

# **Környezetvédelmi eljárások és berendezések**

**Levegőtisztaság-védelem  
Hulladékégetők füstgáztisztítása**

**dr. Örvös Mária**

% v/v		ppm v/v		ppb v/v	
N <sub>2</sub>	78,1	CO <sub>2</sub>	350	H <sub>2</sub>	500
O <sub>2</sub>	20,9	Ne	20	N <sub>2</sub> O	320
Ar	0,934	He	5	CO	100
CO <sub>2</sub>	0,035	CH <sub>4</sub>	2	Xe	90
		Kr	1	O <sub>3</sub>	40
		H <sub>2</sub>	0,5	NO <sub>2</sub>	20
				NH <sub>3</sub>	6
				SO <sub>2</sub>	2
				CH <sub>3</sub> Cl	0,5
				CCl <sub>3</sub> F	0,3
				C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,2
				CCl <sub>4</sub>	0,1

↘  
Csökkenő koncentráció!

	VÉNUSZ	FÖLD	MARS
Hőm.	480°C	17°C	-138-27°
CO <sub>2</sub>	90 000	0,3	5
N <sub>2</sub>	1 000	780	0,05
O <sub>2</sub> II.3.2	0	210	0,1

R<sub>Föld</sub> = 6 370 km  
 Atmoszféra 5,1\*10<sup>18</sup> kg  
 - 50 % 5 km-ig  
 - 90 % 12 km-ig  
 - 100 % 200-400 km

## Levegő összetétele

Levegőt szennyező anyagok

Kb. 1500 fajta

Levegőt szennyező források

- természetes
- antropogén
- Ipar, háztartás, tüzelés, közlekedés, mezőgazdaság
- Hazai és külföldi

## *Levegőszennyezés vészjelzései*

- **1872:** Savas eső
- **1943:** Los Angeles szmog
- **1952:** London szmog
- **1970:** Tokio szmog
- **1976:** Soveso poliklórozott vegyületek

# SMOG = SMOKE + FOG

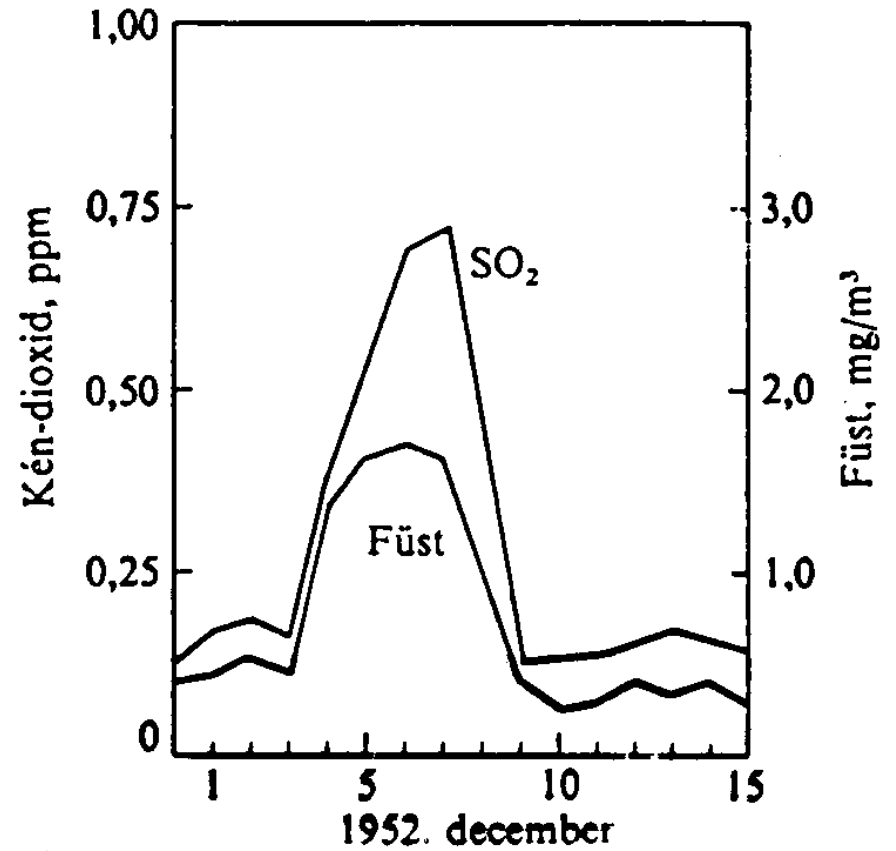
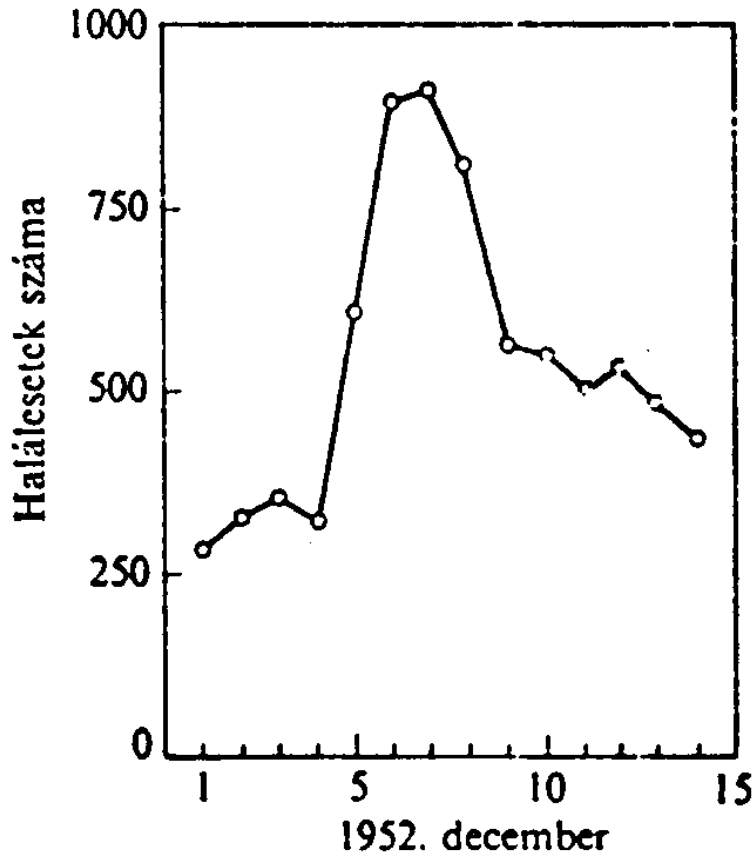
## *Téli típusú „London”*

- tüzelés: korom, SO<sub>2</sub>, CO
- nagy páratartalom
- 3-5 °C
- álló levegő
- nincs napsütés

## *Nyári típusú „Los Angeles”*

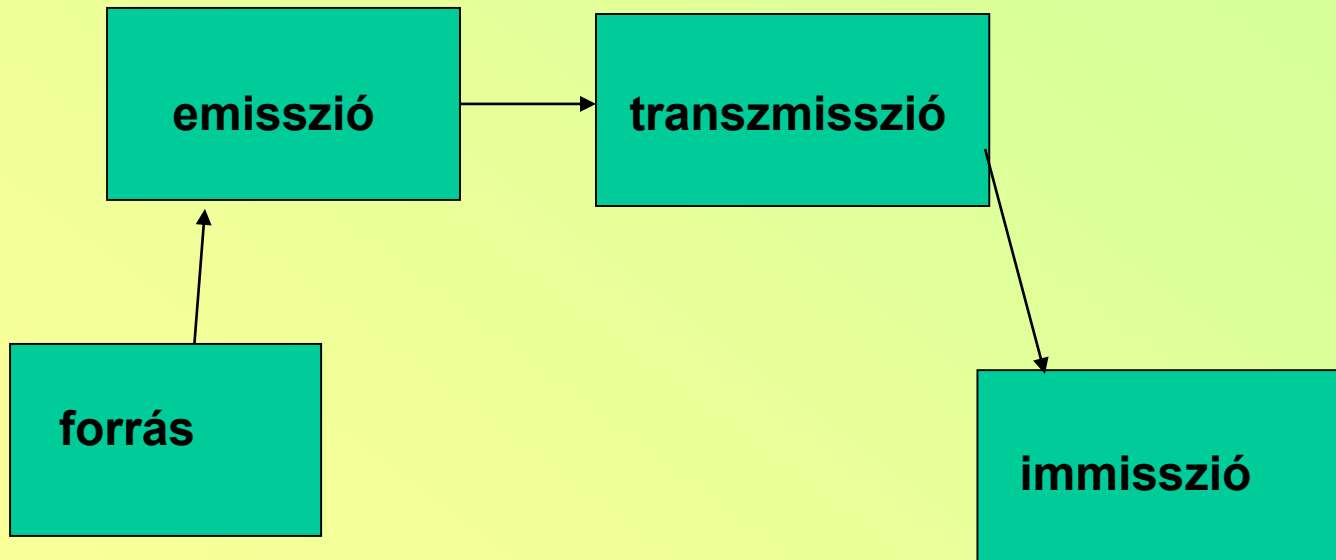
- fotokémiai folyamatok,
- közlekedés: CO, CH, NO<sub>x</sub>
- 20-25 °C
- álló levegő
- napfény

# London 1952

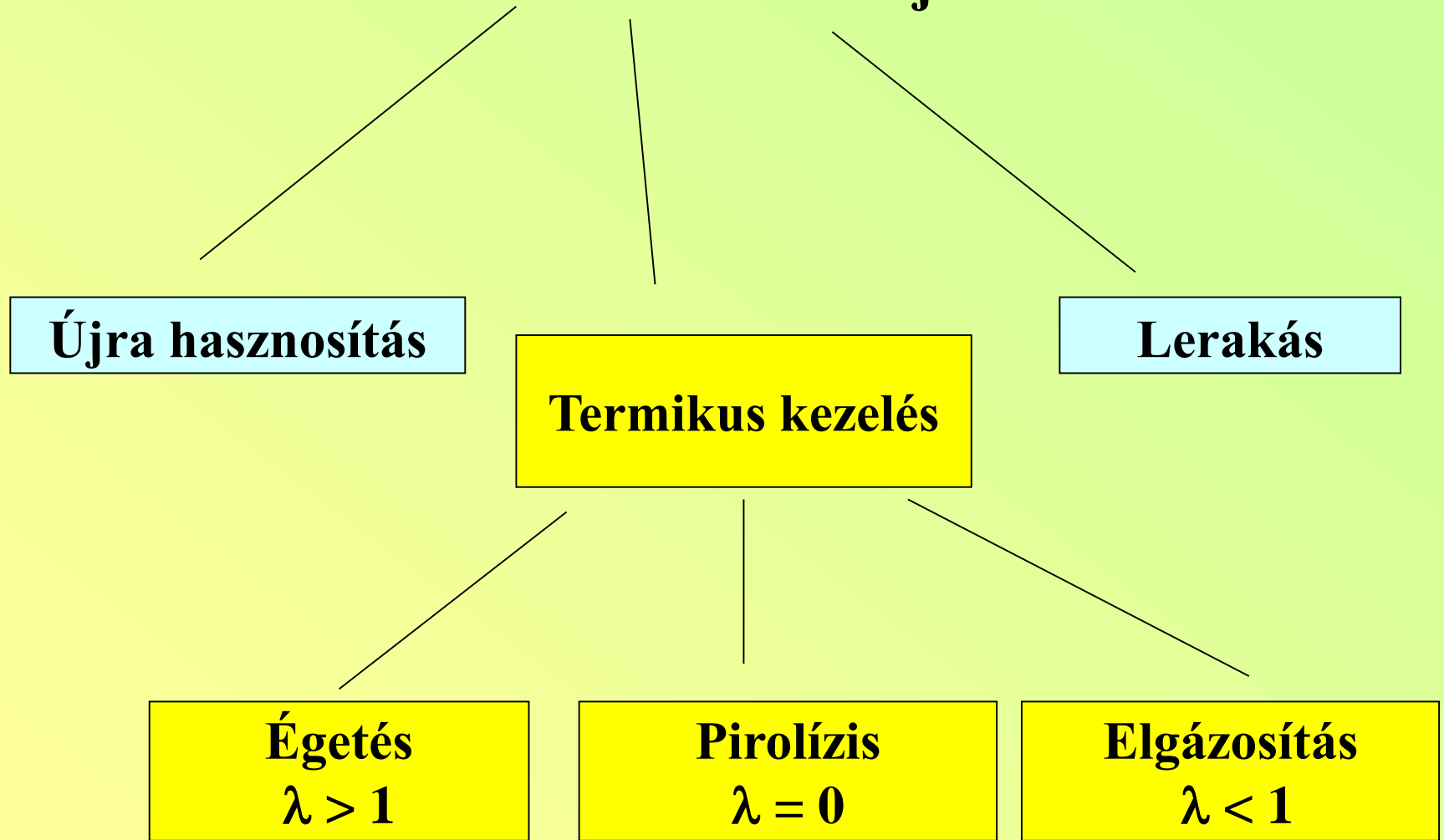


4.1. ábra. A halálozások száma, valamint a levegő kén-dioxid- és füstkoncentrációja (London, 1952. december)

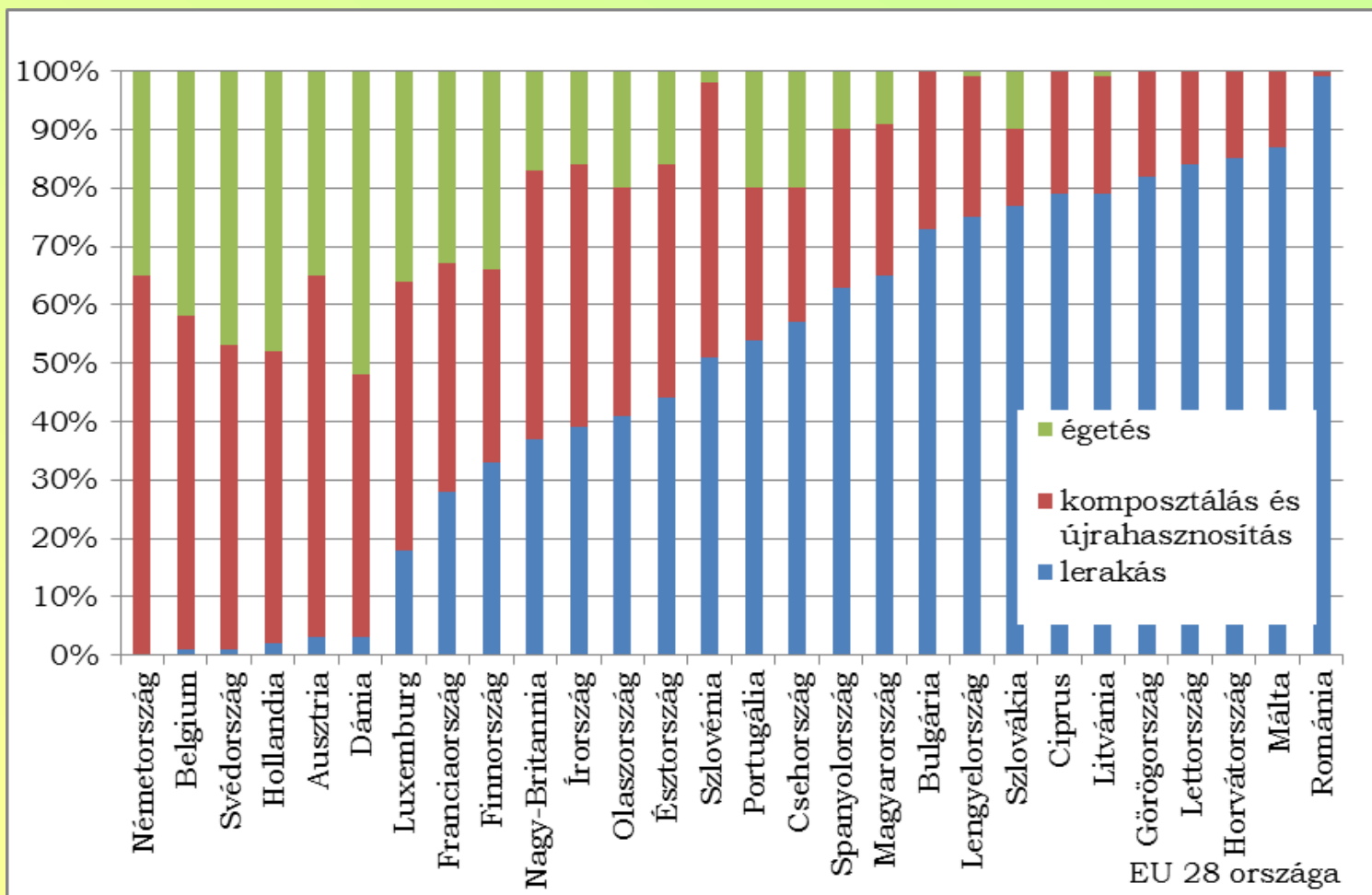
## *Szennyező anyagok mozgása a légtérben*



# Hulladék kezelési eljárások



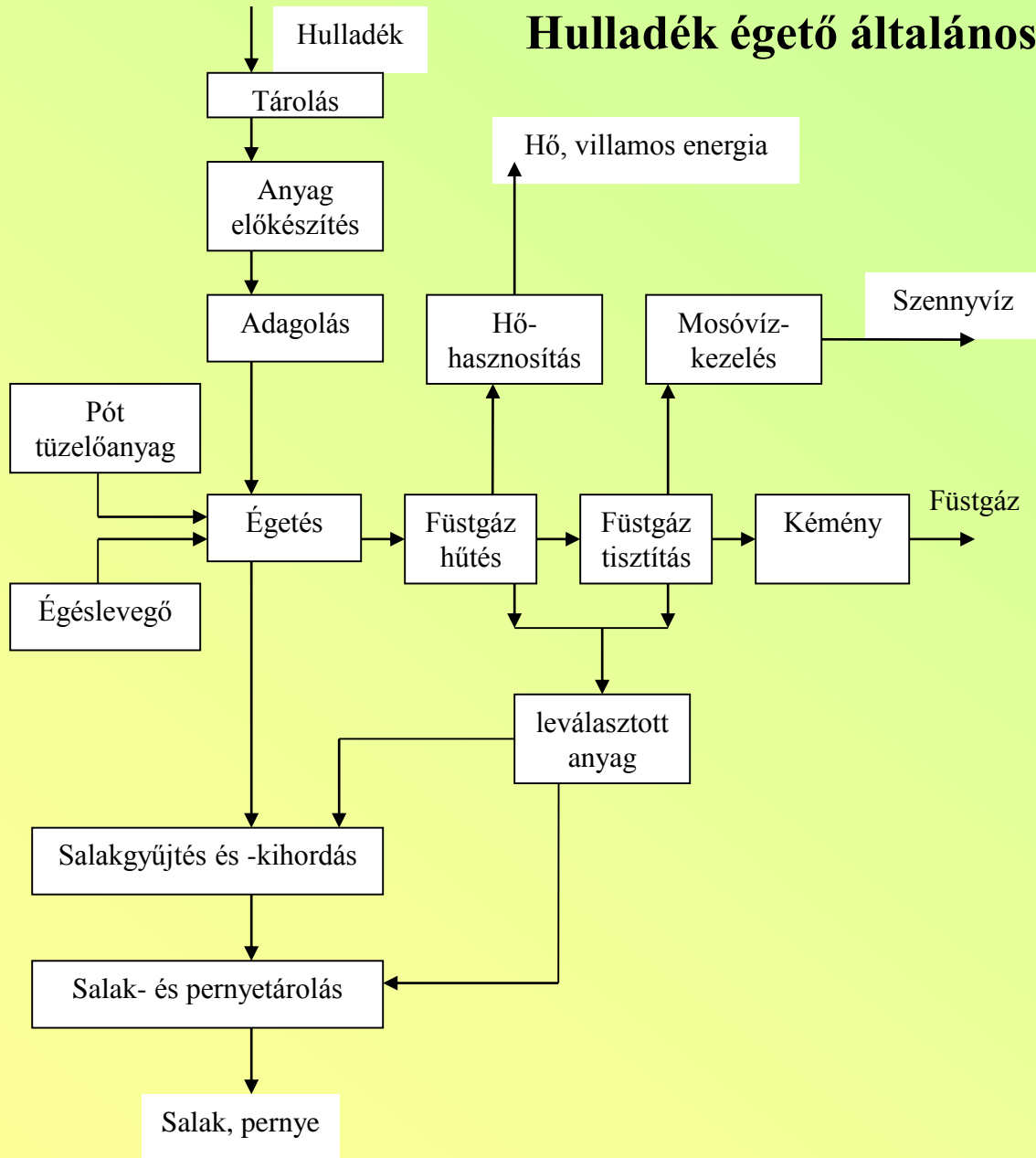
$\lambda$  - légfelesleg



Az Európai Unió belüli országok háztartási hulladékokkal kapcsolatos tevékenységeinek megoszlása 2012-ben (CEWEP, Municipal waste treatment in 2012)



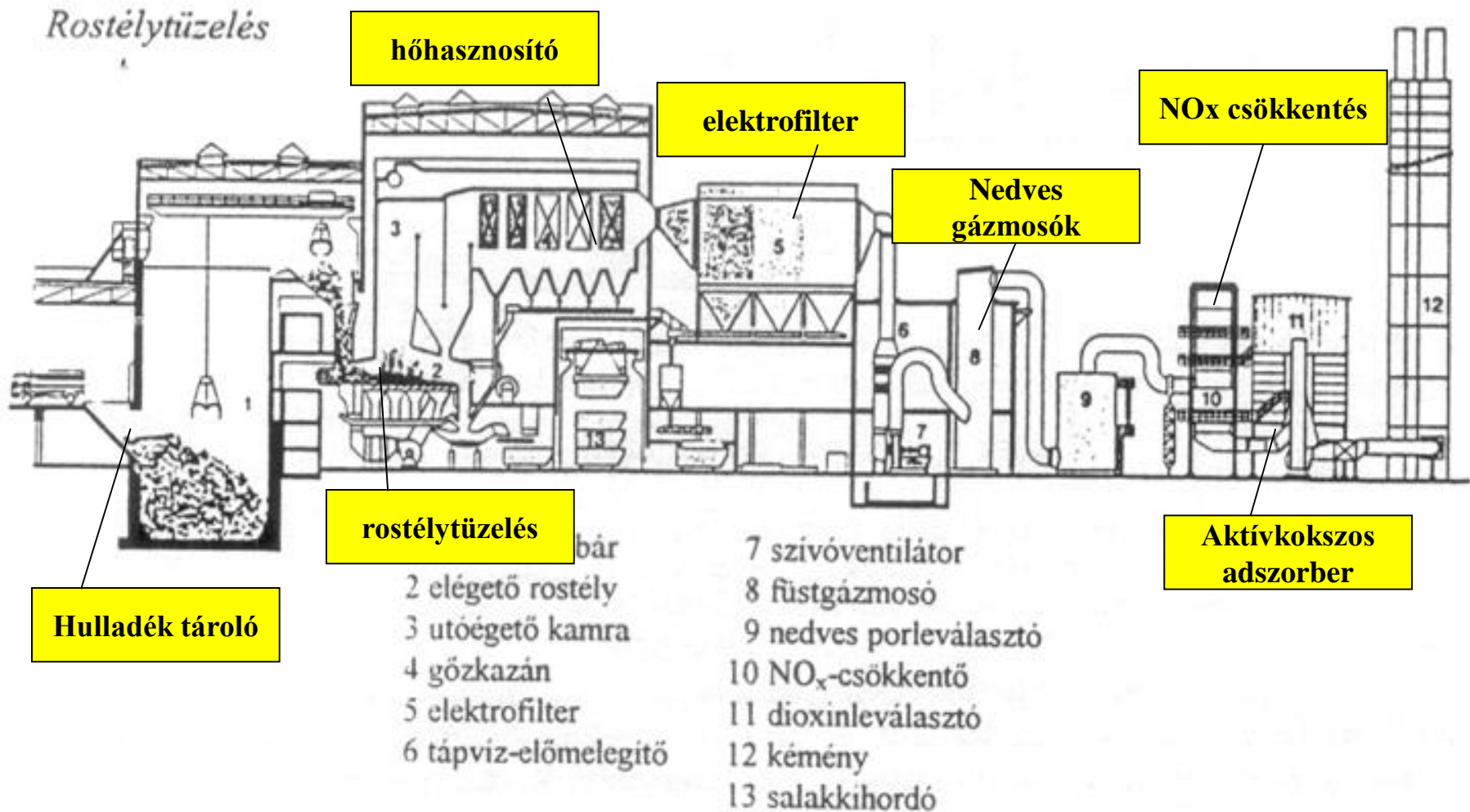
# Hulladék égető általános felépítése



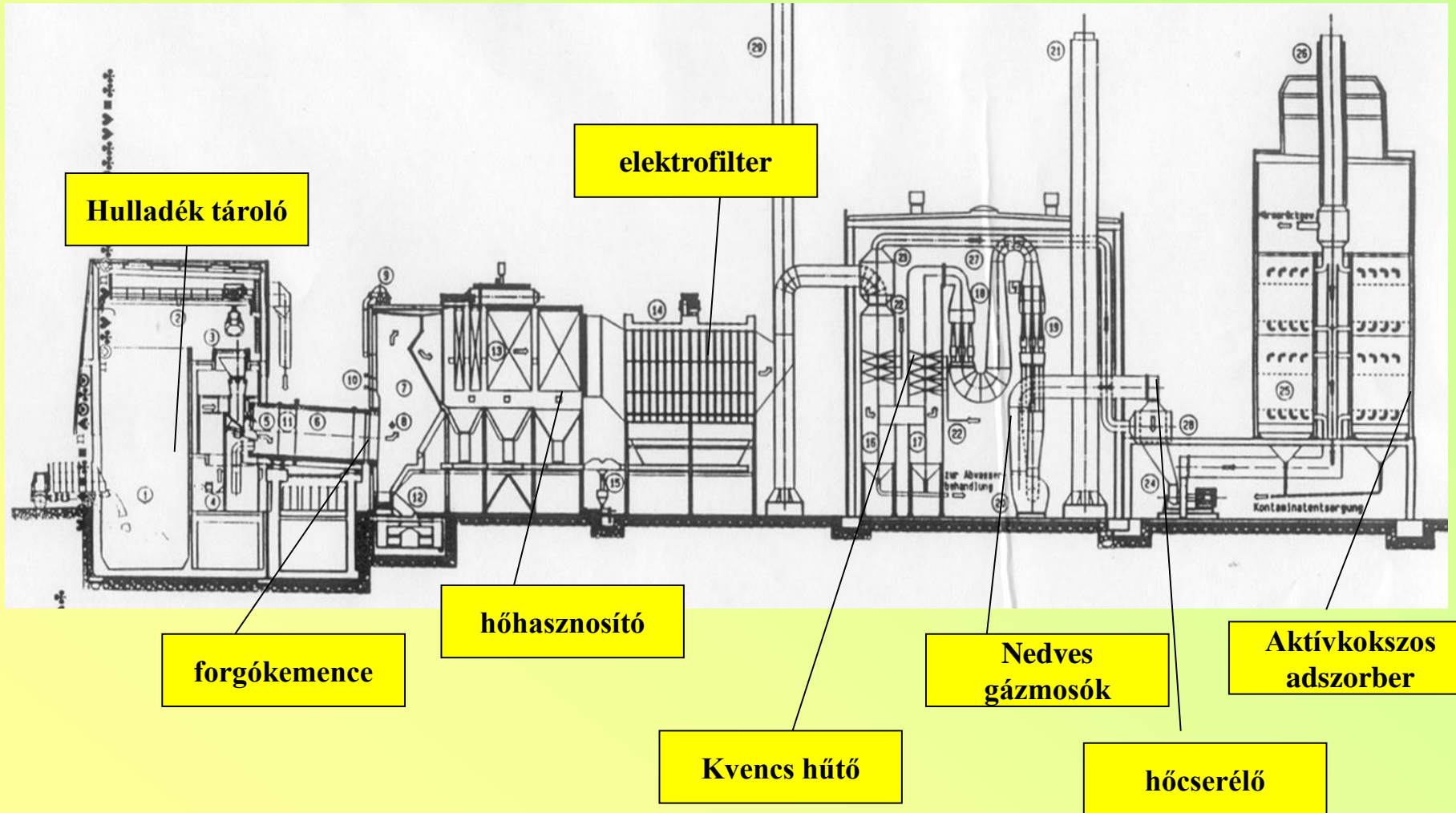
# Hulladékégetés során keletkező legfontosabb füstgáz szennyezők

Szennyezőanyag	Határérték mg/Nm <sup>3</sup>
Por	10
HCl	10
SO <sub>2</sub>	50
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> -ben)	200
CO	50
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	10
Hg	0,05
C,Ti	0,05
Cu,Mn,Ni,V	0,5
Dioxinok, furánok	0,1 x10 <sup>-6</sup>

# Rostély tüzeléses kommunális hulladék égető



# Forgó kemencés veszélyes hulladék égető



# Hulladék égetők füstgáztisztító egységei



- Porkamra
- Ciklon, multiciklon
- Szűrő
- Elektrosztatikus porleválasztó
- Nedves mosók

- Permetező mosó
- Venturi-mosó
- Töltetes mosók
- Centrifugális stb.

- SNCR
- SCR
- Elektronsugaras
- Közvetlen és oxidatív abszorpció

- Nyugvó ágyas adszorber
- Mozgó ágyas adszorber
- Adszorbens injektálás

# Gáztisztítás lehetőségei

**Fizikai**

**Kémiai**

**Biológiai**

**Szilárd**

**Gázok/gőzök**

**Gázok/gőzök**

**bioszűrő**

**biomosó**

abszorpció

adszorpció

kondenzáció

kemisorpció

oxidáció

nedves

száraz

$d > 10 \mu\text{m}$

Porkamra

Ciklon

$d < 10 \mu\text{m}$

Szűrők

Elektrofilter

Nedves mosók

# **SZILÁRD KOMPONENSEK LEVÁLASZTÁSA PORLEVÁLASZTÁS**

## **Porleválasztás célja:**

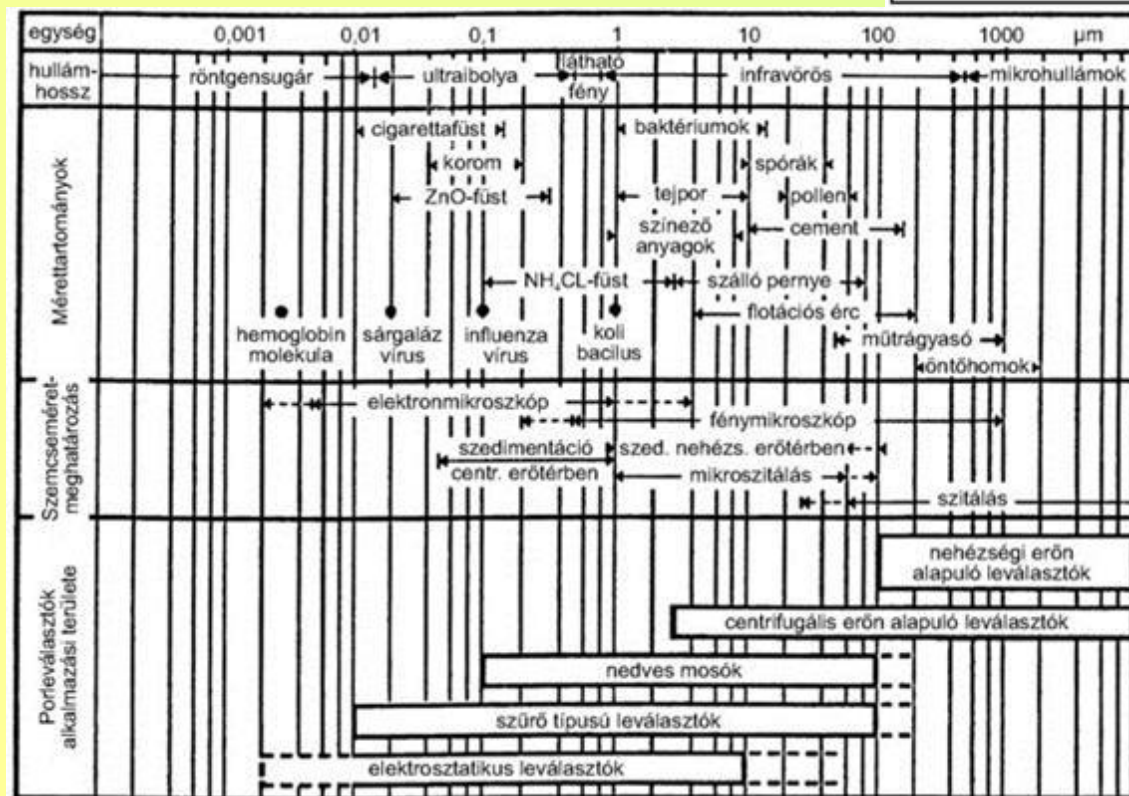
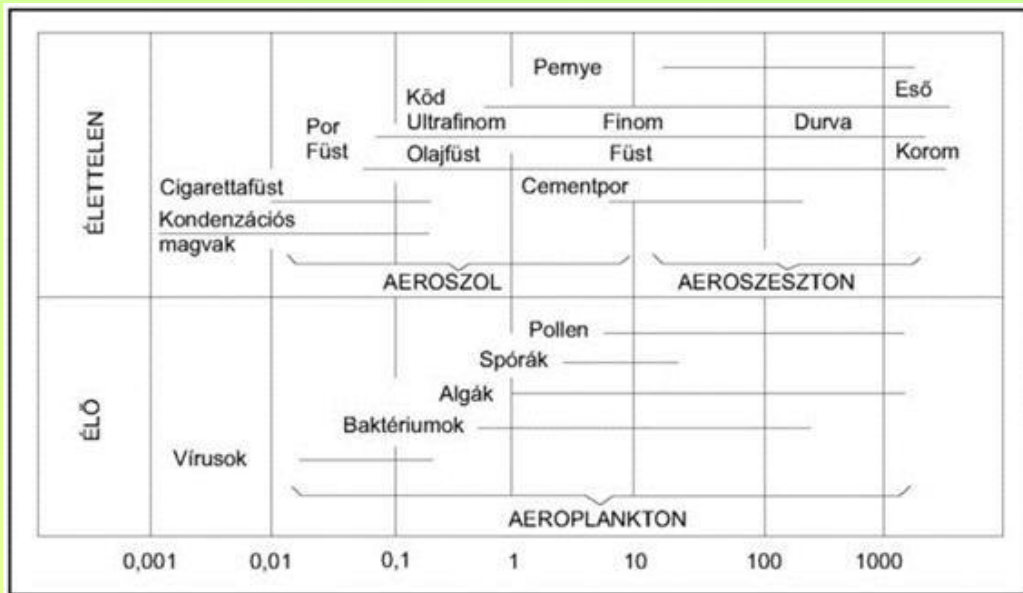
- ártalmas anyagok leválasztása (egészség, gép, környezet);
- technológiai igény (tisztá terű, steril, aszeptikus technológiák);
- biztonsági ok;
- veszteség csökkentés;
- egyéb.....

## **Porleválasztók kiválasztási szempontjai**

1. Részecske jellemző méret
2. Szilárd anyag koncentráció
3. Leválasztási hatásfok (össz- és frakció)
4. Ülepíthetőség
5. Egyéb (toxicitás, koptató hatás, stb.....)



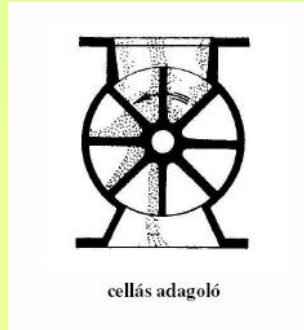
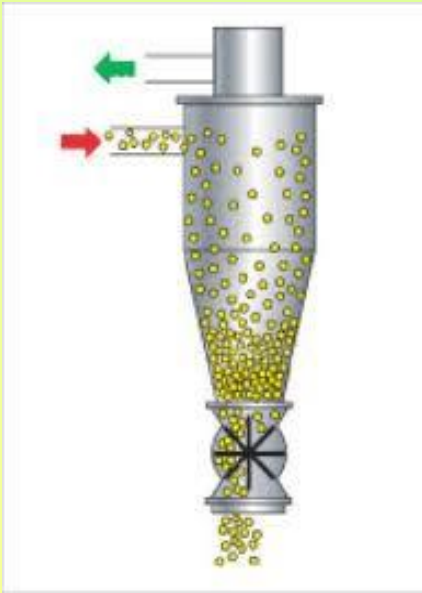
# Por típusok és leválasztási lehetőségek méret szerinti megoszlása



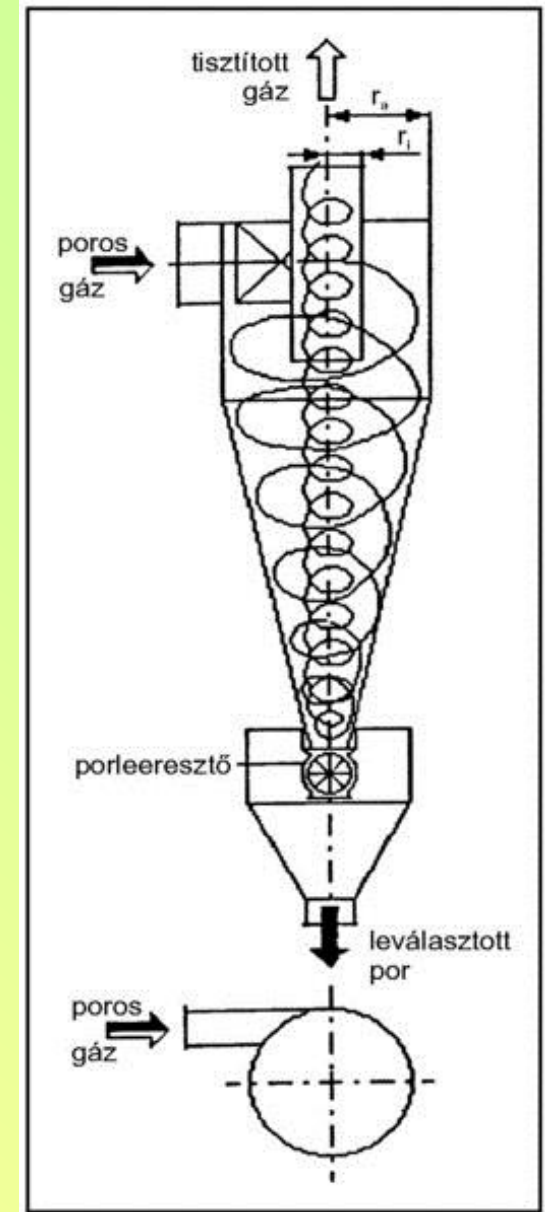
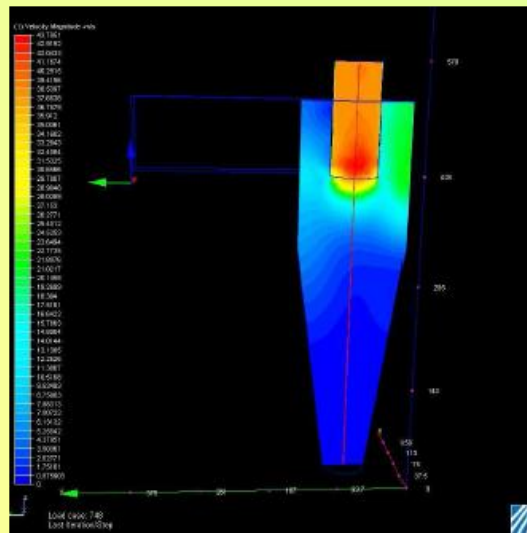
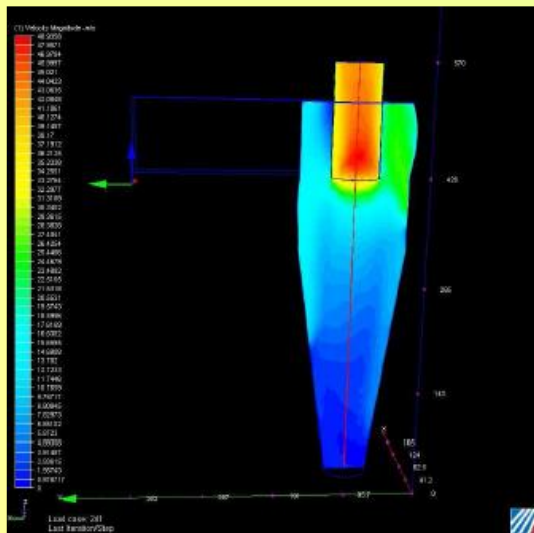
# Száraz porleválasztók

- Porleválasztó ciklon
- Zsákos-tömlős porszűrő
- Elektrosztatikus porleválasztó

# Porleválasztó ciklon



## Sebességeloszlás különböző geometriai kialakítású ciklonban



# Ipari méretű ciklonok

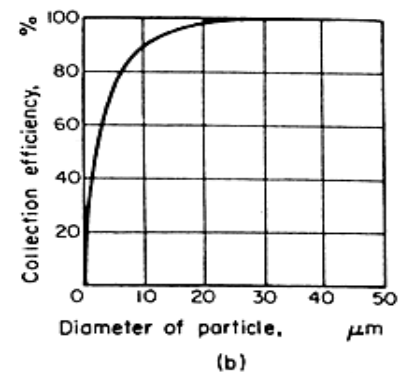
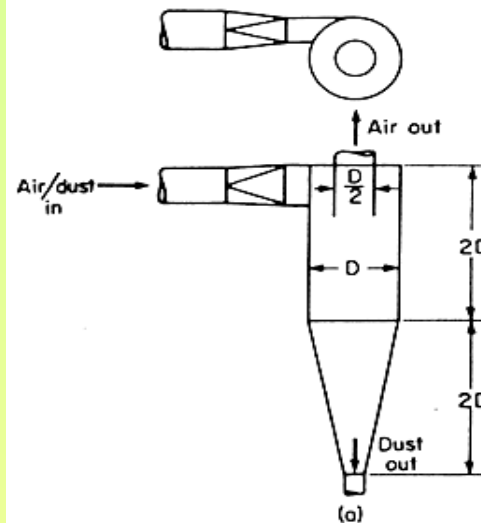
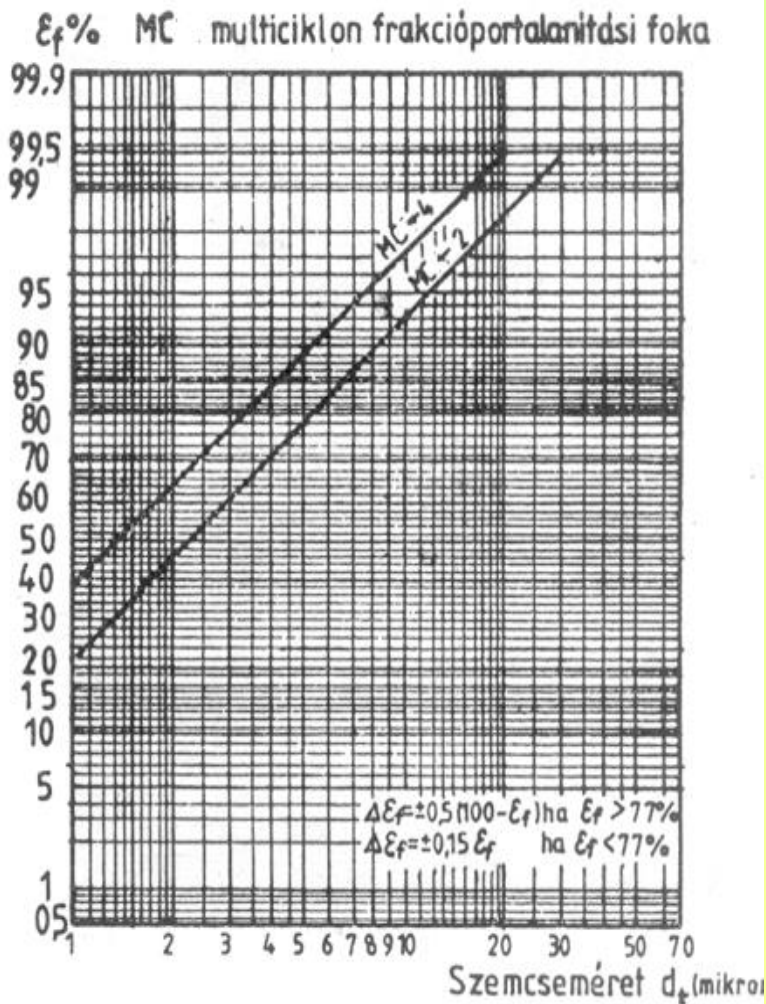


<http://youtu.be/GxA49uVP2Ns>

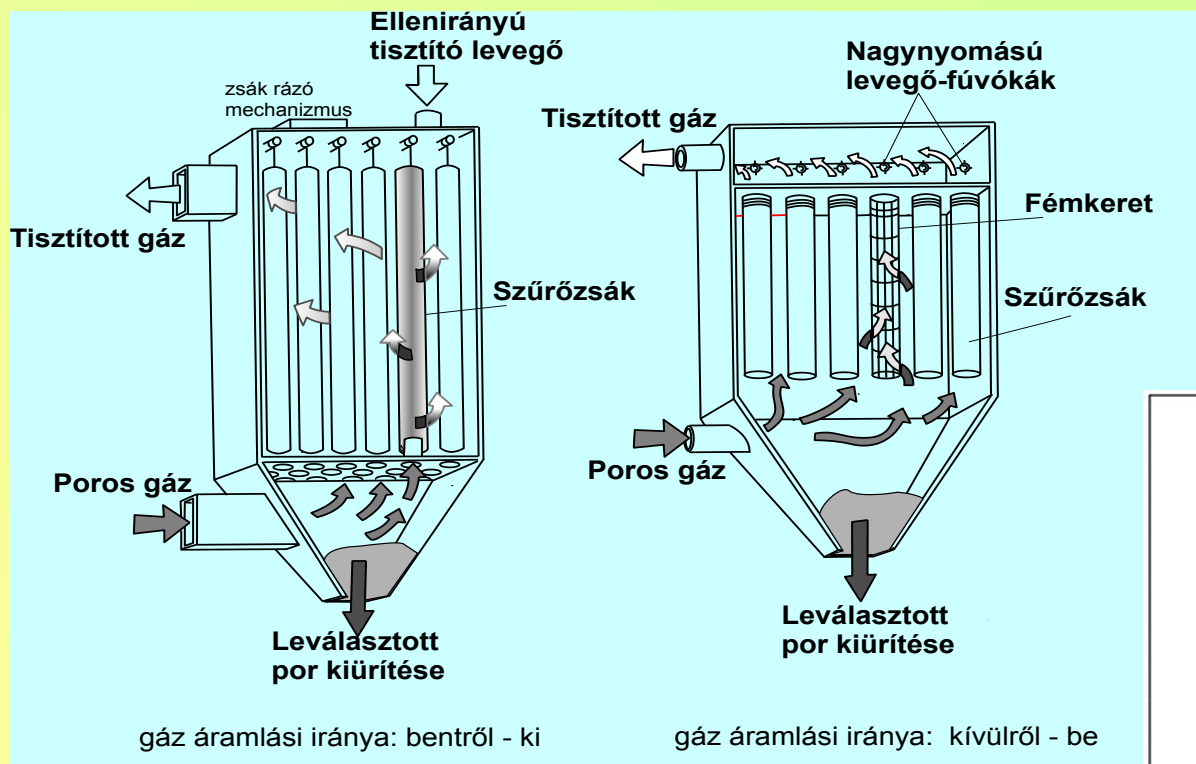




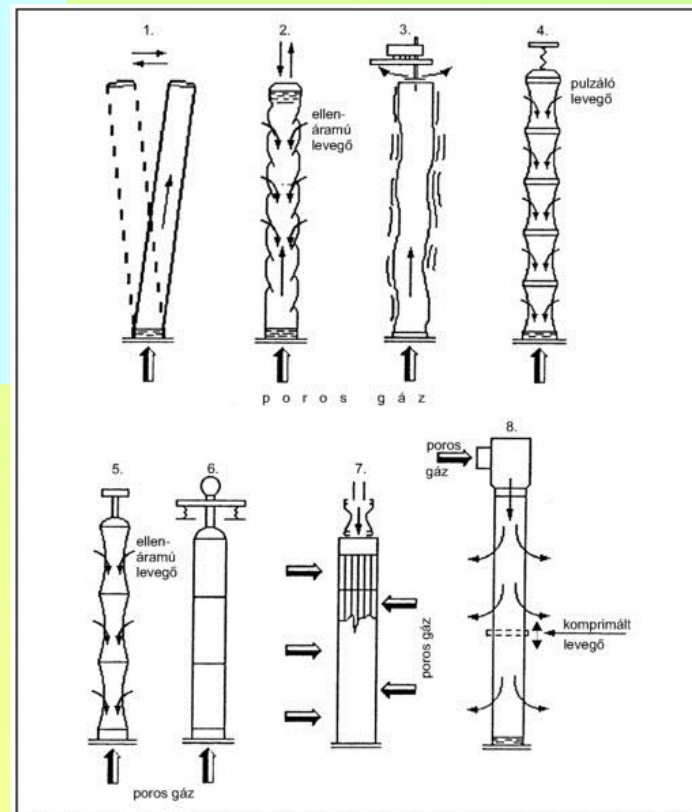
## Porlevasztó ciklon/multiciklon frakció leválasztási foka

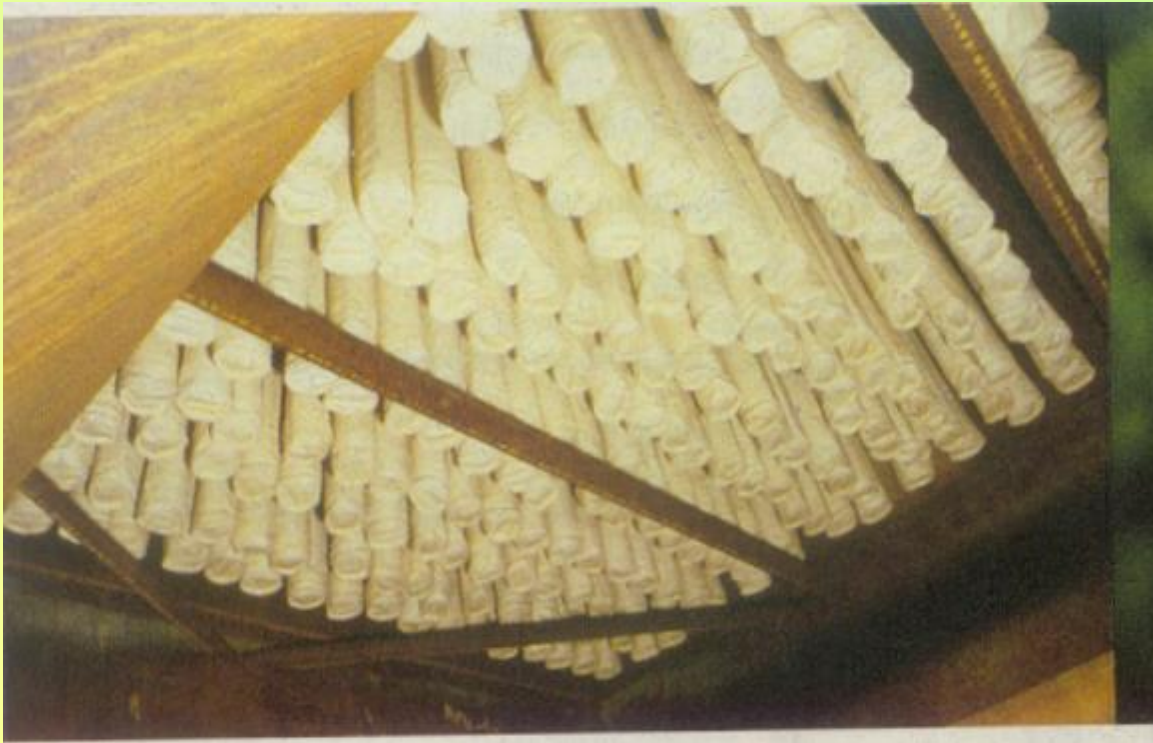


# Zsákos típusú szövetszűrők

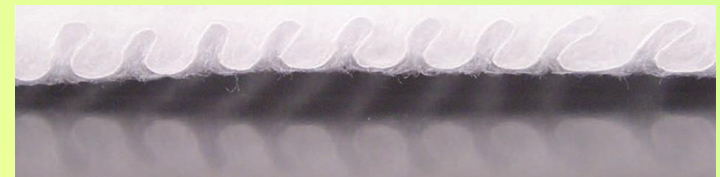
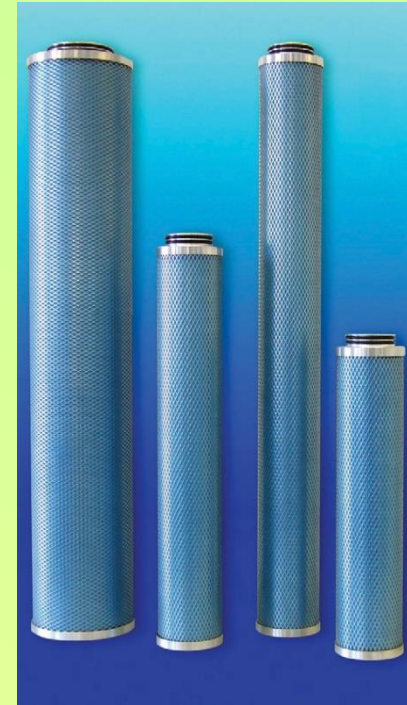


## Tömlő tisztítási módok







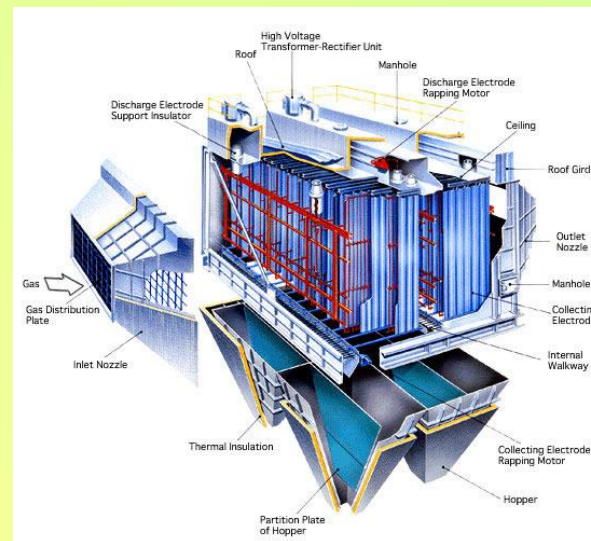
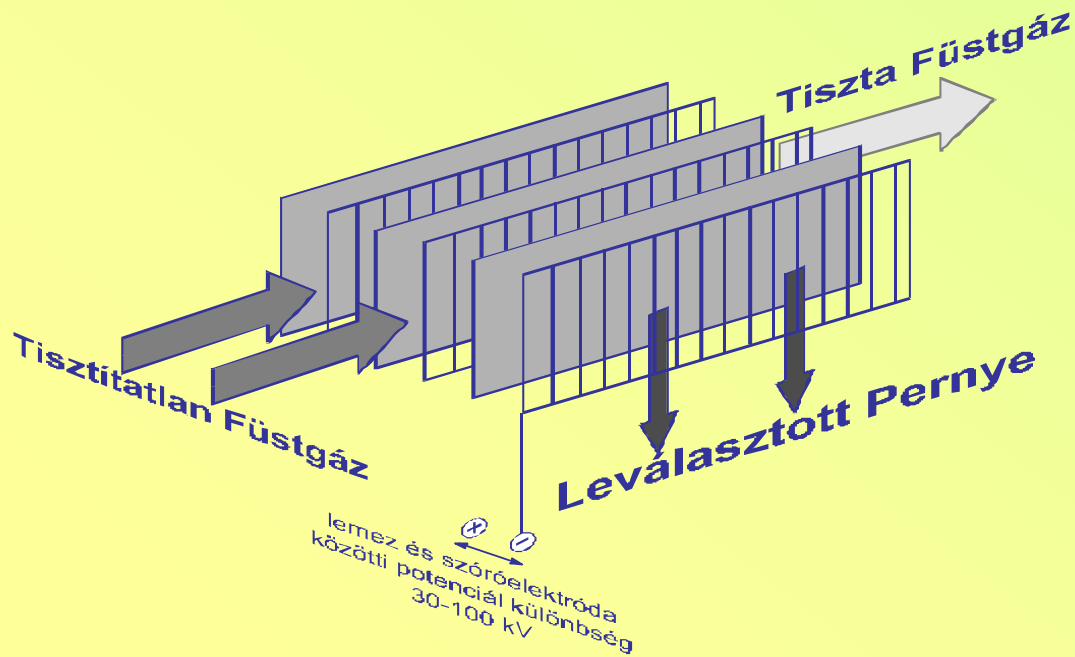
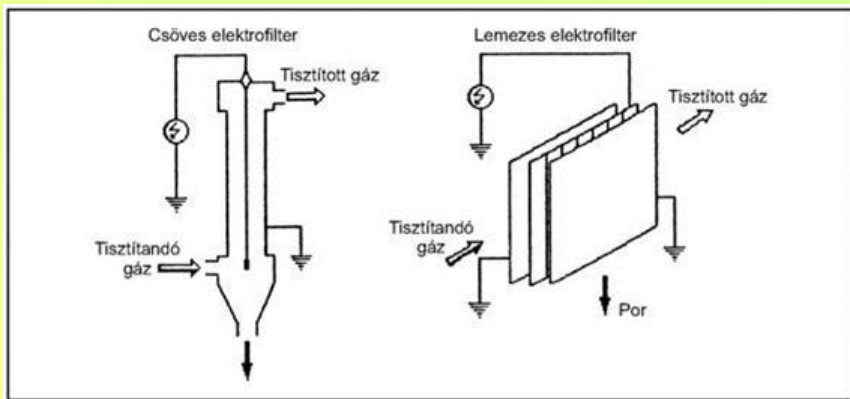


**Műanyag szűrő anyag keresztmetszete**

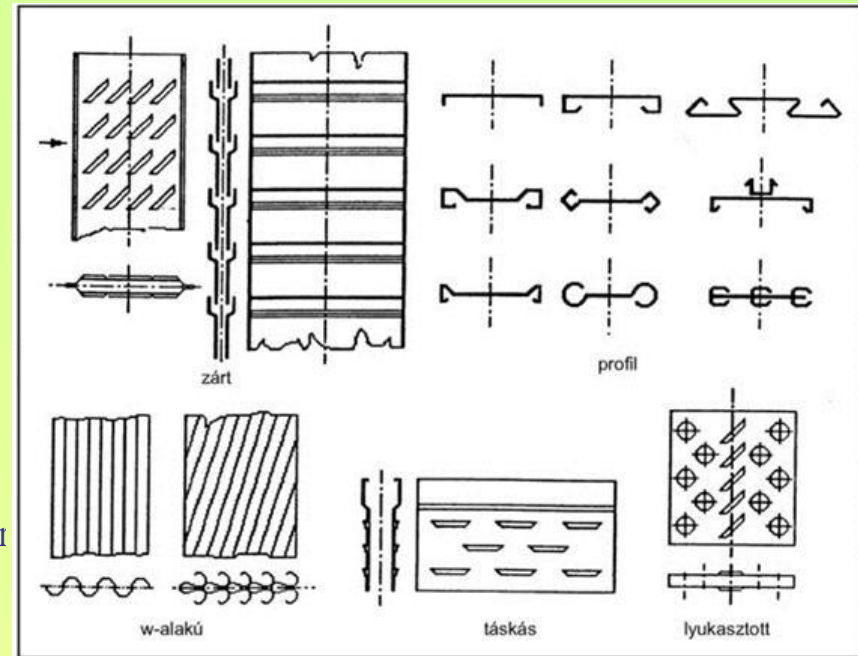
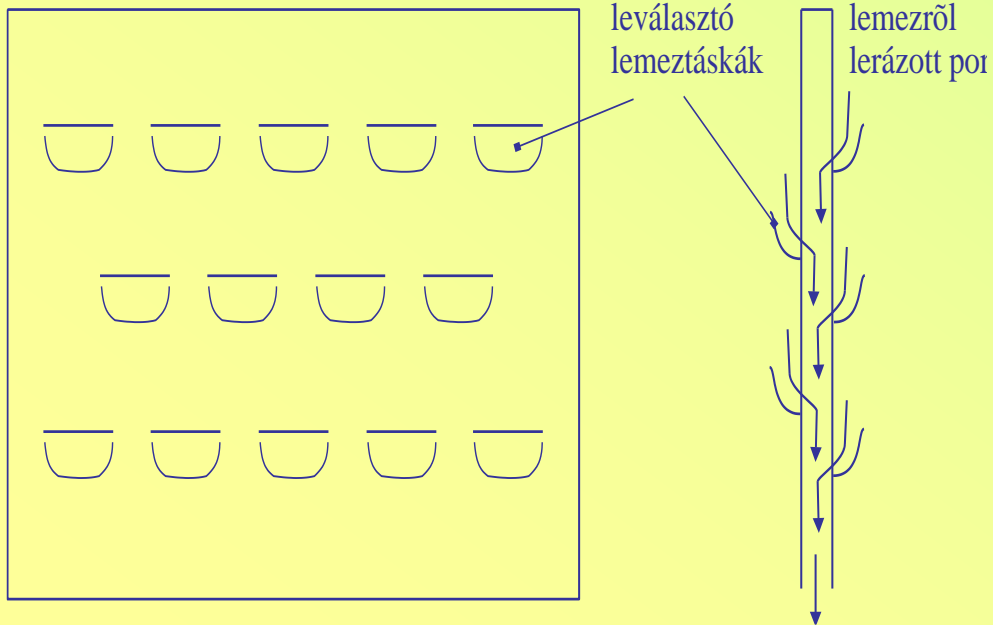
# Elektrosztatikus porleválasztó

csöves

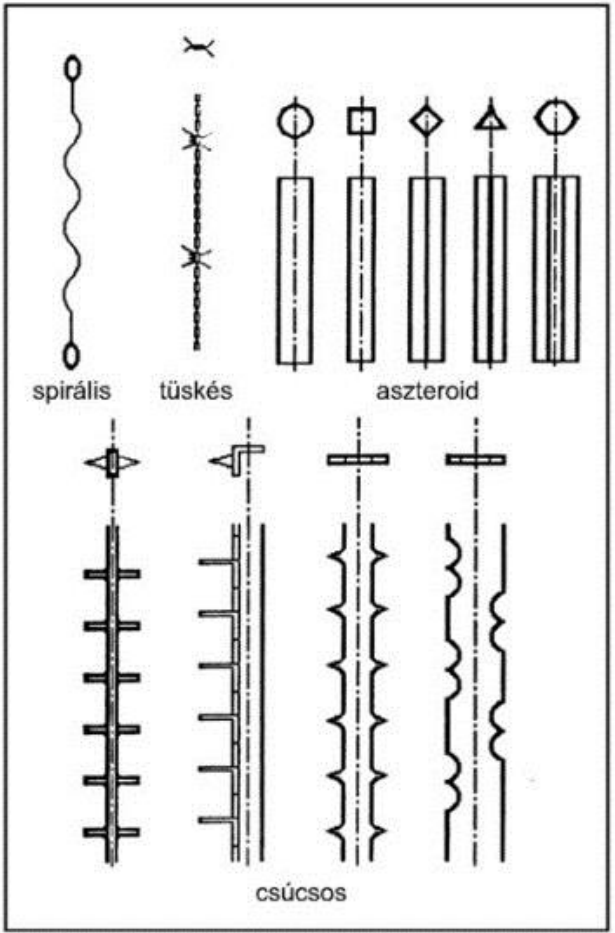
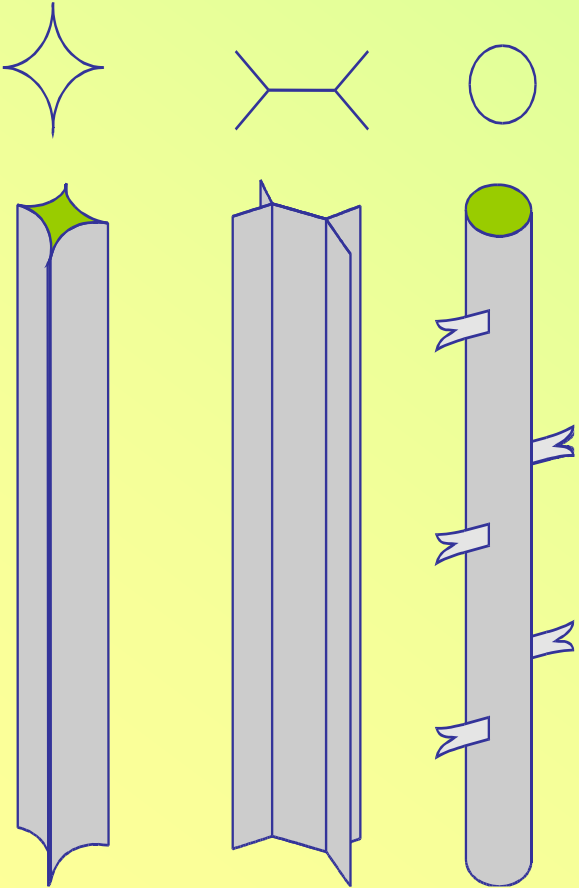
Lemezes v. utcás

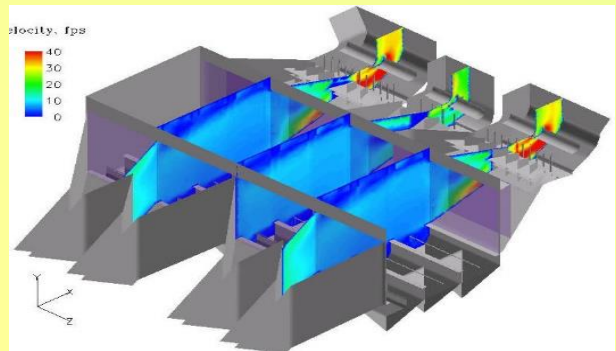
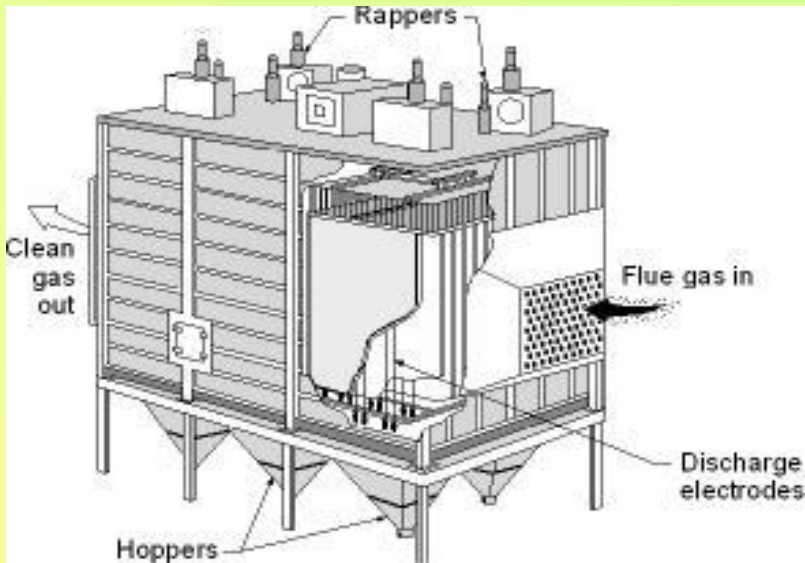
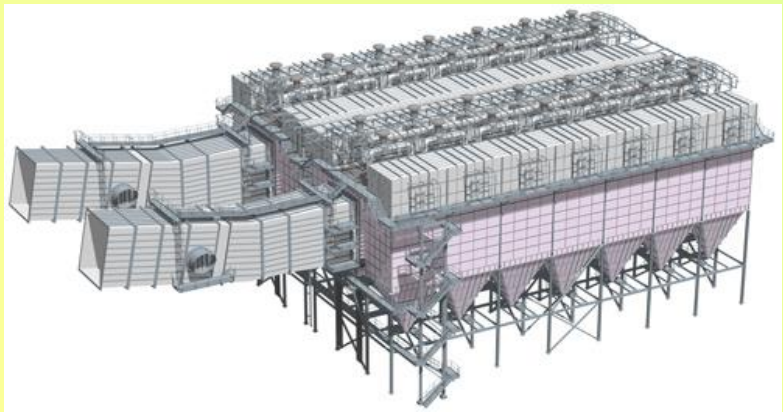


# Leválasztó elektróda



# Szóró elektróda



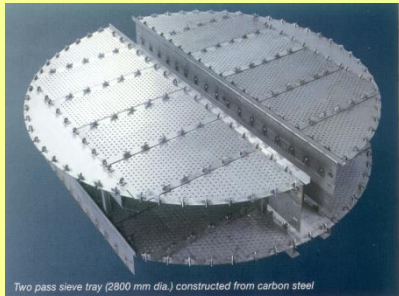


# NEDVES LEVÁLASZTÓK

## SZILÁRD és GÁZKOMPONENSEK LEVÁLASZTÁSA

### 1. Nedves leválasztókban lejátszódó folyamatok

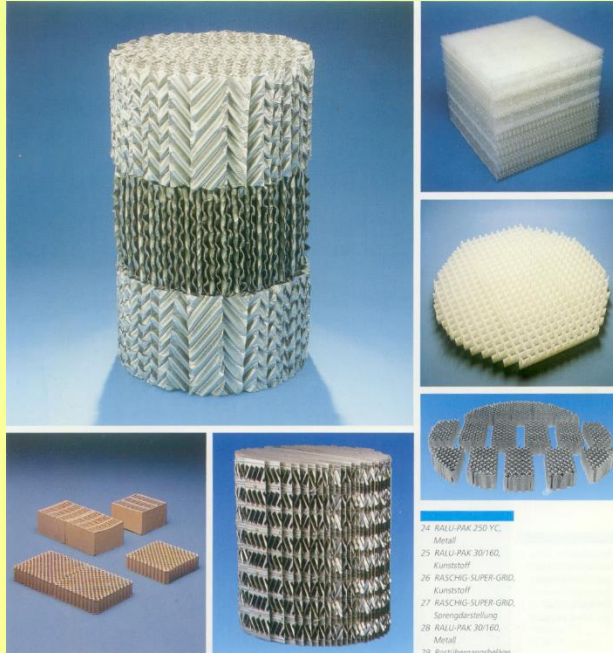
- Szilárd komponensek leválasztása
- Gázkomponensek leválasztása (abszorpció/kemiszorpció)
- Gáz hűlés, gáz nedvesedés (vízgőzzel történő telítődés)



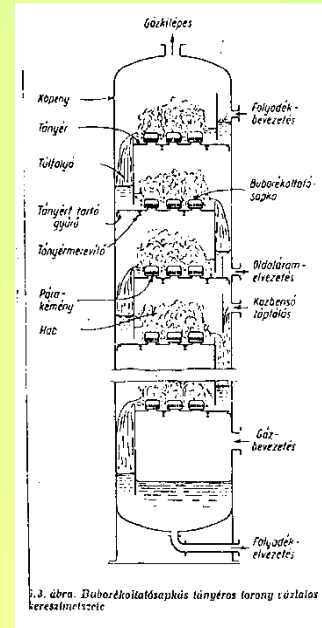
Two pass sieve tray (2800 mm dia.) constructed from carbon steel



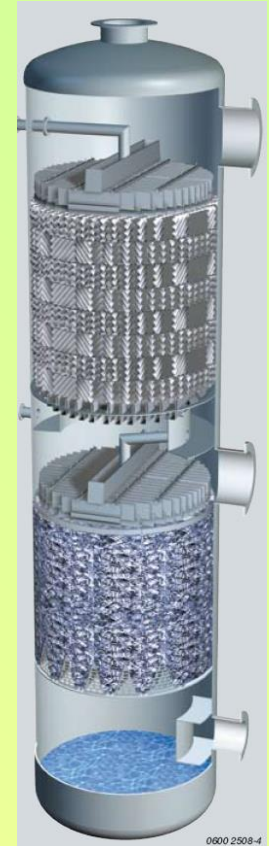
Single pass sieve tray (1600 mm dia.) constructed from stainless steel



24. RALU-PAK 250 YC, Metall  
25. RALU-PAK 30160, Kunststoff  
26. RASCHIG-SUPER-GRID, Kunststoff  
27. RASCHIG-SUPER-GRID, Sprengdarstellung  
28. RALU-PAK 30160, Metall  
29. RALU-PAK 30160, Metall



2.3. ábra. Buborékolósapkás tégteres torony részletes keresztmetszete



0600 2508-4

## *2. Nedves leválasztók előnyei és hátrányai*

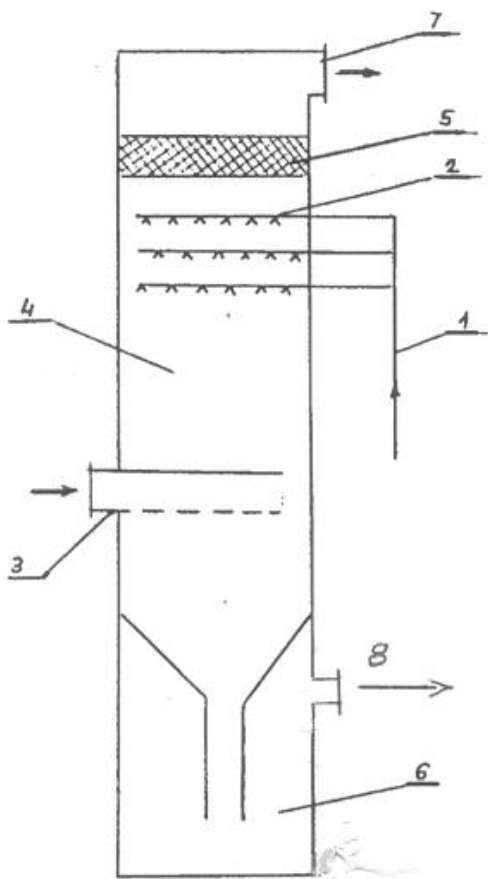
### *ELŐNYÖK*

- egyidejű por-és gázleválasztás
- kis részecske méret esetén is jó leválasztási hatások
- $\eta = f(m_{\text{folyadék}}/m_{\text{Gáz}})$

### *HÁTRÁNYOK*

- folyadék kezelés
- gáz nedvesedik, folyadék veszteség ( $m_{\text{foly}} = m_{\text{pár}} + m_{\text{csepp}}$ )
- gáz hűl, harmatponti problémák

# PERMETEZŐ MOSÓ



1. folyadék bevezetés, 2. cseppképző rész,
3. gáz bevezetés, 4. gáz-folyadék érintkeztető,
5. cseppfogó, 6. folyadék-gyűjtő, 7. gáz kilépés,
8. folyadék kilépés

## Mátrai erőmű permetező mosója



A felújítás jelentősen javítja a környezet állapotát azzal, hogy füstgáz-kéntelenítő építése is szerepel a tervekben. A Mátrai Erőmű az úgynevezett nedves mészköves eljárást fogja alkalmazni. Az eljárás mellékterméke a további feldolgozásra alkalmas gipsz.



A már elkészült tervek alapján a beruházás főbb adatai:

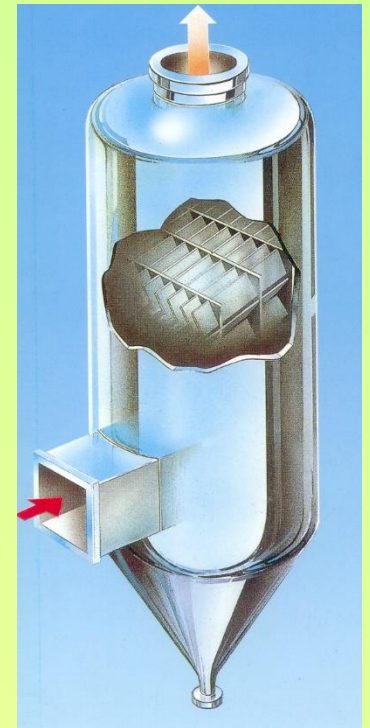
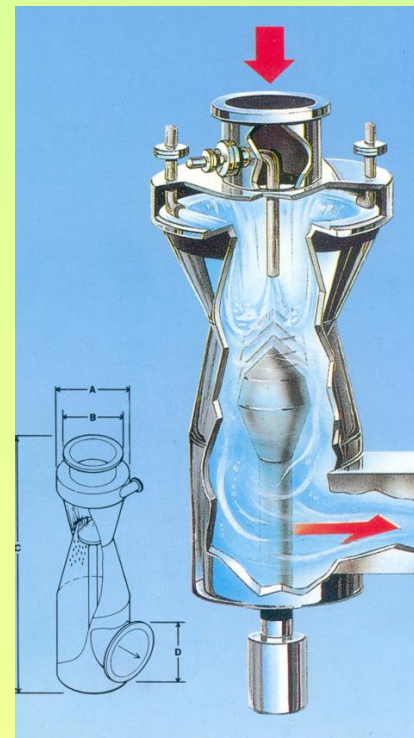
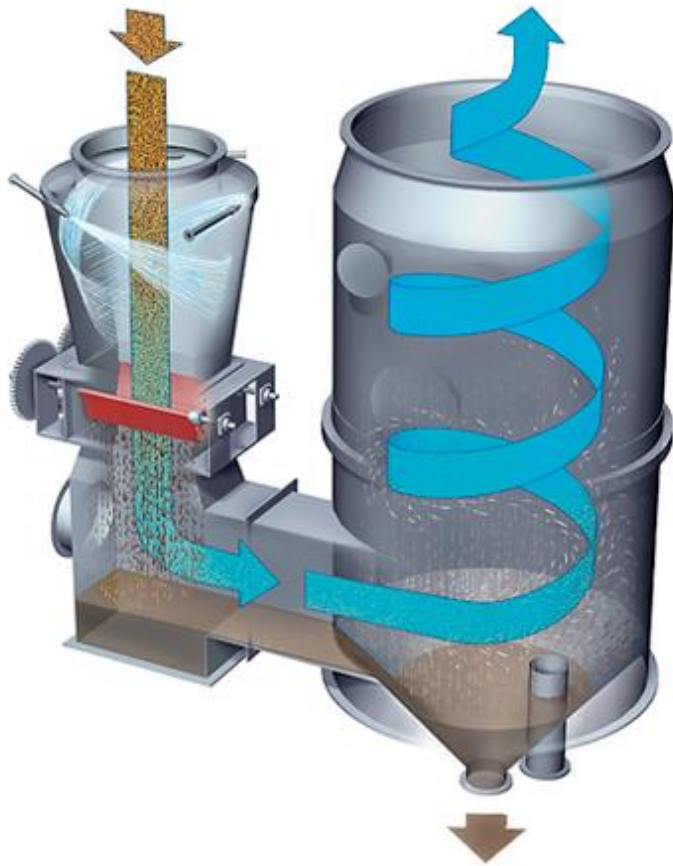
blokk nagyság: 212 MW  
 tüzelőanyag-mennyiség: 5 millió tonna/év  
 a megtermelt villamosenergia aránya a magyarországi rendszerben: 13%

### Kibocsátási értékek:

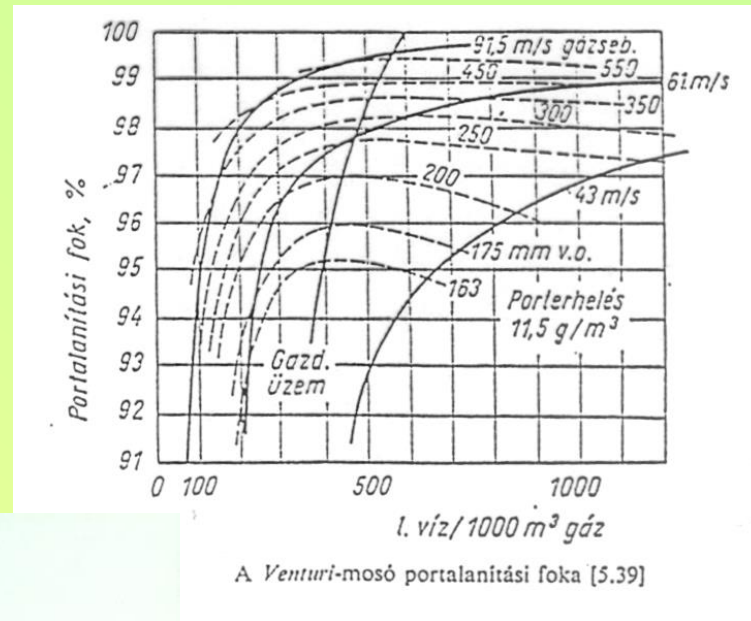
	Jelenleg (1996 évi átlag)	A felújítás után	A várható kibocsátási határérték
por	195 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>	50 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	7600 mg/m <sup>3</sup>	353 mg/m <sup>3</sup>	400 mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	320 mg/m <sup>3</sup>	250 mg/m <sup>3</sup>	400 mg/m <sup>3</sup>
CO	335 mg/m <sup>3</sup>	128 mg/m <sup>3</sup>	250 mg/m <sup>3</sup>



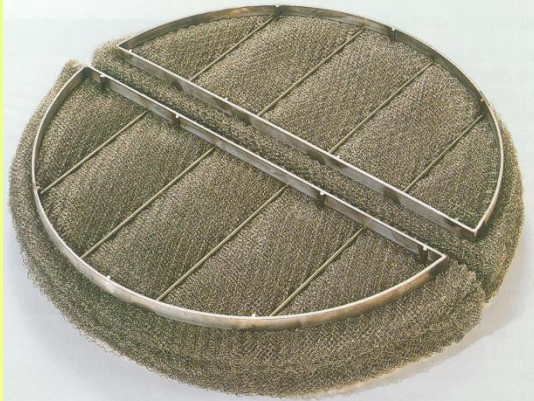
# Venturi-mosó



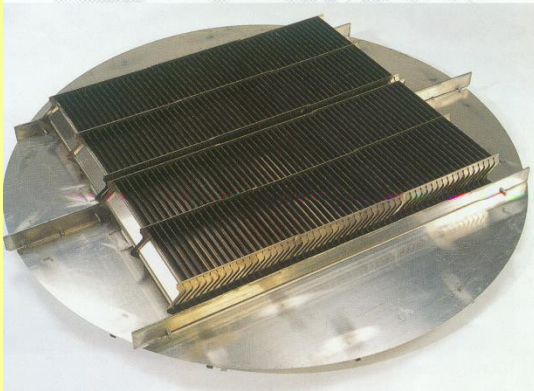
# Ipari méretű Venturi-mosó és leválasztási hatásfok görbéje



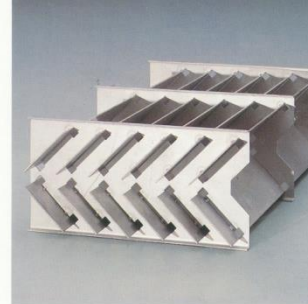
# Cseppfogó kialakítások



Gestrick-Tropfenabscheider DN 1200 aus Edelstahl 1.454



le IV



Style III

