





## SIJANJE


### Granulometrijska analiza



- **Prethodi: Drobljenje, Mljevenje!**
- **tehnološka operacija** kojom se smjesa čestica (zrnaca) različite veličine razdjeljuju na **frakcije** jednake veličine čestica pomoću prevlaka na sitima, tj. otvora određene veličine
- **Osnova sijanja: dovođenje smjese u relativno gibanje u odnosu na sito**




- **PROPAD** – dio čestica manjih dimenzija od dimenzija otvora sita koje prelaze na drugo sito ili izlaze van sita
- **PRELAZ** – čestice uglavnom većih dimenzija od dimenzija otvora site i gibaju se od usipnog prema isipnom kraju ili zaostaju na situ
- **Prevlake na sitima:** tkanina, ploče s izbušenim rupama
- **Tkanine:** žičano pletivo, svila




- **Broj otvora na sitima:** po  $1\text{ m}^2$  ili  $1\text{ cm}^2$  ili po dužini od  $1\text{ m}$  tj.  $1\text{ cm}$
- **Debljina niti prevlake!!** (radi toga se vrši standardizacija sita iz čega proizlaze serije sita)
- Svako sito u seriji ima određeni broj otvora na  $1\text{ m}^2$  ili  $1\text{ cm}^2$

➤ što daje i 
$$N = \frac{\text{Broj otvora}}{\text{Veličina otvora}_{\text{cm}}}$$




- Svaka serija ima tzv. **modul serije**, koji je bezdimenzionalan broj pomoću kojeg se određuje linearna dimenzija otvora narednog sita u seriji, iz prethodnog, a na taj način i dimenzije otvora narednog sita u seriji
- Standardizacija (normizacija) sita s tkanim prevlakama
  - **Engleska ili Tyler-ova serija**
  - **Njemačka ili serija DIN 1171**
- Tyler-ova serija ima modul  $2^{0,5}$  i  $2^{0,25}$ , tako da je osnova ove serije sito sa 200 otvora po colu (2,54 cm) s debljinom niti od 0,053 mm
- Njemačka se serija DIN 1171 normira po broju otvora na 1 cm duljine niti (vježbe!)



- Površina otvora na  $1\text{ m}^2$  sita  $A_0$  može se odrediti ako je poznat promjer niti  $d_n$  i razmak susjednih niti  $x_0$ :


$$A_0 = \frac{x_0^2}{(x_0 + d_n)^2} [m^2]$$

- Postoje i ISA serije (Internacionalni standardi) s modulom 100,1



➤ **GRANULOMETRIJSKI ANALIZA** (vježbe!)

- **Određivanje veličina čestica sipkih tvari**
- **Provodi se sijanjem smjese kroz prevlake standardiziranih sita (DIN 1171) i mjerenjem količina dobivenih frakcija na svakom situ**
- **Rezultati se prikazuju grafički:**
  - 1.graf – raspodjela veličina zrna čestica kod diferencijalne sitene analize,
  - 2.graf – raspodjela veličina zrna čestica kod integralne sitene analize
  - Kumulativne krivulje!
  - Točka obrata!
  - Gaussova krivulja!



**Učin sita**


Specifični se učin sita izražava masenim protokom:

1. smjese koje se dovodi na sito
2. propada
3. prelaza po  $1\text{ m}^2$  sita

**Uobičajeno je učin sita – maseni protok propada po  $1\text{ m}^2$  sita**

**Učin ovisi o:**

1. efektivnoj površini sita (otvori/ $\text{m}^2$ )
2. materijalu iz kojeg je sito napravljeno
3. vlažnosti tvari
4. relativnoj vlažnosti zraka
5. relativnoj krupnoći čestica



6. masenom udjelu propada u polaznoj smjesi

7. debljini sloja na situ


8. relativnoj brzini gibanja tvari

9. ovisno o vrsti i debljini niti na sitima

➤ **Samosortiranje čestica na situ nastaje uslijed sila koje nastaju pri sijanju, pri čemu se sipki materijal deformira, razrahljuje i između čestica se povećavaju prazni prostori**

➤ Sijanje na situ provodi se:

- Translatorskim gibanjem
- Kružnim gibanjem



➤ **Razdvajanje smjese može biti po:**


- **Duljini čestica**
- **Pneumosepariranju**
- **Po gustoći**
- **Po stanju površine**

**1. PO DULJINI ČESTICA** za razdvajanje se koriste trijeri na čijoj se površini nalaze udubljena u obliku polukugle

Uslijed relativnog gibanja smjese kraće čestice (zrna) upadaju u udubljena i pomoću njih se ubacuju u lijevak trijera odakle se pužnicom iznose van trijera

Dulje čestice, ne mogu upasti u udubljena, te klizu po površini trijera i izbacuju se na drugi kraj trijera izvan njega (mlinarstvo!)


**Cilindrični trijeri** - sporohodni i brzohodni, optimalno ubrzanje cilindra trijera:  $2,9 - 3,4\text{ m/s}^2$



**2. PNEUMOSEPARIRANJE** – vrši se na osnovu aerodinamičkih svojstava pojedinih komponenata smjese

➤ Aerodinamička svojstva zrna ovise o:

- **Obliku i dimenzijama čestica**
- **Težini čestice**
- **Stanju površine i položaju čestice u odnosu na os struje zraka**
- **Općenito se aerodinamička svojstva čestica izražavaju koeficijentom aerodinamičkog koeficijenta  $K_w$ , koji se određuje eksperimentalno.**



➤ **Znači da se smjesa čestica u struji zraka, a u ovisnosti o  $K_w$  može kretati i na taj način razdvajati, bilo da čestice lebde prema gore, dolje i ostaju u struji zraka**

**3. PO GUSTOĆI** – se čestice razdvajaju na principu taloženja veće gustoće, a sve se zasniva na samosortiranju

➤ **Ovakav način razdvajanja se koristi kod prerade žita za izdvajanje kamenčića ili grudvica zemlje**

#### 4. SEPARIRANJE ČESTICA PO STANJU POVRŠINE – zasniva se na različitosti hrapavosti površine čestica



- Usljed djelovanja sile trenja brzina gibanja čestica je različita
- Tako da se one zaustavljaju na različitim mjestima pri prelasku na horizontalnu ravninu - SEPARACIJA

#### PREVLAKE ZA SITA:



- Metala ili svile
  - Metalne: pocinčane, čelične, brončano-fosforne
  - Svilene su najbolje za sijanje brašna
  - Metalne za sijanje vlažnih tvari nisu pogodne jer oksidiraju pa čestice teško prolaze kroz sita
- Svaka prevlaka ima svoju OSNOVU I POTKU

Položaj OSNOVE određuje dužinu, a položaj POTKE širinu prevlake



- Svilene prevlake: švicarsko i francusko tkanje
- Kod švicarskog tkanja niti OSNOVE obuhvaćaju niti POTKE i niti se ne razilaže kod sijanja
- Kod francuskog tkanja niti su tanje i niti OSNOVE ne obuhvaćaju niti POTKE, a na točkama gdje se ukrštavaju su sljepljene
- Oznake brojeva svilene prevlake zasnovane su na broju niti u 1cm ili u 1 colu

#### TIPOVI STROJEVA ZA SIJANJE:



- Za čišćenje i sortiranje smjesa čestica koriste se uređaji različitih kinematičkih parametara i oblika.
- Mogu biti ravna ili cilindrična, sporohodna ili brzohodna
- Zatim postoje višestрана sita, ravna s pravolinijskim gibanjem i ravna sita sa kružnim gibanjem, cilindrična ili višestрана sita se okreću oko vlastite uzdužne osi
- U centrifugalnom, koje je izvedeno iz višestranog sita, nalaze udarači koji razbacuju smjesu po površini sita

- Ravna se sita gibaju naprijed, natrag (translatorsno) ili kruže (oko svog središta) u ravnini koja je paralelna s površinom sita



- Rotirajuće se sita okreću kao cjelina, opisujući krug promjera od 5-7,6 cm

#### 1. ŠESTROSTRANO SITO

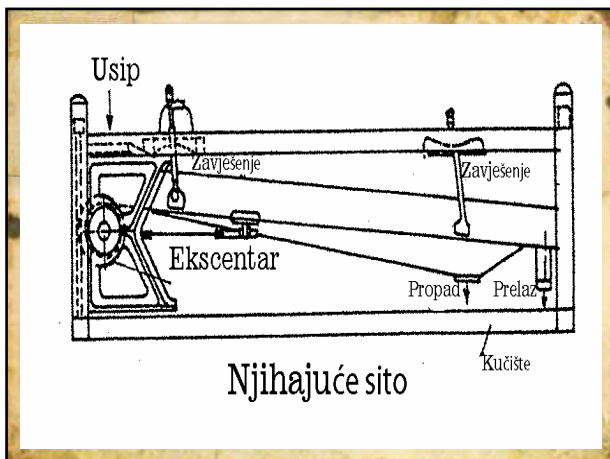


- Sastoji se od cilindra koji rotira na horizontalnom vratilu
- Cilindar je prevučen prevlakom za sita
- Tvar koja se sije dovodi se s prednje strane
- Četice propada prolaze kroz prevlaku u kućište sita, a onda se sa pužnicom iznose iz sita
- Prevlaka je od svile ili žice, mogu biti različitih dimenzija
- Sprečavanje začepjenja vrši se kod kružnog presjeka četkama, a kod šestostranog sita pomoću opuštene tkanine



## 2. NJIHAJUĆE SITO

- Ravno sito, nagnuto pod odgovarajućem kutem koje omogućuje kretanje tvari
- Njišući se naprijed-nazad, ali i gore-dolje što se omogućuje kratkim zavješanjem sita čime se povećava učin sita pri sijanju krupnijih čestica
- Začepljenje se sprečava sa kuglicama koje se nalaze ispod prevlake
- Njihanje se ostvaruje pomoću ekscentra



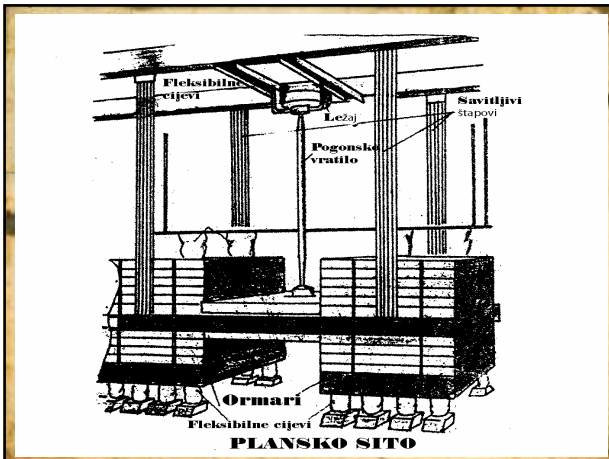
## 3. CENTRIFUGALNO SITO

- Se od šestrostranog sita razlikuje samo po tome što je u njemu ugrađen razbacivač čime se povećava učin sita
- Razbacivači u cilindru se okreću nešto brže nego cilindar, a lopatice razbacivača su okrenute u smjeru kretanja smjese
- Obodna brzina razbacivača je cca. 7m/s, a prevlake za 0,8 – 1,1 m/s manja

## 4. PLANSKO SITO

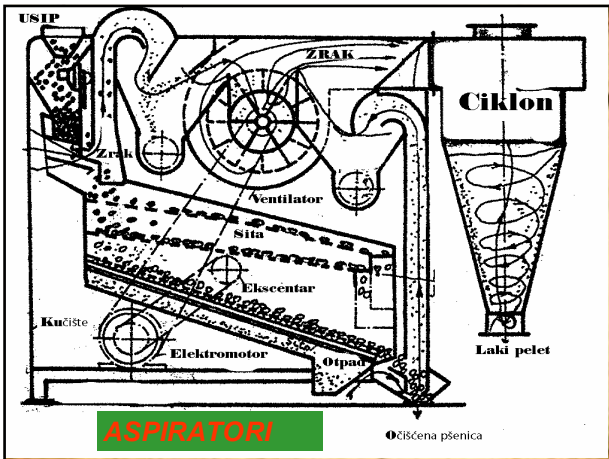
- Ima više ravnih horizontalno postavljenih sita koje se skupa kružno gibaju
- Sastoji se od 2 odvojena ormara postavljena na čeličnom okviru
- Sita su zavješena pomoću četiri snopa savitljivih štapova na strop
- Ovo sito dobiva pogon od vertikalne osovine koja je postavljena između željeznih okvira
- Gornji dio osovine rotira u samopodesivom kugličnom ležaju
- Donji kraj osovine ima koljenastu osovinu koja se također kreće u samopodesivom ležaju, kruto pričvršćenom za čelični okvir sita

- Kod koljenaste osovine je cca. 4,5 cm, tako da se plansko sito giba po kružnici promjera 9 cm
- Sita su dužine 0,9 m i širine 1,5 m, a sita su postavljena jedna iznad drugog (8-14 sita)
- Svako se sito može podijeliti u 2-3 dijela, što znači da može sijati **istovremeno** 4 – 6 smjesa
- Sita izvode kružno vrtložno gibanje
- Lopatice potiskuju smjesu prema izlazu



### 5. ASPIRATORI

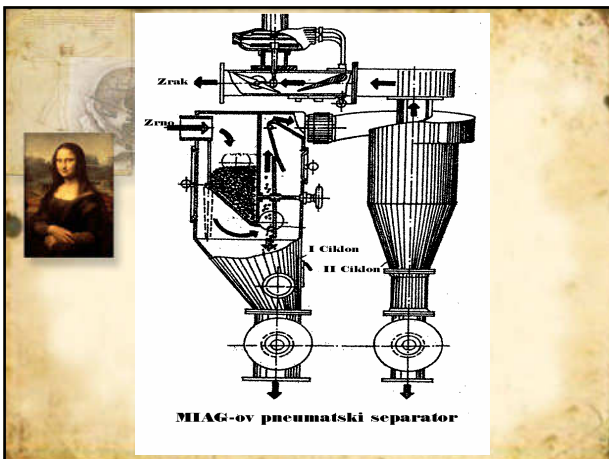
- Služe za uklanjanje primjese iz žitarica
- Sastoji se od kućišta u kojem se nalaze 3 sita i ventilator koji propuhuje žitarice i odnosi lakše primjese
- Sita izvode 6,5 – 8 njihaja/sek. pomoću ekscentra
- Sprečavanje začepjenja se vrši četkama ili gumenim kuglicama koje se slobodno kreću po sitima



### 6. STROJEVI ZA PNEUMOSEPARIRANJE

- U struji zraka se vrši razdvajanje frakcija
- Jedan dio frakcije pada prema dolje, a drugi odlazi prema gore, a radi povećanja presjeka kanala, odvaja se frakcija II, a frakcija III nastavlja se gibati sa strujom zraka


**TIP – MIAG**  
ima 2 ciklona  
u prvi se uvodi strujom zraka zrnata smjesa, od čega se dio odvaja u prvom ciklonu, a drugi dio u drugom ciklonu, a pročišćeni zrak izlazi van ciklona



### 7. TRIJERI

1. Sporohodni
2. Brzohodni i
3. Ultratrijeri

Ad1.) Cilindar promjera 0,3 – 1 m i duljine 1,5 – 3,5 m u kojem se nalaze čelije ili udubljenja  
U cilindru se nalazi strugač koji sprečava upadanje pšenice u korito  
Pužnica omogućava izdvajanje okruglih zrna izvan trijera  
Radna površina je nedovoljno iskorištena  
Cilindar je nagnut 8-10%, a obodna brzina je 0,3-0,4 m/s



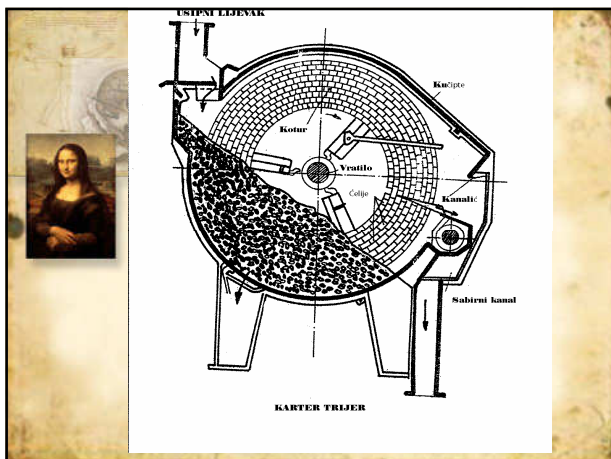
Ad2.) Ima nagib 1-2%, znatno veći broj okretaja, više podiže zrna, bolje koristi površinu i učin je veći  
 Specifični učin je 0,5 – 0,24 kg/m<sup>2</sup>s

Ad3.) Ima ugrađen razbacivač koji se okreće u suprotnom smjeru od smjera rotacije cilindra  
 Obodna brzina je 0,95 m/s, a učin 800 kg/m<sup>2</sup>s za manje, a kod većih je obodna brzina 1,45 m/s, a učin 0,5 kg/m<sup>2</sup>s



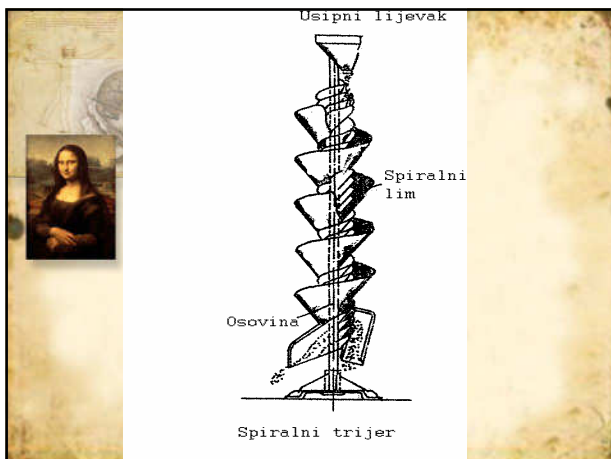
### 8. KARTER TRIJER

- Sastoji se od 12-30 kotura, a rotiraju na vratilu
- Promjeri kotura: 381, 457 i 635 mm
- Na osovini su ugrađeni razbacivači potiskujući smjesu u smjeru rotacije, pri čemu koturi izvlače zrnca preko kanalića koji su postavljeni pored kotura i odvođe ih u sabirni kanal
- Učin karter trijera je 0,2- 1,7 kg/m<sup>2</sup>s, broj okretaja od 1 – 1,3 s<sup>-1</sup>, a obodna brzina je od 1,18 – 1,47 m/s




### 9. SPIRALNI TRIJER

- Sastoji se od osovine oko koje je omotan lim u obliku spirale
- Smjesa se sipa u usipni ljevak i giba se dalje po kanalima
- Okrugla i teža zrna dobivaju veću centrifugalnu silu pa ispadaju iz plitkih žljebova, upadaju u šire zavoje i izvode se iz trijera
- Visina trijera je od 1,75 – 3 m




### 10. KOMERCIJALNA SITA

#### 10.1.a. Automatska tresilica sa sitima



**10. KOMERCIJALNA SITA**

**10.1.b. Automatska tresilica sa sitima  
("Fritsch")**



**10. KOMERCIJALNA SITA**

**10.2. Laserski  
granulometrijski  
analizator**

