih cemenata (cemenata sa dodacima), i kao dodaci betonu, za stabilizaciju terena u gradnji saobraćajnica, za ojačanje tla i dr.

- Prirodni pucolani su nastali u geološkoj prošlosti iz vulkanskog pepela ili lave:

- kod nas su to vulkanski tufovi,

- u Italiji pucolani (prema mestu Puzzoli kraj Napulja),

To su sedimenti organskog porekla koji sadrže jedinjenja silicijumske kiseline,



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

## ○ ZGURA (troska, šljaka)

- Zgura se dobija se pri proizvodnji gvožđa i čelika u visokim pećima kao ostatak – nesagorivi mineralni ostaci:

- Zgura visokih peći (kristalasta i granulirana) – “pliva” na rastopljenom gvožđu,

- Ložišna zgura – ostatak sagorevanja kamenog i mrkog uglja u visokim pećima

- Naglim hlađenjem tekuće zgure koja pliva na rastopljenom gvožđu, ona se granulira u zrna klinkerskog oblika .



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- Postoje dva oblika zgure, bazična i kisela.
  - Bazična zgura sadrži najmanje 50 % bazičnih oksida  $\text{CaO}$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a ostatak je najvećim delom  $\text{SiO}_2$ .
  - Kisela zgura sadrži dosta manje od 50 % bazičnih oksida  $\text{CaO}$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a preovladava  $\text{SiO}_2$ . Kao vezivni materijal koristi se samo bazična zgura.
  - Zgura sama nema vezivna svojstva ali ih dobije nakon dodavanja katalizatora (vezivo, gips).
  - Glavni mineral bazične zgure je belit koji ima produkte hidratacije skoro identične kao i hidrati belita iz cementnog klinkera.
  - Proces hidratacije zgure i proces hidratacije portland-cementnog klinkera su istog osnovnog tipa.



## NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- Mada se obično ne ubraja u kategoriju pucolana klasičnog tipa, granulirana (bazična) zgura visokih peći također ima pucolanska svojstva.
- Ona, sama po sebi, mada je po hemijskom sastavu vrlo slična cementu (osim oksida koji su navedeni ranije, sadrži još i CaO), nije vezivni materijal, ali sa dodatkom kreča, cementa (cementnog klinkera) ili anhidrita postaje hidraulično vezivo.
- Pucolani se često koriste za spravljanje maltera i betona koji će se primenjivati kako na vazduhu, tako i u vodi. U oba slučaja, zajedno sa pucolanima upotrebljava se i gašeni kreč, pri čemu se u slučaju maltera dobijaju daleko veće čvrstoće u poređenju sa običnim krečnim malterom.





# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- **Cement**
- Cement je hidrauličko mineralno (neorgansko) vezivo koje se dobija mlevenjem tzv. portland cementnog klinkera – veštačkog kamenog materijala koji se stvara pečenjem mešavine krečnjaka i gline.
- Pored portland cementnog klinkera, za čije se dobijanje, putem pečenja na 1350 – 1450 0C , koristi mešavina krečnjak : glina = 3 : 1 (odnos masa), u cementu su redovno prisutne i manje količine sadre ili anhidrita, koje se dodaju radi regulisanja vremena vezivanja cementa.
- Za dobijanje cementa u opštem slučaju postoji i mogućnost korišćenja laporca, prirodne mešavine krečnjaka i gline, kod koga se sadržaj krečnjaka kreće od 60 do 80%, uz eventualne korekcije ovog odnosa dodavanjem komponente koja nedostaje.



## NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- Materijal koji se dobija isključivo od krečnjaka i gline (ili laporca odgovarajućeg sastava), uz dodatak malih količina sadre ili anhidrita, naziva se “**portland cement**”.
- Ovaj naziv potiče od imena poluostrva Portland u Engleskoj, gde postoji prirodan laporac povoljnog sastava za dobijanje cementa, koji se od davnina koristi za dobijanje ovog mineralnog veziva.
- Portland cement je najvažnije hidraulično vezivo. To je prah zelenkaste boje. Higroskopian je pa ga treba čuvati od vlage.



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- **Vezivanje i očvršćavanje cementa**
- Mešanjem PC sa vodom dobija se plastično cementno testo – cementna pasta – koja vremenom počinje da menja agregatno stanje i da prelazi u čvrstu supstancu.
- Uzrok ove promene agregatnog stanja je hidratacija – jedan kompleksan fizičko – hemijski proces, čija suština još ni do danas nije u potpunosti rasvetljena
- Hidratacija cementa je fizičko-hemijski proces koji se dešava u cementnoj kaši u intervalu od 1-10 časova. Definiše se kao početak i kraj vezivanja, nakon čega nastaje period očvršćavanja betona
- Kao vreme vezivanja cementa obično se definiše vremenski period od mešanja cementa i vode do trenutka kada cementna pasta izgubi svojstvo  
plastičnosti



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- Količina hidratacione toplote pri vezivanju i očvršćavanju je srazmerno velika.
- Približno 1kg portland cementa PC u spravljenom betonu oslobodi 126-268kJ toplote u toku 28 dana, zavisno od klase cementa
- Čvrstoća-klasa cementa definiše se ostvarenim čvrstoćama na pritisak i savijanje dobijena pri ispitivanju tri prizmatične gredice dimenzija 4x4x16cm, spravljene od cementnog maltera i ispitane posle 28 dana
- PC su svrstani u klase kvaliteta: 25; 35S; 35B; 45S; 45B i 55
- Stalnost zapremine je osobina portland cementa da posle vezivanja i stvrdnjavanja zadrži zapreminu



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- Cementi se mogu podeliti prema vrstii klasi
- Vrste predstavljaju kategorije cementa s obzirom na sastav i tehnologiju proizvodnje.
- Klase cementa označavaju njihove mehaničke karakteristike.
- Po sirovinskom sastavu cementi su podeljeni na
- -cemente na bazi portland cementnog klinkera i
- -specijalne vrste cementa
- Oznake cemenata
- PC-oznaka za portland cement, k-oznaka klase cementa,
- M-oznaka za metalurški cement, n-procentat zgure,
- P-oznaka za pucolanski cement, m-procentat pucolana,
- z-oznaka za zguru, p-oznaka za pucolan,
- d-mešani dodatak,
- (z ili p) -komponenta koja preovlađuje (zgura ili pucolan)



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

Cementi na bazi portland cementnog klinkera obuhvataju

- Portland cimente sa dodacima i

- Specijalne vrste portland cemenata

- **Portland cementi sa dodacima**

- portland cement sa dodatkom zgure: PC 15z k, PC 30z k

- portland cement sa dodatkom pucolana: PC 15p k, PC 30p k

- portland cement sa mešanim dodatkom: PC 15d k, PC 30d k

- metalurški cement: M k

- metalurški cement sa dodatkom pucolana: M p k i

- pucolanski cement: P k



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- **Portland cemenat sa dodacima**
- Svojstva portland cemenata sa dodacima zavise od vrste i od količine dodataka koji se kombinuju sa portland cementom
- Sa povećanjem količine dodataka, sve jače se ispoljavaju razlike između cemenata sa dodacima i portland cementa:
- smanjenje specifične mase cementa, povećanje specifične površine, smanjenje toplote hidratacije i povećanje hemijske otpornosti cement
- Pored toga, zapaža se usporavanje prirasta čvrstoće, što je posledica sporije hidratacije
- Međutim, konačne (granične) čvrstoće ovih cemenata ne zaostaju za čvrstoćama portland cementa
- Ovi cementi imaju iste klase kao i portland cement



# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- **U specijalne vrste PC spadaju**
- **Beli portland cement** -sirovina za dobijanje obojenih cemenata. Beli cement se meša sa različitim supstancama (pigmenti -metalni oksidi i dr.), pa se na taj način dobijaju cementi različitih boja
- Proizvodi se od belog PC klinkera, koji se dobija pečenjem naročito odabranih sirovina – belih krečnjaka i kaolina, koji smeju da sadrže minimalan % primesa (pri mlevenju se dodaje i sadra)
- Beli cement je istovremeno i sirovina za dobijanje obojenih cemenata, tako što se meša sa raznim pigmentima, metalnim oksidima i dr., pa se tako dobijaju cementi sledećih boja:
  - - žute (primenom barijumhromata),
  - - crvene (primenom crvenog oksida gvožđa),
  - - zelene (primenom oksida hroma),
  - - crne (primenom crnog oksida gvožđa), itd.





# NEORGANSKA MINERALNA VEZIVA

- **Portland cement niske hidratacione toplote**
- Cement niske toplote hidratacije može se dobiti na nekoliko načina:
- od PC klinkera uobičajenog sastava, kome će se tokom mlevenja dodati veća količina zgure i/ili pucolana (PC 35S, PC 35P, PC 35M i sl., ili, pak, metalurški (M), pucolanski (P) ili kompozitni (MP) cementi.
- Osim toga, finoća mliva cemenata niske toplote hidratacije ne sme biti suviše visoka,
- Isto tako, cementi niske toplote hidratacije, proizvode se u nižim klasama (
- Cementi niske toplote hidratacije primenjuju se, i moraju se primeniti, kod proizvodnje betona za masivne konstrukcije, kao što su potporni zidovi većih debljina, pristanišni dokovi i posebno sve vrste betonskih brana, koje su, svakako, najmasivnije betonske konstrukcije.
- **Sulfatnootporni portland cement**-upotrebljava se tamo gde postoji opasnost od dejstva sulfatnih voda na betonske konstrukcije (hemijska industrija, rudarstvo, metalurgija itd)

