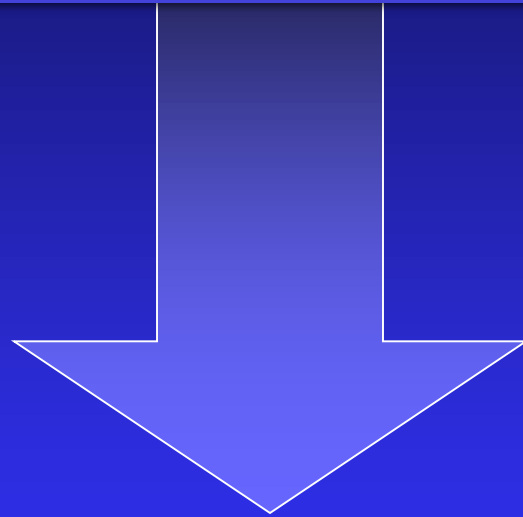


**Aprítás, törés,
őrlés, porítás**



Szitálás



APRÍTÁS

Dezintegráló művelet

Cél:

Méretcsökkentés, amely

a további feldolgozás, *gyógyszerkészítés műveletei* miatt, vagy

gyógyszerkészítmény hatásában előnyös lehet (pl. biohasznosulás)

APRÍTÁS

- Aprítás fogalma: a szilárd testek *fajlagos felületének növelése*, vagyis a **szemcsék méretének csökkenését** eredményező, rendszerint gépi erővel végzett mechanikai művelet.
- Az alapanyagok, továbbá a közti- és végtermékek feldolgozásának egyik fontos technológiai művelete, melynek során külső erőhatás segítségével a szemcsék méretcsökkenését érjük el.

APRÍTÁS

- **Előkészítő művelet** - meghatározott finomságú termék előállítása a gyógyszerforma megfelelő készítéséhez
- **Befejező művelet** – eredmény: alkalmazható gyógyszerkészítmény, pl. species (teakeverék)

APRÍTÁS

A keletkező szemcseméret alapján:

- **Törés**: durva szemcsézetű anyag előállítása
(*kb. milliméteres méret*)
- **Őrlés**: A finomabb szemcseméretet eredményező aprítás
(*néhány tizedmilliméteres nagyságrend*)
- **Mikronizálás**: speciális aprítás, igen finom szemcseméret, közel izodimenziós szemcsealak
(*kb. 1-20 μ m*)
- **Nanonizálás (top-down művelet)**

APRÍTÁS

Az aprítandó anyag lehet:

- **rideg**: erőhatásra nem képesek maradandó alakváltozást szenvedni, rugalmasságuk nagyon kicsi, ezt meghaladva kisebb darabokra hullanak szét (pl. üveg)
- **szívós**: rugalmas alakváltozásra képesek (pl. gumi)
- **képlékeny**: nem képesek rugalmas alakváltozásra, de képlékenységi fokuktól függően maradandó alakváltozást mutatnak (pl. kenőcsök)

APRÍTÁS

Előny:

- *fajlagos felület nő* → kedvező oldódási sebesség → kedvező biohasznosulás
- *jobb gördülékenység / szemcsék alakja, mérete* kedvezőbb → egyenletes adagolás / tableta, kapszula
- *közel egyenlő méretű szemcsék /*
~szemcseméret-megoszlás →
egyenletes "viselkedés", fajtázódás elkerülése

APRÍTÁS

Hátrány:

- *Energia-igényes*, pl. hőképződés kedvezőtlen folyamatokat indít (pl. oxidáció)
- *Polimorf* módosulat képződhet (eltérő fiz-kém. sajátságok)
- *Levegő adszorpció* esetleges jelensége kedvezőtlen (pl. tablettázáskor az aerofil porok)

APRÍTÁS

ENERGIA

■ **Az aprítás energiaszükséglete:**

tömegegységnyi anyagalmaz aprításához, azaz a fajlagos felületének növeléséhez (egy adott kiindulási szemcseméret finomabb szemcseméretűvé, azaz nagyobb fajlagos felületté való alakítása) szükséges munka kWh/t egységben kifejezve.

APRÍTÁS

Kick-Kirpicsev "térfogati" elmélet:

a szükséges energia arányos az aprítandó szemcse **térfogatával**.

Rittinger "felületi" elmélete:

aprításra felhasznált energia arányos az aprítás következtében keletkezett **felülettöbblettel**.

Bond „kombinált” elmélet:

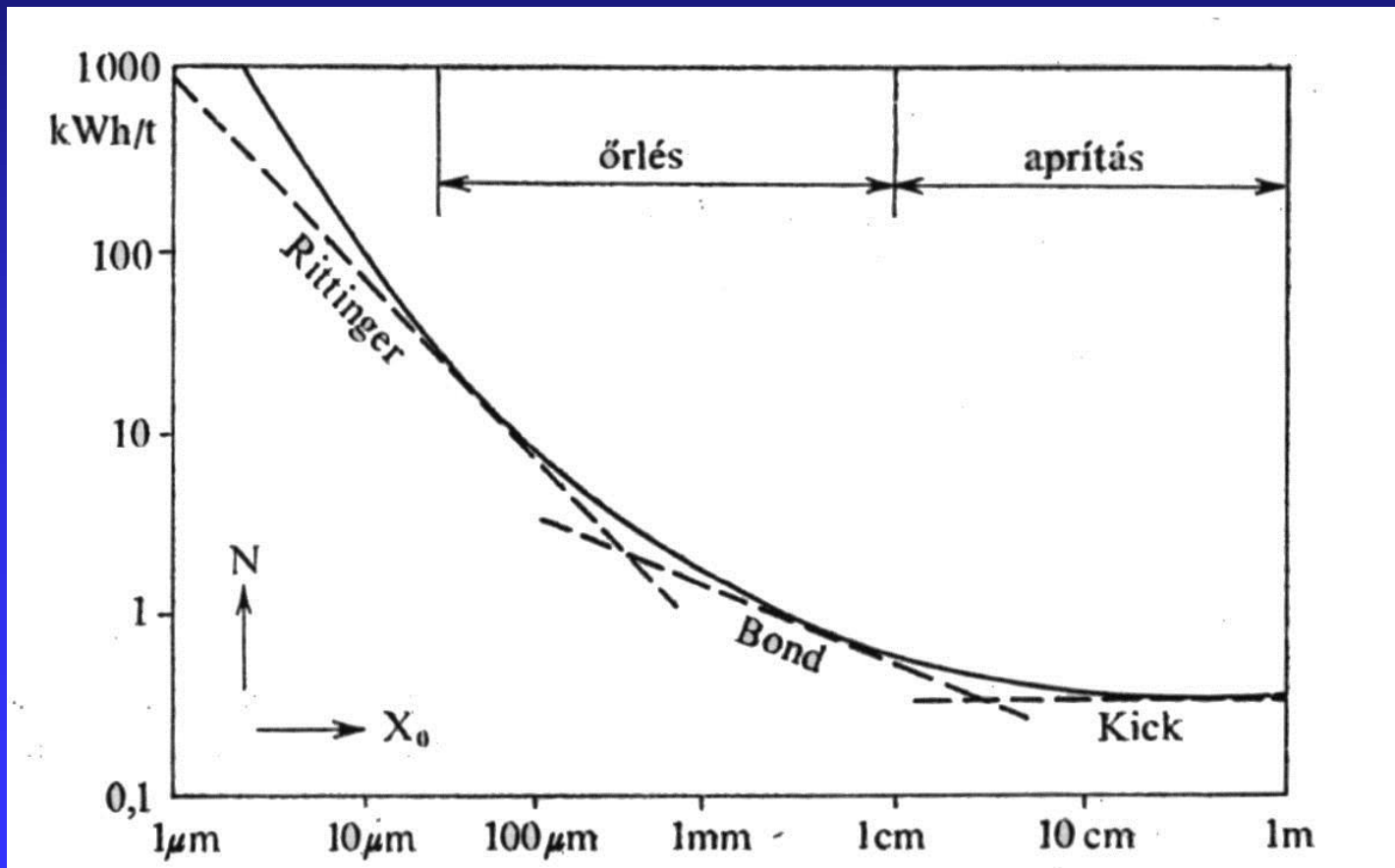
a felület és térfogat elmélet alapján kapott értékek mértani közepéből kell kiindulni.

Az aprítási energia arányos a keletkező repedések hosszával.

Adott szemcsenagysághoz tartozó teljes energia arányos a szemcsenagyság négyzetgyökével

APRÍTÁS

Az elméletek a különböző szemcsenagyságú tartományokban használhatóak



APRÍTÁS

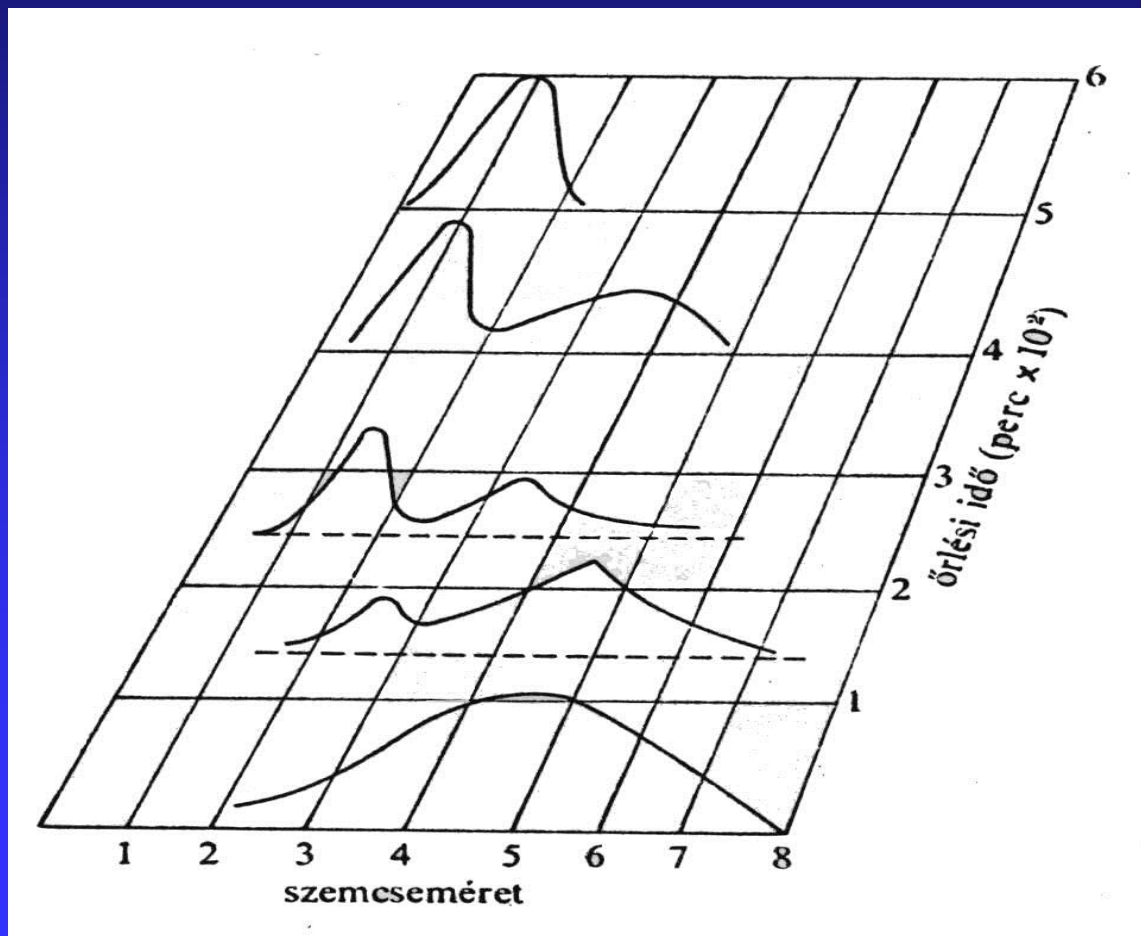
Az aprítás eredményessége (ún. mutatószáma):

- **aprítási fok (I):** az anyagalmaz szemcséinek *aprítás előtti közepes jellemző méretének és az aprítás utáni közepes jellemző méretének a hányadosa:*

$$I = \frac{\bar{d}}{d_0}$$

APRÍTÁS

- Szemcseméret megoszlás változása az őrlési idő függvényében (= őrlés kinetikája)



APRÍTÁS

- Az aprítás/őrlés *időbeli folyamat*, ezért beszélhetünk az őrlés sebességéről, mely az *időegység alatt megőrlődött anyagmennyiséget* jelenti.
- Az *őrlési sebesség* fajlagos értékét a még meg nem őrlött anyagmennyiségre (R) vonatkoztatjuk.

$$\frac{dR}{dt} = -c \cdot R$$

$$R = R_0 \cdot e^{-ct}$$

R_0 = a szitán fennmaradó anyagmennyiség a $t=0$ időpontban

t = idő

c = arányossági tényező

APRÍTÁS

Aprítási rezisztencia:

Szilárd testek *apríthatósága véges*, mivel a mechanikai erő fokozása egy értéken túl már nem növeli az aprítottság mértékét.

Ekkor az *aprító és aggregáló erők hatása kiegyenlítődik.*

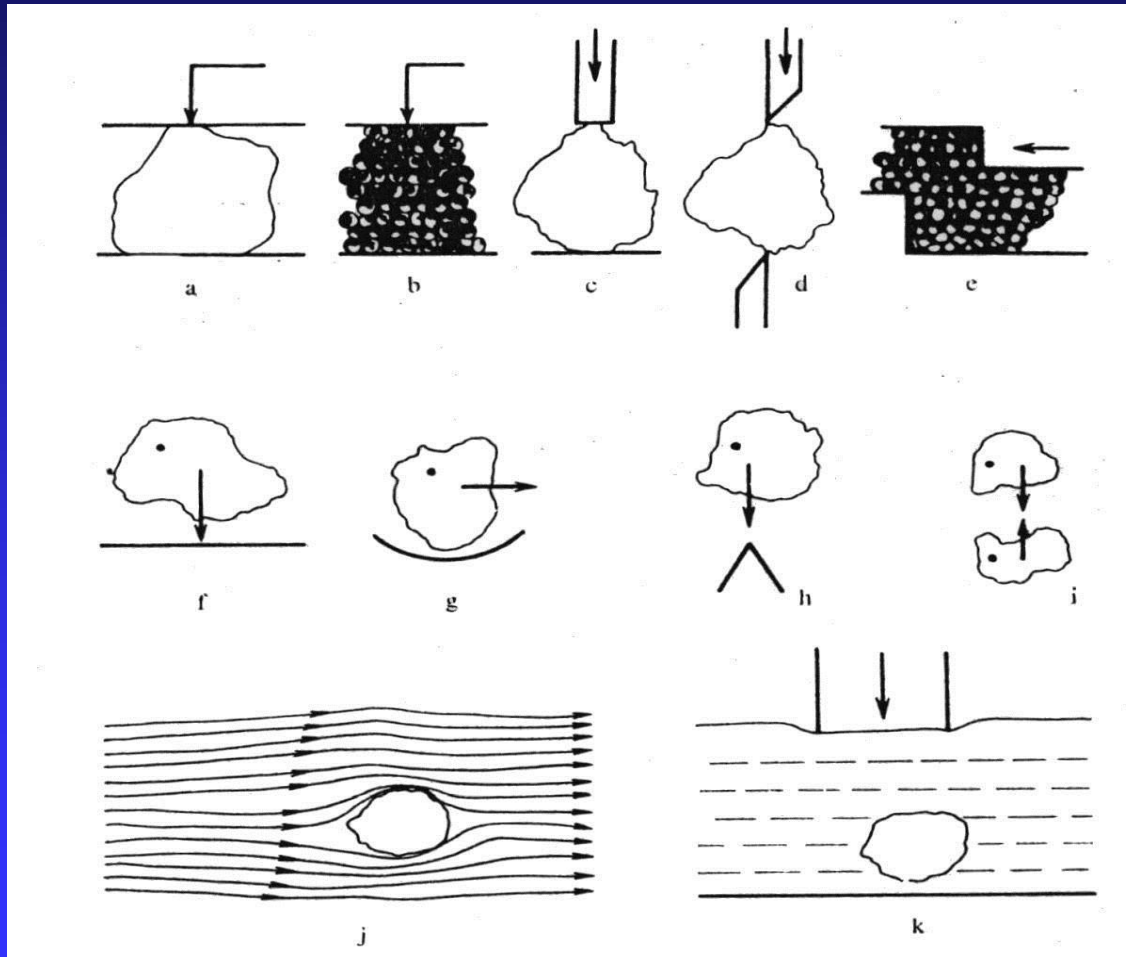
APRÍTÁS

Aprítási eljárás kiválasztásakor figyelembe kell venni:

1. Anyag mennyisége
2. Aprítás célja
3. Anyag szerkezeti tulajdonságai
4. Anyag nedvességtartalma
5. Kiindulási és elérendő szemcseméret
6. Szemcseméret eloszlás
7. Berendezés kapacitása
8. Végzendő további műveletek

APRÍTÁS

Igénybevételi mechanizmusok



a	nyomóerő
b	nyomó+súrlódási erő
c	ütőerő
d	vágási erő
e	nyíróerő
f	ütözőerő
g	ütöző erő /rovátka
h	ütöző erő /él
i	ütöző erő /szemcsék
j	nedves őrlés
k	nedves őrlés

APRÍTÁS

Aprítóberendezések "hatásmechanizmusai", erőhatások:

- *Lassúbb működésű berendezések (<100 m/s)*
 - nyomóerő (a)
 - nyomóerő + súrlódási erő (dörzsölés) (b)
 - ütőerő / álló és nyomófelület (c)
 - vágási erő / álló és mozgó kés (d)
 - nyíró erő / két szemben mozgó felület (e)
- *Gyorsabb működésű berendezések (>100 m/s)*
 - erős ütközések (f, g, h, i)
 - gép élei, rovátkái
 - szemcsék egymáshoz ütődése
- *Nedves őrlés (j, k)*

elmélete: a szemcséket a *folyadék viszkozitása kényszeríti* a berendezés részeivel való ütközésre és nyírásra.

APRÍTÁS

Aprítás, őrlés műveletének felosztása:

- **nyílt folyamat** - az anyag szemcséi egyszer haladnak át az aprítóberendezésen
 - több aprítóberendezés sorbakapcsolása lehetőes, egymást követő lépésekben aprítják a szemcséket
- **körfolyamat** - egy aprítási folyamat után anyagszemcsék osztályozása történik és a durva osztály visszajut az aprítóba, a finom osztályú szemcse a végtermék

APRÍTÁS ESZKÖZEI

- Kézi erővel (receptúra):
 - ◆ Dörzsmozsár + pisztillus
- Gépi erővel (üzem):
 - ◆ Nagyobb aprítási fok
 - ◆ Nagyobb anyagmenyiség

APRÍTÓGÉPEK

Aprítóberendezések csoportosítása:

Elnevezés a képződött szemcseméret alapján

50 -5 mm durva törők

5 -0,1 mm finom törők (őrlők)

~0,1 mm malmok

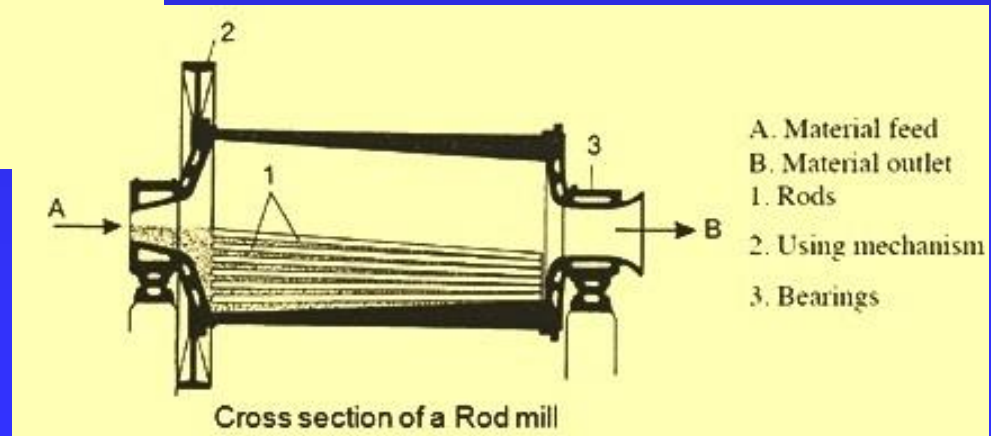
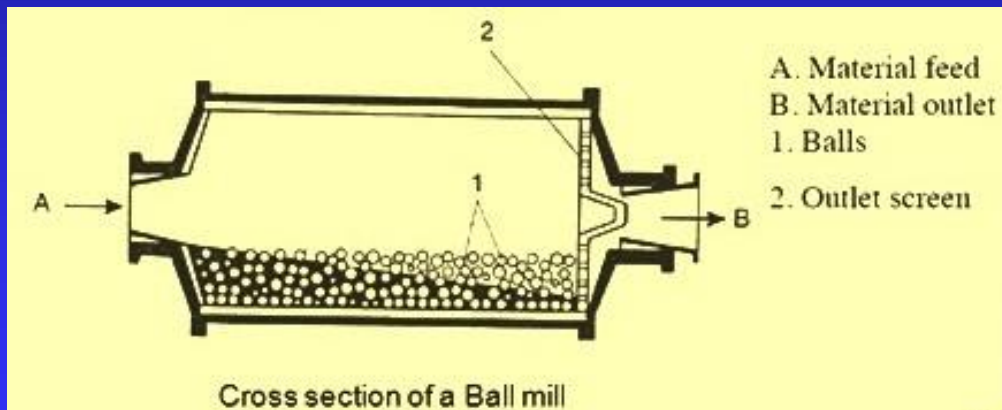
0,020 -0,001 mm kolloidmalmok

1-20 μm) mikronizátorok



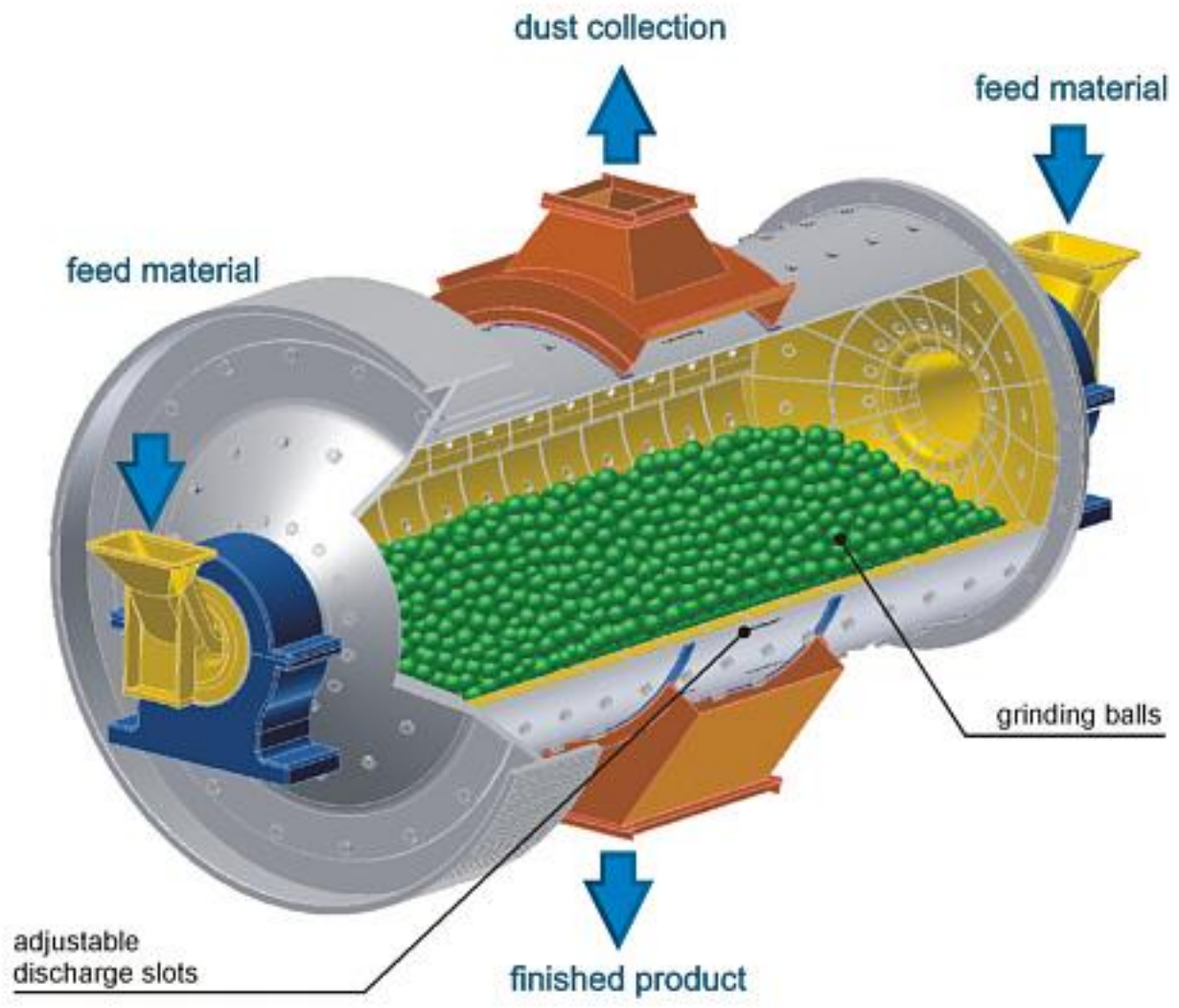
APRÍTÓGÉPEK; GOLYÓS / RÚDTÖLTÉSŰ MALMOK

- Finom őrlésre
- Vízszintes tengely körül mozgó dobmalnok
- Belsejükben szabadon mozgó golyók (anyaga: acél, kvarc, porcelán)
- Üzem mód: száraz vagy nedves

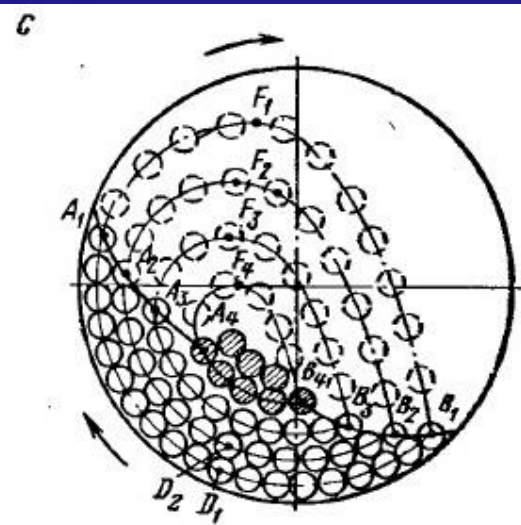
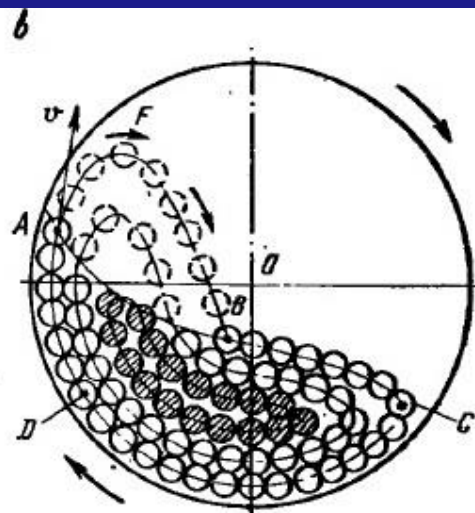
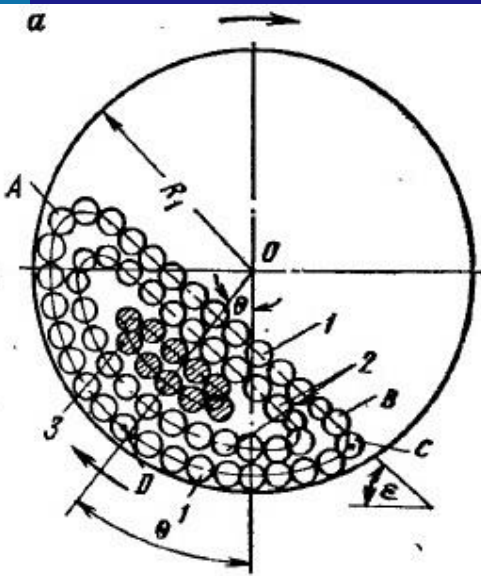


APRÍTÓGÉPEK; GOLYÓSMALMOK





APRÍTÓGÉPEK; GOLYÓSMALMOK



APRÍTÓGÉPEK; GOLYÓS / RÚDTÖLTÉSŰ MALMOK

HATÁS: koptató (koptatómalom), ütköző, nyíró, dörzsölő

- **katarakt hatás** - a röppályát leíró szemcsék becsapódása (finomabb szemcse)
- **kaszkád hatás** - csúszó, görgő őrlőtestek nyírása, dörzsölése (durvább őrlés)

Fordulatszám:

- ◆ **Kicsi**: a golyók visszacsúsznak → *dörzsölő hatás*
- ◆ **Közepes**: a golyók nagyobb magasságból visszaesnek → *ütő hatás*
- ◆ **Nagy**: a golyók a dobbal együtt mozognak → *nincs őrlés*

APRÍTÓGÉPEK; GOLYÓSMALMOK

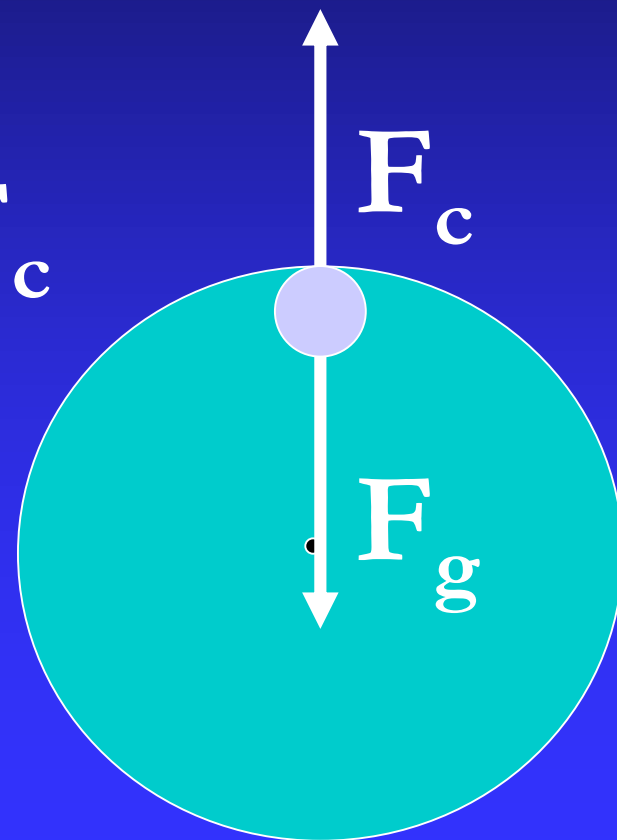
Kritikus fordulatszám: együtt forog a dobbal → nincs őrlés
ún. kritikus fordulatszám (fordulat/perc)

$$n_{kr} = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$$

$D = 2r$ = a dob átmérője (m)

n = fordulatszám (perc^{-1})

$$F_{\text{g}} = F_{\text{c}}$$

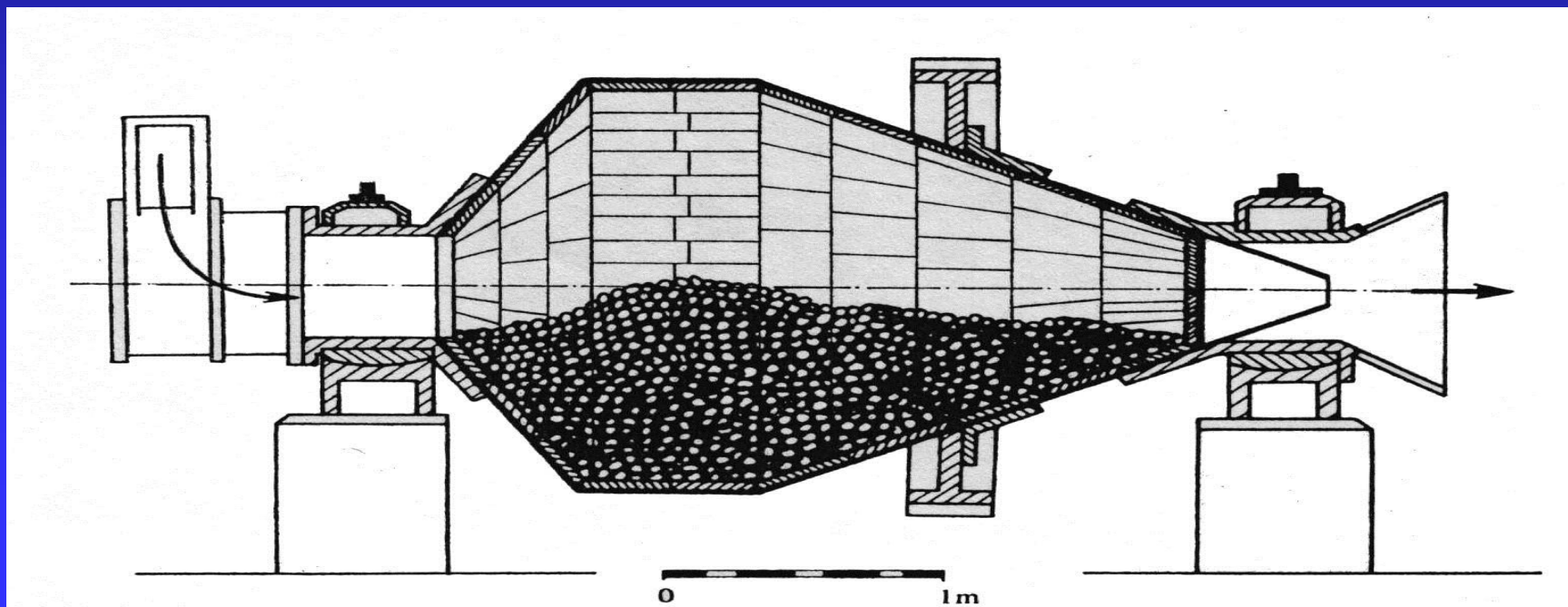


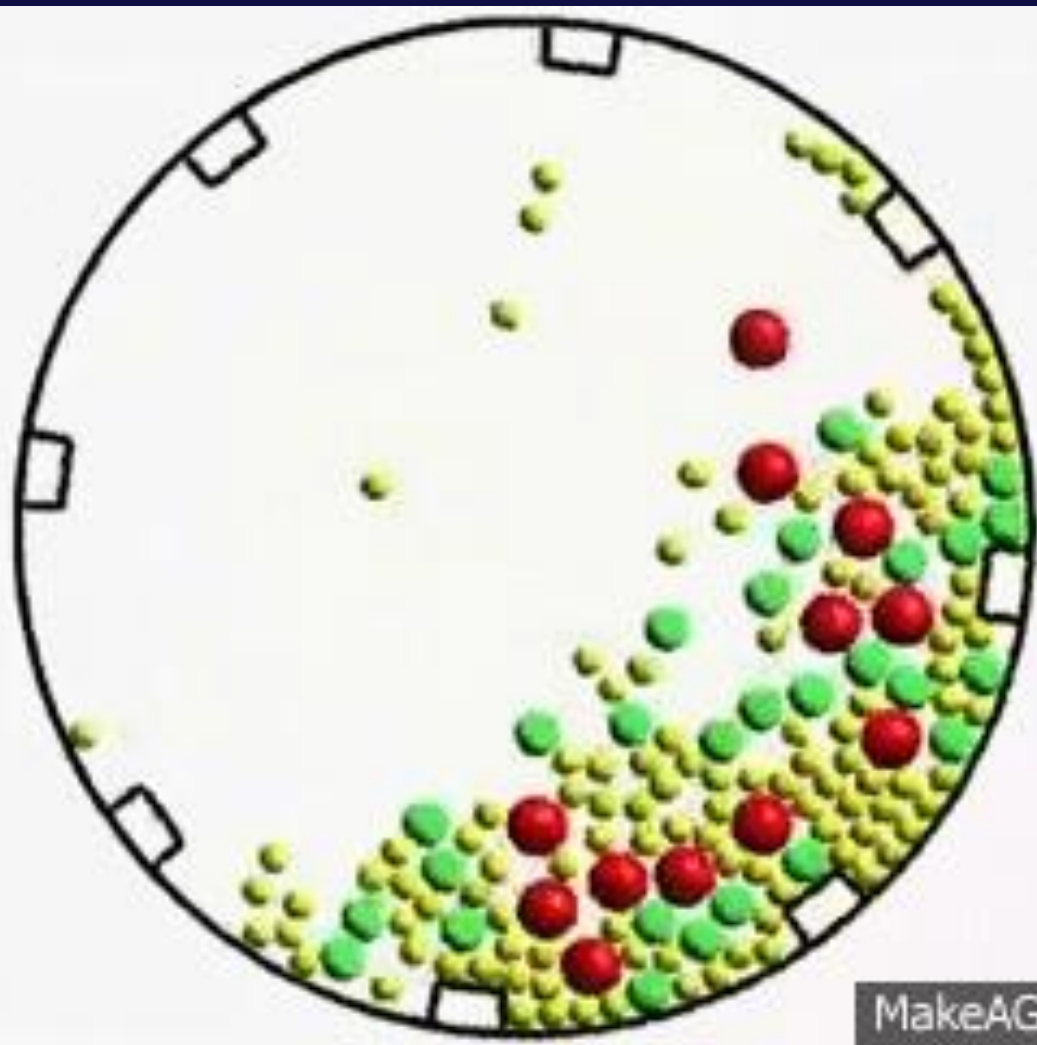
APRÍTÓGÉPEK; GOLYÓS / RÚDTÖLTÉSŰ MALMOK

A golyók leválásának feltétele: $F_g > F_c$

Üzemi fordulatszám: $23-28/\sqrt{D}$

Hátrány: jellemzően szakaszos működés, energia-kihasználás rossz







APRÍTÓGÉPEK; RÚDTÖLTÉSŰ MALMOK



APRÍTÓGÉPEK; KALAPÁCSOS MALOM

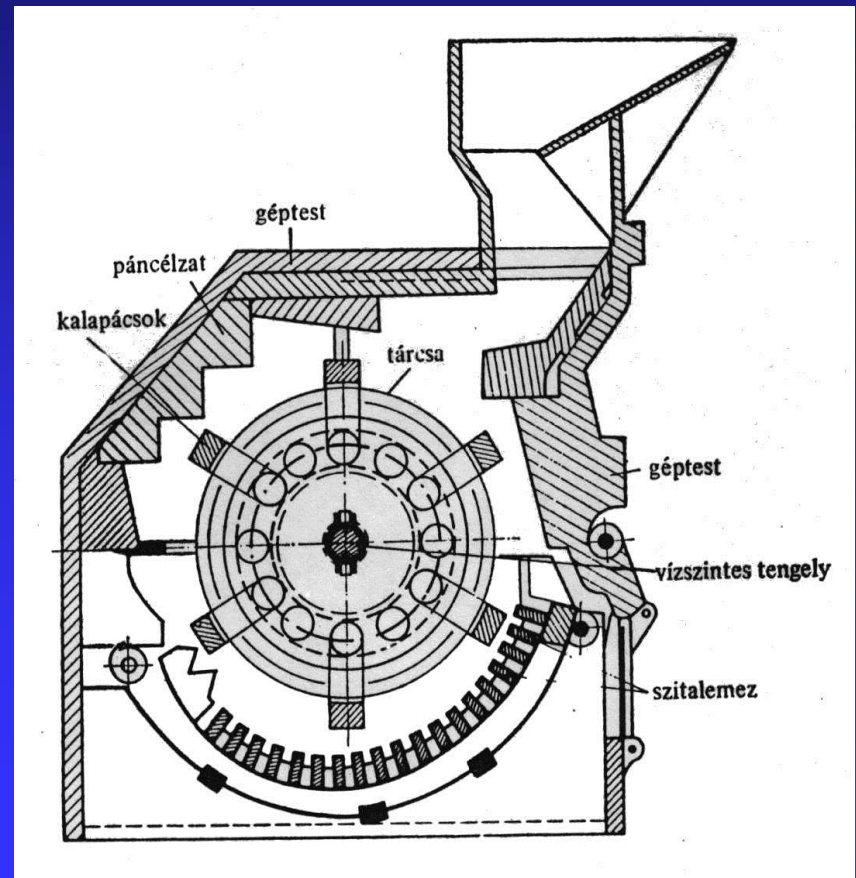
Közepes és finom aprítás

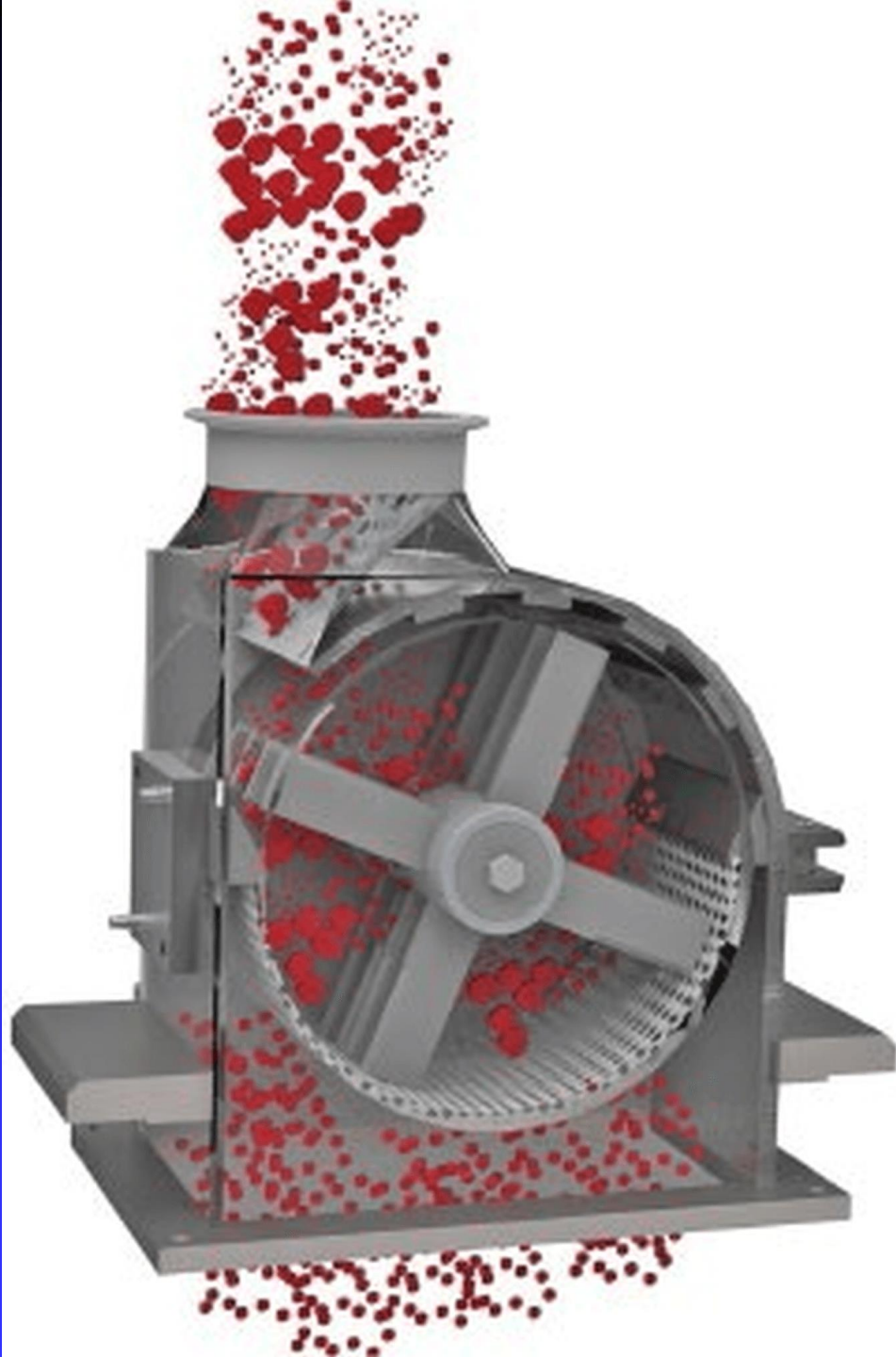
Fő részei:

- Forgótárca, rajta kalapácsok
- Bordázott belső fal
- Szitalemez (alul)

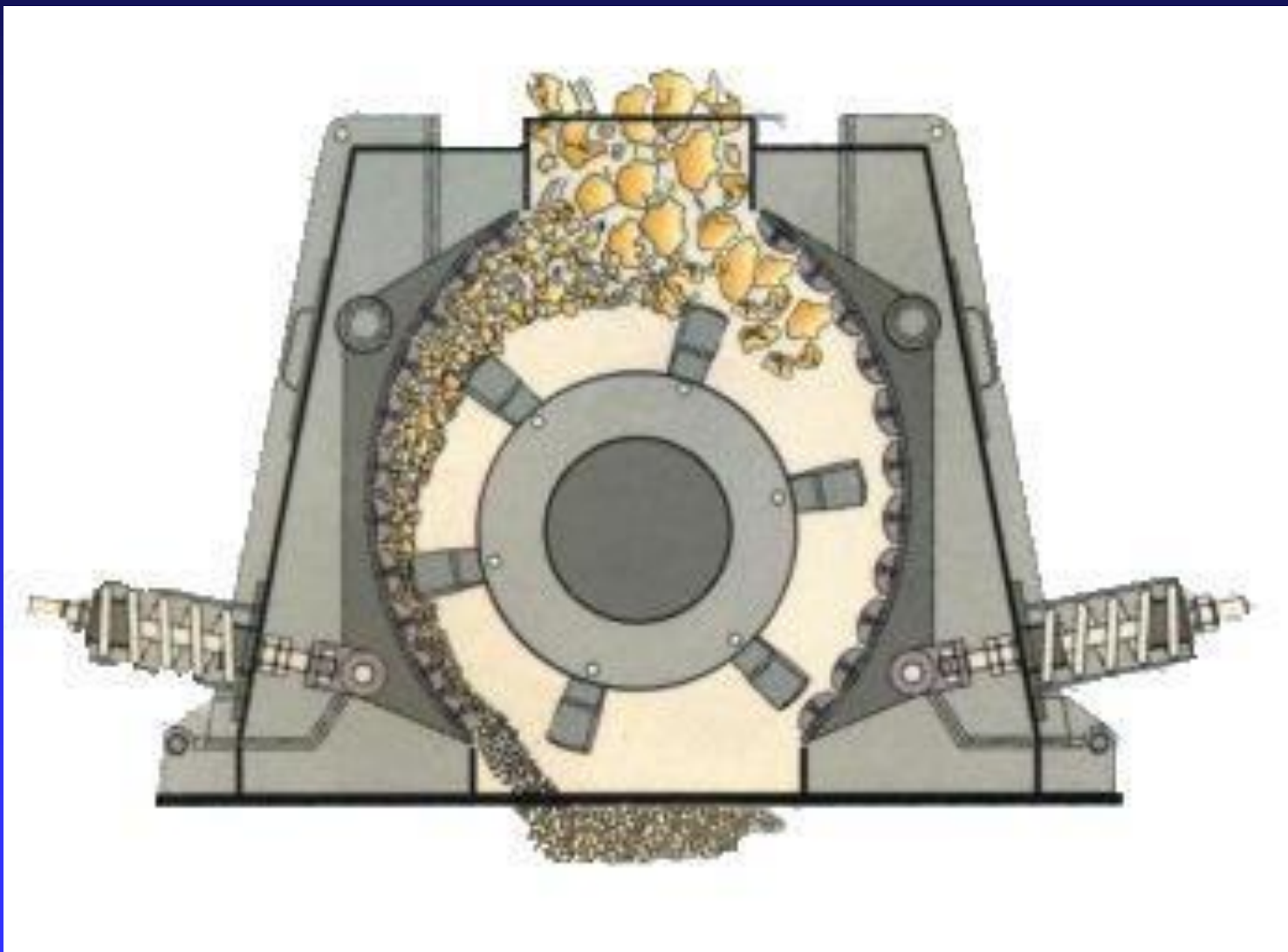
Nagy fordulatszám

Folyamatos üzem





APRÍTÓGÉPEK; KALAPÁCSOS MALOM



APRÍTÓGÉPEK SUGÁRMALOM

SUGÁRMALOM:

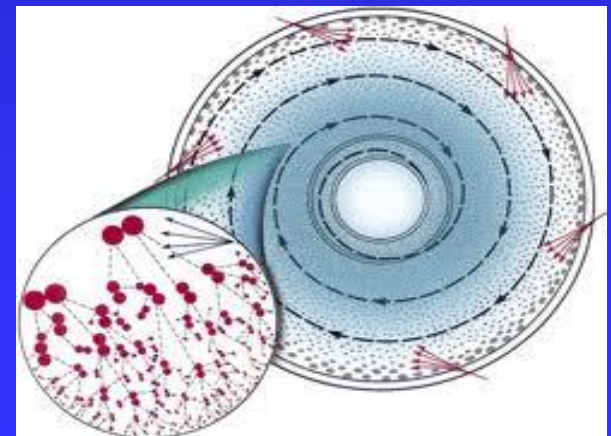
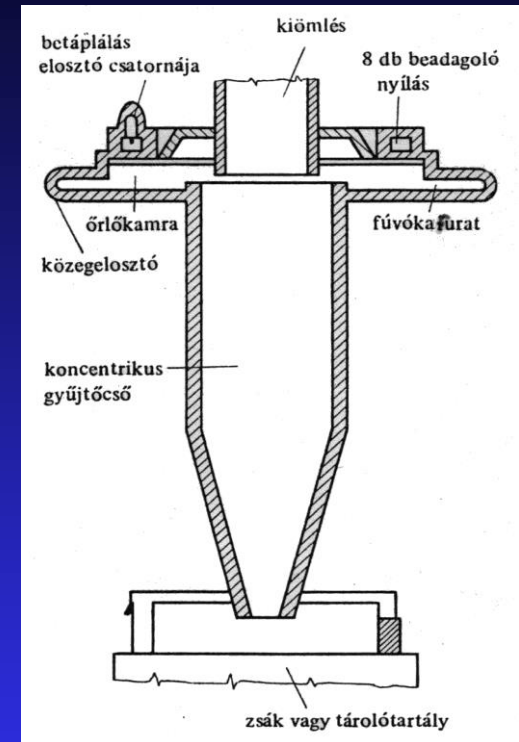
- Nagy sebességű (300-500 m/s) levegő vagy túlhevített gőzsugár
- Nagy nyomású gáz-/gőzsugarak ($5 \cdot 10^5$ - $25 \cdot 10^5$ Pa)
- Szemcsék egymáshoz való ütköztetése, dörzsölése – helyes sugáriránynál
- Elérhető szemcseméret néhány (5-50) μm

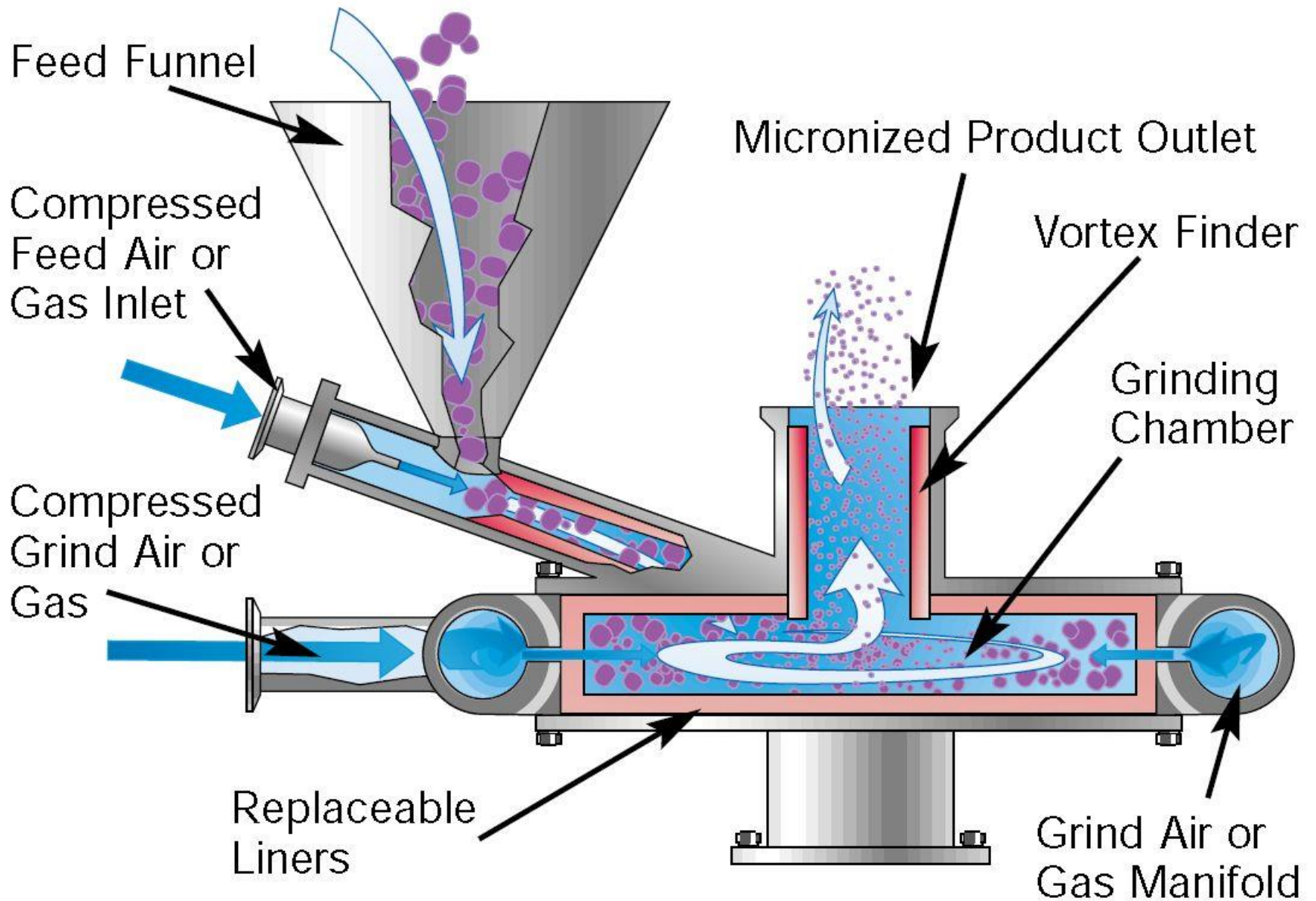
APRÍTÓGÉPEK - SUGÁRMALOM

Légsugármalom/Jet Mill

Mikronizálás:

- A durva port nagynyomású száraz levegővel /gázzal nagy sebességű körmozgásra kényszerítik.
- A szemcsék az acélfalhoz és egymáshoz való ütdésük folytán kopnak, a koptatással csökken a méretük.
- A kisebb méretű szemcsék a dob belseje, közepe felé jutnak, a finom por a közepén elhelyezett gyűjtőedénybe jut.





Aprítás, törés, őrlés, porítás

Szitalás

SZITÁLÁS

Definíció:

Szilárd halmazállapotú, polidiszperz eloszlású szemcserendszerek méret szerinti szétválasztása.

Gyógyszertechnológiai szempontból a szemcseméret meghatározza a szemcserendszerek:

- Térkitöltését
- Gördülékenységét
- Préselhetőségét
- Bevonatok egyenletességét

SZITÁLÁS

Célja:

1. Analitika

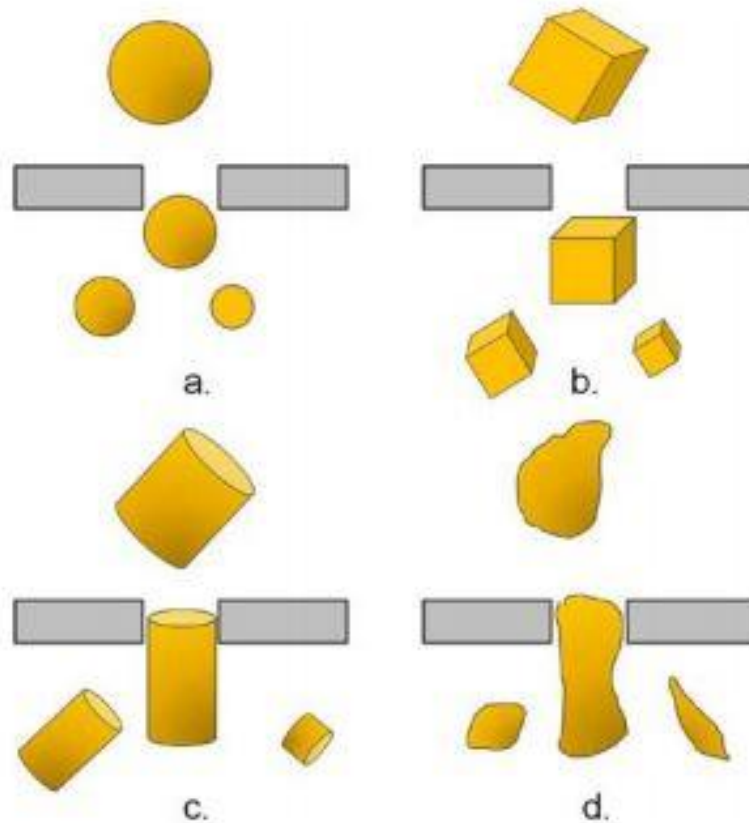
- Gyártásközi ellenőrzés
- Szemcsehalmaz minősítése (végtermék)

2. Gyártásközi frakcionálás

Két anyaghalmoz keletkezik:

1. Szitanyíláson áthullott (D) frakció
2. Szitán át nem jutott (R) frakció (szitamaradvány)

SZITÁLÁS



a. gömb, **b.** kocka, **c.** henger, **d.** szabálytalan alakú szemcsék

SZITÁLÁS

Szitálás hatásfoka:

$$SZ_n = \frac{D_{<d}}{D_{d\ddot{o}}}$$

$D_{<d}$: áthullott szemcsefrakció

$D_{d\ddot{o}}$: az adott d szemcseméretnél kisebb összes szemcsefrakció

SZITÁLÁS

Szitálás hatékonysága függ:

1. Szitanyílás alakjától, méretétől
2. Szemcsék alakjától, nedvességtartalmától, tapadóképességétől
3. Szitán lévő anyagréteg vastagságától
4. Szitálandó anyag mozgásának jellegétől, sebességétől
5. Szitálási időtől

SZITÁLÁS

Ph.HG.VIII:

- A sziták megfelelő anyagok **négyzethálós** szitaszöveveiből készülnek.
- Nem analitikai műveletekhez **kör alakú nyílással** is rendelkező szita is használható. Ezek nyílásainak belső átmérője az azonos szitaszámú négyzethálós szita nyílásméretének 1,25-szorososa.
- A szitálandó anyag és a szita anyaga nem léphet egymással kölcsönhatásba.
- Az aprítás mértékét az egyes cikkelyek írják elő oly módon, hogy az anyag neve után zárójelben közlik a **szitaszámot**, azaz a **fonalköz mikrométerben** megadott értékét.

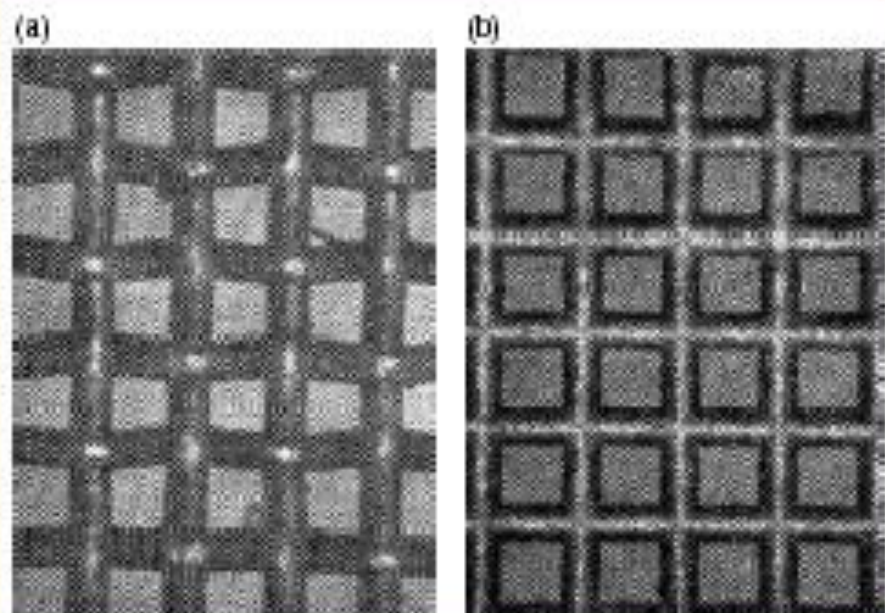
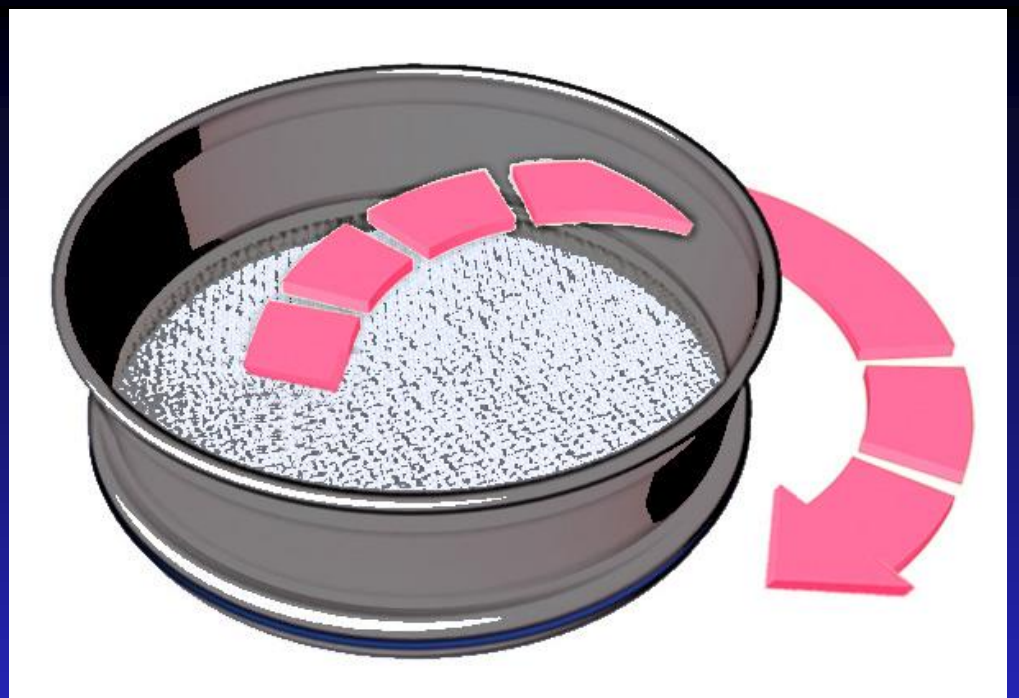


Figure 1: Photomicrographs of (a) woven-wire screen and (b) micromesh screen.

SZITÁLÁS

A Ph.Hg.VII. és Ph. Hg. VIII. szitaméreteinek összehasonlítása:

	Ph.Hg.VII.	Ph. Hg. VIII.
szitajelzés	fonalközi távolság mm-ben / μ m-ben	szitaszám (a fonalköz névleges mértéke) μ m /a két közeli érték/
I.	6,3 / 6300	8000 / 5600
II.	4,0 / 4000	4000
III.	2,0 / 2000	2000
IV.	1,2 / 1200	1400 / 1000
V.	0,80 / 800	1000 / 710
VI.	0,320 / 320	355 / 250
VII.	0,160 / 160	180 / 125
VIII.	0,063 / 63	63

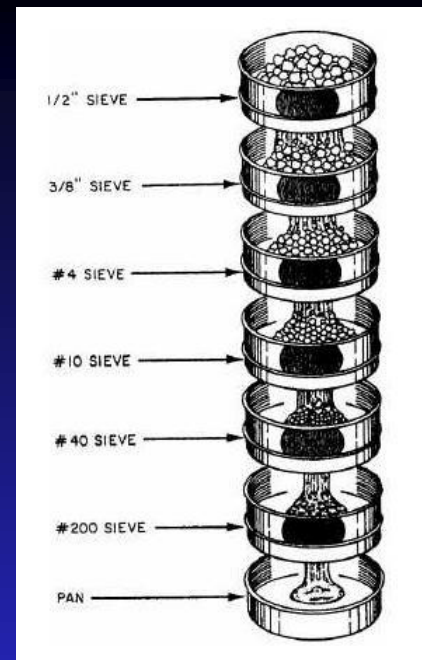


SZITAANALÍZIS

Szitasorozaton szétválasztott frakciók mennyiségi eloszlása alapján jellemezzük a szemcsehalmazt.

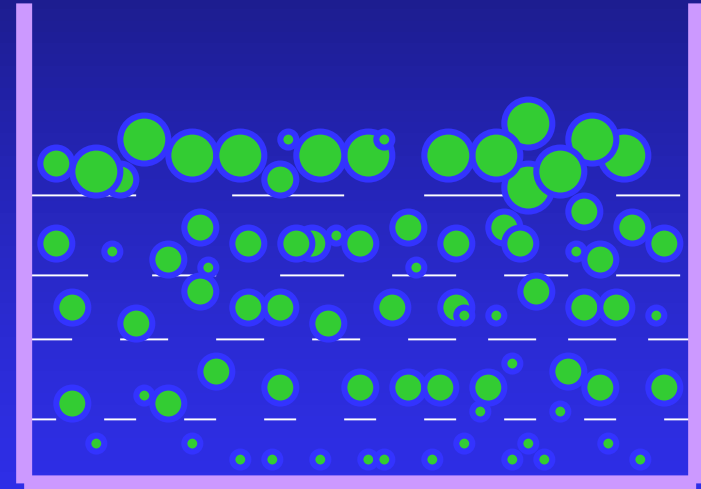
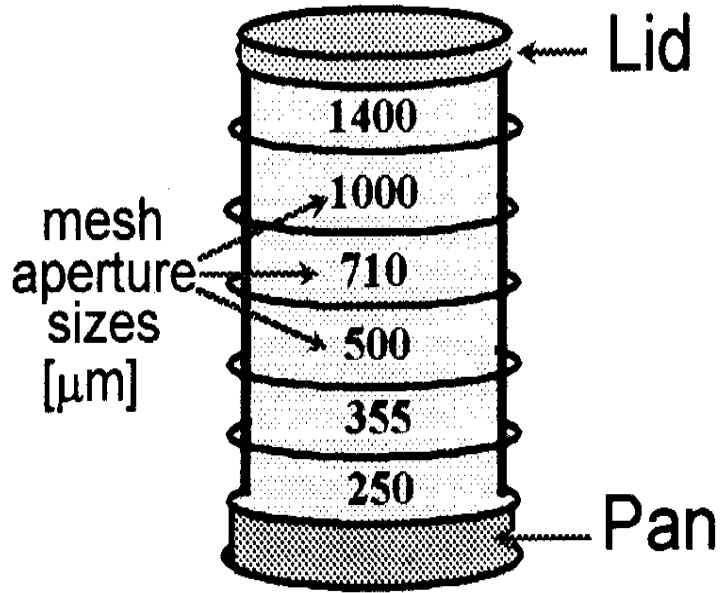
Egymásra rakott, felfelé növekvő fonalközű szitasort alkalmazunk.

A szitákat úgy kell kiválasztani, hogy a vizsgálati mintában jelenlévő részecskék méretének teljes tartományát lefedjék.



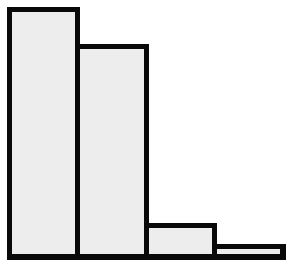
Test Sieving

'Nest' of sieves

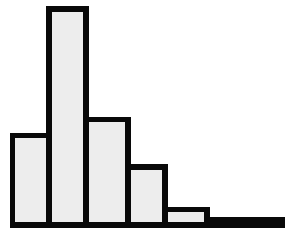




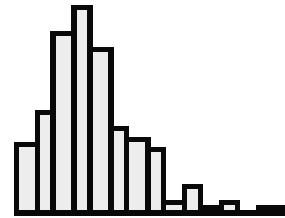
Szemcsméret-eloszlás az alkalmazott sziták függvényében



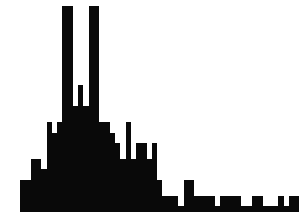
$n=4$



$n=8$

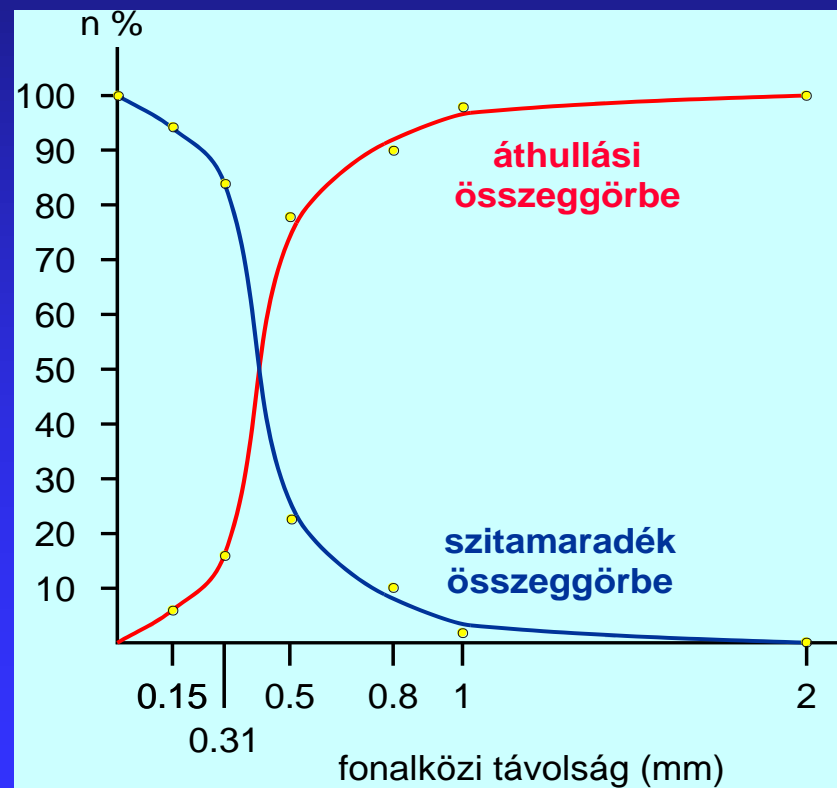
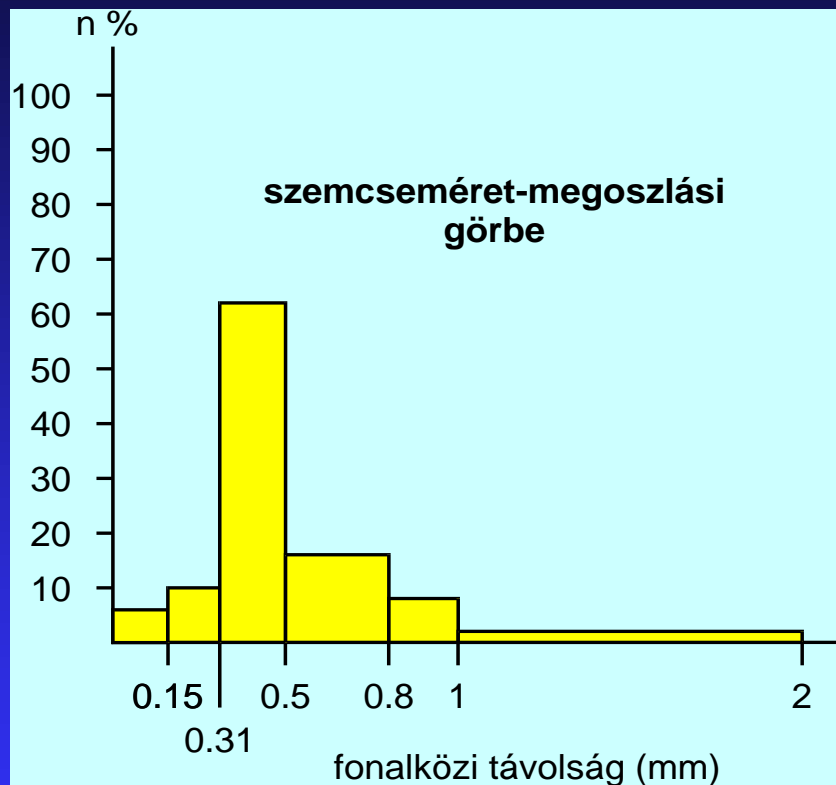


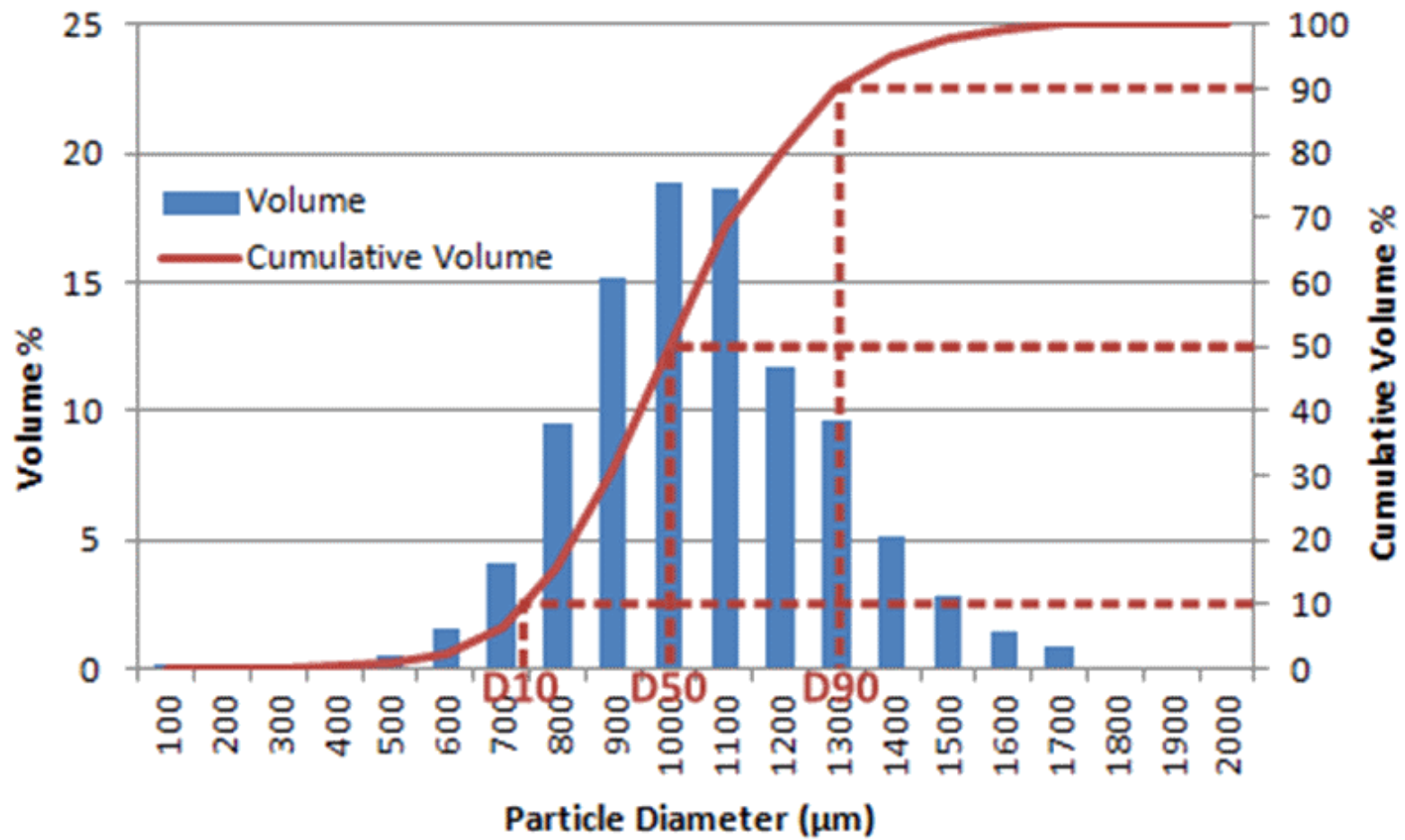
$n=15$



$n=100$

SZITAANALÍZIS





SZITAANALÍZIS

előnye

lehetőség széles
szemcseméret eloszlás
vizsgálatára
egyszerű módszer
kalibrálható sziták
szemcse-frakciók
szétválasztása

hátránya

nagy anyagmennyiség
alsó szemcseméret határ
 $d > 20 \mu\text{m}$
nem túl gyors

Gyógyszerkönyvi sziták

Szita jelzés	Fonalak közti távolság (mm)	Fonalak vastagsága (mm)	Az aprítás (porítás) mértékének jelzése
I.	6,3	2,5	Durván aprított (scissus)
II.	4,0	1,6	Aprított (conscissus)
III.	2,0	1,0	Középfinomán aprított (semiconscissus)
IV.	1,2	0,8	Finoman aprított (minutim conscissus)
V.	0,8	0,5	Durva por (pulvis grossus)
VI.	0,32	0,2	Középfinom por (pulvis semisubtilis)
VII.	0,16	0,1	Finom por (pulvis subtilis)
VIII.	0,063	0,04	Nagyon finom por (pulvis subtilissimus)

VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben található sziták

18 szita hivatalos

Jellemző értékek:

szitaszám (a fonalköz névleges mértéke)

a fonalköz megengedett eltérései

(maximális, átlagos, közepes)

fonalvastagság (ajánlott névleges

méretek, megengedett határértékek)

SZITA TÍPUSOK





Köszönöm a figyelmet!