

# Növényi hatóanyagok kinyerése és elválasztása

Székely Edit  
BME Kémiai és Környezeti  
Folyamatmérnöki  
sz-edit@mail.bme.hu

Go to [www.menti.com](https://www.menti.com) and use the code 98 97 86

 Mentimeter

# Csatlakozzanak...



# Növényi hatóanyagok



## *Illóolajok*

(monoterpének,  
szeszkviterpének,  
kénvegyületek stb.)

## *Illékony aromák*

Vízgőz-desztilláció

## *Olajok, viaszok*

(zsírok, olajok  
foszfolipidek,  
zsírsavak,  
 tokoferolok,  
 fitoszterolok,  
 lineáris alkánok)

## *Pigmentek*

(karotenoidok,  
klorofillok,  
xanthofillok,  
anthocianidok)

## *Alkaloidok*<sup>stb...</sup>

(proto-,  
pseudo-  
alkaloidok)

## *Egyebek*

(Diterpének,  
triterpenoidok,  
flavonoidok,  
kumarinok,  
glikozidok,  
peptidek,  
stb...)

Tradicionalis oldószeres és/vagy szuperkritikus  
CO<sub>2</sub> extrakció

# Az illóolajok története

- Ókor: Kína, India, Egyiptom, Perzsia
- Középkor: alkimisták
- 19. század: ipari gyártás
- 1920-as évek: Bittera Gyula (illóolajos növények elterjesztése)
- 1970-1980: Magyarország illóolaj „nagyhatalom”

# Illóolaj elválasztási módszerek

- Víz-, víz és gőz-, és gőzdesztilláció
- Hidrodifúzió / perkoláció
- Sajtolás
- Oldószeres extrakció:
  - Konkrét előállítása
  - Abszolút előállítása
  - Enfleurage

# Vízgőz-desztilláció

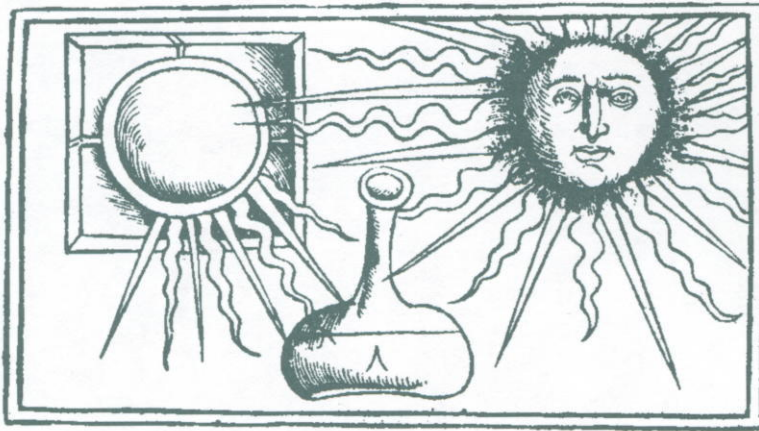


Herb Garden and Distillery, from Hieronymus Brunschwig's "Liber de arte Distillandi de Simplicibus" 1516

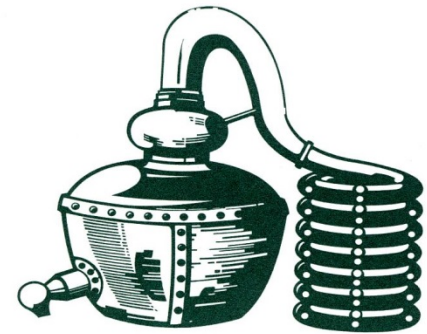
# Középkori ábrázolások

*“Let the powers of nature shine  
within you”*

*Paracelse (1493-1541)*

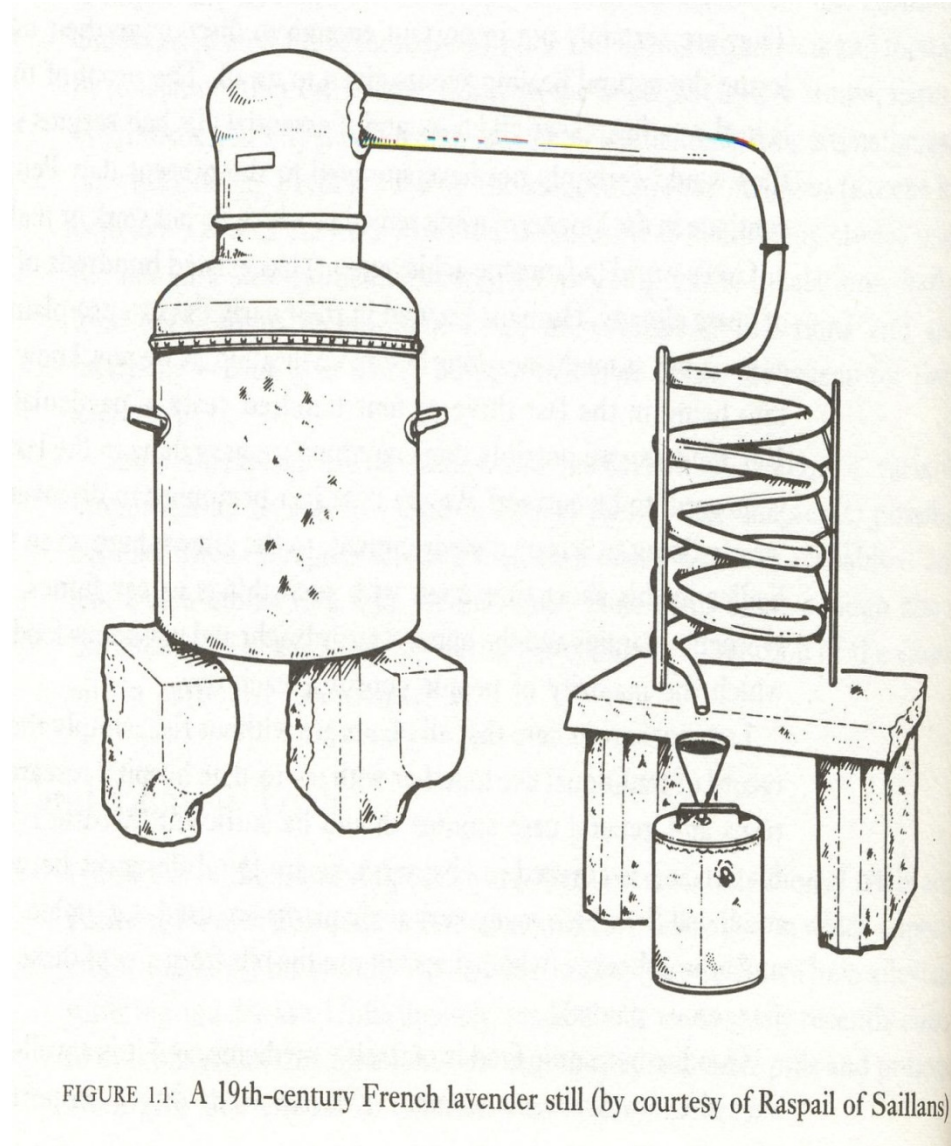


*Brunswich - 1512 - Distillation under the sun*



*«One of the prime virtues of essential oils is their ability to inspire total communion between man and nature. Through hard work and an applied mind, people have learnt to extract and make the most of nature's hidden treasures.»*

# Vízgőz-desztilláció – a 19. században





# Az illóolaj komponensek forrponcja légköri nyomáson

- Monoterpén szénhidrogének: 160-180°C
- Monoterpén alkoholok: 200-230°C
- Szeszkviterpén szénhidrogének: 260-290°C

# Elméleti alapok

$$P_{olaj}^0 + P_{víz}^0 = P$$

$$y_{olaj} = \frac{P_{olaj}^0}{P} \quad y_{víz} = \frac{P_{víz}^0}{P}$$

$$\frac{n_{víz}}{n_{olaj}} = \frac{p_{víz}^0}{p_{olaj}^0}$$

$$\frac{m_{víz}}{m_{olaj}} = \frac{p_{víz}^0 \cdot M_{víz}}{p_{olaj}^0 \cdot M_{olaj}}$$

# Számított vízgőz-szükséglet

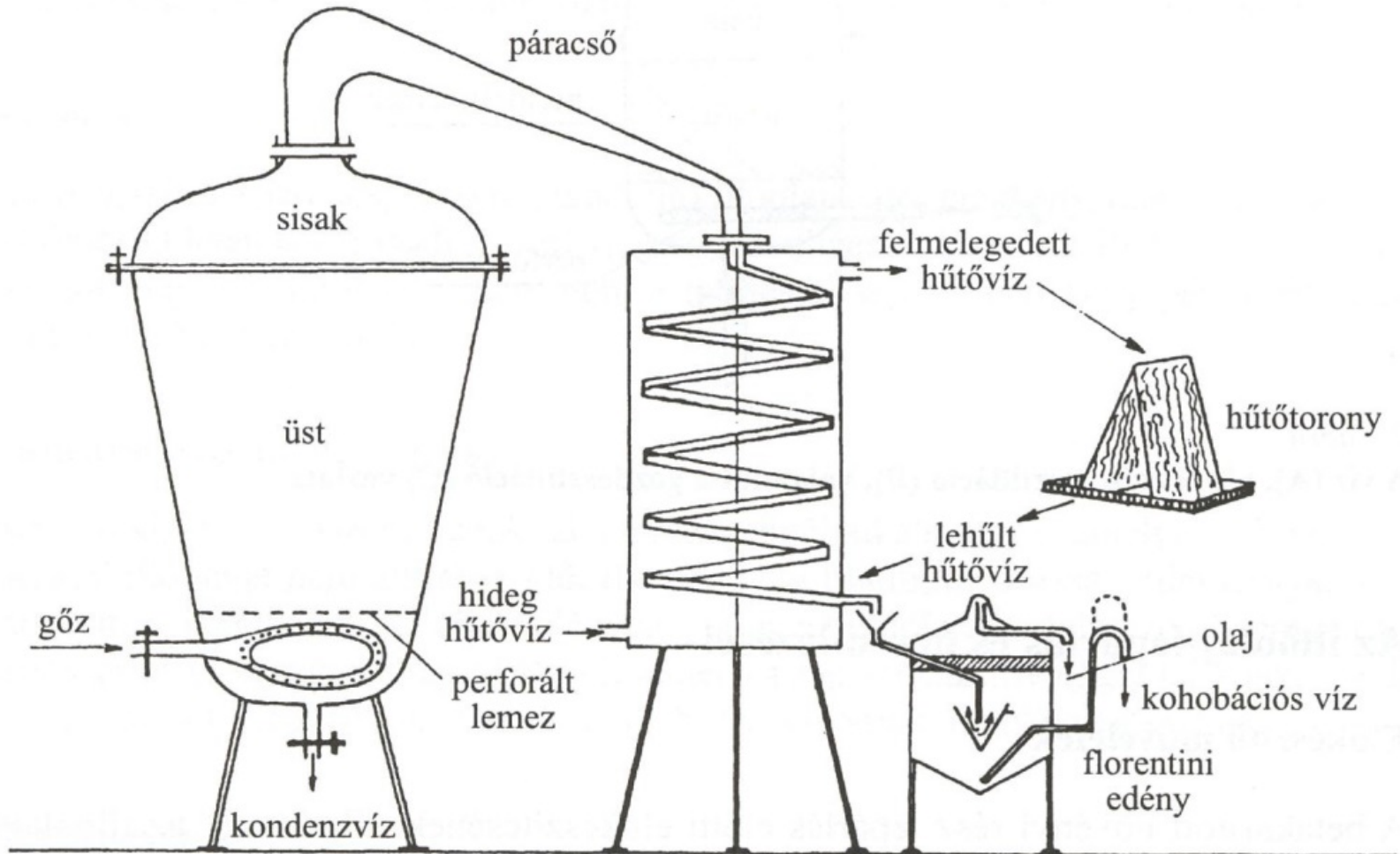
- Monoterpén szénhidrogének 0,6 kg/kg
- Oxigéntartalmú monoterpének 8 kg/kg
- Szeszkviterpének 18 kg/kg

A gyakorlatban több gőz kell:

- Nem egyensúlyi állapot
- Az illóolaj zsírokban van oldva
- Az illóolaj a sejteken belül van



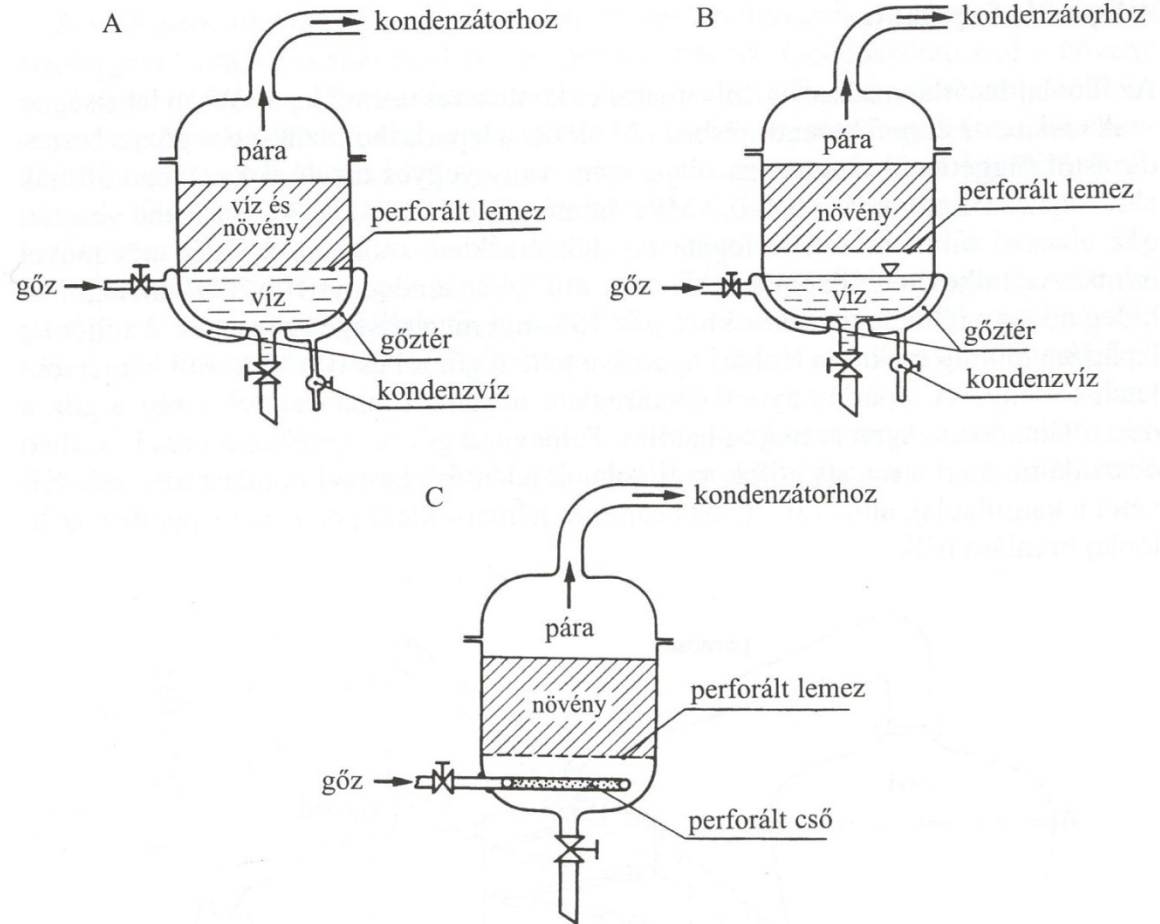
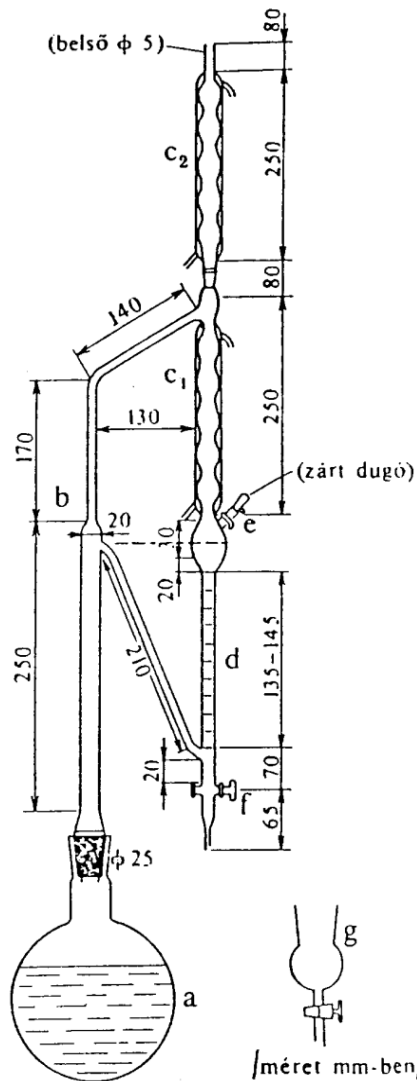
# Illóolaj-lepárlás



28. ábra

Szakaszos üzemű illóolaj-lepárló vázlatos rajza

# Víz-, víz és gőz-, és gőzdesztilláció



27. ábra

A víz (A), víz- és gőzdesztilláció (B), valamint a gőzdesztilláció (C) vázlata

/méret mm-ben/

# Néhány olaj lepárlási ideje (4 m<sup>3</sup> üst)

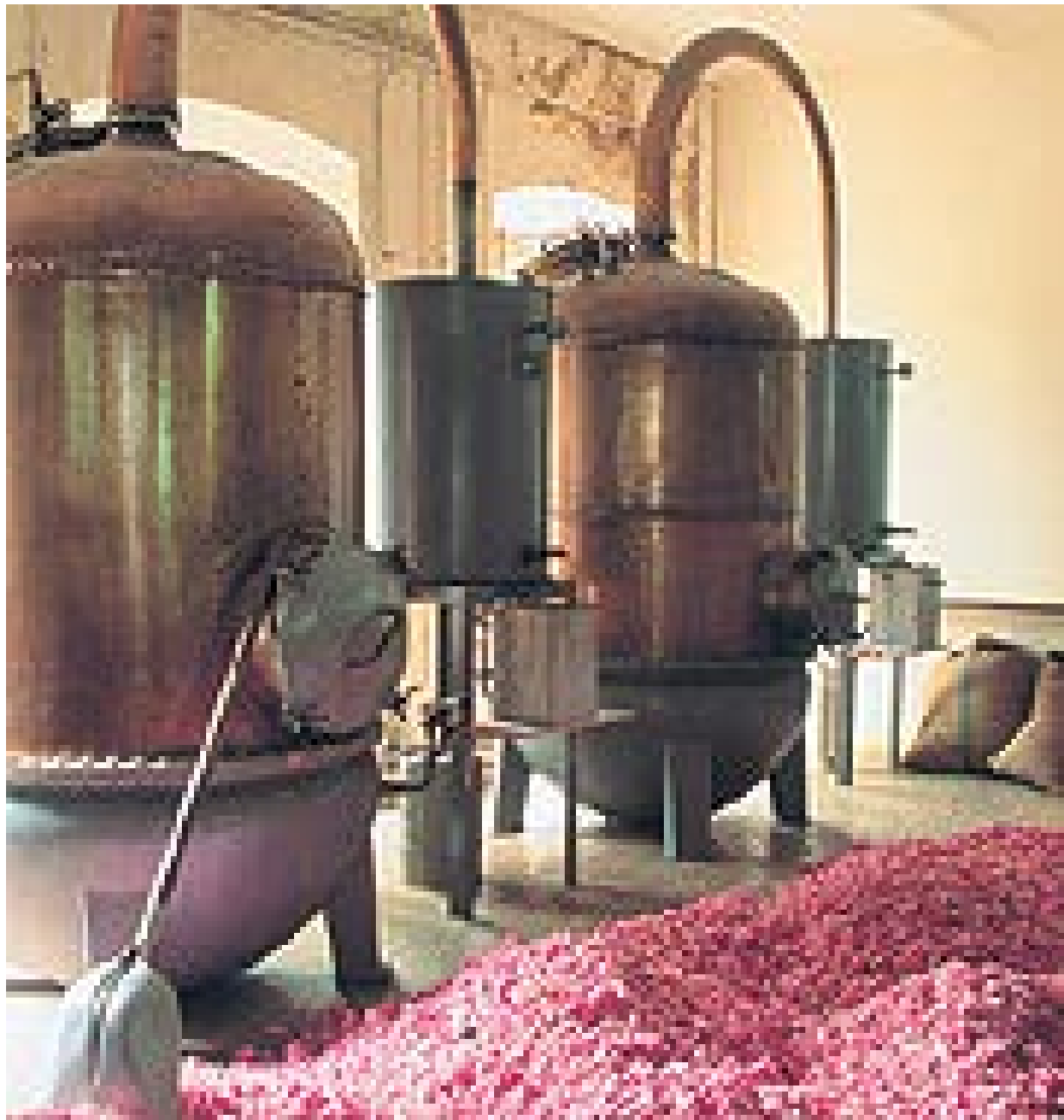
- Levendula 40 – 60 min
- Muskotályzsálya 40 – 60 min
- Borsmenta 90 – 120 min
- Kapor növény (nyers) 120 – 180 min
- Kapor termés 250 – 350 min
- Angelika gyökér 300 – 600 min
- Kamilla virág 300 – 600 min







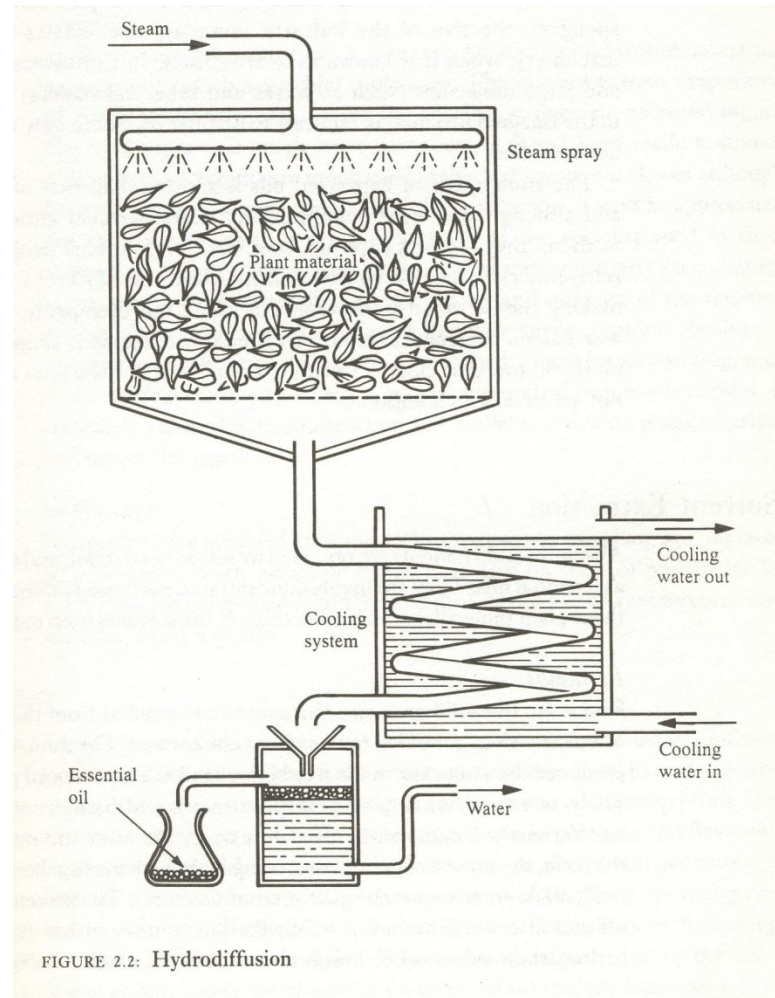




# Illóolaj elválasztási módszerek

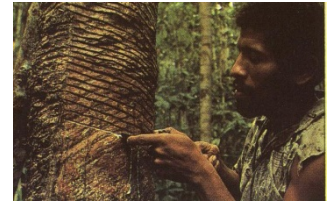
- Vízgőz-desztilláció
- Hidrodifúzió / perkoláció

# Hidrodiffúzió



# Elválasztási módszerek

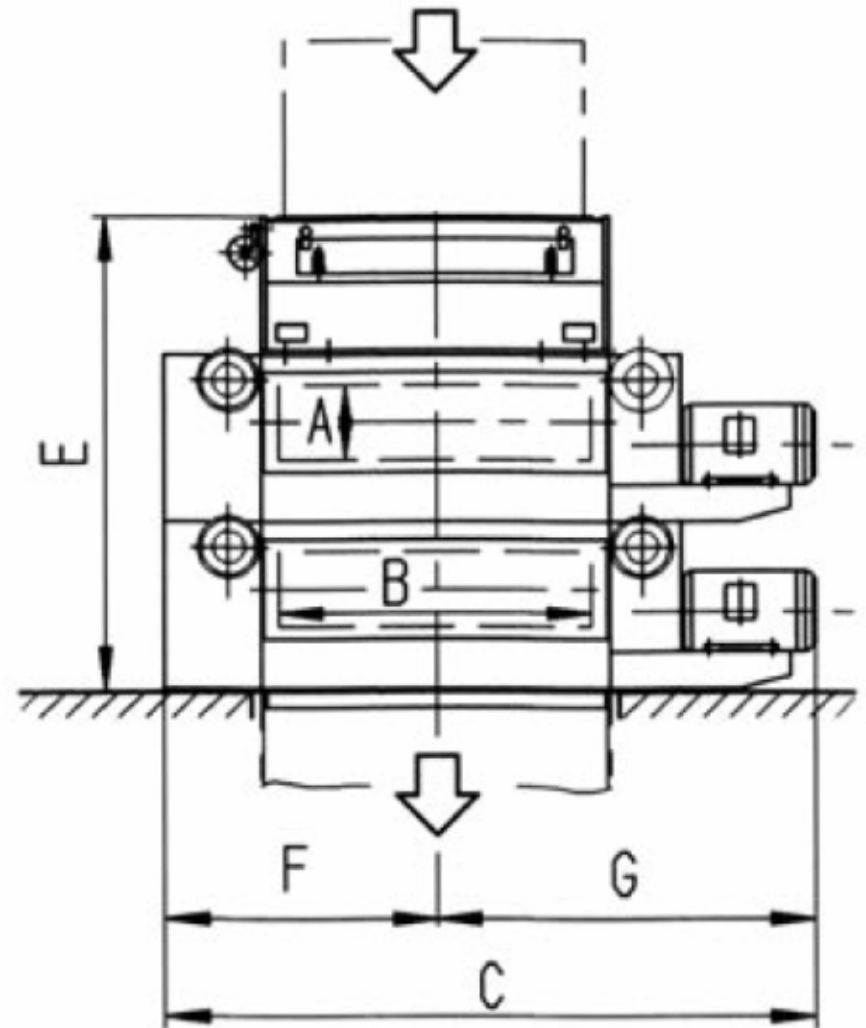
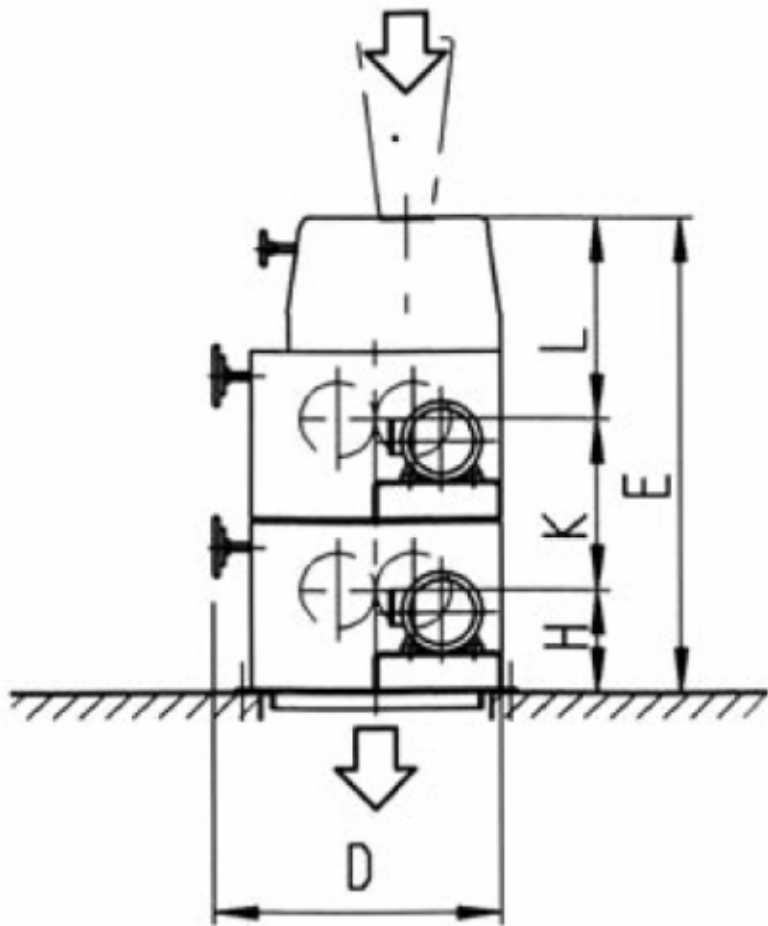
- Víz, víz és gőz-, és gőzdesztilláció
- Hidrodifúzió / perkoláció
- Sajtolás (hidegen sajtolás, centrifugálás)



# Rolling Mill



# Rolling Mill

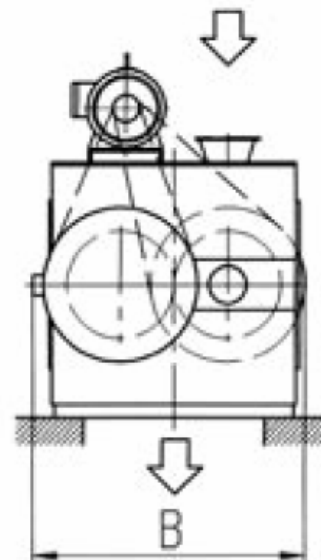
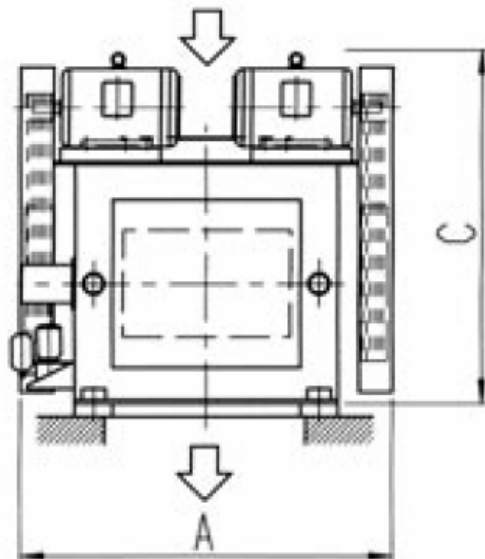
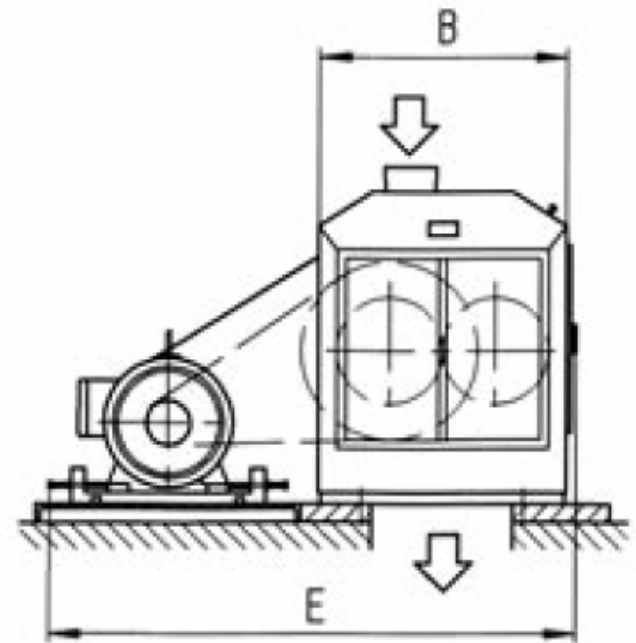
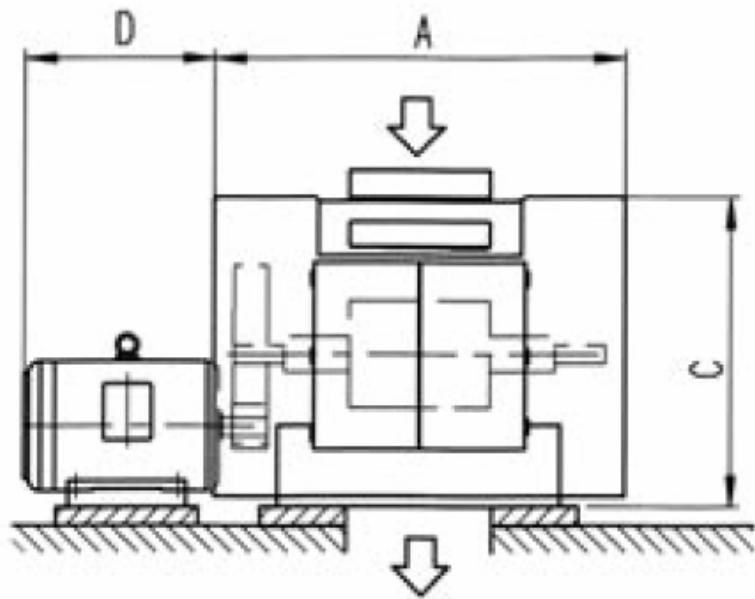




# Flaking Mill

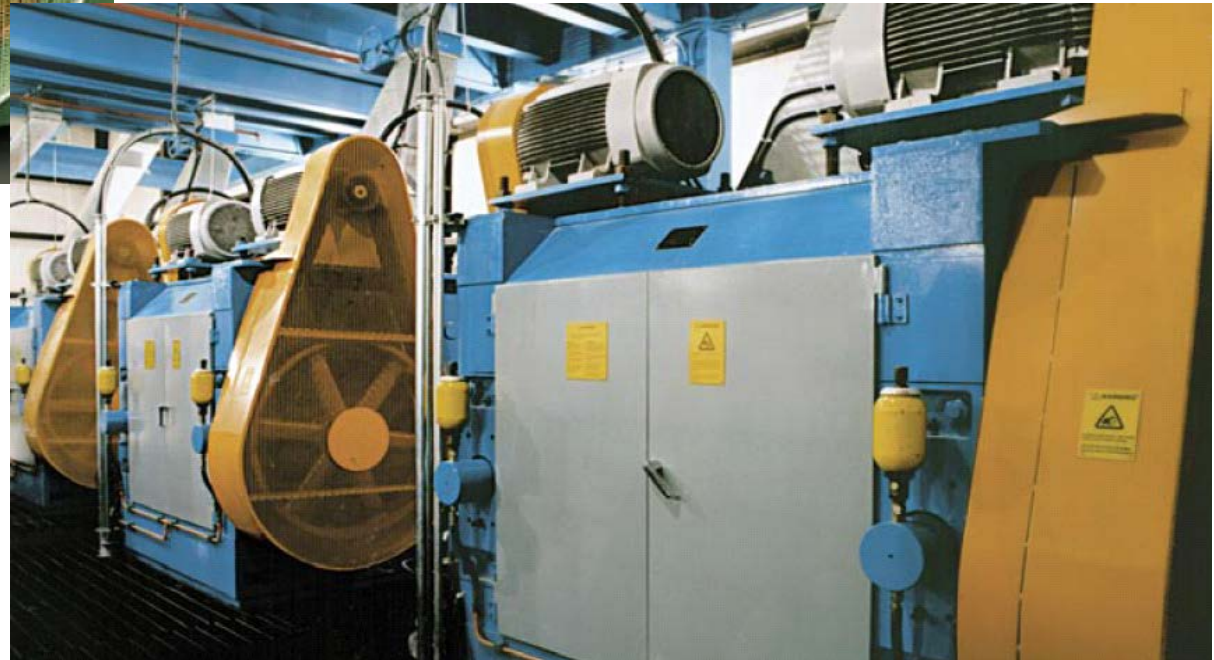


# Flaking Mill





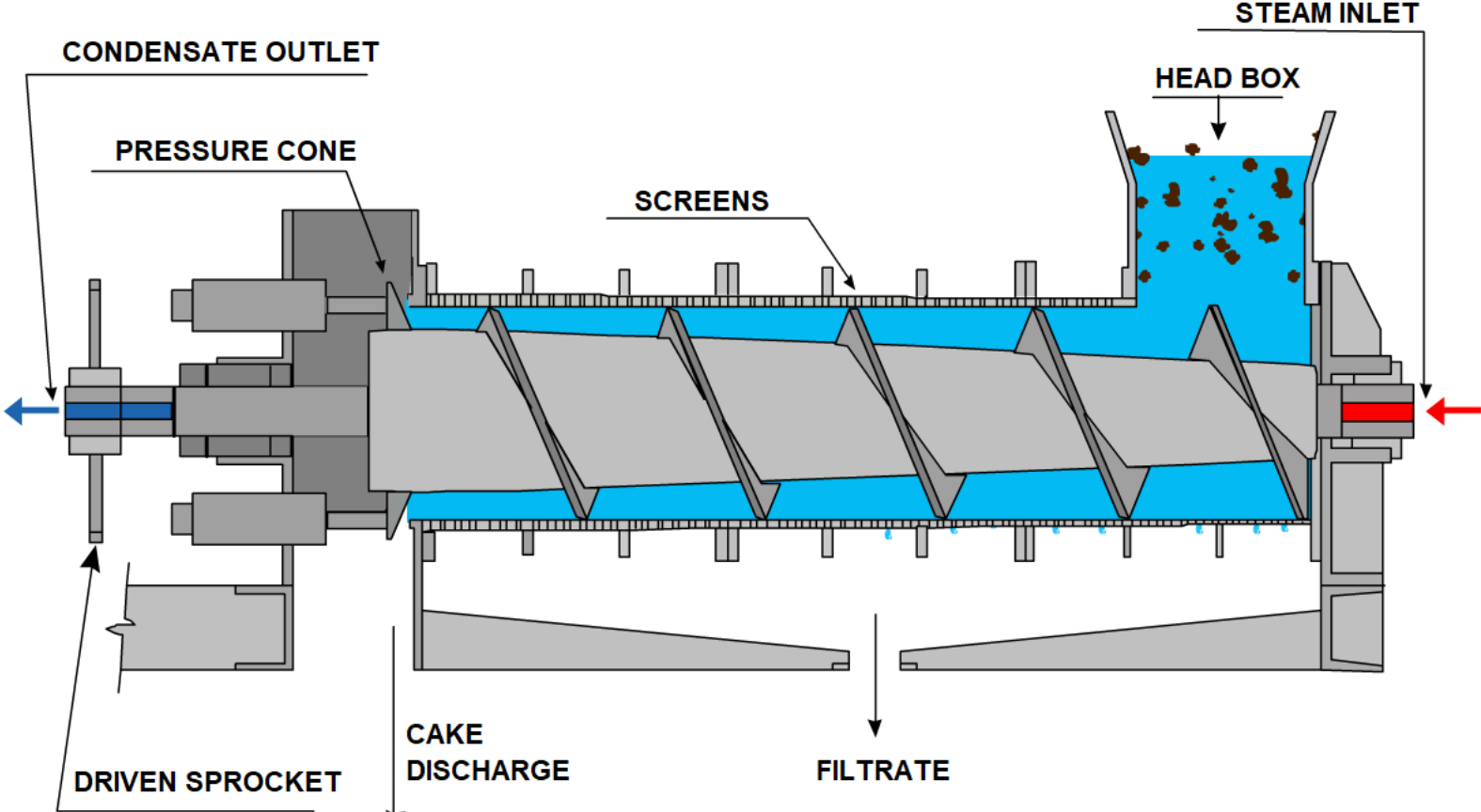
<https://youtu.be/nd2fyN0ZXzU?t=271>



# Olívaolaj kinyerése sajtolással

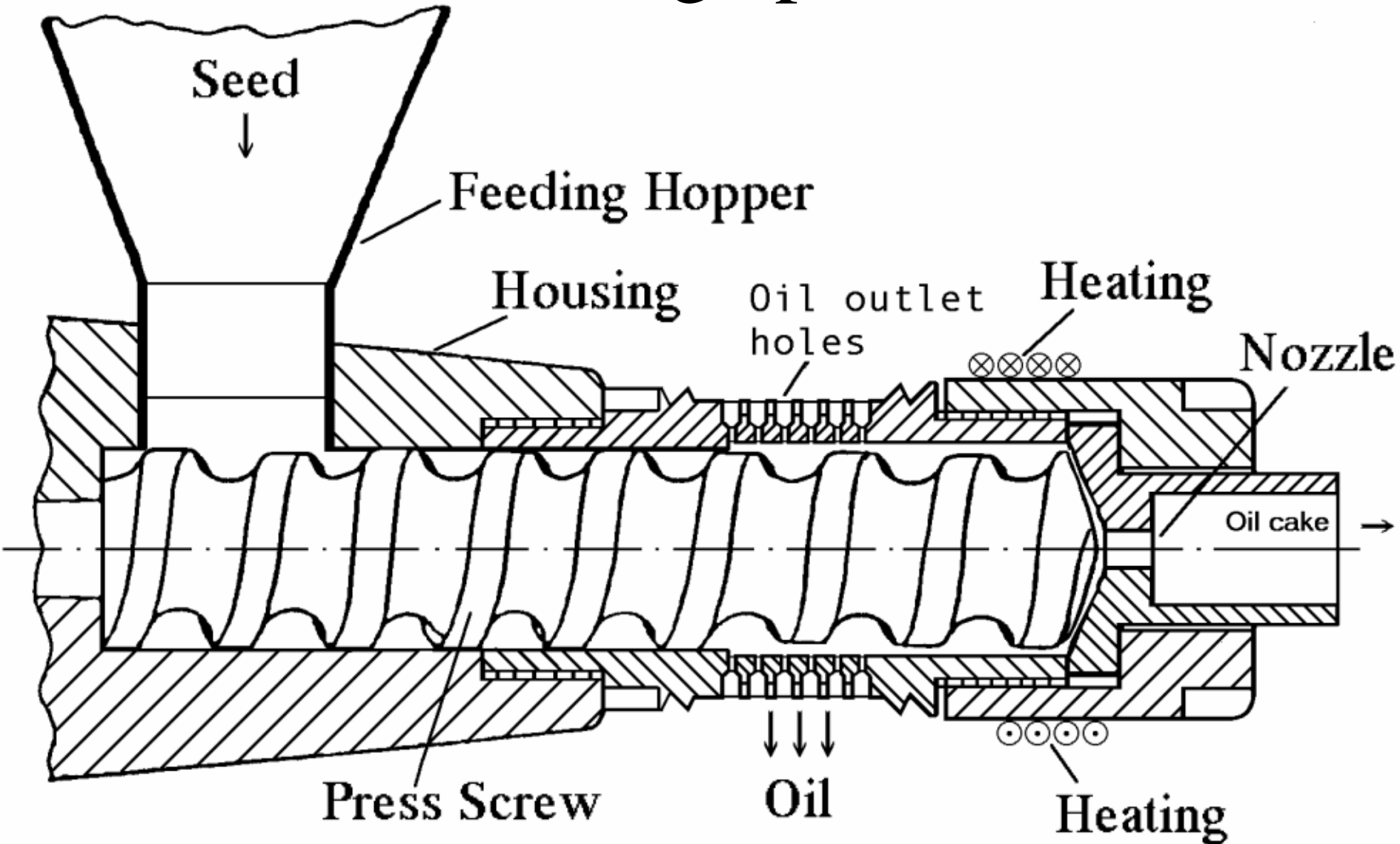


# Csiga prés



**Screw Press Cross Section**

# Csiga prés



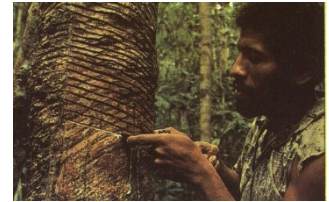




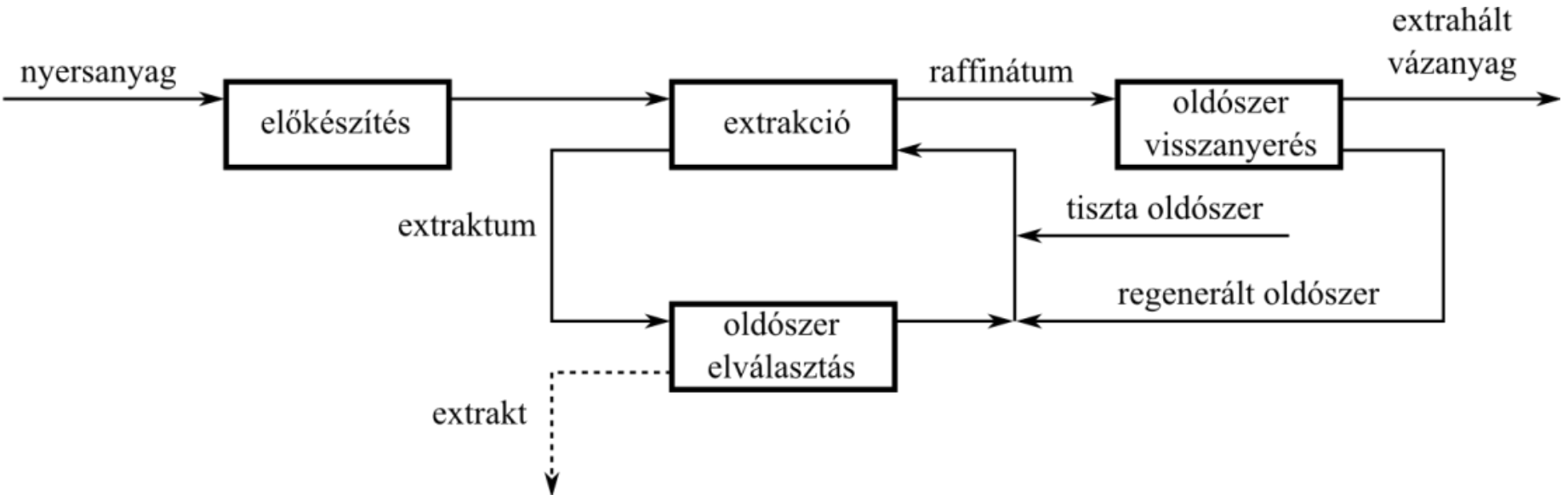


# Elválasztási módszerek

- Víz, víz és gőz-, és gőzdesztilláció
- Hidrodifúzió / perkoláció
- Sajtolás (hidegen sajtolás, centrifugálás)
- Oldószeres extrakció:
  - Folyadék / folyadék extrakció
  - Szilárd / folyadék extrakció:
    - Konkrét előállítása (apoláris oldószeres extrakció)
    - Abszolút előállítása (konkrét etanolos kivonata)
    - Enfleurage (szirmok állati zsírhoz történő hozzáadása, majd extrakció)



# Oldószeres extrakció



A szilárd – folyadék extrakció fő műveleti lépései  
Folytonos extraktorok 100–200 tonna/nap kapacitás  
felett olajos magvaknál

Go to [www.menti.com](https://www.menti.com) and use the code 30 88 41

 Mentimeter

# Csatlakozzanak...



# Élelmiszereknél használható oldószer

- European Commission directive 88/344/EEC
- Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-88/344

# GMP technológiákban korlátlanul használható oldószerek

<b><i>Gázok</i></b>	<b><i>Folyadékok</i></b>
propán	etil-alkohol <sup>2</sup>
bután	etil-acetát
szén-dioxid	aceton <sup>1</sup>
dinitrogén-oxid	víz <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Az aceton nem használható olívatörkölyből készült olaj finomítására.

<sup>2</sup> Az etanol és a víz (amely savassága vagy lúgossága beállítására szolgáló anyagot is tartalmazhat) extrakciós oldószerként korlátozás nélkül használható.

# Extrakciós oldószerek élelmiszerek és élelmiszer adalékok előállítására

<b>Név</b>	<b>Felhasználás</b>	<b>Termékekben megengedett maradék</b>
hexán <sup>1</sup>	Zsírok és olajok előállítása frakcionálása, kakaóvaj előállítása; Fehérjék, lisztek, darák zsírmentesítése; Zsírmentes gabonacsírák előállítása	1 mg/kg zsírokban, olajokban, kakaóvajban; 10 mg/kg az élelmiszerekben, amelyek a zsírmentes fehérjét, lisztet tartalmazzák; 30 mg/kg a zsírmentes szója termékekben; 5 mg/kg a zsírmentes csírában
metil-acetát	Koffeinmentesítés, izgató és keserű anyagok eltávolítása kávéból és teából; Cukor kinyerése melaszból	20 mg/kg kávé ill. tea; 1 mg/kg cukor
etil-metil-keton <sup>2</sup>	Zsírok és olajok frakcionálása; Koffeinmentesítés, izgató és keserű anyagok eltávolítása kávéból és teából	5 mg/kg zsír ill. olaj; 20 mg/kg kávé ill. tea
diklór-metán	Koffeinmentesítés, izgató és keserű anyagok eltávolítása kávéból és teából	2 mg/kg pörkölt kávé; 5 mg/kg tea

# Extrakciós oldószerek természetes ízesítők és aromák kinyerésére

<b>Név</b>	<b><i>A megengedett maradék az élelmiszerben, amelyben a kivonatot felhasználják</i></b>
dietil-éter	2 mg/kg
hexán <sup>1</sup>	1 mg/kg
ciklohexán	1 mg/kg
metil-acetát	1 mg/kg
bután-1-ol	1 mg/kg
bután-2-ol	1 mg/kg
etil-metil-ke-ton <sup>1</sup>	1 mg/kg
diklór-metán	0,02 mg/kg
propán-1-ol	1 mg/kg
1,1,1,2-tetrafluor-etán	0,02 mg/kg

# Extrakciós oldószerek fizikai-kémiai jellemzői

<b>Név</b>	<b><i>n</i>-hexán</b>	<b>izohexán <i>n</i></b>	<b>etil- alkohol</b>	<b>izopropil- alkohol</b>	<b>etil- acetát</b>	<b>aceton</b>
CAS-szám	110543	107835	64176	67630	141786	67641
Képlet	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
Móltömeg	86,18	86,18	46,07	60,11	88,11	58,08
Sűrűség, kg/m <sup>3</sup>	671	653	785	818	902	791
Olvadáspont, °C	-95	-154	-130	-89	-84	-94
Forráspont, °C	68,7	62	78,4	82,4	77	56
Lobbanáspont, °C	-23	-7	12	12	-3 - 0	-17 – (-16)
Öngyulladás, °C	260	264	425	400	460	538
Robbanási határ, (V/V)%	1,2 – 7,7	1,2 - 7	3,3 – 19,0	2,5 – 12,0	2,3 – 11,4	2,2 - 13
Párolgáshő, kJ/kg	334,5	324,1	854,1	667,0	430,8	512,3
Fajhő, kJ/kgK	2,23	2,23	2,55	2,50	2,13	2,14
Oldhatóság vízben <sup>1</sup>	nem	nem	old.	old.	korl.	old.



# Növényolaj gyártás >10 t/év

- Kibocsájtási határértékek:

Állati zsír: 1,5 kg/t;

Ricinus: 3 kg/t;

Repcemag: 1 kg/t;

Napraforgómag: 1 kg/t;

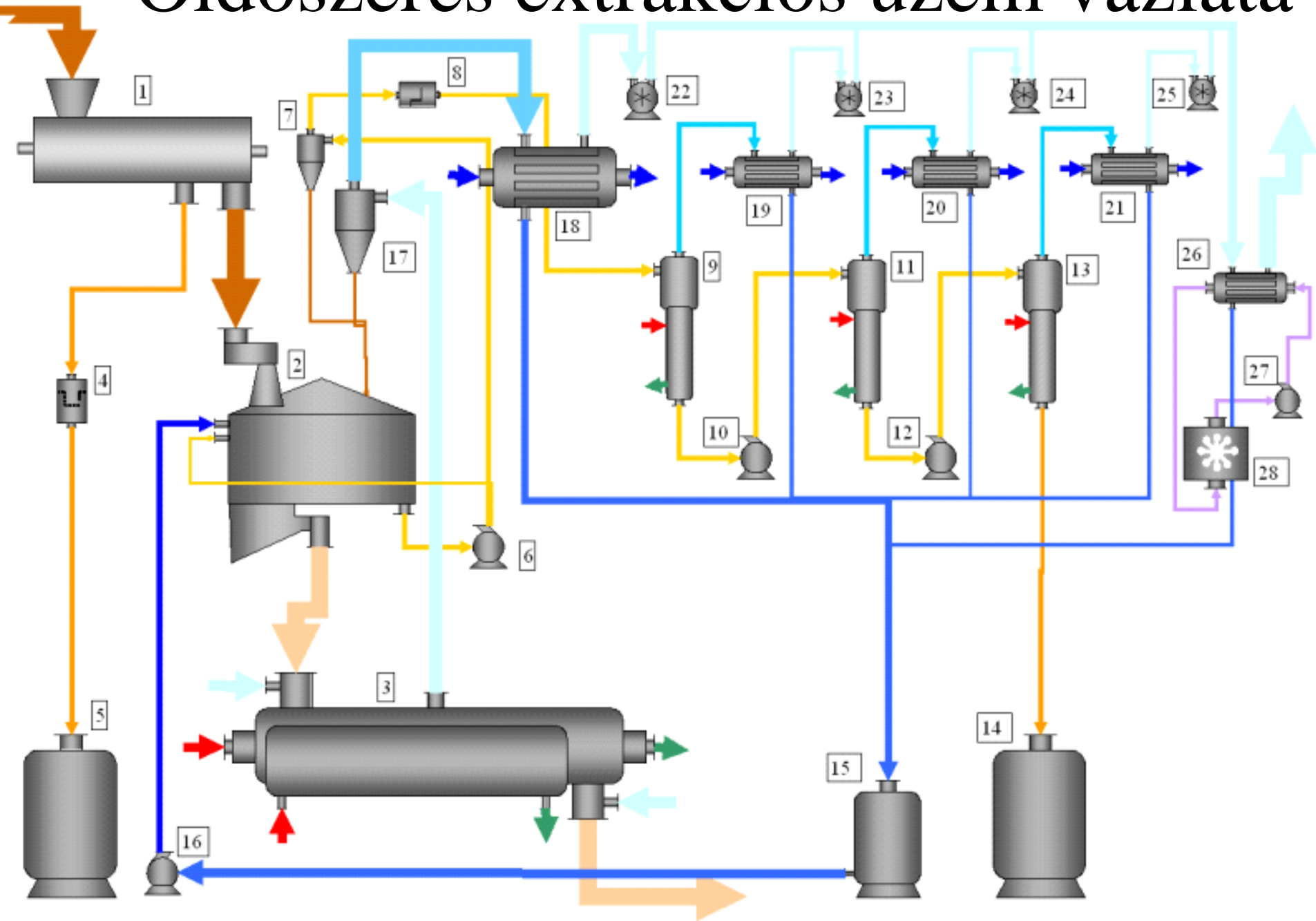
Szójabab (normál őrlés, sajtolás): 0,8 kg/t;

Szójabab (fehér pelyhes üledék): 1,2 kg/t;

Egyéb magvak és növényi anyagok: 3 kg/t <sup>(4)</sup>

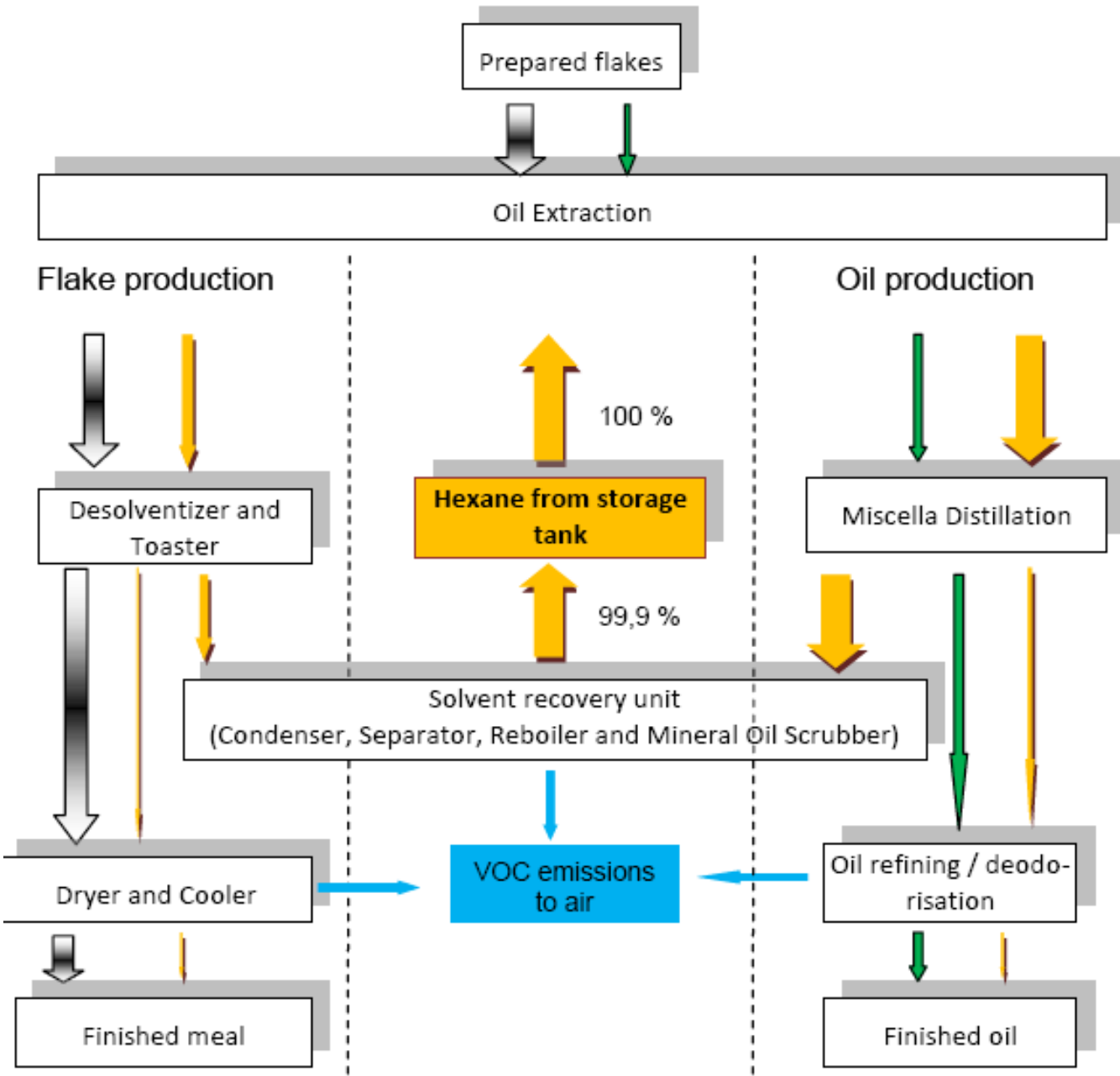
<sup>(4)</sup> A teljes kibocsátási határértéket olyan berendezésekre, amelyek adagonként dolgozzák föl a magvakat illetve egyéb növényi anyagokat, az illetékes hatóság minden esetet külön vizsgálva, a legjobb elérhető technológia alapján állapítja meg.

# Oldószeres extrakciós üzem vázlatja



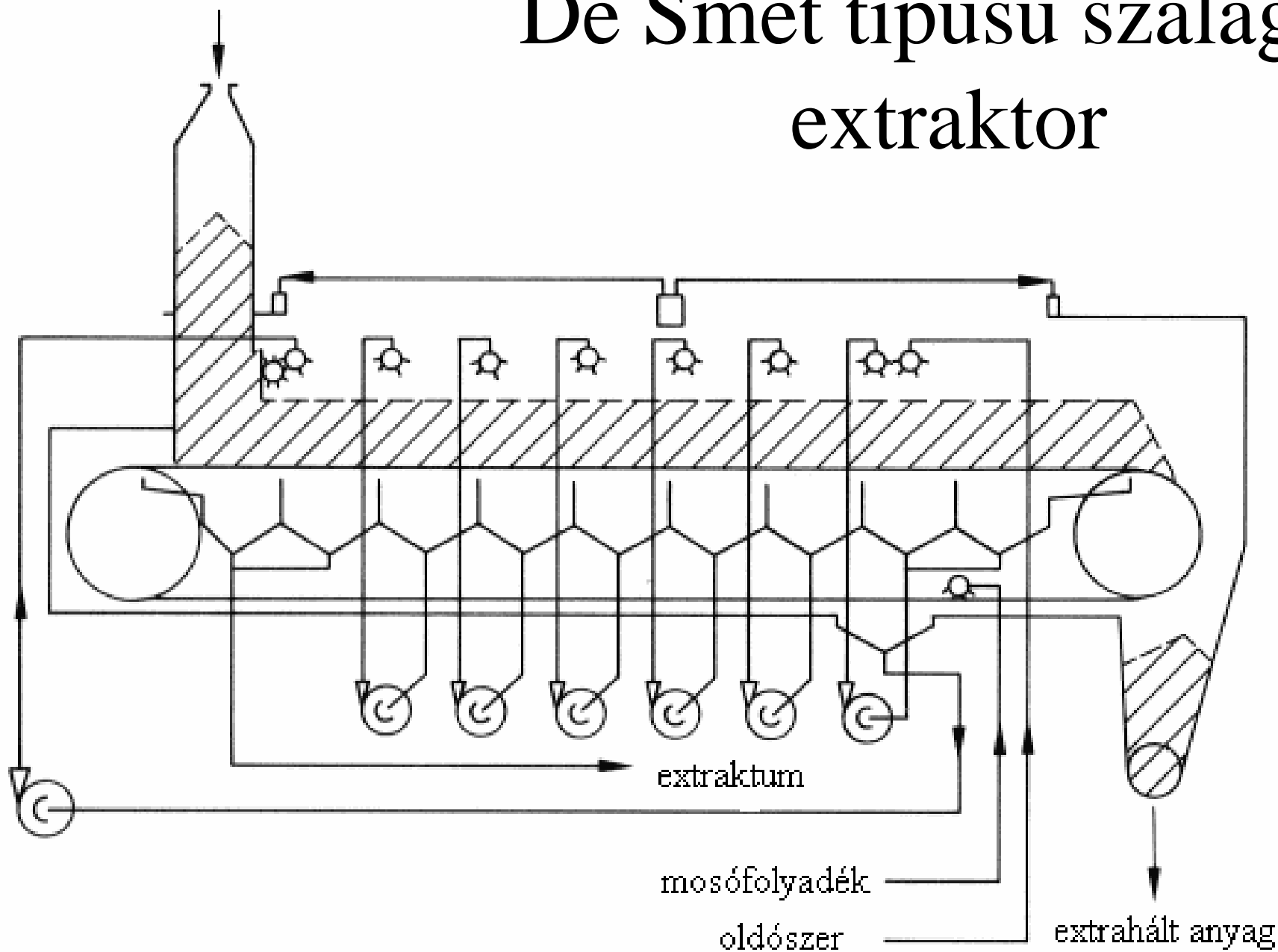
# Oldószeres extrakciós üzem





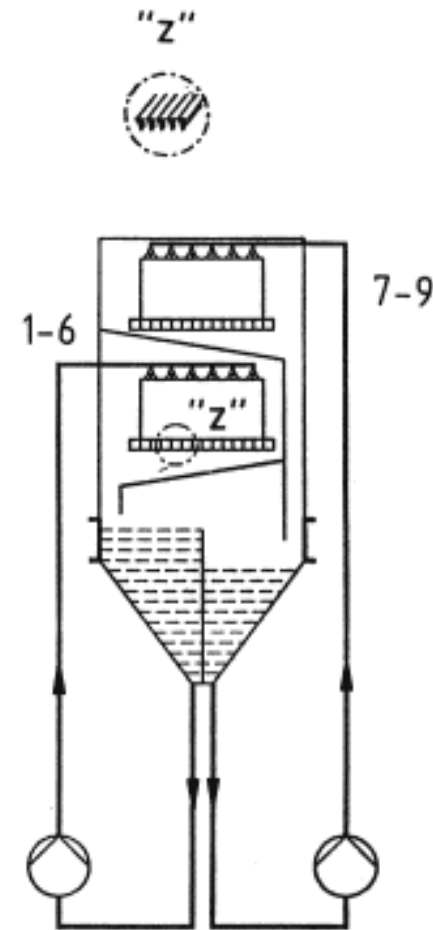
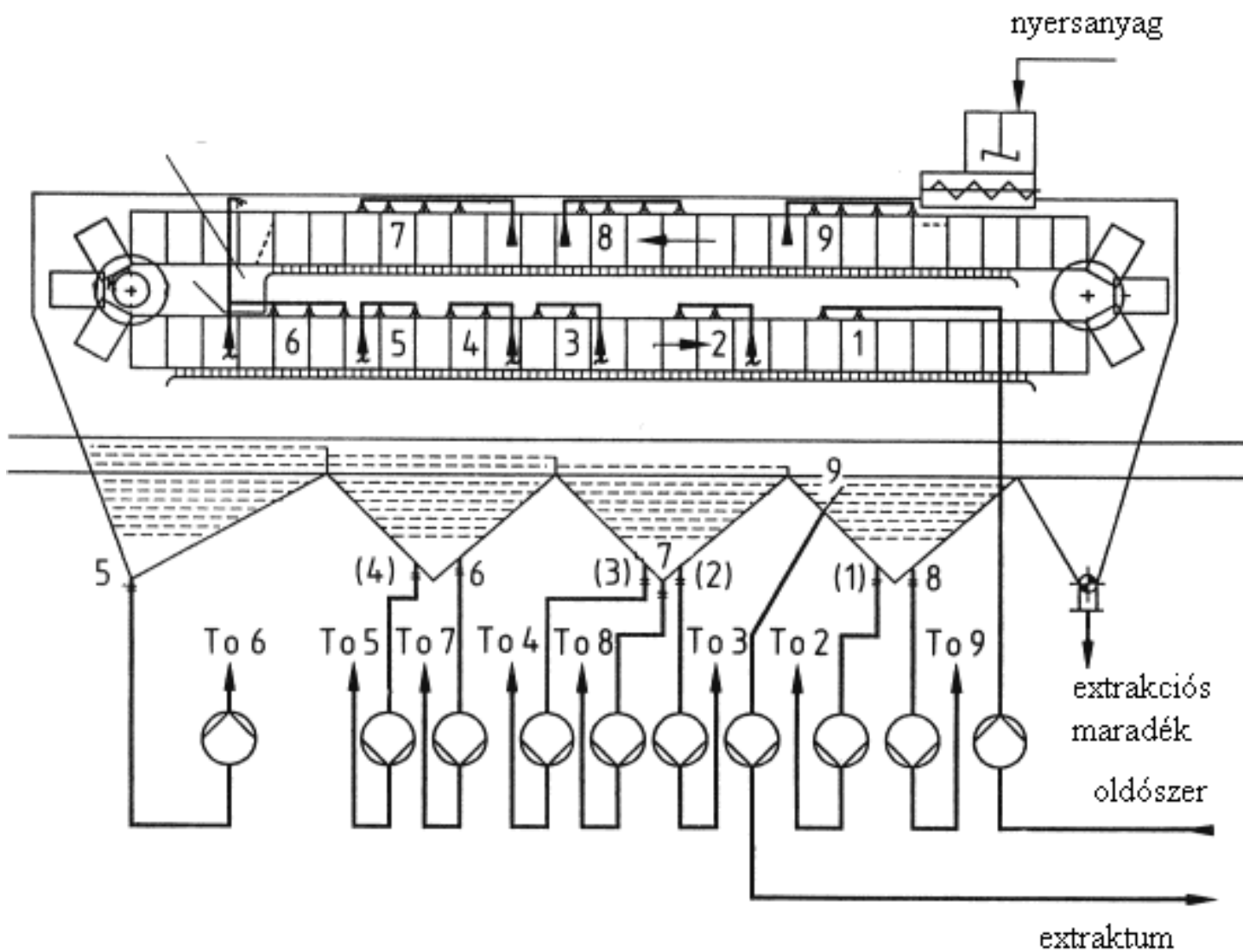
# De Smet típusú szalagos extraktor

nyersanyag

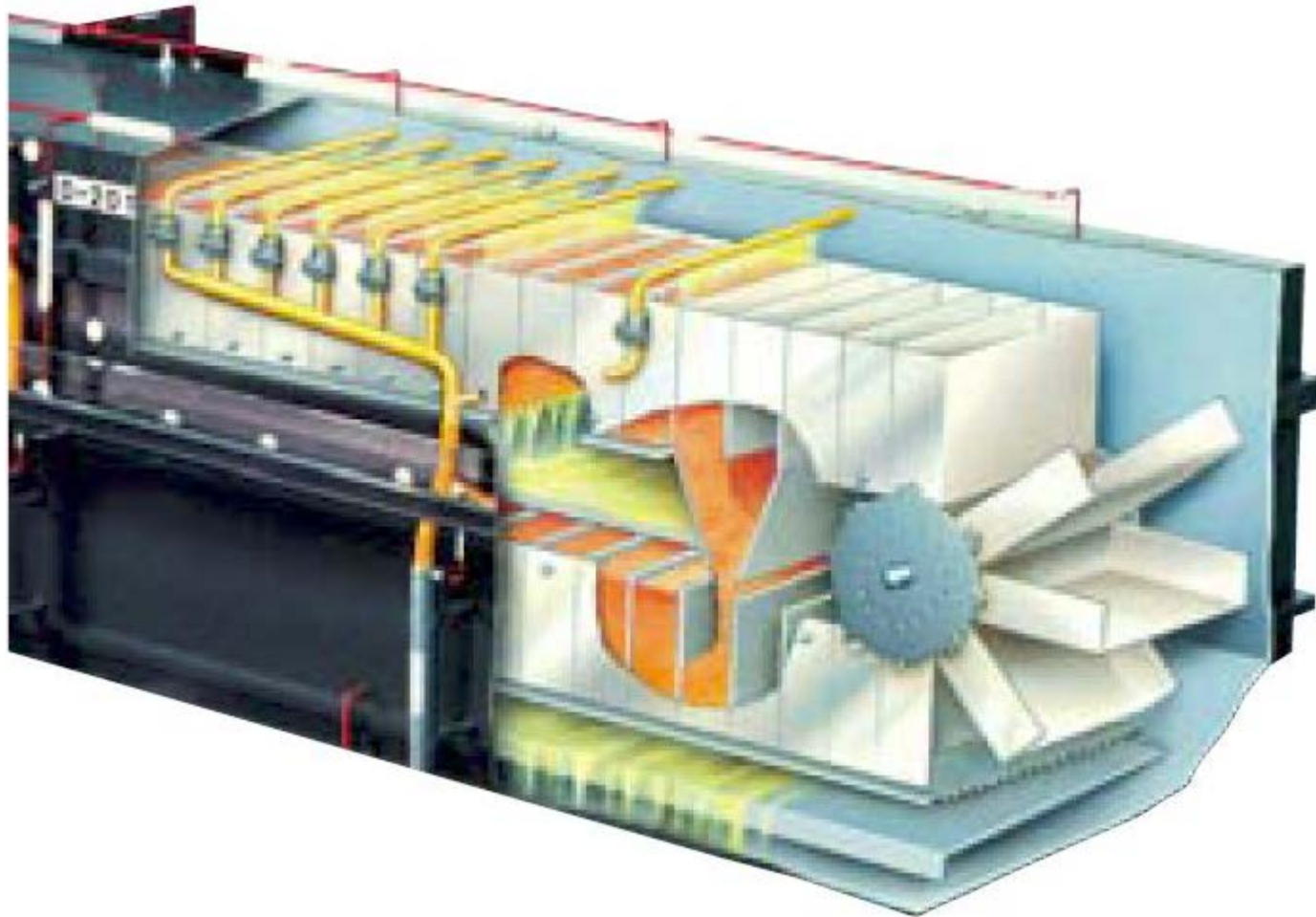




# Lurgi extraktor



# Lurgi ekstraktor

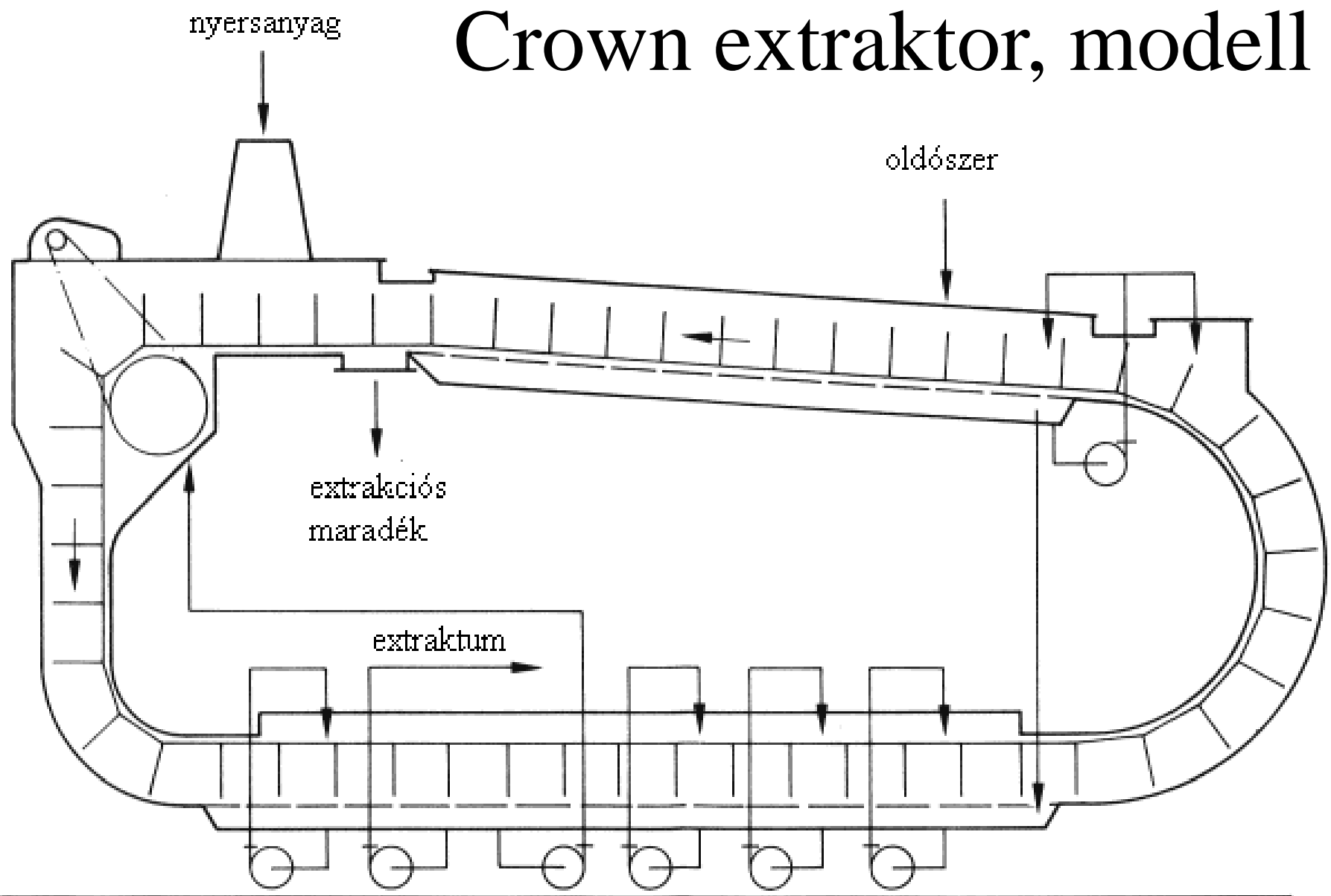




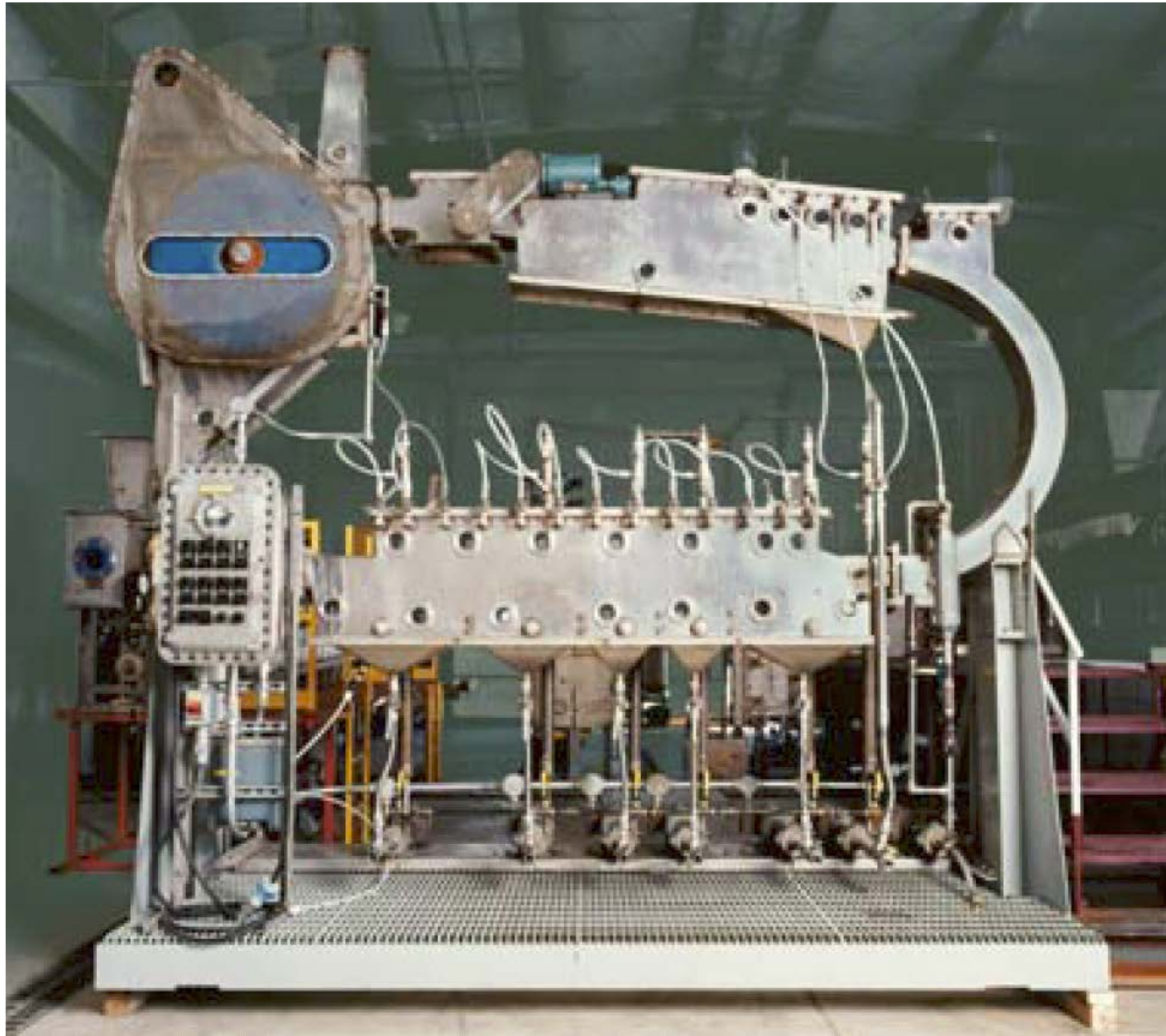
# Lurgi ekstraktor



# Crown extraktor, modell II



# Crown ekstraktor, modell II

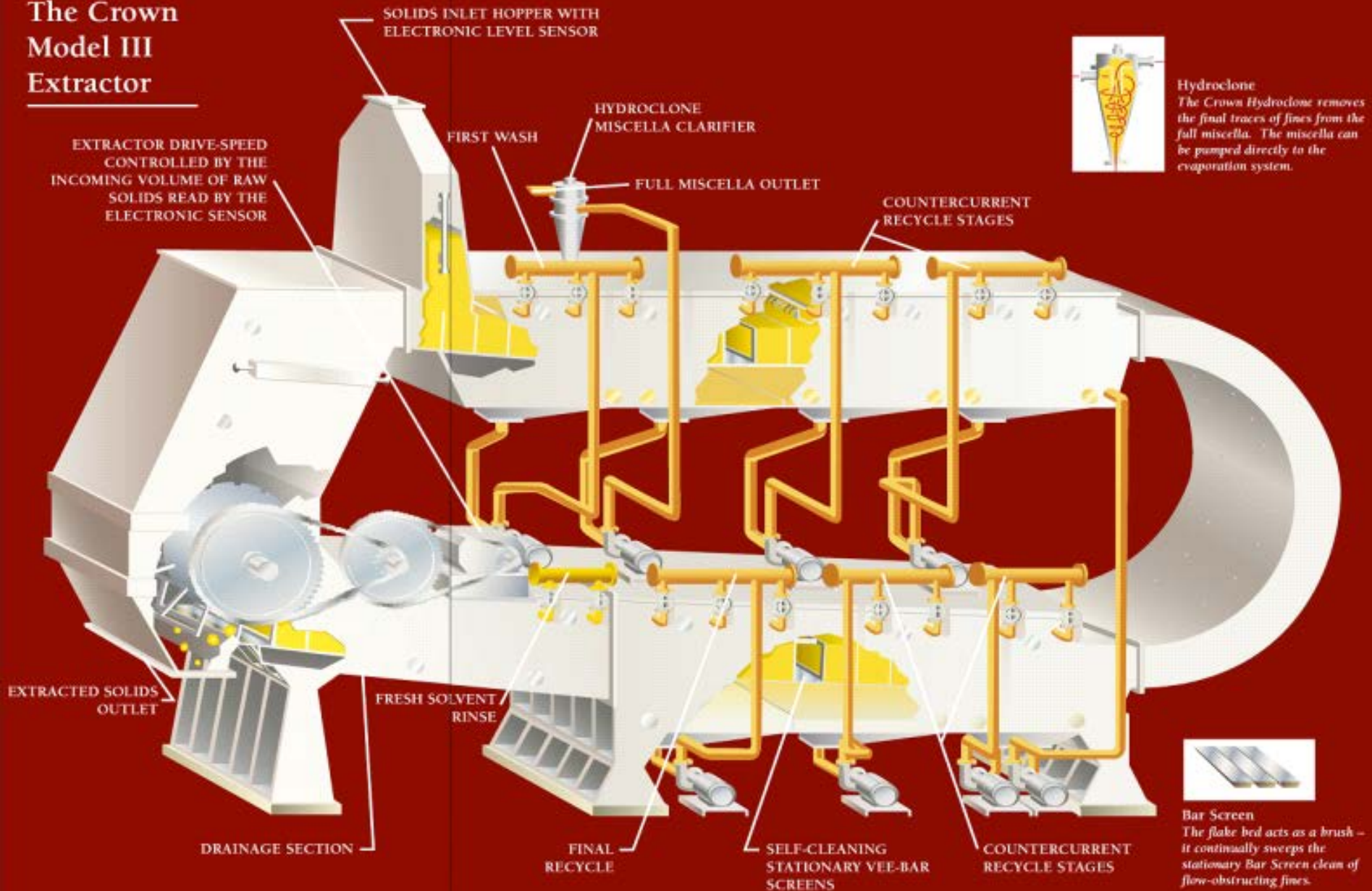


# Crown ekstraktor, modell II

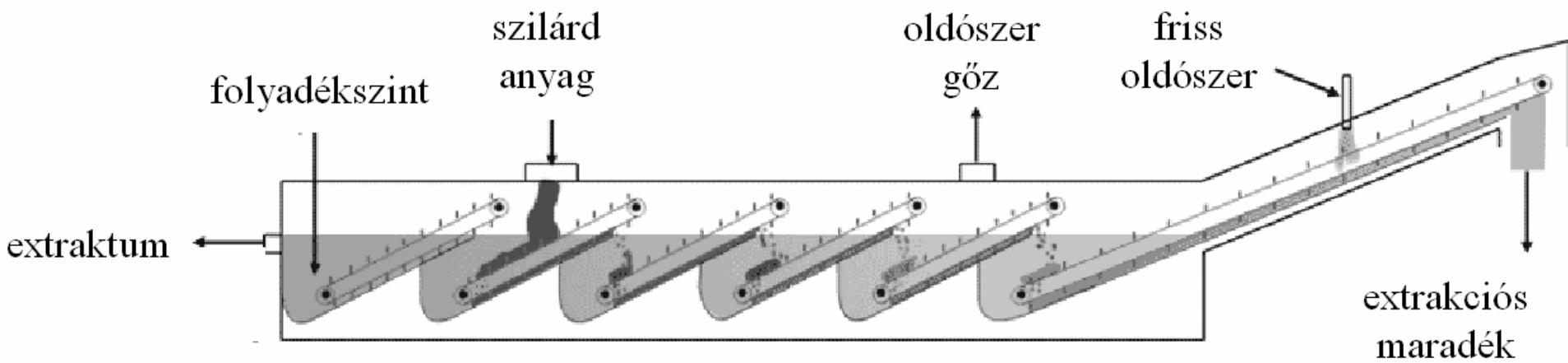


# Crown ekstraktor, model III

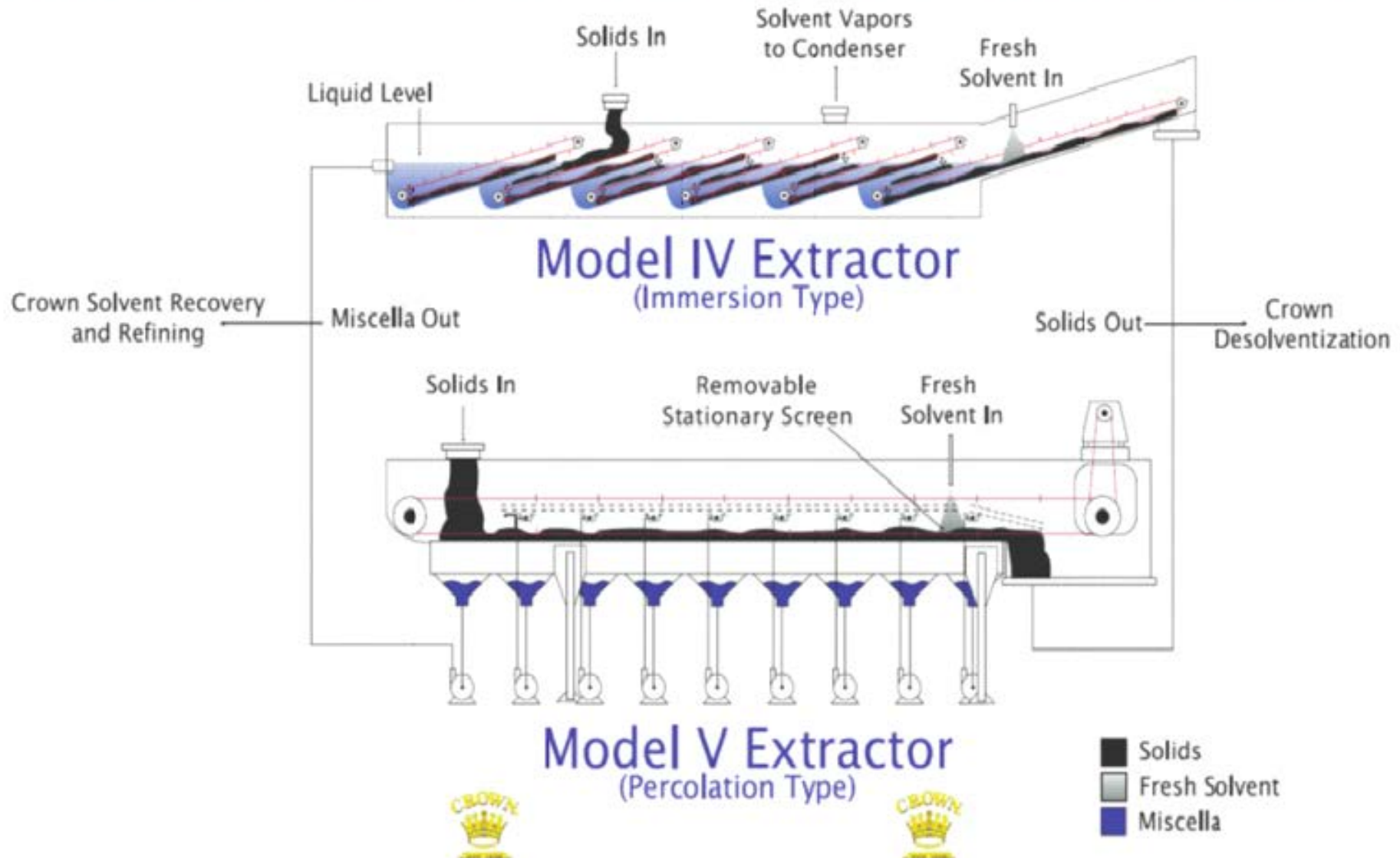
## The Crown Model III Extractor



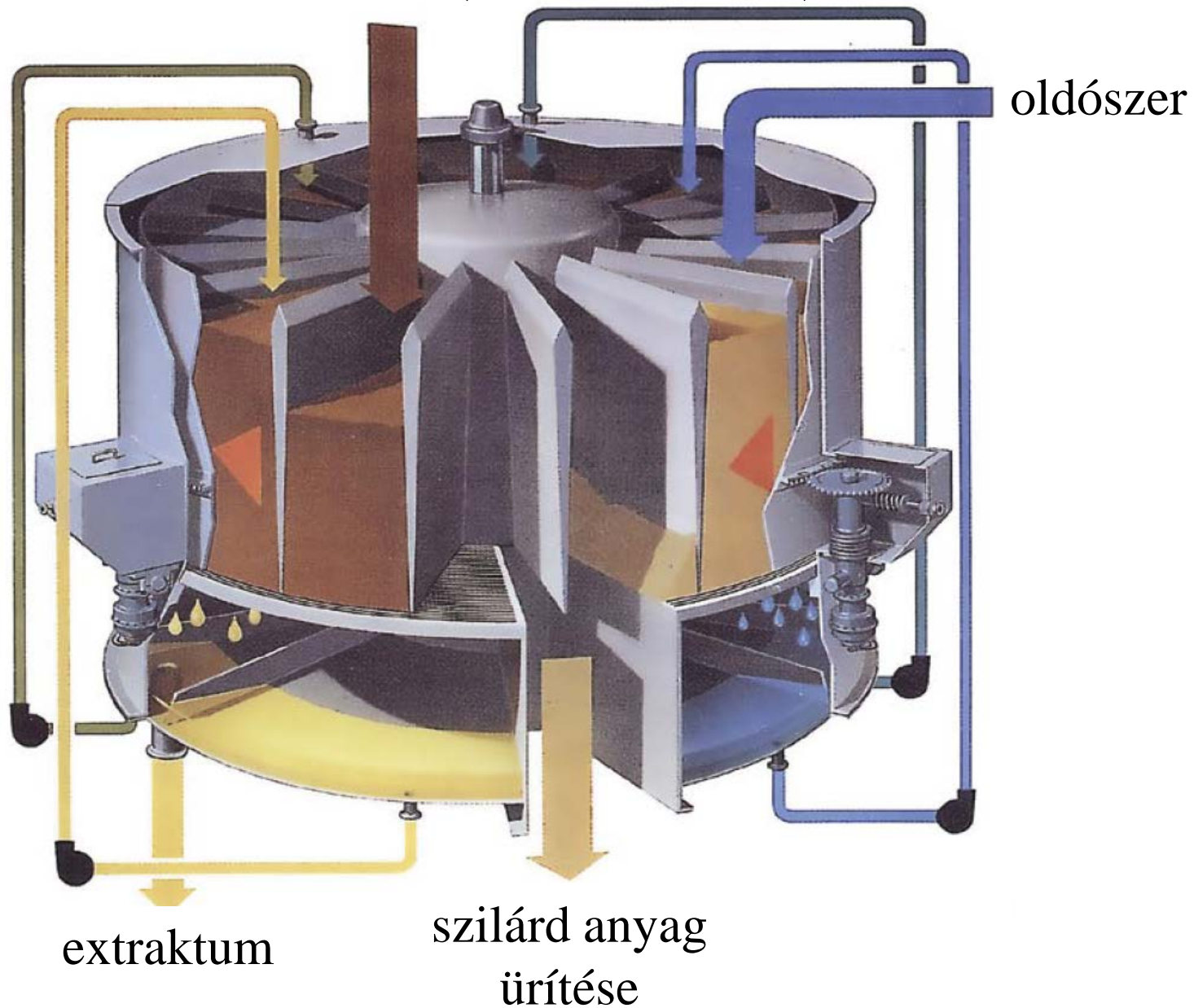
# Crown extractor, model IV



# CROWN MODEL IV AND MODEL V EXTRACTORS

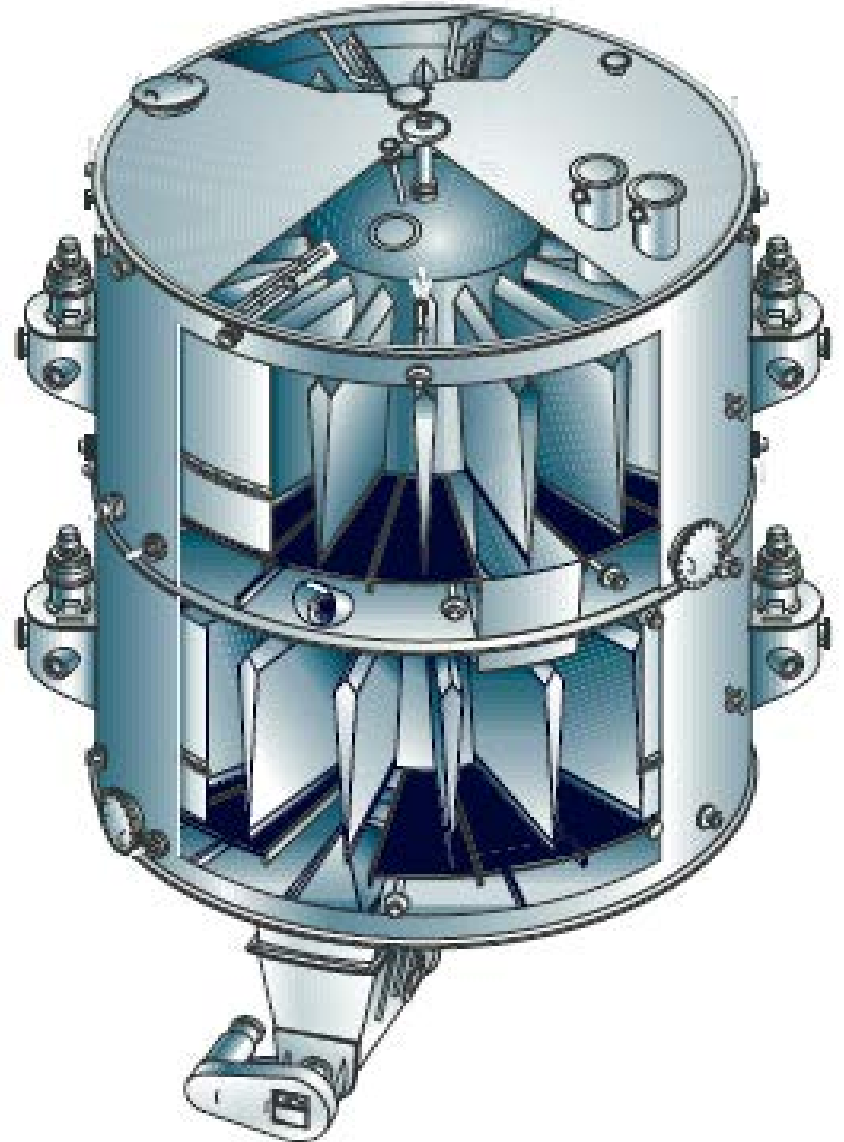
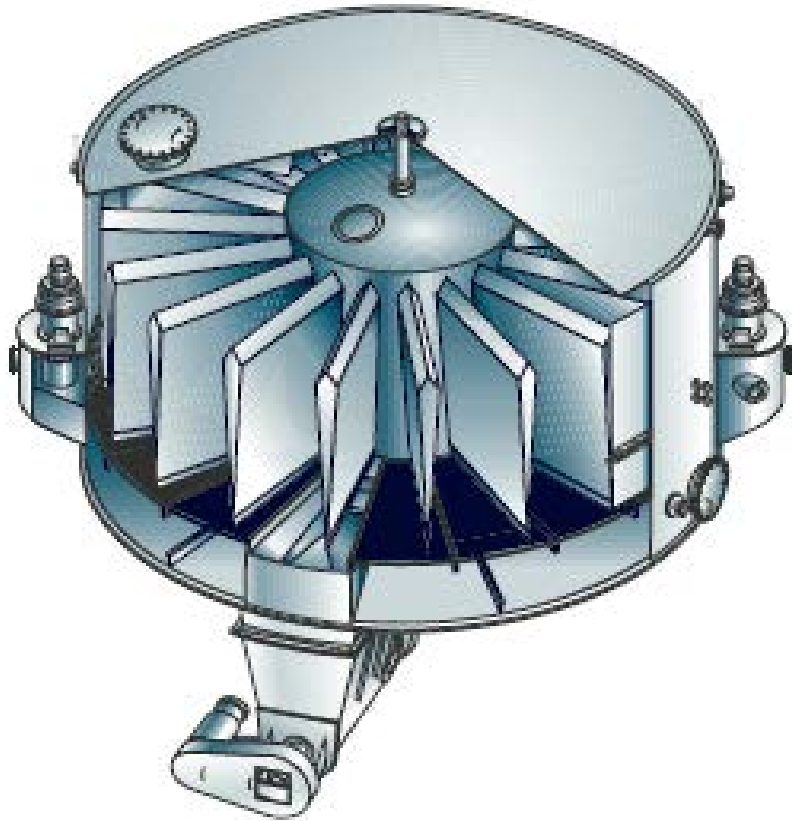


# Karusszel- (Rotocel-) extraktor





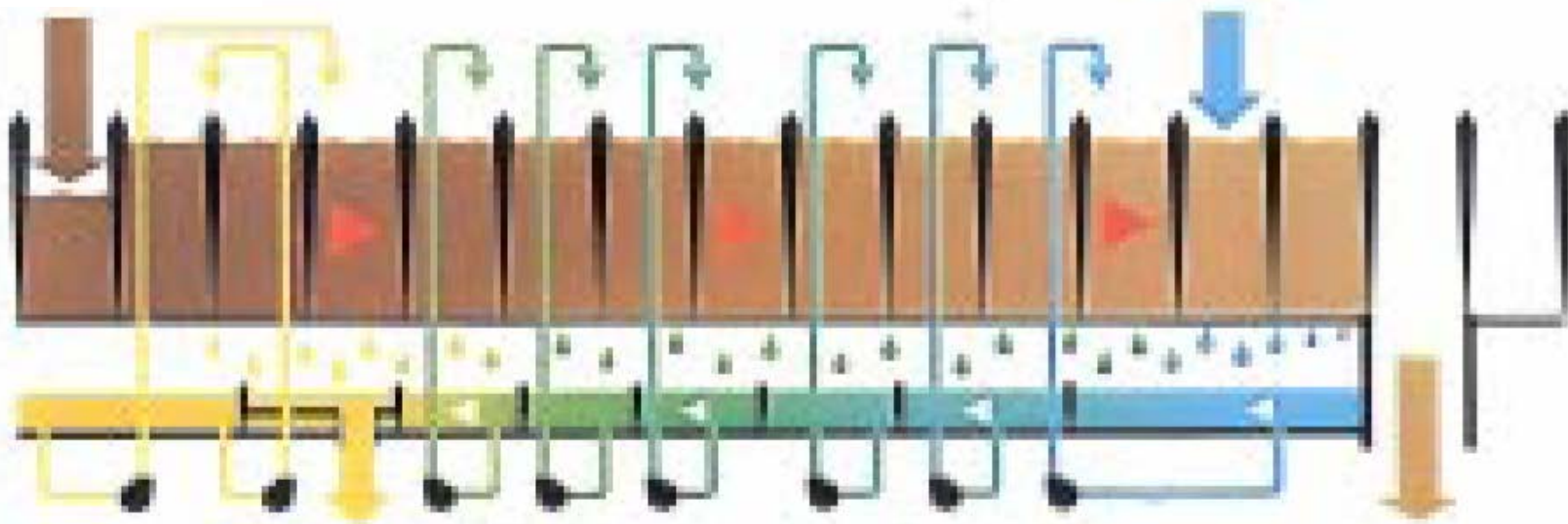
# Karusszel- (Rotocel-) extraktor



# Karusszel- (Rotocel-) extraktor

szilárd anyag  
betöltés

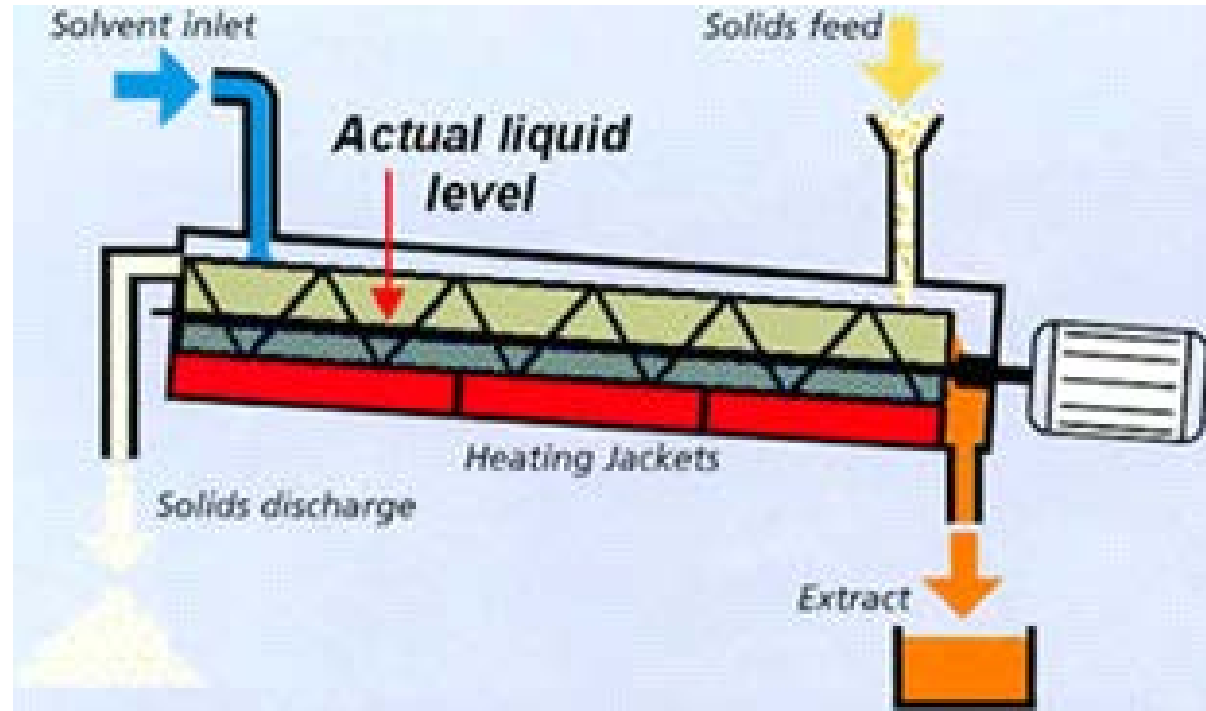
oldószer

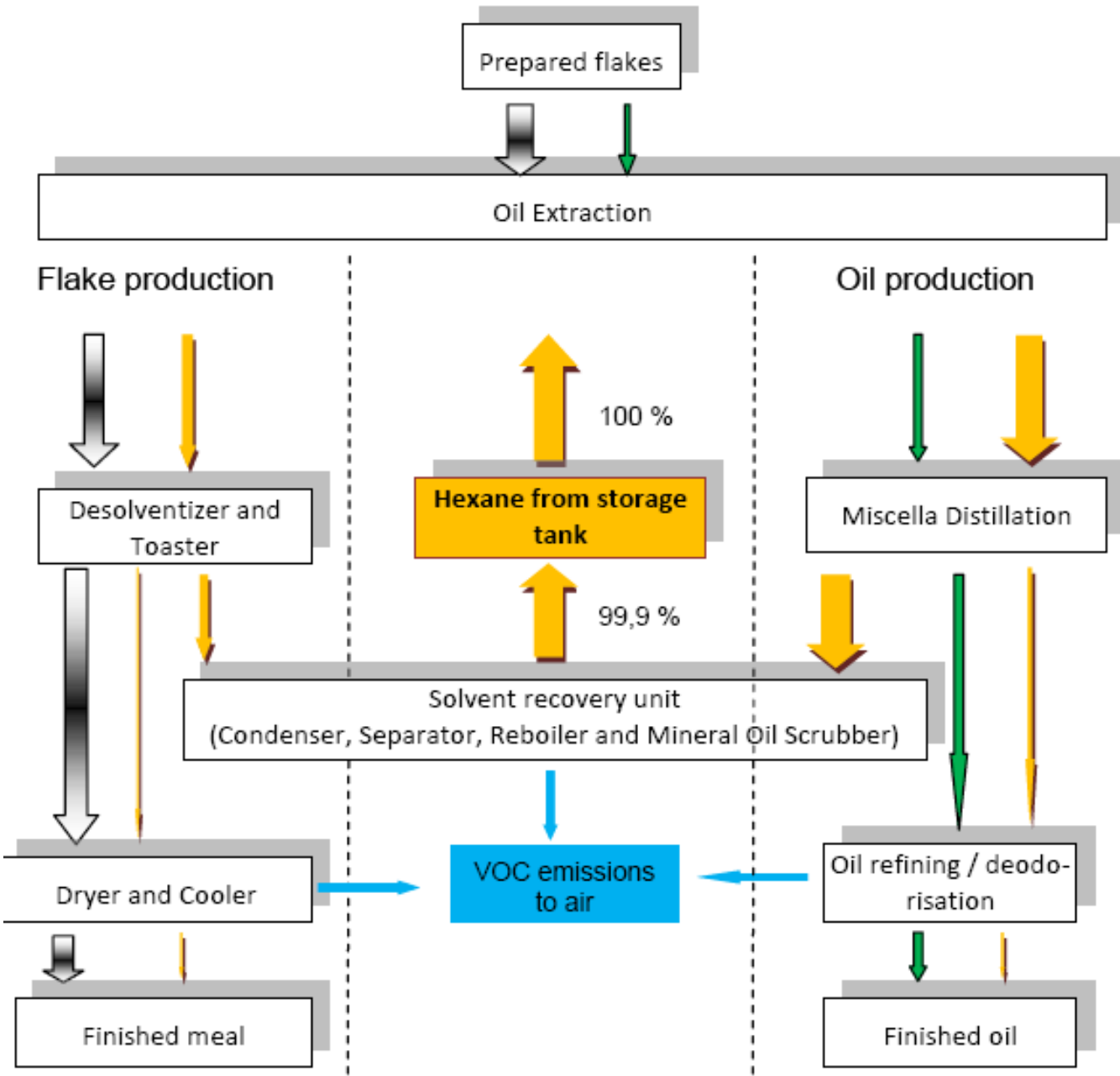


extraktum

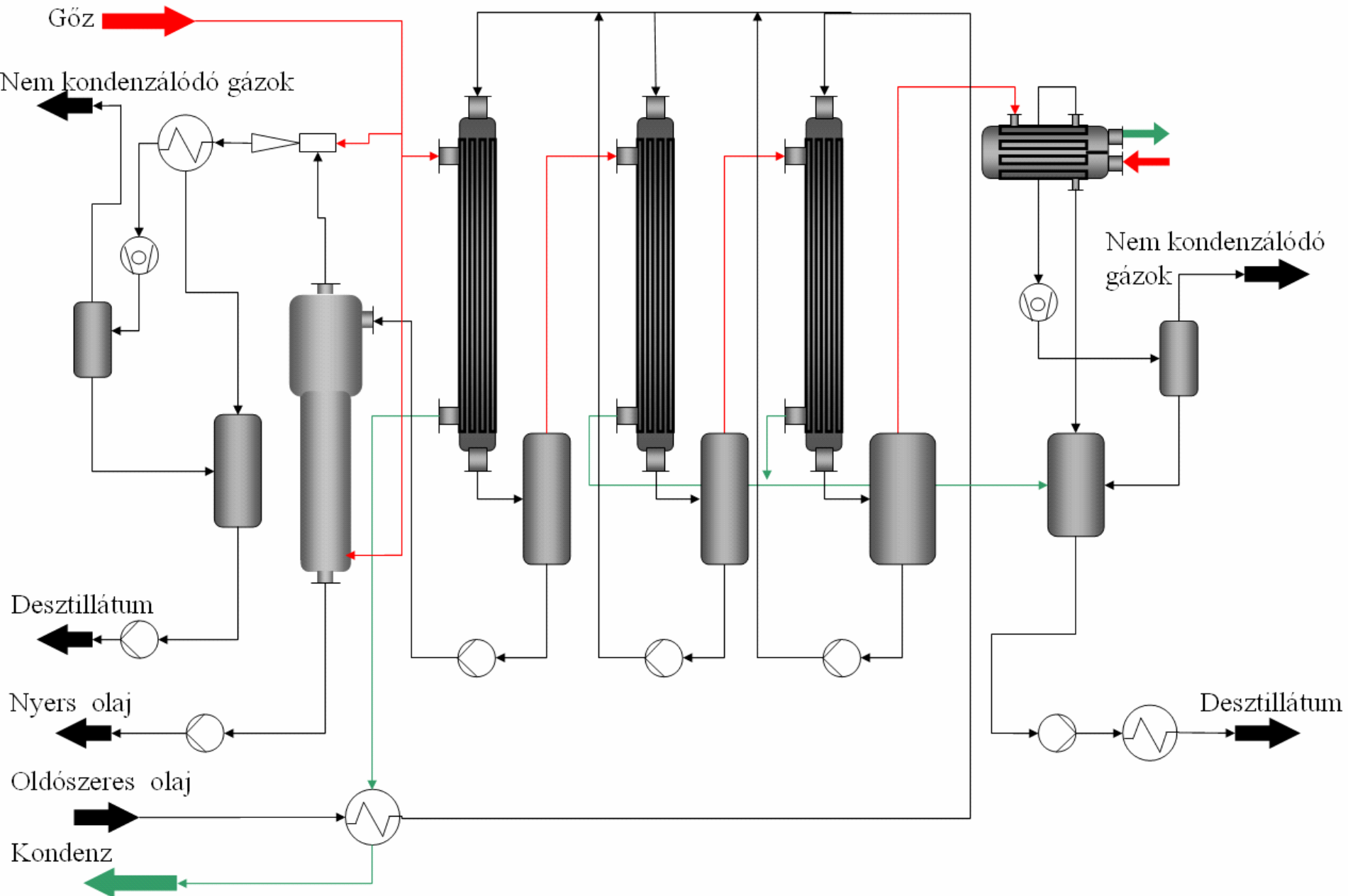
szilárd anyag  
ürítése

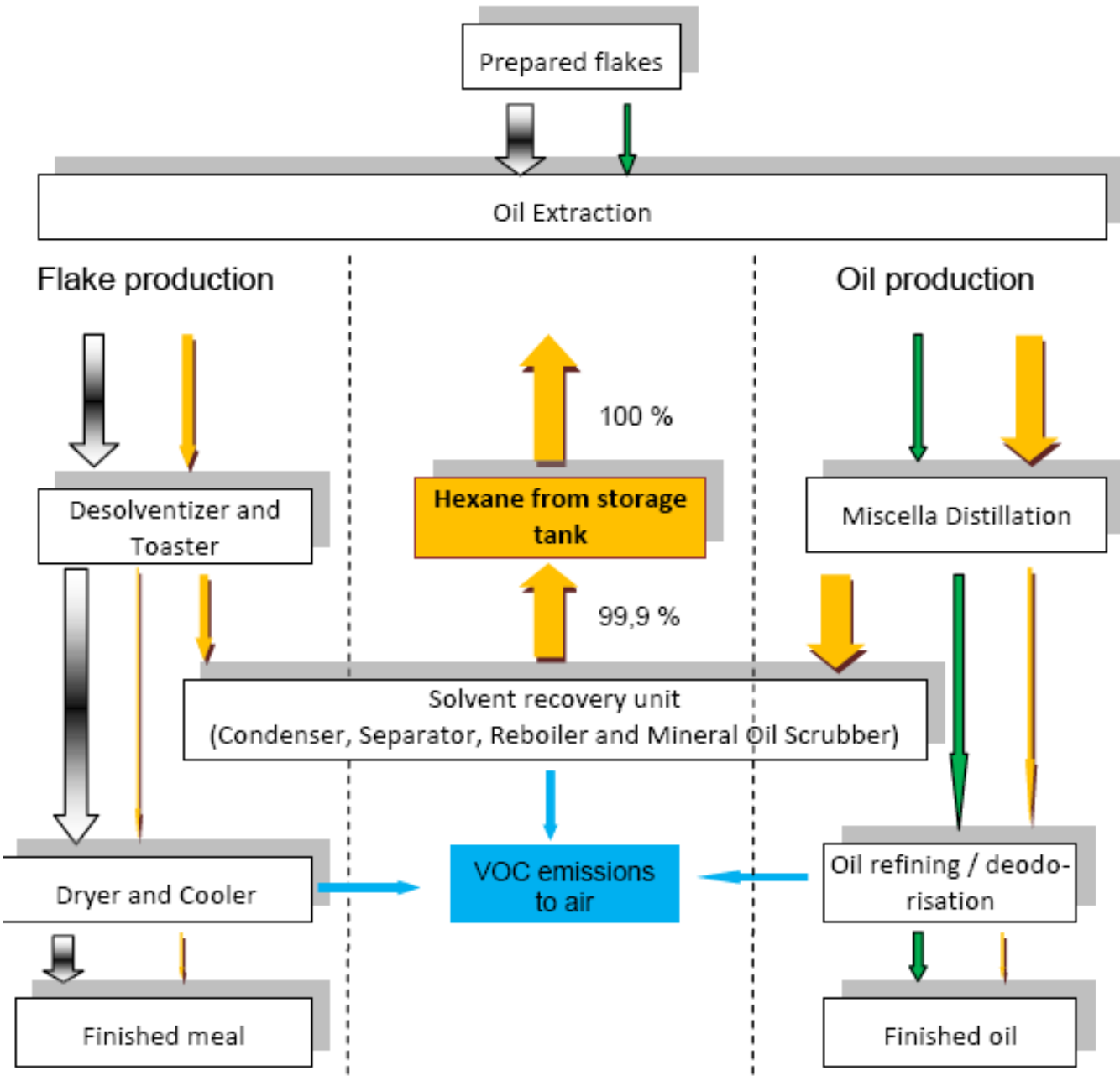
# CONTEX-extraktor



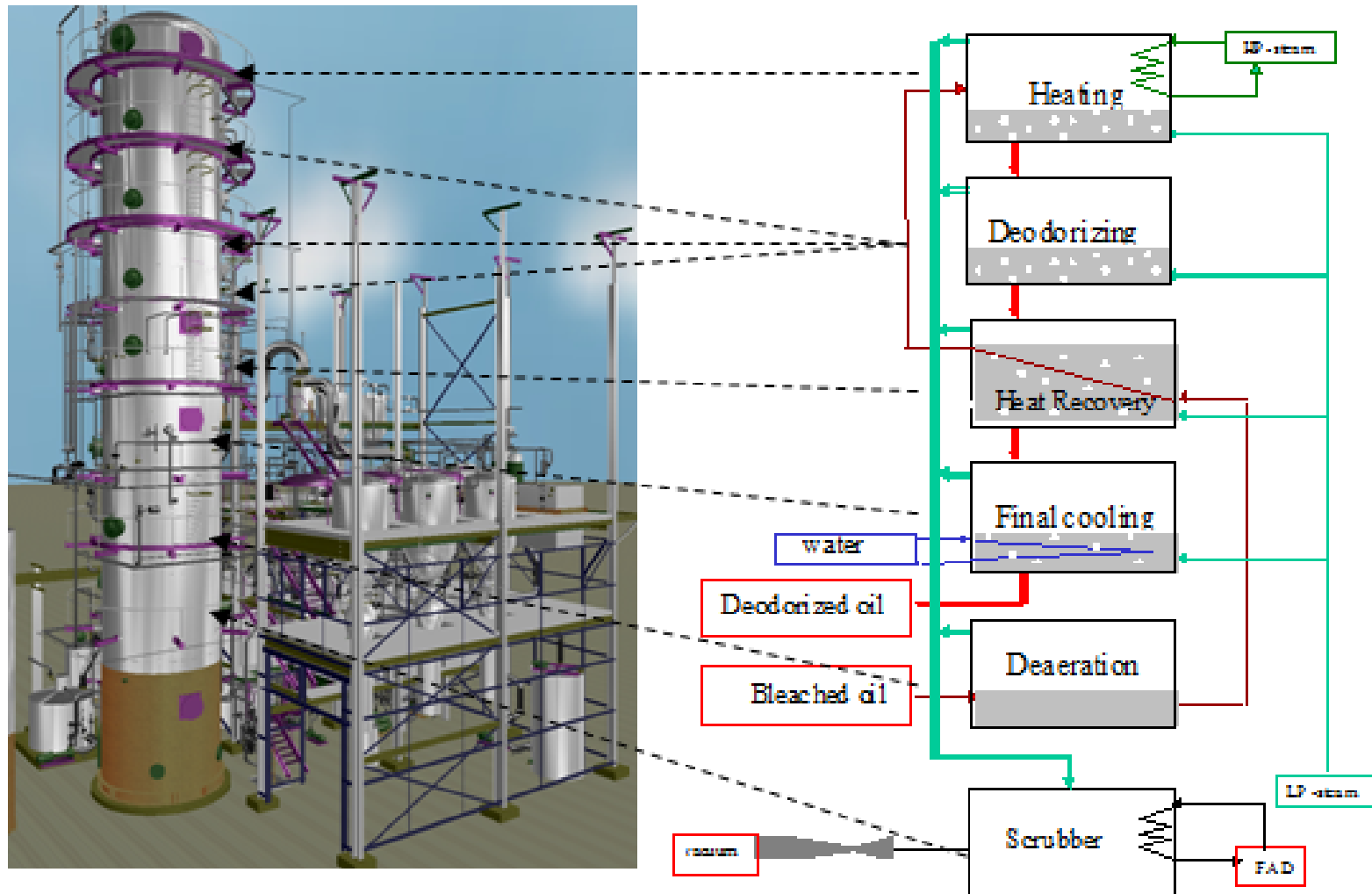


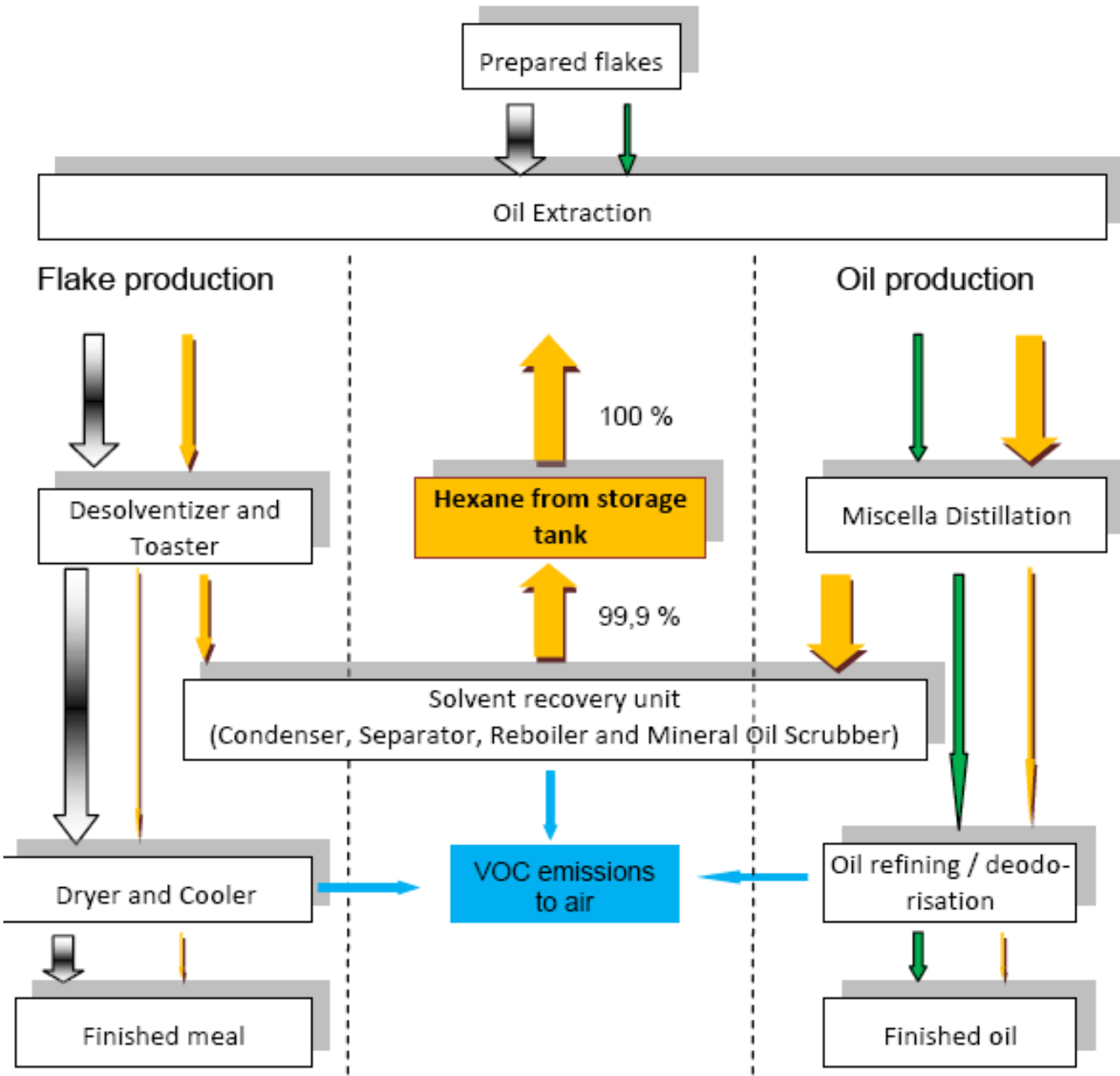
# Három-testes esőfilmes bepárló rendszer





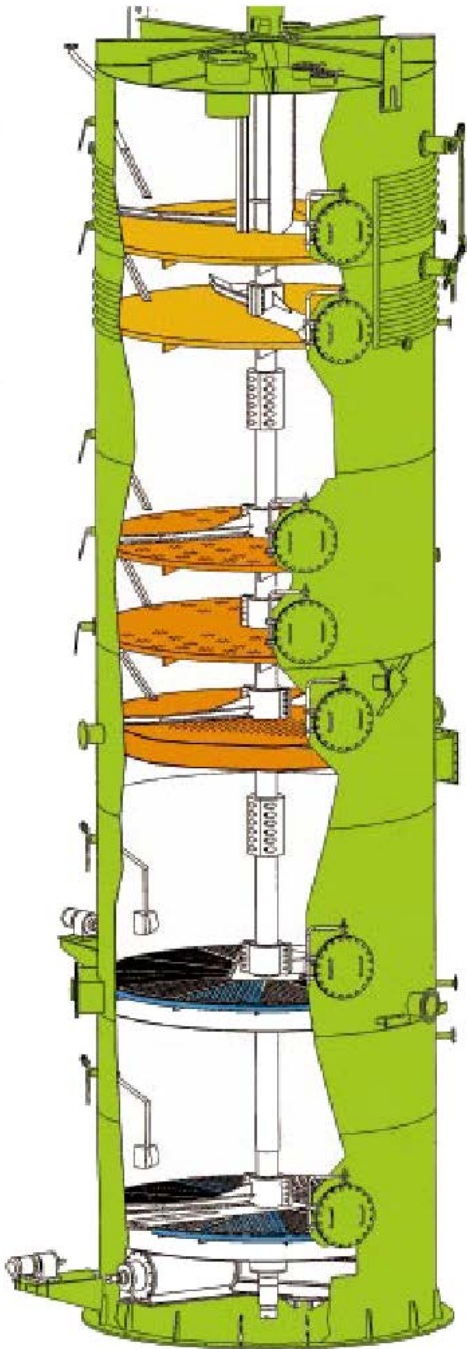
# Dezodorálás



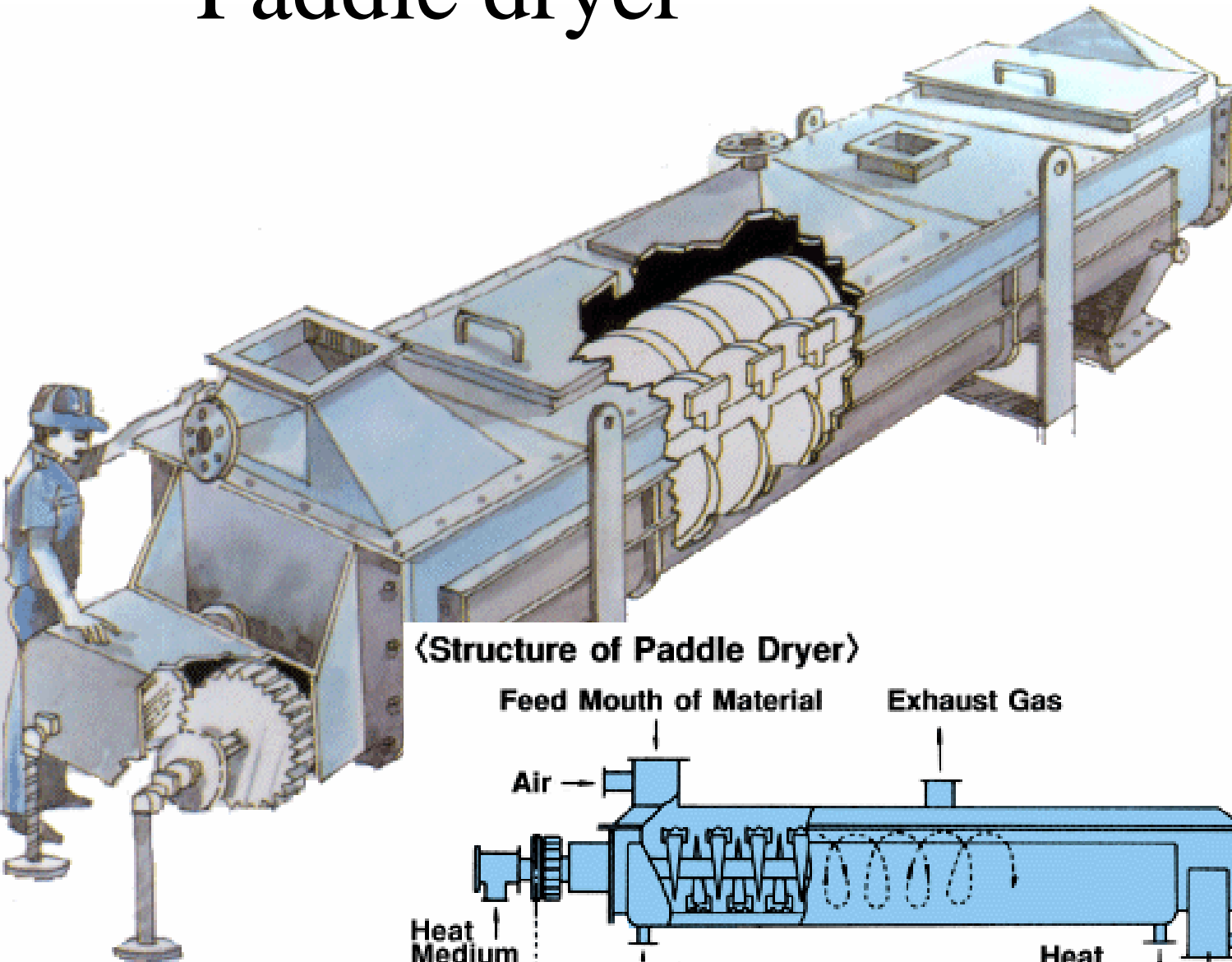




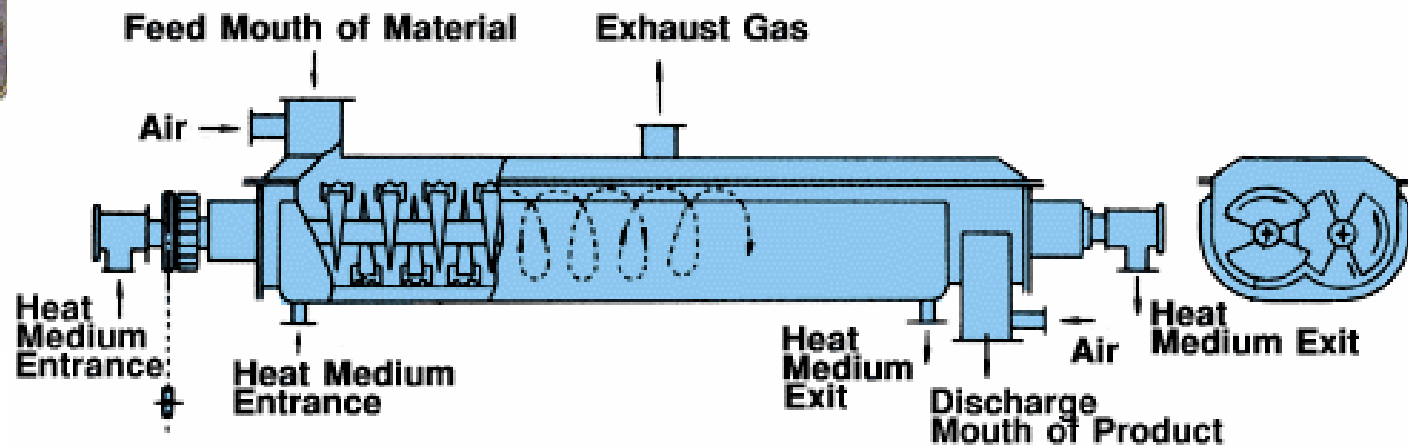
# Krupp-tosztter



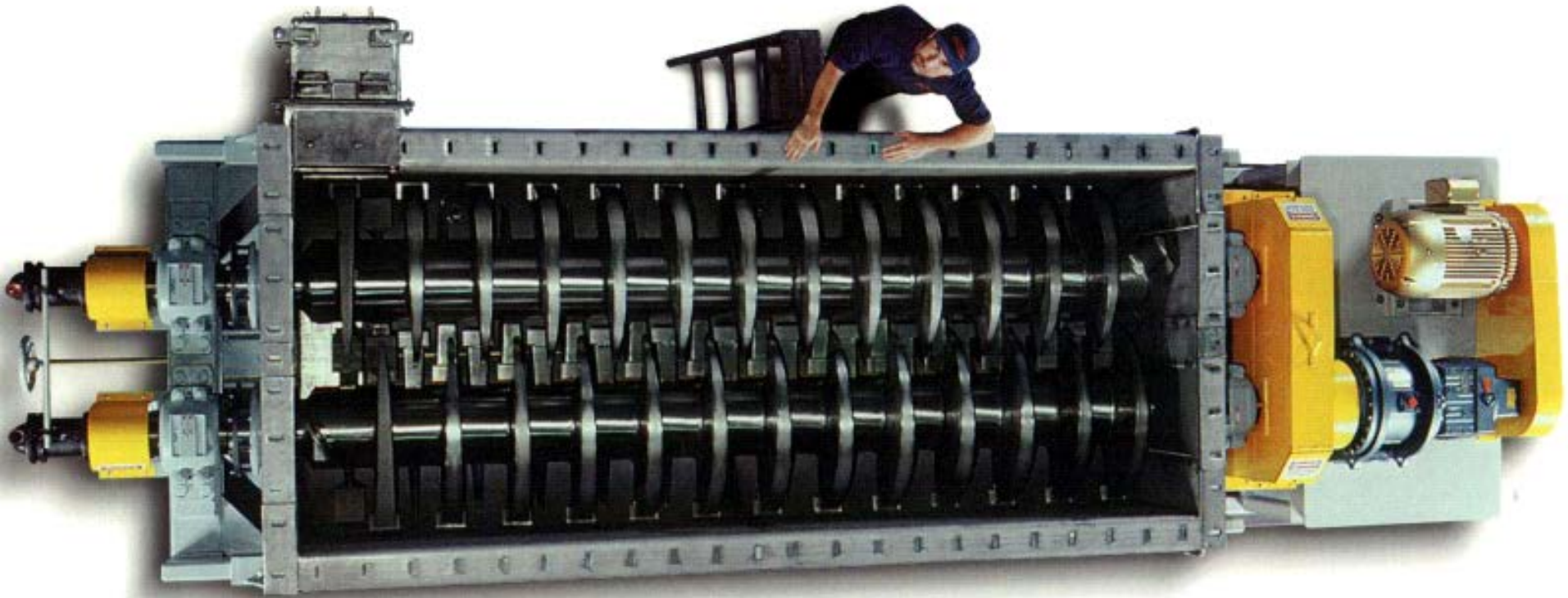
# Paddle dryer



**<Structure of Paddle Dryer>**



# Paddle dryer



# Hexán tartalom

Component	Value
Oil content in prepared flakes	6 – 11%
Miscella	10 – 30 % oil, 70 - 90 % hexane
Hexane in crude oil	~ 0.02 -0.05 kg per tonne used seed
Finished oil	~ 1 ppm
Mineral oil scrubber hexane emissions	0.05 – 0.15 kg per tonne used seed
Hexane concentration in exhaust air after mineral oil system	10 – 25 g/m <sup>3</sup>
Hexane emission into exhaust air from Meal dryer/cooler	0.01 – 0.05 kg per tonne used seed
Hexane in finished meal	300 – 500 ppm
Hexane emission during storage of meal	~ 200 ppm
Tank breathing and fugitive emission	~0.01 kg per tonne used seed
Hexane in waste water	< 0.0001 kg per tonne used seed
Total hexane emissions	0.5 – 1.2 kg per tonne used seed*

# A hexán helyettesítése

- Mind egészségügyi, mind környezetvédelmi szempontból indokolt lenne a hexán kiváltása, de egyelőre csak nagyobb értékű olajoknál gazdaságos
- Megvalósítható alternatív eljárások:
  - Szuperkritikus szén-dioxidos extrakció
  - Enzimes sejtfalbontást követő vizes extrakció
  - Ultrahanggal segített feltárás
  - Ozmotikus sokk

# Emisszió csökkentés

- Kondenzáltatás, elnyeletés
- Oldószer újrafelhasználás (gyáron belül)
- Technológiai fejlesztések (helyi elszívás, szivárgásmentesítés stb.)
- Szervezési lépések (pl. oldószeráram nyomonkövetése)

## Irodalom

- Akszelrud, G.A.: Tömegátadás szilárd – folyadék rendszerben, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
- Oplatka Gy.: Magyar Kémikusok Lapja, 4, 10 (1949).
- Fan, H.P., Morris, J.C., Wakeham, H.: Diffusion phenomena in solvent extraction of peanut oil, *Ind. Eng. Chem.*, 40, 195 (1948).
- Coats, H.B., Wingard, M.R.: Solvent extraction. III. The effect of particle size on extraction rate, *JAOCs*, 27, 93 (1950).
- Minchev, A., Minkov, S.: A model for determination of the effective diffusion coefficient by the standard function technique, *J. Appl. Chem.*, 57, 717 (1984).
- Tettamanti K., Manczinger J., Hunek J., Stomfai R.: Calculation of countercurrent solid-liquid extraction, *Acta Chimica Acad. Sci. Hung.*, 85, 27 (1975).
- Hunek J.: Vegyipari műveletek VI. Extrakció, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- Bronstejn, I.N., Szemengyajev, K.A.: Matematikai zsebkönyv, 3. kiadás, 596. old., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.

Köszönöm a figyelmüket!