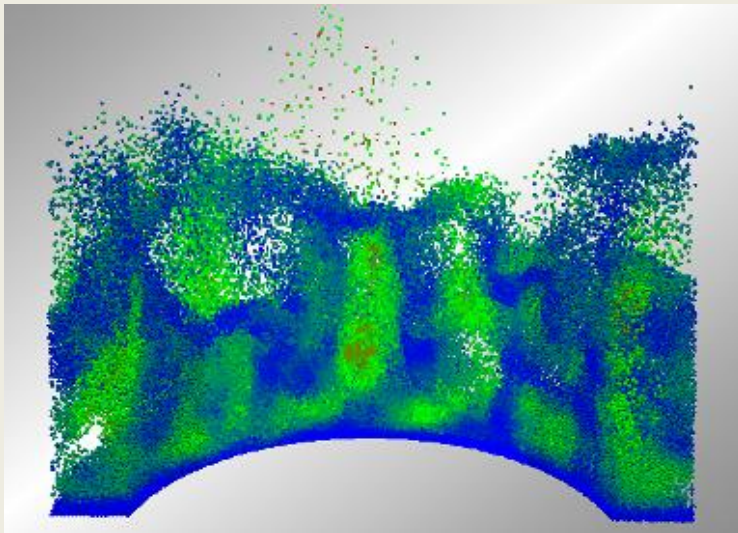


Fluidizáció

*University of Pécs
Institute of Pharmaceutical Technology and Biopharmacy*

2019.09.26. 8:05

A fluidizáció elmélete



A fluidizáció elmélete

Szilárd szemcserendszerek a gyógyszertechnológiában

porok



agglomerátumok



granulátumok



pelletek



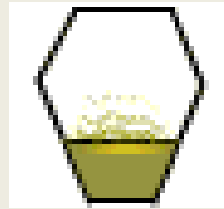
A fluidizáció elmélete

A gyógyszerészeti gyakorlatban a granulálás során történhet

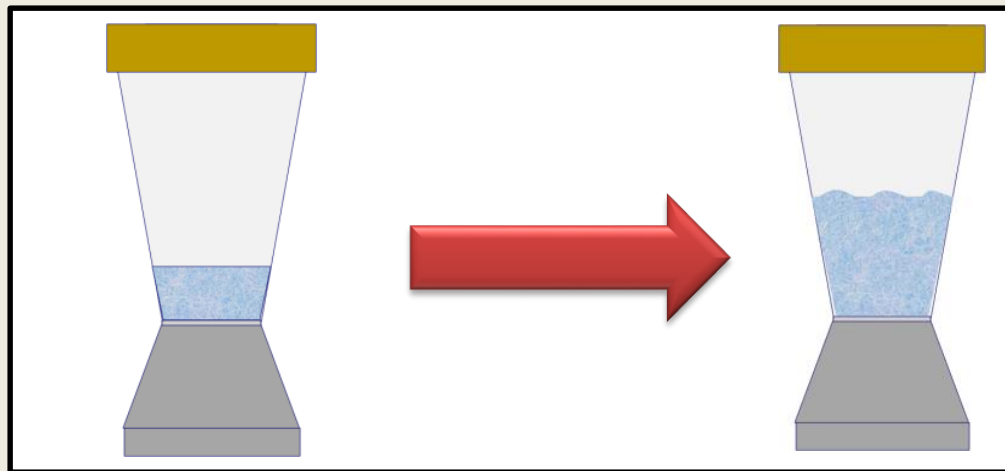
- 1) **aggregáció** – kisebb szemcséből nagyobb szemcse (felépítéses granulálás) (pl.: olvadék-, kéreg-ragasztószeres granulálás, vagy
- 2) **dezaggregáció** nagyobb szemcséből kisebb szemcse (granulálás aprítással) (pl.: száraz granulálás-kompaktálással)

A fluidizáció elmélete

Definíció

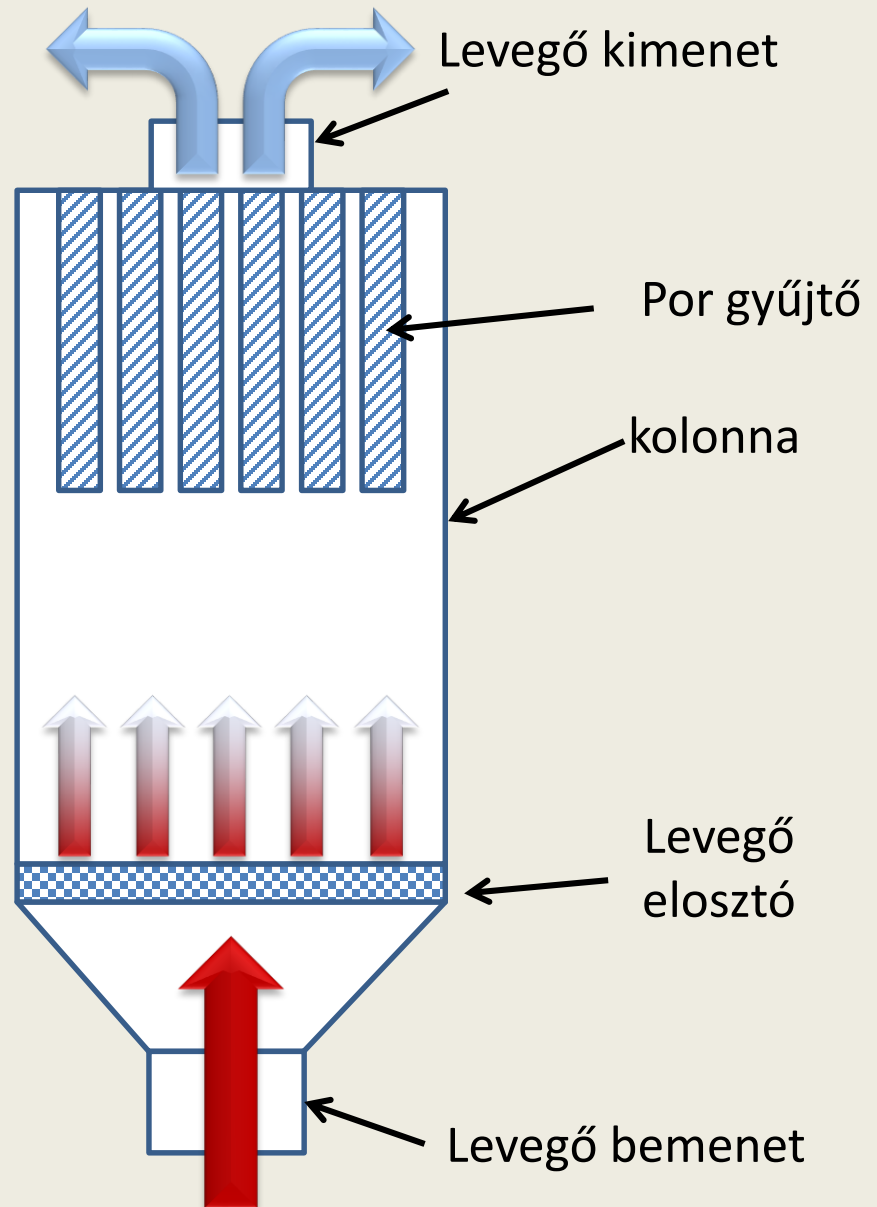


Fluidizáción szemcsés szilárd anyag és gáz meghatározott érintkezését értjük, melynek során a szilárd szemcserendszeren keresztül átáramoltatott gáz hatására a szemcserendszer folyadékokhoz hasonló tulajdonságokat vesz fel.



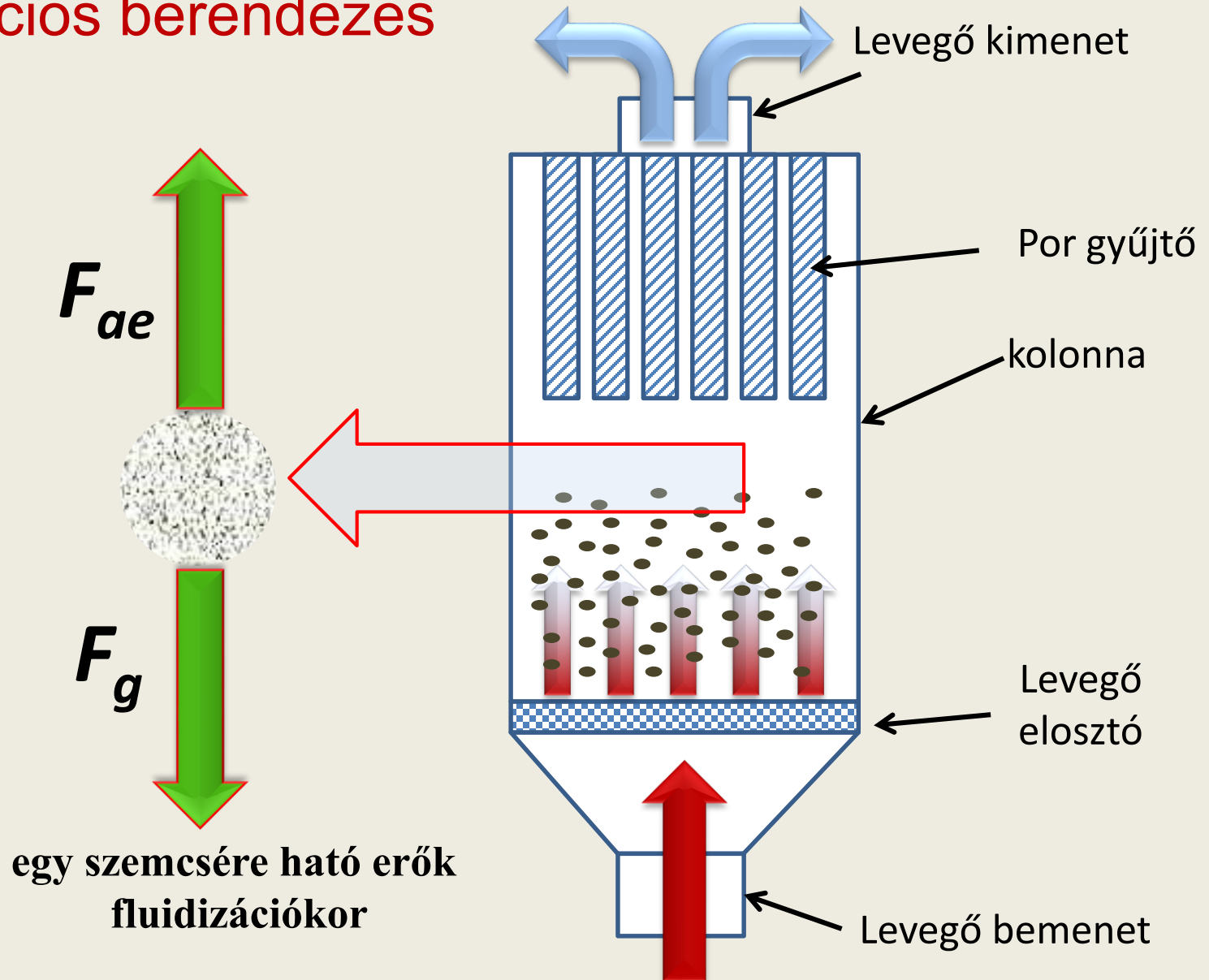
A fluidizáció elmélete

Fluidizációs berendezés



A fluidizáció elmélete

Fluidizációs berendezés



A fluidizáció elmélete

Fluidizáció



Fluidizáció előtt



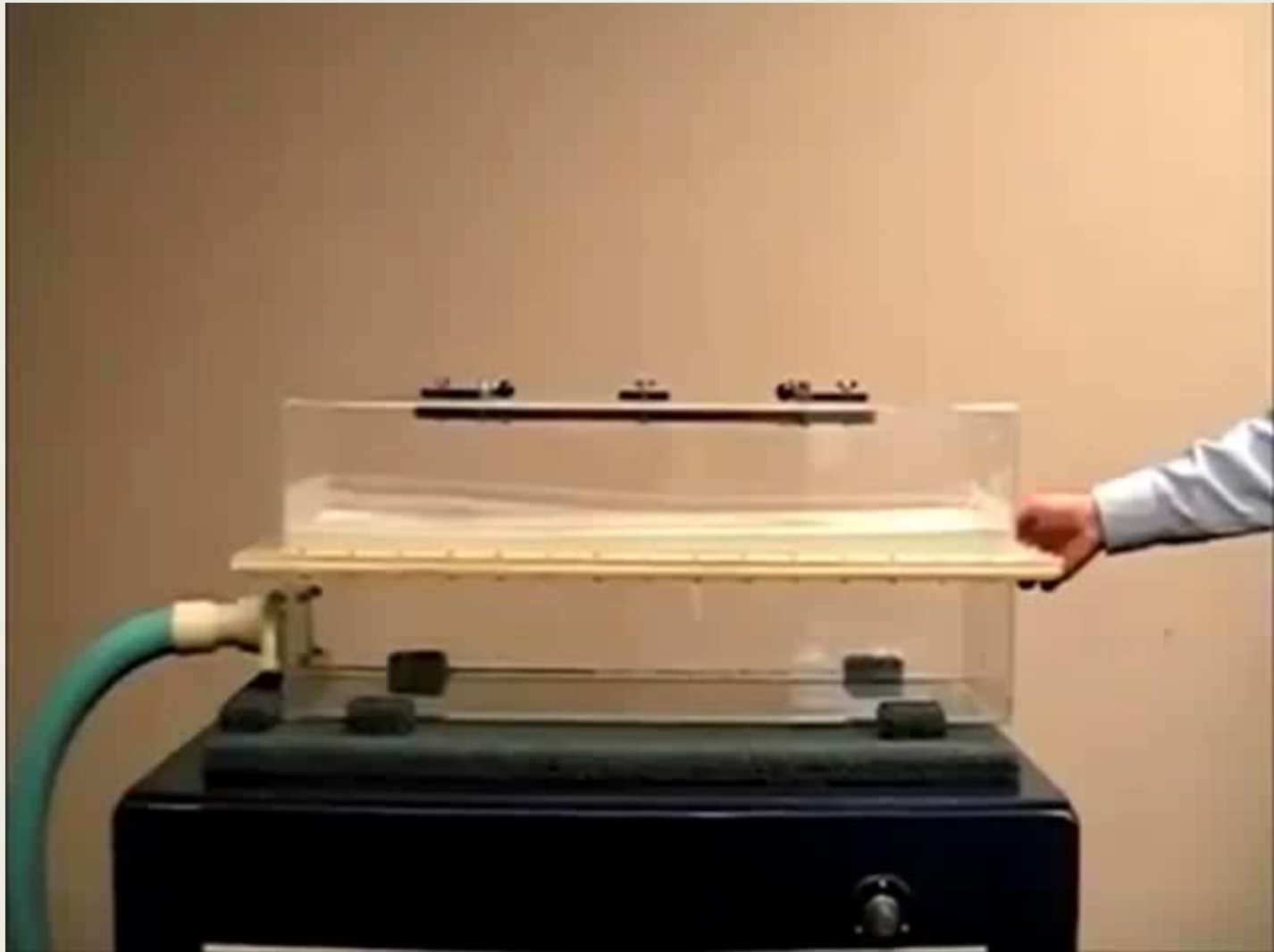
Fluidizáció
(forrásban lévő
vízhez hasonló)

A fluidizáció elmélete



Felhajtó erő, felületi feszültség, viszkozitás

A fluidizáció elmélete



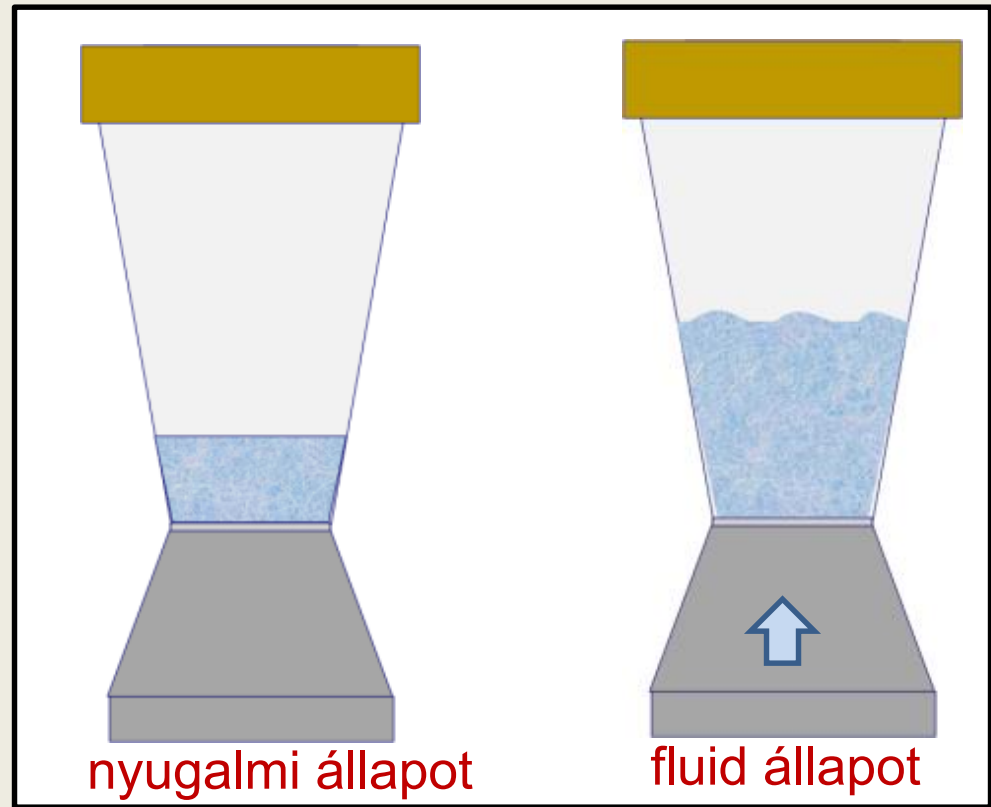
„Vízszint”, folyadékként önthető...

A fluidizáció elmélete

A fluidizációs állapot kialakulása

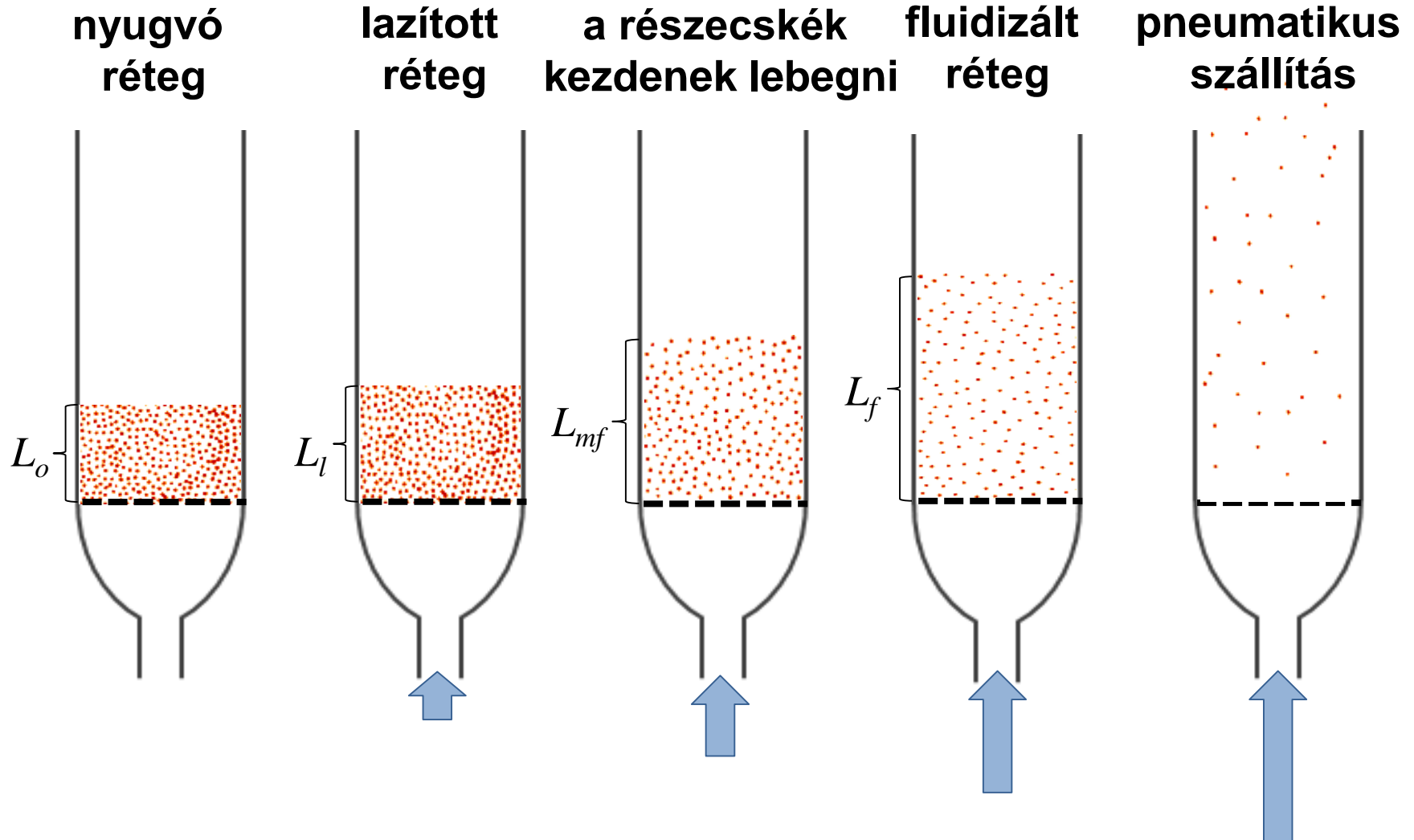
A **fluidizációs állapot** eléréséhez a gáz (*fluidum*) sebességének lassú növelésével a réteg fokozatosan kiterjed, szilárd szemcsék a rétegen belül mozogni kezdenek.

A réteg felülete ekkor hullámzik, a forrásban levő folyadékhoz hasonlít, hidrosztatikus nyomása, viszkozitása van.



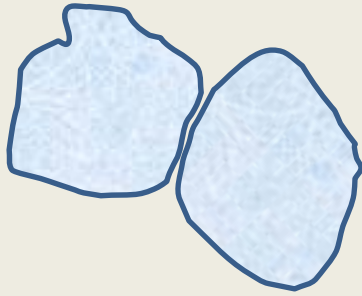
A fluidizáció elmélete

A fluidum sebességének hatása a rendszer viselkedésére



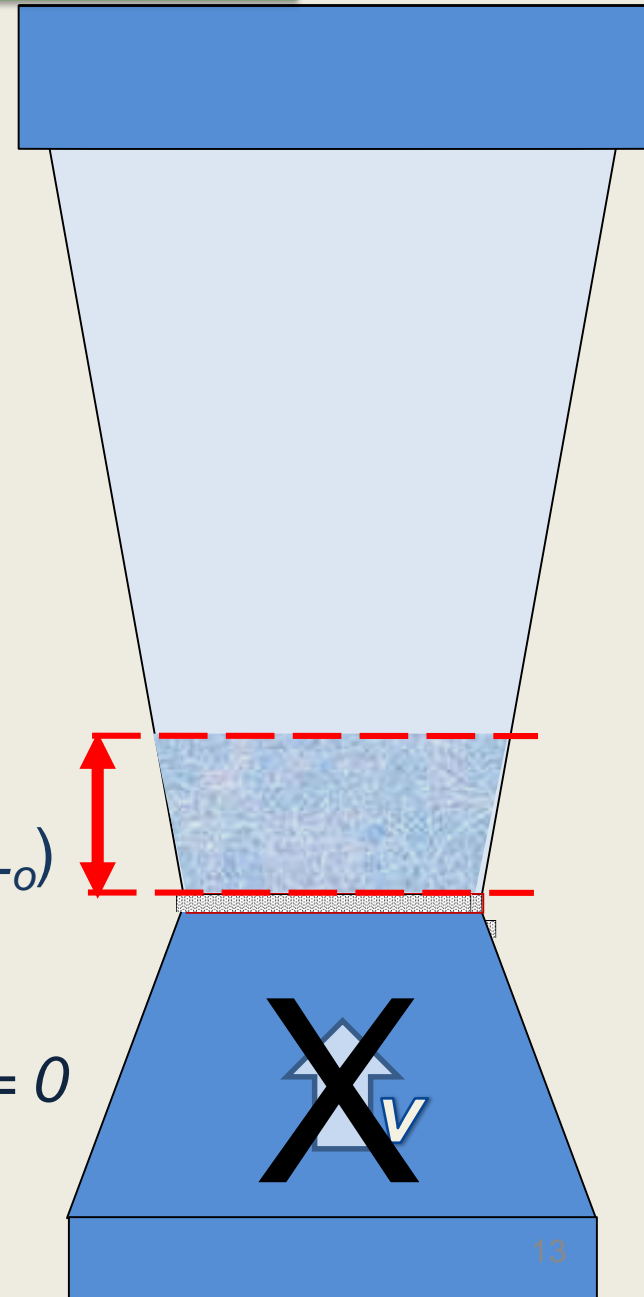
A fluidizáció elmélete

Nyugvó réteg



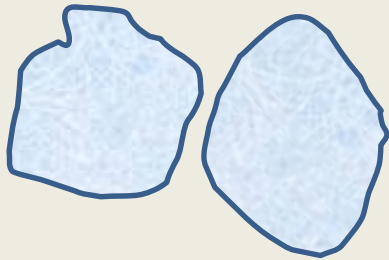
nyugvó réteg
ágymagassága (L_0)

fluidum sebessége $v = 0$



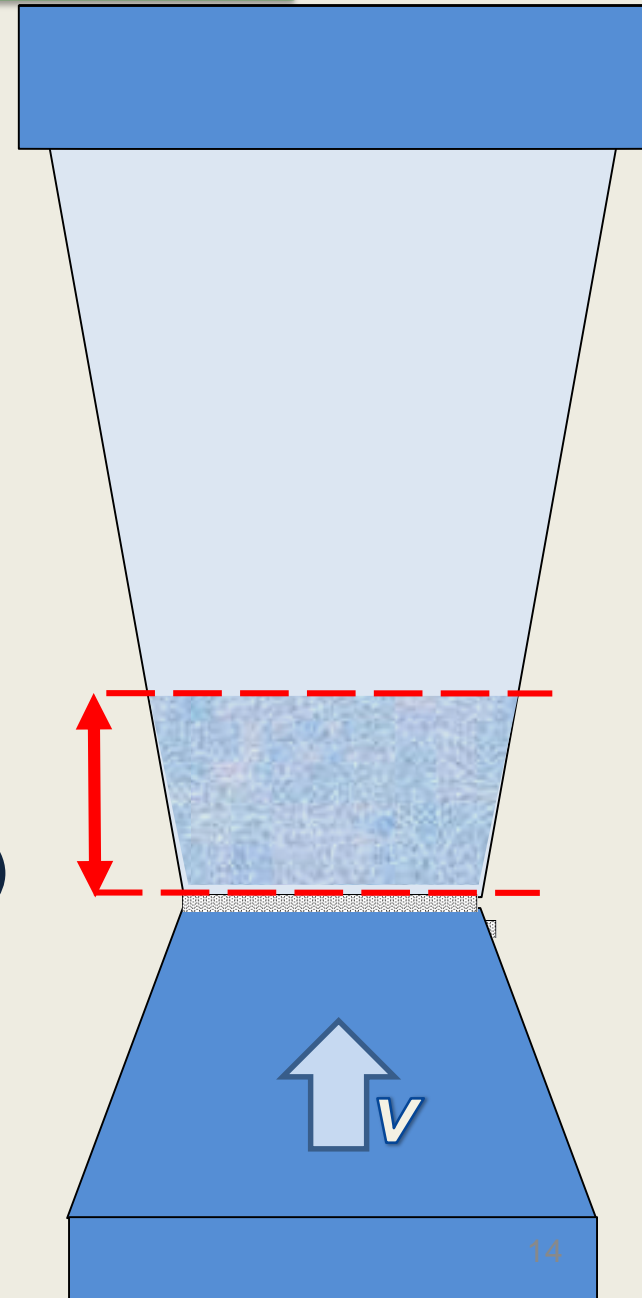
A fluidizáció elmélete

Lazított réteg



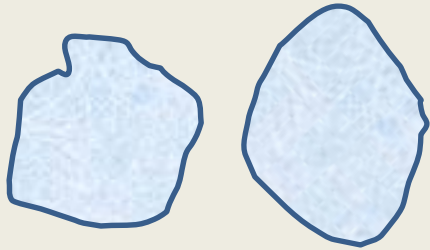
lazított réteg
ágymagassága (L_f)

fluidum sebessége (v_f)



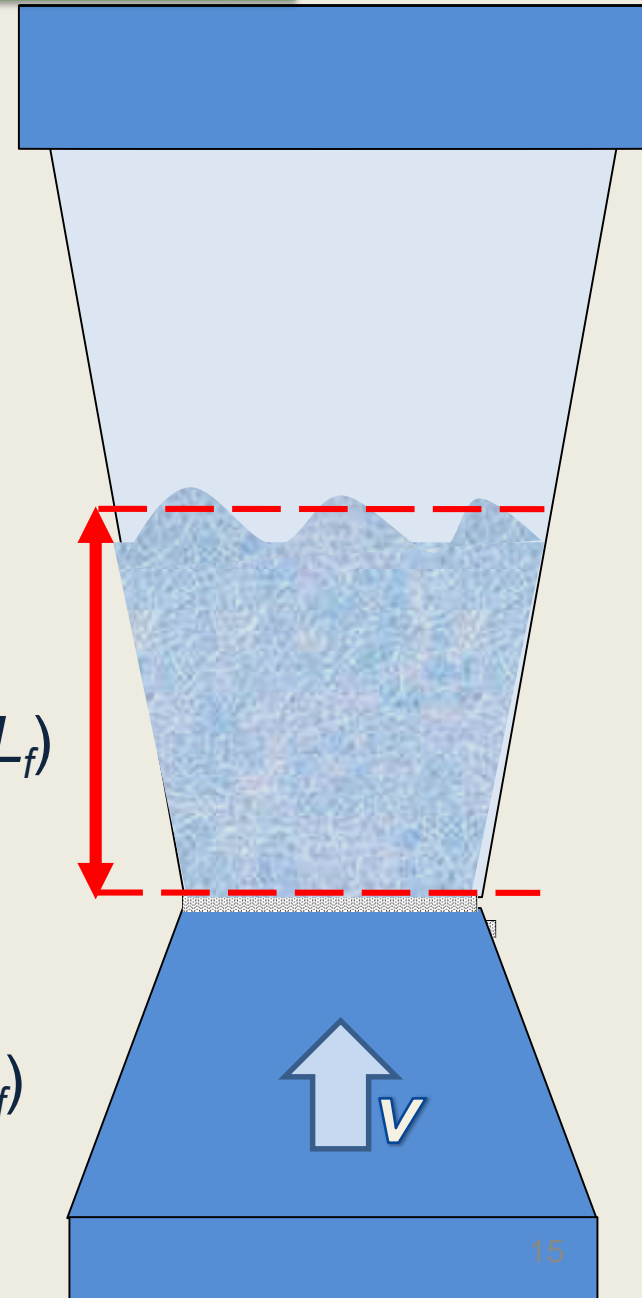
A fluidizáció elmélete

Fluidizált réteg



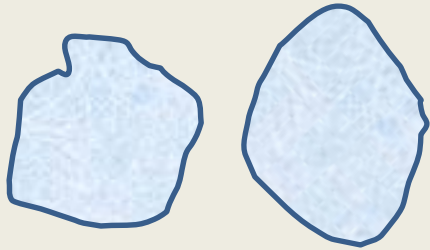
fluidizált réteg
ágymagasság (L_f)

fluidum sebessége (v_f)

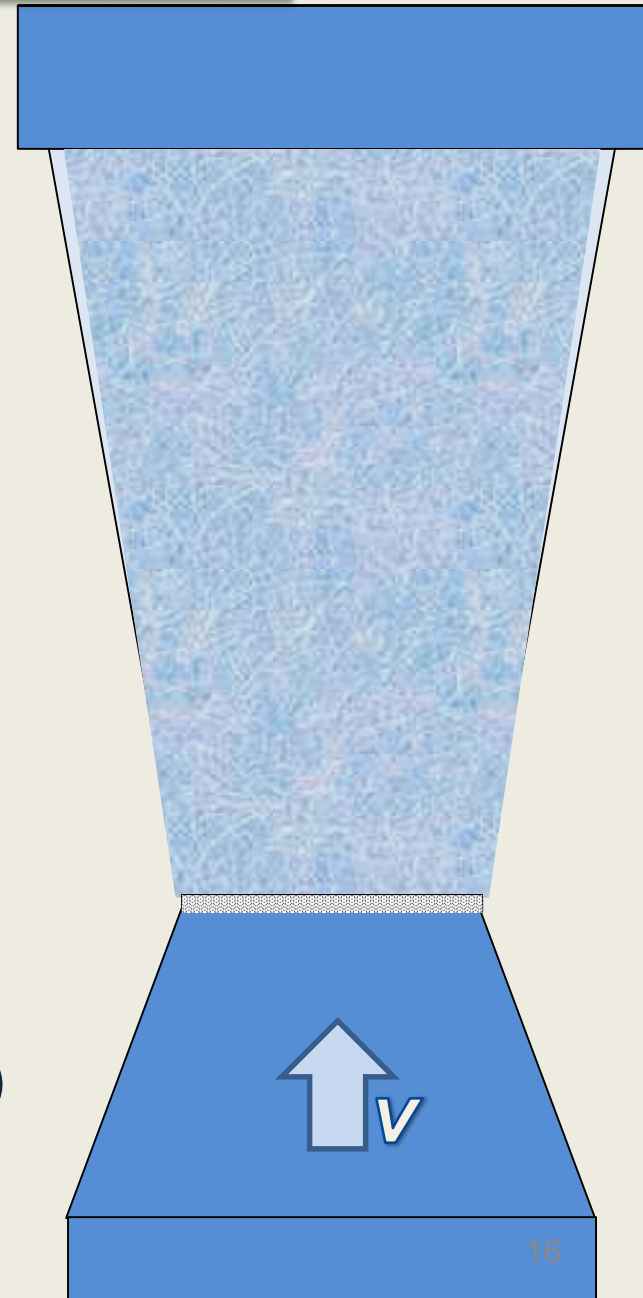


A fluidizáció elmélete

Pneumatikus szállítás

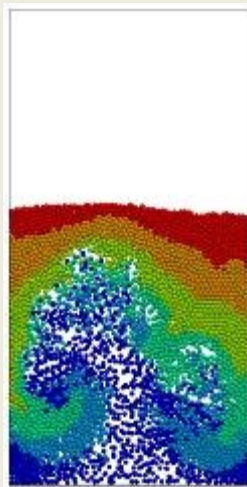


fluidum sebessége (v_p)



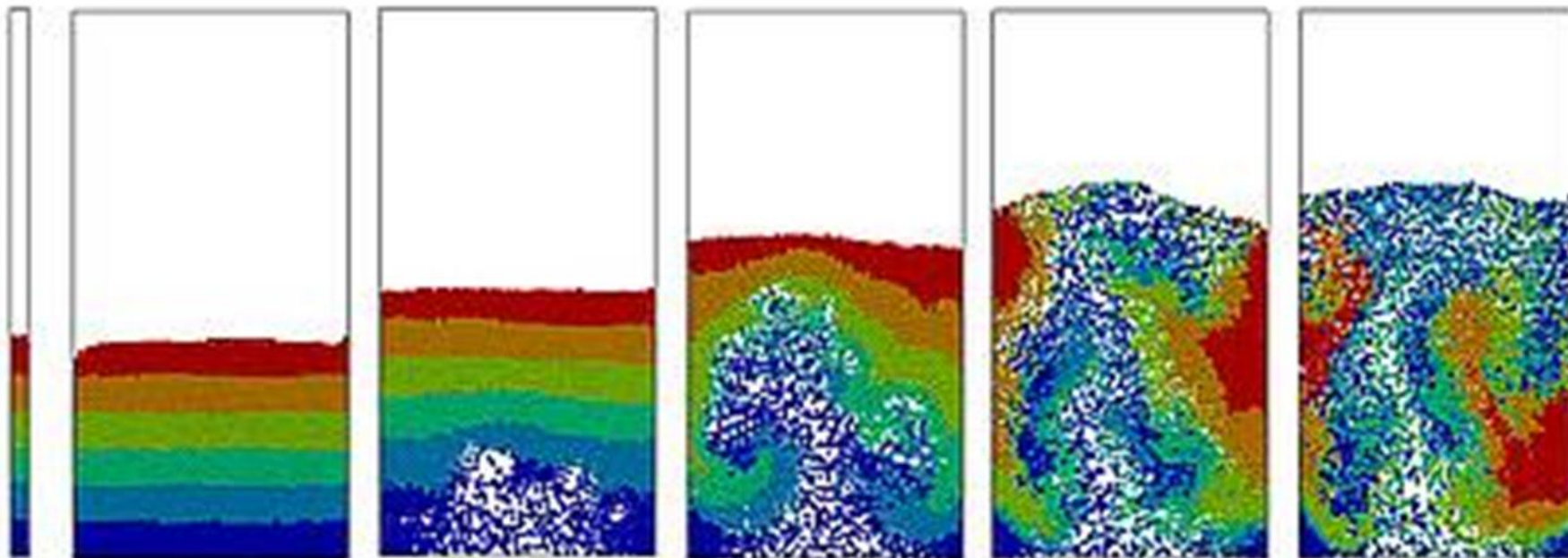
A fluidizált réteg vizsgálata

Fluidizációs rendellenességek



A fluidizáció elmélete

Rendellenességek



Szemcsék eloszlása az idő függvényében

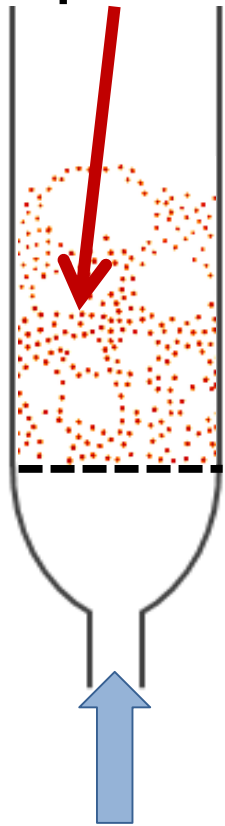
Theory of Fluidization



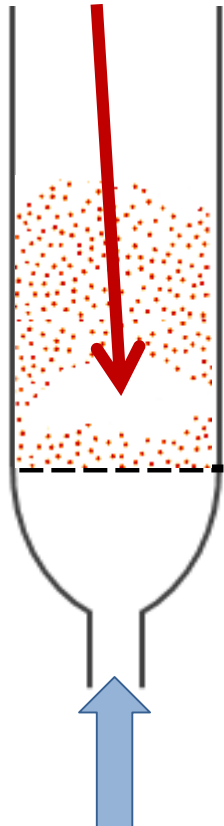
A fluidizáció elmélete

Rendellenességek

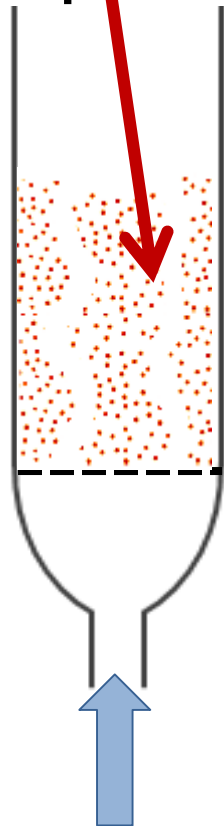
buborék
képződés



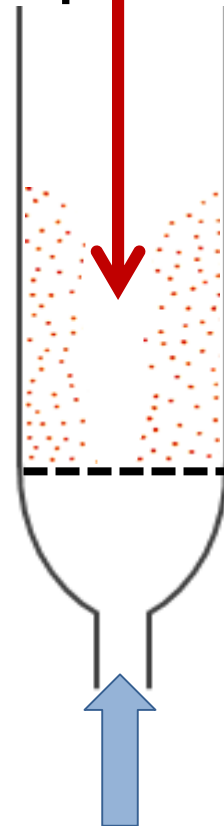
gázdugó



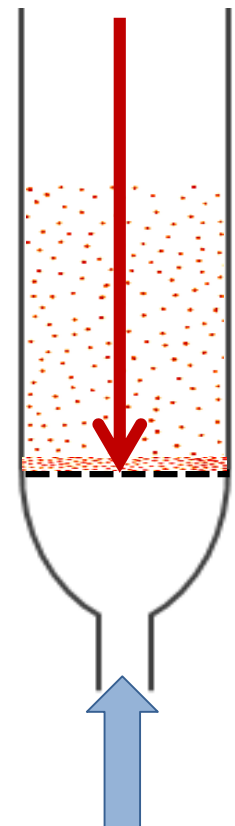
csatorna
képződés



gejzirkúp
képződés



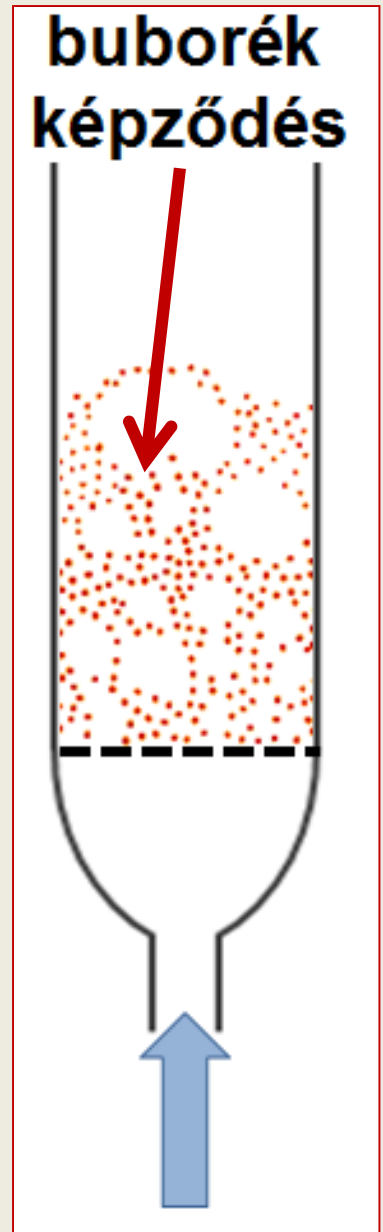
lerakódás



A fluidizáció elmélete

Rendellenességek

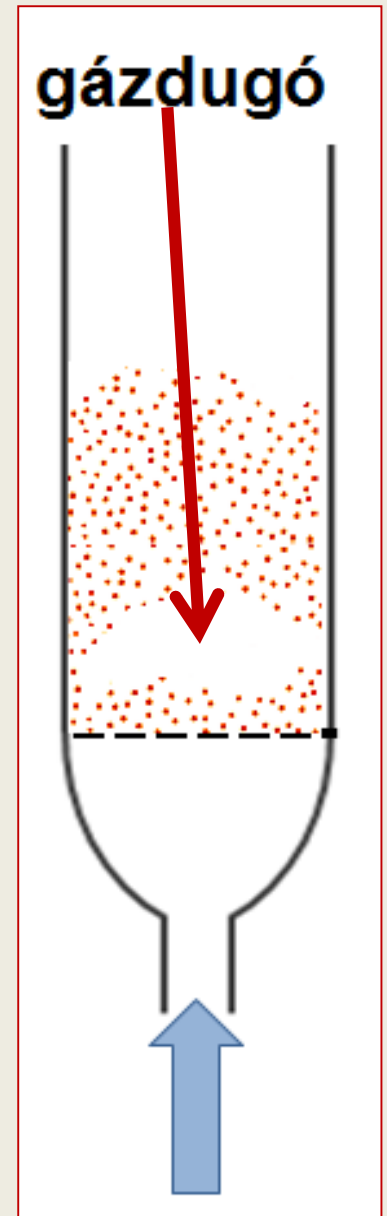
buborékképződés



A fluidizáció elmélete

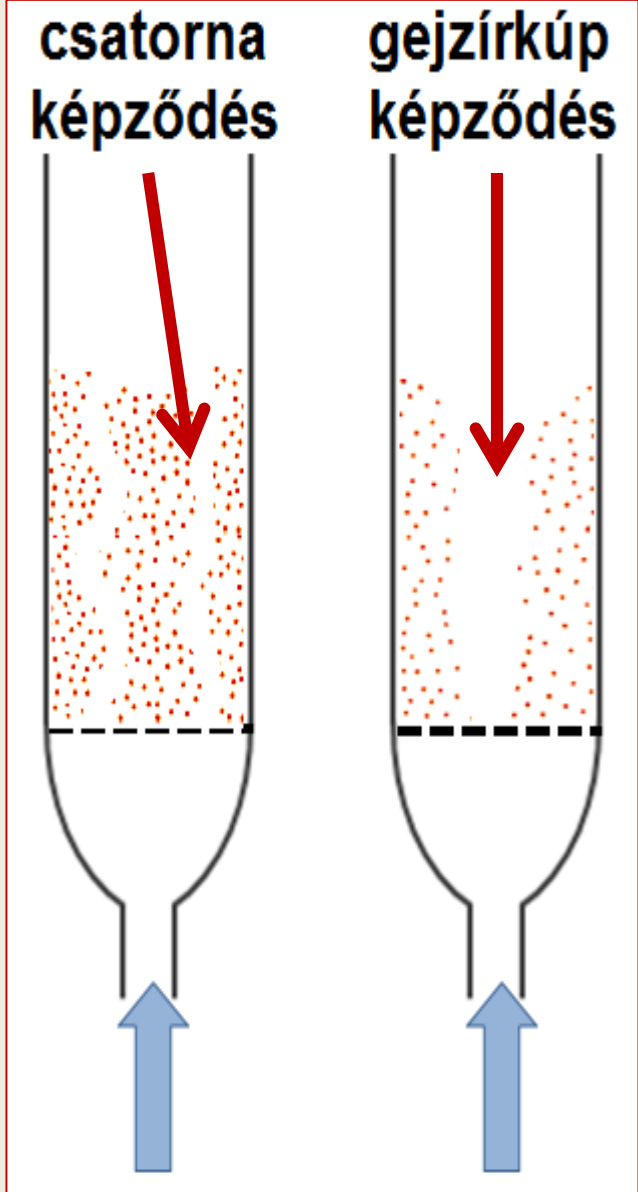
Rendellenességek

gázdugó



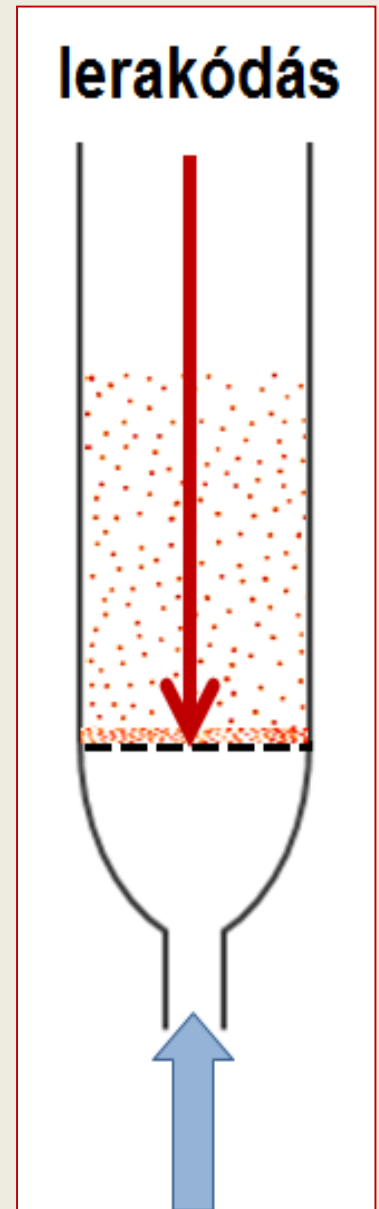
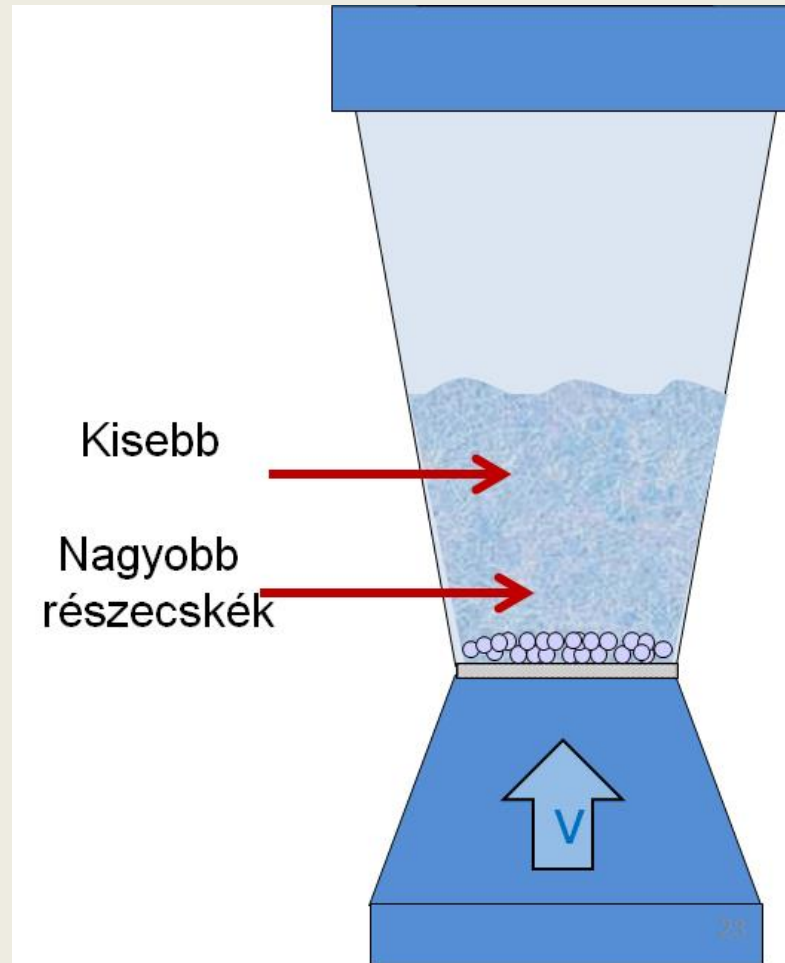
A fluidizáció elmélete

Rendellenességek
csatornaképződés

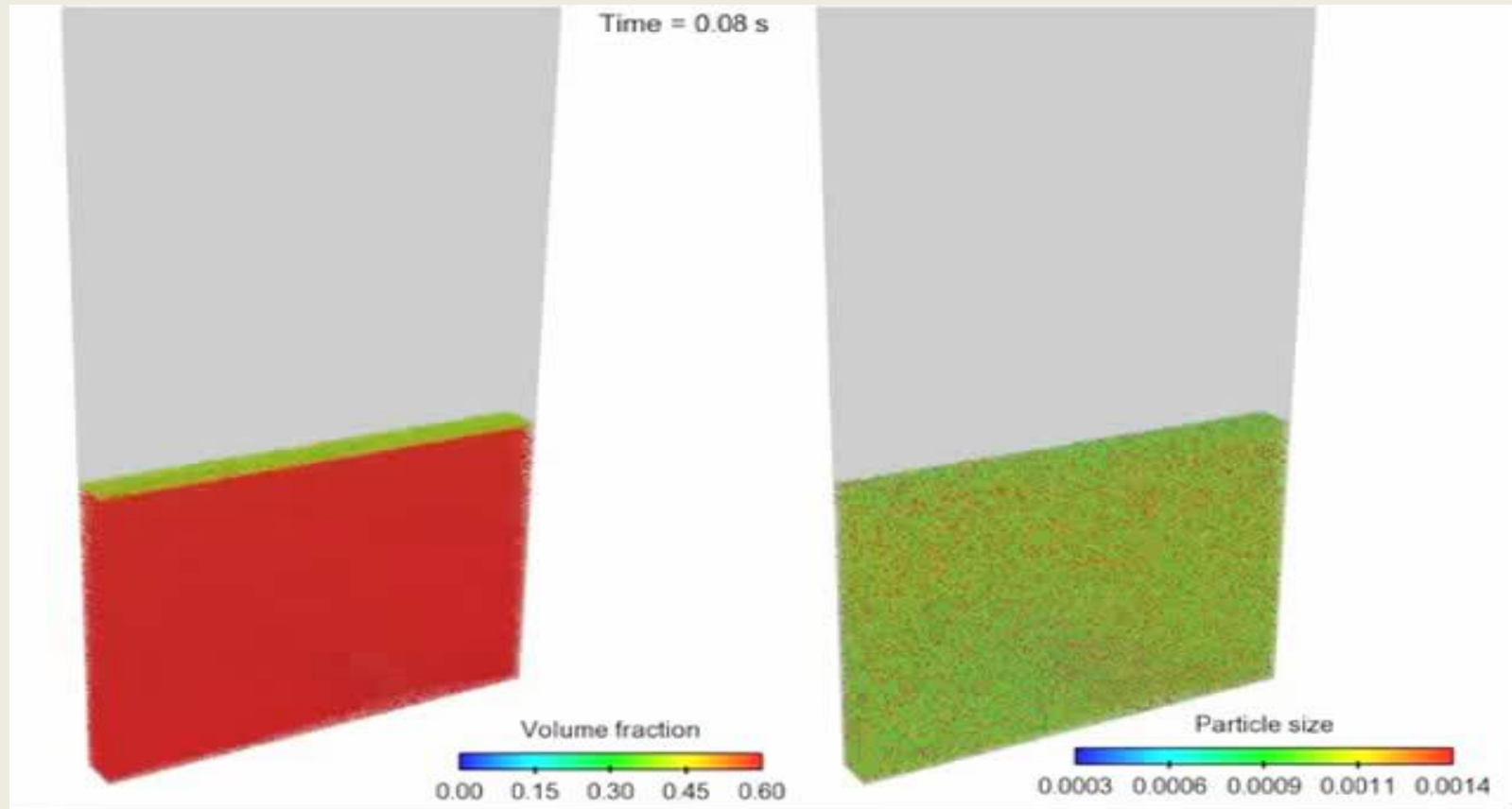


A fluidizáció elmélete

Rendellenességek szétfajtázódás



A fluidizáció elmélete



A részecskék elrendeződése az idő függvényében.

A fluidizáció műveleti paraméterei

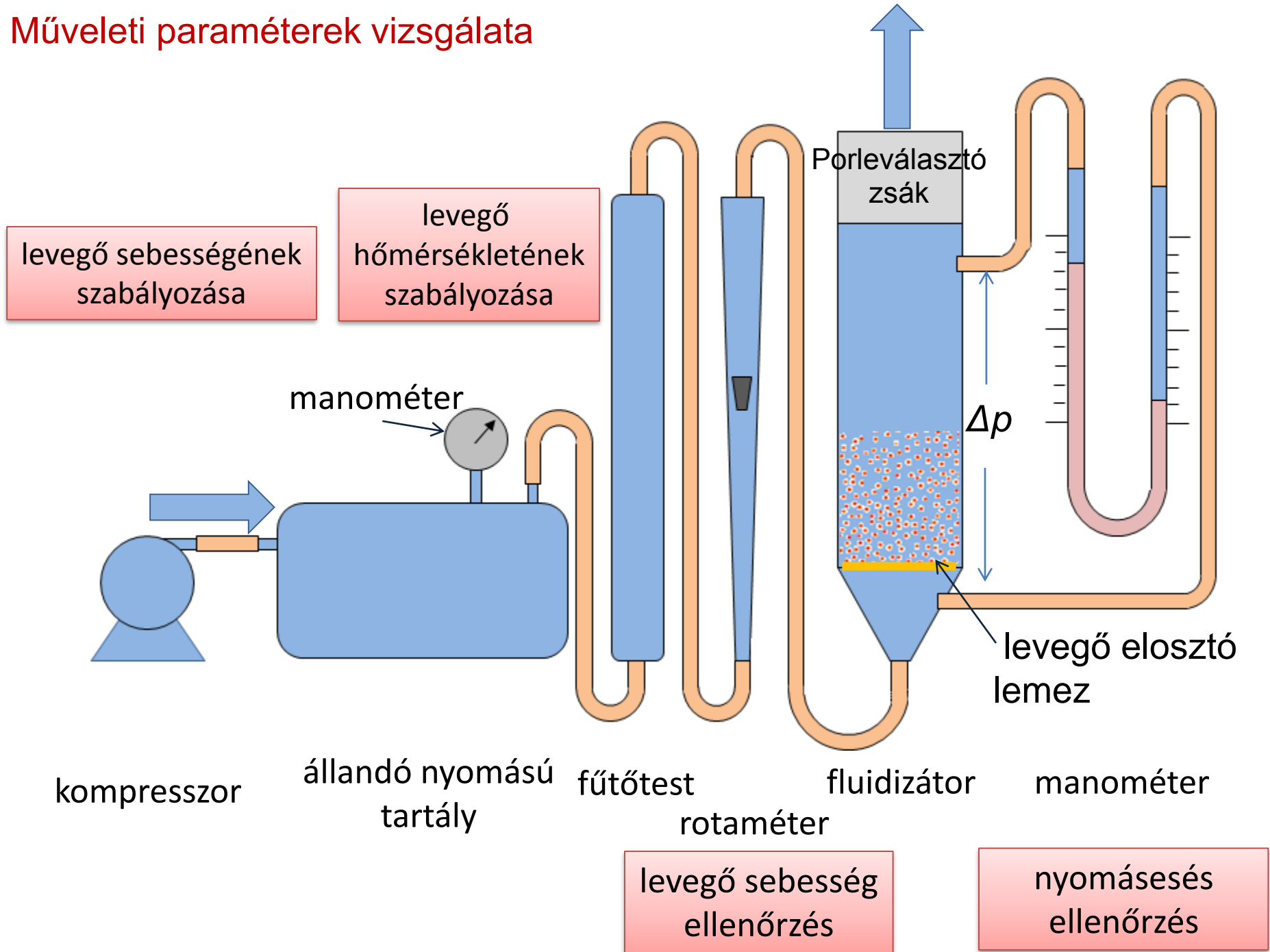
A fluidizáció műveleti paramétereit

A folyamat jellemző művelettani paramétereit

független változók

- töltetömege (m),
- fluidizáló tér térfogata, geometriai tulajdonságai,
- alaplemez tulajdonságai (méret, szerkezet...),
- fluid levegő sebessége,
- fluid levegő nyomása,
- porlasztó levegő sebessége, nyomása.

Műveleti paraméterek vizsgálata



A fluidizáció műveleti paramétereit

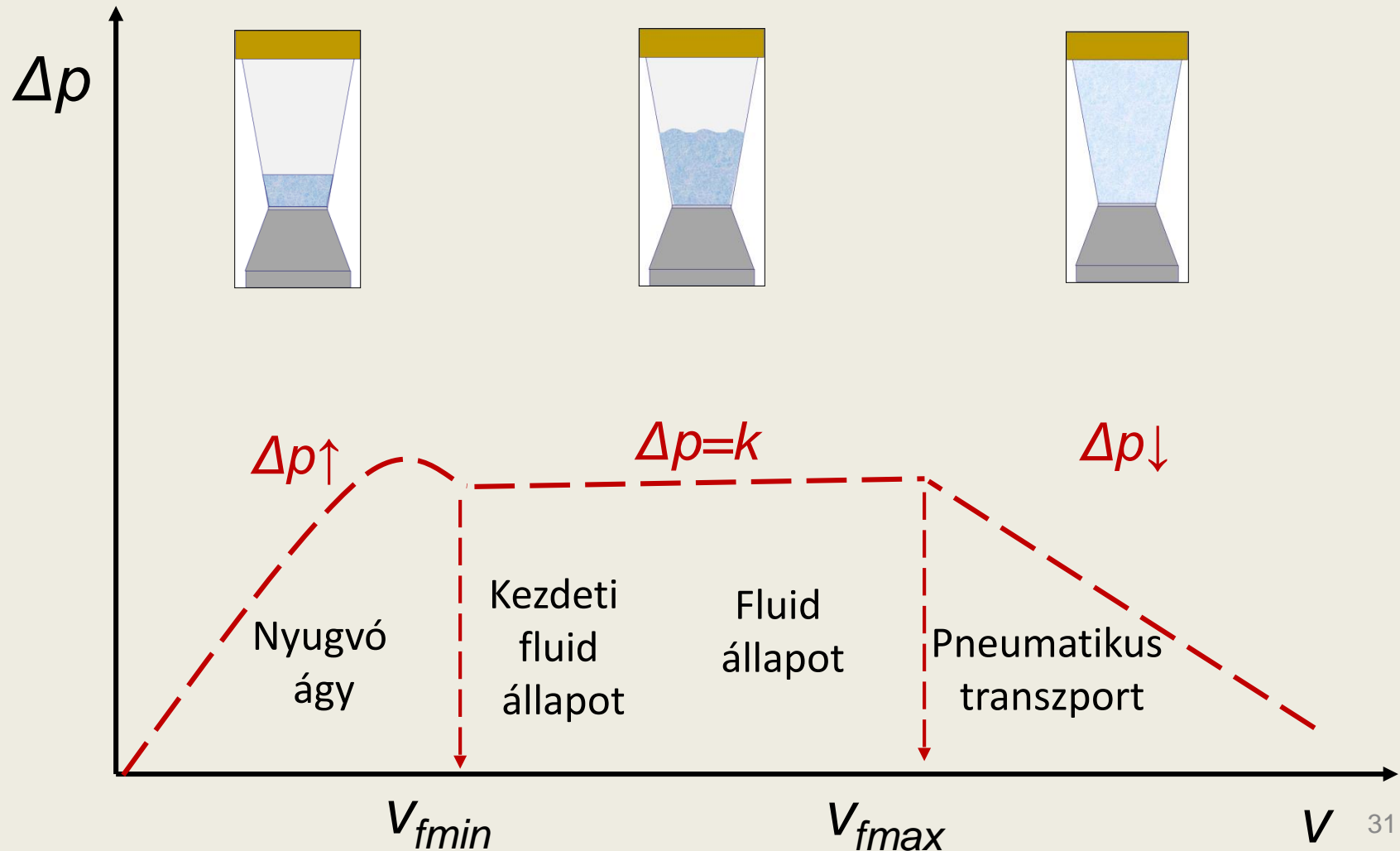
A folyamat jellemző műveletti paramétereit

függő változók

- a fluidum nyomásesése (Δp),
- a réteg kiterjedése (L),
- a réteg viszkozitása (η),
- a minimális fluidizációs sebesség (v_{fmin}),
- a szálló por veszteség, kihordás (m_k).

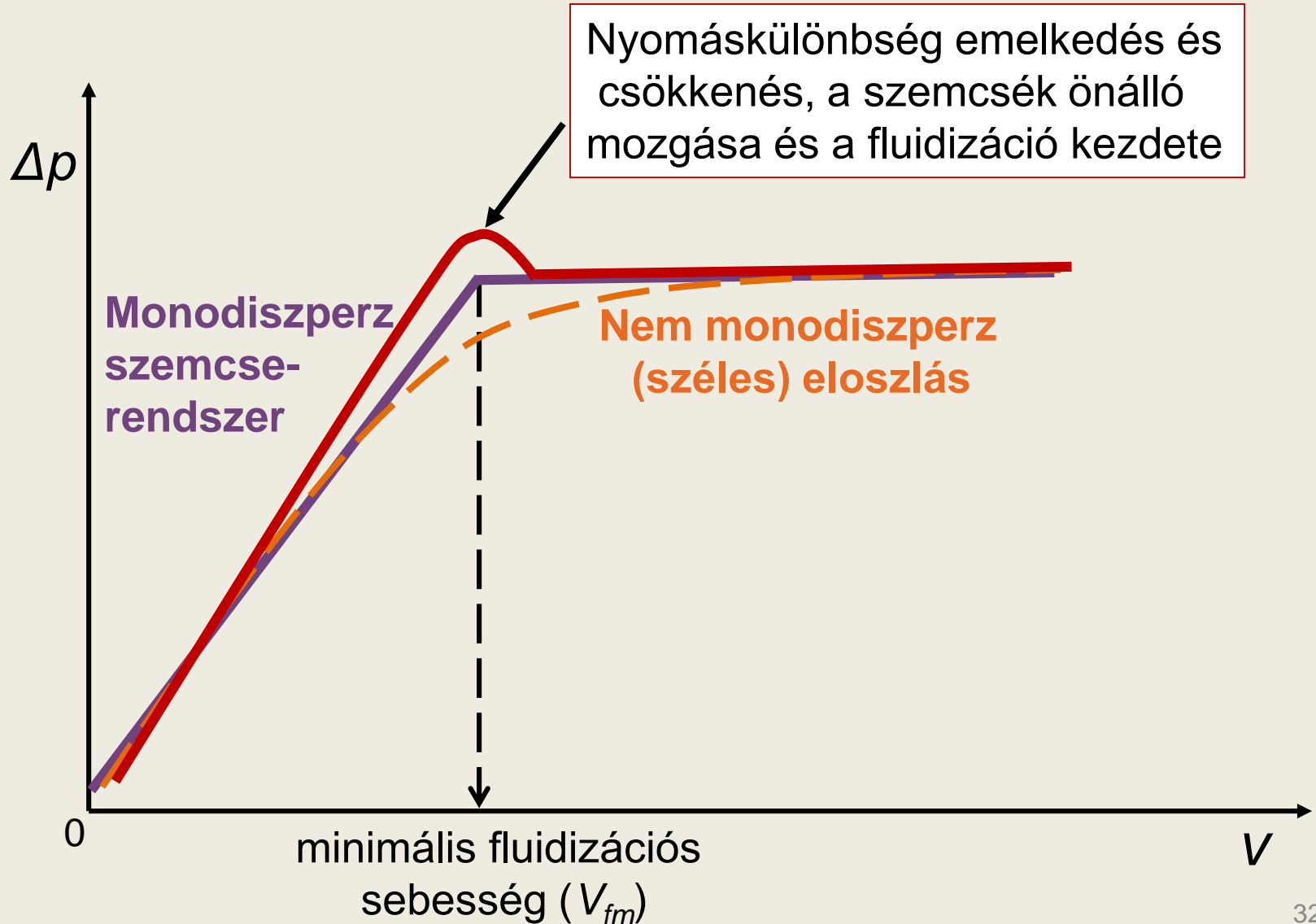
A fluidizáció műveleti paramétereit

A fluidum nyomásesésének változása a fluidum sebességének függvényében



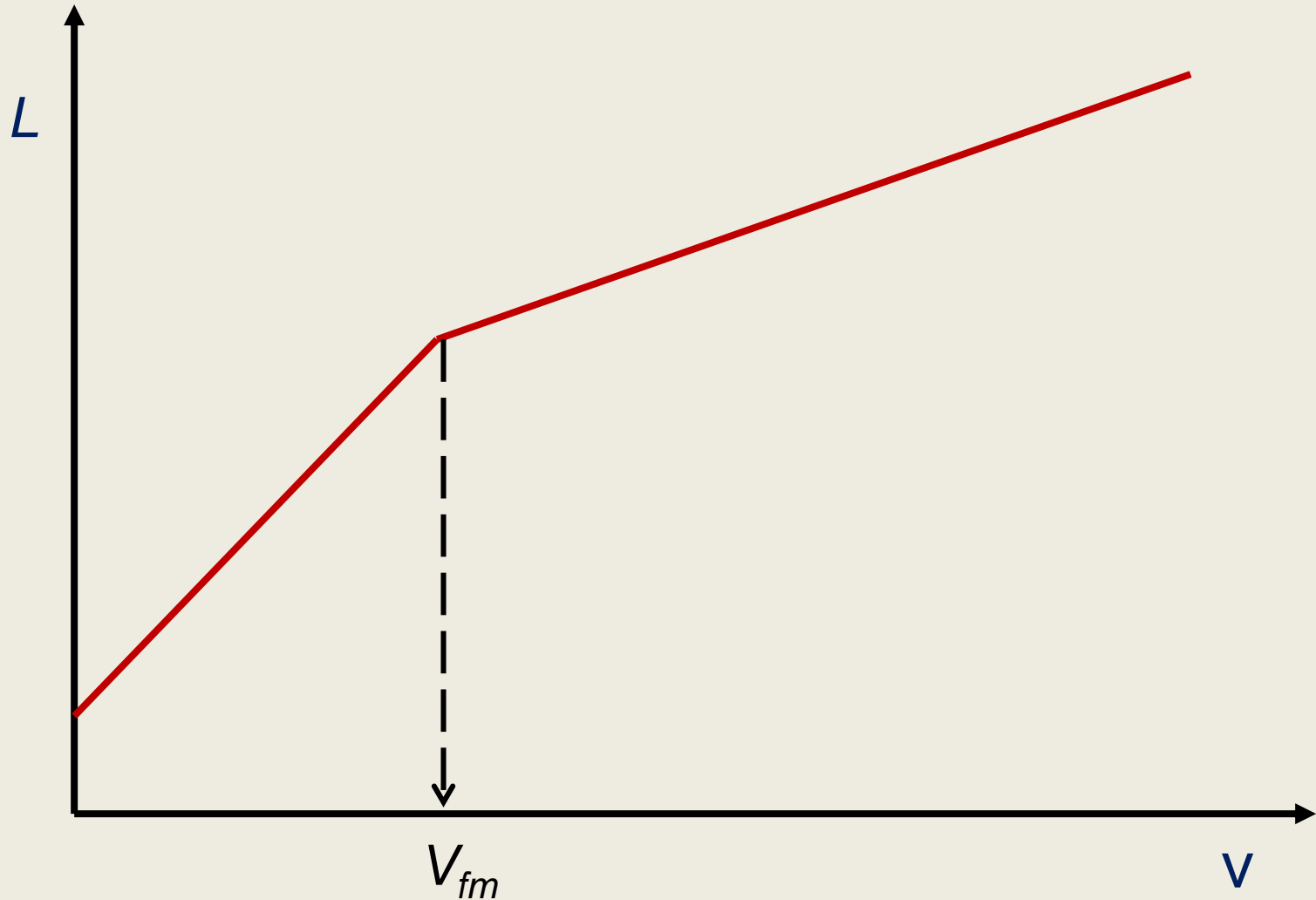
A fluidizáció műveleti paramétere

Nyomásesés változása



A fluidizáció műveleti paramétere

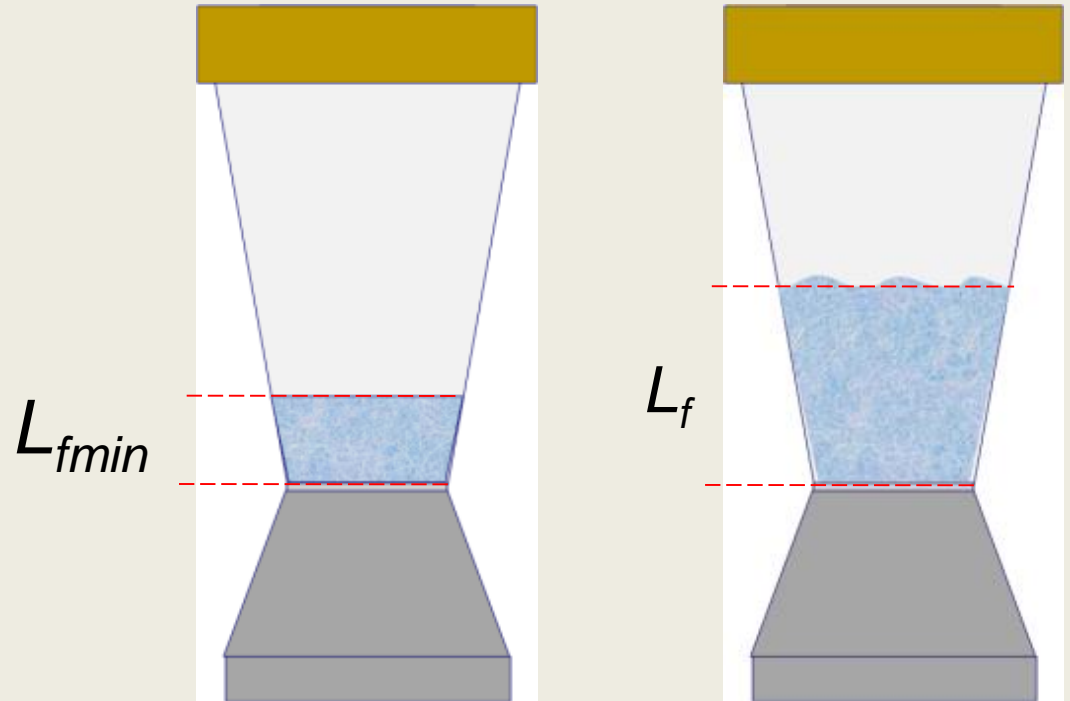
Ágymagasság (L) változása



A fluidizáció műveleti paramétereit

A rétegfellazulási arány (R)

$$R = \frac{L_f}{L_{fmin}}$$



L_f fluidizált ágy rétegmagassága

L_{fmin} a minimális fluidizált ágy rétegmagassága

A fluidizáció műveleti paramétereit

A fluidum nyomásesése (Δp)

$$\Delta p = L(1 - \varepsilon)(\rho_{sz} - \rho_f)g$$

L ágy magasság

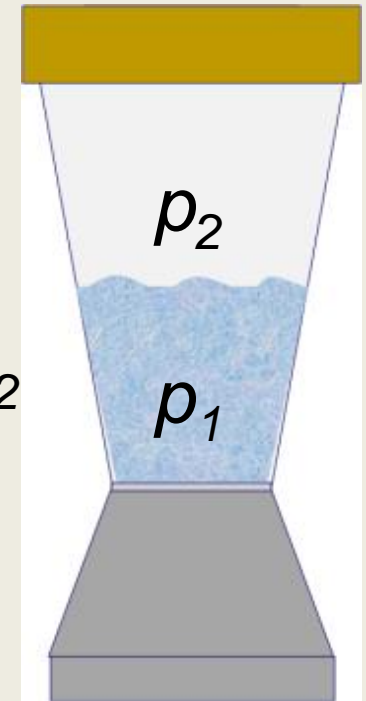
ε hézagterfogat

ρ_{sz} szemcsehalmaz sűrűsége

ρ_f fluidum sűrűsége

g nehézségi gyorsulás

$$\Delta p = p_1 - p_2$$



A fluidizáció műveleti paramétereit

A fluidum nyomásesése ($\Delta p = p_1 - p_2$)

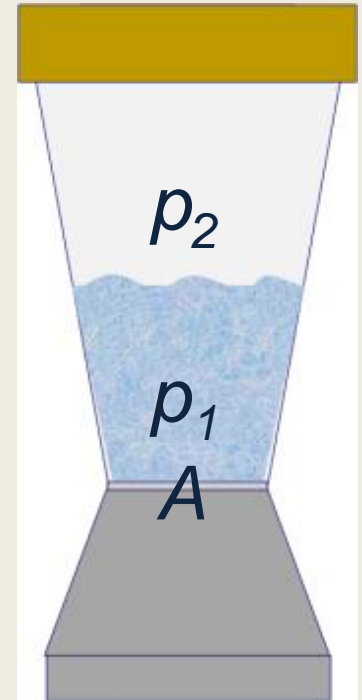
$$\Delta p = \frac{m_{sz} (\rho_{sz} - \rho_f)}{A \rho_{sz}}$$

m_{sz} a töltet (szemcsehalmoz) tömege

ρ_{sz} a töltet sűrűsége

ρ_f a fluidum sűrűsége

A fluidizátor keresztmetszeti felülete



A fluidizáció műveleti paramétereit

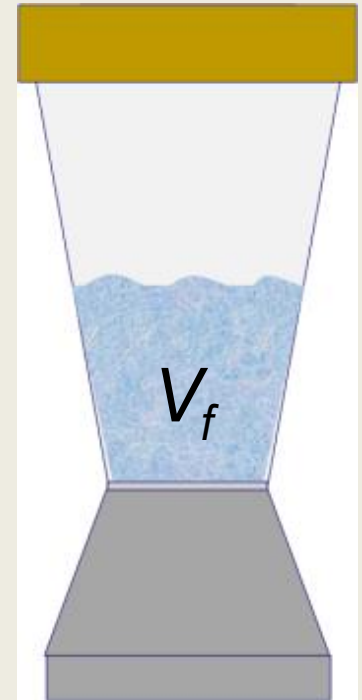
Hézagterfogat (ε)

$$\varepsilon = \frac{V_f - V_{sz}}{V_f}$$

V_f fluidréteg térfogata

$V_f - V_{sz}$ a szemcsékközi hézagok térfogata

V_{sz} a töltet térfogata



A fluidizáció műveleti paramétereit

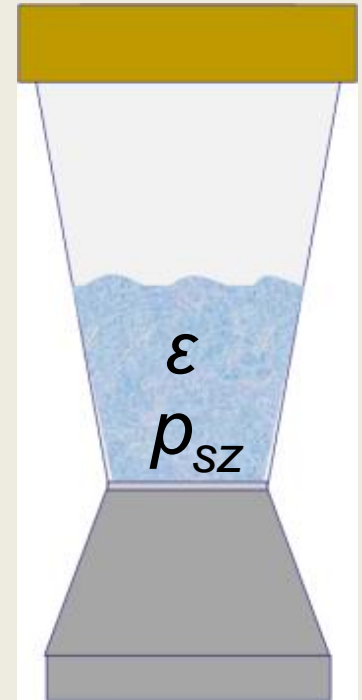
Hézagterfogat (ε)

$$\varepsilon = 1 - \frac{m_{sz}}{AL_f(\rho_{sz} - \rho_f)}$$

m_{sz} a töltet tömege

A fluidizátor keresztmetszeti felülete

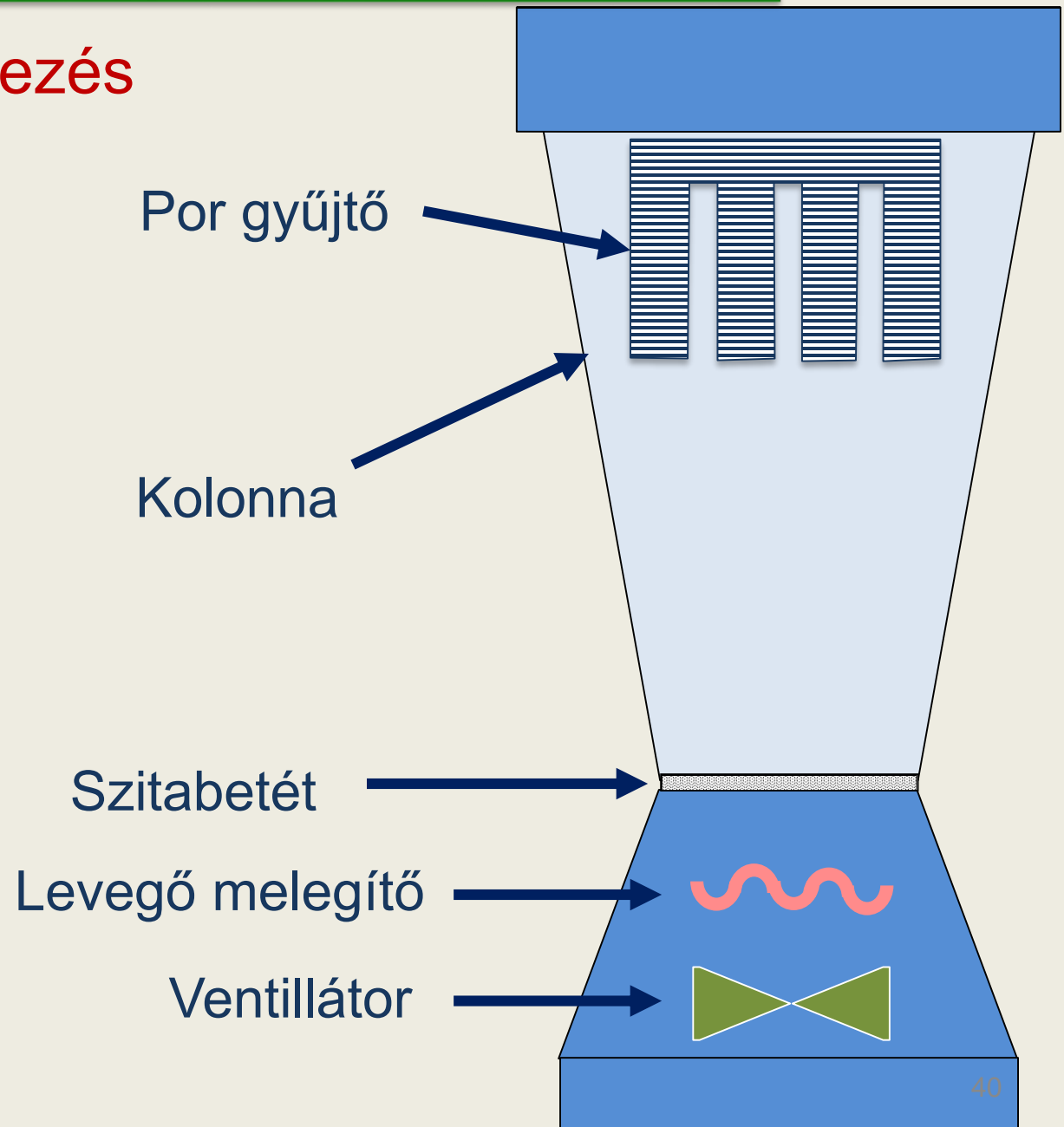
L_f ágy magasság



A fluidizációs készülék felépítése és tartozékai

Fluidizáló berendezés

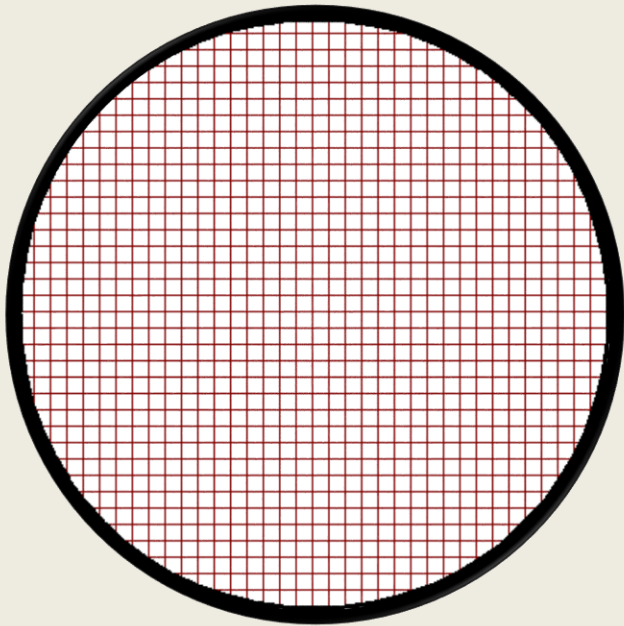
A fluidizáló berendezés
főbb egységei



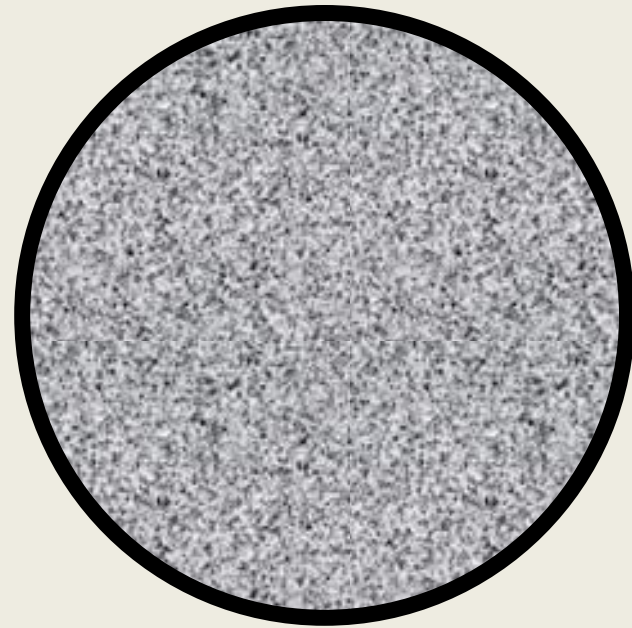
A fluidizáció gyakorlata

A fluidizációs készülék tartozékai

Levegő elosztó lemez



szitaszövet



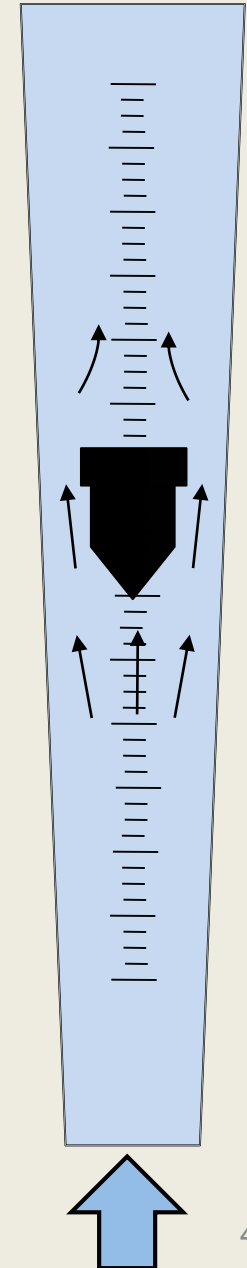
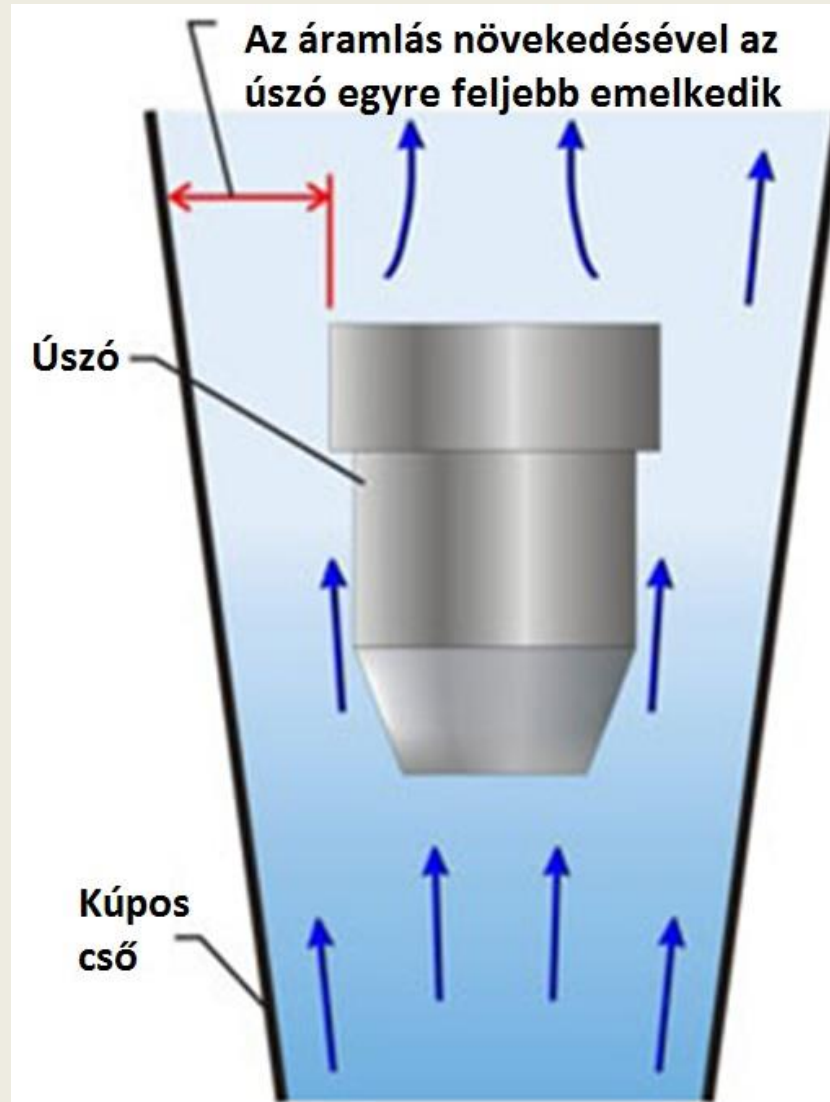
porózus lemez

A fluidizátor keresztmetszeti felülete

A fluidizáció gyakorlata

A fluidizációs készülék tartozékai

Rotaméter



A fluidizáció gyakorlata

A fluidizációs készülék tartozékai

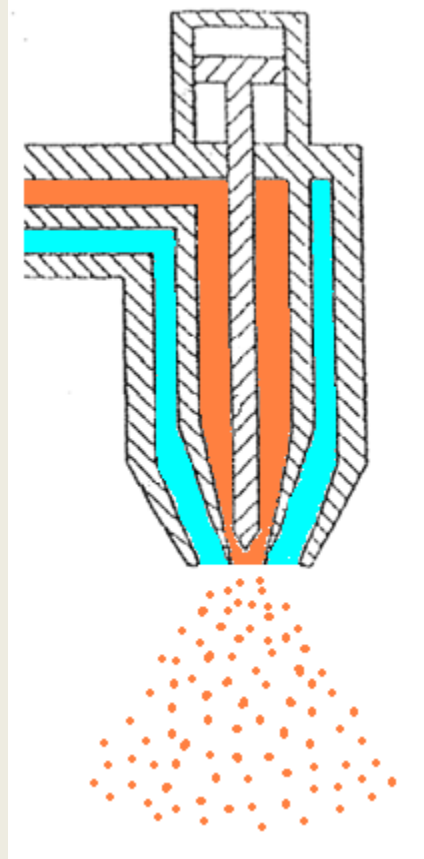
Fluidizációs levegő nyomás-szabályozó szelepe



A fluidizációs készülék tartozékai

Porlasztó fej

granuláló folyadék
porlasztó levegő



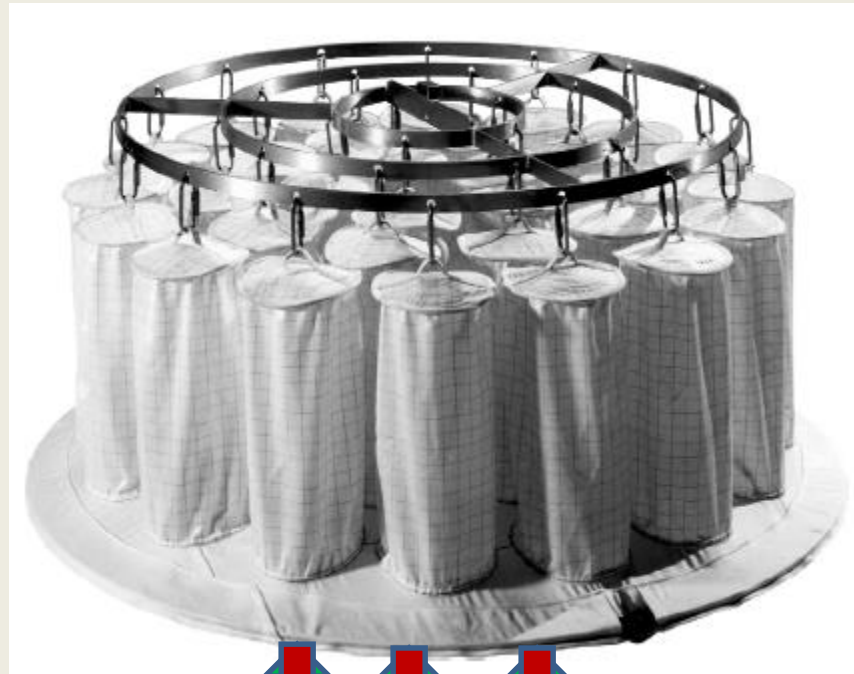
több porlasztó fejes
porlasztó

A fluidizáció gyakorlata

A fluidizációs készülék tartozékai

Porzsák

por felfogása



ürítés

A fluidizáció alkalmazása

A fluidizáció gyakorlata

Laboratóriumi fluidizációs készülék és irányító központja



A fluidizáció gyakorlata

Laboratóriumi fluidizációs készülék és irányító központja



A fluidizáció gyakorlata

Ipari fluidizációs készülék

- 30 kg



● 60 kg



léptéknövelés

● 120 kg



● 250 kg



A fluidizáció gyakorlata

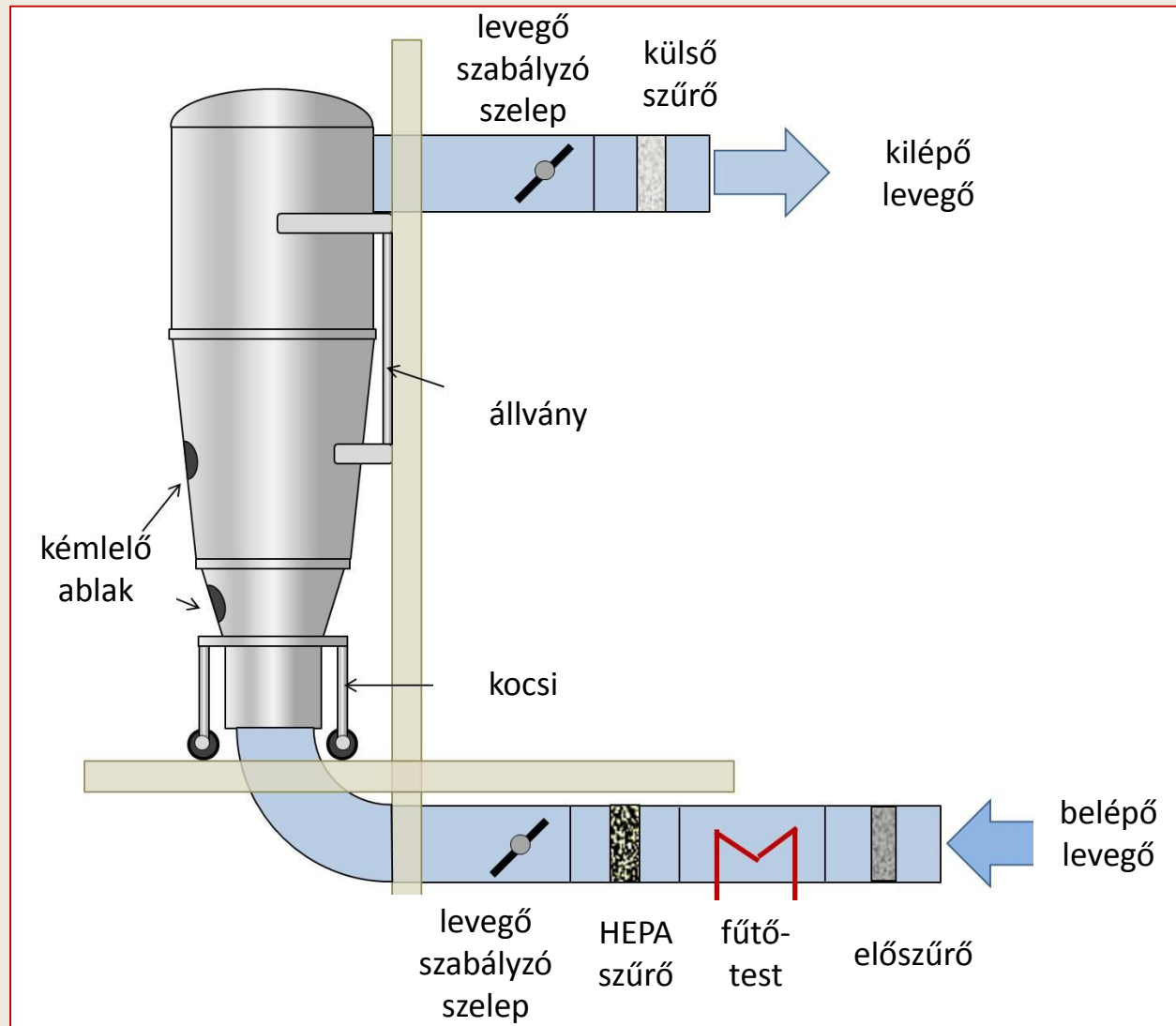
Szakaszos üzemű ipari fluidizációs berendezés



Glatt granuláló

A fluidizáció gyakorlata

Ipari fluidizáló berendezés



Fluidizáció célja

A szilárd szemcserendszer

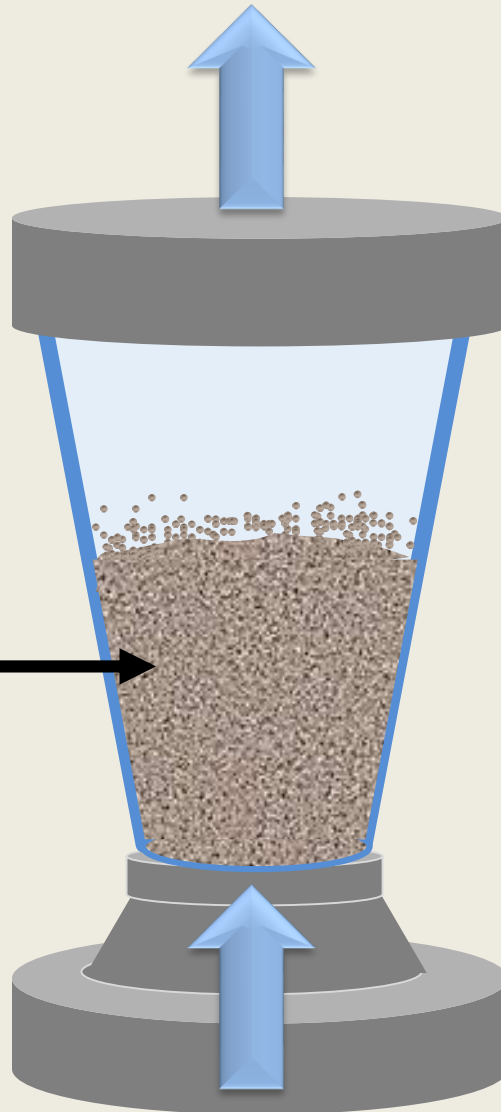
- szárítása,
- szemcsésítése (granulálása),
- bevonása (granulátum, pellet, minitabletta).

Száritás

A fluidizáció gyakorlata

Fluidizációs szárítás

Száradó szemcsék



Levegőáramlás
iránya

Fluidizációs szárítás

előnyei

- nagy belső, érintkezési felület
- a jó hőátadás és jó keveredés következtében a hőérzékeny anyagok alacsonyabb hőmérsékleten száríthatók,
- jó anyagátadás (nedvesség folyamatos eltávozása) nedvesség-érzékeny anyagok gyors szárítása

hátrányai

- porképződés
- porkihordás
- költség

A fluidizáció gyakorlata

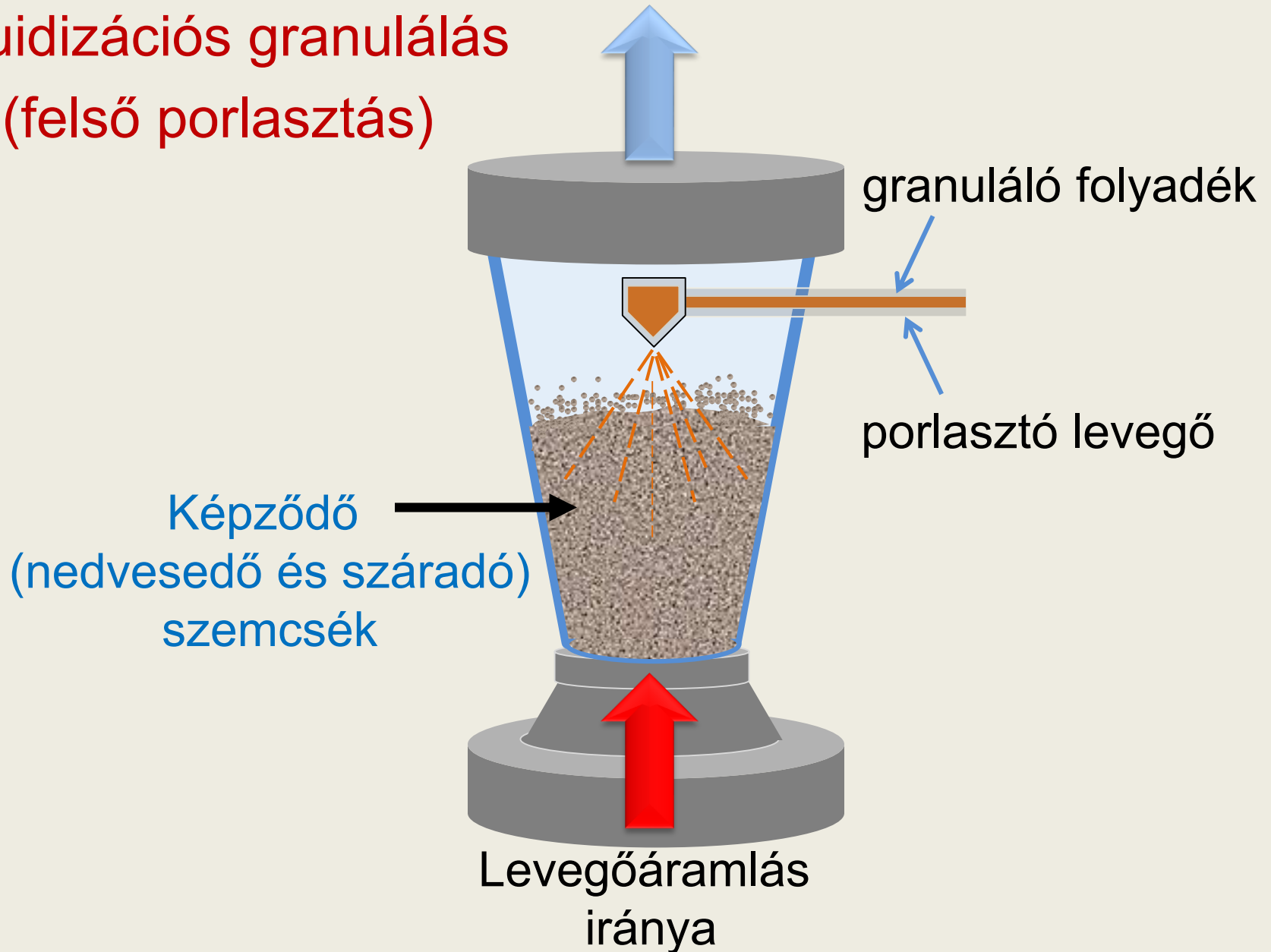
Fluidizációs szárítás



Granulálás

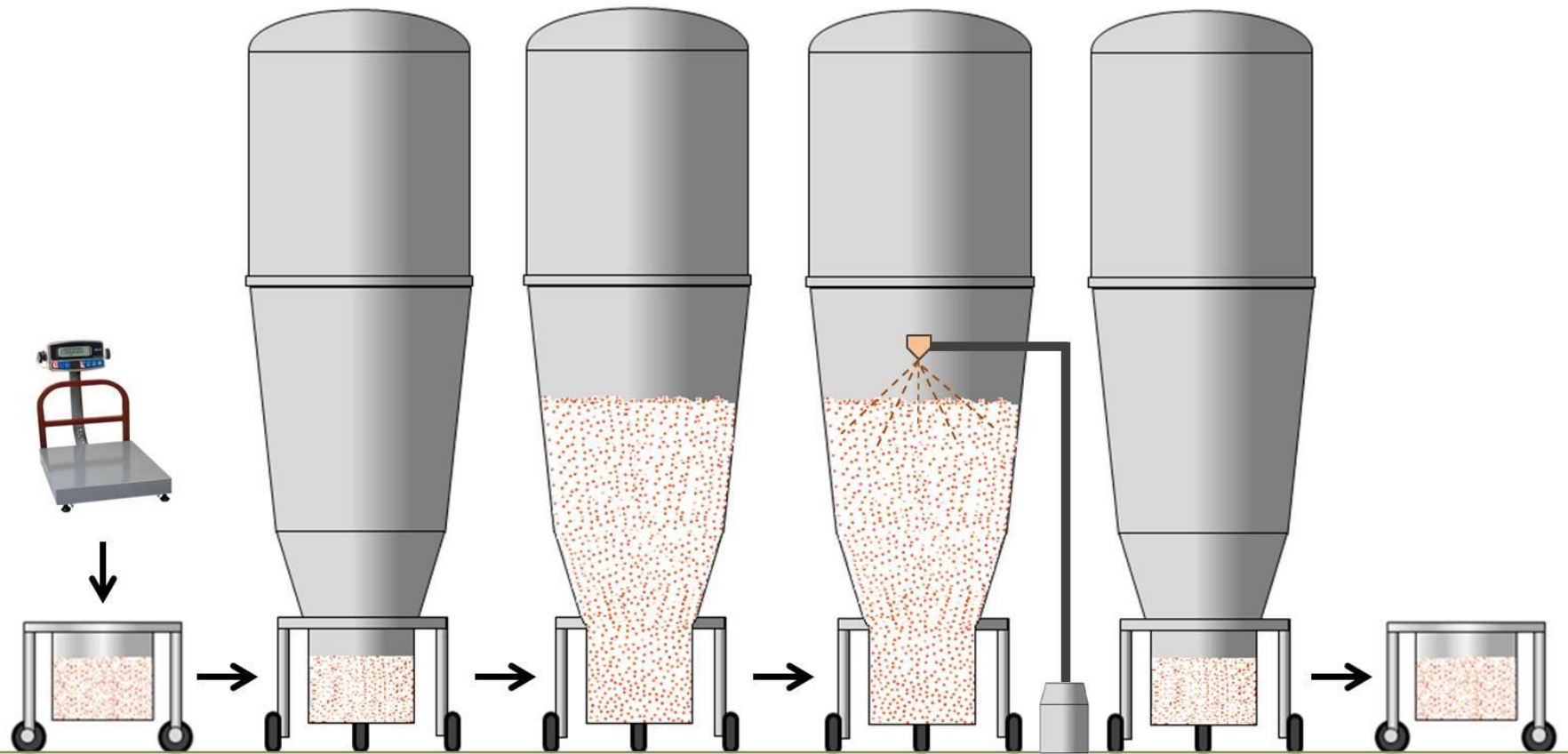
A fluidizáció gyakorlata

Fluidizációs granulálás
(felső porlasztás)



A fluidizáció gyakorlata

Ipari fluidizációs granulálás



kimérés

anyag a
készülékben

fluidizáció
kezdete

granuláló
folyadék
adagolásával
granulálás

fluidizáció
vége

száraz
végtermék

A fluidizációs granulálás

előnyei

- egy készülékbe vonja össze a granulálás műveleteit (keverés, nedvesítés, agglomeráció, szárítás) → Gyors és hatékony → javul a termelékenység
- nagy belső, érintkezési felület
(jó hőátadás, jó anyagátadás - granuláló anyaggal folyamatos nedvesedés, száradás, szemcseképződés)

hátrányai

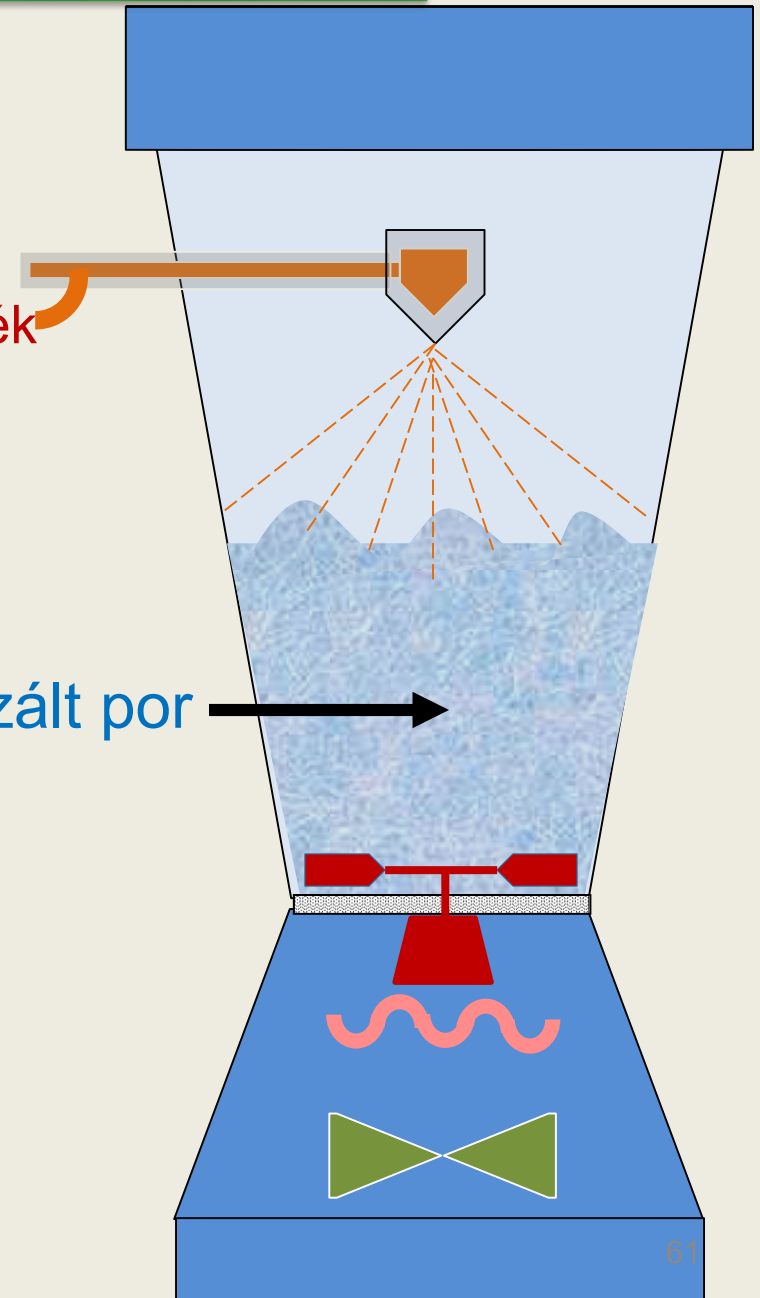
- a fluidizációs rendellenességek miatt inhomogenitás lehet
- porképződés és porkihordás
- energia költség

A fluidizáció gyakorlata

Fluidizációs granulálás
belső keverővel
a szétfajtázódás
megakadályozására

granuláló folyadék

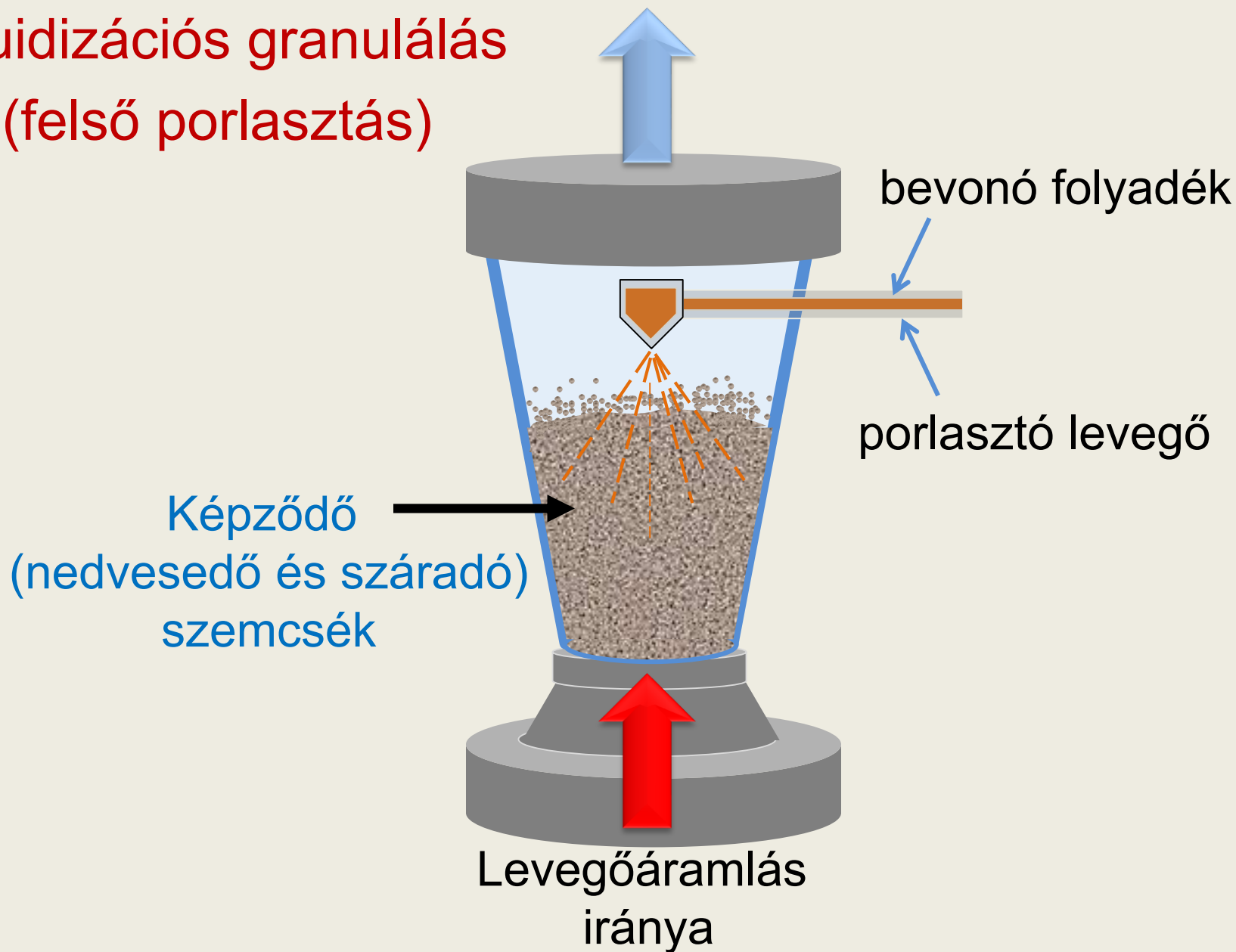
fluidizált por



Bevoňás

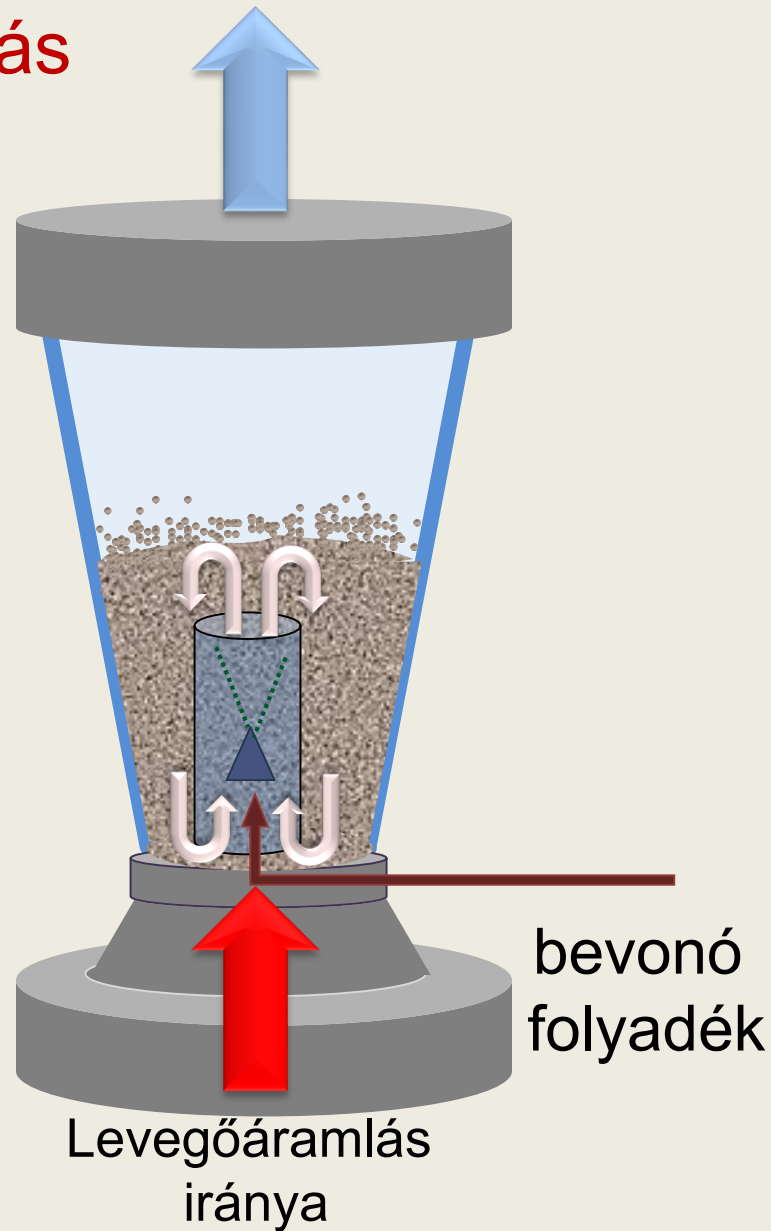
A fluidizáció gyakorlata

Fluidizációs granulálás
(felső porlasztás)



A fluidizáció gyakorlata

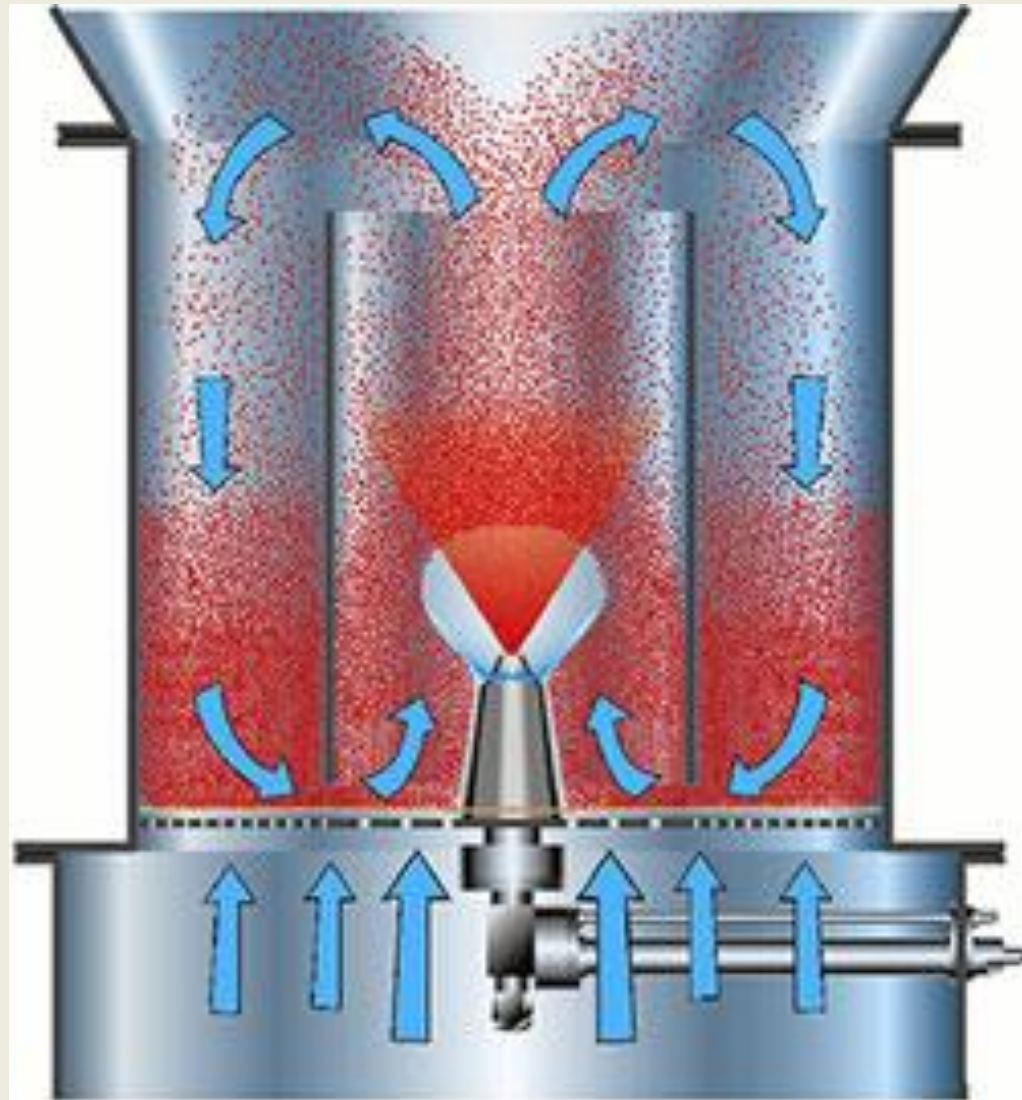
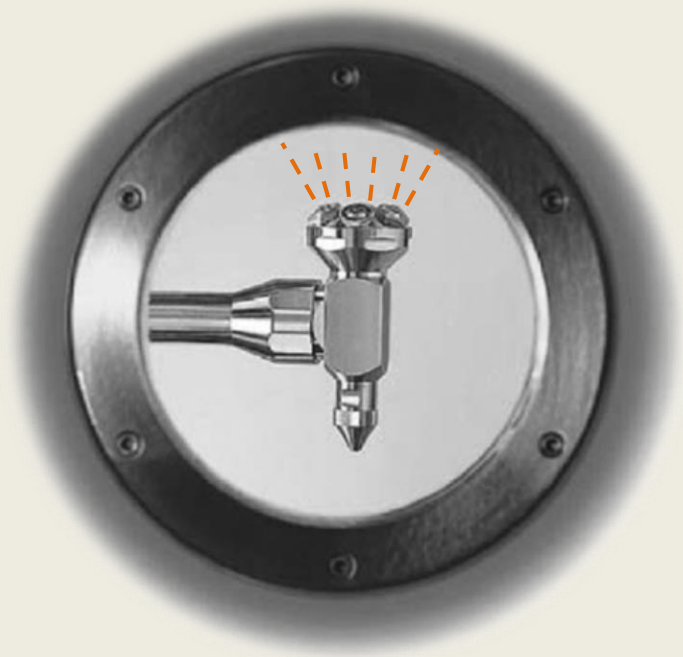
Fluidizációs granulálás
(alsó porlasztás)
Wurster rendszer



A fluidizáció gyakorlata

Fluidizációs bevonás

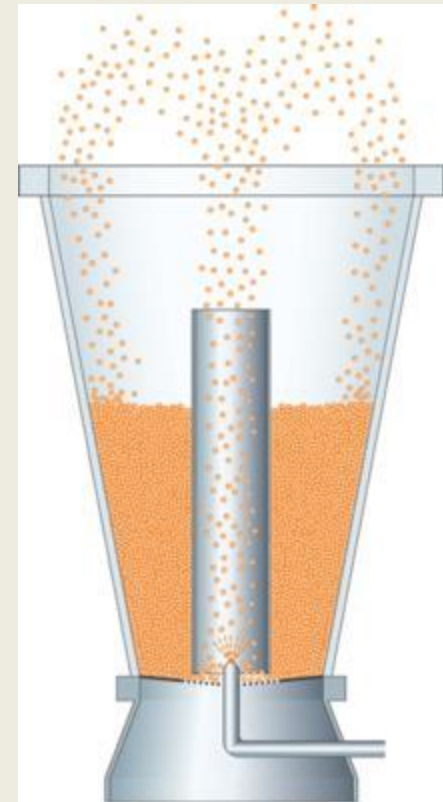
alsó porlasztással
(Wurster feltét)



A fluidizáció gyakorlata

Fluidizációs bevonás

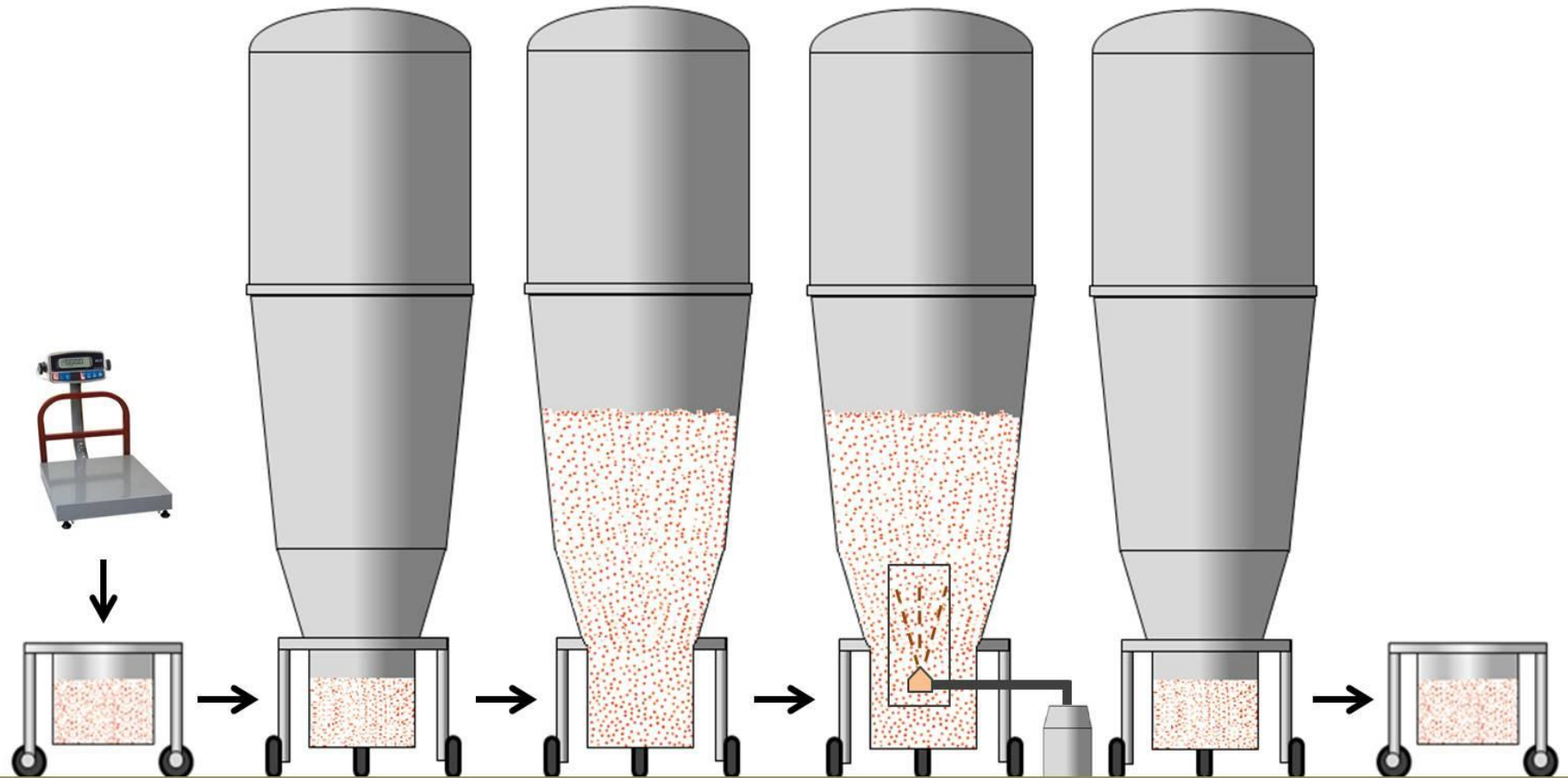
alsó porlasztással
(Wurster feltét)



Precision-Coater™

A fluidizáció gyakorlata

Ipari bevonó berendezés



mérés

anyag a
berendezésben

fluidizálás
kezdete

bevonás

művelet
véget

végtermék

A fluidizációs bevonás

előnyei

- egy készülékbe vonja össze a bevonási műveleteket (keverés, nedvesítés, rétegezett bevonat képzés, szárítás)
- nagy belső, érintkezési felület
- jó hőátadás
- jó anyagátadás (bevonó anyaggal folyamatos nedvesedés és száradás)

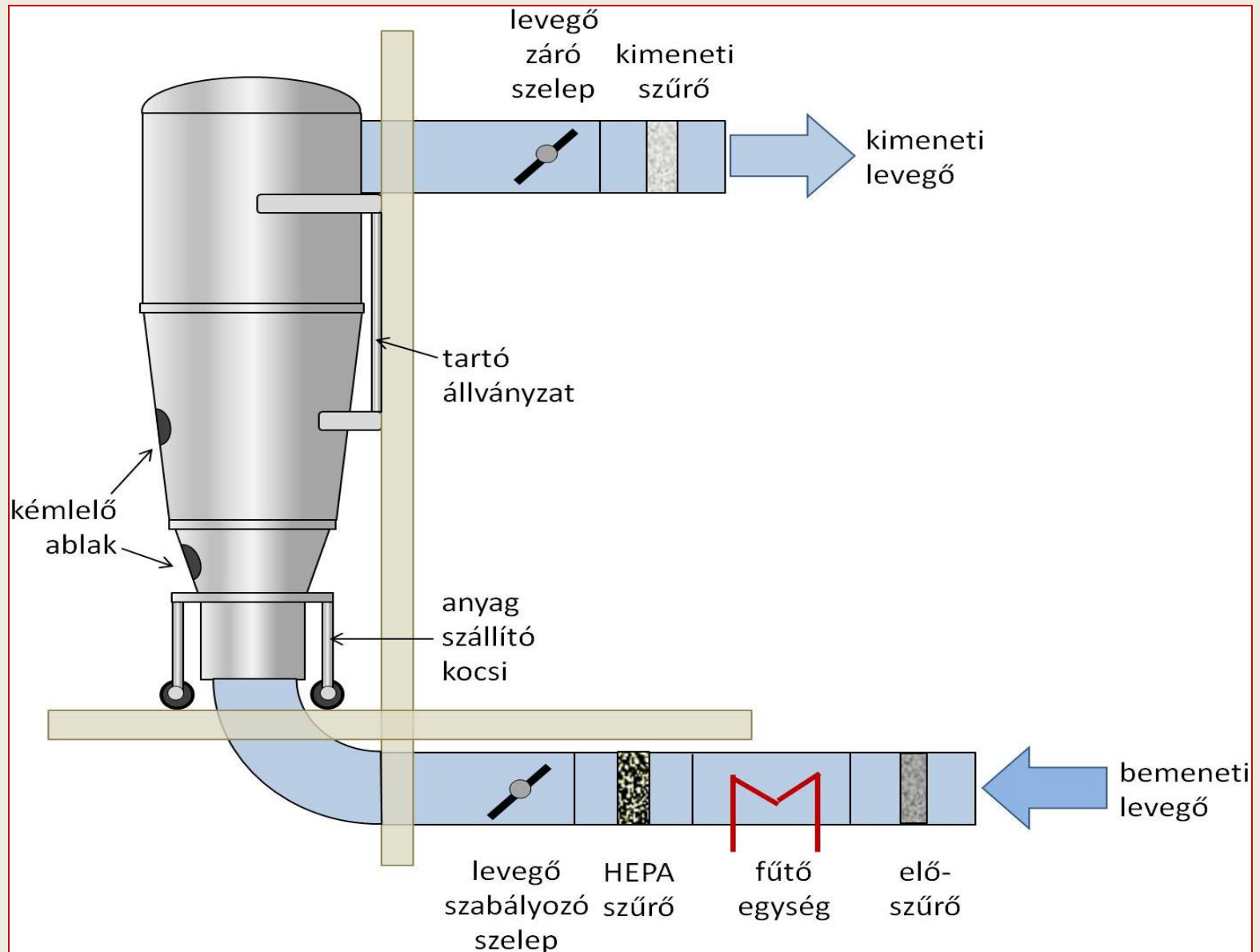
hátrányai

- a fluidizációs rendellenességek miatt inhomogenitás lehet
- energiaköltség
- ragadás,
- bevonat sérülés

Szakaszos és folyamatos műveletek

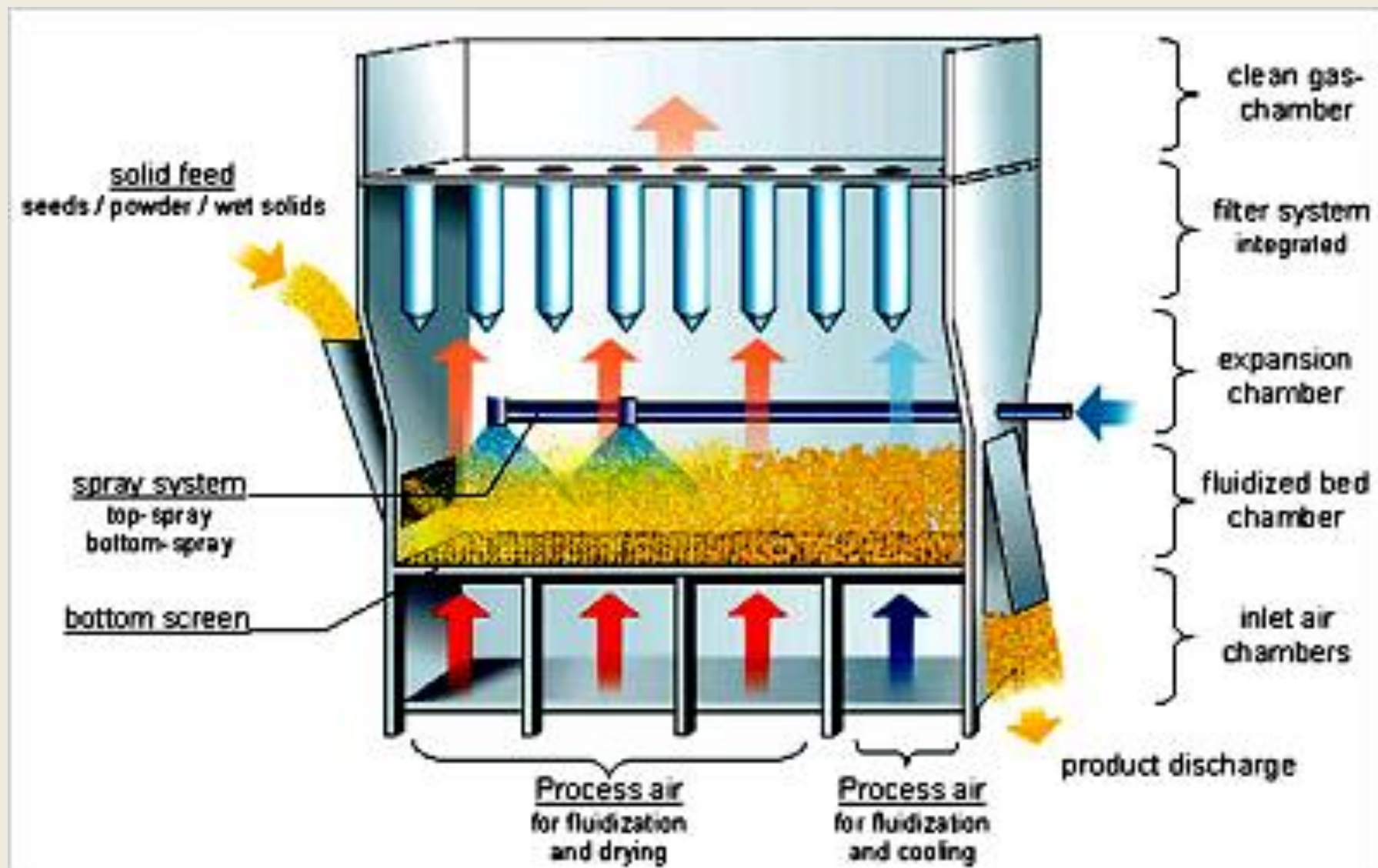
A fluidizáció gyakorlata

Szakaszos üzemű ipari fluidizációs berendezés elhelyezése



A fluidizáció gyakorlata

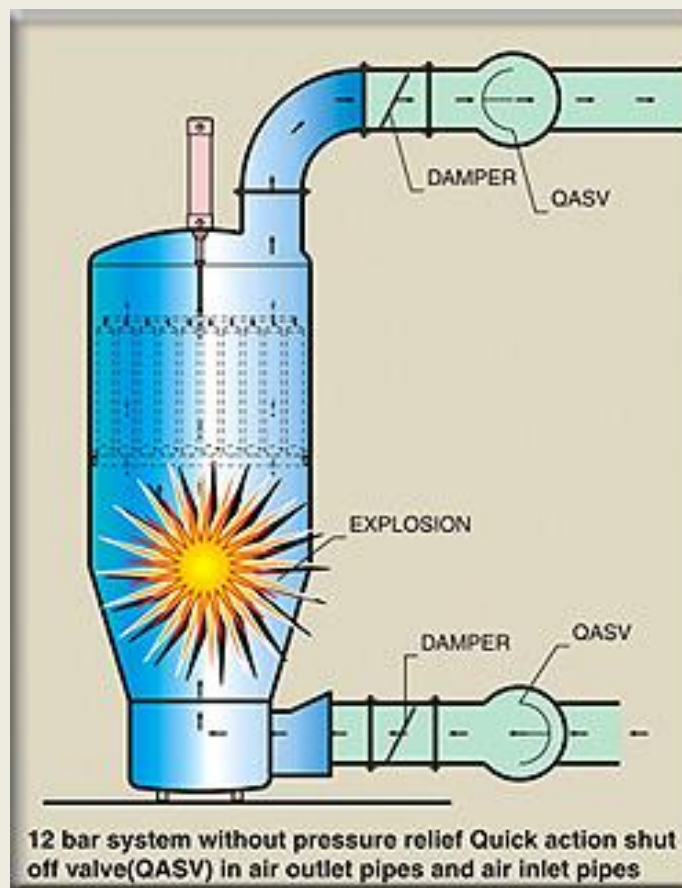
Folyamatos üzemű ipari fluidizációs berendezés



A fluidizáció gyakorlata

Biztonságtechnika

PORROBBANÁS VESZÉLYE



Köszönöm a figyelmet!