

Szénhidrogén ipari technológiák

Szétválasztó eljárások, Desztilláció

Rabi István
2014. 09.24.

A dokumentum nem sokszorosítható semmilyen formában az előadó írásos engedélye nélkül!

Agenda

- ▶ **Bevezetés**
- ▶ Desztilláció
- ▶ Kőolaj desztilláció

A Finomítás célja

A piaci igényeknek megfelelő termékstruktúra gazdaságos előállítása

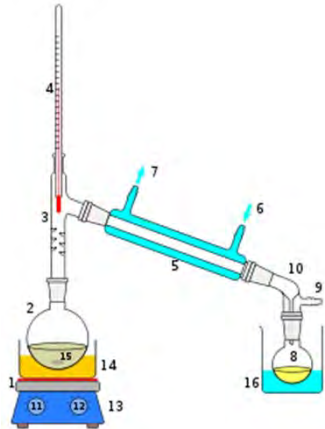


A teljes folyamatot nevezzük finomításnak.

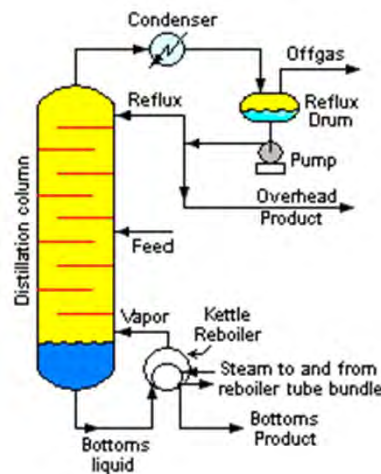
Agenda

- ▶ Bevezetés
- ▶ **Desztilláció**
- ▶ Kőolaj desztilláció

Desztilláció



▶ A desztilláció lényege, hogy valamilyen cseppfolyós anyagot felmelegítünk annyira, hogy gáz halmazállapotú legyen, majd a gőzöket elvezetve, hűtéssel újra cseppfolyósítjuk. Mivel a desztilláció során az anyag szerkezetében kémiai változás nem következik be, csupán halmazállapot-változás, a desztilláció fizikai folyamat.

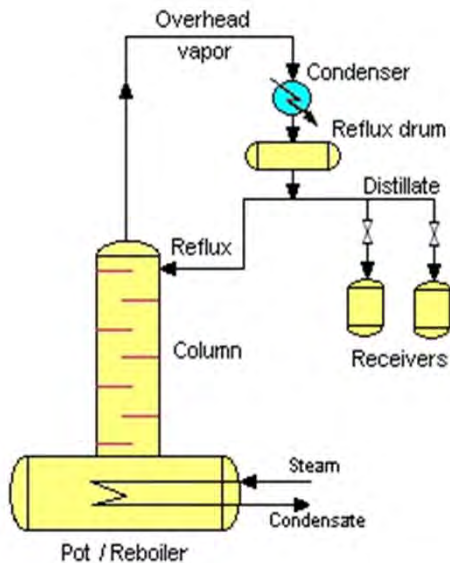


▶ A rektifikáció élesebb szétválasztást eredményez. Lényege, az egymással nem egyensúlyban lévő gőz- és folyadékfázis között kétirányú anyag átbocsátás és hőátvitel megy végbe, a fázisok hőmérséklete különböző és azok egymáshoz képest áramlásban vannak. A fázisok érintkezésekor a folyadékból nagyobb mértékben párolog el az alacsonyabb forráspontú komponens, így ennek koncentrációja a gőzfázisban nő. A gőzfázisból a magasabb forráspontú komponensek részlegesen kondenzálódnak és átmennek a folyadék fázisba.

Lepárlás alapelvei

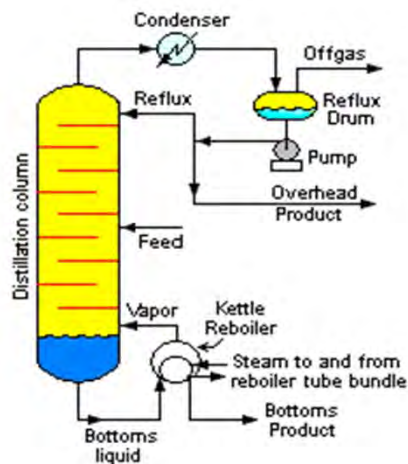
- ▶ Lepárlással olyan elegyeket választunk szét amelynek minden komponense illékony, azaz minden komponensnek meghatározott, de egymástól eltérő gőznyomása van.
- ▶ A desztilláció a legolcsóbb és legjobb módja folyadék elegyek komponensekre történő szétválasztásának, kivéve ha:
 - ▶ Az illékonyság a szétválasztandó komponensek között túl kicsi
 - ▶ Ha kis mennyiségű magas forráspontú komponenst akarunk az alapanyagból kinyerni
 - ▶ Ha az elegy nagyon korrozív, vagy sok lerakódásra hajlamos szennyezést tartalmaz.

Desztilláció főbb típusai munkafolyamat szerint



Batch desztilláció (Dinamikus frakcionált desztilláció)

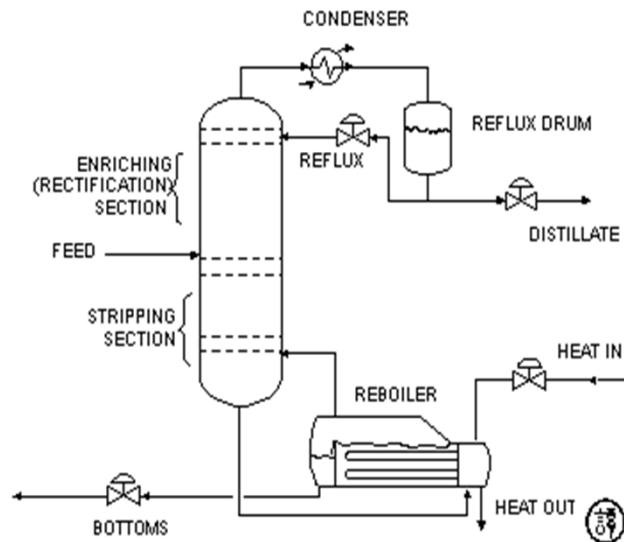
- ▶ Az üzemi (*batch*) desztilláció célja általában a folyadékelegyek több része bontása, vagy tisztítása.
- ▶ **start-up:** A kiforráló edényt megtöltjük és fűtjük. A gőzök a rektifikáló kolonnán felfelé haladnak és a kondenzátorban kondenzálódnak. Általában teljes refluxszal indítjuk a folyamatot.
- ▶ Ha a fejtermék minősége elérte a kívánt specifikációt az elvétel folyamatossá tesszük gyűjtőedényekbe, egy része a kondenzátumnak visszamegy a kolonnába mint reflux. Először az illékonyabb komponensek párolognak el. A kiforráló edényben a magasabb forráspontú komponensek dúsulnak fel.



Folyamatos desztilláció

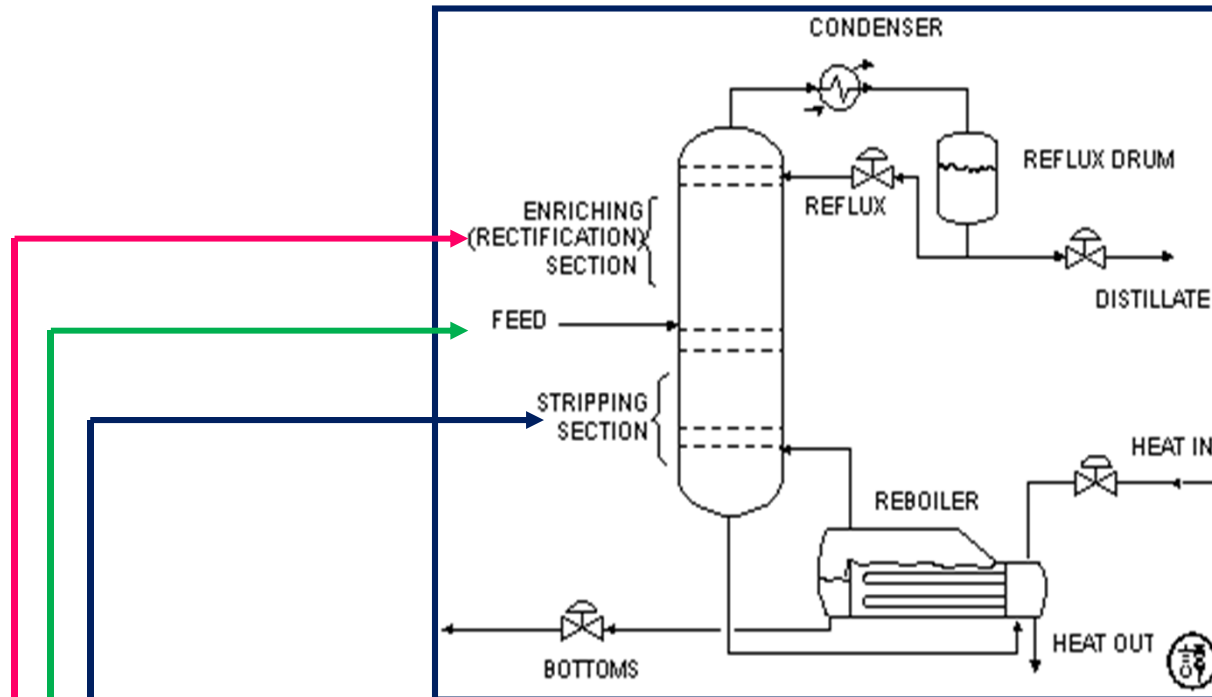
- ▶ A leggyakrabban alkalmazott ipari alkalmazás a vegyiparban és az olajiparban. A technológiával folyamatosan történik a betáplálás feldolgozása

Desztillációs kolonnák főbb berendezései



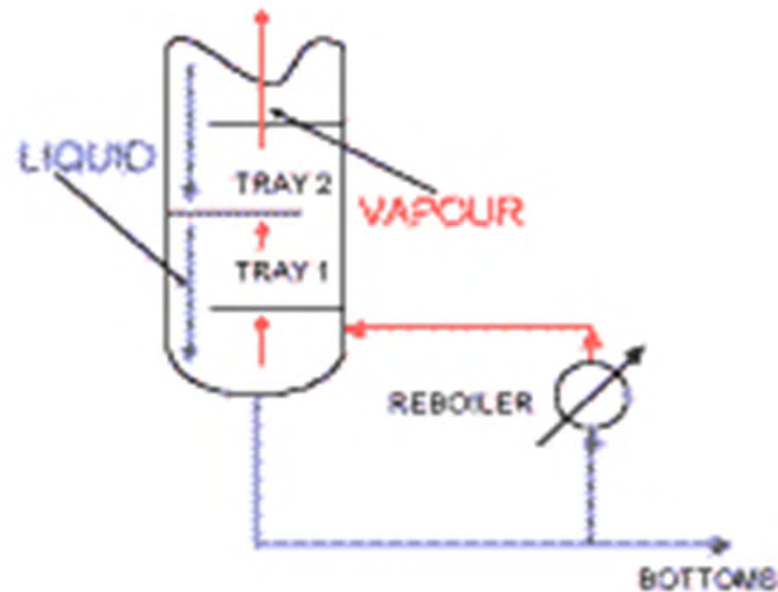
- ▶ **Köpeny** amiben a folyadék komponensek elválasztása történik
- ▶ **Kolonna belső** például **Tálcák** és/vagy **Töltetek** melyeket a komponensek elválasztása érdekében használunk
- ▶ **Reboiler** mely biztosítja az elpárologtatáshoz szükséges hőmennyiséget
- ▶ **Kondenzátor** melyben kondenzáltatjuk a kolonna tetején távozó gőzöket
- ▶ **Reflux tartály** a fejtermék lekondenzálása során keletkezett folyadék gyűjtése, reflux + fejtermék

Desztilláló kolonna működése



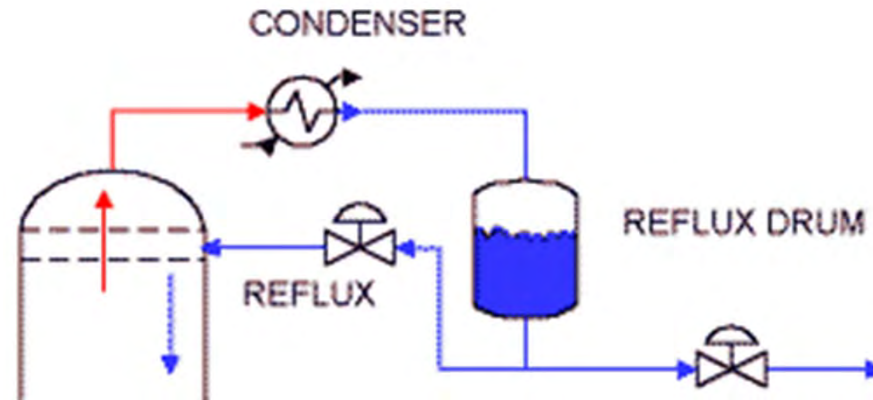
- A folyadékelegyet a betáplálási tányérra vezetjük be.
- A betáplálási tányér a kolonnát két részre osztja
 - Felső – Rektifikáló oszlop rész
 - Alsó – Sztrippelő oszlop rész.
 - Középső – Evaporátor tér

Desztilláló kolonna működése



- ▶ **A betáplált folyadék lefelé folyik** és a kolonna alsó részében **a rebilerben gyűlik össze.**
- ▶ A reboilerbe közölt hő a folyadék egy részét elpárologtatja. A vegyipari üzemek jelentős részében a hőközlés gőzzel történik. A finomítóban a hőforrás általában másik termékáram. Az elpárologtatott gőzt a kolonna alsó tálcája alá vezetik vissza. **Az elvett folyadék a fenéktermék.**

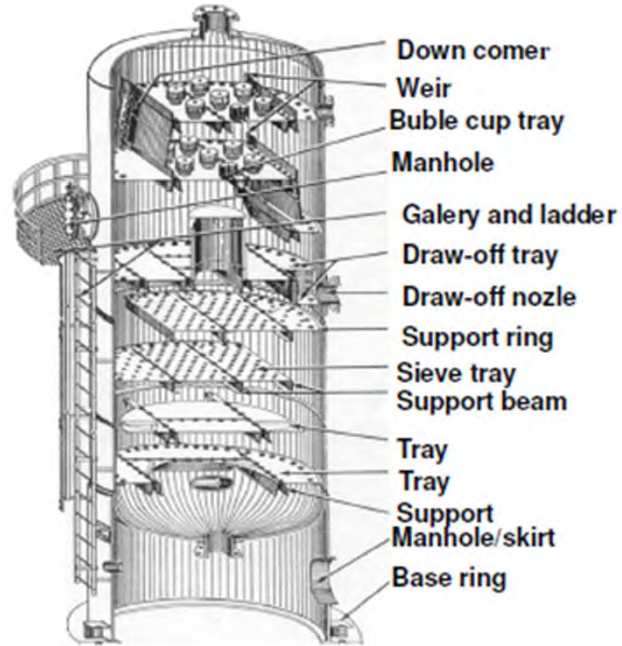
Desztilláló kolonna működése



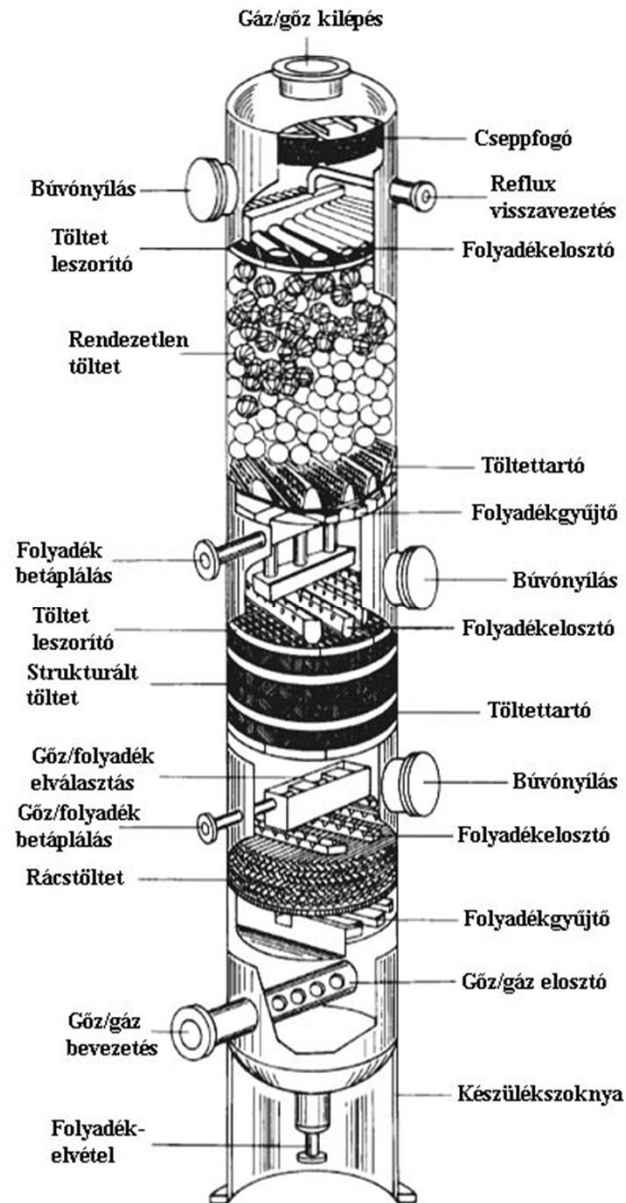
- ▶ **A gőz felfelé áramlik a kolonnában, a kolonna tetején lép ki, majd a kondenzátorban lehűl és lekondenzál.**
- ▶ A lekondenzált folyadékot tartályban gyűjtik, melynek neve reflux tartály. A lekondenzált folyadék egy részét refluxként visszavezetik a kolonnába. **A maradék rész fejtermékként kerül elvételre**

Desztillációs kolonna részei

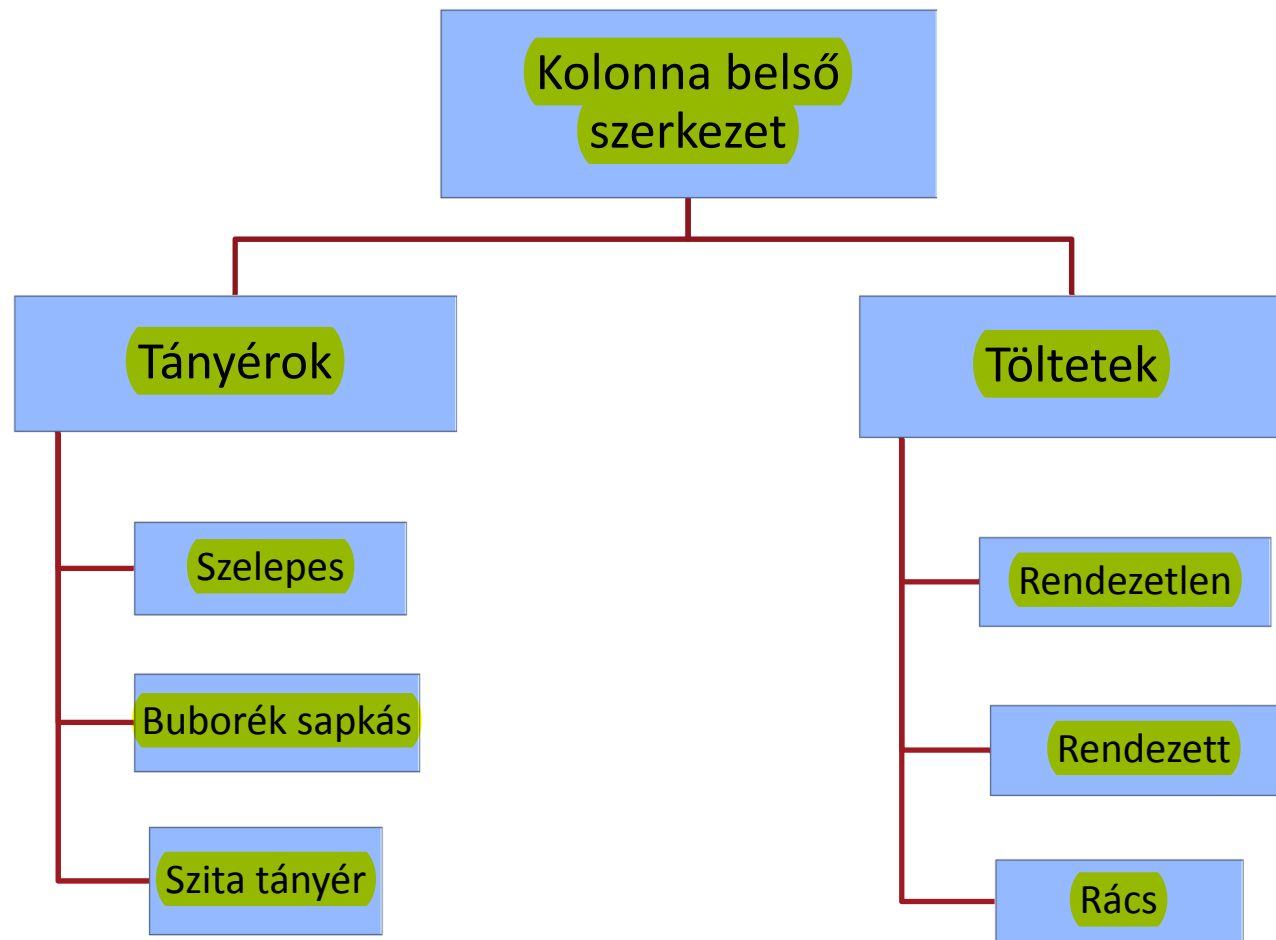
Tányéros kolonna



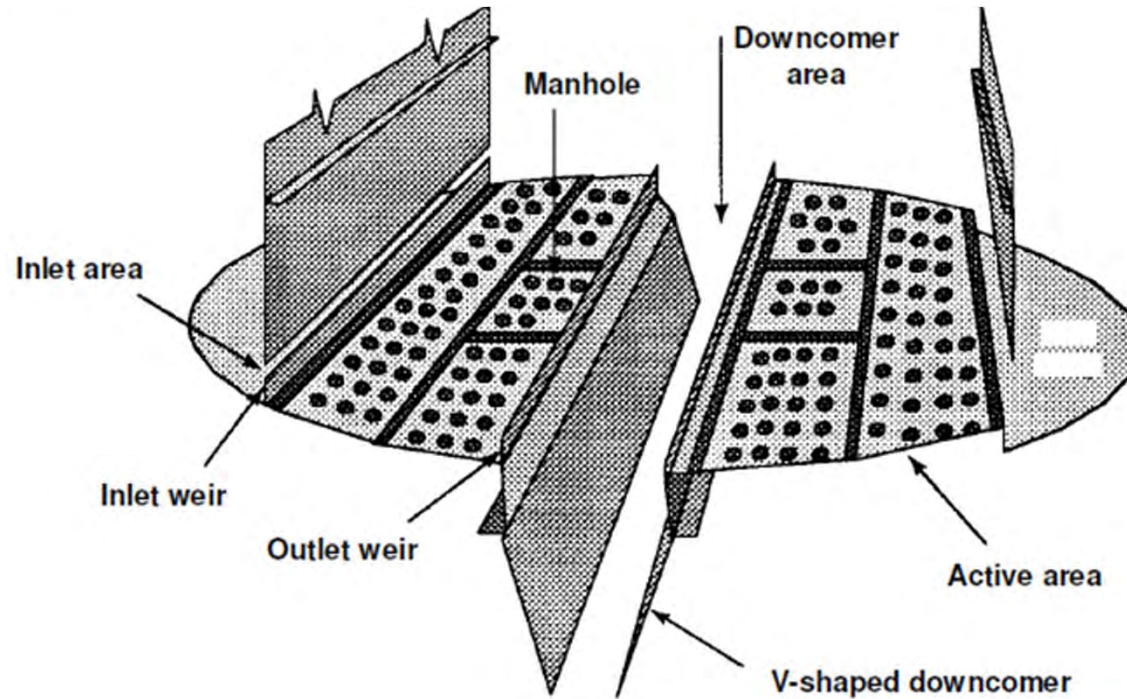
Töltetes kolonna



Desztillációs kolonna belső szerkezetek

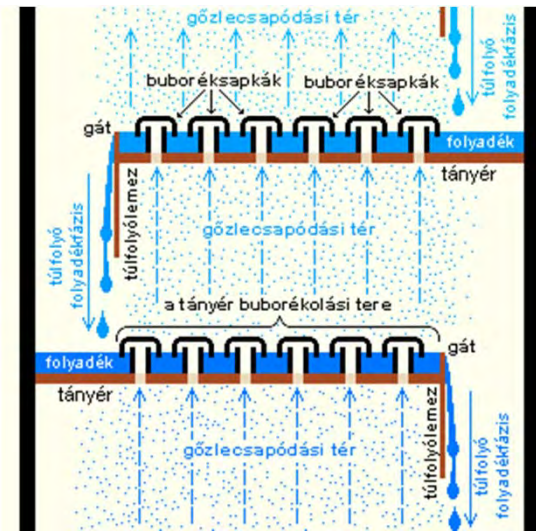


Desztillációs tányér elemei



Kolonna belső szerkezet (tányérok)

Buboréksapkás tányér



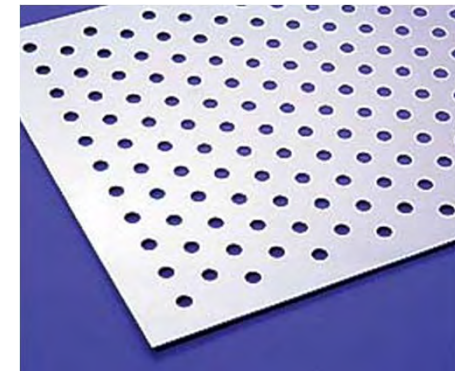
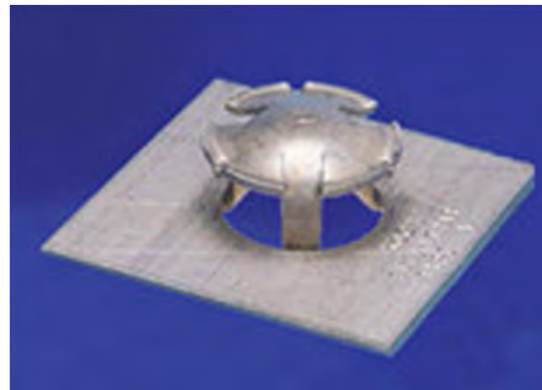
Szelepes tányér



Fix szelepes tányér



Szita tányér



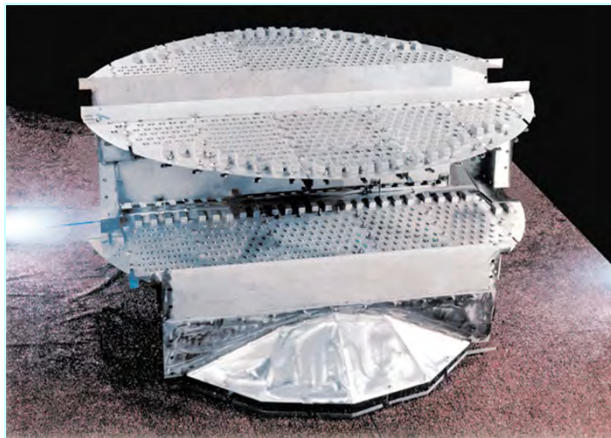
Nagy hatékonyságú tányérok

▶ Előnyök:

- ▶ Kisebb fajlagos energia felhasználás
- ▶ Jobb termékminőség
- ▶ Abszorpciónál az alacsonyabb oldószer mennyiség energia megtakarítást jelent az oldószer regenerálás során



ULTRA-FRAC® trays



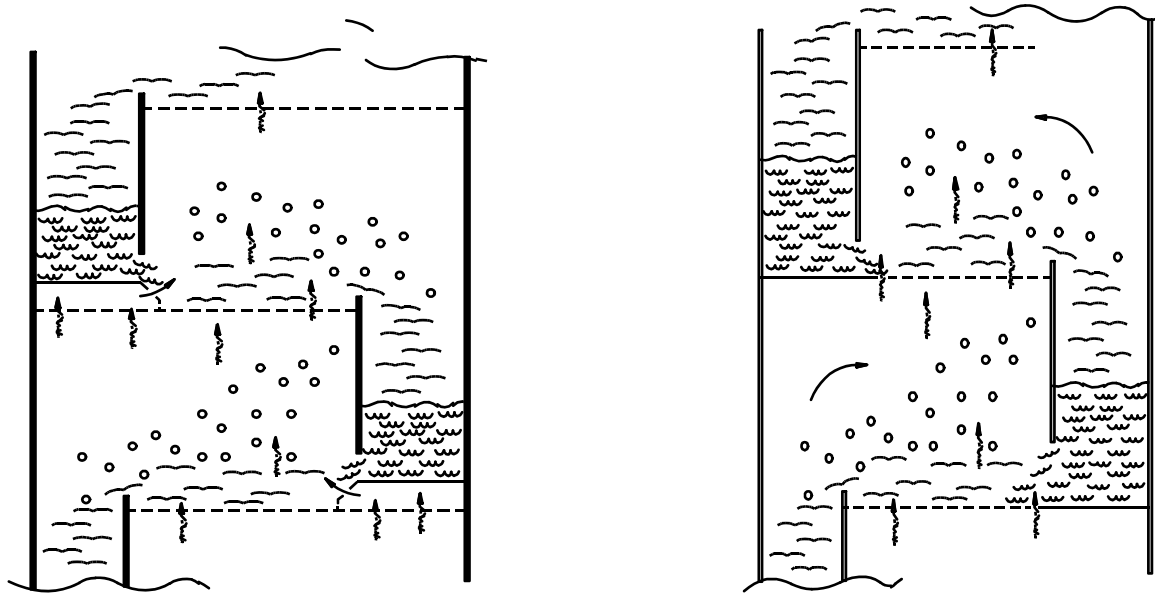
SUPERFRAC® trays



Stepped-Multi-chordal
Downcomer

VGPlus Trays

Hagyományos és Nagyhatékonyságú tányér szerkezet összehasonlítása



► Előnyök összehasonlítva a hagyományos tányérszerkezettel:

- Nagyobb kapacitás: 30%
- Alacsonyabb nyomáscsökkenés: 20%
- Azonos vagy jobb anyagátadási képesség
- Egyenletesebb folyadék áramlás
- Egyenletesebb gőz eloszlás
- Jobb ellenálló képesség a szennyezőanyagok lerakódásával szemben

Töltetes desztillációs kolonna részei

Köpeny

- ▶ Anyaga általában fém, de lehet nemfémes anyag is pl. műanyag, kerámiai.
- ▶ A köpeny szükség esetén belső borítást kaphat (pl. műanyag bevonat, zománcozás, stb.)

Töltet

- ▶ első generációs töltetek: 1907-50, Rasching gyűrű, Berl nyereg
- ▶ második generációs töltetek: 1950-70, Pall gyűrű, Intalox nyereg
- ▶ harmadik generáció töltetek: 1970-től, az előzőekből kifejlesztett új típusok

A töltetek anyaga

fém:

- ▶ ha nem korrozív a közeg
- ▶ nagyobb kapacitás és hatásfok
- ▶ széles geometriai skála
- ▶ nyomásálló
- ▶ az ár speciális igények esetén nagymértékben növekszik (pl. rozsdamentes acél 3-5x)

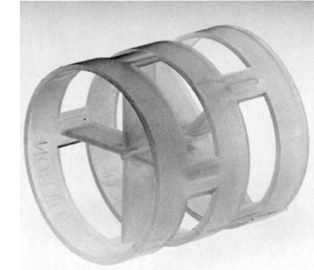
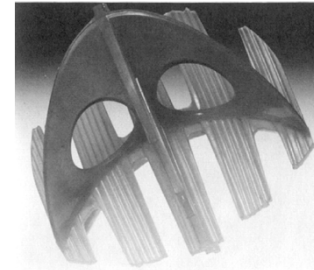
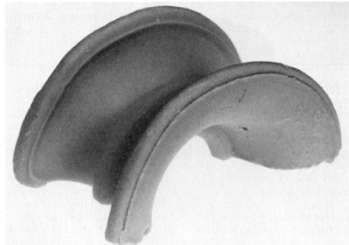
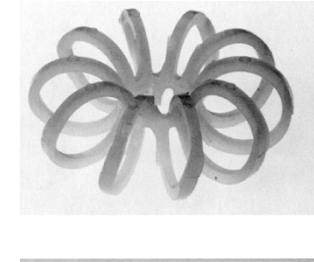
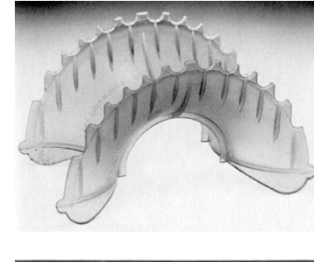
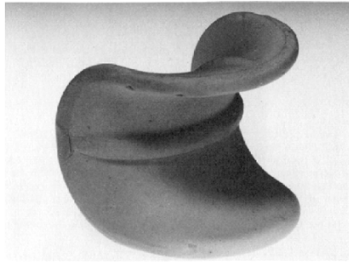
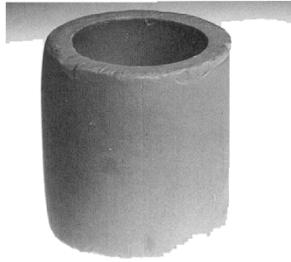
kerámia:

- ▶ kis kapacitás
- ▶ mechanikailag nem ellenálló
- ▶ alkalmazási körülményei főként magas hőmérséklet, reaktív közeg
- ▶ a műanyag töltetek megjelenése óta felhasználásuk limitált

műanyag:

- ▶ polipropilén 120 °C-ig alkalmazható
- ▶ alacsony ár
- ▶ oxidáló atmoszférában degradálódik
- ▶ alacsony hőmérsékleten rideggé válik
- ▶ rossz nedvesítésű

Rendezetlen töltetek



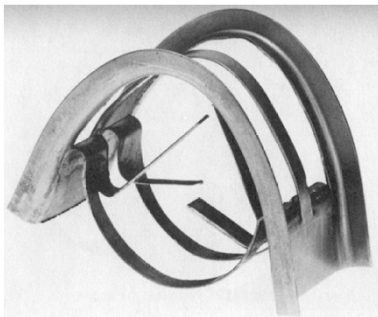
KERÁMIA ÉS FÉM
RASCHIG-GYŰRŰ
TÖLTETEK

KERÁMIA TÖLTETEK
(BERL- ÉS INTALOX-
NYEREG)

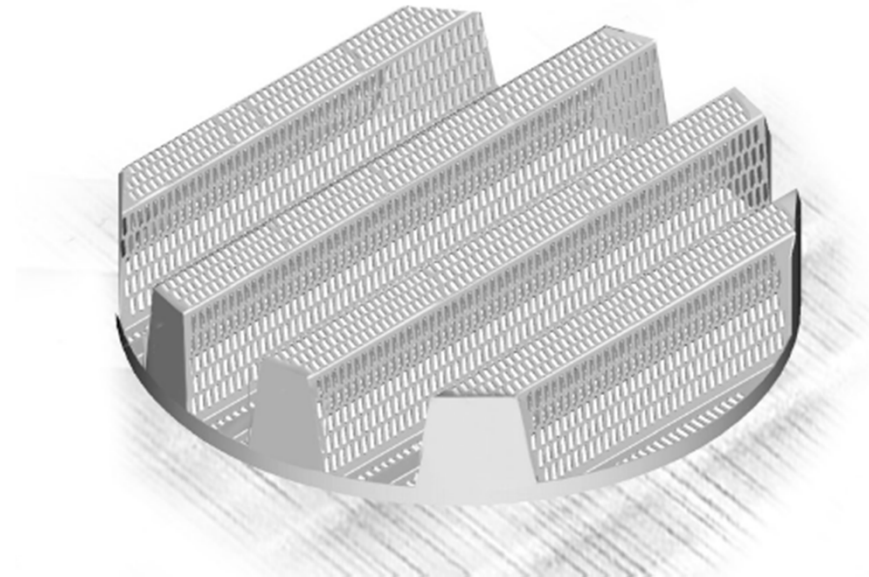
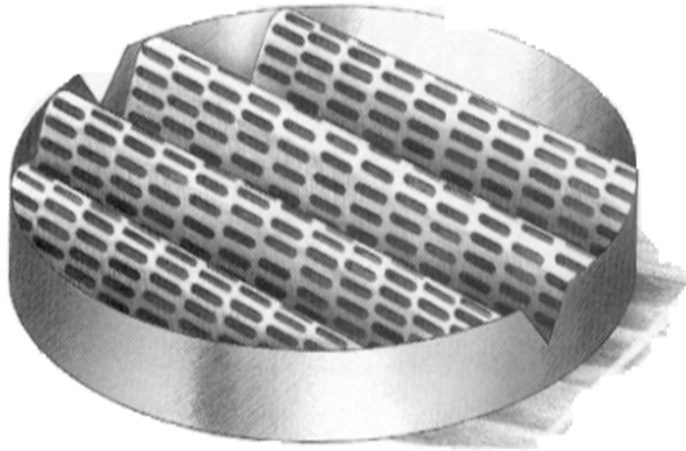
KÜLÖNBÖZŐ
KIALAKÍTÁSÚ
PALL-GYŰRŰK
(HAGYOMÁNYOS
ÉS HY-PAK
TÖLTET)

SUPER INTALOX-
NYEREG ÉS
MASPAC TÖLTET

TELLERETT
TÖLTET ÉS
PALL-GYŰRŰ



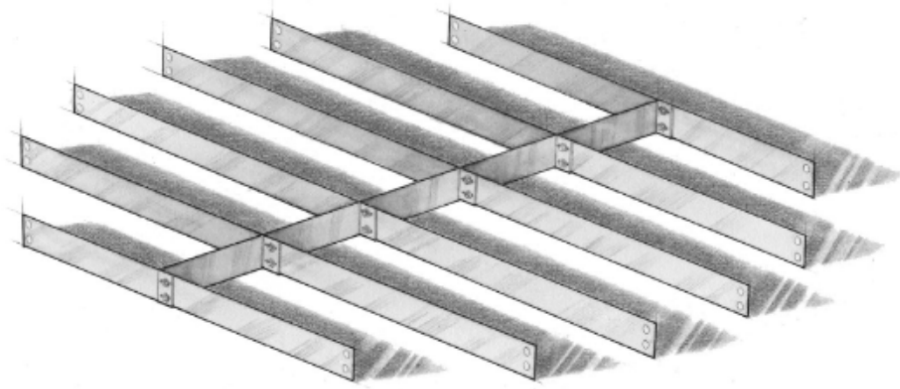
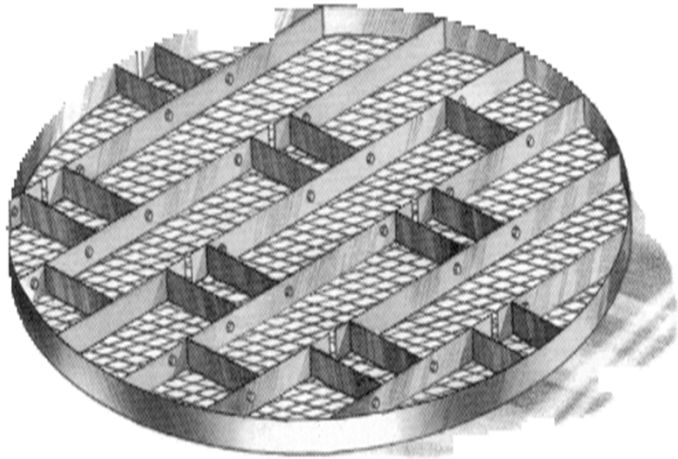
Töltettartók



► Feladatuk:

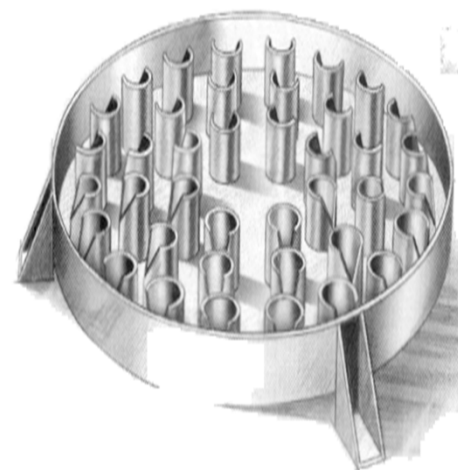
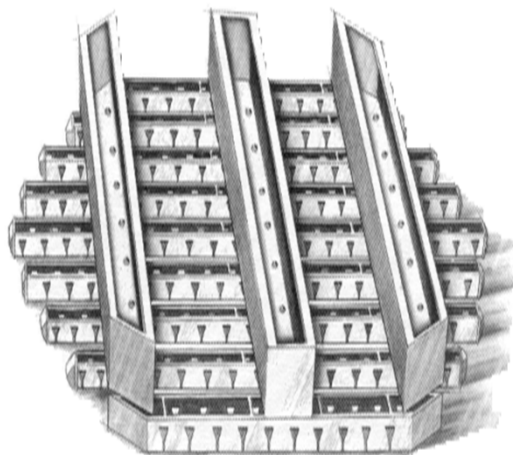
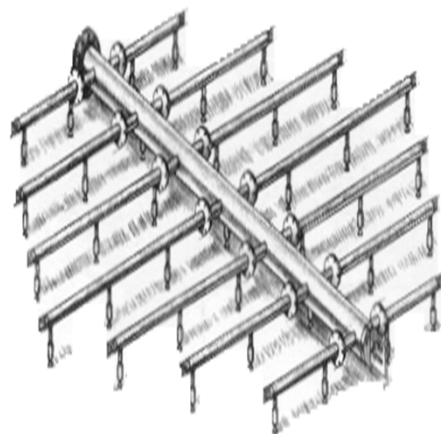
- a töltetréteg tartása
- a gáz és a folyadék akadálymentes áramlásának biztosítása

Töltet leszorítók



Fajlagos tömegük:
100-150 kg/m²

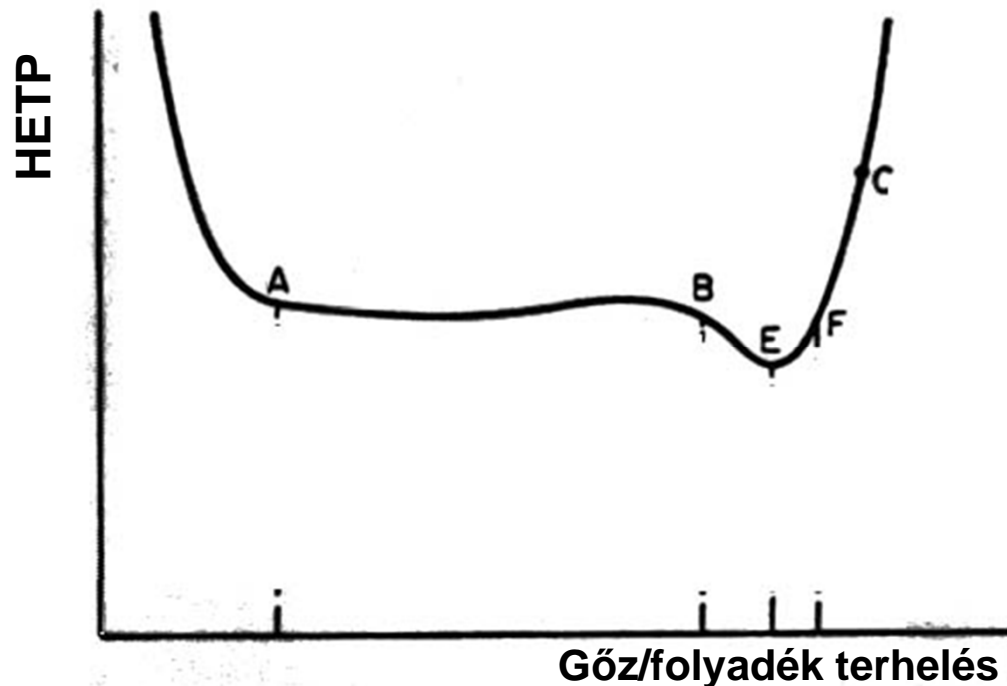
Folyadékelosztók, újraelosztók



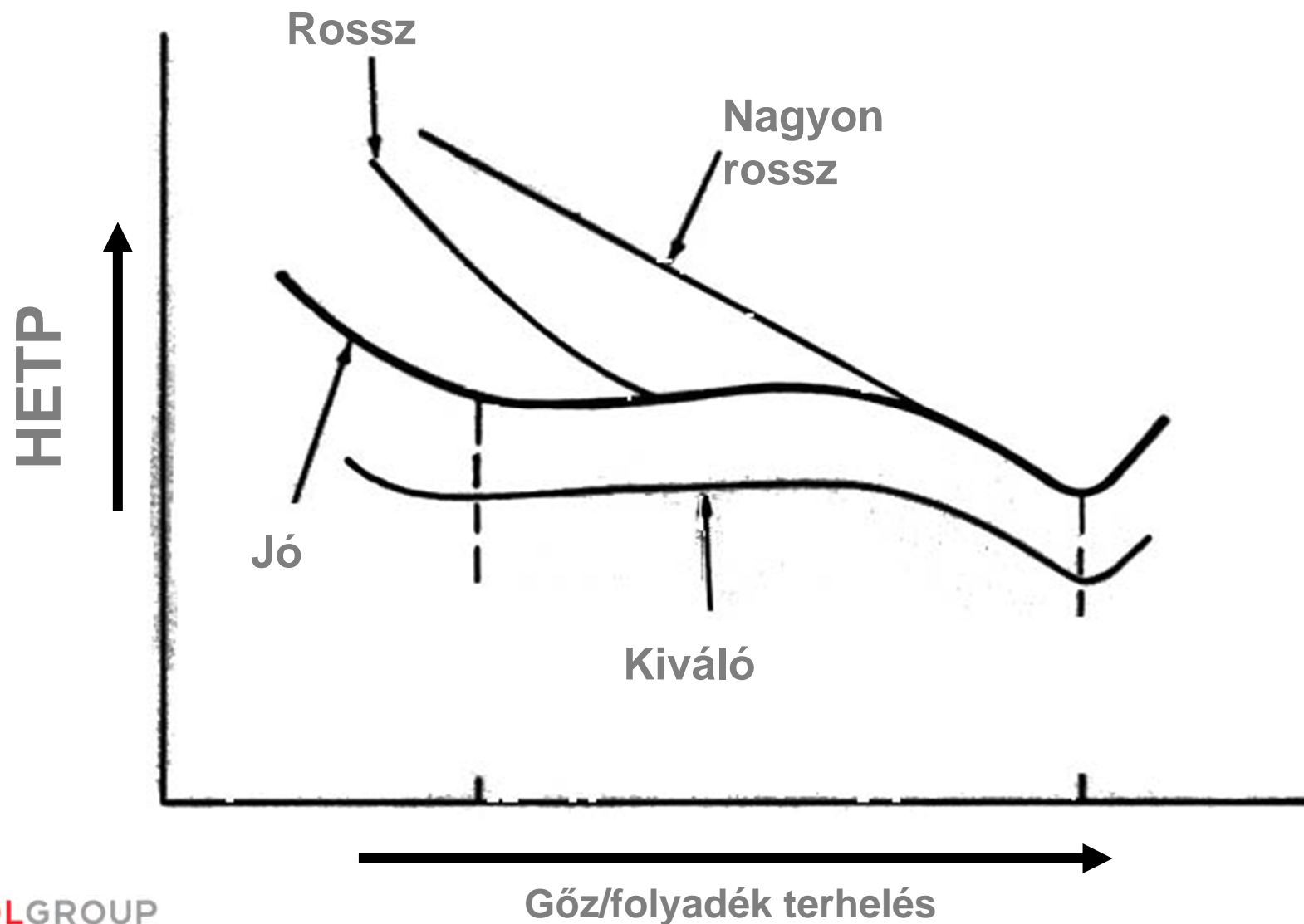
Töltettípus	Ajánlott elosztási pontok száma (minimum)		
	60 pont/m ²	85 pont/m ²	130 pont/m ²
Drótszövet			BX és CY típus
FLEXIPACK és FLEXIPACK HC strukturált töltetek	205Y és nagyobb	1.6Y és 1.4Y/350Y	1Y és kisebb
INTALOX strukturált töltetek	1.5T és nagyobb	1T és kisebb	
IMTP rendezetlen töltet	25 és nagyobb	15	
CMR rendezetlen töltet	1.5 és nagyobb	1	

A töltet hatékonyságára utaló jellemzők

- ▶ Hatékonyság növelésének módjai
 - ▶ töltetfelület növelése (m^2/m^3)
 - ▶ gőz- és folyadék elosztás javítása
 - ▶ nedvesítés javítása
- ▶ Rendezetlen töltet hatékonysági karakterisztikája
 - ▶ átviteli egységmagasság (HTU: *Height of transfer unit*)
 - ▶ egyenértékű tányérmagasság (HETP: *Height equivalent to a theoretical plate*)



Folyadékélosztás minőségének hatása a hatékonyságra

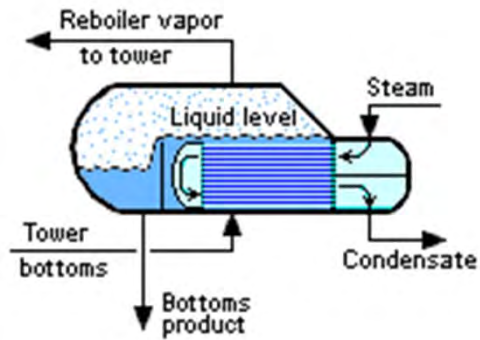


Előnyök - hátrányok

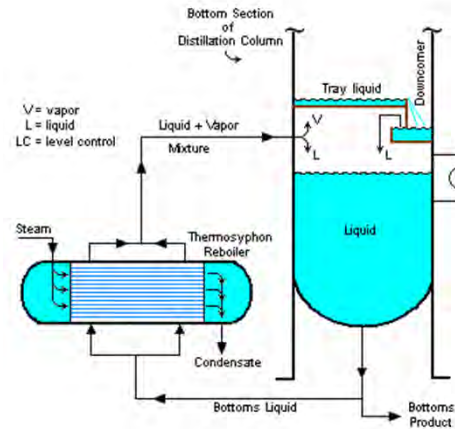
Eszköz	Előny	Hátrány
Rendezett töltet	<ul style="list-style-type: none"> Alacsonyabb nyomásesés Nagy gőz kapacitás Nagy hatékonyság Alacsony cseppelhordás Jó habzó képességű anyagok esetén Könnyen beépíthető 	<ul style="list-style-type: none"> Érzékeny szennyeződésre Érzékeny korrózióra Nagy folyadékterhelés esetén nem alkalmazható Alacsonyabb mechanikai szilárdság Nagy nyomás esetén nem alkalmazható
Rendezetlen töltet	<ul style="list-style-type: none"> Közepes nyomásesés Alacsony cseppelhordás Korrózió álló anyagból készíthető Jó szennyezett anyagok esetén 	<ul style="list-style-type: none"> Alacsonyabb hatásfok Nehéz eltávolítani
Nagy teljesítményű tányér	<ul style="list-style-type: none"> Nagy folyadék kapacitás Közepes szennyezőanyag tűrő képesség Mechanikailag szilárd Alacsony axiális keveredés 	<ul style="list-style-type: none"> Közepesen erős cseppelhordás Habzó anyag esetén nem alkalmas Alacsonyabb hatásfok mint a rendezett töltet Nehezebb beépíteni Nagy nyomásesés
Rács	<ul style="list-style-type: none"> Kis nyomásesés Nagy szennyezőanyag tűrőképesség Nagy gőz és folyadék kapacitás 	<ul style="list-style-type: none"> Nagyon alacsony hatásfok

Reboilerek

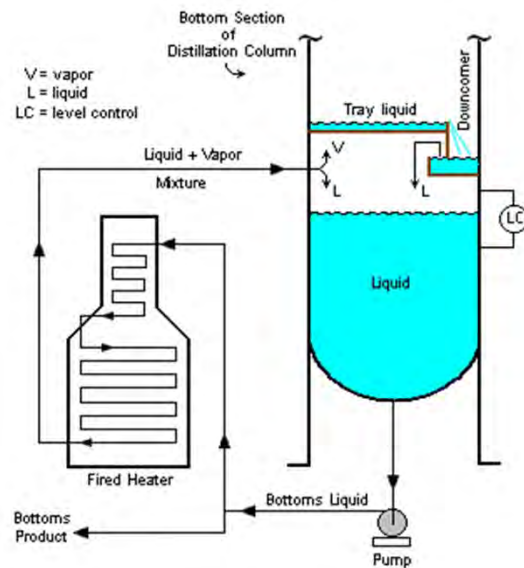
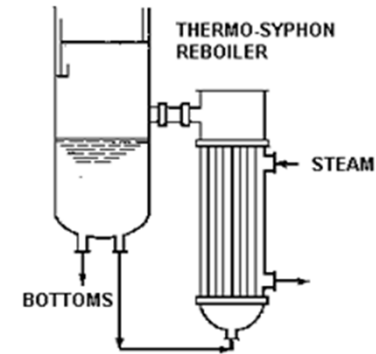
Kettle típusú reboiler



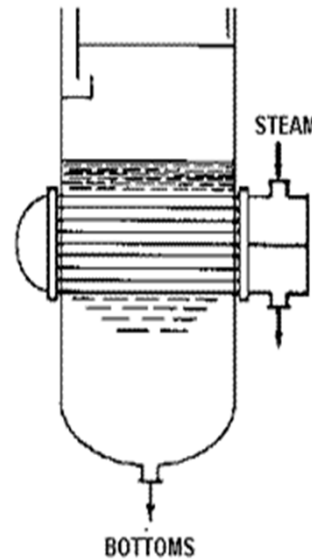
Thermoszifon reboiler (horizontal)



Thermoszifon reboiler (vertical)



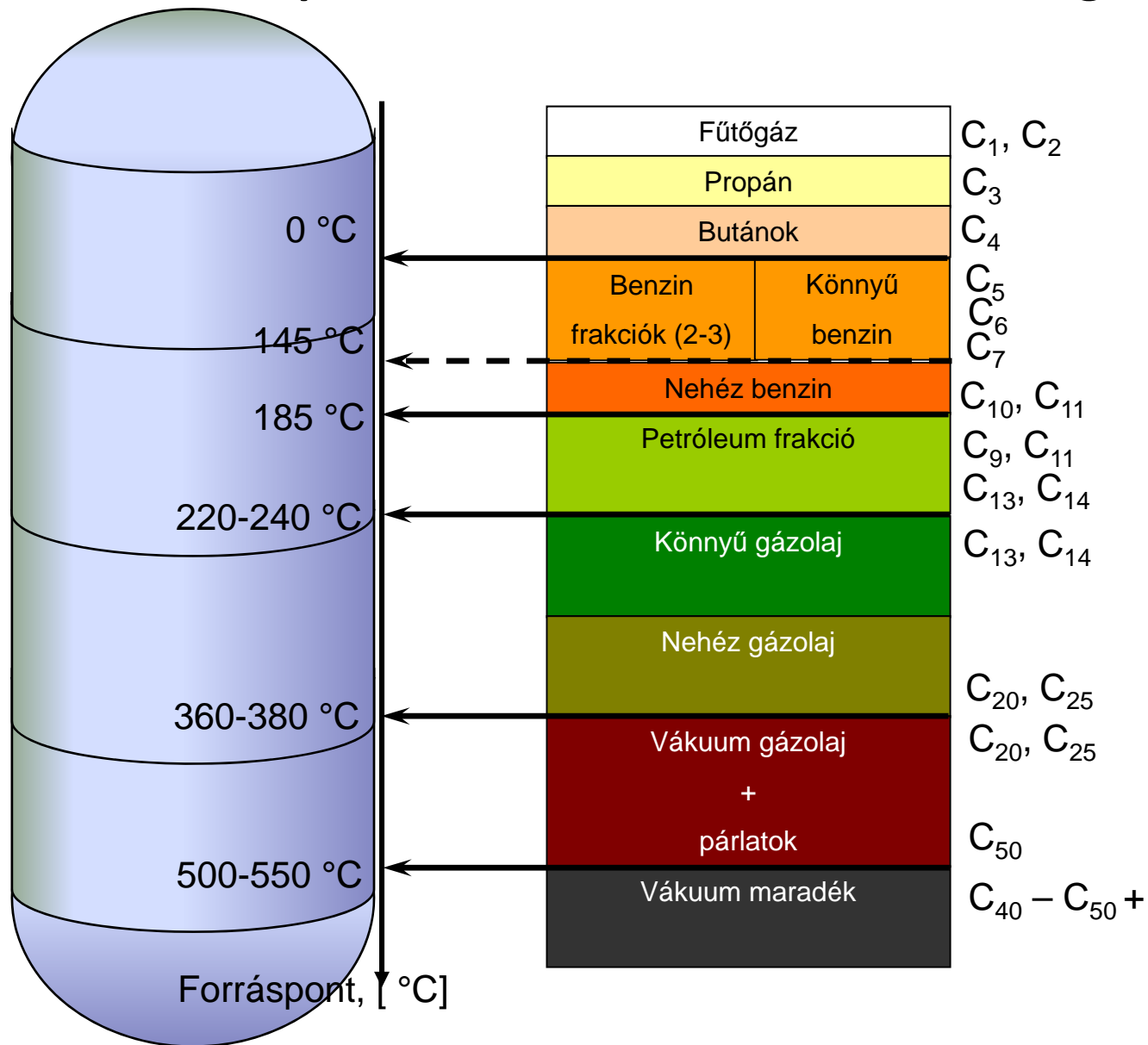
INTERNAL REBOILER



Agenda

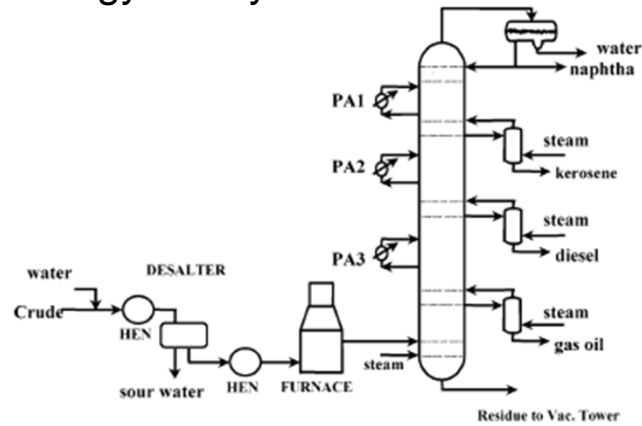
- ▶ Bevezetés
- ▶ Desztilláció
- ▶ **Kőolaj desztilláció**

Kőolaj frakciók forráspont és szénatomszám szerinti megoszlása

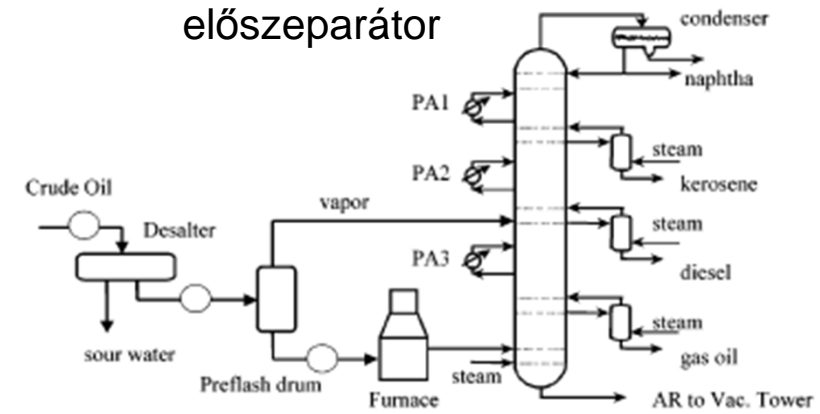


Kőolaj desztilláció

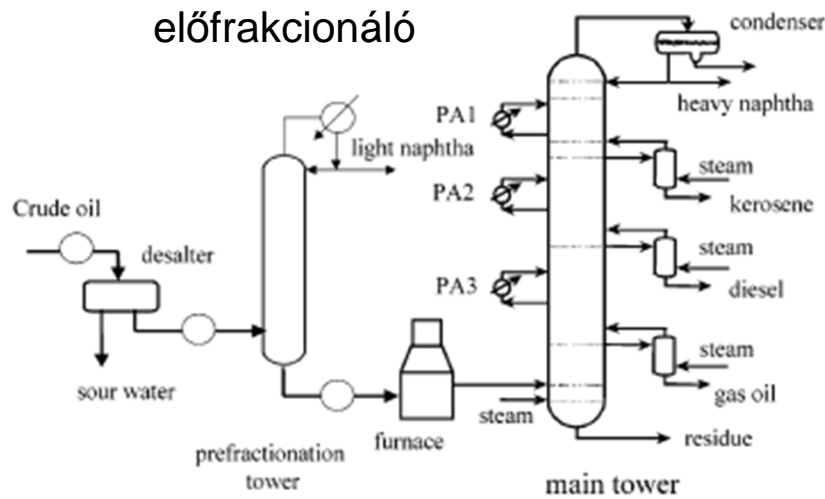
hagyományos



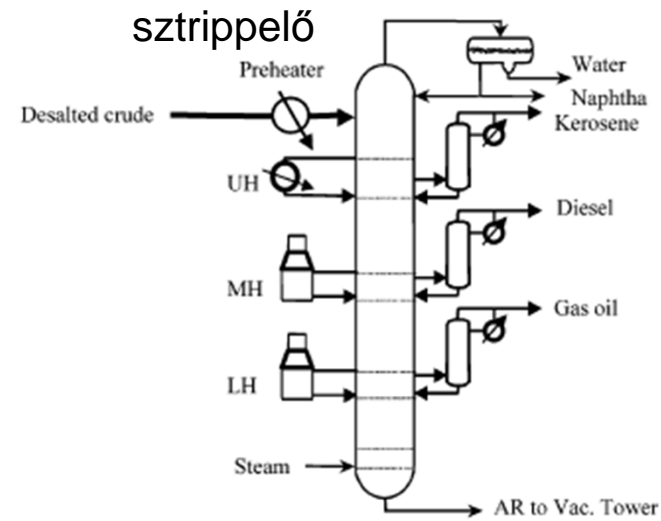
előszeparátor



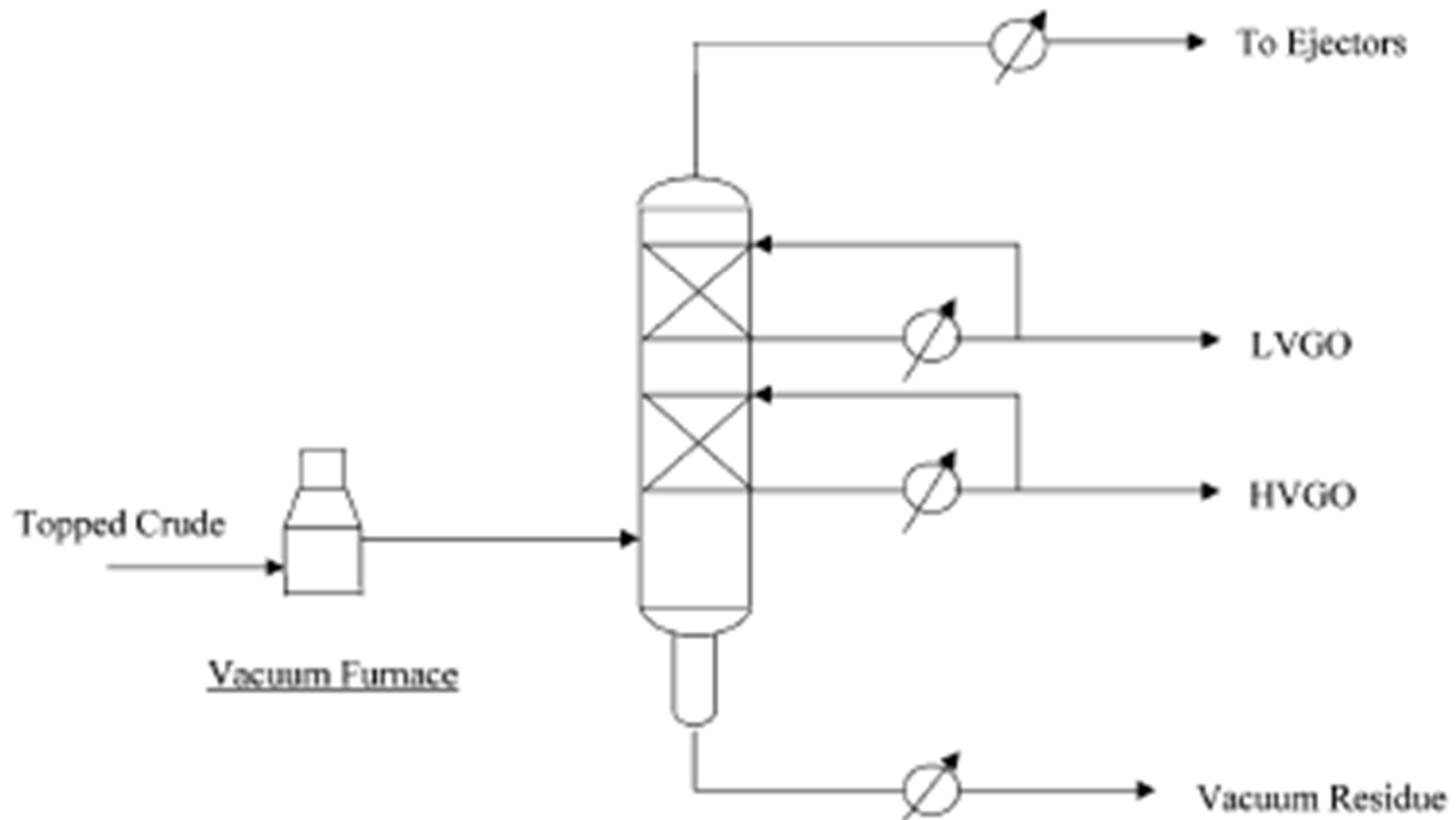
előfrakcionáló



sztrippelő



Vákuum desztilláció



Kőolaj desztillációs üzemek a Dunai finomítóban



AV-1

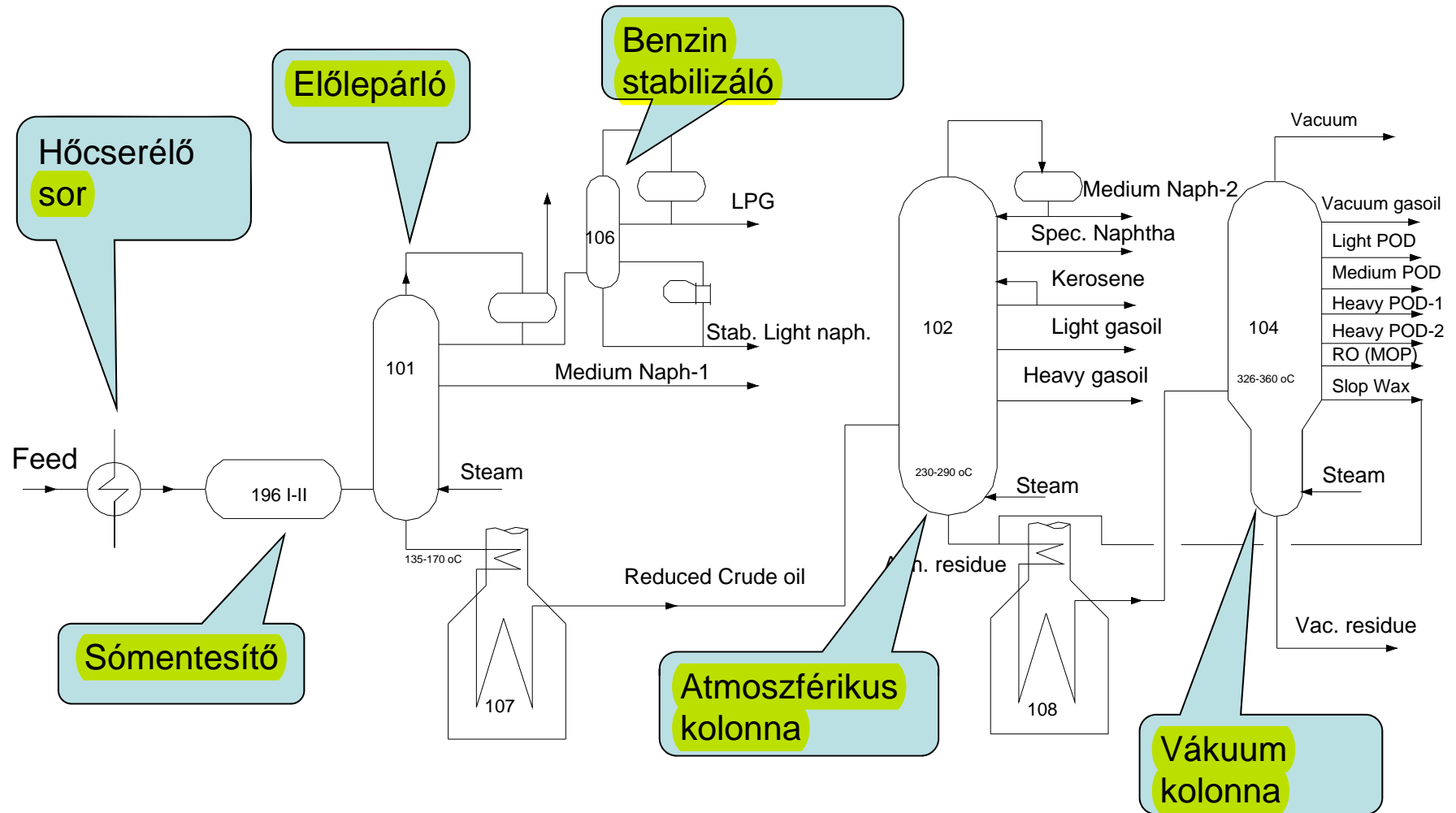


AV-2



AV-3

AV üzemek főbb részegységei

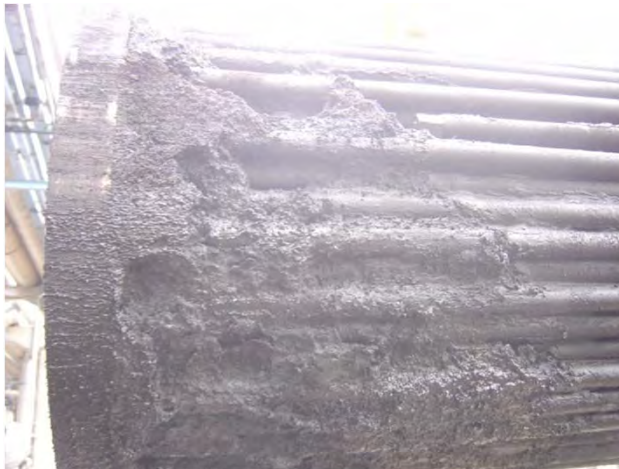


Hőcserélő sor



- ▶ A sómentesítő előtt a kőolajat felmelegítjük 120-140 °C-ra két párhuzamos előmelegítő soron.
- ▶ A sómentesítés után a kőolaj 170-180 °C-ra melegszik elő.
- ▶ Mialatt a kőolaj előmelegszik, a termékek és a cirkulációs refluxok lehűlnek.

▶ A jó hőátadás (tisztá hőcserélők) energetikai szempontból fontos



Sómentesítő

▶ Funkció:

- ▶ Nyersolaj só- és vízmentesítése

▶ Miért szükséges a sómentesítés:

▶ A rosszul működő sómentesítő közvetlen hatása van az atmoszférikus kolonna működésére

- ▶ A kemencékben és hőcserélőkben lerakódást okoz
- ▶ Korrózió a fejtermék vonal berendezéseiben (páracső, kondenzátor)
- ▶ Atmoszférikus maradék magas Na tartalmának hatása
- ▶ A lerakódás nő a vákuum kemencében
- ▶ Rövidebb ciklusidők a VB üzemben
- ▶ Katalizátor mérge a katalitikus krakkolási technológiáknál
- ▶ Lerakódás és korrózió a túlhevítő kazánok esetén

▶ **A sómentesítés kulcsfontosságú előkészítő technológia a nyersolaj desztilláció és tovább feldolgozási technológiáknál!**

Sómentesítő-2

▶ A kőolajban található sók főként klorid formában találhatók:

▶ NaCl 70-80 wt %

▶ MgCl₂ 20-10 wt %

▶ CaCl₂ 10 wt %

▶ A sók ionizált vagy kristályos formában találhatók a kőolajban oldott vízben.

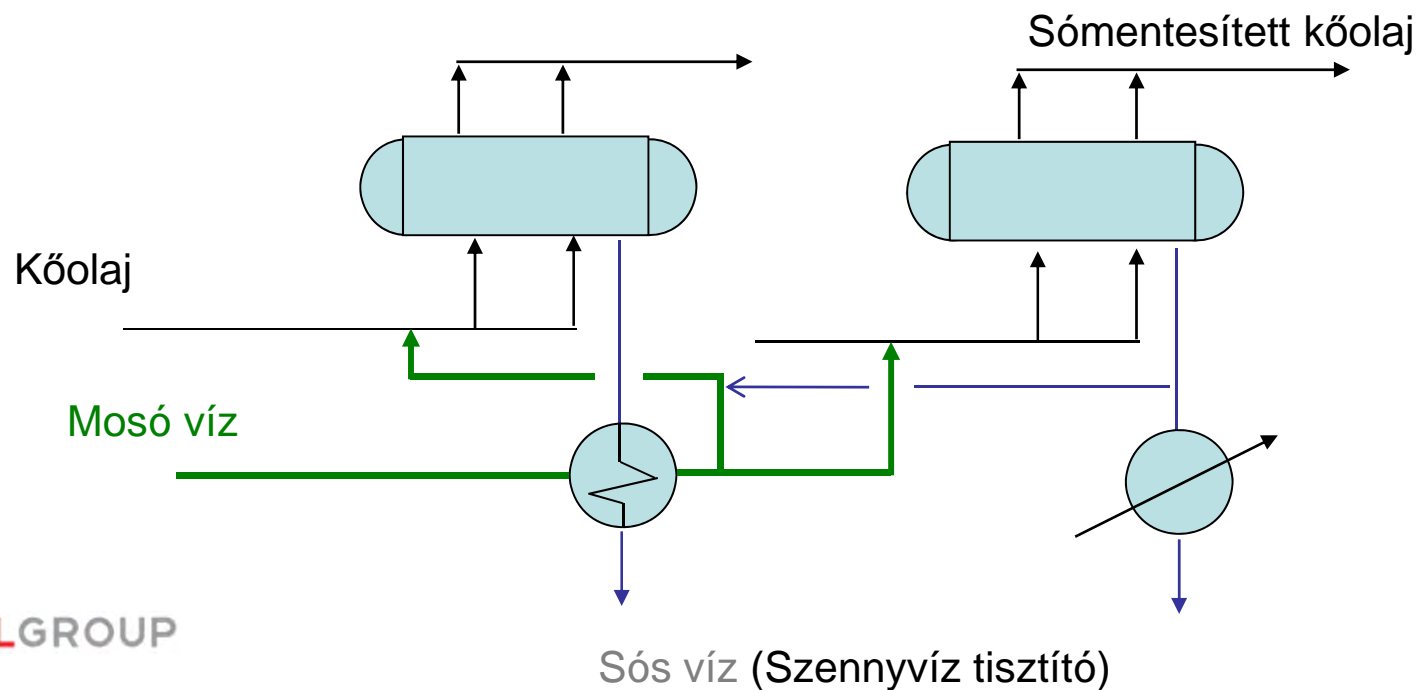
▶ A sók megfelelő mennyiségű víz hozzáadásával eltávolíthatók a sómentesítő berendezésben.

▶ Általánosan elfogadott szabály, hogy a fejkondenzátor vízének klorid tartalma nem haladhatja meg a 10 ppm-et, különben súlyos korrózió léphet fel.

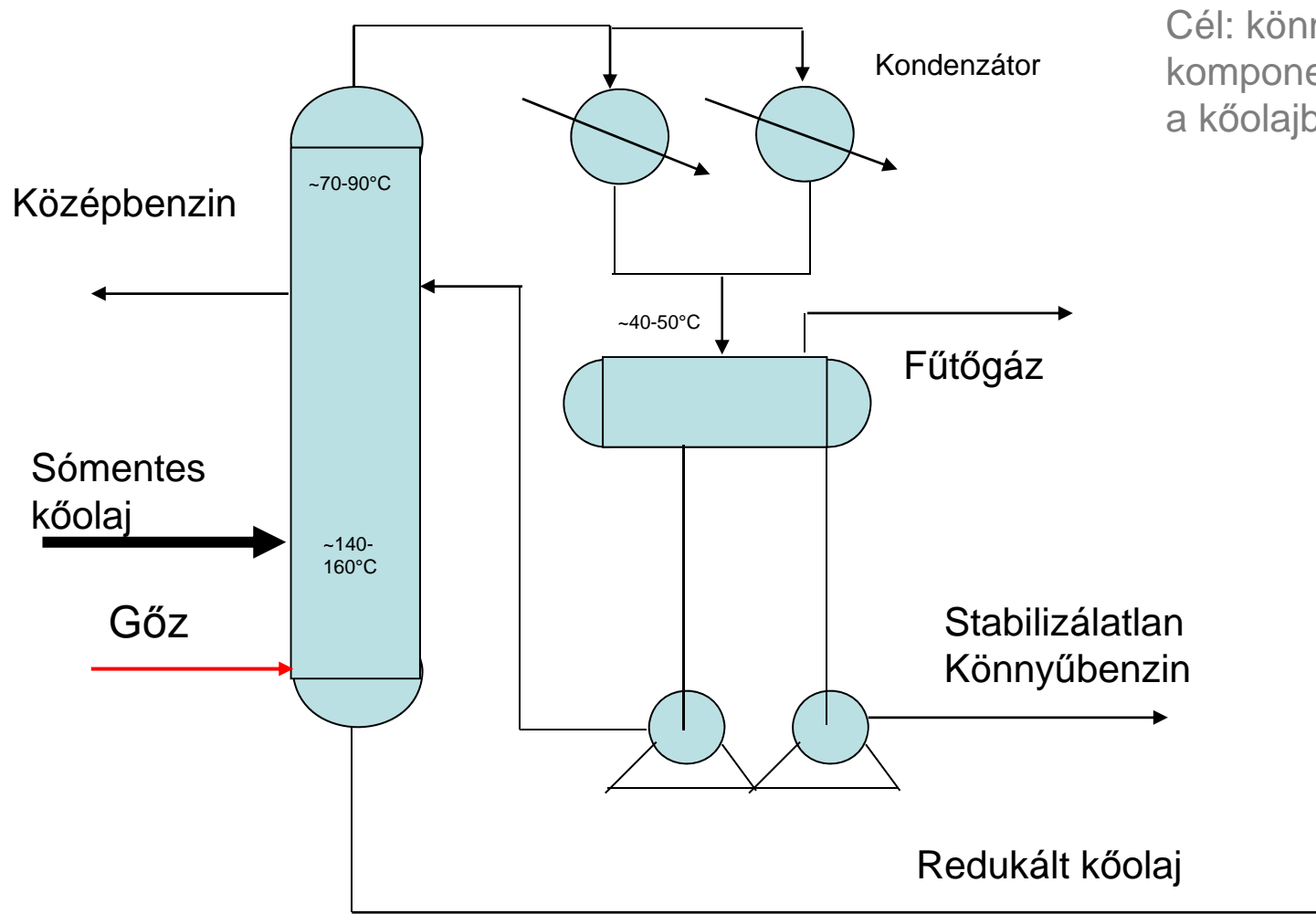
Sómentesítő



- ▶ Két fokozatú sómentesítő működik az AV üzemekben
- ▶ A kőolaj átlagos sótartalma: 20-40 ppm
- ▶ A sótartalom két fokozatban csökken 4 ppm alá

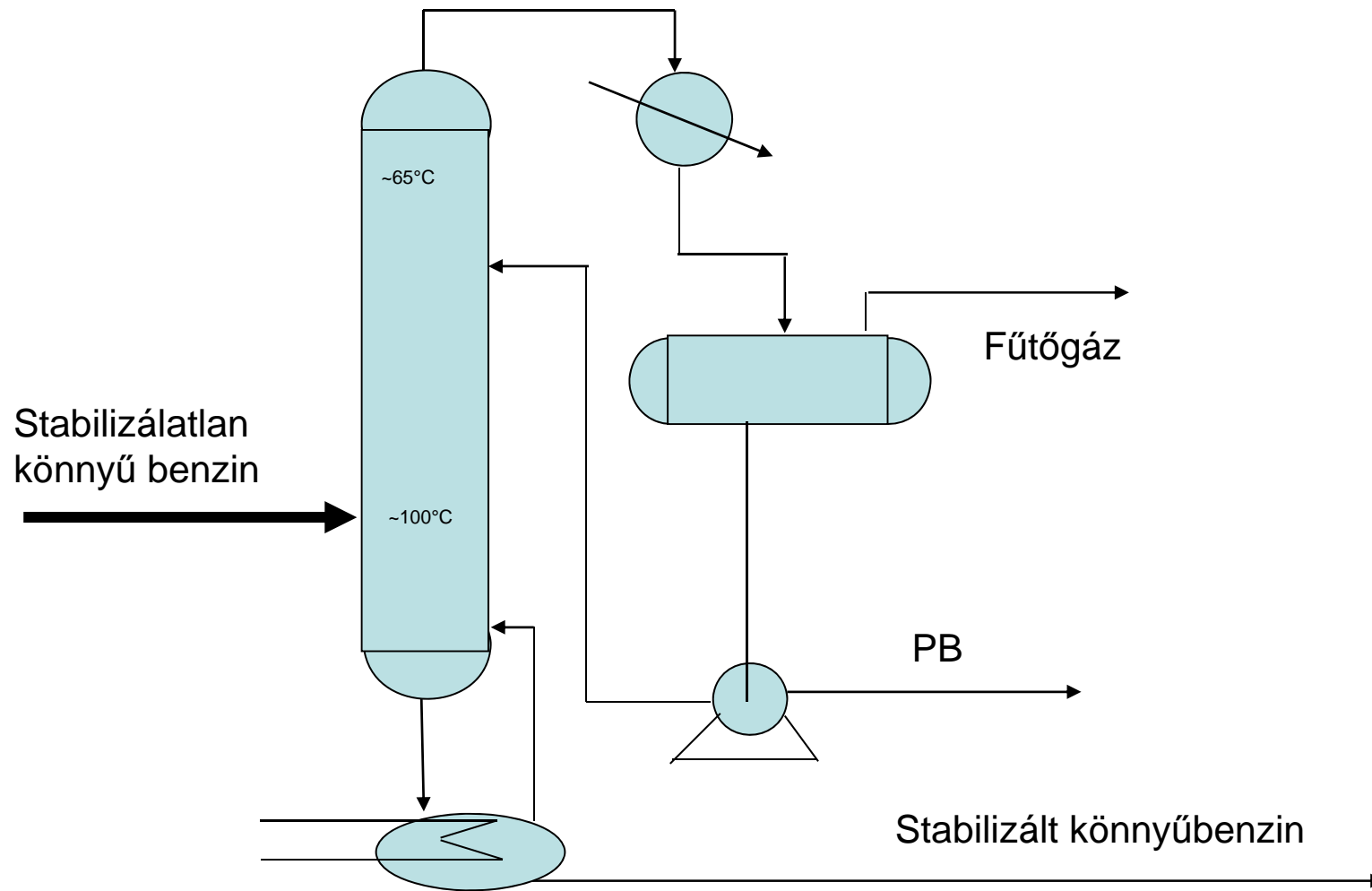


Előleparló

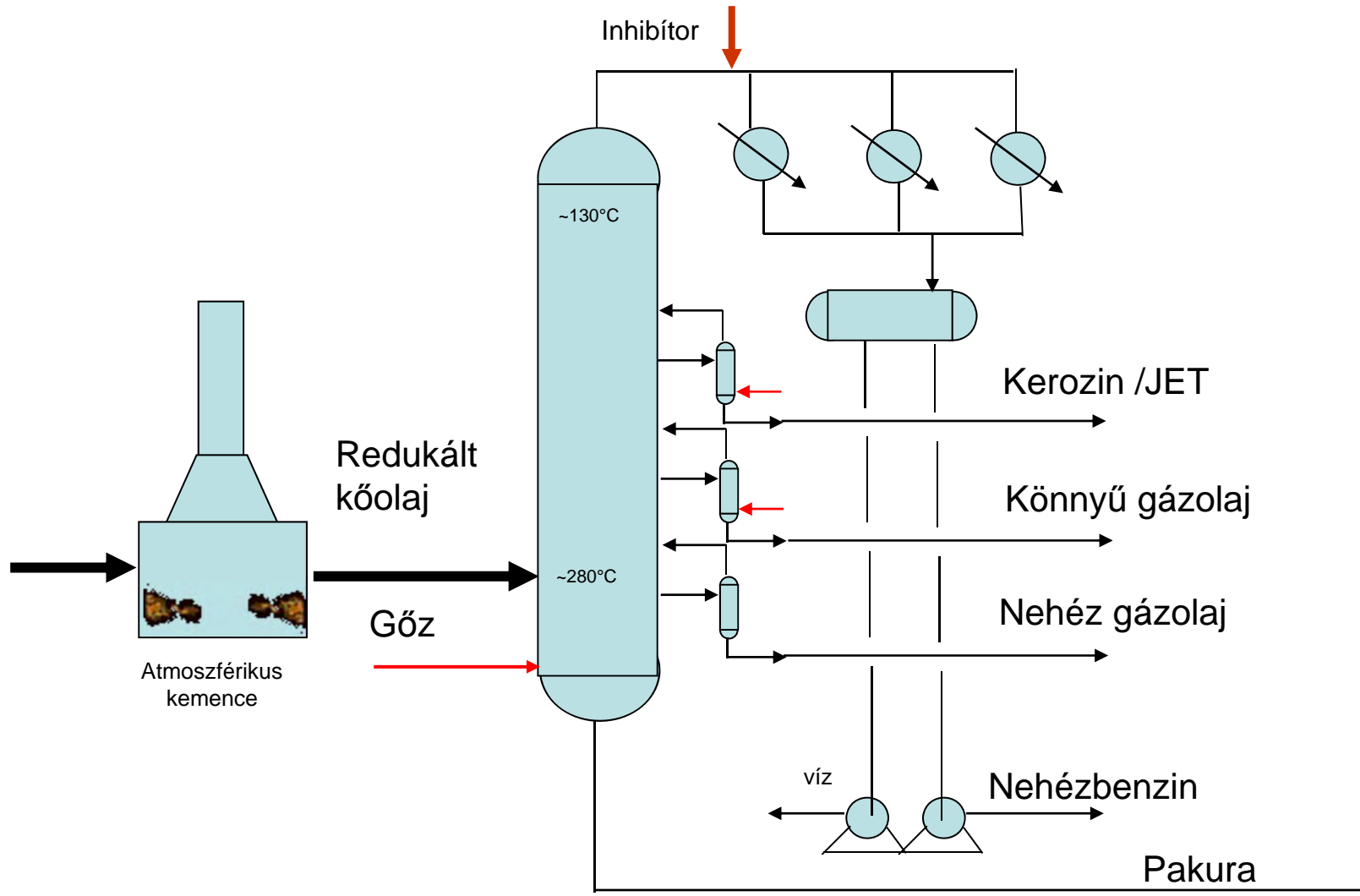


Cél: könnyű szénhidrogén komponensek eltávolítása a kőolajból

Könnyűbenzin stabilizáló



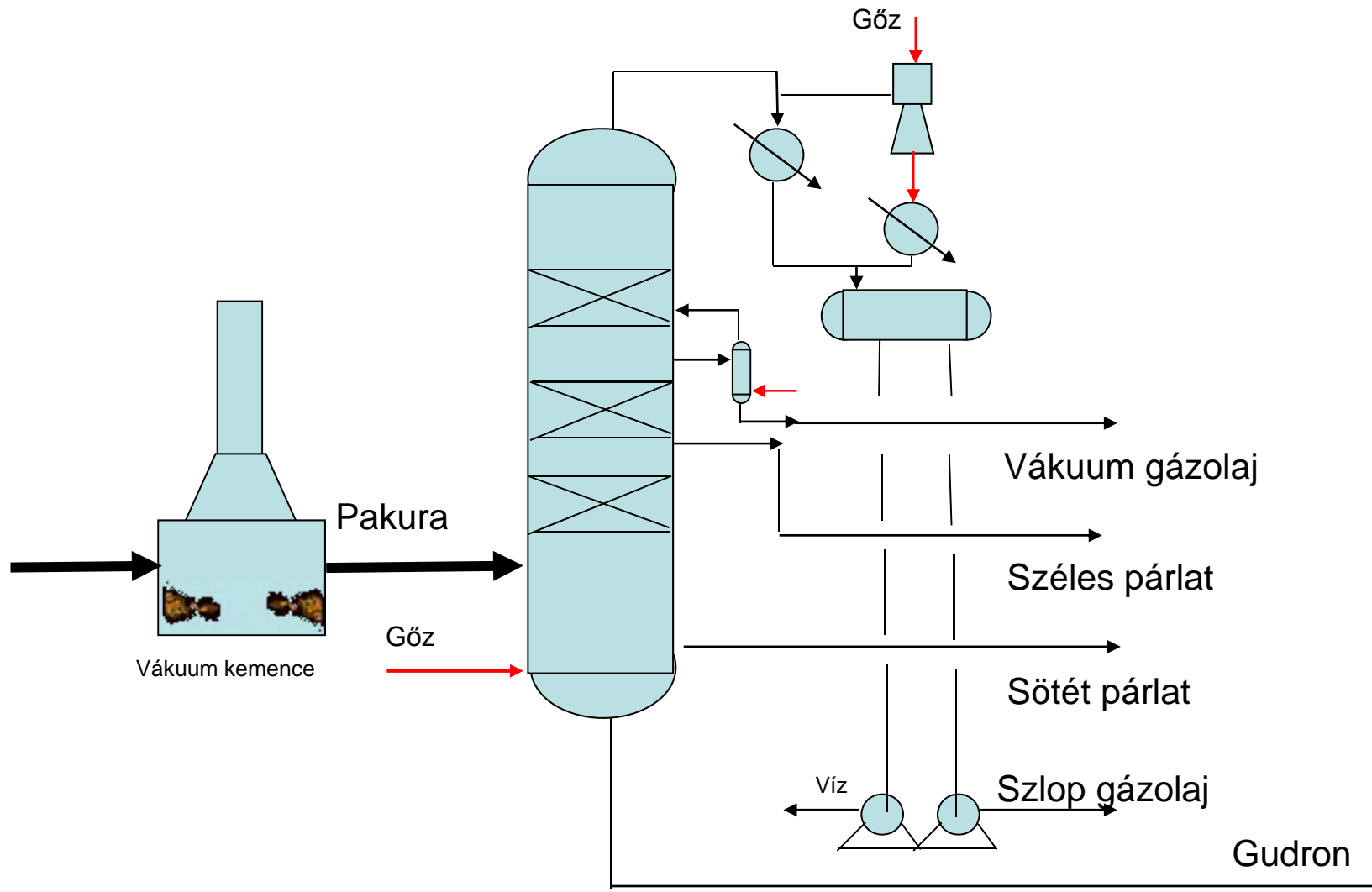
Atmoszférikus kolonna



Tipikus tányér számok – atm. kolonna

Frakciók	Tányér szám
Benzin / petróleum	8 - 9
Petróleum / KGO	9 - 11
KGO / NGO	5 - 9
NGO / Betáplálás	8 - 11
Betáplálás / Fenék	4 - 9
Oldal termék sztripper	4 - 10

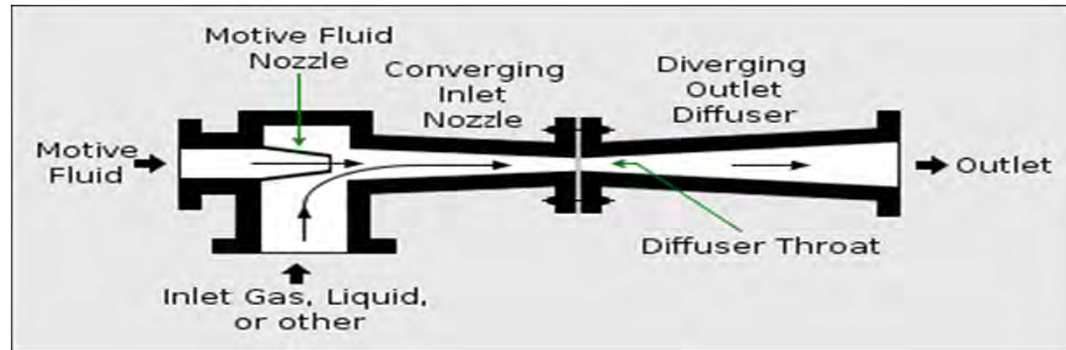
Vákuum kolonna



Deep- cut működés

- ▶ Deep - cut üzemmód célja HVGO hozam növelése a vákuum maradék hozam rovására.
- ▶ Deep - cut üzemmód, ha a vágáspont a HCGO és a maradék között magasabb mint 1050 F.
- ▶ Megvalósítás feltételei:
 - ▶ Alacsony nyomás
 - ▶ Kis nyomásesés
 - ▶ Magas kemence kilépő hőmérséklet (>400 °C)
 - ▶ Megfelelő mennyiségű mosófolyadék

Gőz sugár szivattyú / Gőz ejektor



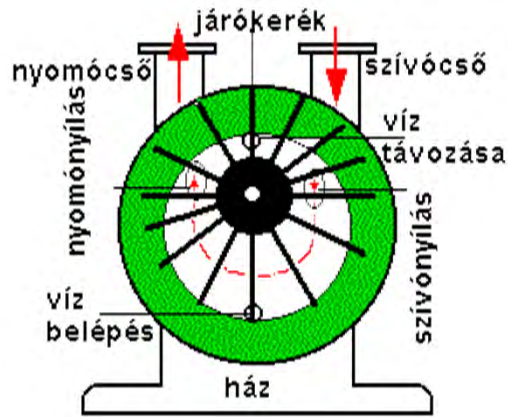
▶ Vákuum előállítására alkalmasak a vízszugár- és gőzszugár szivattyúk is. Működésük lényege, hogy egy szűkülő fúvókán beáramló víz vagy gőz sebessége, ezzel mozgási energiája, a szűk keresztmetszetben megnő. A mozgási energia növekedését a nyomási energia csökkenése fedezi, ezáltal a fúvókát körülvevő kamrában nyomáscsökkenés következik be, és a szívócsövön beáramlik az elszívandó térből a gáz. A diffúzorcsőben a közeg mozgási energiájának egy része ismét nyomási energiává alakul, és ezzel a nyomással áramlik a gáz a nyomóvezetékbe. A víz- és gőzszugár vákuumszivattyúk különösen több fokozatba kapcsolva finom- és nagyvákuum előállítására is alkalmasak. A víz- és gőzszugár vákuumszivattyúk előnyei: olcsók, üzembiztosak, mozgó alkatrészt nem tartalmaznak, zajtalanok.

▶ 1 fokozatú : 810 Hgmm – 30 Hgmm

▶ 2 fokozatú: 130 Hgmm - 3 Hgmm

▶ 3 fokozatú: 25 Hgmm - 0.8 Hgmm

Vízgyűrűs (folyadékgyűrűs)- vákuumszivattyúk



► Fekvő henger alakú házban **excentrikusan** elhelyezett **csillag alakú forgó lapátrendszer** centrifugális erőteret hoz létre. A hengert kb. egyharmad részéig vízzel töltik meg. A folyadék nem nyelhet el gázt, és nem léphet vele reakcióba. A víz a centrifugális erőter hatására a hengerrel koncentrikus gyűrű alakot vesz fel. A járókerék lapátjai és a vízgyűrű között forgás közben változó térfogatú kamrák jönnek létre. Ahol a kamrák növekednek, ott vákuum, keletkezik, itt helyezkedik el a szívónyílás.

A járókerék másik oldalán a kamrák térfogata csökken, itt helyezkedik el a nyomónyílás. **(Térfogatkiszorítás elve.)** A felesleges víz felül távozik. A víz a gáz hűtését és a tömszelence kenését is ellátja. A jó vákuum eléréséhez alacsony hőmérsékletű vízre van szükség.

Kemencék



► Oldal égők

Tüzelés:
AV-1: fűtőgáz
AV-2, AV-3 fűtőgáz és/vagy
fűtőolaj



► Fenék égők



Köszönöm a figyelmet !