

AGREGAT



AGREGAT

- je granulirani materijal koji se koristi za izradu betona
- materijal zrnatog oblika
- s cementom i vodom čini umjetni konglomerat – beton
- čini najveći dio betona te bitno utječe na njegovu kvalitetu

AGREGAT

Agregat treba udovoljiti sljedećim zahtjevima:

- Da ima dovoljnu čvrstoću zrna
- Da ne utječe na proces vezanja i očvršćivanja cementa
- Da ne razara gotovi beton
- Da je površina zrna dovoljno hrapava kako bi omogućila dobru vezu između cementnog kamena i zrna agregata

VRSTE AGREGATA

► Prema porijeklu:

- **Prirodni** – potječe od materijala čija se zrna sastoje od prirodnog kamena
- **Umjetni ili reciklirani** – nema ga u prirodi, već je dobiven umjetnim putem, obradom kojom se mijenja sastav materijala (zgura, ekspandirana glina, drobljena opeka)

Sa svakim od ovih agregata izrađujemo drugačiji beton.

VRSTE AGREGATA

- Prema načinu dobivanja :

Prirodni agregat dijelimo na:

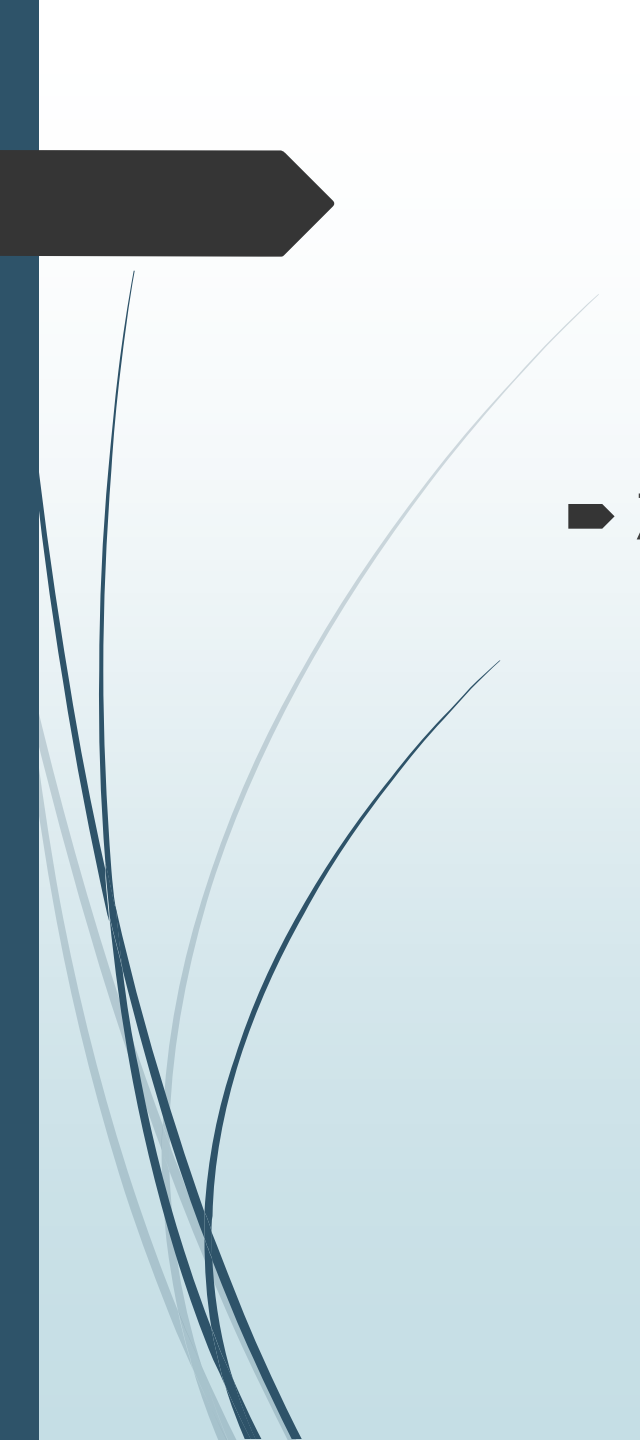
- Kopani – nastao je taloženjem zrnaca različitih veličina i oblika, a na nalazištima ga vadimo kopanjem (riječni, morski, jezerski)
- Drobljeni – dobiva se strojnim drobljenjem kamena koji vadimo iz kamenoloma

VRSTE AGREGATA

- **OBIČNI AGREGAT** je agregat gustoće čestica u osušenom stanju od 2000 kg/m^3 – 3000 kg/m^3 .
- **LAGANI AGREGAT** – je agregat mineralnog porijekla koji ima gustoću čestica u osušenom stanju $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$ ili nasipnu gustoću u osušenom stanju $\leq 1200 \text{ kg/m}^3$, a proizveden je preradom prirodnih, industrijski proizvedenih ili recikliranih materijala i mješavina tih agregata u pogonima za proizvodnju agregata



TEHNIČKA SVOJSTVA I KARAKTERISTIKE AGREGATA ZA BETON

- 
- Za agregat je dobro
 - čvrsto i postojano kamenje
 - eruptivnog (granit, bazalt, kvarcit) ili sedimentnog (vapnenac) porijekla
 - koje se ne raspada
 - koje nema štetnih tvari za beton ili armaturu

- 
- Tehnička svojstva agregata za beton moraju ispunjavati, ovisno o porijeklu agregata, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu i moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620 : 2003, normama na koje te norme upućuju i odredbama TPBK, priloga D

GRANULOMETRIJSKI SASTAV AGREGATA

- Agregat za izradu betona isporučuje se u frakcijama d/D (d - donja i D – gornja veličina otvora sita u mm)
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata (D_{max}) bira se uzimajući u obzir beton zaštitnog sloja armature i najmanju širinu presjeka
- Agregat za beton sastoji se od zrnaca različitih veličina od 0 do 125 (mm)
- Frakcija agregata mora biti omjer D/d ne manji od 1,4.

GRANULOMETRIJSKI SASTAV AGREGATA

► **Frakcija je skup zrna određene veličine**

► Za izradu betona najčešće se koriste ove frakcije

0/4; 4/8; 8/16; 16/31,5; (31,5/63)

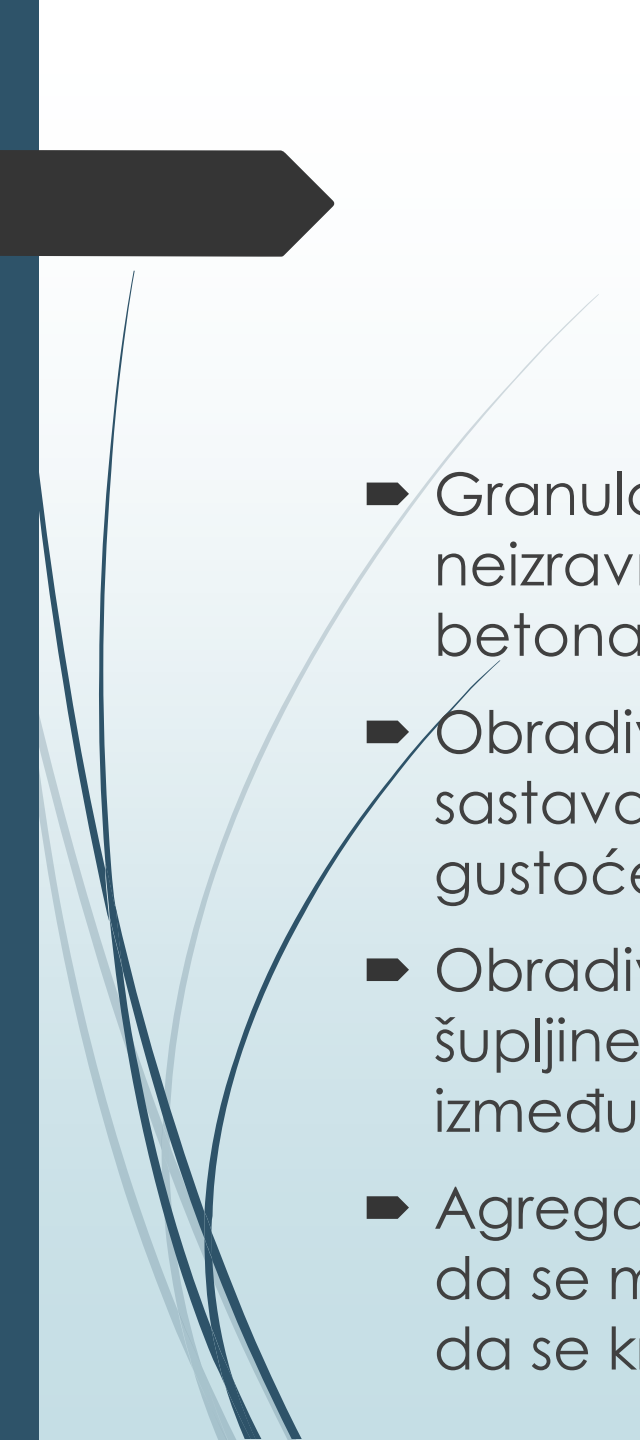


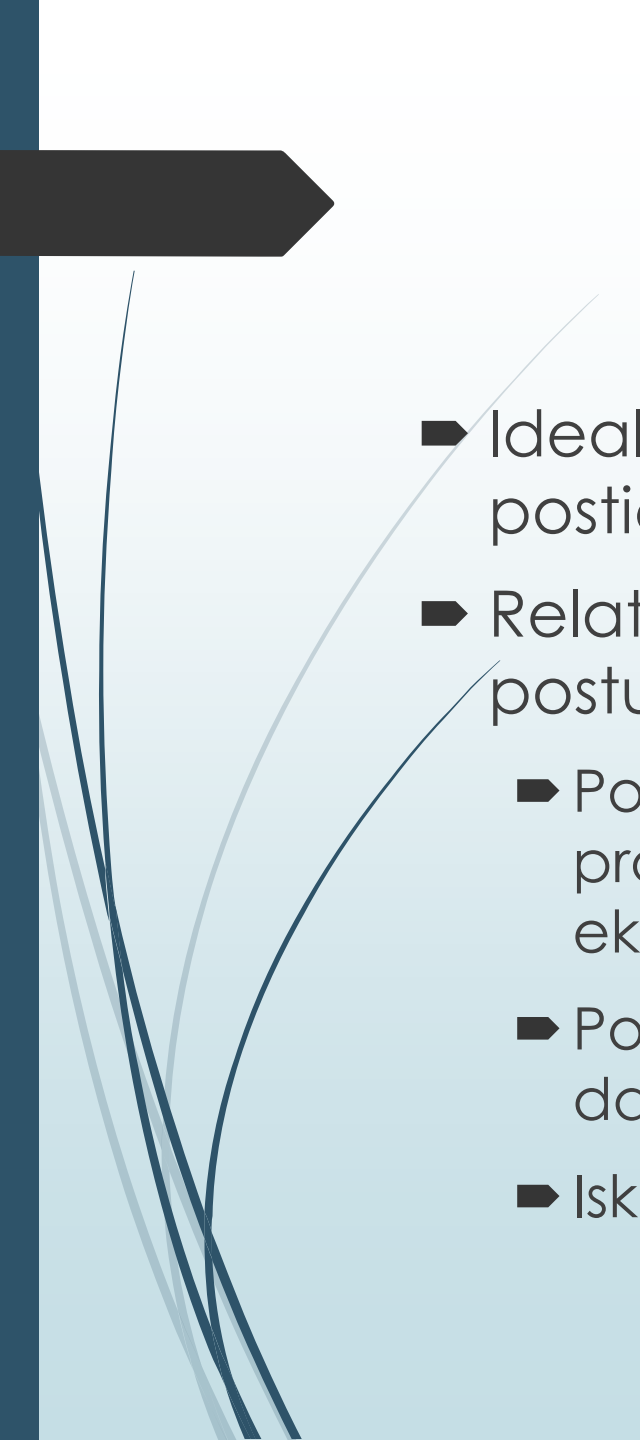
GRANULOMETRIJSKI SASTAV AGREGATA

- Kada znamo masu svake frakcije, možemo izračunati u postotcima njezin udio u čitavoj količini nekog agregata

Omjer udjela između pojedinih frakcija u nekom agregatu nazivamo granulometrijskim sastavom agregata

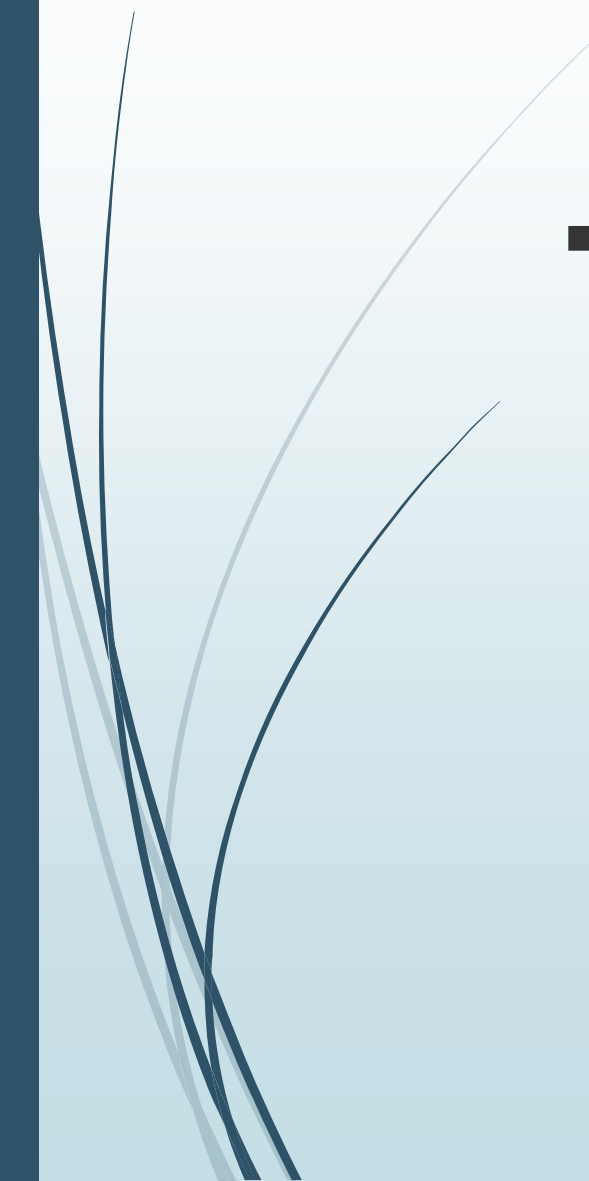
Granulometrijski sastav agregata treba biti takav da se postigne što gušći raspored zrna koji u betonu daje minimum šupljina i minimalnu potrebnu količinu cementa

- 
- Granulometrijski sastav agregata utječe na obradivost betona, a neizravno na čvrstoću betona i druga svojstva ovisna o poroznosti betona
 - Obradivost betona je glavni kriterij za odabir granulometrijskog sastava betona iako optimalna obradivost daje betone nešto manje gustoće
 - Obradivost betona je dobra ako postoji višak paste koja popunjava šupljine u pijesku, odnosno višak morta koji popunjava šupljine između krupnih zrna. Sitnija zrna podmazuju krupnija zrna.
 - Agregat dobrog granulometrijskog sastava ne segregira, a to znači da se mort ne izdvaja iz šupljina između krupnijih zrna agregata, niti da se krupnija zrna odvajaju iz mase betona

- 
- Idealan granulometrijski sastav agregata ne postoji, ali se može postići optimalan
 - Relativni udio frakcija agregata može se odrediti raznim postupcima:
 - Pokusnim mješavinama uz konstantni udio cementa i vode, a promjenjivi udio frakcija: kriteriji su dobra obradivost i ekonomičnost
 - Pokusnim mješavinama s raznim omjerima frakcija agregata, tako da se dobije minimum šupljina
 - Iskustvenim omjerima pijeska i krupnijih frakcija agregata



SADRŽAJ SITNIH ČESTICA

- 
- Sitne čestice su zrna agregata koja prolaze kroz sito veličine otvora 0,063 mm

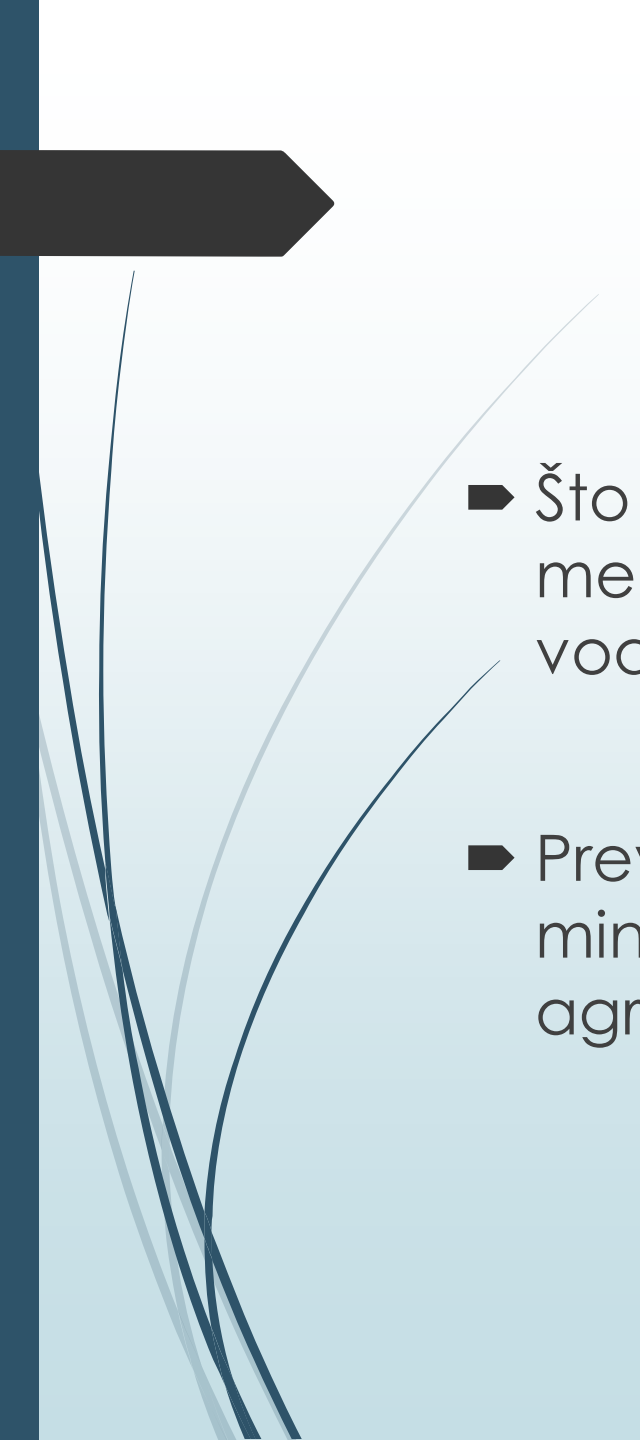
OBLIK ZRNA KRUPNOG AGREGATA

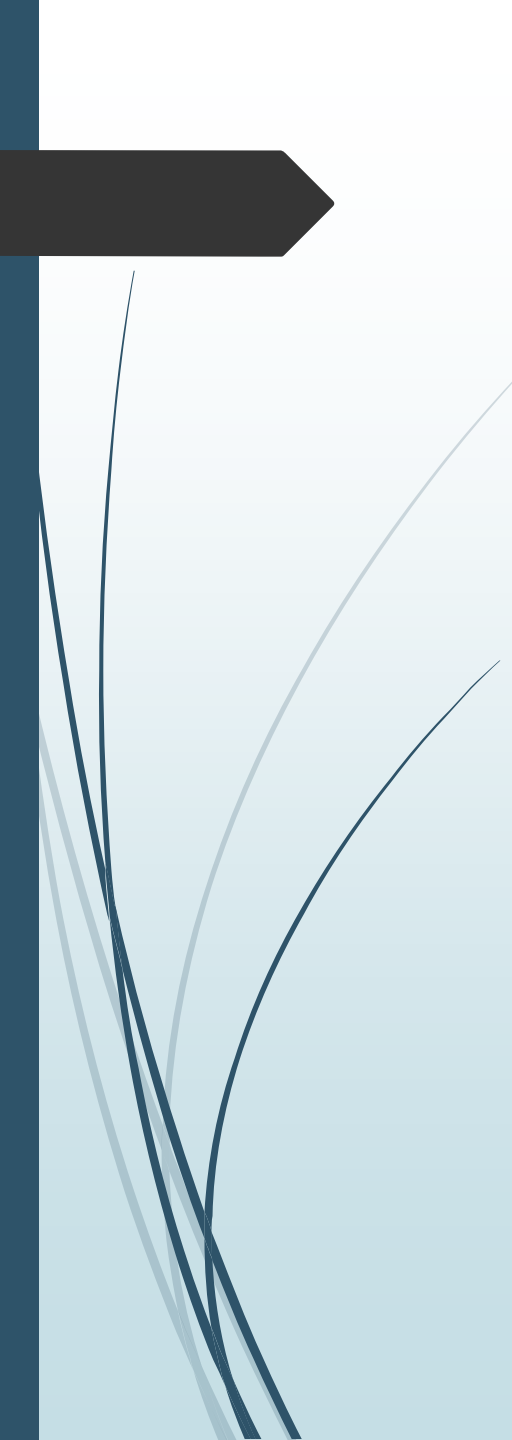
- Prema obliku zrna, agregat dijelimo na
 - kuglasti
 - duguljasti
 - plosnati
- } nepodesna zrna

Za izradu kvalitetnog betona duguljasta i plosnata zrna su nepodesna.

S njima je teško izvesti gusti kompaktni beton.

Ispod takvog zrna može ostati šuplje gnijezdo i zato ih ne smije biti više od 15% u masi agregata

- 
- Što je površina između zrna manja i glada to je manje trenje među zrnima te će za pripremu betona biti potrebno manje vode, što povoljno utječe na čvrstoću betona
 - Previše glatka zrna nepovoljno utječu na beton jer kristali minerala cementa ne mogu dobro međusobno vezati zrna agregata

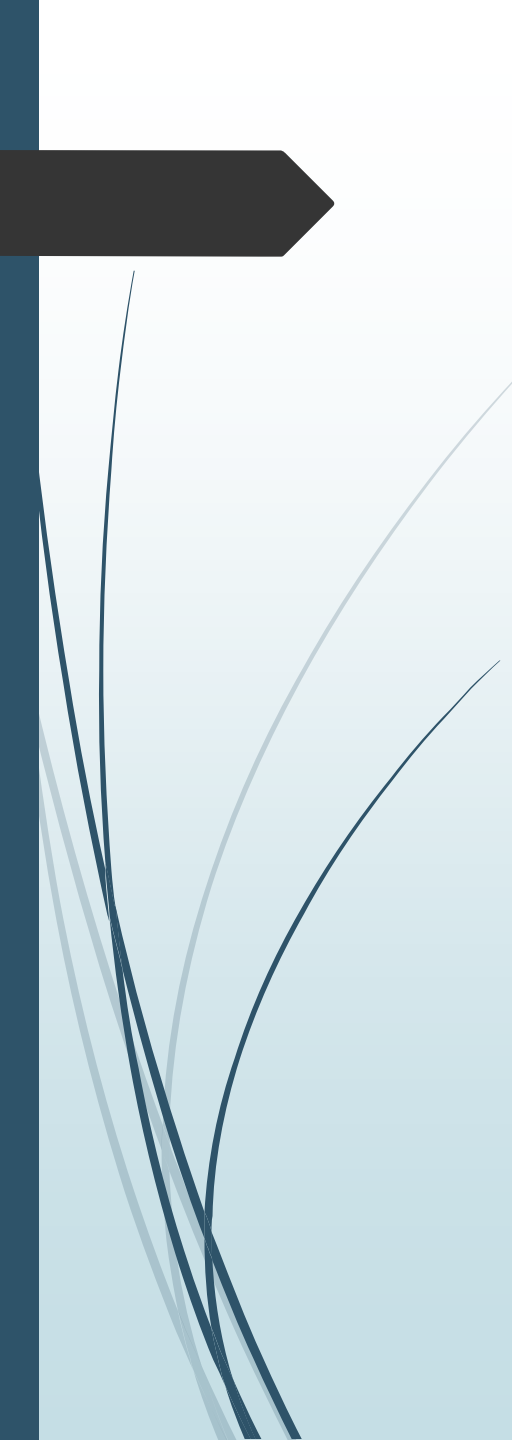


SASTOJCI KOJI UTJEČU NA BRZINU VEZANJA I OČVRŠĆIVANJA BETONA

- Agregat ne smije sadržavati sastojke koji utječu na brzinu vezanja i očvršćivanja betona: organske tvari, šećer itd....



POSTUPAK SA AGREGATOM NA GRADILIŠTU

- 
- Prije početka korištenja nalazišta, agregat trebamo ispitati
 - Eksploatacija započinje tek kada ispitivanja pokažu da kvaliteta materijala zadovoljava
 - Transport se vrši cestovnim vozilima, kolosijekom, žičarom, kranovima i sl....
 - Treba paziti na segregaciju zrna prilikom transporta i skladištenja
 - Agregat treba istovariti na pripremljenu podlogu od dasaka, ploča, uvaljanog šljunka, mršavog betona i sl.
 - Kako bi bio što manji gubitak materijala, agregat treba stavljati u boksove
 - Najbolje ga je skladištiti u silose jer su tada minimalne opasnosti od zagađenja, najmanji je gubitak materijala i ne mijenja mu se vlažnost



ISPITIVANJE AGREGATA



UZIMANJE UZORAKA

- Uzorak koji će poslužiti za ispitivanje zamjenjuje čitavu gomilu ili količinu agregata.
- Najlakše je uzeti uzorak za vrijeme utovara ili istovara agregata kada se oni uzimaju u pravilnim vremenskim razmacima
- Kod silosa ili boksova uzorci se uzimaju sa različitih mjesta

UZIMANJE UZORAKA

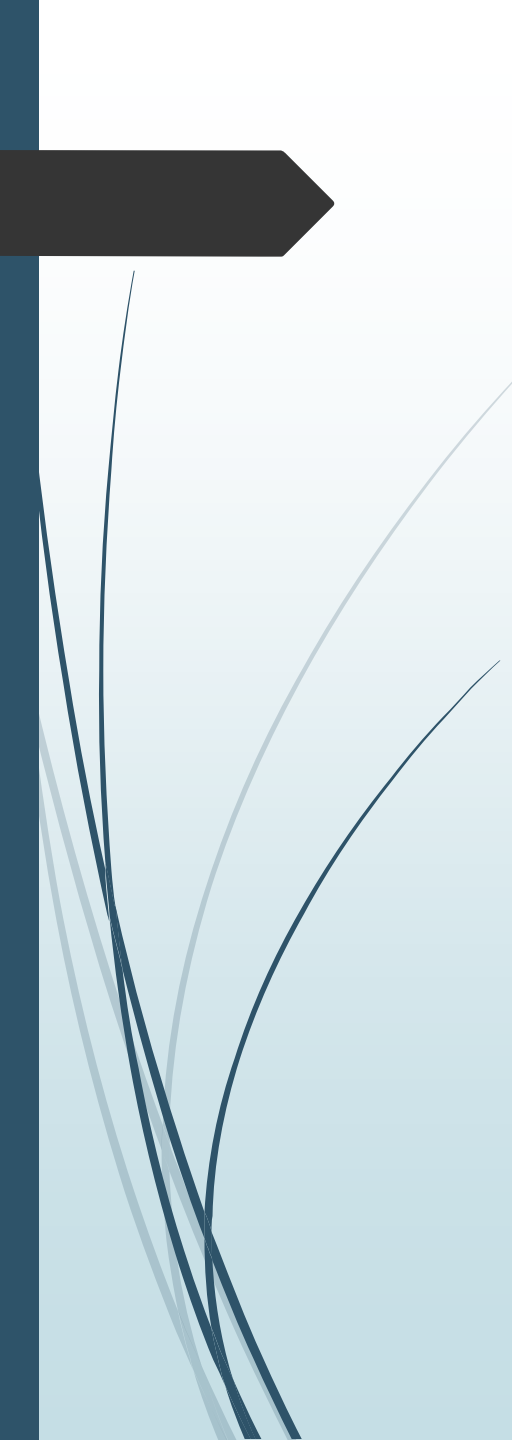
- Razlikujemo:
- **Pojedinačni uzorak**-dobiva se uzimanjem uzorka kamena ili agregata na pojedinim mjestima u nalazištu, deponiju ili separacijskom postrojenju
- **Skupni (kompozitni) uzorak**-sastoji se od većeg broja pojedinačnih uzoraka koji predstavljaju stvarno stanje kamenoloma, nalazišta, deponija
- **Laboratorijski uzorak**-dobiva se četvrtanjem ili smanjivanjem kompozitnog uzorka agregata, na količinu potrebnu za izvođenje laboratorijskog ispitivanja



Postupak četvrtanja:

- Sve pojedinačne uzorke dobro izmiješamo tako da dobijemo posve jednoličan ukupan uzorak
- Iz njega četvrtanjem izdvajamo uzorak za ispitivanje
- Kup glavnog uzorka spljoštimo i podijelimo na četiri dijela, dvije nasuprotne četvrtine odbacimo, a od preostale dvije napravimo novi kup
- Postupak ponavljamo dok ne dobijemo toliku količinu agregata koja je potrebna za ispitivanje



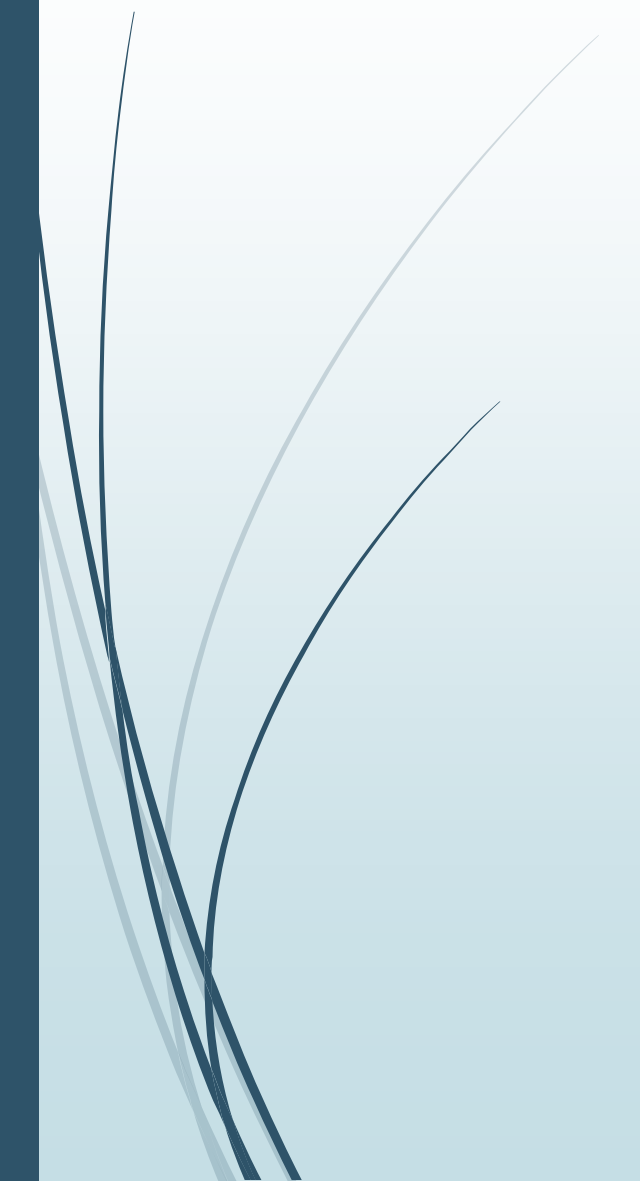
- 
- Uzorke za ispitivanje uzimaju:
 - proizvođač agregata
 - ovlaštena pravna osoba
 - O uzorkovanju se sastavlja zapisnik u tri primjerka koji mora biti potpisan
 - od strane stručne osobe laboratorija
 - predstavnika proizvođača materijala odnosno izvođača radova
 - po potrebi i od strane predstavnika nadzorne službe odnosno investitora

1) ISPITIVANJE GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA AGREGATA

- Ispitujemo prosijavanjem uzorka agregata kroz seriju standardnih sita otvora 0,063; 0,125; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0; i 31,5 mm
- Granulometrijski sastav ispituje se na četiri frakcije 0/4; 4/8; 8/16; 16/31,5 posebno za svaki uzorak dobiven četvrtanjem
- Uzorak treba biti osušen na temperaturi 110°C do stalne mase
- Sita se poredaju po veličini, gore s najvećim, a dolje s najmanjim otvorima
- Prosijavanje na svakom situ traje najmanje 120 sekundi
- Po završetku sijanja izvažu se ostaci na sitima
- Gubitak materijala ne smije biti veći od 1%
- Mase agregata na svakom situ izražavamo u postotku u odnosu na ukupnu količinu agregata



2) ODREĐIVANJE SITNIH I MULJEVITIH ČESTICA

- ▀ Metodom mokrog sijanja
 - ▀ Metodom taloženja
- 

a) Metoda mokrog sijanja

- Provodi se na pijesku 0/4 mm i sastavljenom krupnom agregatu 4/31,5 mm.
- Ispitivanjem se određuje postotak prašinih i glinovitih čestica u agregatu mokrim sijanjem kroz sito 0,063 mm
- Osušeni uzorak se izvaže i stavi u posudu, a zatim prelije vodom
- Agregat se promiješa tako da vrlo sitne čestice dođu u stanje suspenzije
- Suspenzija se odlijeva preko sita 0,063 mm koje se nalazi pod zaštitom sita od 1 mm
- Postupak se ponavlja sve dok voda ne postane bistra
- Sav materijal koji se zadržao na sitima osuši se zajedno s opranim agregatom na temperaturi 100-110 °C i izvaže
- Postotak čestica koje prolaze kroz sito 0,063 mm izračuna se

$$p = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 (\%)$$

m_1 - masa suhog uzorka prije ispitivanja (g)

m_2 – masa uzorka nakon mokrog sijanja i sušenja (g)

b) Metoda taloženja

- Samo za frakciji 0/4 mm
- U staklenu menzuru od 1 l usipa se do polovice visine pijesak i zatim još toliko vode
- Dlanom se zatvori menzura i promućka
- Menzura se odloži na ravnu plohu da se taloži 1 sat
- Krupnija zrna ostaju na dnu, a muljeviti se sastojci lagano talože
- Nakon taloženja nad pijeskom se jasno raspoznaje sloj mulja
- Izmjere se slojevi istaloženog pijeska i mulja, te se na osnovu njihovih omjera izračuna približna muljevitost:

$$p = \frac{V_m}{V_p + V_m} \times 100 (\%)$$

V_p – volumen uzorka pijeska

V_m – volumen uzorka mulja

3) Ispitivanje upijanja vode

- Uzorak agregata osušimo do stalne mase i izvažemo ga (G_s)
- Uzorak potopimo u čistu vodu gdje ga držimo 24 sata
- Dobili smo potpuno zasićeni agregat
- Izvažemo ga (G_z)
- Postotak upijanja vode :

$$p = \frac{G_z - G_s}{G_s} \times 100 (\%)$$

Ovaj podatak je važan za ocjenu otpornosti agregata na smrzavanje i za određivanje vlažnosti agregata u betonu

4) ODREĐIVANJE NASIPNE GUSTOĆE

4.1. Općenito

- Nasipna gustoća je masa materijala po jedinici volumena sa šupljinama
- Količina šupljina između zrna agregata ovisi o granulometrijskom sastavu agregata i o zbijenosti
- Kod prirodno kopanog agregata, šupljine između zrnaca iznose 35-40% ukupnog volumena
- Podatak o vlažnosti agregata važan nam je prilikom određivanja količine vode za pripremu betona
- Uzorak agregata osušimo do stalne mase
- Osušenim agregatom punimo metalnu posudu valjkastog oblika čiji je volumen poznat i normom određen
- Posuda za ispitivanje agregata do 8 mm je od 1 l, a za agregat do 31,5 mm do 10 l

4) ODREĐIVANJE NASIPNE GUSTOĆE

4.2. Određivanje nasipne gustoće u rastresitom stanju

- Agregat sipamo u posudu poznatog volumena $V(m^3)$ koju se ne smije potresati
- Višak agregata iznad ruba se skine metalnim ravnom
- Izvaži se agregat u rastresitom stanju G (kg) izravno vaganjem uzorka ili vaganjem zajedno s posudom
- Nasipna gustoća agregata u rastresitom stanju.

$$\rho_{zr} = \frac{Gr}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

4) ODREĐIVANJE NASIPNE GUSTOĆE

4.3. Određivanje nasipne gustoće u zbijenom stanju

- Agregat sipamo u posudu poznatog volumena $V(\text{m}^3)$ do $1/3$ visine i nabijamo ga s 25 udaraca metalnom šipkom promjera 16 mm
- Nakon toga ponovo sipamo agregat do $2/3$ visine i nabijamo
- Na kraju punimo posudu do vrha i nabijamo
- Višak agregata iznad ruba se skine metalnim ravnalom
- Izvaži se agregat u zbijenom stanju G_z (kg)
- Nasipna gustoća agregata u zbijenom stanju:

$$\rho_{zz} = \frac{G_z}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$