



# SPECIJALNI BETONI

# SPECIJALNI BETONI

- Su betoni koji u svom sastavu sadrže osim sastojaka normalnih betona (cement, agregat, voda i aditivi) još i sastojke koji mijenjaju njegova osnovna svojstva.
- Posebni tehnološki postupci , kojima se dobivaju i posebne vrste betona, ne spadaju u specijalne betone.



- Sastav betona pruža velike mogućnosti prilagođavanje njegovih svojstava potrebama.
- Svako se njegovo svojstvo može modificirati prema namjeni pa je tako nastalo mnogo vrsta specijalnih betona.
- Prilagođavanjem svojstava specijalnih betona mogu se napraviti takvi kompoziti, koji će uspješno zamijeniti tradicionalne materijale u građevinarstvu kao što su drvo, keramika i metali.



- Dodavanjem vlakana i polimera od krtoga materijala, beton može postati žilav materijal odgovarajuće vlačne čvrstoće
- Primjenom lakih agregata, pjene i nekih drugih postupaka mogu se dobiti laki konstruktivni i izolacijski betoni.
- Raznim tehnikama primjene polimera može se znatno povećati trajnost odnosno životni vijek betonskih konstrukcija



## Podjela betona prema masi

```
graph TD; A[Podjela betona prema masi] --> B[Laki betoni<br/>gustoća manja od<br/>2000kg/m³]; A --> C[Normalni betoni<br/>gustoća od 2000-<br/>2500 kg/m³]; A --> D[Teški betoni<br/>gustoća veća od<br/>2500 kg/m³];
```

### Laki betoni

gustoća manja od  
 $2000\text{kg/m}^3$

### Normalni betoni

gustoća od 2000-  
 $2500\text{ kg/m}^3$

### Teški betoni

gustoća veća od  
 $2500\text{ kg/m}^3$



The left side of the slide features a series of vertical stripes in various shades of brown, tan, and grey. Overlaid on these stripes are several orange circles of different sizes, arranged in a cluster that tapers towards the bottom.

LAKI BETONI

# LAKI BETONI

- Imaju gustoću manju od  $2000 \text{ kg/m}^3$
- Prema postizanju manje gustoće , laki betoni mogu biti :
  - lakoagregatni
  - betoni od jednakozrnatog agregata
  - ćelijasti betoni
- Prema namjeni laki se betoni svrstavaju u:
  - konstrukcijske
  - konstrukcijsko- izolacijske
  - izolacijske



- Smanjenje gustoće uvijek se postiže stvaranjem pora u agregatu ili stvaranjem međuprostora između krupnih zrna agregata ili pora u mortu
- Stvaranjem pora u betonu smanjuje se njegova čvrstoća i otpornost na abraziju u usporedbi s običnim betonom, ali se dobiva niz drugih pogodnosti ; izolacijska svojstva i manja volumna masa





- Laki betoni se mogu proizvesti primjenom lakih agregata:
- Od ekspandirane gline ili ekspandiranog škriljevca (glinopor, keramzit)
- Betoni od perlita – imaju vrlo malu gustoću, malu čvrstoću, veliko skupljanje i upijanje vlage
- Vermikulit (Mg Fe Al silikat sa zeolitskom vodom)– slična ili slabija svojstva od perlit betona.
- Upotrebljavaju se kao izolacijski betoni i za izradu mortova za zaštitu čeličnih konstrukcija od požara



# LAKI BETONI OD JEDNAKOZRNATOG AGREGATA

- Dobivaju se izostavljanjem sitne frakcije agregata i upotrebom jedne frakcije iste veličine zrna
- Zrna su obavijena cementnom pastom debljine cca 1,3 mm, a između zrna ostaju šupljine
- Gustoća ovih betona ovisi o granulometrijskom sastavu
- Ponekad se rade od lakog agregata, napr. glinopora (umjetno proizveden agregat; ekspandirana glina)



- Otporan je na cikluse smrzavanja i odmrzavanja jer gotovo i nema kapilarnih pora
- Dobro apsorbira zvuk, ako se površina ne zagladi, pa je prikladan u zgradama gdje su presudni uvjeti u pogledu akustike



# PLINOBETONI

- Osim cementa, sirovine su vapno, leteći pepeo, kvarcni pijesak
- Pri visokim temperaturama aktiviraju se i znatno ubrzaju pucolanske reakcije letećeg pepela i sitno samljevenog kvarcnog pijeska
- Istovremeno se izaziva ekspanzija plina (uz pomoć nekog dodatka) u još svježoj smjesi, koja stvara poroznu, ćelijastu strukturu.
- Dodatak može biti aluminijski prah (siporex), koji u smjesi razvija vodik ili kalcij karbid( $\text{Ca}_2\text{C}$ ) {koji u smjesi razvija acetilen (Ytong)}



# PLINOBTEN



# PJENOBETONI

- Su vrsta ćelijastih betona koji se mogu izvoditi na gradilištu ili u industrijskim uvjetima, ali su u praksi slabije poznati.
- Lagan je materijal za malo dodatno opterećenje
- Najčešće se upotrebljava za izradu glazura ili estriha, a također preko sustava oplata i kalupa moguće je izrađivati i ostale konstrukcijske elemente
- Pod pjenobetonima se podrazumijeva miješanje cementa, agregata, vode i stabilnih pjena
- Gustoće su od  $400\text{-}2000\text{kg/m}^3$





# PJENOBETON



# PREDNOSTI PJENOBETONA

- Nema slijeganja,
- Nema potrebe za vibriranjem,
- Lak je – malo dodatno opterećenje konstrukcije,
- Slobodno teče – širi se i popunjava sve praznine,
- Odlične karakteristike u pogledu rasporeda opterećenja,
- Jednom kad se ugradi ne zahtjeva održavanje,
- Odlična zvučna i termička izolacija,
- Odlična otpornost na ciklus smrzavanja i otapanja,
- Ne izaziva značajne bočne pritiske,
- Niska apsorpcija vode tijekom vremena
- 





# GLAZURA OD PJENOBETONA



# GLAZURA OD PJENOBETONA





# BETON VISOKIH ČVRSTOĆA

# BETON VISOKIH ČVRSTOĆA

- Predviđenog su razreda čvrstoće do C 50/60, ali se u proizvodnji postižu C 40/50
- Za veće projektirane čvrstoće potrebna je posebna pažnja u izboru sastojaka (superplastifikatori, posebni tipovi i sastavi agregata, mineralni dodaci) i proizvodnji (ugradnja, njegovanje, kontrola kvalitete).





- Danas se mogu proizvesti betoni znatno većih čvrstoća od C 60/75, tako da ima već objekata koji su izvedeni od betona C 100/115
- Osnova za postizanje takvih betona je mala poroznost
- Mala poroznost se postiže pažljivo odabranim granulometrijskim sastavom kvalitetnog agregata te niskim vodocementnim omjerom ( $v/c < 0,35$ )
- Niski  $v/c$  se postiže primjenom superplastifikatora i upotrebom silikatne prašine
- Zbog vrlo malog  $v/c$  bolja su i svojstva trajnosti, nepropusnost i kemijska otpornost





# TEKUĆI BETON

# TEKUĆI BETON

- Imaju konzistenciju prema mjeri slijeganja 18 i više cm.
- Mogu se uspješno ugrađivati i zbijati uz vrlo mali utrošak energije
- Da se ne bi dogodila segregacija i izdvajanje vode, povećava mu se udio pijeska i cementa ili primijenjuje stabilizator mješavine (pucolane i neke polimere) i superplastifikatori
- Cijena sastojaka je veća, ali se ti troškovi nadoknađuju manjim utroškom energije pri obradi, posebno pri zbijanju betona



# POPRAVAK ESTRIHA TEKUĆIM BETONOM





# POPRAVAK ESTRIHA TEKUĆIM BETONOM



A decorative graphic on the left side of the slide. It features a series of vertical stripes in shades of brown, tan, and grey. Overlaid on these stripes are several orange circles of varying sizes, arranged in a cluster. The largest circle is at the top left, with several smaller ones below and to its right.

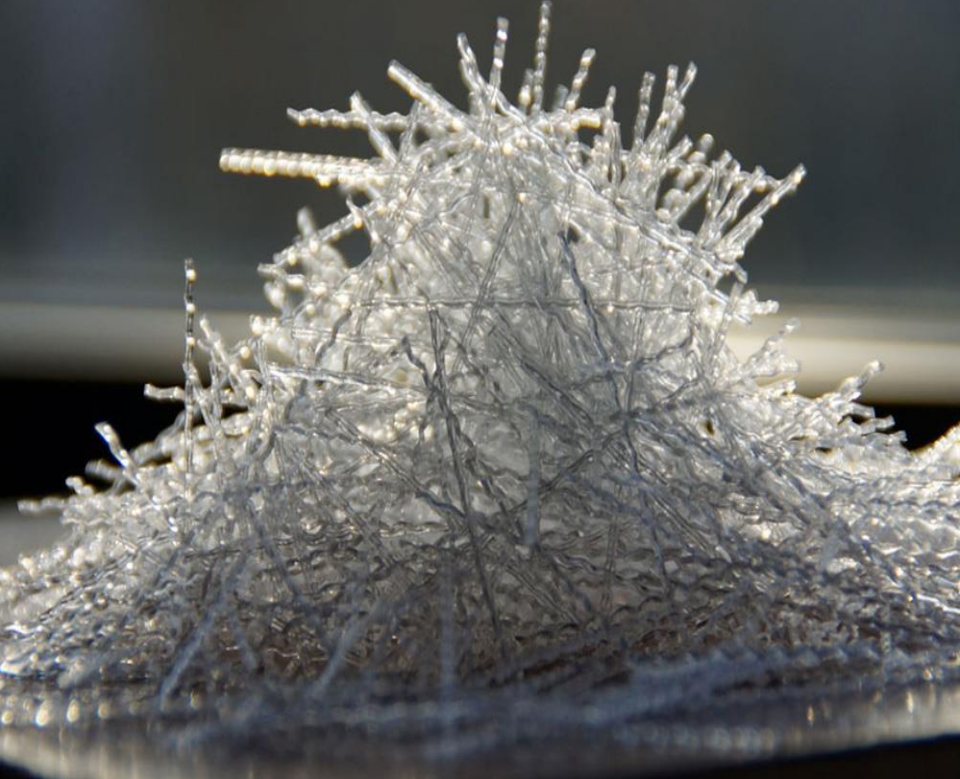
# MIKROARMIRANI BETON

# MIKROARMIRANI BETON (MAB)

- Vlaknima armirani beton
- Osim osnovnih sastojaka sadrži diskontinuirana metalna ili polimerna ili staklena ili prirodna vlakna.
- Svrha je mikroarmiranja povećanje vlačne čvrstoće i čvrstoće na savijanje betona te odgađanje širenja mikropukotina prenošenjem naprezanja s već napuklog presjeka na susjedne presjeke







- Mikroarmiranjem se znatno povećava žilavost betona pa su moguće još znatne deformacije i nakon što beton dostigne vlačnu čvrstoću.
- Prednosti:
  - Žilavost
  - Deformabilnost
  - Dinamička čvrstoća
  - Otpornost prema abraziji
  - Otpornost na umor materijala

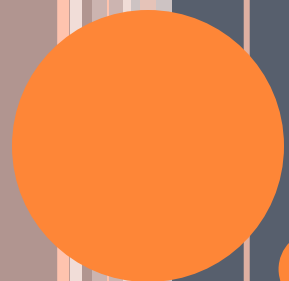






- Često se upotrebljava kao mlazni beton za osiguranje iskopa strmih pokosa i podzemnih radova.
- Vlakna se tada mogu dodavati neposredno u mlaznicu stroja za prskanje
- Prednost mu je što nisu potrebne armaturne mreže, pa se skraćuje vrijeme izrade





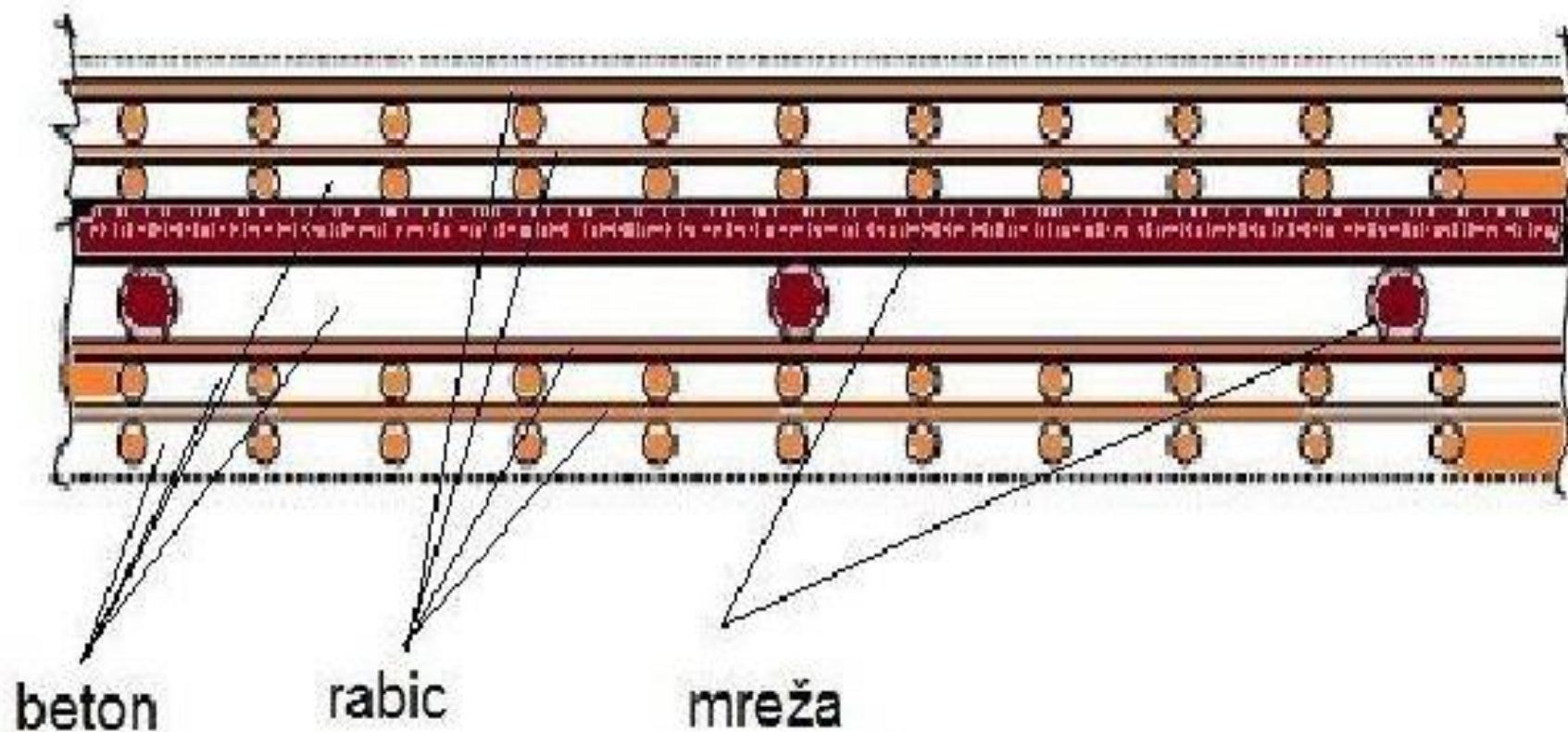
**FEROCEMENT**

# FEROCEMENT





# FEROBETON



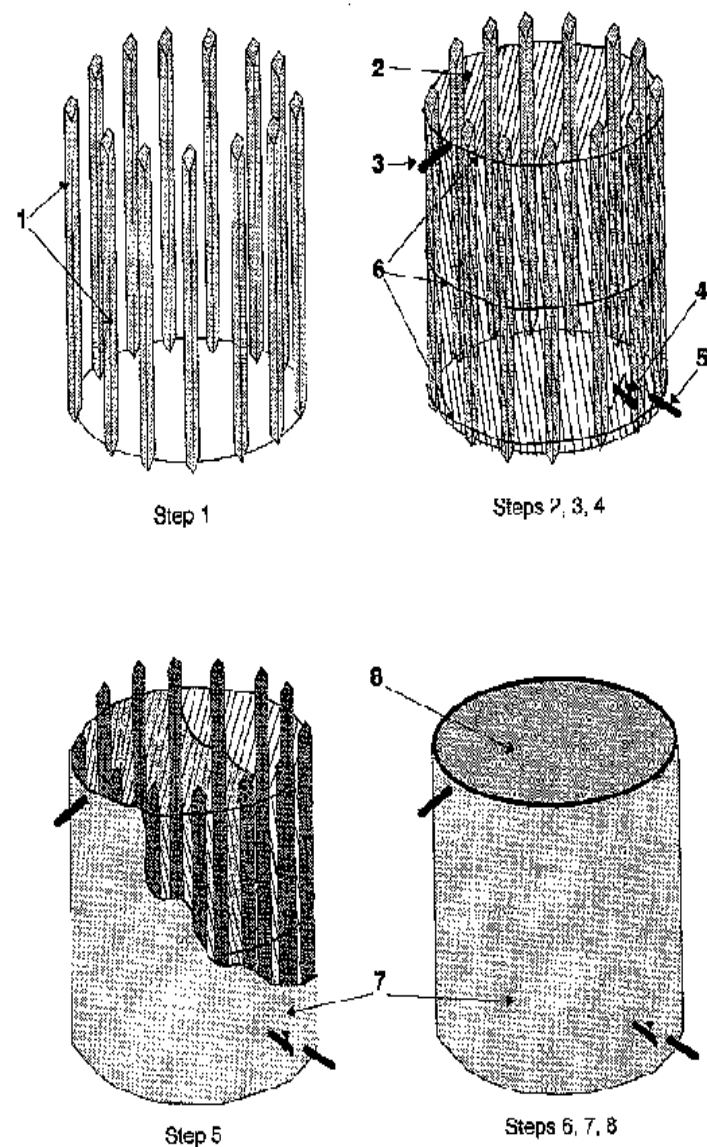
# FEROCEMENT

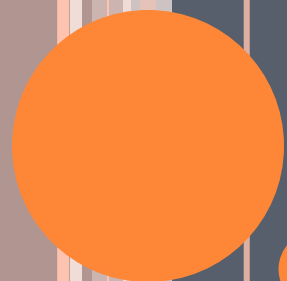
- Jedan od oblika armiranog betona koji se drugačije armira u odnosu na običan armirani beton, pa ima drugačiju čvrstoću, deformacije i mogućnosti primjene
- Sastoji se od gusto pakiranih slojeva žičane mreže, obično postavljene na okvire od debljih čeličnih šipki i zapunjenih (impregniranih) cementnim mortom



- Princip je takav da se postave šipke armature prema zamišljenom obliku konstrukcije na koje se postavljaju pletene žičane mreže.
- Nakon toga nanosi se cementni mort ručno ili strojno. Mort se pravi od cementa i pijeska uobičajeno maksimalnog zrna do 2 mm.
- Utiskivanje morta u šupljine među mrežama treba obaviti pažljivo da ne ostanu šupljine u strukturi.

#### FERROCEMENT TANK





# MASIVNI BETON

# MASIVNI BETON

- Predstavlja svaku veću količinu monolitnog betona ugrađenog u konstruktivne elemente čija je minimalna dimenzija 0,5 m i više.
- Karakterističan je temperaturni problem i pojava termičkih pukotina
- Upotreba:
  - Blokovi velikih dimenzija na branama i drugim hidrotehničkim objektima
    - Temelji vjetroelektrana
  - Temeljni prstenovi industrijskih objekata
    - Temeljne ploče visokih objekata
      - Piloti
    - Upornjaci mostova





# TEMELJ VJETROELEKTRANE





# MASIVNI BETON U BRANAMA



# MASIVNI BETON U BRANAMA



- Na slici je prikazan valjak izvađen iz temeljne ploče debljine 1m u kojoj je došlo do pojave termičkih pukotina

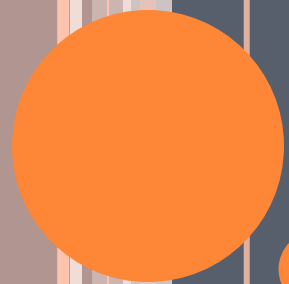


- Zbog velikih dimenzija elemenata i topline hidratacije cementa stvara se velika temperatura u unutrašnjosti konstruktivnog elementa.
- U isto vrijeme, zbog djelovanja vanjske okoline, površina elementa ima znatno nižu temperaturu od unutrašnjosti.
- Uslijed temperaturnih razlika i velikih vlačnih naprezanja u površinskom sloju betona dolazi do stvaranja temperaturnog gradijenta koji može rezultirati pojavom termičkih pukotina.



- Prilikom proizvodnje ovih betona treba težiti smanjenju temperaturne razlike u betonskom elementu tj. da se smanji toplina hidratacije betona
  - Cementi niske topline hidratacije
    - Smanjenje količine cementa
  - Smanjenje početne temperature svježeg betona
    - Hlađenje komponenti sastava betona
  - Korištenje agregata s većim maksimalnim zrnom
    - Veći udio krupnog agregata
      - Što kraći transport
      - Ugradnja u blokovima
    - Izbjegavati betoniranje ljeti
  - Voda za njegovanje ne smije biti prehladna





# UVALJANI BETON



# UVALJANI BETON

- Novija posebna tehnologija masivnog betona koja je posebno razvijena za gradnju velikih brana
- Takva tehnologija i slični sastavi betona koriste se odavno u gradnji prometnica za slojeve stabilizacije



# UVALJANI BETON

- To je suhi betonski materijal koji se konsolidira vanjskim vibriranjem, korištenjem vibro-valjaka.
- Od klasičnog betona se razlikuje po konzistenciji
- Za efikasno zbijanje uvaljani beton mora biti dovoljno suh da nosi težinu vibro-opreme, ali i dovoljno vlažan da dopusti odgovarajuću distribuciju veziva kroz masu u procesu miješanja i vibriranja.
- Od granuliranog tla stabiliziranog cementom, uvaljani beton se prvenstveno razlikuje po tome što sadrži krupni agregat i razvija svojstva slična klasično ugrađenom betonu.



# UVALJANI BETON

- Bitna karakteristika tehnologije uvaljanog betona je građenje u horizontalnim etažama, od jedne do druge obale od nizvodne ka uzvodnoj strani.
- Nakon razastiranja u 3 do 5 slojeva, uvaljani beton potpuno se zbija u etažu debljine 70 do 100 cm (Japan)
- Najčešća debljina zbijene etaže u SADu je 30 cm.
- Primjene najdeblje moguće etaže ovise o opremi za razastiranje i zbijanje.
- Za zbijanje uvaljanog betona mogu se koristiti jednostruki i tandem vibro-valjci, kao i valjci na pneumaticima nakon primjene vibro-valjaka.
- Nakon završetka zbijanja, uvaljani beton treba, kao i klasični beton, u prvim danima zaštititi od isušivanja, visokih i niskih temperatura.



# UVALJANI BETON

- Sadrži manju količinu veziva
- Krute je konzistencije
- Transportira se i zbija opremom koja se inače upotrebljava za gradnju nasutih brana
- Slojevi se nanose kontinuirano, bez dilatacija, jer mala količina veziva rezultira malom toplinom hidratacije i malim skupljanjem betona
- Zahtjevi za agregat nisu strogi:
  - Koristi se prirodni kopani agregat
  - Drobljeni agregat bez pranja i dijeljenja u frakcije
  - To ga pojeftinjuje u odnosu na masivni beton



# UVALJANI BETON-SARRATH BRANA-TUNIS

## 307000 M<sup>3</sup> UVALJANO OG BETONA

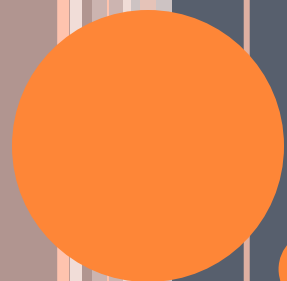




# UVALJANI BETON







**VATROBETONI**

# VATROBETONI

- Hidrauličnim su cementom vezani betoni prikladni za upotrebu na visokim temperaturama do 1850 °C.
- Otpornost betona na visokim temperaturama postiže se upotrebom vatrootpornog agregata i aluminatnog cementa, a za temperature do 1000°C , u nekim primjenama i portland cementa



- Pripremaju se od lakih ili od normalnih agregata
- Na temperaturama do 1000 °C u ponavljanim ciklusima zagrijavanja i hlađenja postepeno gube svoja mehanička i fizikalna svojstva
- Ako su spravljeni sa aluminatnim cementom, na temperaturama višim od 1000 °C počinje se stvarati keramička veza, te se dobivaju još bolja mehanička svojstva





# POLIMERIMA MODIFICIRANI BETONI

# POLIMERI

- Polimeri su u odnosu na cement kemijski inertni, a imaju veću vlačnu i tlačnu čvrstoću od običnih betona.
- Manji im je modul elastičnosti, veće puzanje (istežljivost) i brže starenje
- Većina nedostataka može se izbjeći pravilnim izborom polimernih materijala koji sadrže odgovarajuće dodatke (stabilizatore, antioksidanse itd.)





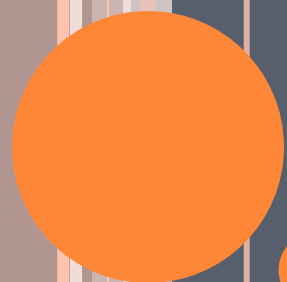
# POLIMEROM MODIFICIRANI PORTLAND CEMENTNI BETON (PMC)

- Polimerom modificirani betoni su betoni kojima se za vrijeme mješanja dodaje polimer dispergiran u vodi ili u praškastom obliku.
- Modul elastičnosti je manji, tako da imaju veće deformacije od puzanja.
- Dodavanjem polimerne disperzije se svježem betonu poboljšava obradljivost (kohezija, zagladivost), u očvrsлом stanju prionljivost (adhezija) na podlogu, povećava nepropusnost za fluide, otpornost na udar, otpor ulasku agresivnih tvari i otpornost na djelovanje smrzavanja i odmrzavanja i soli za odleđivanje.



- PMB se koristi kod
  - nadslojeva ploča za mostove
  - sanacije oštećenih kolnika
  - industrijskih podova koji su izloženi velikim opterećenjima
  - unutrašnjih i vanjskih zidova za izolaciju i završnu obradu
  - za lijepljenje pločica
  - za sanaciju oštećenih površina.
- PMB ima veću trajnost i otpornost na utjecaje okoline, a čelična armatura je zaštićena od agresivnih tvari.





# TEŠKI BETONI

# TEŠKI BETONI

- U nekim je posebnim primjenama potrebna što veća volumna masa betona:
  - Protuutezi na mostovima
  - Blokovi za gradnju lukobrana radi zaštite od velikih morskih valova
  - Zaštita od radioaktivnog zračenja u industrijskoj radiografiji, medicinskim instalacijama, u nuklearnim elektranama i nuklearnim akceleratorima



- Imaju volumnu masu veću od  $2600 \text{ kg/m}^3$
- Veće se gustoće postižu upotrebom agregata veće gustoće, a to su rudače i minerali koji sadrže barit ili željezne okside, čelična strugotina i drugi čelični otpaci koji se umiješaju u betonsku mješavinu
- Ponekad se koriste olovne kuglice

