GRAĐEVINSKI STROJEVI

V PREDAVANJE

POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU GRADIVA

Sveučilite u Zagrebu, Građevinski fakultet; doc. dr. sc. Mladen Vukomanović

SADRŽAJ

1. DROBILANE
2. TVORNICE BETONA
3. ASFALTNE BAZE

Što je drobilana ?

Drobilana je postrojenje za preradu miniranih ili aluvijalni kamenih materijala u sitnež traženog oblika, veličine i granulometrijskog sastava zrna.

U načelu obuhvaća trodjelni tehnološki postupak usitnjavanja i razvrstavanja kamenog materijala.

Trodjelni tehnološki postupak

- Početni (primarni) dio drobilane obuhvaća prihvat kamenog materijala, odvajanje jalovine iza njega rešetanjem i njegovo početno drobljenje.
- Srednji (sekundarni) dio obuhvaća početno sijanje te temeljno predrobljavanje ili mljevenje materijala.
- Završni (tercijarni) dio obuhvaća razvrstavanje drobljenog materijala uglavnom sijanjem.

Osnovni strojevi drobilane

- drobilice,
- mlinovi i
- sita.

Drobilice i drobilane

Drobilice daju kakvoću kamene sitneži, a također određuju radni učinak drobilišnog postrojenja.

Drobilane mogu biti:

- pokretne drobilane i
- nepokretne drobilane (velika stalna industrijska proizvodna postrojenja) .

Što su mlinovi ?

Mlinovi su drobilice razmjerno manjeg učinka koje služe za predrobljavanje ili mljevenje prethodno drobljenih, te sijanih poluproizvoda kamene sitneži ili viška prethodno drobljenih te sijanih proizvoda kamene sitneži određene mjere .

Koji su osnovni tehnološki procesi u proizvodnji kamene sitneži?

- samo sijanje uz ili bez prethodnog predrobljavanja odnosno mljevenja prosijane krupnozrnate kamene sitneži aluvijalnog porijekla,
- drobljenje s sijanjem krupno iskopanog kamenog materijala uz njegovo daljnje predrobljavanje ili mljevenje (uz napomenu da prerada miniranog kamenog materijala uz navedeno može obuhvatiti također njegovo prethodno rešetanje ukoliko je pomiješan s tehnološki nepovoljnim zemljanim i sličnim trošnim sastojcima koji čine tzv. jalovinu).

Mehaničko drobljenje u smislu tehnike i tehnologije djelovanja opreme za drobljenje na kameni materijal može biti:

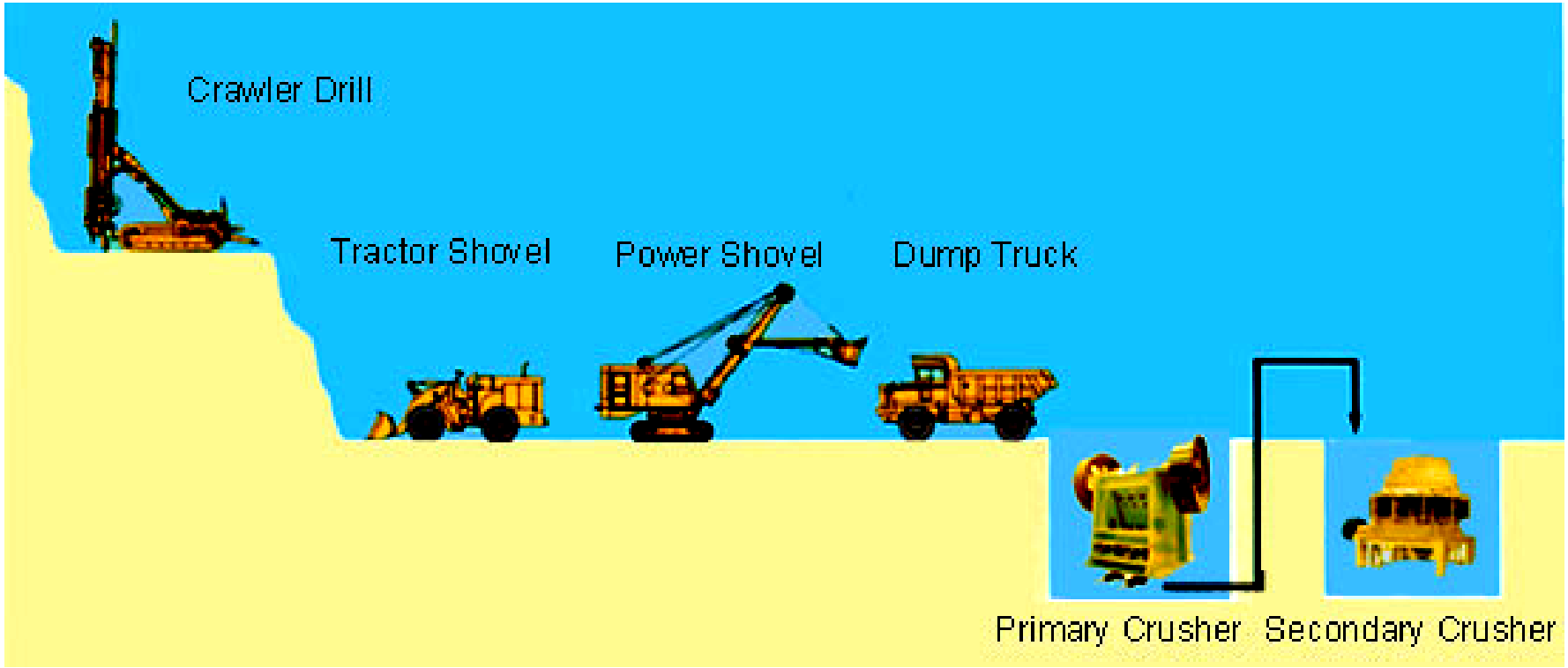
- drobljenje pritiskom što je drobljenje tzv. "statičkim putem" gdje veliku ulogu u procesu drobljenja ima trenje između kamena i strojnih dijelova koja drobe kamen,
- drobljenje udarom što je drobljenje tzv. "dinamički putem",
- drobljenje gnječenjem kao kombinacija navedenih drobljenja udarom i pritiskom ,

Drobilice za kamen

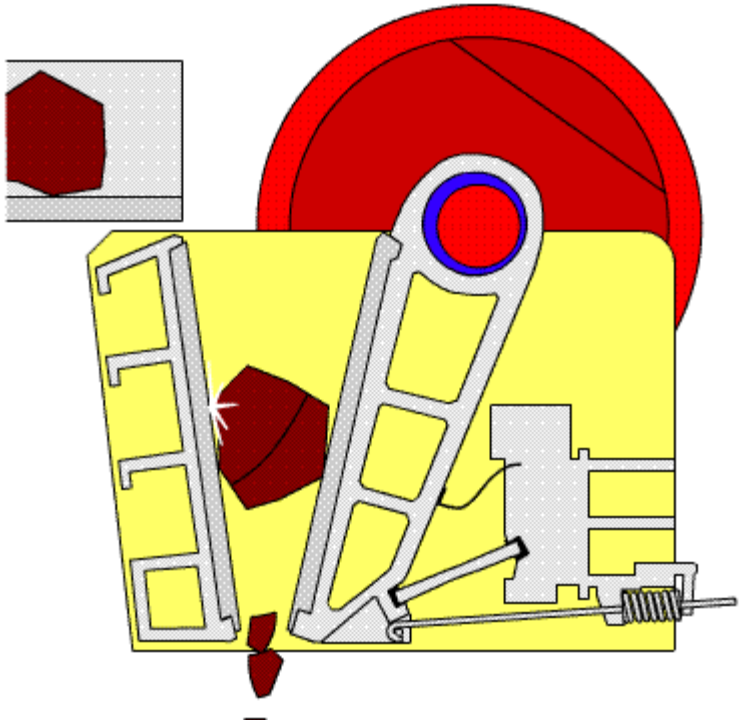
Osnovna strojno-tehnološka oprema za usitnjavanje kamena su drobilice za kamen, a razlikujemo:

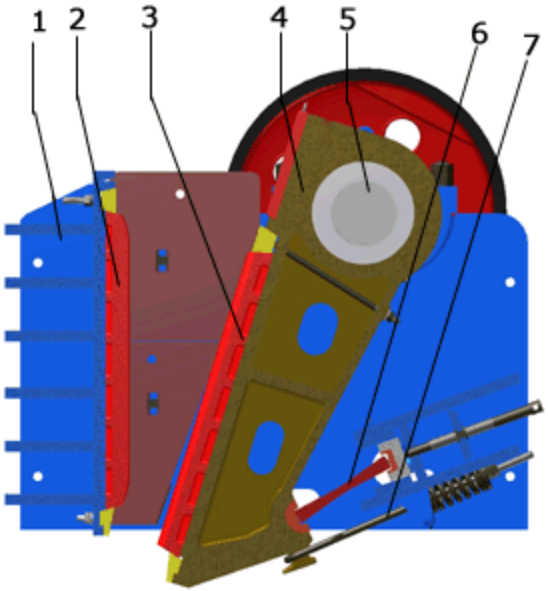
- **kružne drobilice** koje drobe pritiskom,
- **udarne drobilice** koje drobe udarom,
- **čeljusne drobilice** koje drobe gnječenjem.

U tehnološkom postupku proizvodnje kamene sitneži (slika dolje), na kraju u postrojenju drobilane, kao primarne drobilice za kamen uglavnom i najčešće koriste se čeljusne drobilice dok se kao sekundarne uglavnom koriste udarne i kružne drobilice ili mlinovi (na slici dolje vidi se čeljusna drobilica kao početna, a kružna kao završna drobilica.



Čeljusne drobilice (slika desno) najstarija je vrsta drobilica koja se još uvijek uspješno rabi za drobljenje svih vrsta kamenih materijala bez obzira na njihova ukupna fizičko-mehanička svojstva a posebice u pogledu njihove "drobivosti" (koja se može shvatiti kao neki oblik manjeg ili većeg otpora kamena prema drobljenju). Razlog tomu je njihova jednostavna radna koncepcija i sukladno tomu pripadna strojna konstrukcija te razmjerno niski pogonskih i proizvodni troškovi .





1.Frame
2.Fixed Jaw
3.Moving Jaw Plate
4.Move Jaw
5.Eccentric Shaft
6.Toggle Plate
7.Adjusting Toggle seat

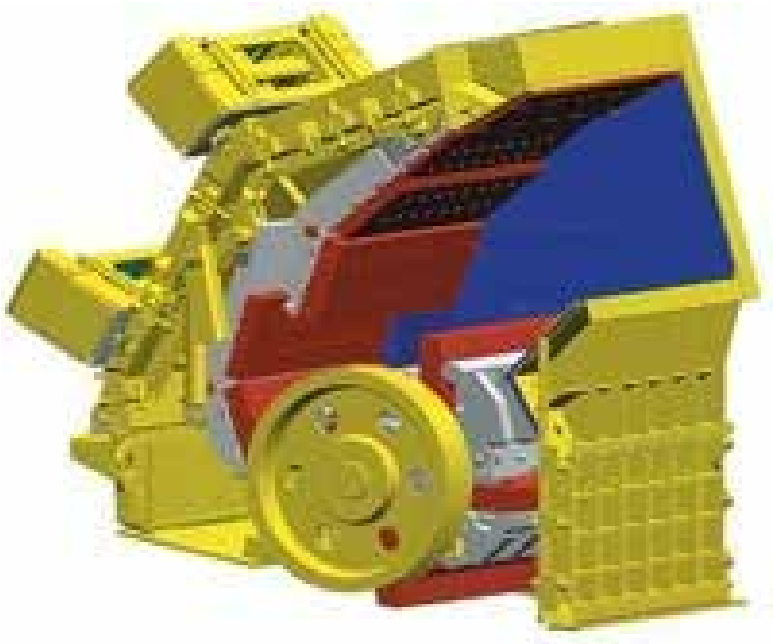
LIMING

www.stonecrusher.org

Čeljusne drobilice u načelu ne daju kvalitetnu drobljenu kamenu sitnež ni po obliku zrna ni po granulometrijskom sastavu, a što je razlog da se u drobilanama koriste najčešće kao primarne drobilice.

Oblik drobljenog kamena je uglavnom kockast ("kubičast") i jednolikog je granulometrijskog sastava po određenom promjeru drobljenog zrna.

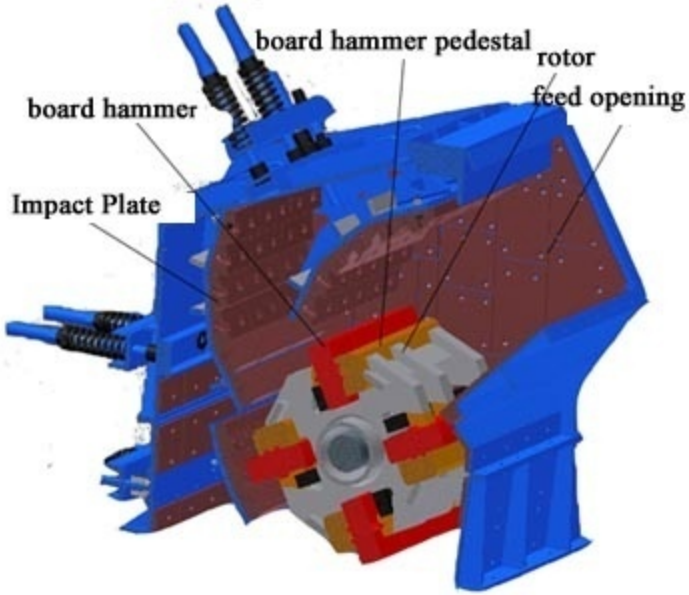
Udarne drobilice za kamen



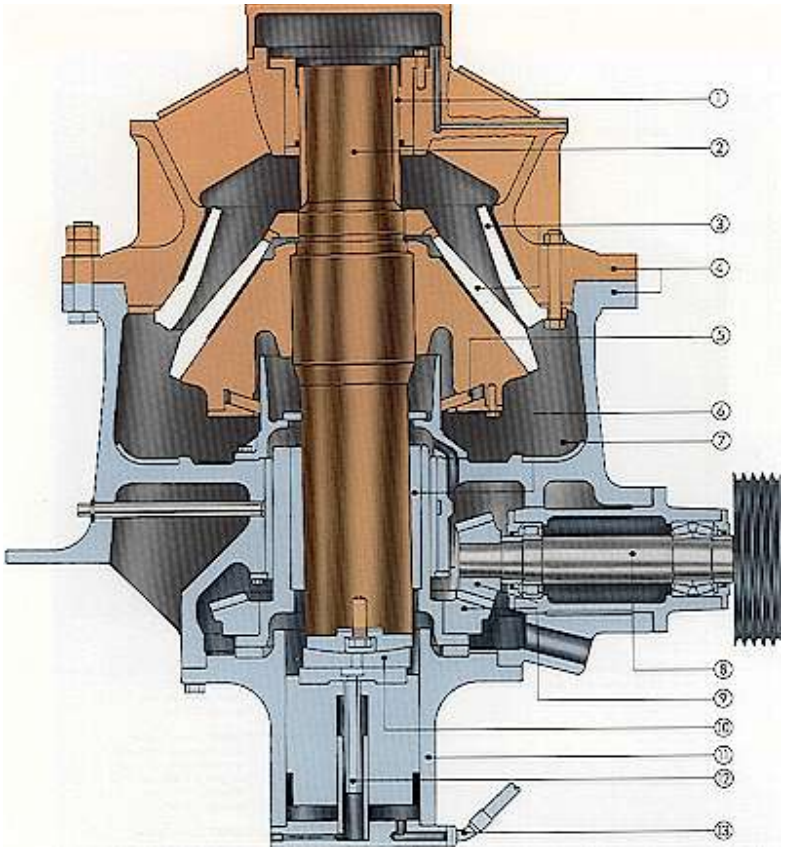
Udarne drobilice "proizvode" vrlo kvalitetan drobljenac i po obliku i po granulometrijskom sastavu kamene sitneži. Imaju razmjeno veći utrošak energije i habajućih dijelova.

Primjenjuju se uglavnom za sekundarno drobljenje ili predrobljavanje.

Razmjerno su neekonomične pri drobljenju jako tvrdih, čvrstih te posebice abrazivnih kamenih materijala eruptivnog ili metamorfnog porijekla te dolomitiziranih sedimentnih stijena .


board hammer pedestal
rotor
feed opening
board hammer
Impact Plate

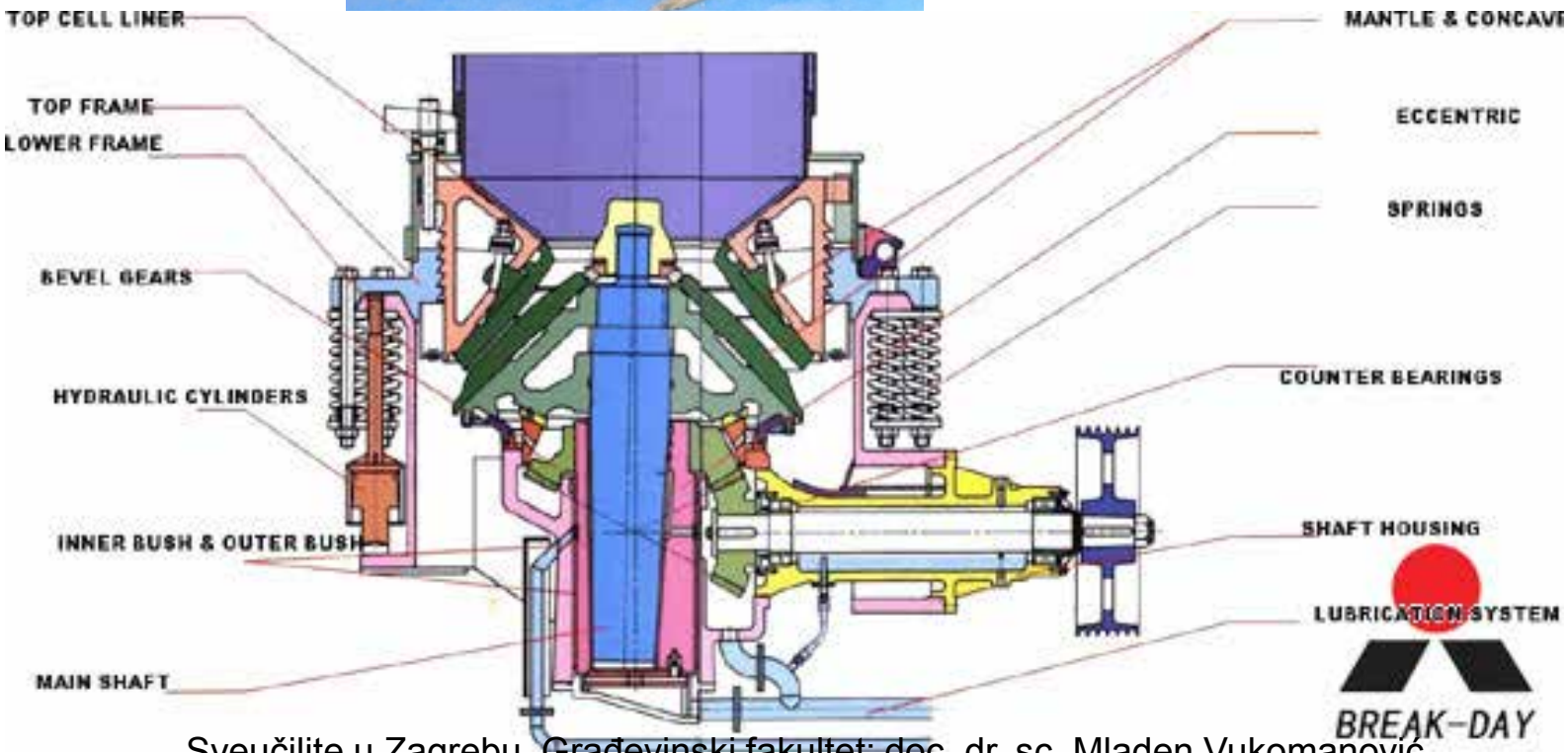
Kružne drobilice za kamen



Kružne drobilice drobe pritiskom pri čemu trenje igra odlučujuću ulogu. Stoga se uglavnom primjenjuju za drobljenje čvrstih, tvrdih i jako abrazivnih kamenih materijala posebice onih s velikim učešćem silicija u svojem sastavu.

Primjenjuju se također zbog svoje ekonomičnosti u radu, posebice iz razloga malog utroška energije i "habajućih" dijelova, kao velike primarne (početne) kružne (pred)drobilice (slika lijevo).

Titan Machinery
www.stonecrusher.org

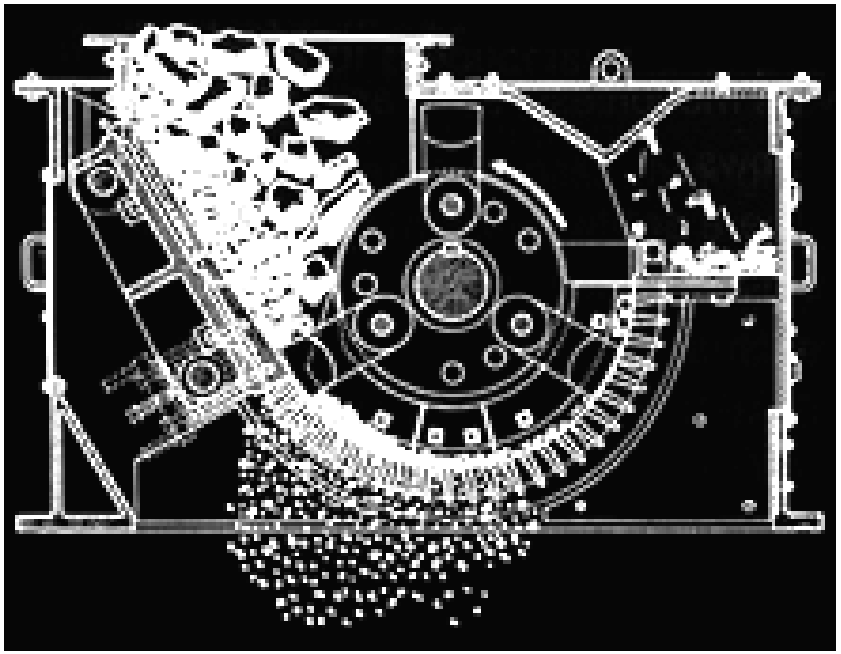

TOP CELL LINER
TOP FRAME
LOWER FRAME
BEVEL GEARS
HYDRAULIC CYLINDERS
INNER BUSH & OUTER BUSH
MAIN SHAFT
MANTLE & CONCAVE
ECCENTRIC
SPRINGS
COUNTER BEARINGS
SHAFT HOUSING
LUBRICATION SYSTEM
BREAK-DAY

U načelu kružne drobilice daju kvalitetnu drobljenu kamenu sitnež posebice u pogledu granulometrijskog sastava pa su najčešće u primjeni kao sekundarne ili tercijarne drobilice odnosno mlinovi (slike dolje).

Mlinovi za kamen

Mlinovi

Mlinovi su tako konstruirane drobilice u kojima kamena sitnež preko određene veličine zrna ne može napustiti proces drobljenja dok se zrnje ne smanji na traženu veličinu.



Udarni mlin (slika lijevo) je ustvari po svojoj osnovnoj konstrukciji udarna drobilica s rešetkom na izlaznom dijelu koja nepromjenjivim razmakom šipki rešetke određene mjere ograničava veličinu izlaznog zrna na mjeru drobljenja koja omogućava prolaz zrnja kroz rešetku.

YIFAN
YIFAN MACHINERY
www.stonecrusher.org

YIFAN

Sijanje kamene sitneži

Što je sijanje ?

Sijanje je mehanički postupak propuštanja kamene sitneži kroz različita sita (pletiva), koja mogu biti;

- metalna,
- gumena, ili
- plastična pletiva,

određene veličine okanaca.

Kako se provodi sijanje ?

Sijanje suhog ili mokrog drobljenog odnosno prirodno usitnjenog kamenog materijala provodi se posebnim strojevima ili uređajima koja se najčešće pojednostavljeno nazivaju **sita** (slika lijevo).

Sita su sastavni dio drobilana i tzv. "separacija" (samostalna postrojenja samo za sijanje usitnjenih kamenih materijala). Posebice su organizacijski, tehnološki i logistički pogodna polupokretna vučena sita na kotačima. Na taj način se drobilana **ne "bavi" s jalovinom** što je ekonomičnije u svakom pogledu .

Primjeri

Mala čeljusna drobilica:

https://www.youtube.com/watch?v=DQqHKWhlLHk

Primarno drobljenje i predsijavanje:

https://www.youtube.com/watch?v=s3F1pEzLQDc

Tvornica pijeska:

https://www.youtube.com/watch?v=89WD9TzQPQU

2. TVORNICE BETONA

Gravitacijske miješalice za beton

Gravitacijske cikličke miješalice dijele se dalje, u smislu svoje radne koncepcije i iz toga proizašle konstrukcije na;

- gravitacijske miješalice s vodoravnim bubnjem
- gravitacijske miješalice s (pre)okretnim bubnjem

samohodne miješalice
na manjem kamionskom podvozju (slika lijevo)

Gravitacijske miješalice s vodoravnim bubnjem

- samostalne, vučene i lako prenosive manje miješalice (slika desno).

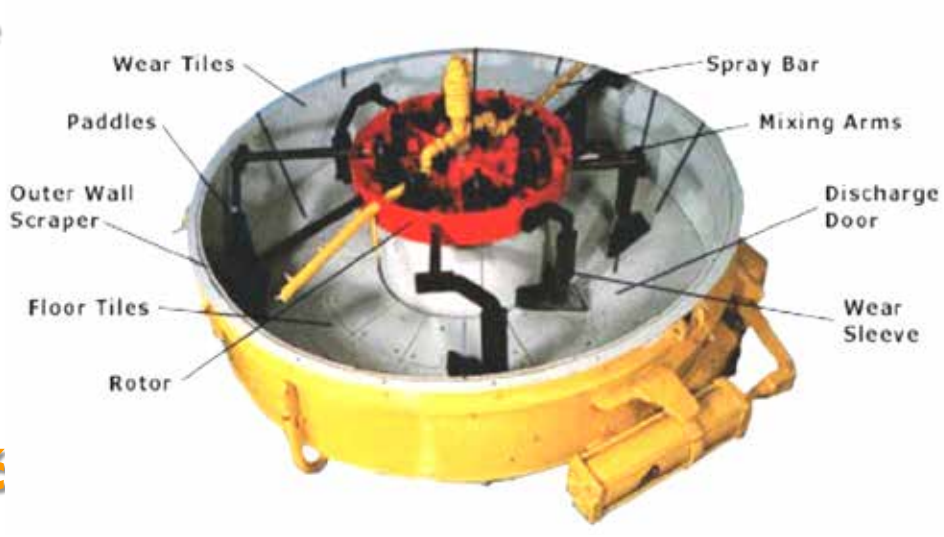
- srednje velike miješalice vučenih polupokretnih betonara za proizvodnju nekih "jednostavnijih" vrsta betona (slika desno).

Gravitacijske miješalice s (pre)okretnim bubnjem

- **lako prenosive** sasvim **male priručne miješalice** prilagođene za ručni rad (ručno punjenje).
- **vrlo velike** (najveće) **miješalice** u okviru tvornica betona veliko (nazivnog) proizvodnog učinka.

Prisilne protustrujne miješalice za beton;

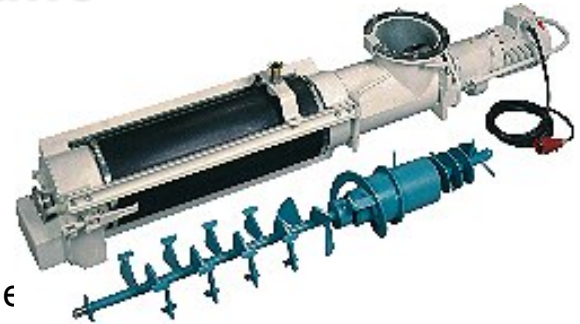
- Prisilne (protustrujne) miješalice s uspravnom osi okretanja dosada su bile najčešće korištene miješalice u tvornicama betona.
- Sastoje se od plitkog bubnja unutar (pa ih ponegdje nazivaju tanjuraste miješalice) kojeg se planetarno okreće jedan ili više sustava lopatica najčešć u suprotnom smjeru (što predstavlja navedeno protustrujno miješanje).
- Koriste se za miješanje uobičajenih betona veličine zrna do 32 mm.



Pužne miješalice za beton

Posebnu grupu miješalica čine pužne miješalice kod kojih je, njima svojstveno, kontinuirano miješanje ustvari kombinacija gravitacijskog i prisilnog načina miješanja s istovremenim guranjem svježeg betona kroz miješalicu.

Pužne miješalice koriste se uglavnom kod manjih betonara na kamionskom podvozju) za spravljanje manjih količina betona "in situ" ili uglavnom kao miješalice za kontinuirano miješanje sitnozrnih betona i žbuka,



Tvornica betona

Tvornica betona se sastoji od slijedeće opreme:

- skladišta kamene sitneži ("frakcija") koja mogu biti ili tzv. "boksovi" (kao otvoreno uskladištenje kamene sitneži) ili silosi (kao oblik otvorenog ili zatvorenog uskladištenja kamene sitneži,
- silose za uskladištenje cementa
- opremu (sredstva) unutarnjeg tehnološkog transporta
- uređaji za mjerenje (doziranje) sastavnica i
- miješalice za beton

Skladišta kamene sitneži mogu biti:

- tzv. “boksovi” (kao otvoreno uskladištenje kamene sitneži), ili
- silosi (kao oblik otvorenog ili zatvorenog uskladištenja kamene sitneži),

Oprema (sredstva) unutarnjeg tehnološkog transporta :

- za kamenu sitnež;
  - bageri sajlaši s skrejperskom košarom za povlačenje sineži unutar "boksova"
  - elevatori ili skip-uređaji između za neposredni transport kamene sitneži između "boksova" i miješalice,
  - transportne trake za transport sitneži od silosa do ostale opreme (ukoliko se radi o "silosima"),
- za cement:
  - cijevni pužni transporter (arhimedov vijak ili puž,

Veličine betonara ili tvornica u smislu radnog učinka proizvodnje svježeg betona mogu biti;

- manje betonare učinka 10 do 25 m3/h(djelomično automatizirane),
- srednje betonare ili tvornice betona 30 do 60 m3/h (automatizirane i djelomično programirane),
- velike tvornice 80 do 600 m3/h (potpuno automatizirane i programirane odnosno u nekim dijelovima čak i robotizirane).

Raščlanjena betonara

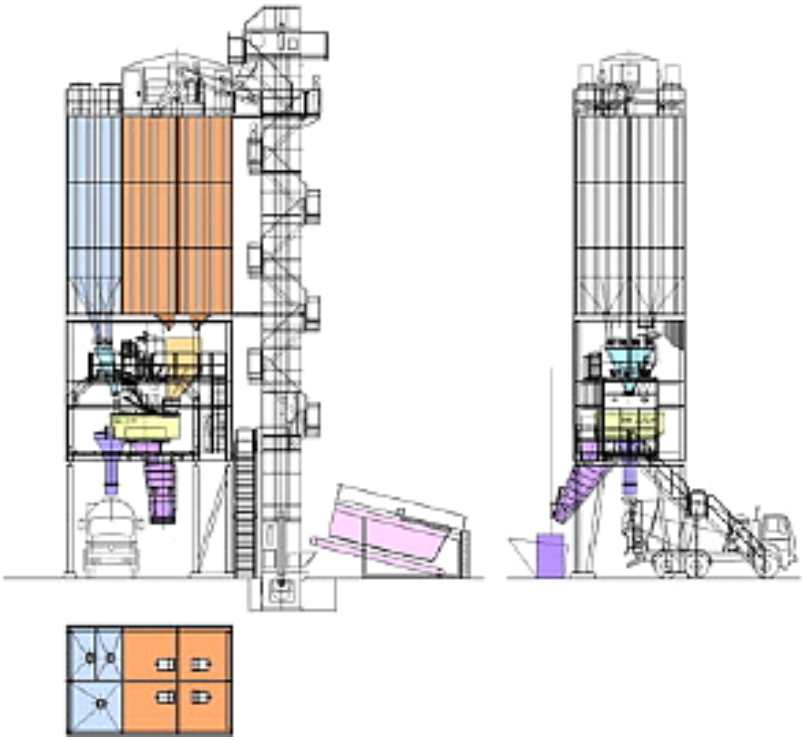
- raščlanjena betonara s tzv. "zvijezdom" ili lepezom odvojenim boksovima od drveta ili betonskih elemenata za uskladištenje kamene sitneži kod kojih je unutarnji transport (povlačenje) materijala u boksovima pomoću posebnog bagera s povlačnom (skrejperskom) košarom,

(2) Kompaktna tvornica betona

- (2) kompaktne ("zbijene") tvornice betona (slika desno), s zatvorenim dijelovima postrojenja **uključujući zatvorene cilindrične ili bunker-silose za kamenu sitnež od metala,** kod kojih prevladava koncepcija zbijenog rasporeda njezinih glavnih dijelova manje više u jednoj razini njihove postave,

(3) Toranjska betonara

- toranjske betonare ili tvornice betona (ustvari podvrsta kompaktnih betonara, slika desno) kao oblik potpuno zatvorene koncepcije odnosno jedinstvene cjeline strojno-tehnoloških dijelova a zbijenog rasporeda tih glavnih dijelova smještenih jedan iznad drugoga u više razina njihove postave.



Primjeri

Protustrujna miješalica

https://www.youtube.com/watch?v=NqJ3jNAbq_E

Mala betonara:

https://www.youtube.com/watch?v=UPQ17u09-rk

Prijenosna betonara:

https://www.youtube.com/watch?v=e0pCCCC8Jko

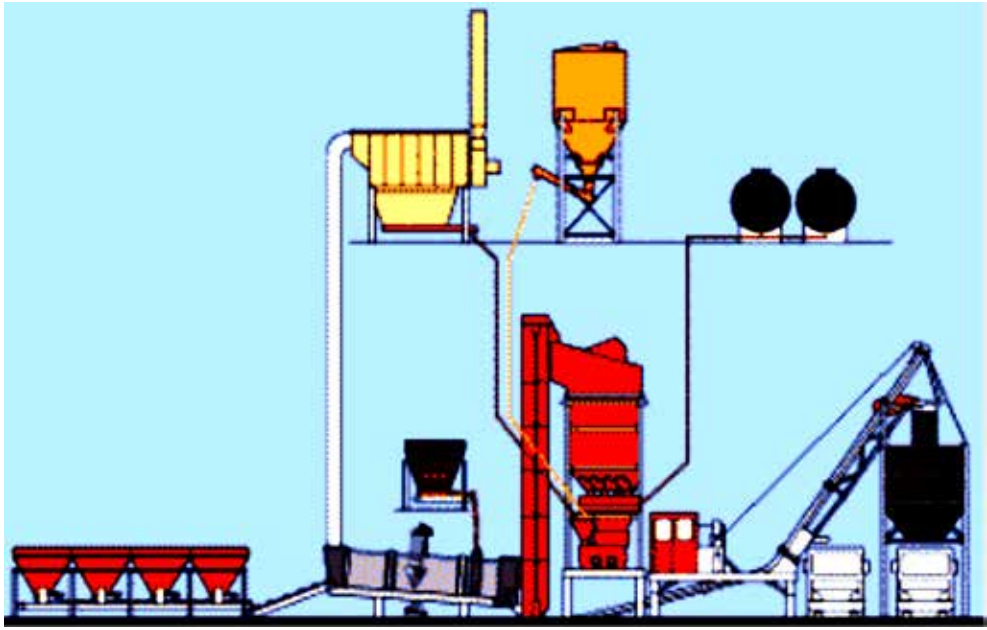
3. ASFALTNE BAZE

Asfaltne baze s dvostrukim bubnjem tipa sušilica-miješalica

Asfaltna postrojenje sa cikličkim načinom miješanja

Asfaltna baza je složeni strojni sustav čije je cilj proizvodnja vruće asfaltne mješavine zadanog sastava i izlazne temperature.

Osnovi procesi proizvodnje vruće asfaltne mješavine **su uskladištenje** sastavnica **(kamene sitneži, kamenog brašna tj. punila, i bitumena)** njihovo **doziranje** tj. mjerenje (vaganjem ili protokom), zagrijavanje i miješanje, te **privremeno uskladištenje vruće asfaltne mješavine u silosu.**



Asfaltno postrojenje sa cikličkim načinom miješanja

Uobičajene ("standardne", uvjetno rečeno, "klasične") asfaltne baze s cikličkim načinom miješanja rade tako da se njihove miješalice pune, zatim miješaju i prazne u jednolikim vremenskim razmacima određenog obujma asfaltne mase.

Dakle, sama operacija miješanja asfaltne mješavine je u ciklusima.

Ključni dijelovi asfaltnih postrojenja

Ključni dijelovi asfaltnih baza s cikličkim načinom rada su:

- **bubanj za sušenje agregata** (gdje se visoka temperatura izlaznog agregata između 150C i 170C do najviše oko 220C postiže plamenom koji nastaje izgaranjem nafte (lož ulje) uz napomenu da se danas se sve više iz ekoloških razloga koristi kao gorivo plin)
- **sita za sijanje** zagrijanog agregata, i
- **miješalica** sastavnica asfaltne mase.

Bubanj za sušenje

U bubnju za sušenje izvodi se zagrijavanje i otprašivanje zagrijanog agregata kako bi se "izvukle" sve prašinaste čestice bilo kamenog bilo glinenog sastava. Ova prašina se vodi dalje u ciklone i filtere gdje se suhim ili mokrim postupkom kamena prašina odvaja od glinene prašine.

Ovako izdvojena kamena prašina ponovo se vraća kao punilo u postupak proizvodnje asfaltne mješavine.

Asfaltno postrojenje sa cikličkim načinom miješanja

Ova vrsta asfaltnih baza još uvijek je najčešća u uporabi za potrebe spravljanja vrućih mješavina valjanih asfalta.

Uglavnom su srednjeg do velikog proizvodnog učinka;

- 35 - 50 t/sat,
- 50 - 90 t/sat,
- 90 - 160 t/sat,
- 160 - 250 t/sat,
- 250 - 310 t/sat,
- i više.

Primjeri

Animacija asfaltne baze:

https://www.youtube.com/watch?v=6vxo839kNy8

Asfaltna baza:

https://www.youtube.com/watch?v=8m2cD2i5lnw