

# **KEVERÉKEK ÁRAMLÁSA**

## **1. előadás**

**Dr. Váradi Sándor**

**Egyetemi docens**

# Osztályozás

---

- **Pneumatikus szállítás:**  
szilárd anyag – gáz
- **Hidraulikus szállítás:**  
szilárd anyag - folyadék

# Történeti áttekintés

- 1800-as évek végén gabona ürítése hajóból, uszályból
- 1924: Gasterstädt – szállítási kísérleti eredmények elméleti feldolgozása
- 1951: Segler – az első pneumatikus szállítási könyv megjelenése

Barth a Karlsruhei egyetem  
professzora

Pattantyús Á. G. prof. (Vízgépek)

# Felhasználási terület

---

- Üzemen belüli anyagszállítás, tárolás
- Üzemek közötti szállítás



# Felhasználás gazdasági ágazat szerint

- **Élelmiszeripar**
  - Malomipar, gabonafélék, keveréktakarmány, cukorgyári anyagok, tápszer
- **Vegyipar**
  - Gyógyszer, mosószer alapanyagok, növényvédőszer, műanyagfeldolgozás poros ill. szemcsés alapanyagai
- **Építőanyagipar**
  - Cement, égetett mész, mészkőliszt, homok
- **Erőművek**
  - Pernye, ágyhamu, homok, mészkőliszt

# Jellemző mennyiségek 1/2

|       |  |                  |
|-------|--|------------------|
| $m_a$ | [kg/s; t/h]                            | anyag tömegáram  |
| $Q_g$ | [m <sup>3</sup> /s; m <sup>3</sup> /h] | gáz térfogatáram |
| $m_g$ | [kg/s]                                 | gáz tömegáram    |
| $D$   | [m; mm]                                | átmérő           |
| $A$   | [m <sup>2</sup> ]                      | keresztmetszet   |
| $v_a$ | [m/s]                                  | anyagsebesség    |
| $v_g$ | [m/s]                                  | gázsebesség      |
| $w$   | [m/s]                                  | relatív sebesség |

## Jellemző mennyiségek 2/2

|            |                      |                       |
|------------|----------------------|-----------------------|
| $p$        | [Pa; bar]            | nyomás                |
| $\Delta p$ | [Pa; bar]            | nyomáskereső          |
| $\mu$      | [-]                  | keverési arány        |
| $P$        | [W]                  | teljesítmény          |
| $e$        | [J/kgm]              | fajlagos energia      |
| $\rho$     | [kg/m <sup>3</sup> ] | sűrűség, koncentráció |
| $s$        | [-]                  | szlip                 |

# Pneumatikus szállítóberendezések osztályozása/csoportosítása 1/3

## a. A légszállító gép nyomása szerint

- Kisnyomású  $\Delta p < 0.1$  bar
- Középnomású  $\Delta p = 0.1 - 1$  bar
- Nagynomású  $\Delta p > 1$  bar

## b. A keverék minősége/koncentrációja, az áramkép szerint ( $\mu$ -keverési arány)

- Hígáram  $\mu < 10$
- Átmeneti állapotú szállítás  $\mu = 10 - 30$
- Sűrűáram  $\mu > 30$



# Pneumatikus szállítóberendezések osztályozása/csoportosítása 2/3

## c. A működési elv szerint

- Szívóüzemű
- Nyomóüzemű
- Vegyes üzemű
- Nyitott rendszerű
- Zárt rendszerű

## d. A szállítócső helyzete szerint

- Vízszintes
- Függőleges
- Ferde (emelkedő vagy lejtő)

# Pneumatikus szállítóberendezések osztályozása/csoportosítása 3/3

## e. Az üzemmód szerint

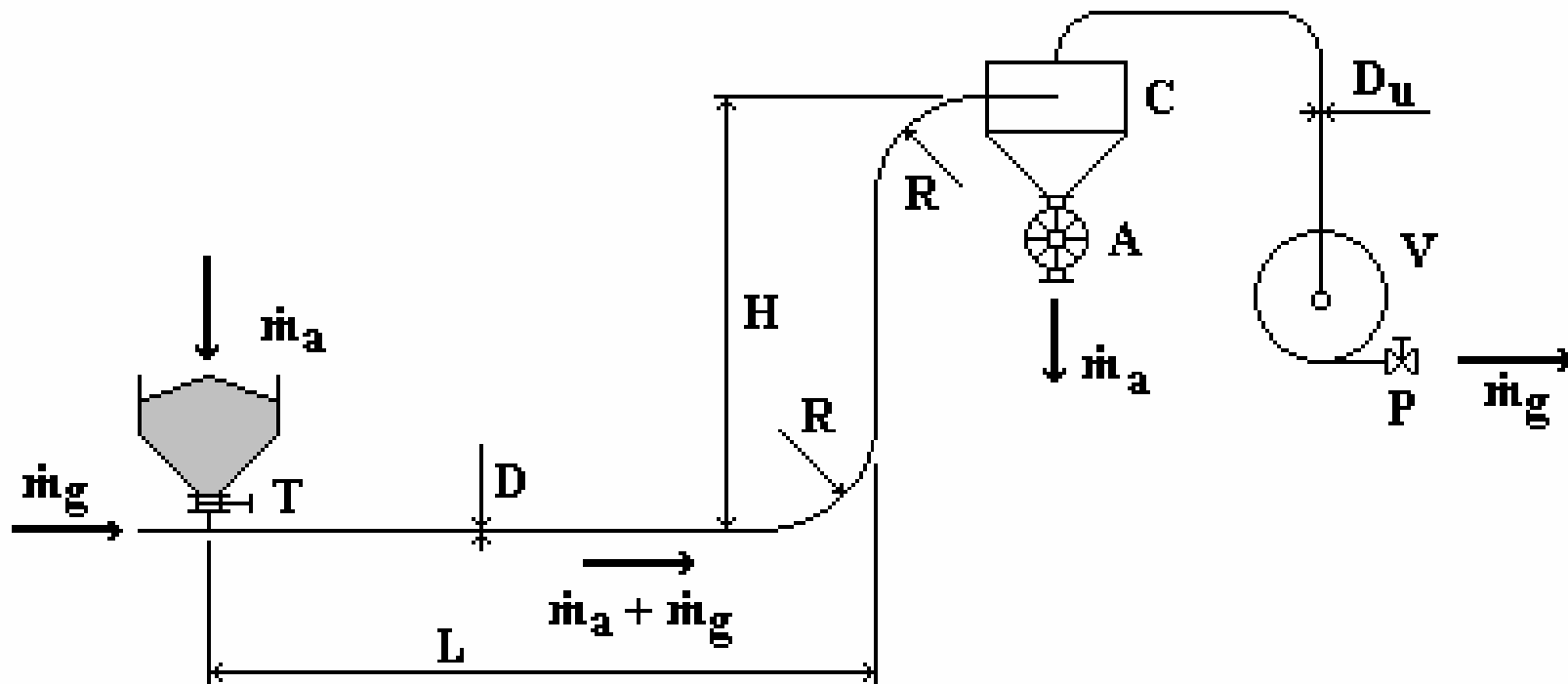
- Szakaszos működésű
- Folyamatos működésű

## f. Az automatizálás foka szerint

- Kézi működtetésű
- Félautomatikus
- automatikus

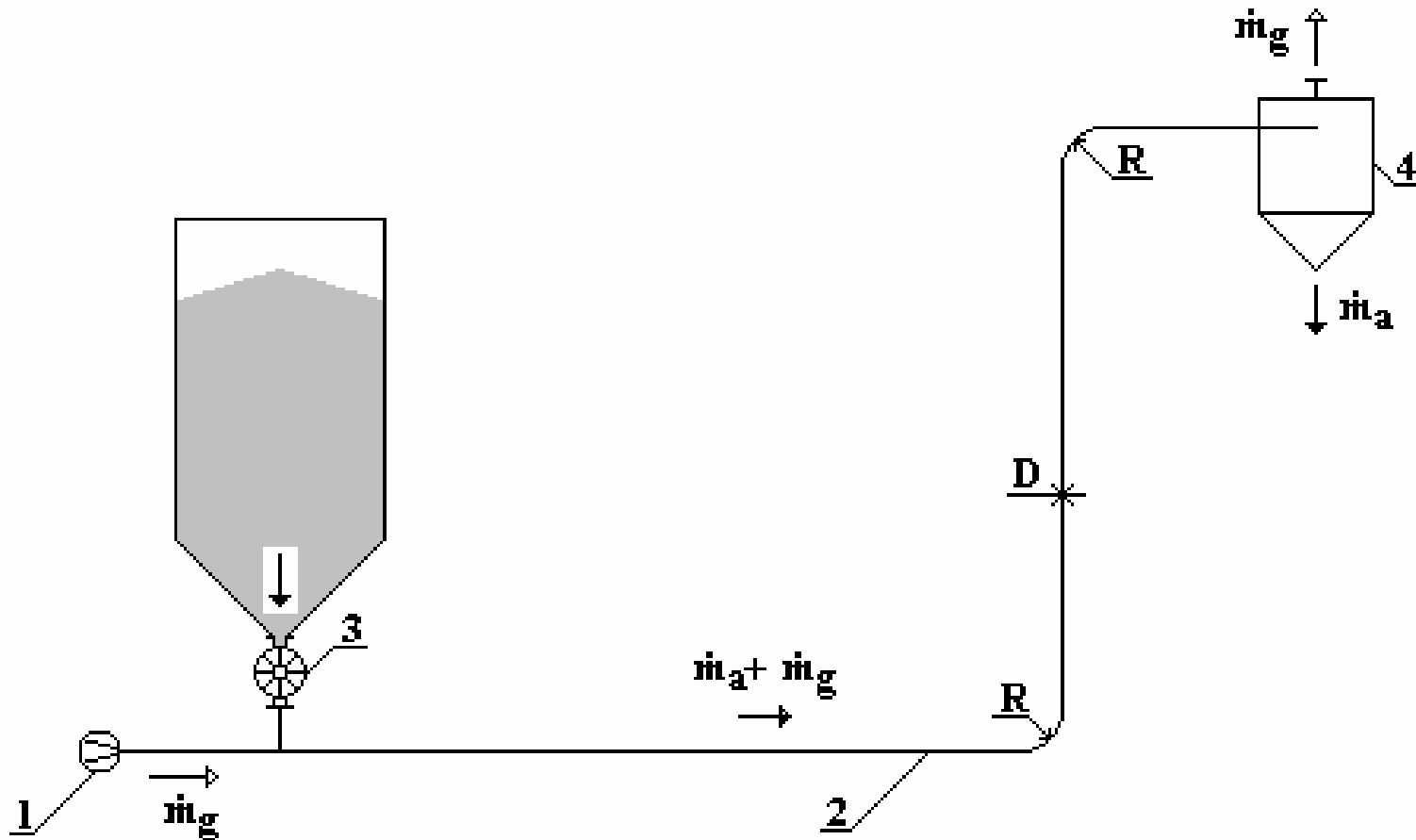
# Tipikus berendezésfajták: Hígáramú szívóüzemű berendezés

- T – tolózár
- C – leválasztó ciklon
- A – légzáró forgócellás adagoló
- V – ventilátor
- P - pillangószelep



# Tipikus berendezésfajták: Hígáramú nyomóüzemű berendezés

1. ventilátor vagy fúvó
2. Szállítócső
3. Adagoló
4. Ciklon és tároló

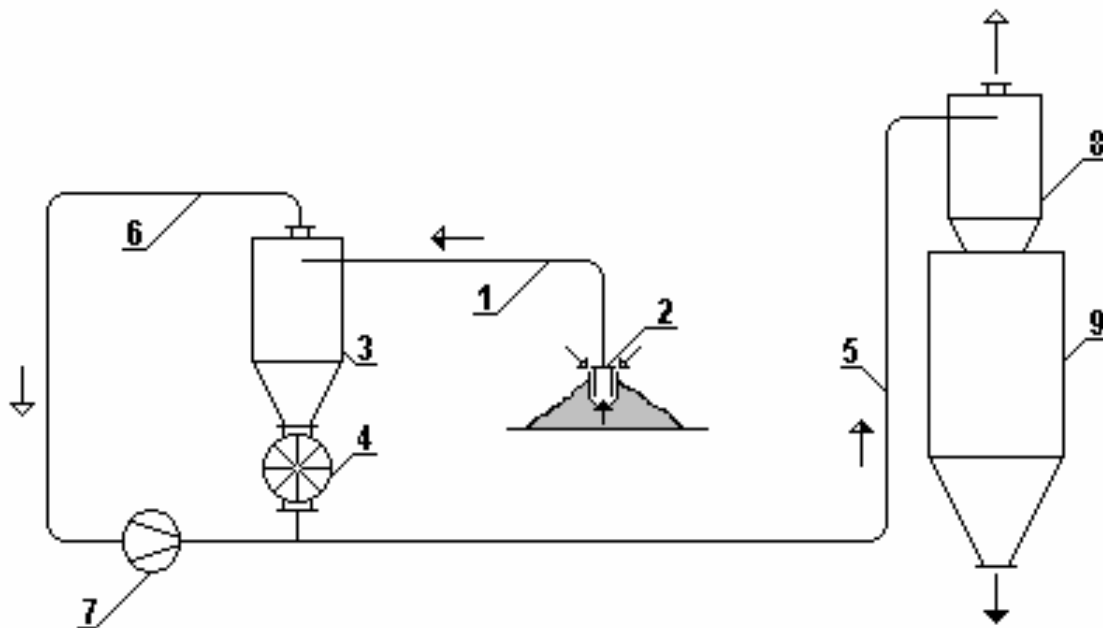




# Tipikus berendezésfajták:

## Vegyes rendszerű berendezés

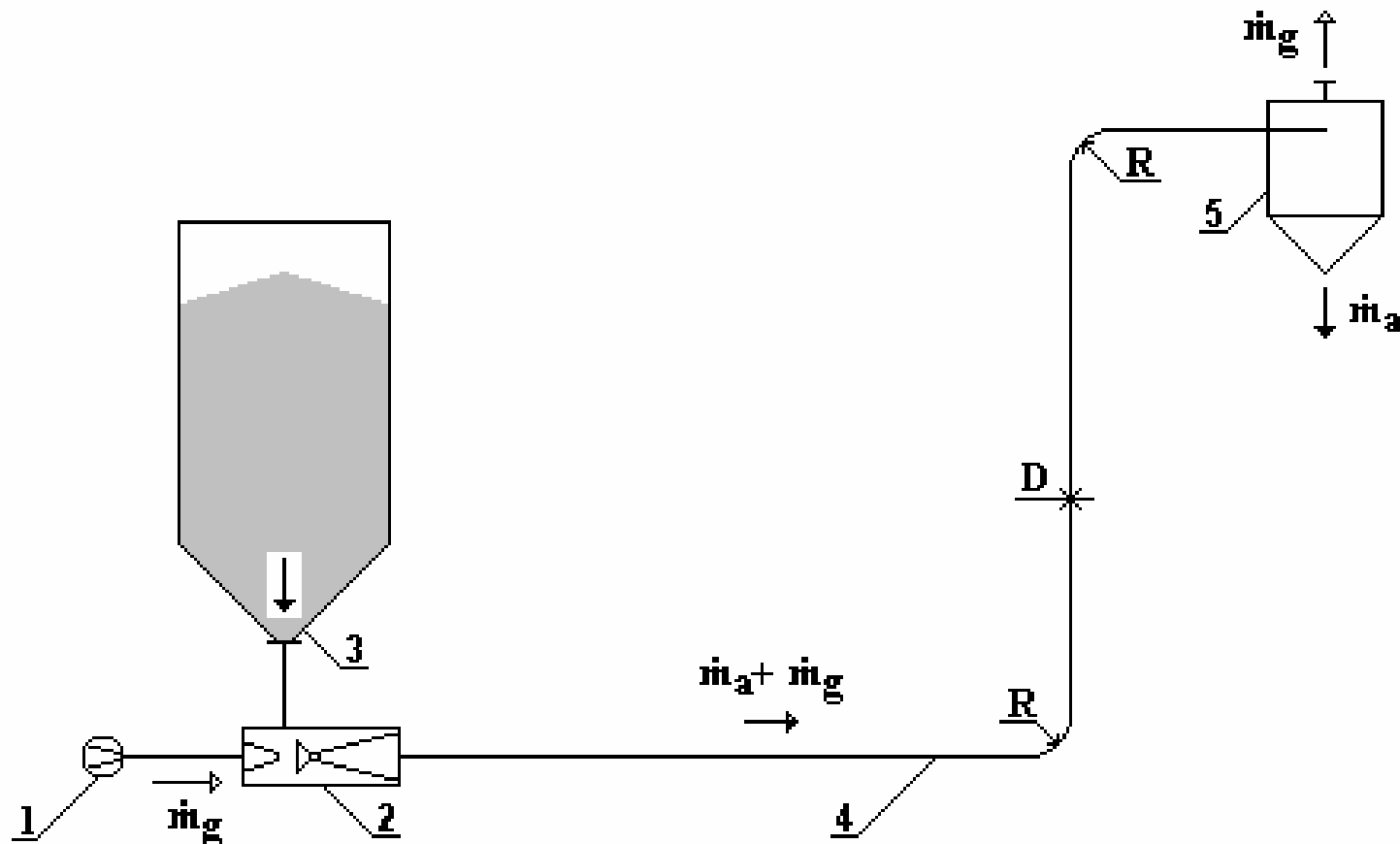
1. Szívó szállítócső
2. Szívófej
3. Ciklon
4. Adagoló
5. Nyomócső
6. Szívócső
7. Légszállító gép
8. Ciklon
9. Tároló tartály



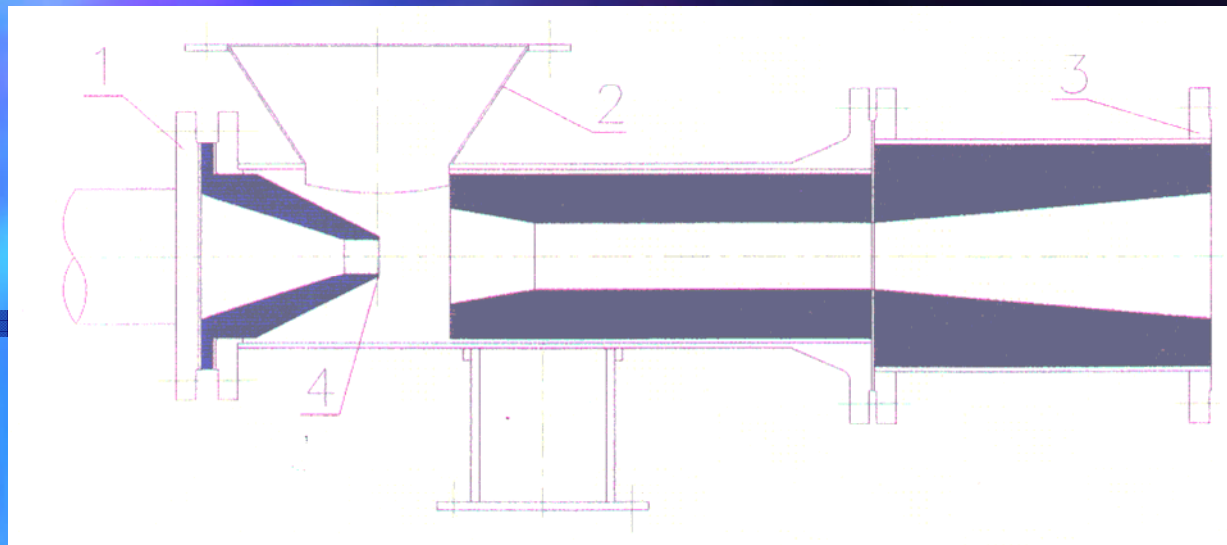
# Tipikus berendezésfajták:

## Injektoros adagolású berendezés

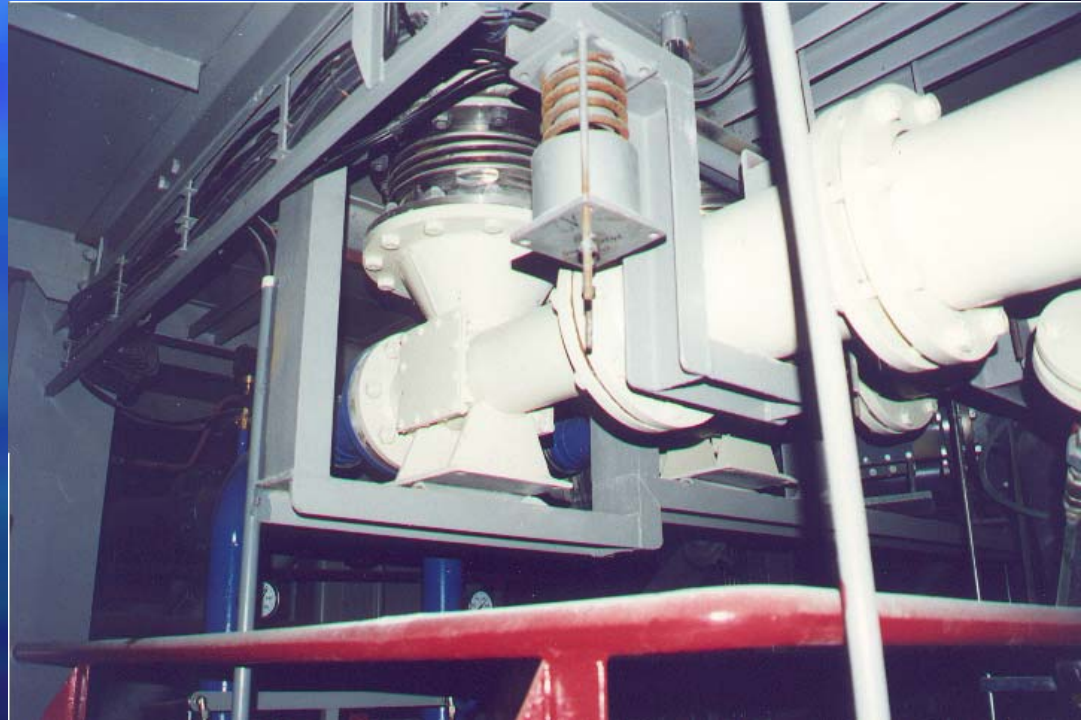
1. Fúvó
2. Injektor
3. Feladó tartály
4. Szállítócső
5. Ciklon



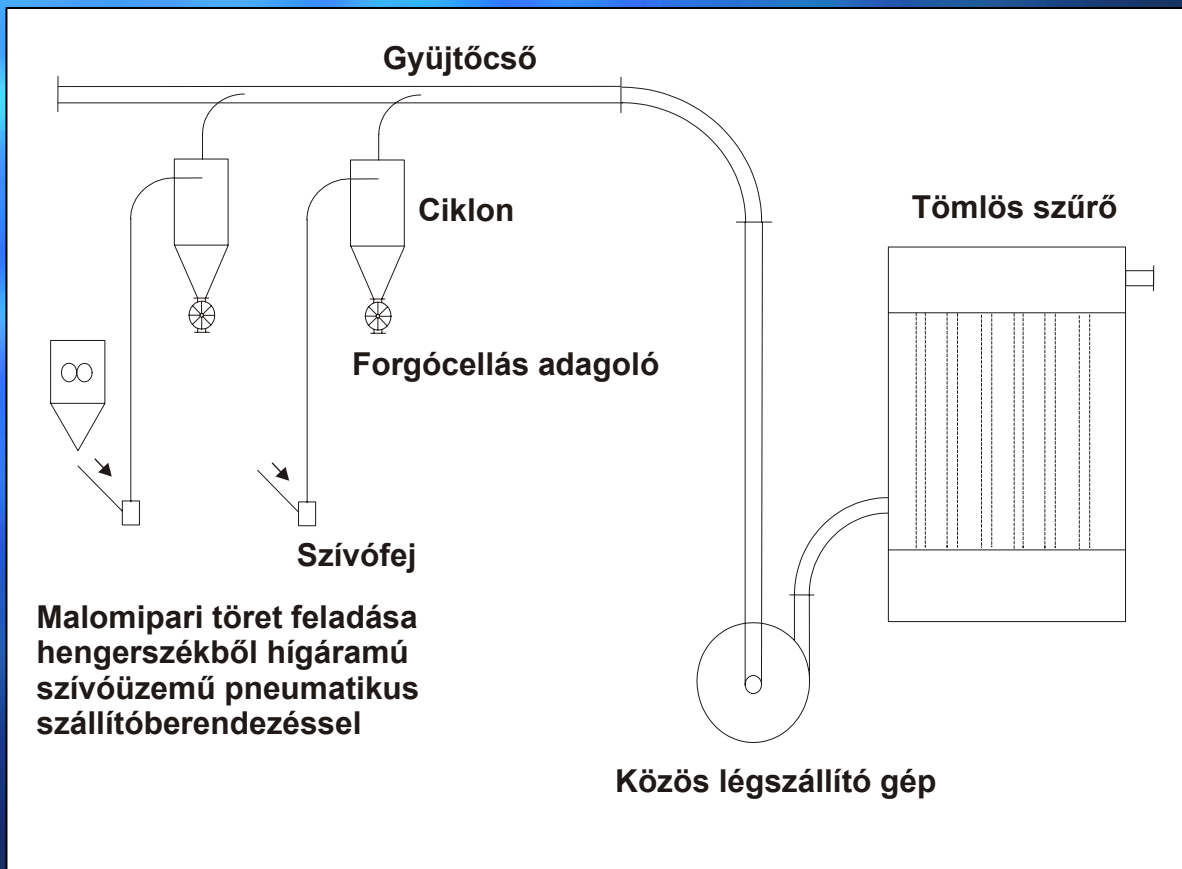
# JET PUMP



- ① Air connection
- ② solid material inlet
- ③ conveying pipe connection
- ④ nozzle

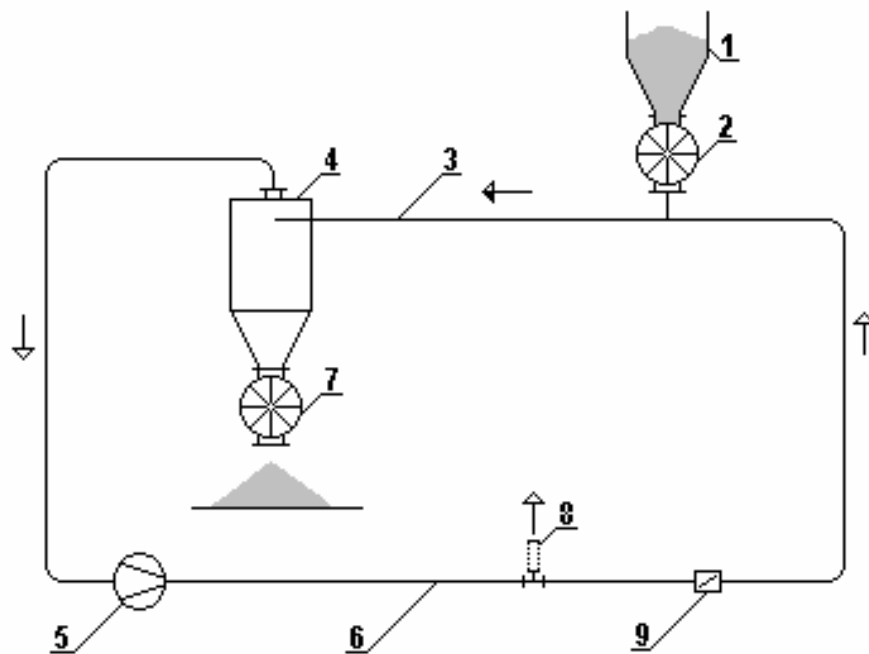


# Tipikus berendezésfajták: Párhuzamos szívóüzemű berendezés



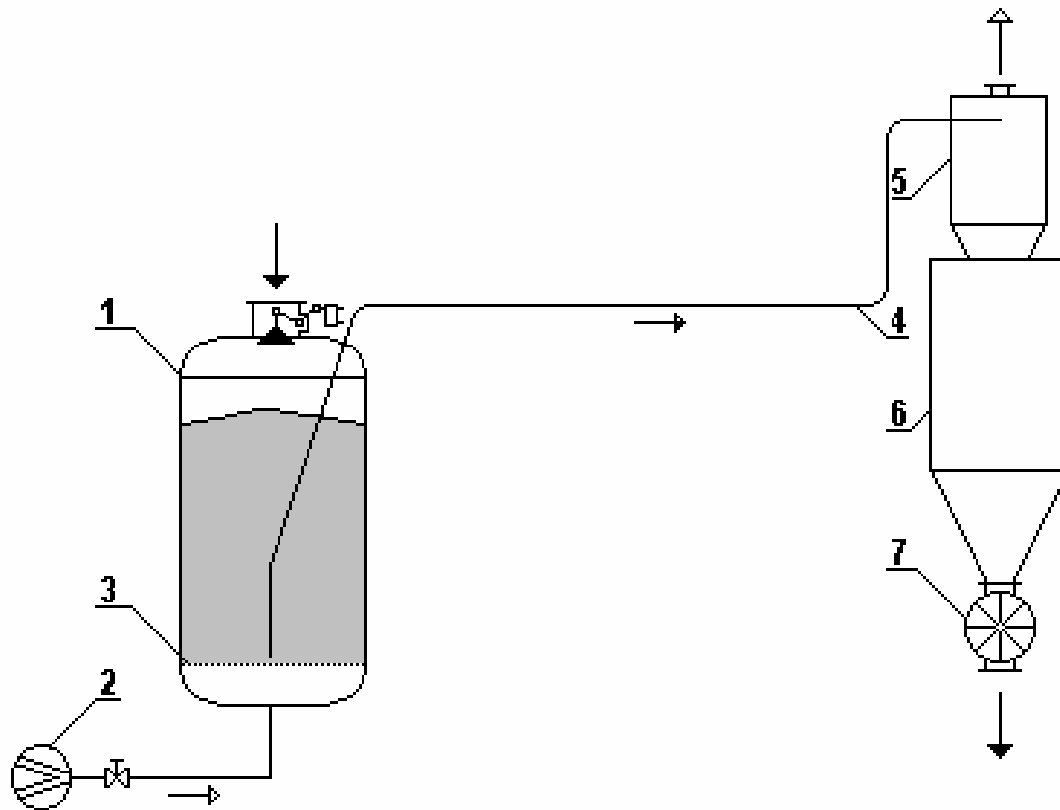


# Tipikus berendezésfajták: Recirkulációs rendszer



1. Feladógarat
2. Forgócellás adagoló
3. Szállítócső
4. Ciklon
5. Légszállító gép
6. Nyomóvezeték
7. Légzáró anyagleadó
8. Szűrő
9. Pillagó szelep

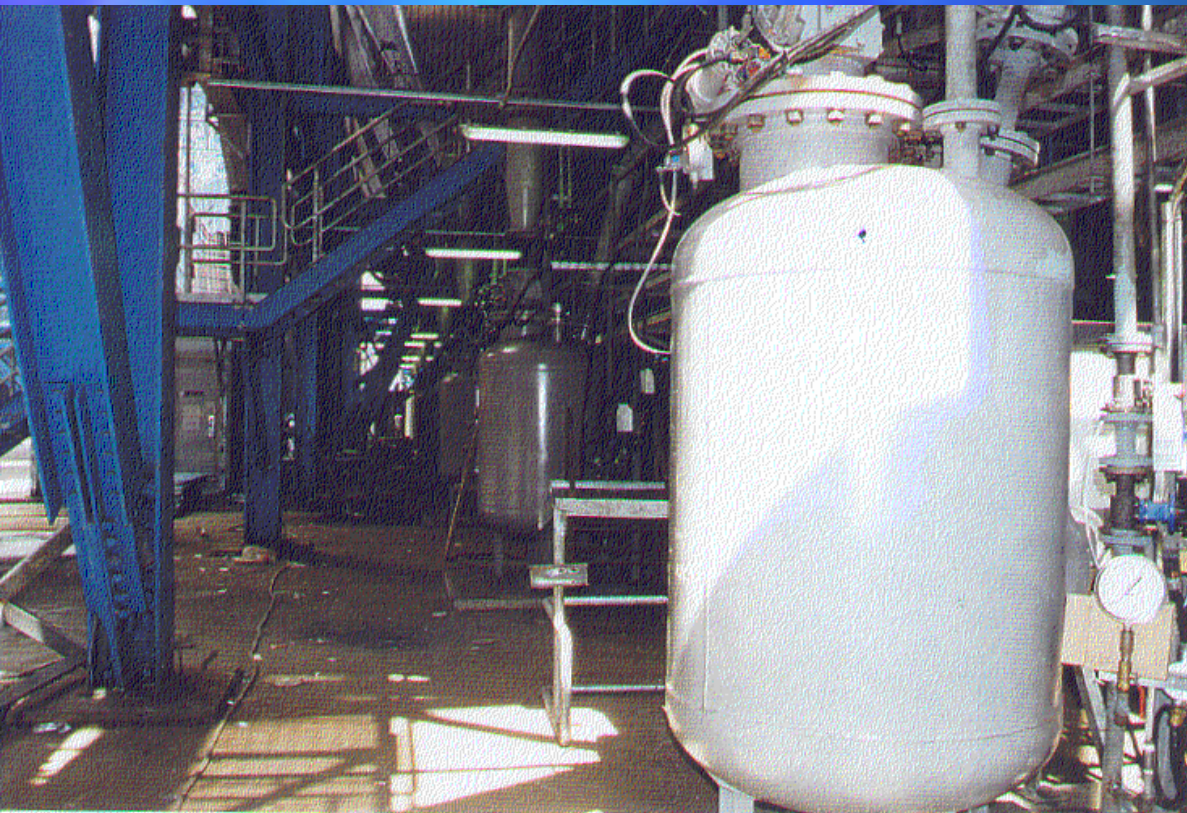
# Tipikus berendezésfajták: Sűrűáramú nyomótartályos berendezés



1. Nyomótartály
2. Kompresszor
3. Lazítóbetét
4. Szállítócső
5. Ciklon
6. Gyűjtőtartály
7. Forgócellás adagoló

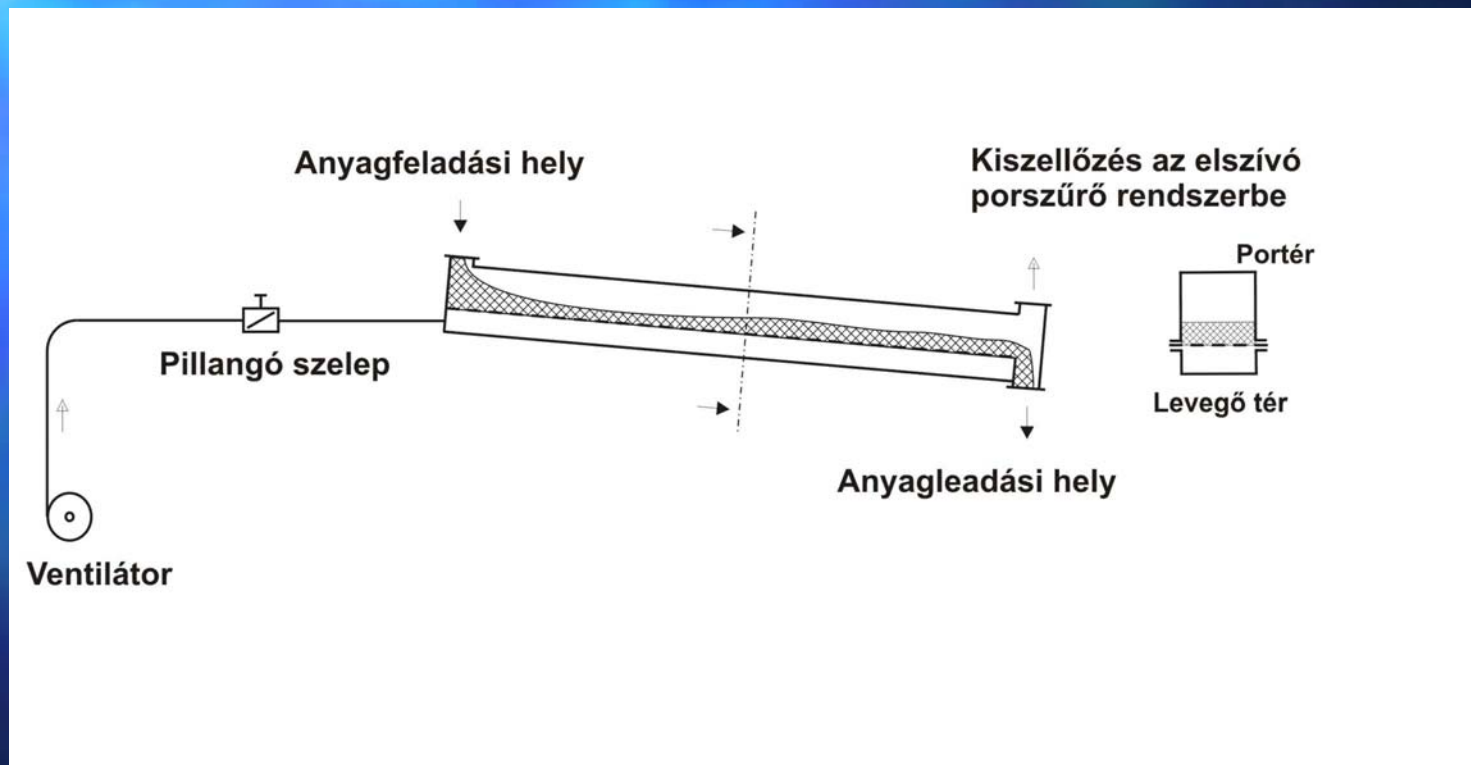
Anyag-adagok  
szakaszos  
szállítására  
alkalmas

# Nyomótartályok telepítése





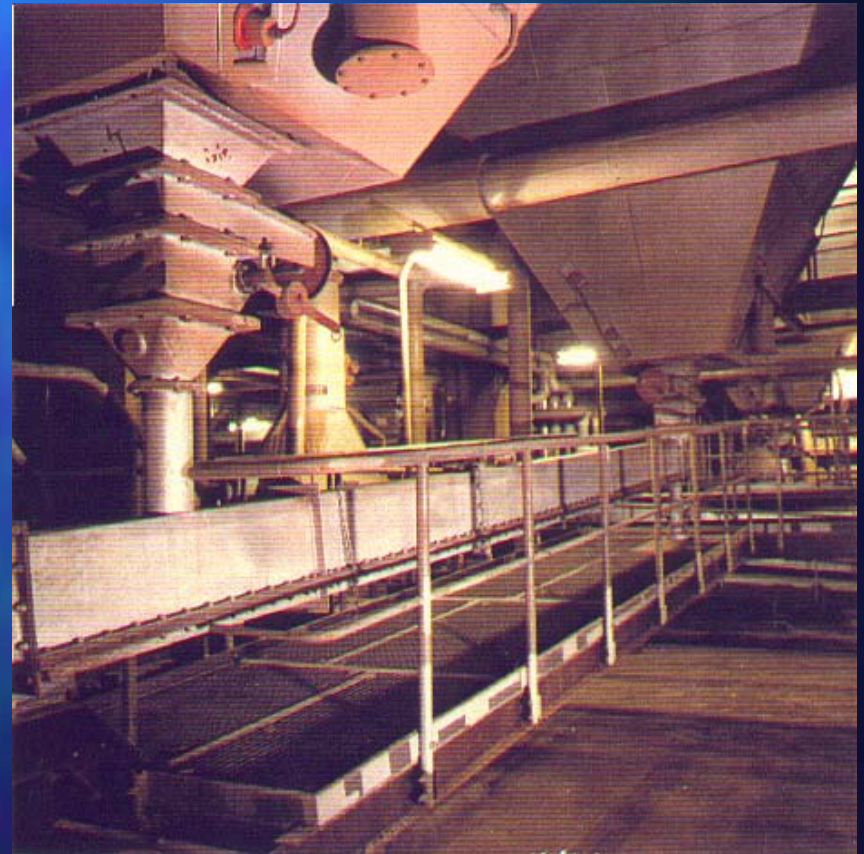
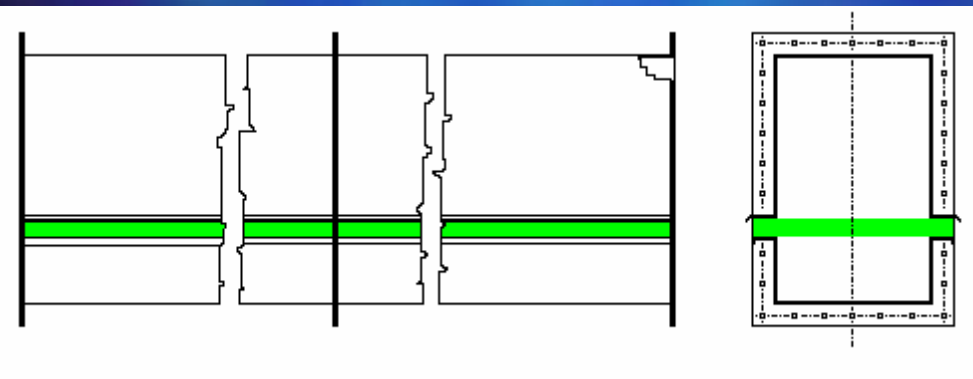
# Aerációs csatorna





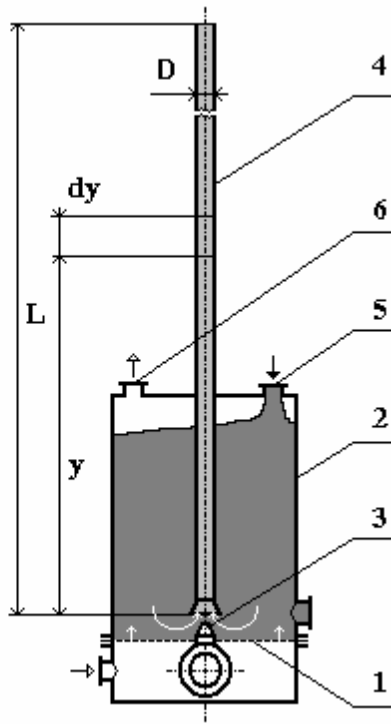
# Air slide channels under ESP hoppers

- Lower air distribution duct
- distribution layer
- upper collecting duct



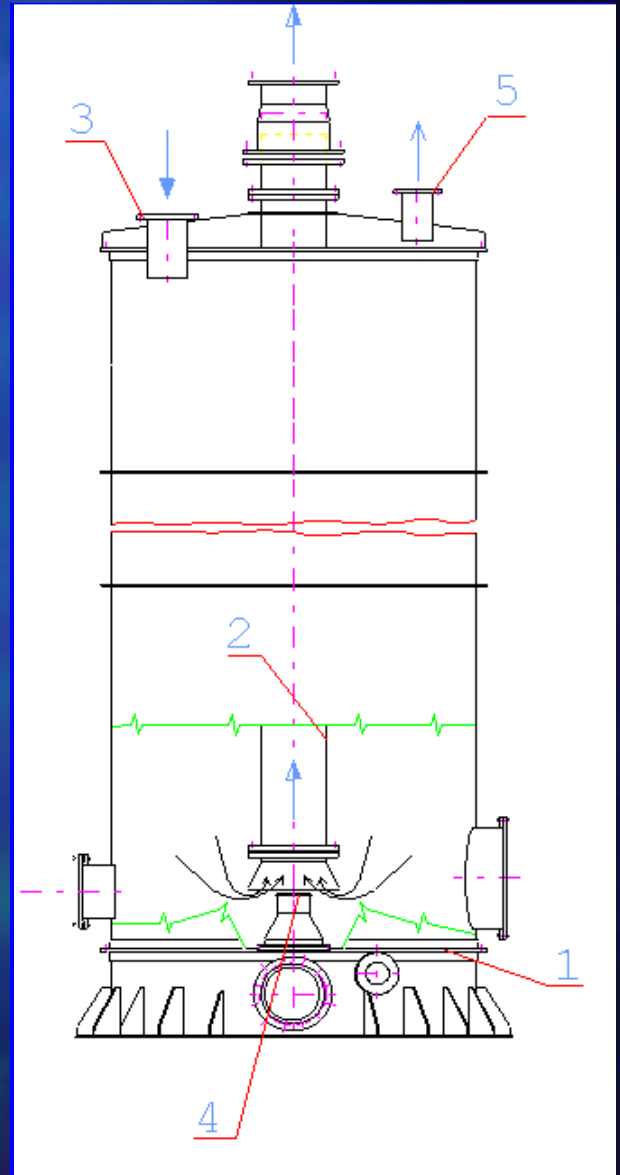
$v_{m2}; v_{g2}; P_2; \rho_{m2}$

$v_{m1}; v_{g1}; P_1; \rho_{m1}$

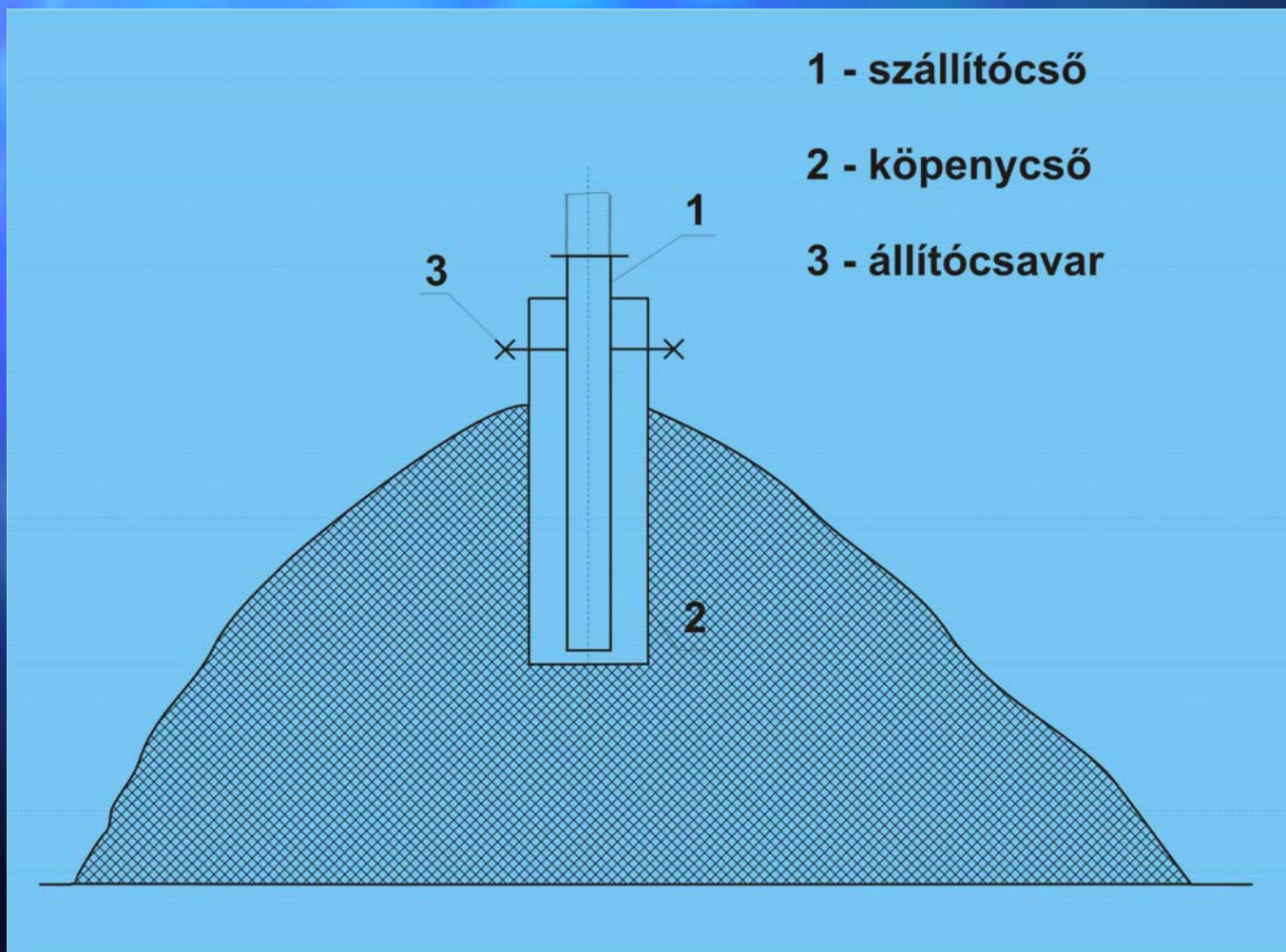


# AIR LIFT

- ❶ Distribution layer ⇒
- ❷ vertical conveying pipe ⇒
- ❸ fly ash inlet connection ⇒
- ❹ nozzle ⇒
- ❺ venting pipe connection ⇒

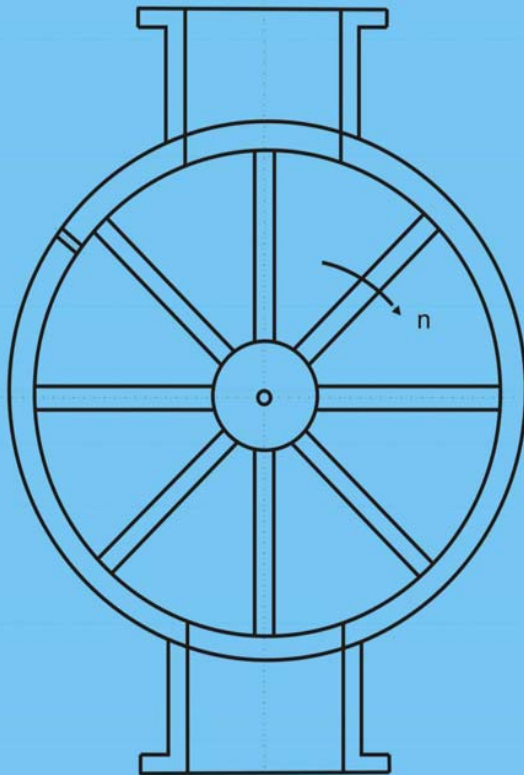


# Szerkezeti elemek: Szívófej





# Szerkezeti elemek: Forgócellás adagoló



- Csillagkerék forgórész
- $z$  [db] cella
- $\phi$  töltési fok (térkitöltési tényező)  $\phi_{\max}=0.6$
- $\rho_t$  [kg/m<sup>3</sup>] tömör anyag sűrűség
- $n=30-50$  1/min
- Erozív anyagoknál a csillagkerék lapátéleit kefével tisztítják
- $\Delta p_{\max}=1$  bar

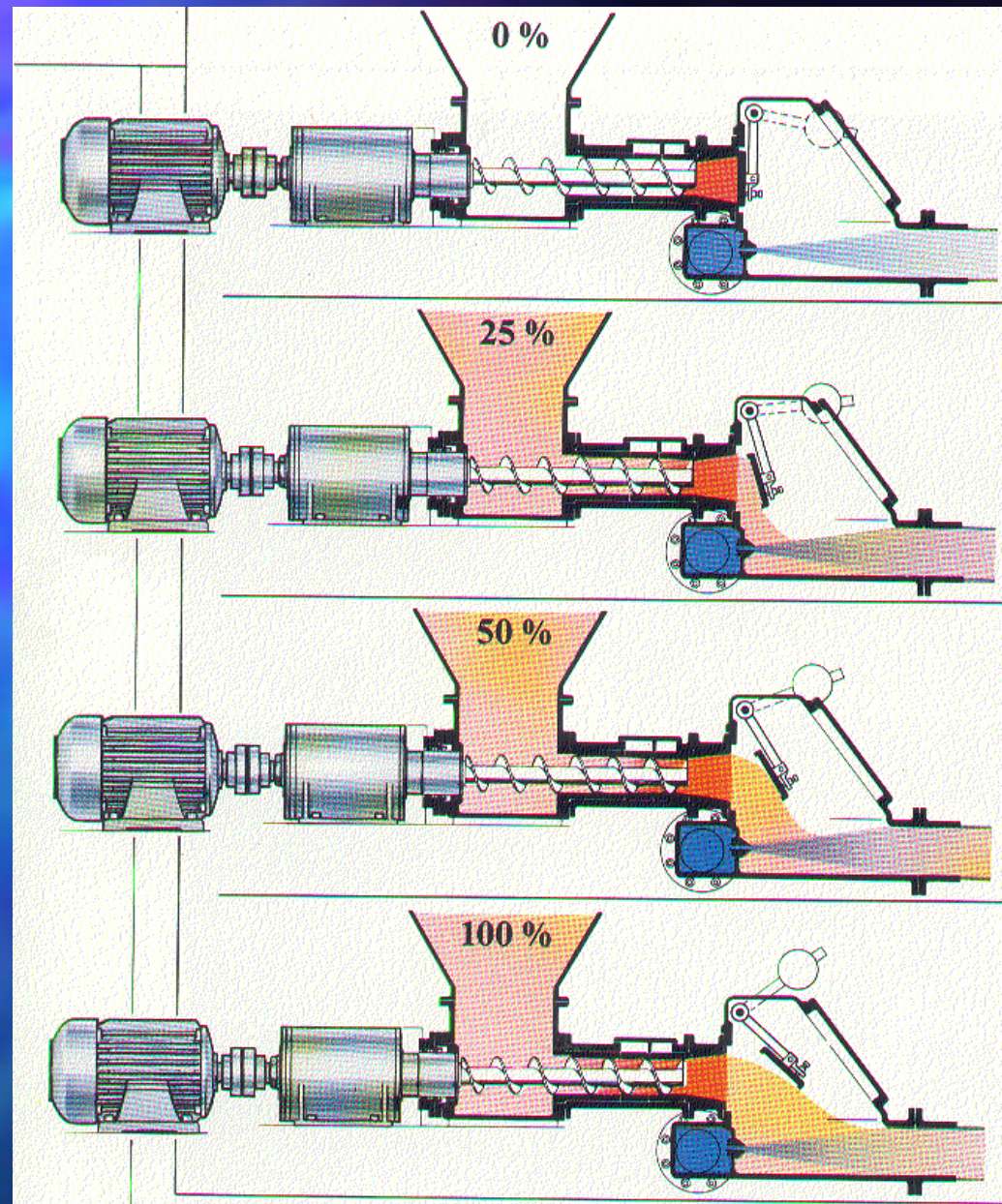
$$\dot{m}_a = \phi V \rho_t n$$

$$V = z V_1$$



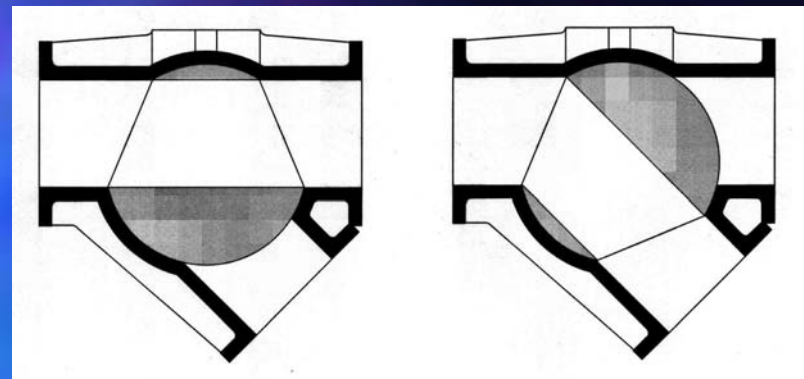
# Szerkezeti elemek: Fuller csiga

- Nagyobb nyomáskülönbség ellenében történő anyagbeadásra  $\Delta p < 3\text{bar}$





# Szerkezeti elemek: Kétfelé váltó



**TB** Heavy duty Plug Diverter Valve  
for all types of pneumatic  
conveying.



**FDP** Flap Diverter Valve.



**FVF** Fill-Vent Diverter Valve.



**FDP/A**  
Flap Diverter Valve



# Harangszelep

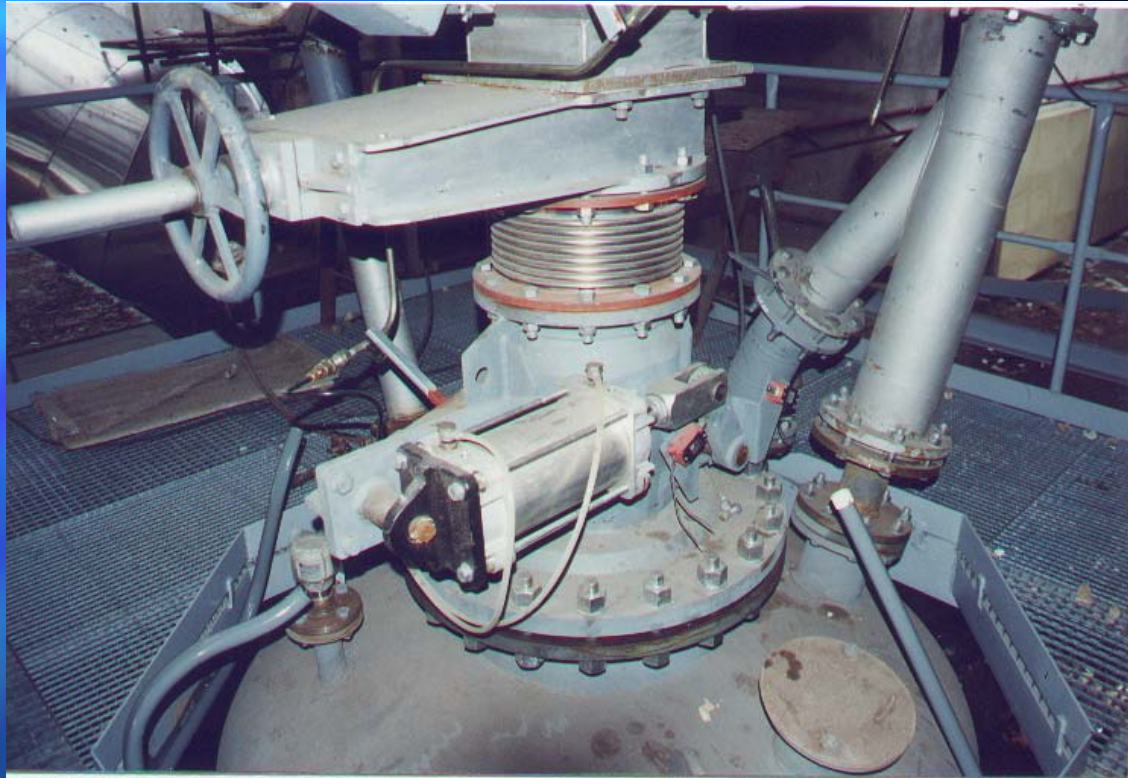
- Poros illetve ömlesztett anyagok  $\Delta p > 1\text{bar}$  nyomáskülönbség ellenében történő adagolására





# Harangszelep

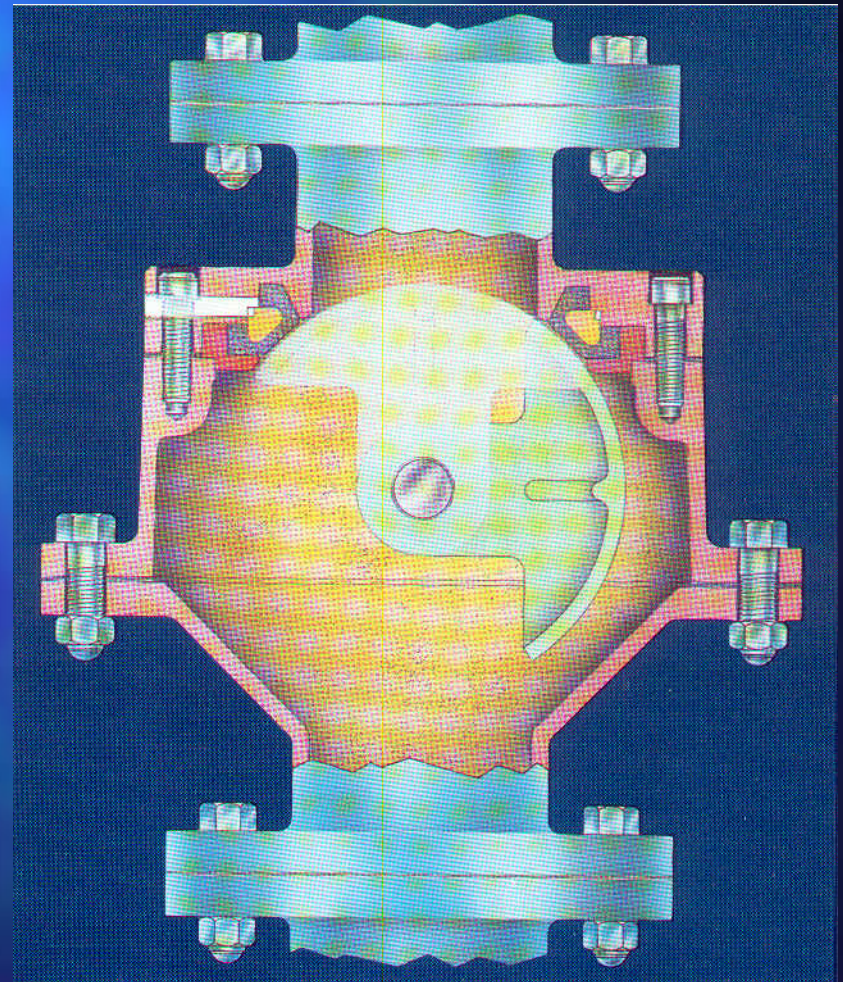
- Felső üritésű nyomótartály pneumatikus működtetésű anyagbeeresztő szerelvénye





# Dómszelep

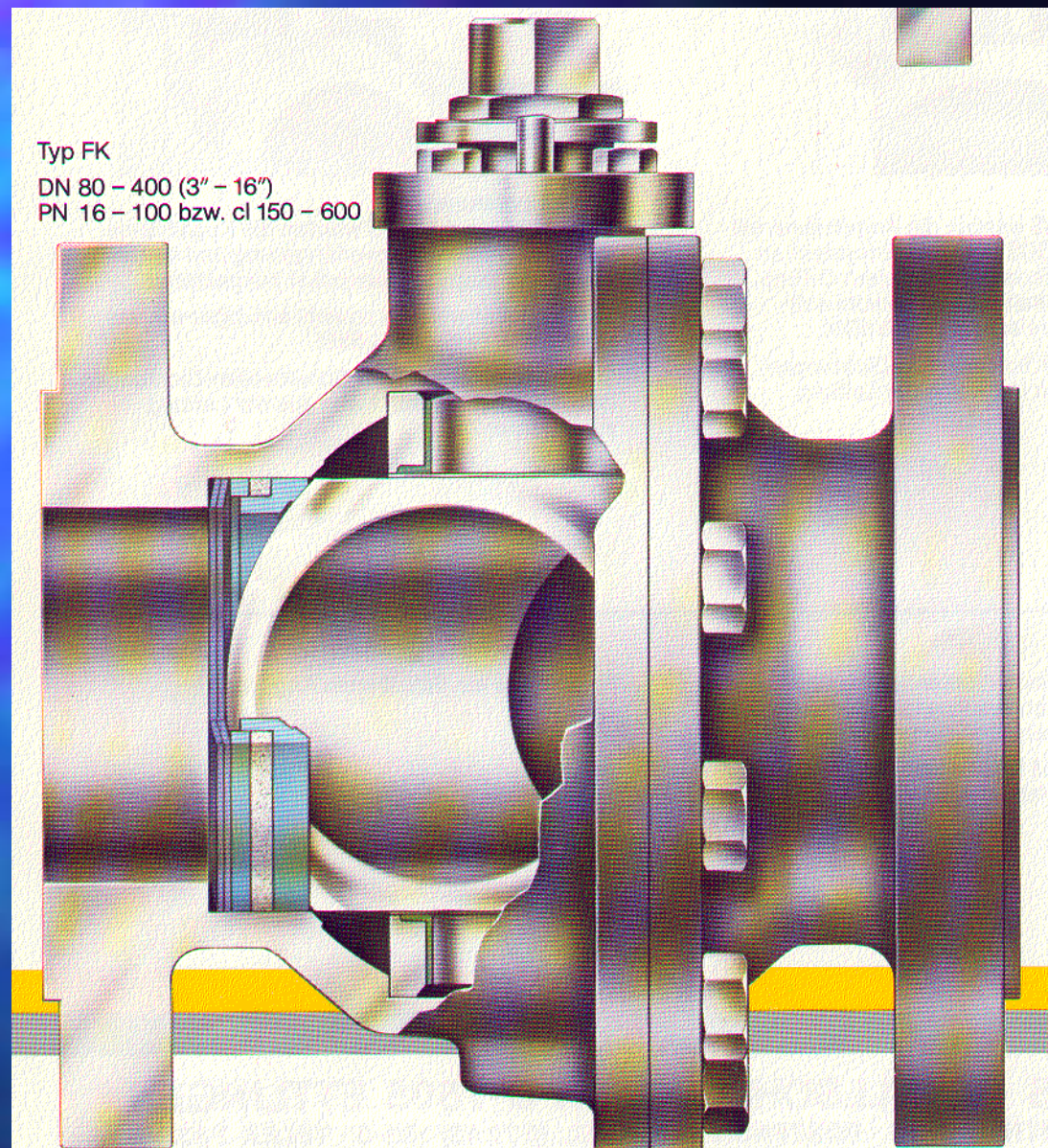
- Speciális felfújható tömítést tartalmazó anyagbeeresztő szerelvény





# ARGUS

- Speciális indítószелеp nyomótartályos szállítóberendezés szállítóvezetékében





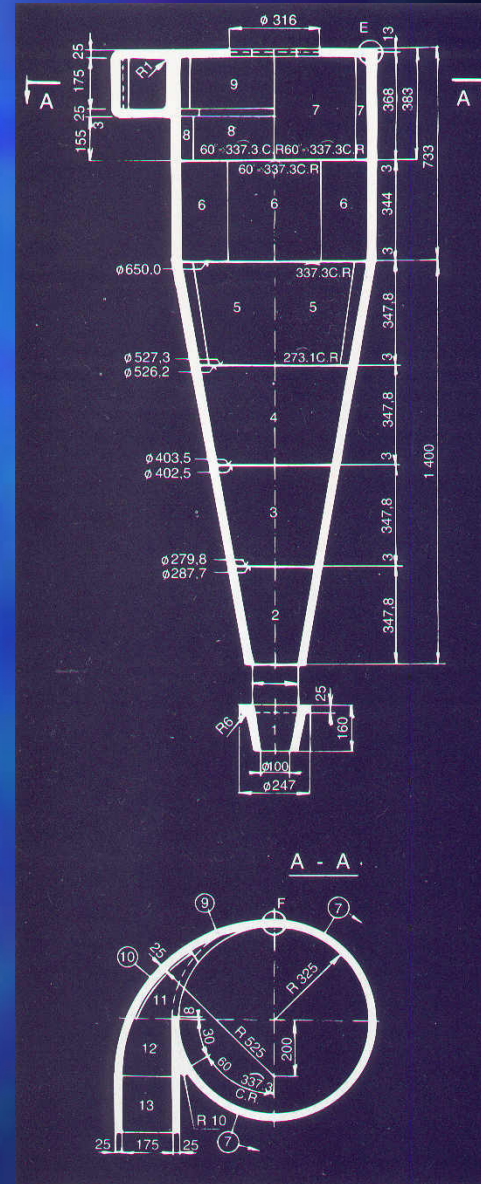
# Portolózár

- Kézi működtetésű portolózárak a gyártó műhelyben



# Anyagleválasztó ciklon

- Koptató hatású anyagok szállítása során használatos kopóbéléses ciklon



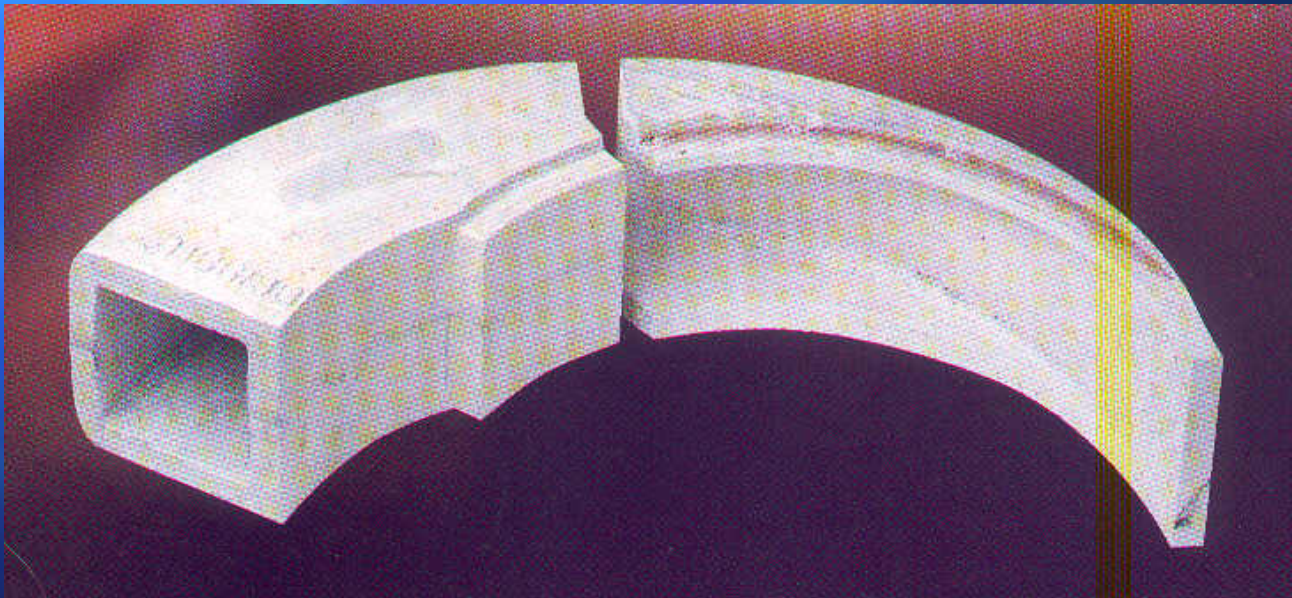
BEISPIEL: AUSKLEIDUNG VON STAUBABSCHIEDER MIT EUCOR-FORMSTÜCKEN

- 6 – Radialplatten
- 5 – Schräge Radialplatten
- 2, 3, 4 – Übergangsstücke
- 1 – Auslassteil
- 7 – 13 – Einlassteil

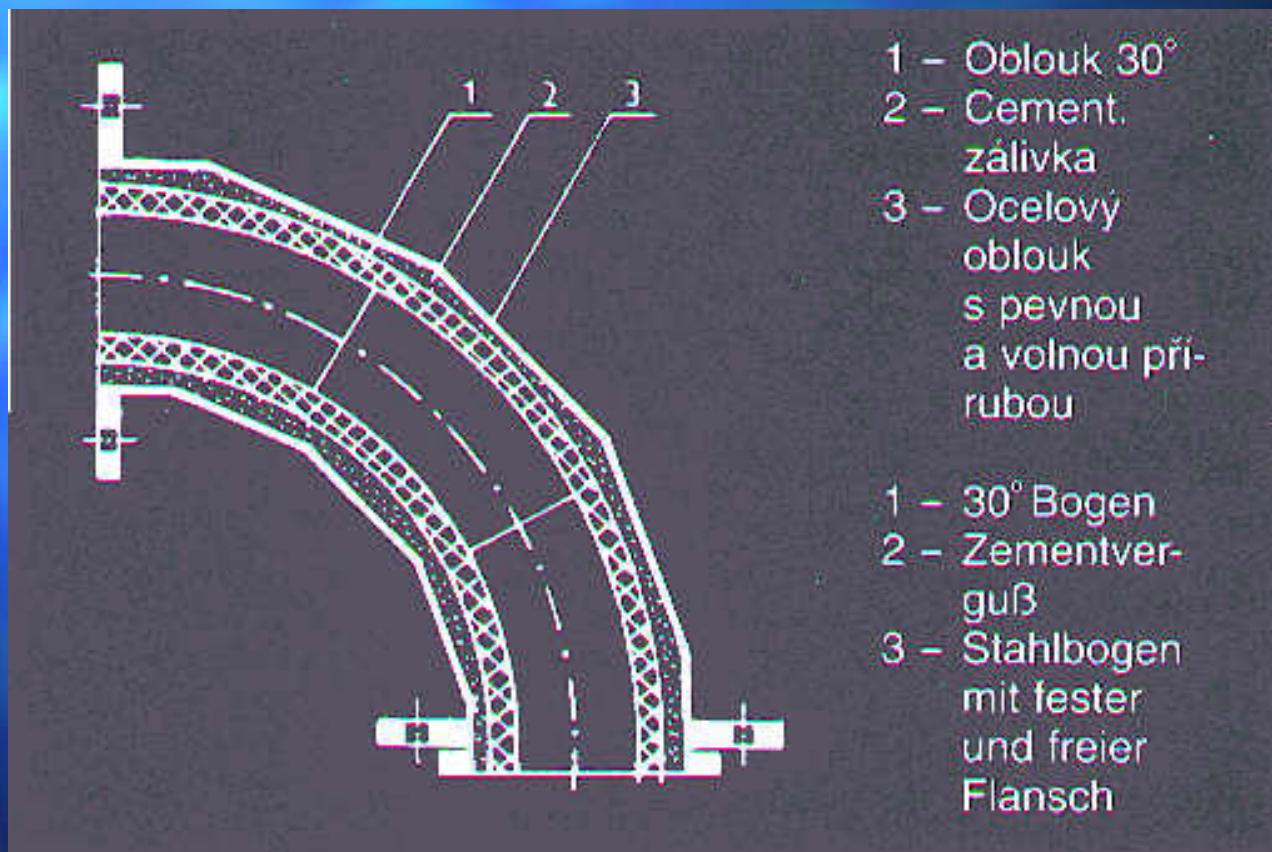


# Kopóbélés

- Bazalt kopóbélés ciklon belépéshez



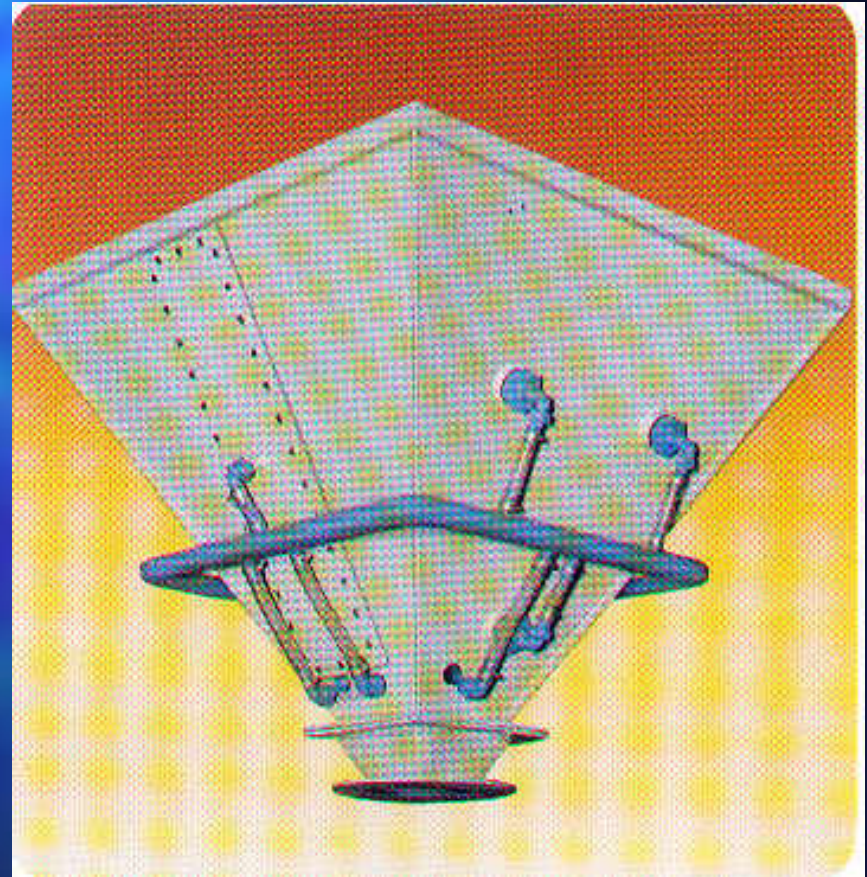
# Kopóbéléses ív szerkezeti kialakítása





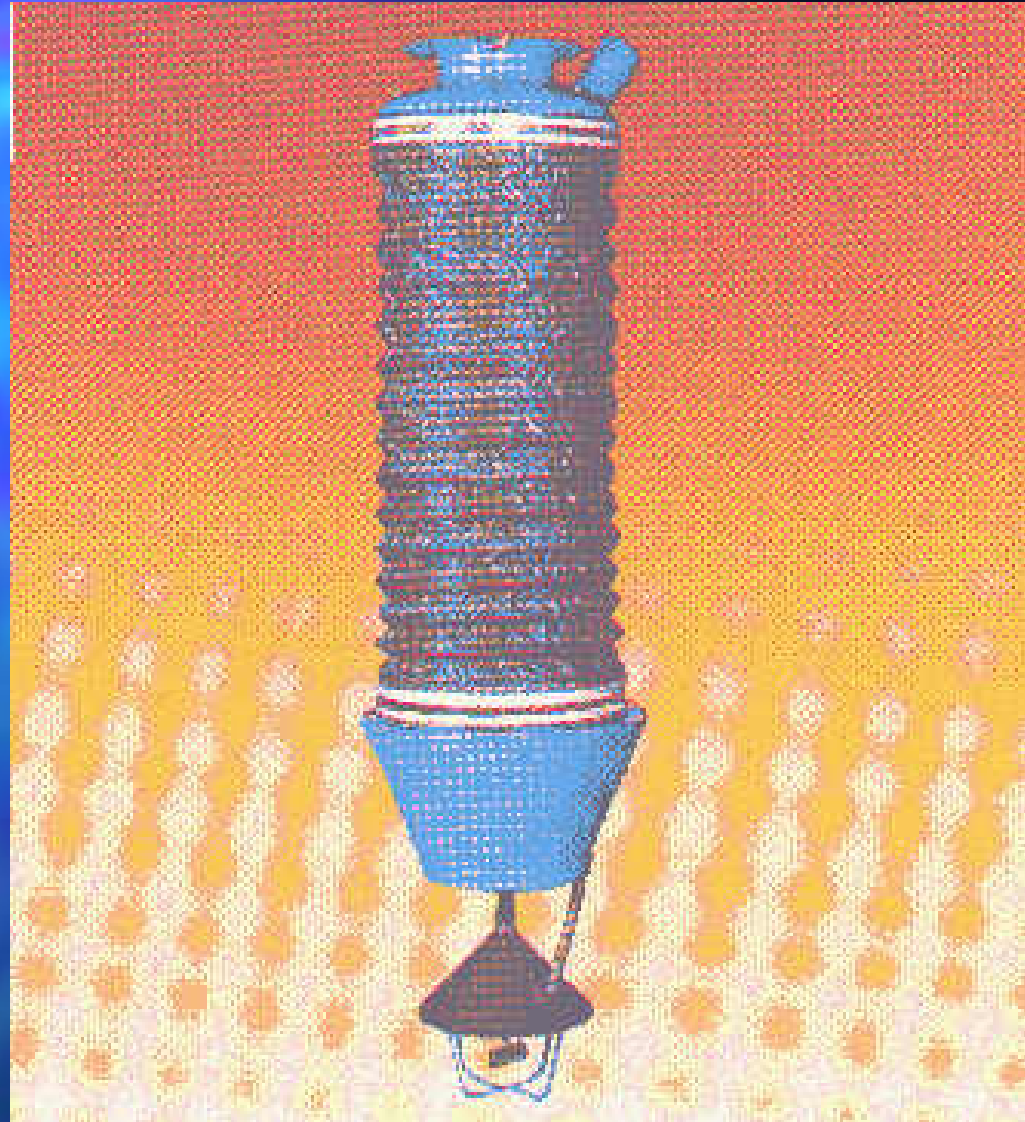
# Lazítófenék

- **Rosszul ömleszthető, tapadó anyagok esetén a tároló edények ürítéséhez lazítóbetétek beszerelése szükséges**



# Flexibilis töltőcső

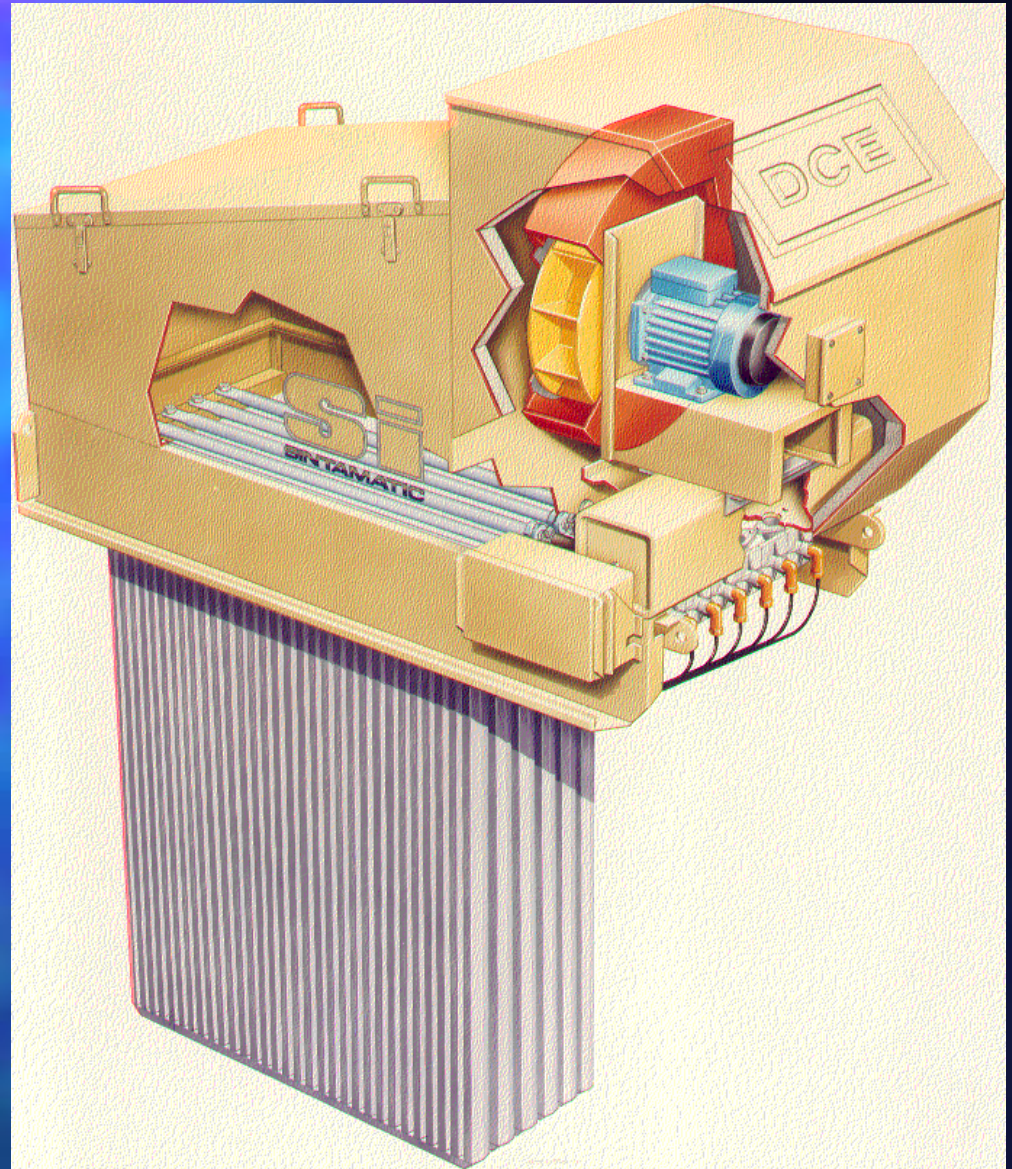
- Silóürítő szerkezeti elem poros anyagok zárt tartálykocsiba töltéséhez





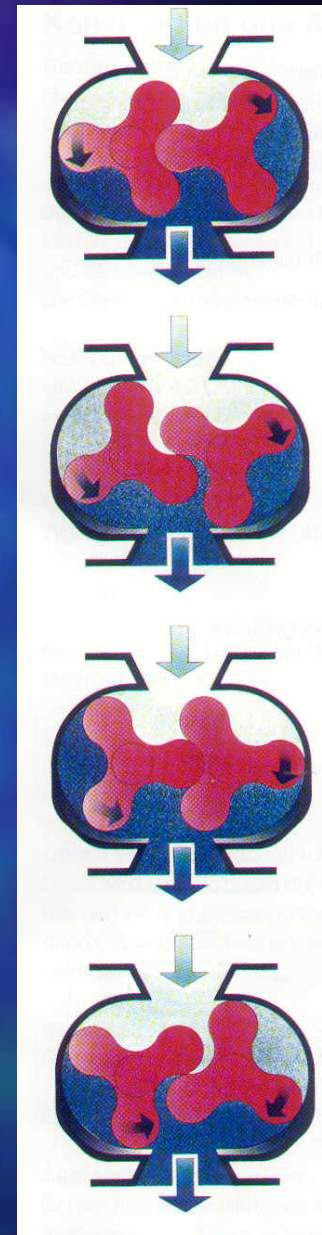
# Szűrő

- **Elszívó ventilátorral összeszerelt automatikus visszatisztítású zsákos szűrő**



# Fúvó

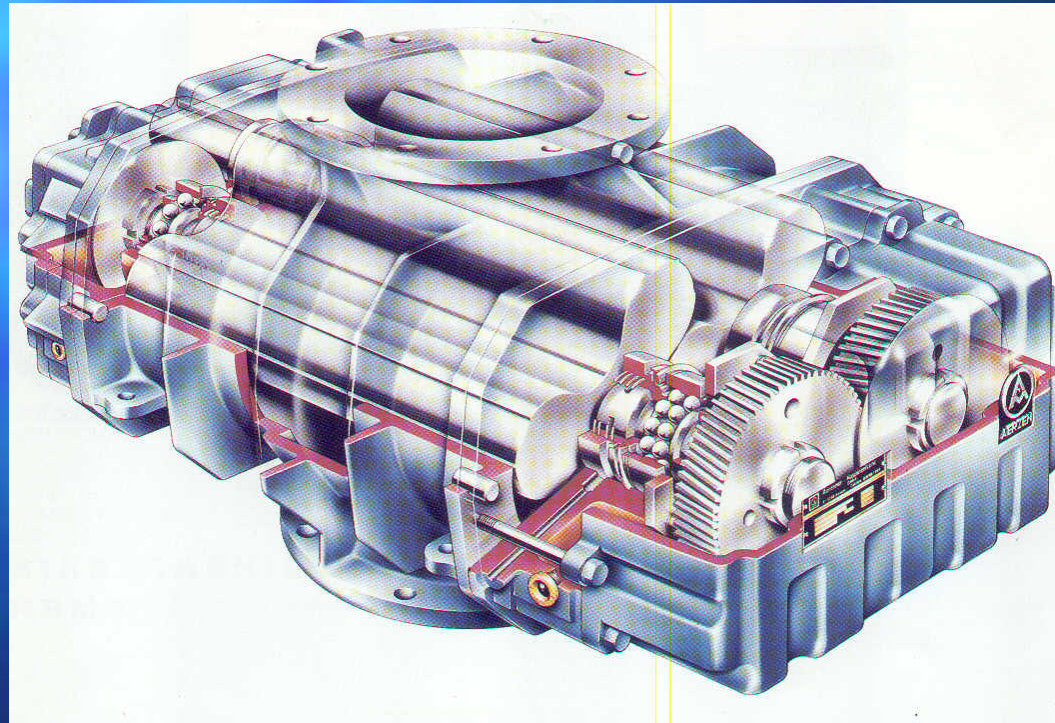
- **Térfogat-  
kiszorítás elvén  
működő  
hárompiskótás  
forgódugattyús  
fúvó**





# Root fúvó

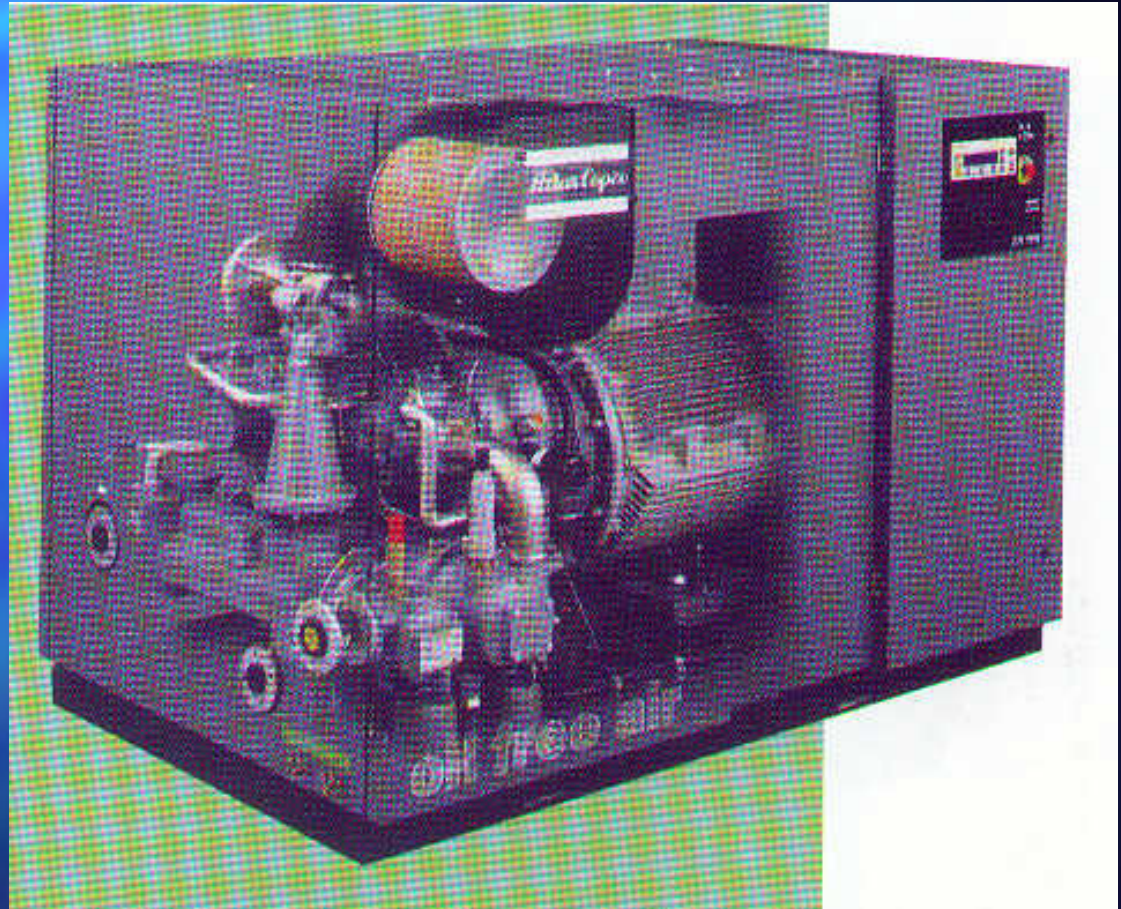
## ■ Fúvó szerkezeti kialakítása





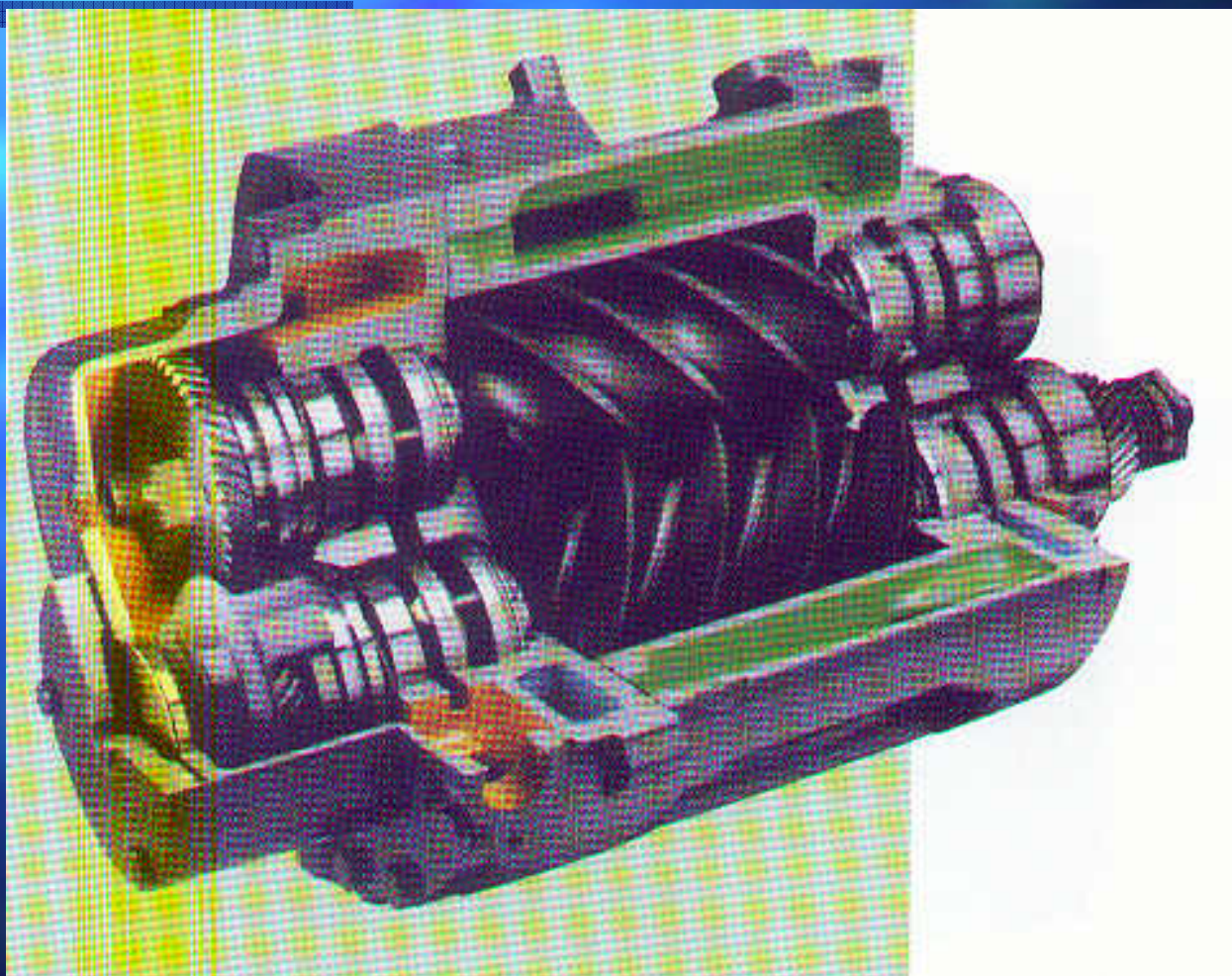
# Csavarkompresszor

- **Térfogat-  
kiszorítású  
gép, kétféle  
kivitelben  
készül:**
  - olajmentes
  - olajkenésű



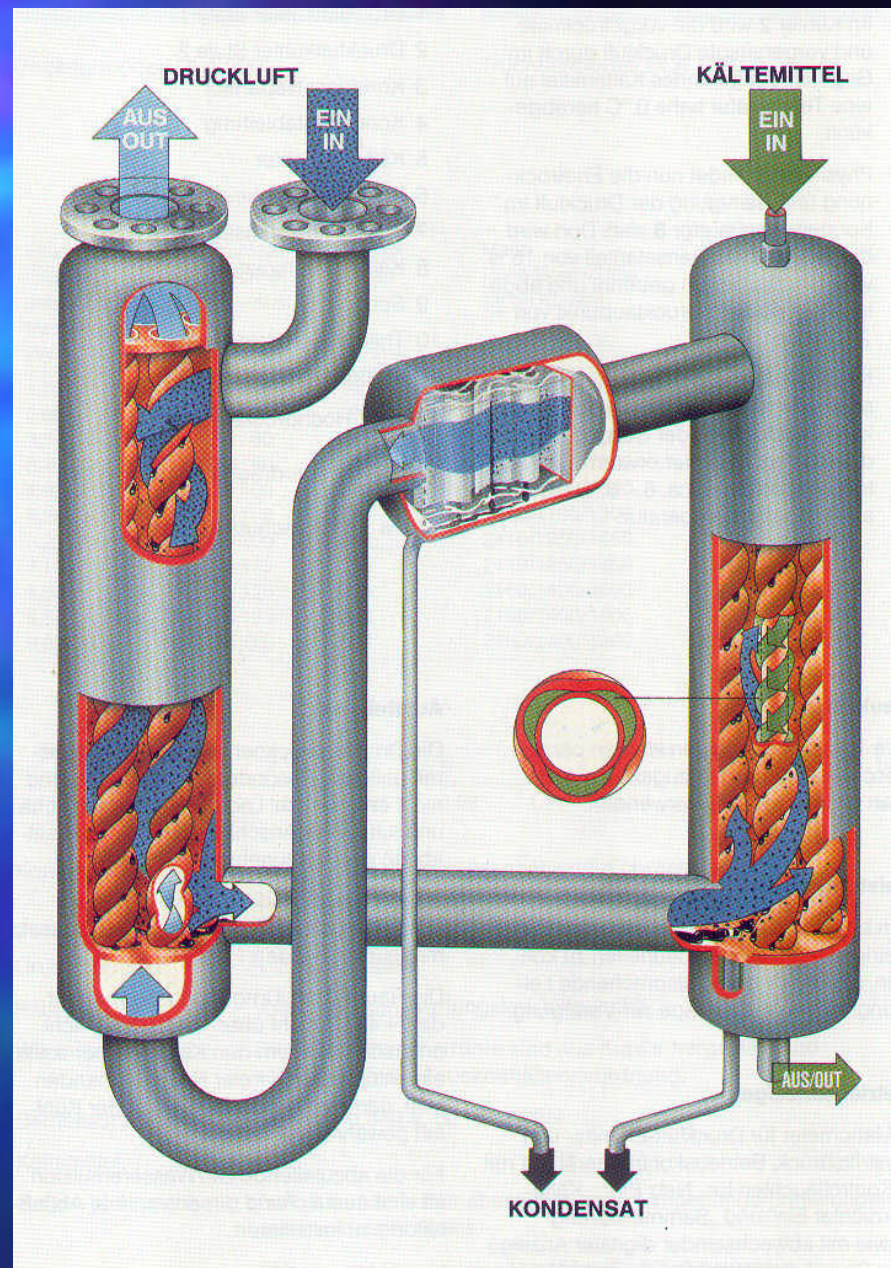


# Csavarkompresszor belső része





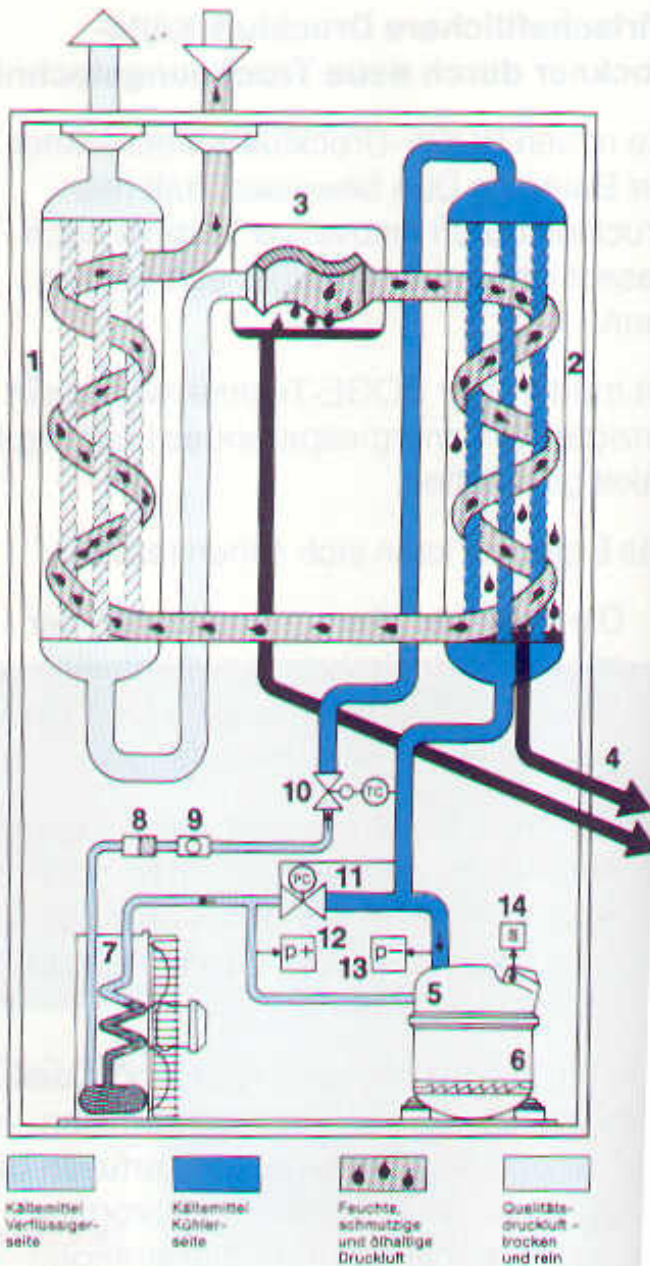
# Hűtve szárító





# Hűtve szárító

- Elvi kapcsolási vázlat



# Adszorpciós szárító

