

Szénhidrogén ipari technológiák

Desztilláció, Sómentesítés

Kubovicsné Stocz Klára

2023 október



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

Agenda



Desztilláció

Működési paraméterek_hatásuk

Kőolaj desztilláció

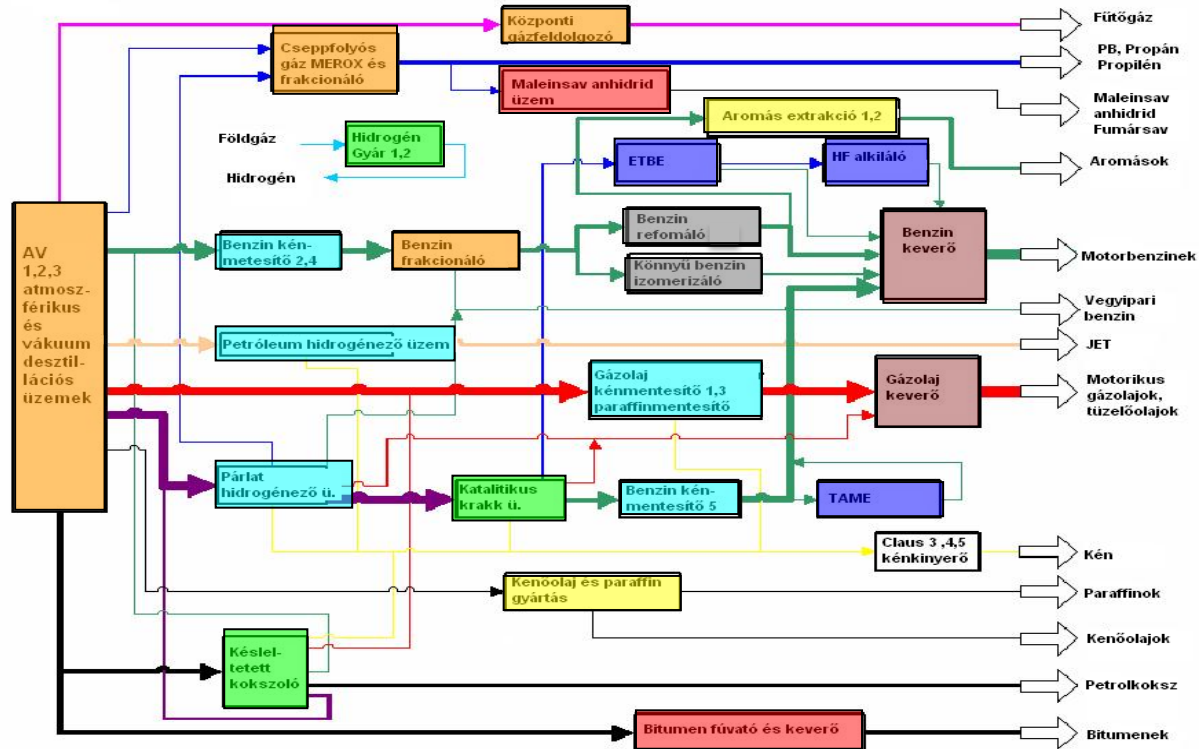
Analitikai módszerek(alapanyag, termék)

AV üzemek desztilláció

Sómentesítés

Desztillációs oszlop belső szerkezetek

Kőolajfinomító (DUFÍ*)



*DUFÍ: Dunai Finomító

Forrás: MOL

Fej-fenék termékes „egyszerű” desztillációs kolonna koncepcionális tervezése

- ▶ két termékes desztillációs kolonna: a betáplálás két termékre van elválasztva, ahol a kolonna rendelkezik kondenzátorral és kiforralóval.
- ▶ koncepcionális tervezés azt jelenti, hogy meghatározzuk azokat a működési és tervezési paramétereket, melyek biztosítják hogy a kolonna az elvártnak megfelelően, hatékonyan tudjon működni.

Desztillációs kolonna tervezés szabadsági fokai

Változtatható paraméterek a tervezés során:

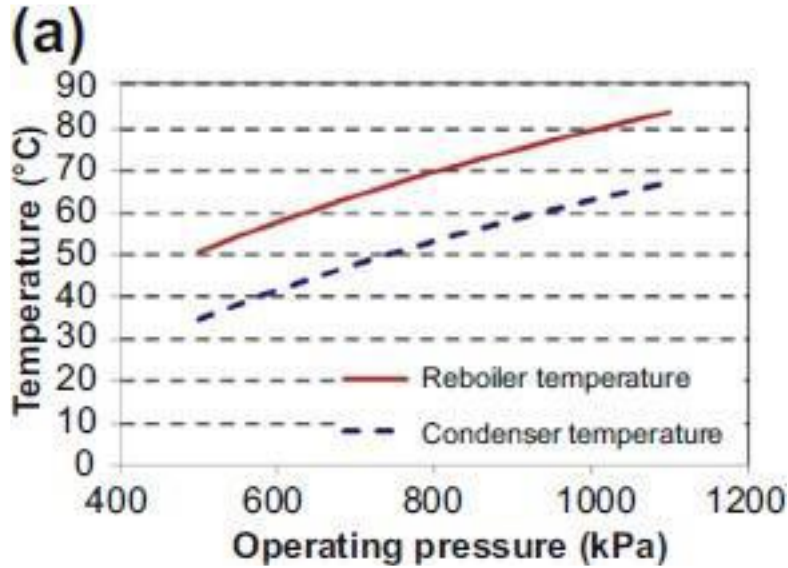
- ▶ Kolonna működési nyomása
- ▶ Nyomás esés
- ▶ Betáplálás hőmérséklete
- ▶ Betáplálás nyomása
- ▶ Elméleti tányér száma
- ▶ Betáplálás helye
- ▶ Kondenzátor típusa

(A betáplálás mennyisége és összetétele definiált.)

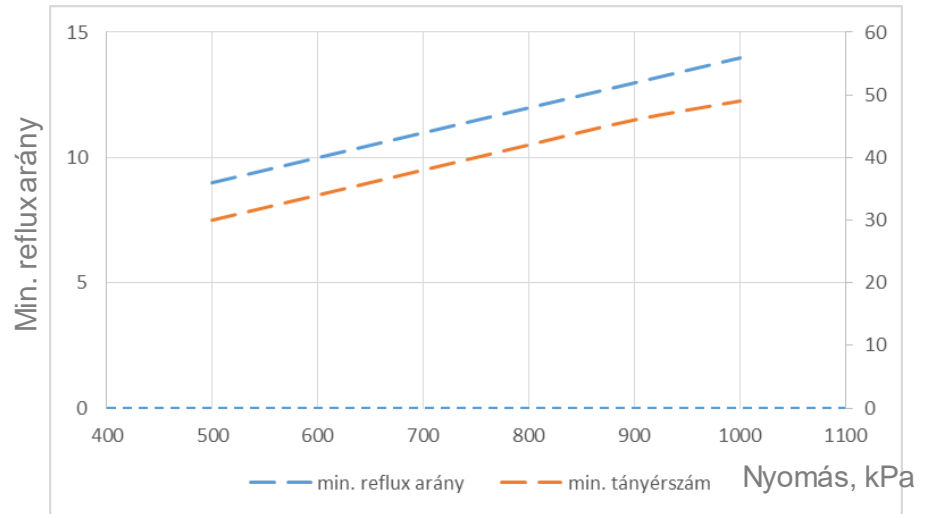
Ezen paraméterek jelentős hatással vannak az elválasztás fűtési és hűtési energia igényére.

Desztillációs kolonna működési nyomása

Hőmérséklet, °C



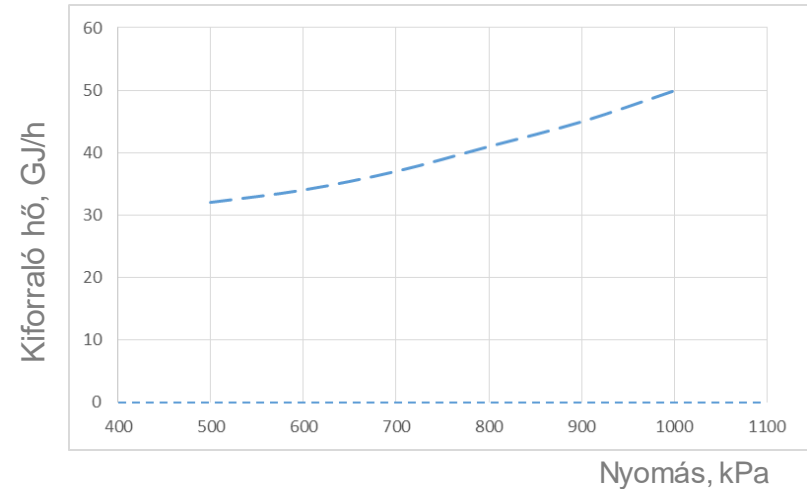
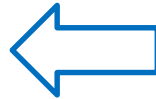
A kolonna nyomása befolyásolja a segédáramok hőmérsékletét. Az elegy buborék és harmatpontja erősen függ a nyomástól.



Min. reflux arány és a min. tányérszám nő a nyomással.
Nagyobb működési nyomás, nagyobb CAPEX

Desztillációs kolonna működési nyomása

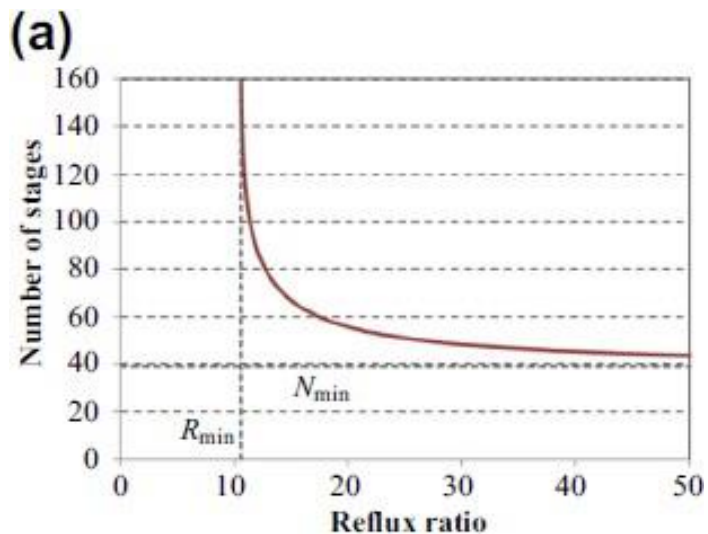
A nyomás növekedésből származó magasabb reflux igény növeli a kiforralás hőigényét.



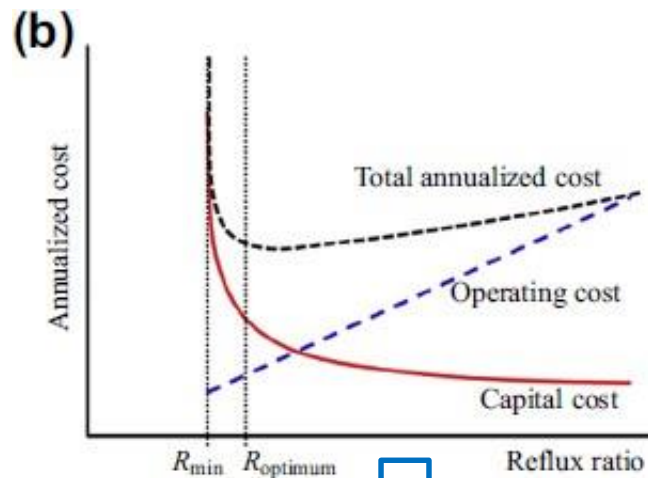
A logikus következtetés, hogy legjobb atmoszférikus nyomáson működtetni, hacsak nincs alapos indok eltérni ettől, ilyen lehet például:

1. A nyomás növelésével elkerülhetjük hűtőgép alkalmazását, vagy enyhébb körülmények közötti használatát;
2. Vákuum használatával elkerülhetjük hőérzékeny anyagok degradálódását
3. Nyomás változtatásával (fel, vagy le) lehetőség nyílik a hő hasznosításra a teljes folyamaton belül
4. **A betáplálási nyomás növelés költsége meghaladja a magasabb üzemi nyomás előnyeit.**

Elméleti tényérszám változatása



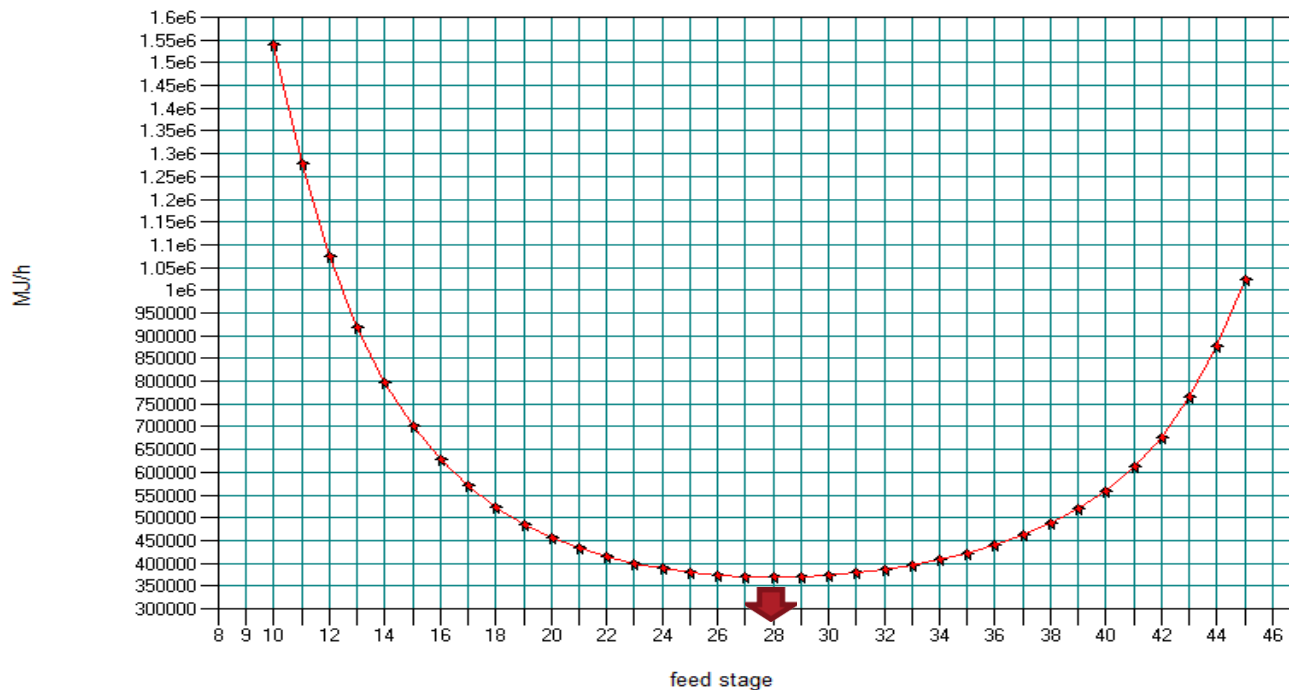
Eltérő tényérszám esetén a szükséges reflux arány változik melynek következtében változik a szükséges reboiler és kondenzátor hőigény



A feltételek ismeretében a reflux arányokhoz szükséges a CAPEX és a működési költségek számítása, melynek összege adja a teljes költséget. Ennek minimuma mutatja meg az optimális reflux arányt, melyből az optimális kolonna mérete meghatározható

Optimális betáplálási hely meghatározása

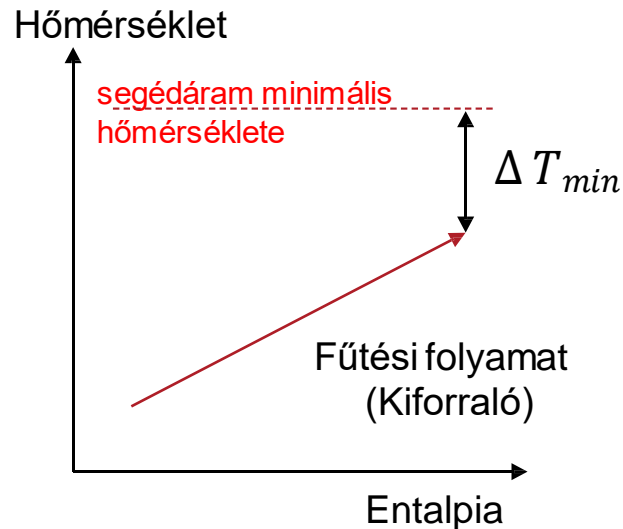
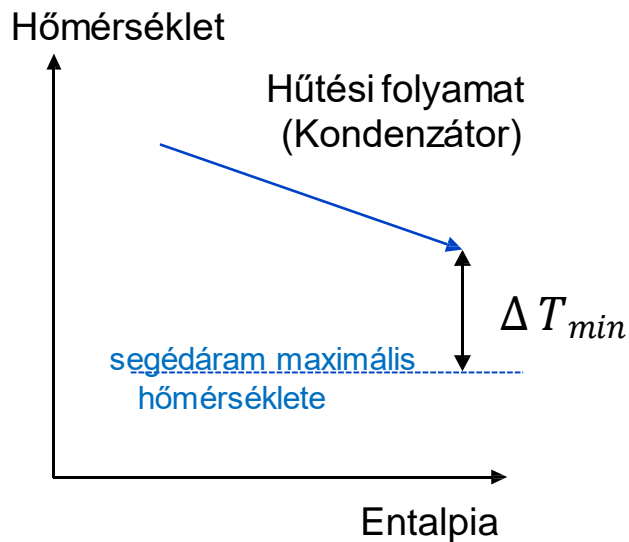
feed tray



★ reb duty

A kolonna tányérszámának ismeretében az optimális betáplálási hely meghatározható, ha állandósult termék minőségekhez meghatározzuk a minimális hőigényt.

Fűtő és hűtőközeg (segédáram/ Utility) hőmérséklete



A segéd áramok hőmérséklet igényét a kondenzátor és kiforraló hőmérséklet szintje határozza meg.

Agenda



Desztilláció

Működési paraméterek_hatásuk

Kőolaj desztilláció

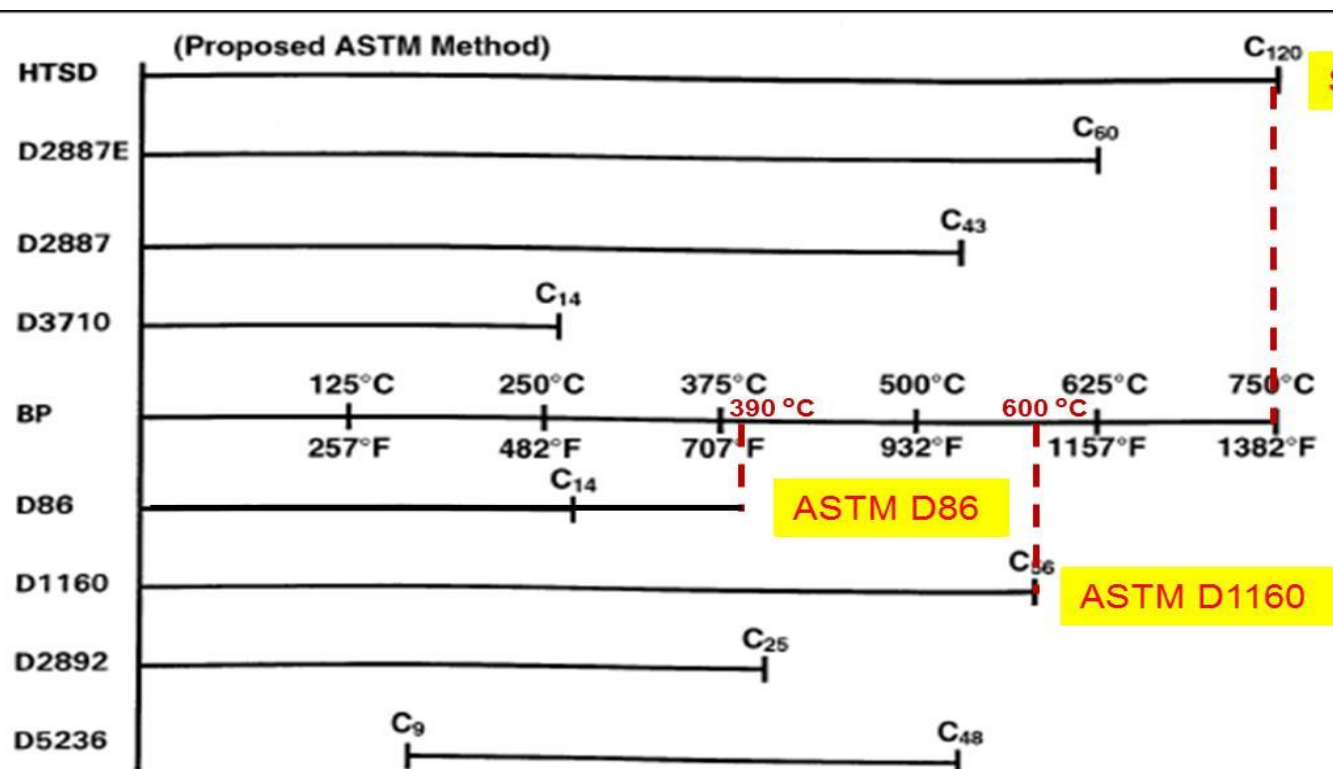
Analitikai módszerek(alapanyag, termék)

AV üzemek desztilláció

Sómentesítés

Desztillációs oszlop belső szerkezetek

Analitikai módszer vs. forráspont



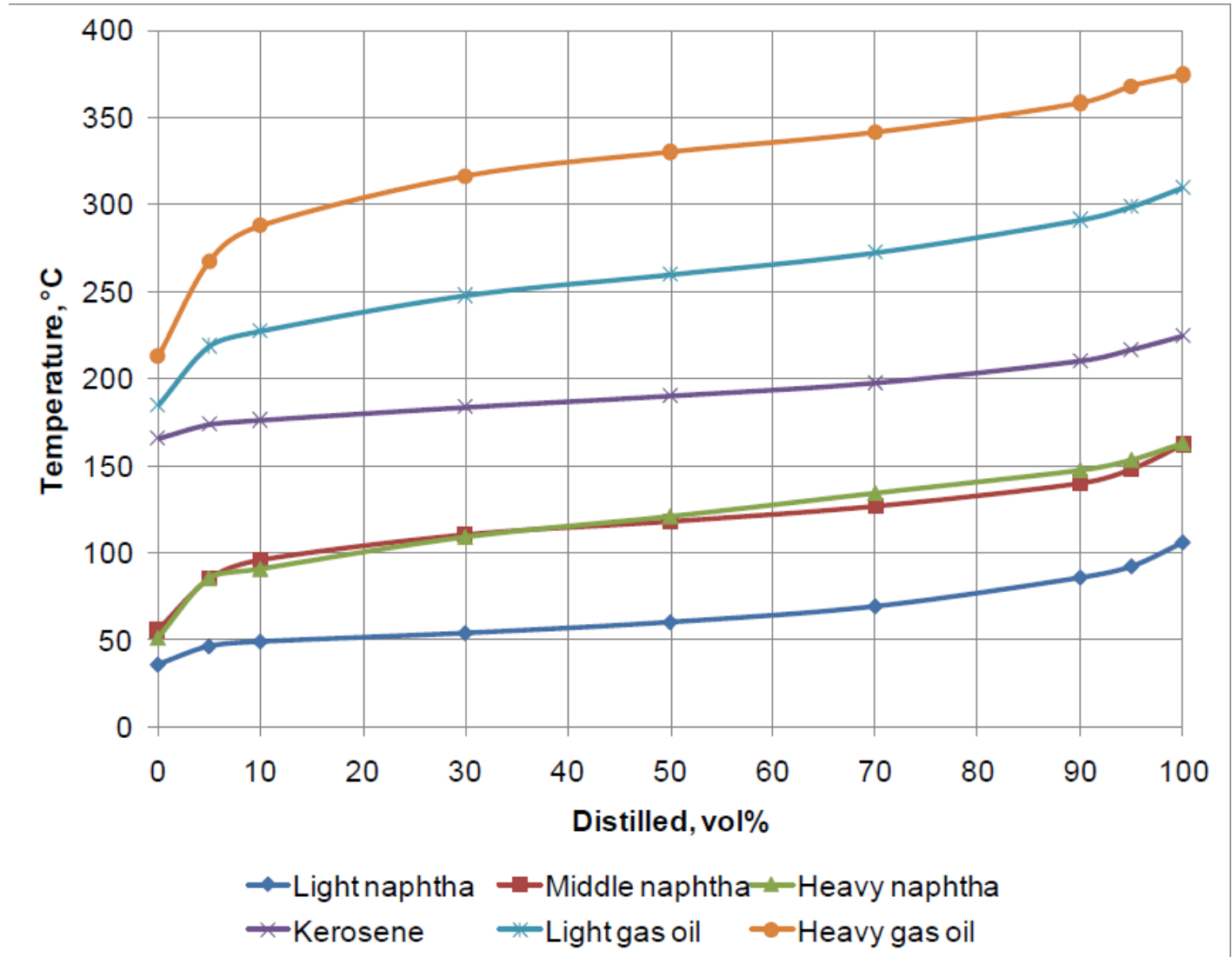
SIMDIS HT 750

ASTM D86

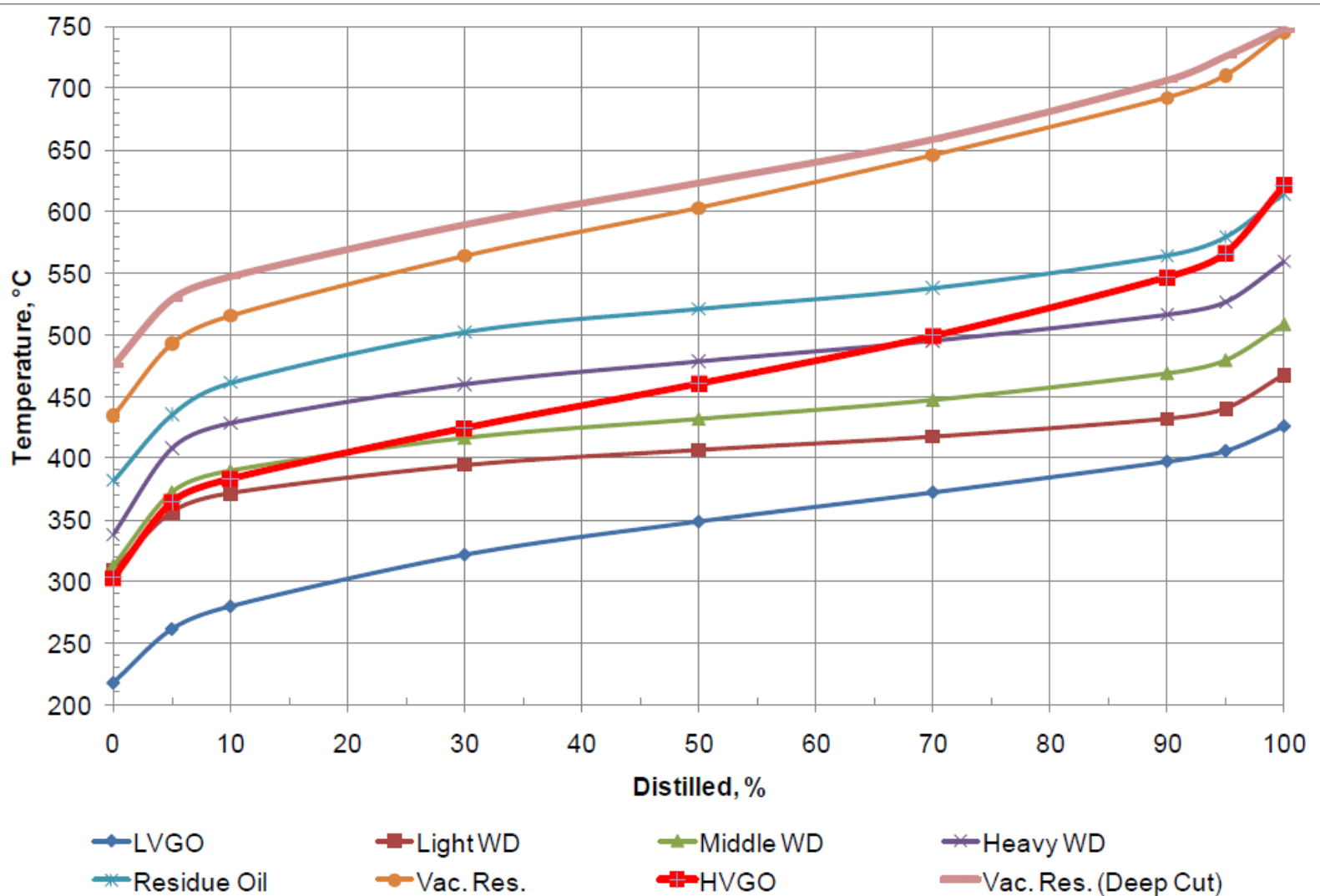
ASTM D1160

ASTM és SIMDIS módszerek alkalmazási tartománya
(forráspont és n-paraffin szénatom szám)

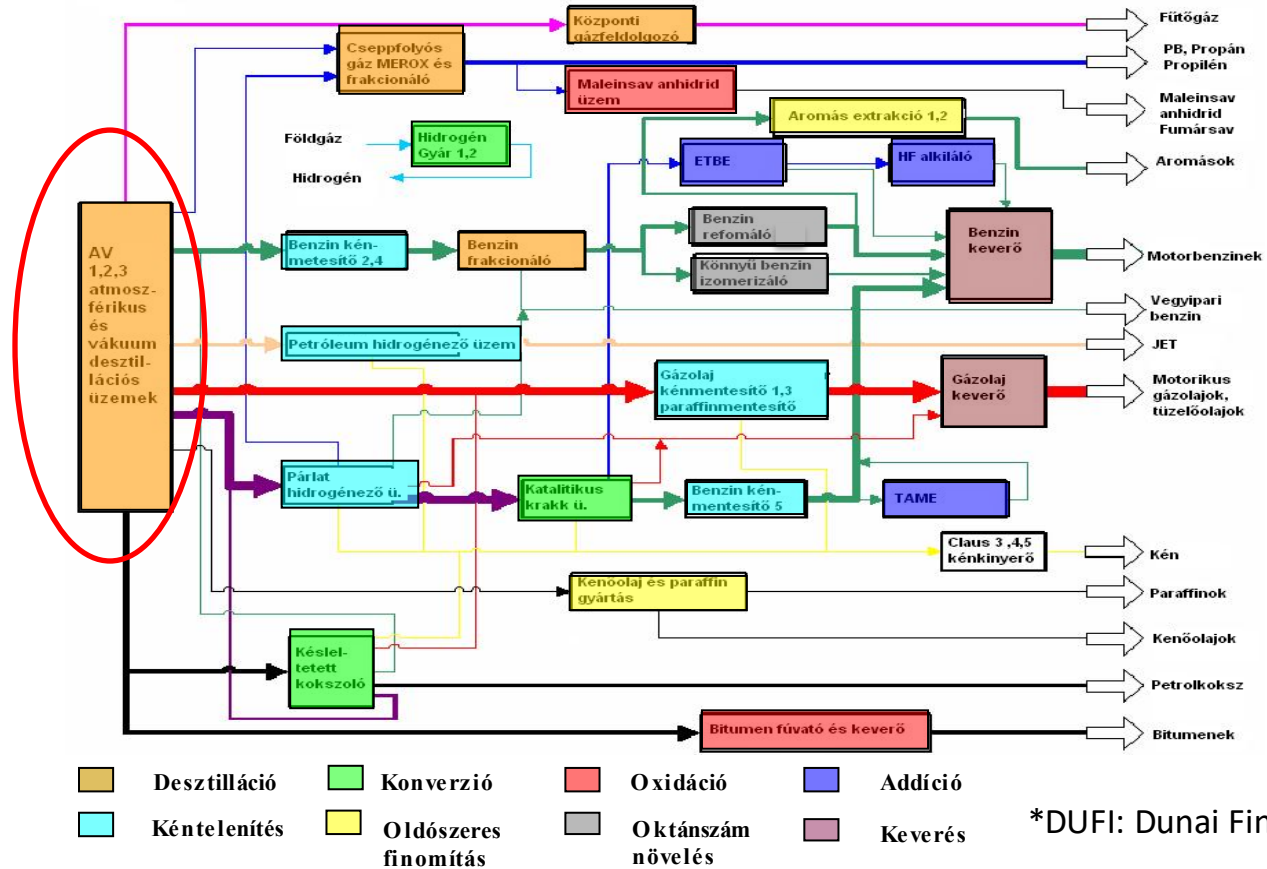
Atmoszférikus termékek desztillációs görbéje, ASTM D86



Vákuum termékek desztillációs görbéje, SIMDIS HT-750



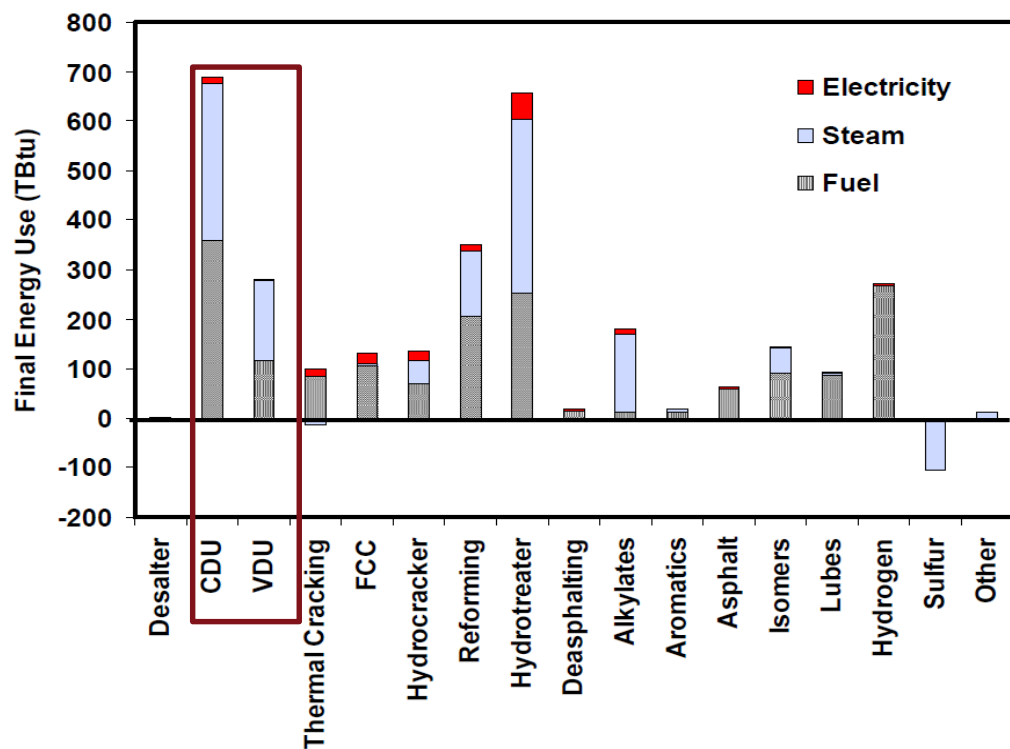
Kőolajfinomító (DUFÍ*)



Forrás: MOL

Energia hatékony desztilláció

- ▶ A desztillációs technológia az egyik legnagyobb energia fogyasztó az olajipari feldolgozási folyamatban
- ▶ Hatékony desztillációs berendezések tervezése és működtetése a releváns fiziko-kémiai ismertek meglétét igényli.



Energia felhasználás primer energia fogyasztásként van számolva

Villamos energia felhasználás 10,66 Btu/kWh fűtőanyag egyenértékkel van számolva

Minden gőz kazánban van előállítva 77%-os hatásfokkal

Eltérések a Kőolaj desztilláló üzemek között

Konfiguráció

- Integrált vagy külön álló atmoszférikus és vákuum desztilláció
- Desztillációs kolonnák száma
- Cirkulációs refluxok száma

Működés

- Feldolgozott kőolaj típusa
- Termékek hozamstruktúrája
- Hőmérséklet (előmelegítő-sor kilépő hőm., kemence (be-, ki-), megcsapolási hőmérséklet)
- Nyomás
- Gőzt használnak sztrippelésre vagy nem (nedves (wet) vs. száraz (dry))

Energia hatékonyság

- Hő integráció
- Elválasztási hatékonyság
- Kemencék és hőcserélők állapota

Kőolaj desztillációs üzemek a Dunai finomítóban



AV-1

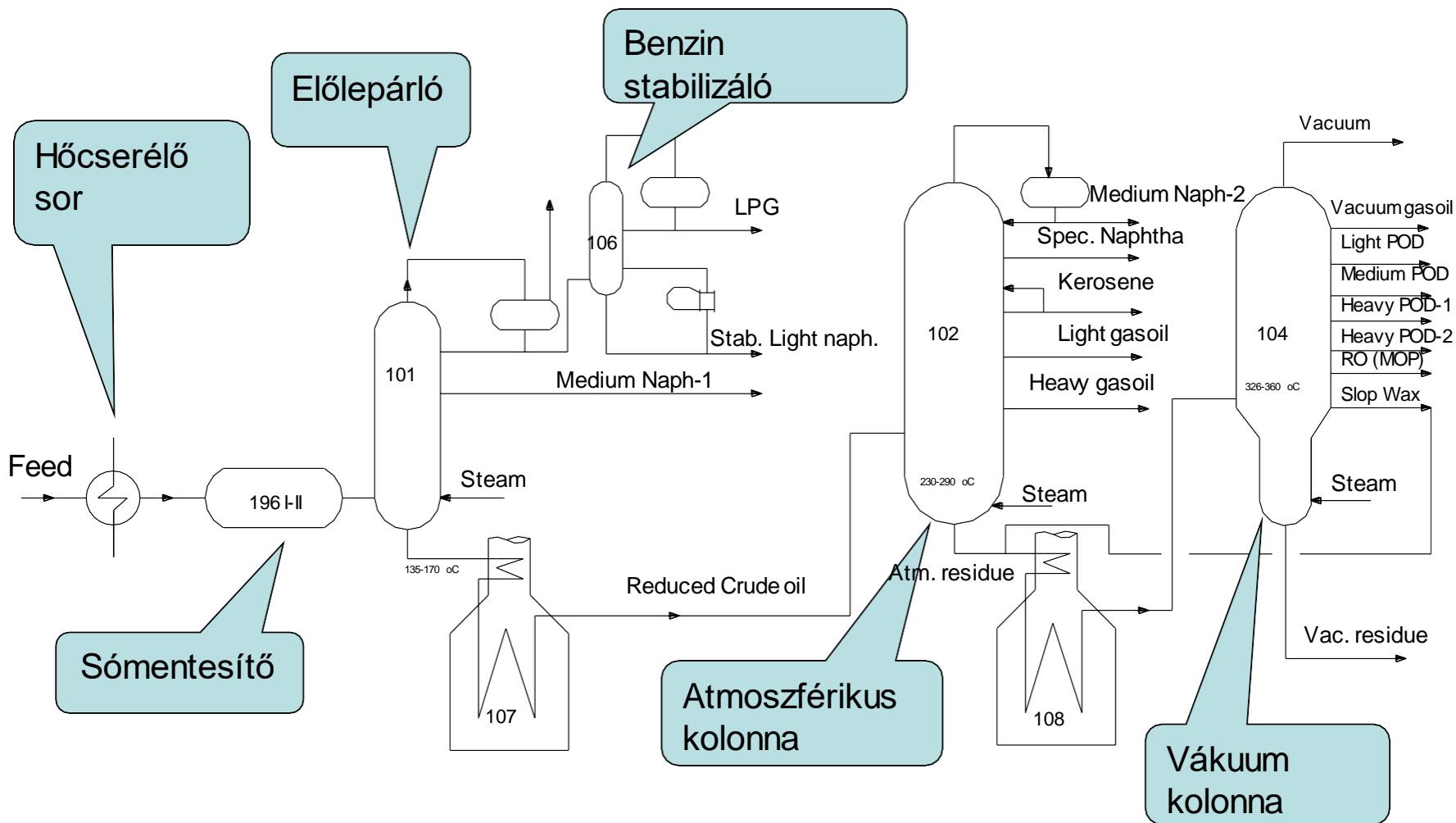


AV-2



AV-3

AV üzemek főbb részegységei



Hőcserélő sor

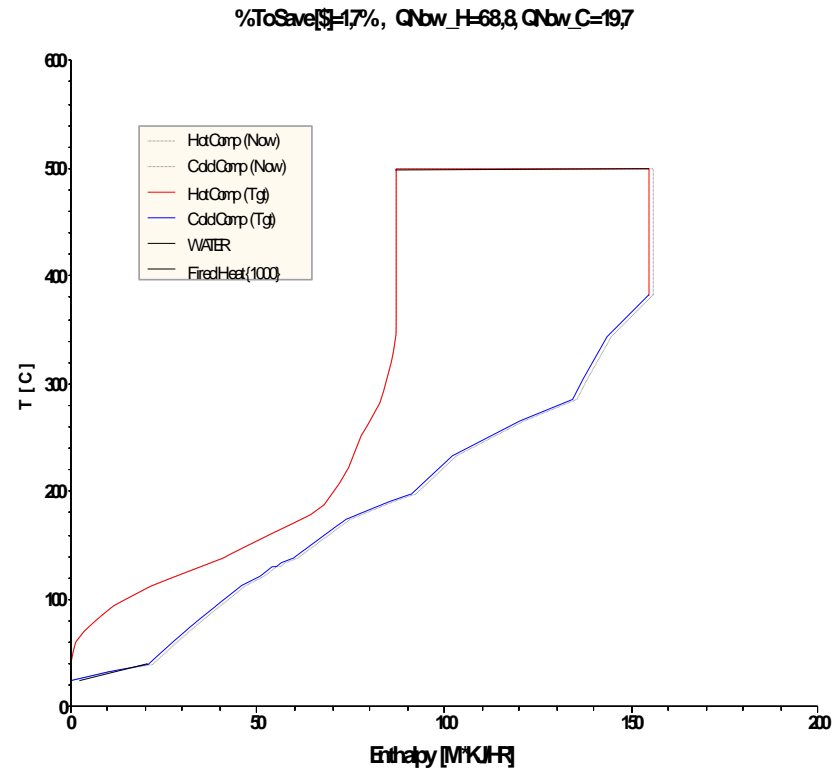
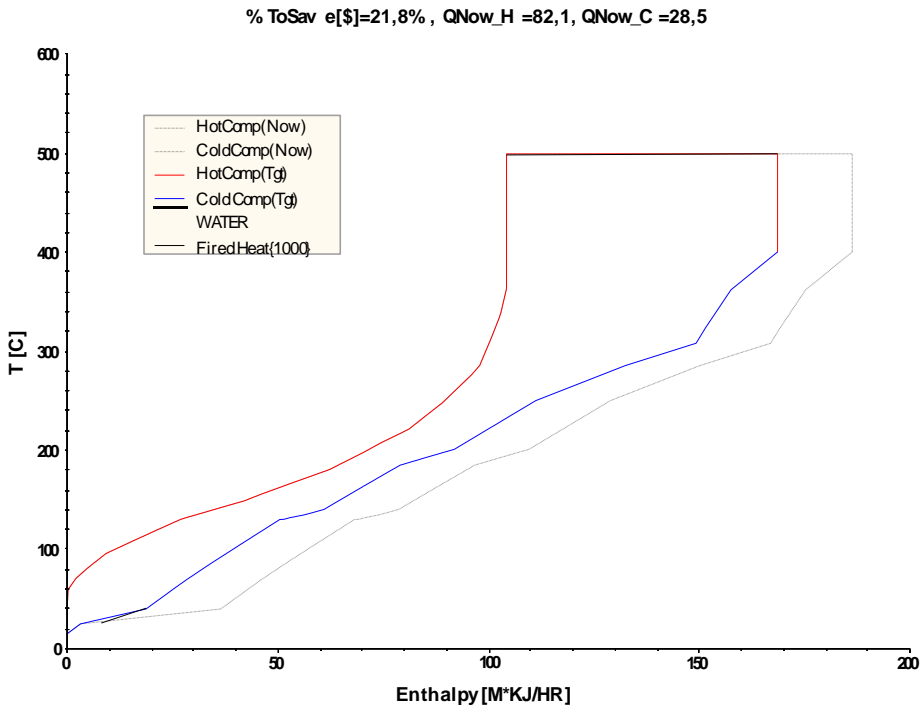


- ▶ A sómentesítő előtt a kőolajat felmelegítjük 120-140 °C-ra két párhuzamos előmelegítő soron.
- ▶ A sómentesítés után a kőolaj 170-180 °C-ra melegszik elő.
- ▶ Mialatt a kőolaj előmelegszik, a termékek és a cirkulációs refluxok lehűlnek.

▶ A jó hőátadás (tisztá hőcserélők) energetikai szempontból fontos



Hőintegráció, pinch analízis – kompozit görbe



Sómentesítő



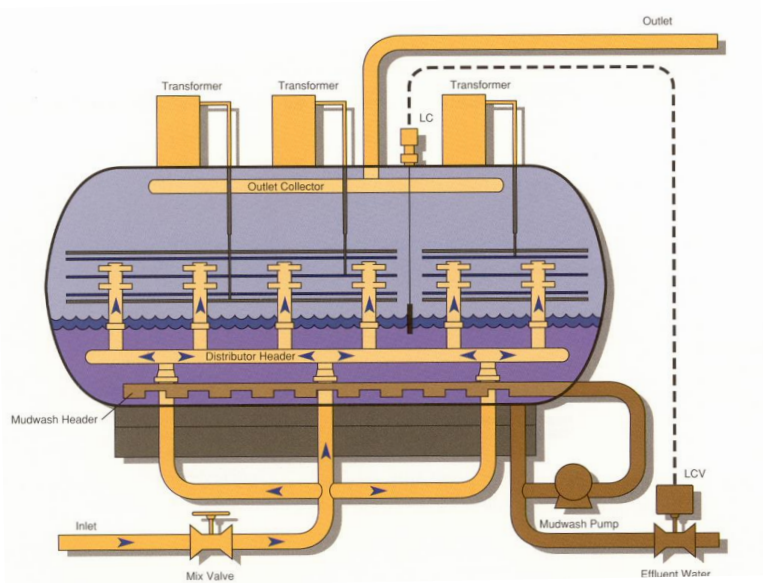
Sómentesítő

Funkció:

Nyersolaj só- és vízmentesítése

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

Miért szükséges a sómentesítés:



- Kemencékben, hőcserélőkben lerakódások (szennyeződések, só tartalom)
- Fejtermék vonal korrózió, kondenzátorok, páracsővek (CaCl_2 , MgCl_2 , NH_3)
- Lerakódás nő a vákuum kemencében (Na)
- Rövidebb ciklusidő a VB üzemben
- Katalizátor mérég (Na)
- Energia felhasználás (víz)

Effluent water treatment

- olaj /zsír szennyeződések
- szilárd szennyeződések

Sómentesítő

Szennyeződés	hatása
víz	Kapacitás csökkentés Energia felhasználás
só	Korrózió Lerakódás/eldugulás Katalizátor mérég
szilárd	Lerakódás erózió Lerakás/elhelyezés Rag Layer Stability
Surface Active Agents	Rag Layer Stability Poor Control Chemical Costs

Sómentesítő

- A kőolajban található sók főként klorid formában találhatók:

NaCl **70-80 wt %**

MgCl₂ **20-10 wt %**

CaCl₂ **10 wt %**

- Kisebb mennyiségben szulfátok, karbonátok
- A sók ionizált vagy kristályos formában találhatók a kőolajban oldott vízben.
- A sók megfelelő mennyiségű víz hozzáadásával eltávolíthatók a sómentesítő berendezésben./ hőmérséklet függvénye



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

Sómentesítő



Szilárd szennyeződés

<u>Osztályozás</u>	<u>Összetétel/típus</u>
Basic Sediments (20-200 Microns) <i>alap</i>	1) Kitermelésből származó <i>homok, iszap, agyag</i>
Filterable Solids <20 Microns <i>Szűrhető</i>	2) Korróziós anyag <i>Vas szulfidok, vas oxidok</i> 3) Scales <i>Szulfatok, karbonatok</i>

Sómentesítő

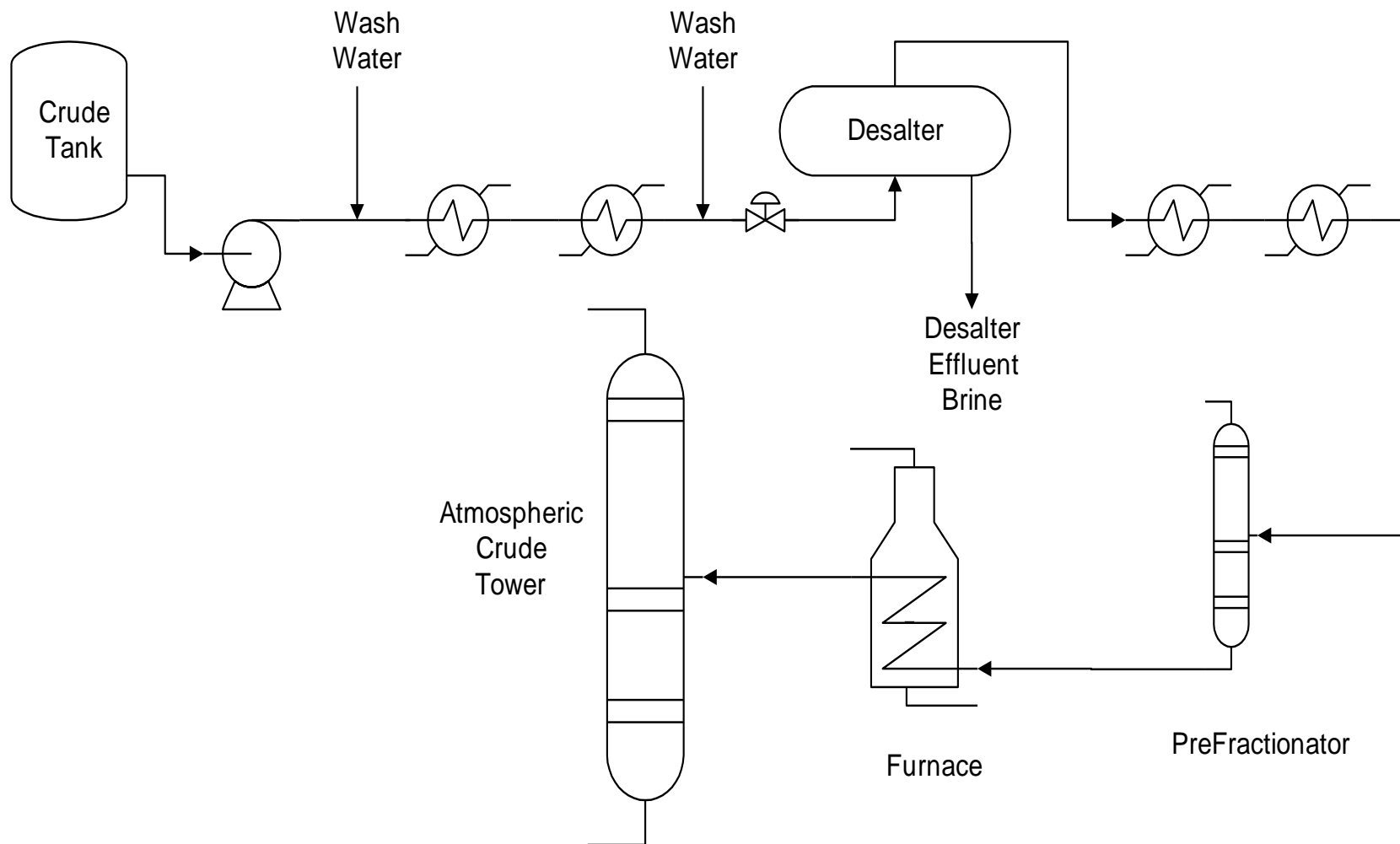
Milyen típusú szennyeződés távolítható el a kőolajból a sómentesítőben:

- vízoldható sók: kb 90-99%
- szilárd szennyeződések: kb 50% (kőolaj és szennyeződés függő)

Milyen típusú szennyeződés NEM távolítható el a kőolajból a sómentesítőben:

- szerves fém
- nafténes savak (naphthenic acid)

Sómentesítő



Sómentesítő



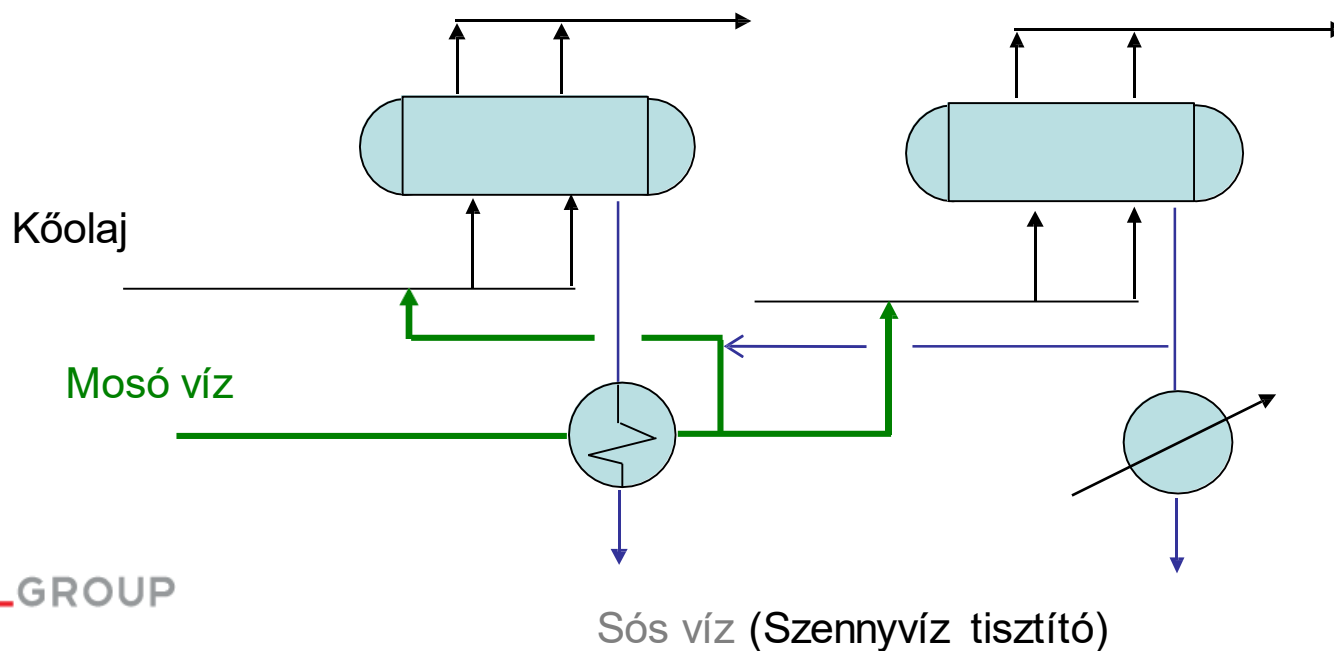
Két fokozatú sómentesítő működik az AV üzemekben

A kőolaj átlagos sótartalma: 20-40 ppm

A sótartalom két fokozatban csökken 4 ppm alá

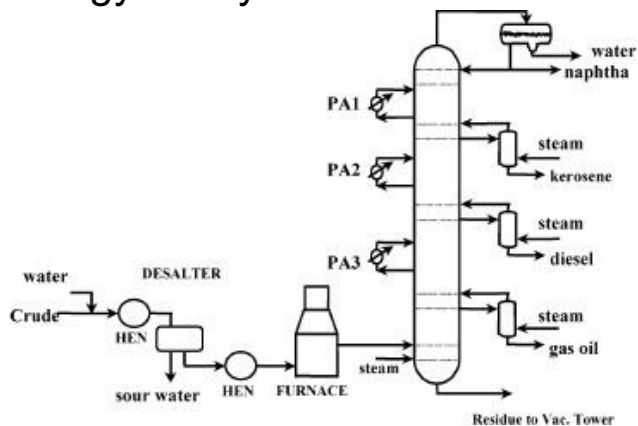
Kevesebb vízfelhasználás

A tartály fenekéről a lerakódás tisztítása folyamatosan történhet

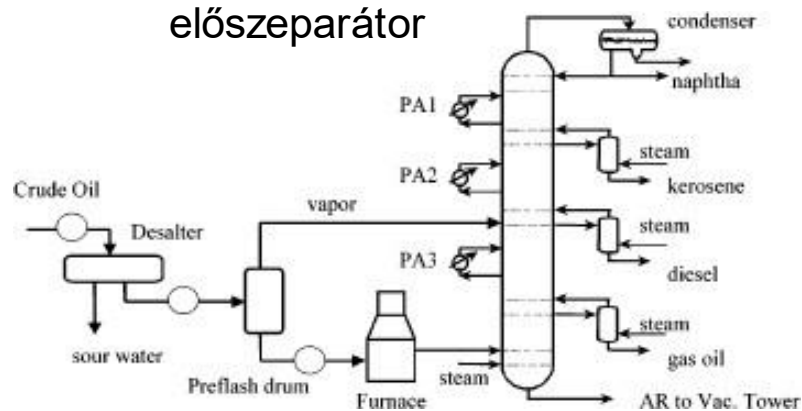


Kőolaj desztilláció

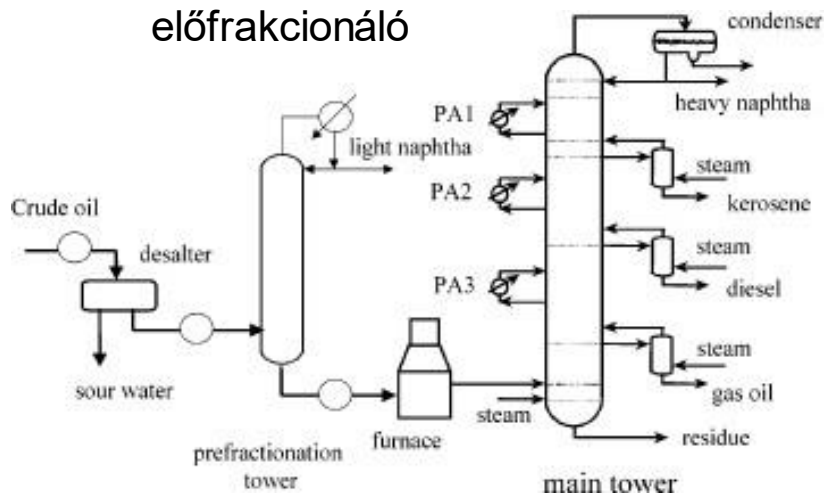
hagyományos



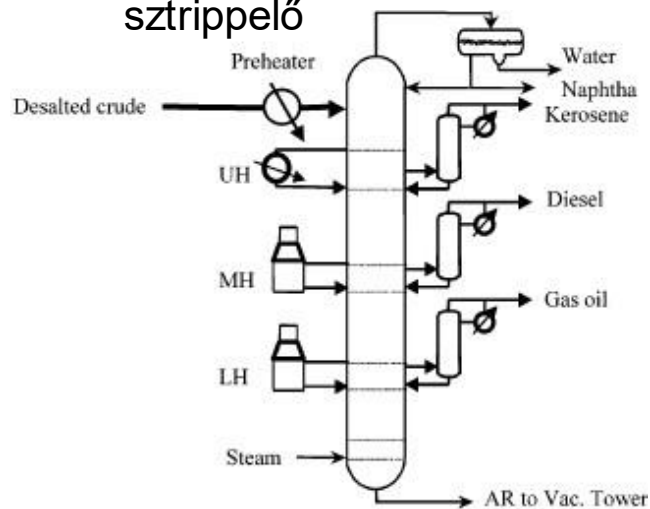
előszeparátor



előfrakcionáló

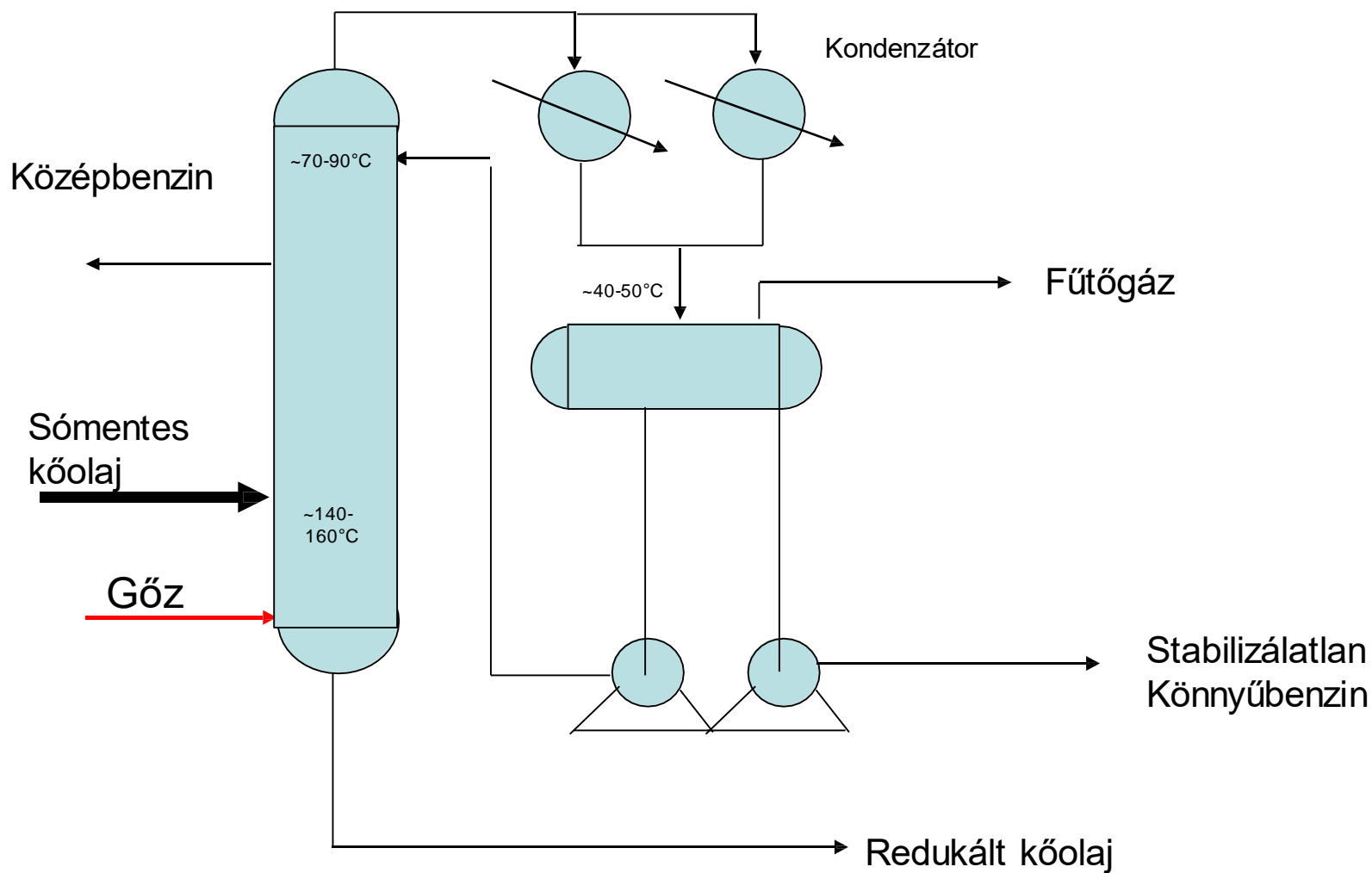


sztrippelő



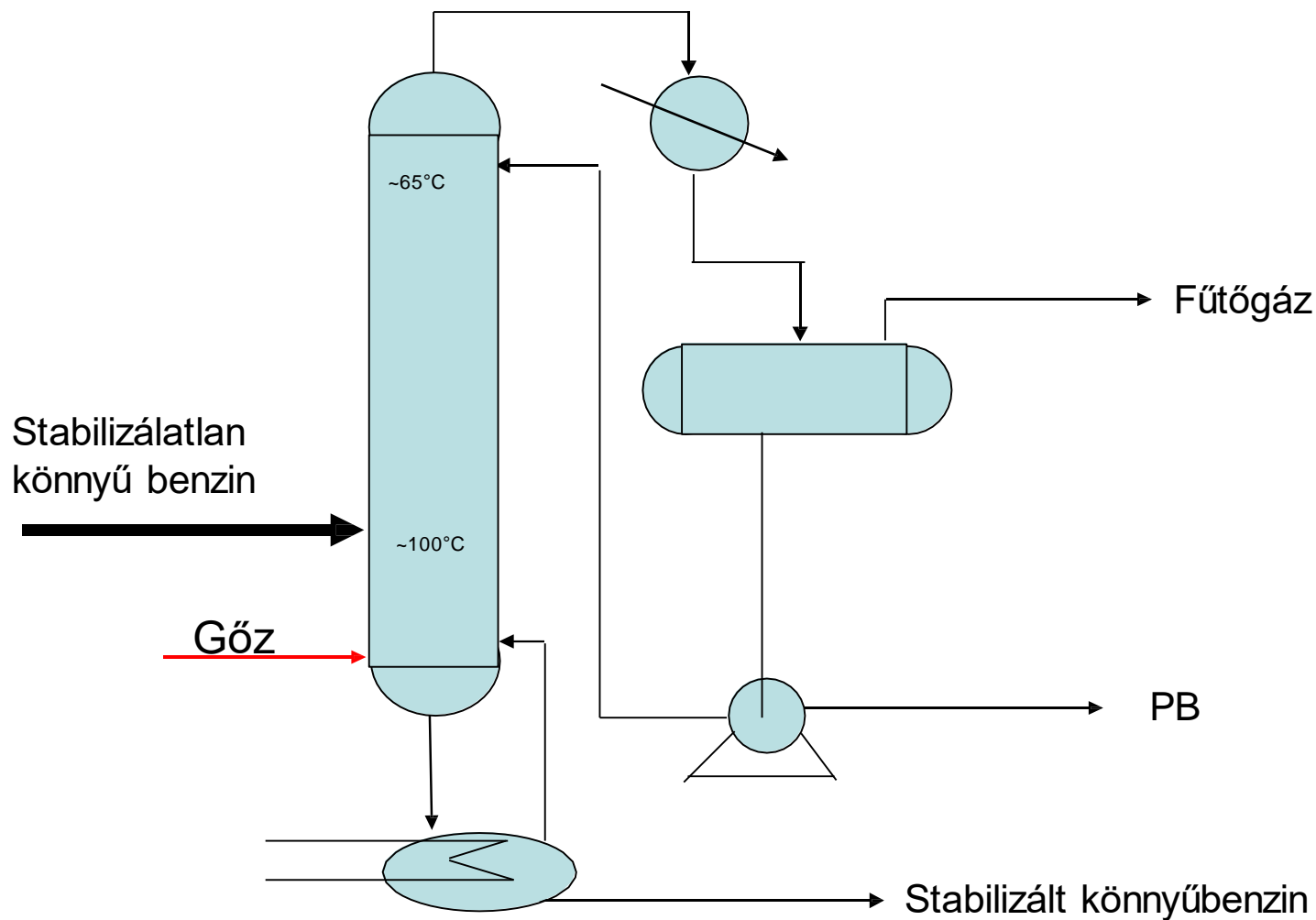
Előlepárló

Cél: könnyű szénhidrogén komponensek eltávolítása a kőolajból



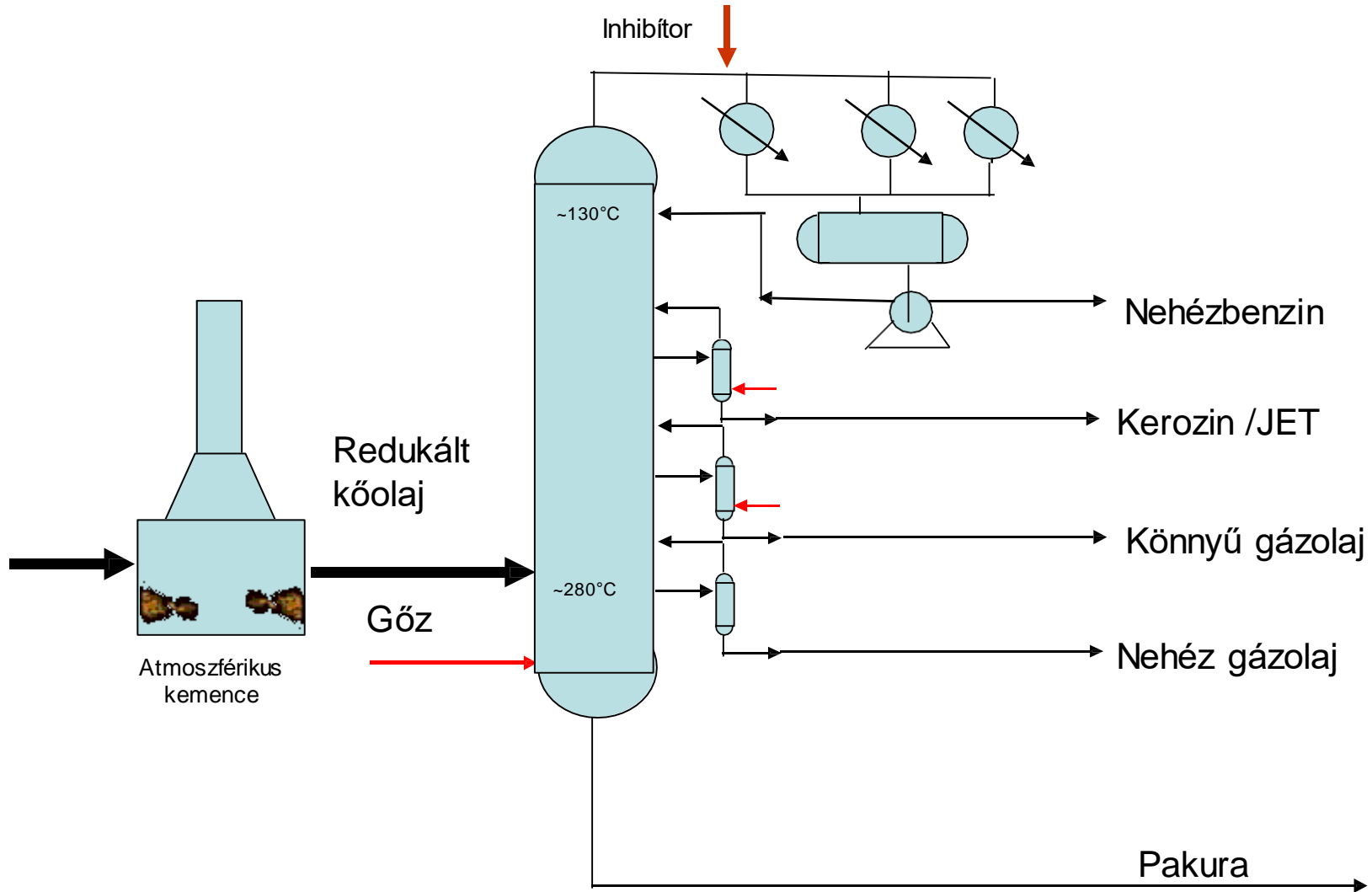
Könnyűbenzin stabilizáló

Cél: könnyű benzin stabilizálása



Atmoszférikus kolonna

Cél: redukált kőolaj reakciókra desztillálása atmoszférikus nyomáson

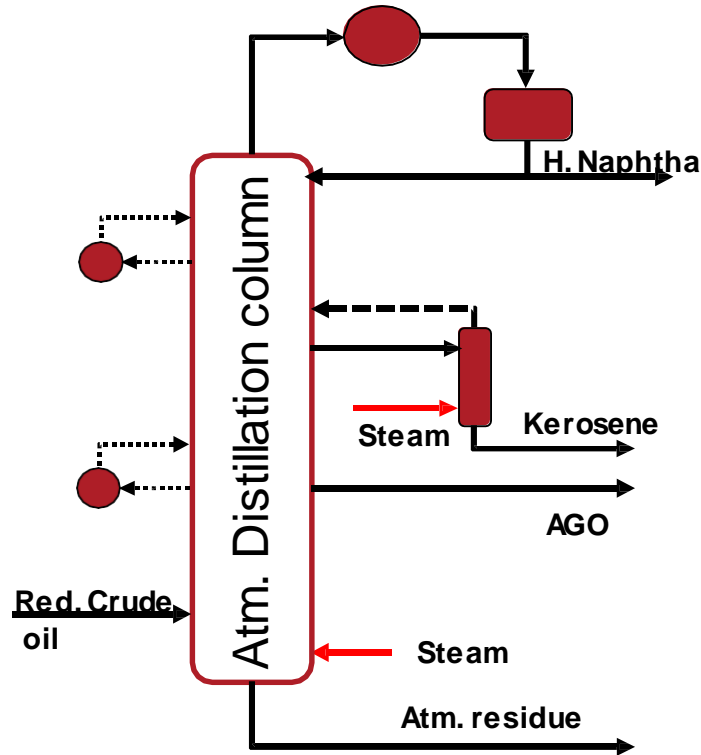


Tipikus tányér számok – atm. kolonna

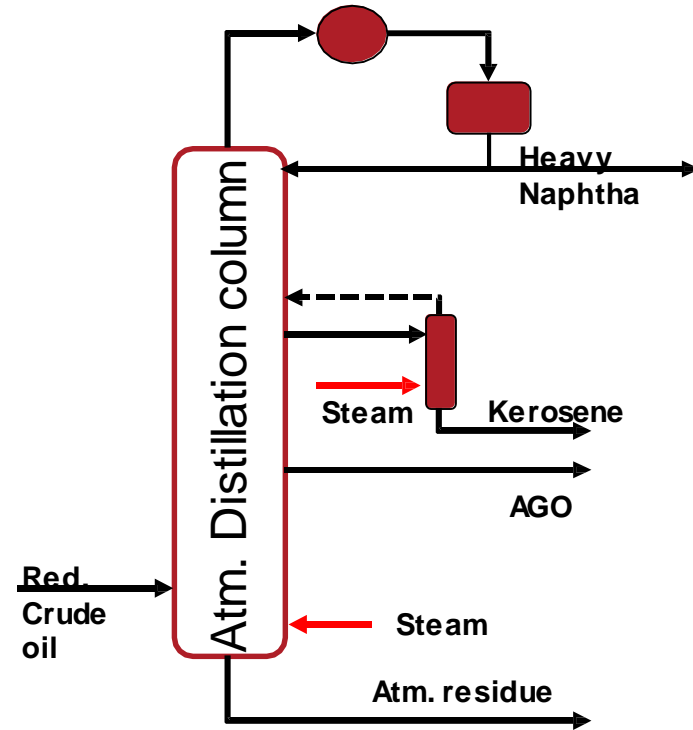
Frakciók	Tányér szám
Benzin / petróleum	8 - 9
Petróleum / KGO	9 - 11
KGO / NGO	5 - 9
NGO / Betáplálás	8 - 11
Betáplálás / Fenék	4 - 9
Oldal termék sztripper	4 - 10

Atmoszférikus kolonna cirkulációs reflux-szal vagy anélkül

Példa



A eset

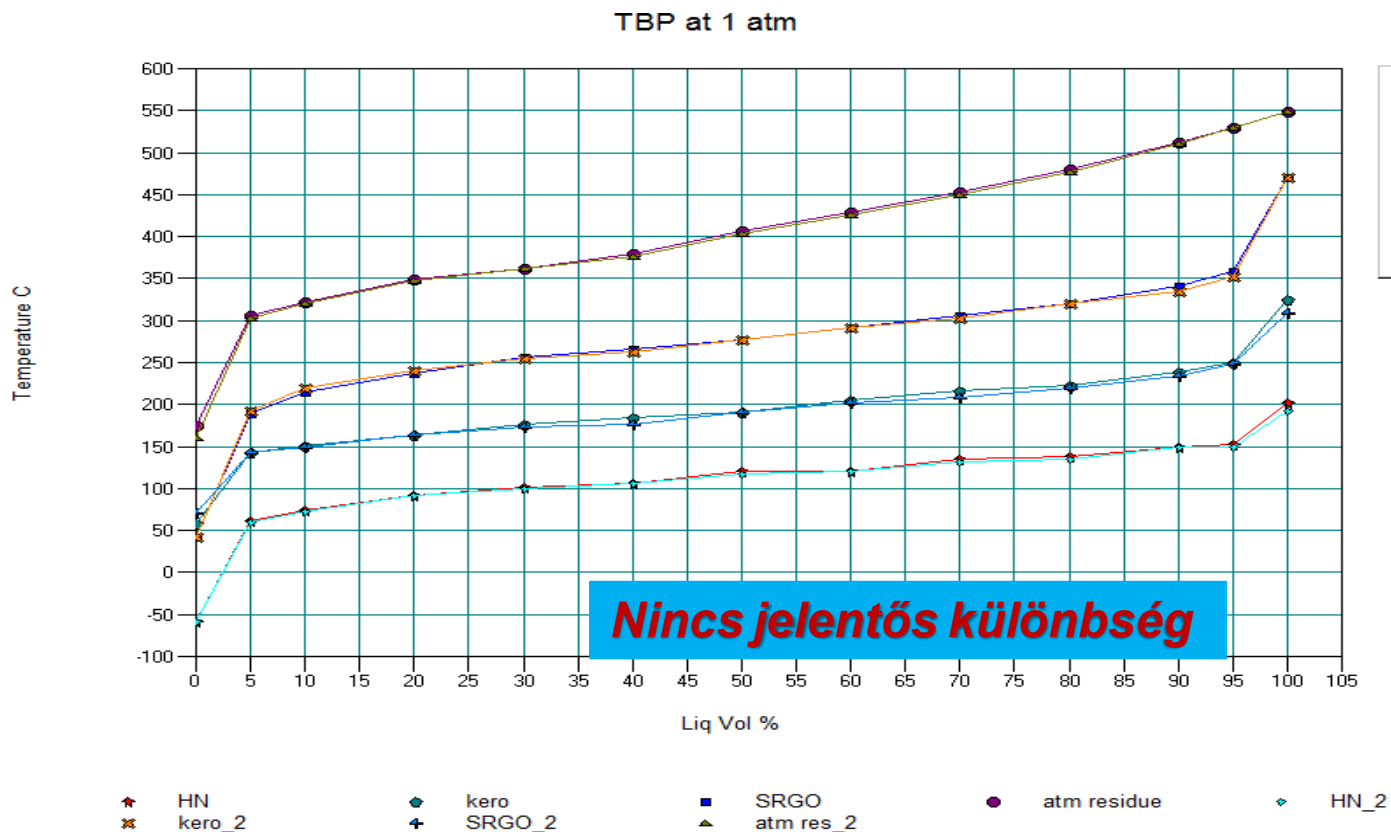


B eset

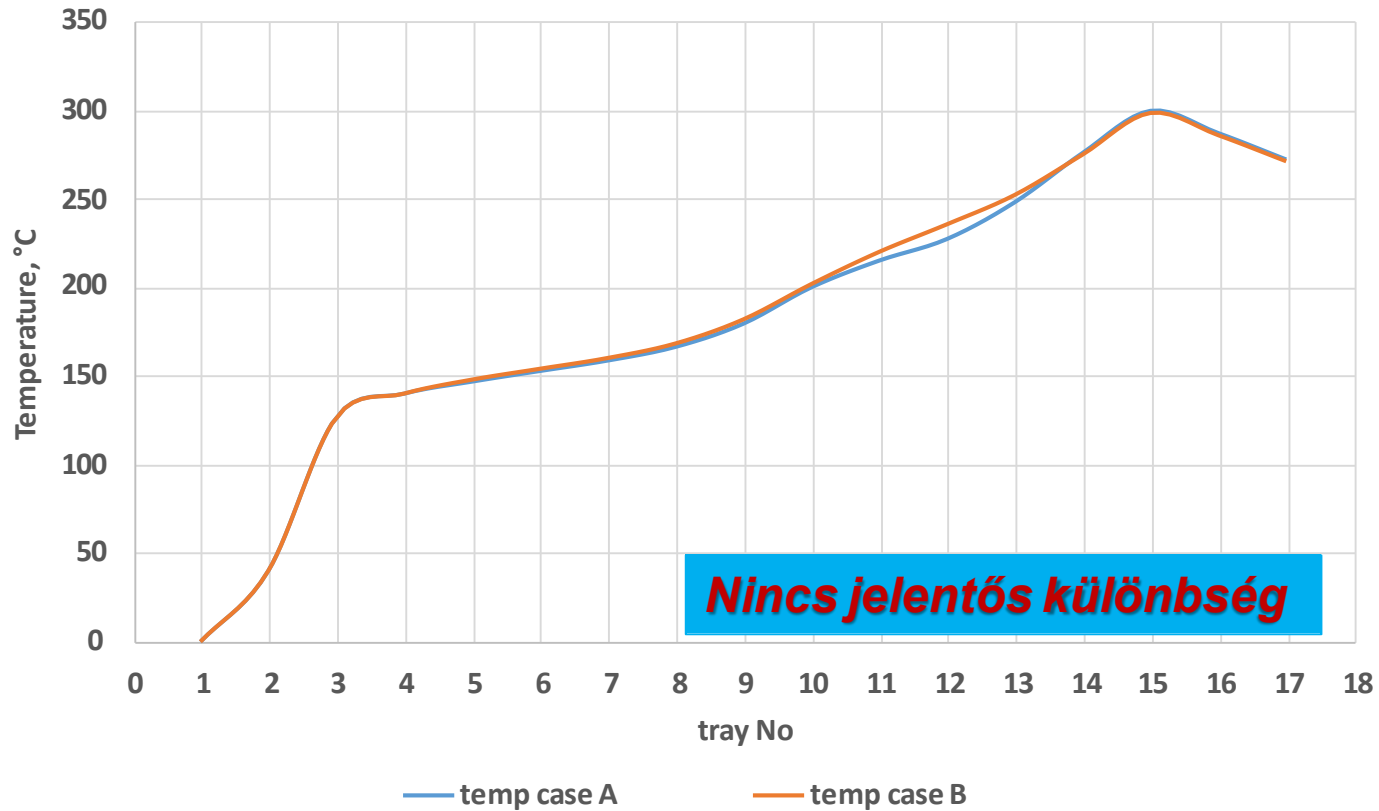
Kolonna konfiguráció

	A eset	B eset
Redukált kőolaj mennyisége, kg/h	65 500	65 500
Redukált kőolaj hőmérséklete, °C	325	325
Redukált kőolaj nyomása, bar	3,15	3,15
Betáplálási tányér	14	14
Kondenzátor hőmérséklete, °C	40	40
Kolonna tányérszáma	16	16
Kondenzátor hőmérséklete, °C	40	40
kerozin, kg/h	18 000	18 000
Sztrippeléső gőz mennyisége, kmol/h	20	20
Gőz hőmérséklete, °C	170	170
Gőz nyomása, bar	8	8
Atmoszférikus gázolaj mennyisége, kg/h	18 800	18 800
Felső cirkuláció	Igen	Nem
mennyiség, m3/h	20	
Hőmérséklet különbség, °C	-50	
Alsó cirkuláció	Igen	Nem
mennyiség, m3/h	50	
Hőmérséklet különbség, °C	-110	
Fenek sztrippeléső gőz mennyisége, kmol/h	60	60

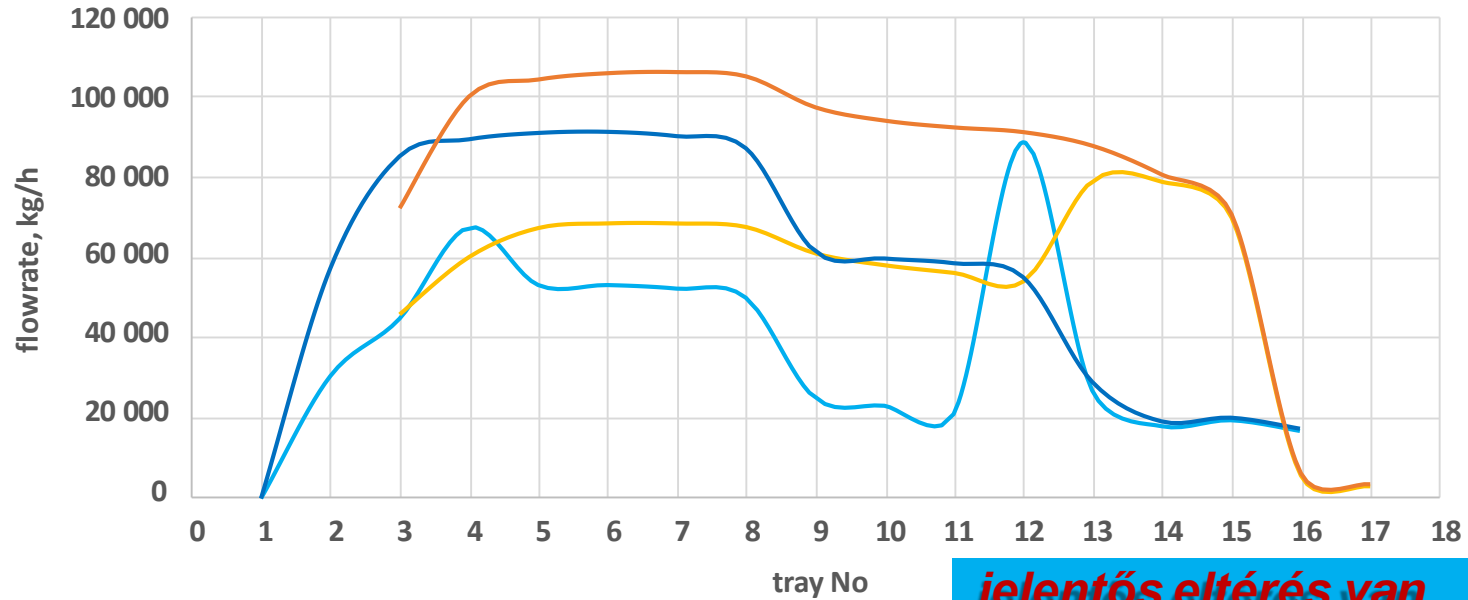
Termékáramok minőségi összehasonlítása



Kolonna hőmérséklet profil



Kolonna gőz-folyadék terhelése



jelentős eltérés van

— liquid Case A — vapour Case A — liquid case B — vapour Case B

Hő forgalom

	A eset			B eset		
	Hő, GJ/h / %	Belépő hőm, °C	Kilépő hőm, °C	Hő, GJ/h / %	Belépő hőm, °C	Kilépő hőm, °C
Kondenzátor	26,0 / 65%	127	40	39,2 / 100%	227	40
Felső cirkuláció	1,8 / 5%	147	97			
Alsó cirkuláció	11,8 / 30%	248	138			
Összesen	39,7			39,2		

Hő kinyerése magasabb hőfokszinten valósul meg !!

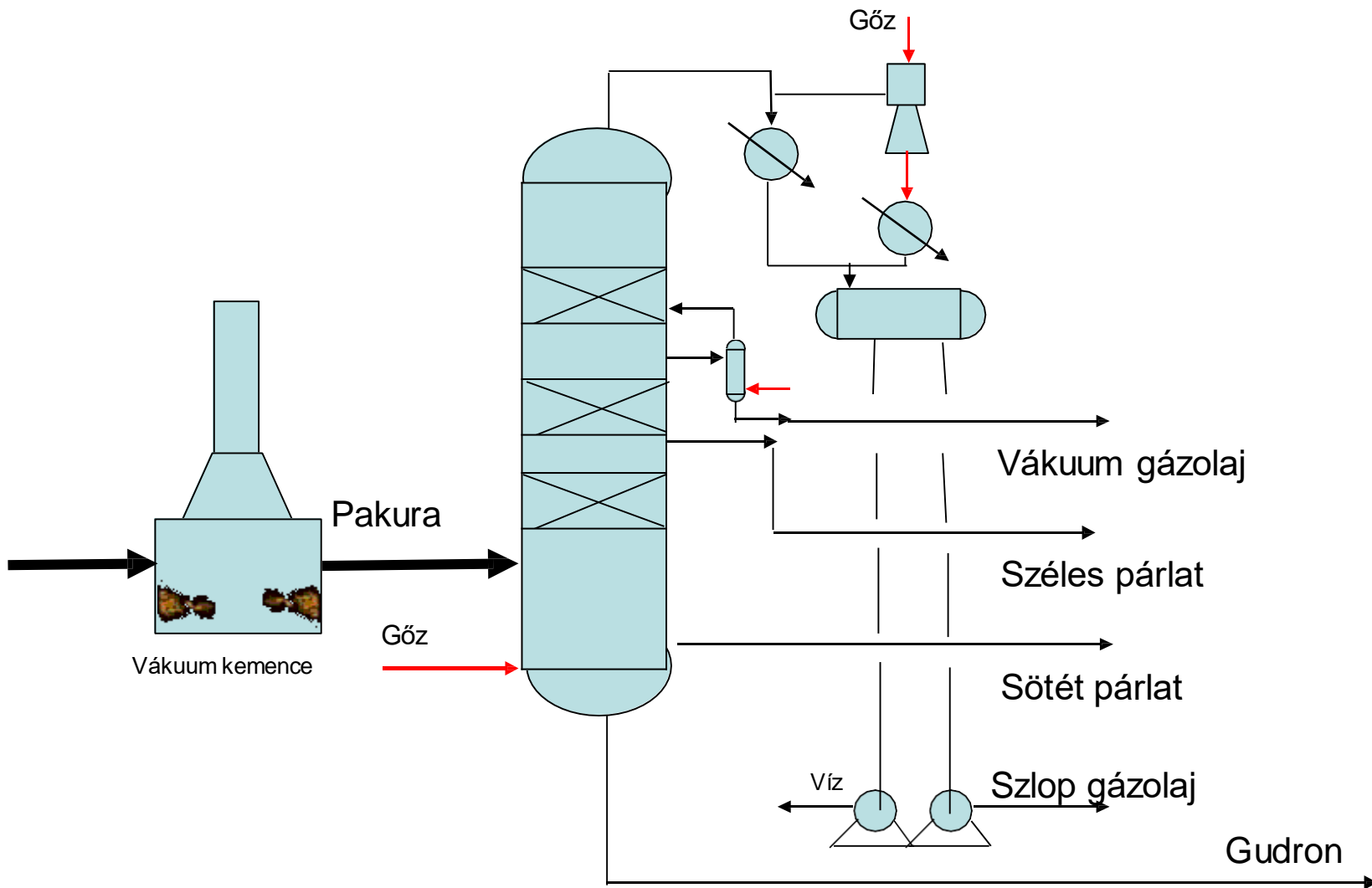
REFLUX arány:

Case A: 2,2

Case B: 4,2

Vákuum kolonna

Cél: pakura frakciókra desztillálása vákuumban



Működési paraméterek

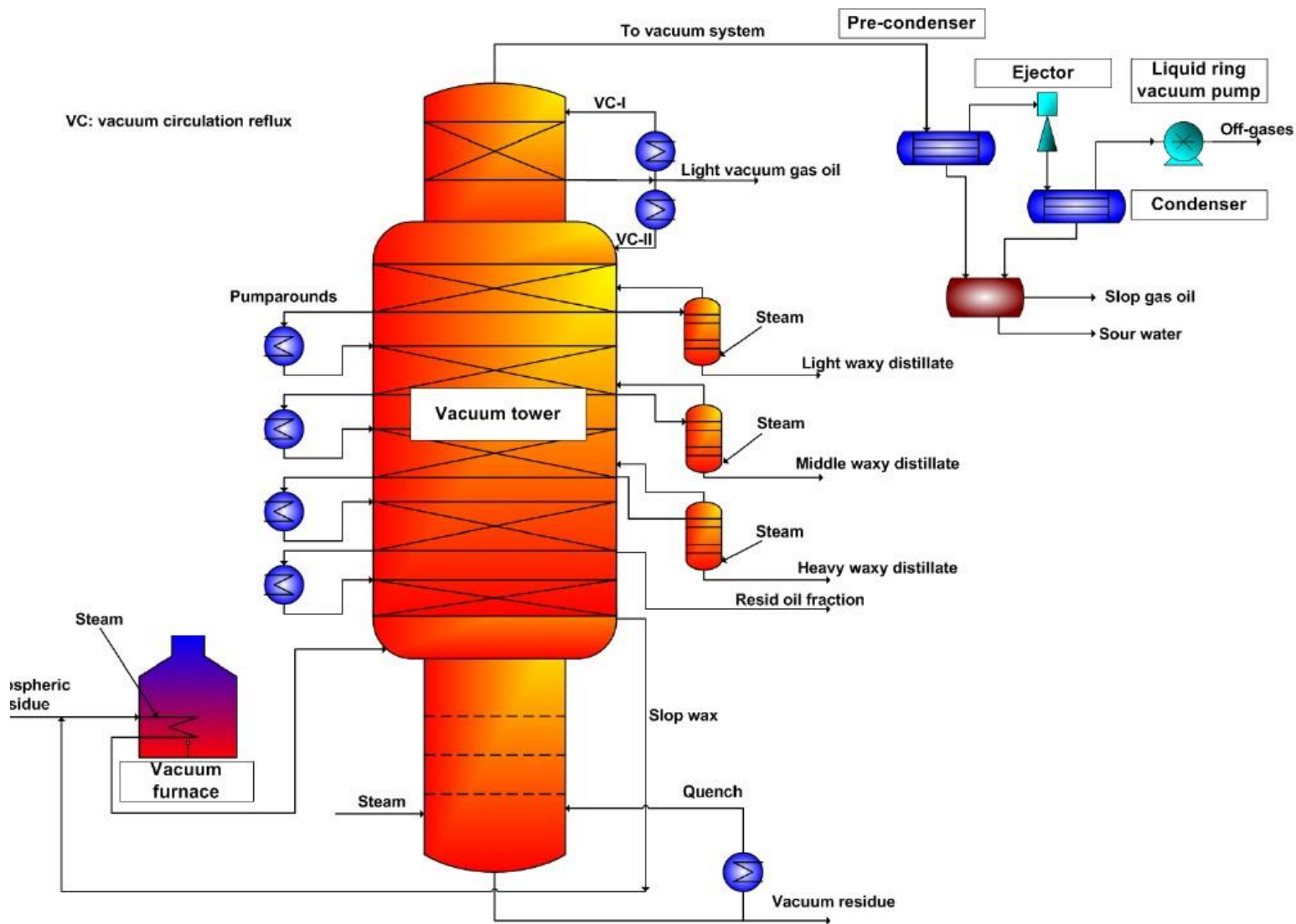
Vákuum kemence:

- Kilépő hőmérséklet: 385 - 415 °C
- Kilépő nyomás: 0.35 - 0.50 bar

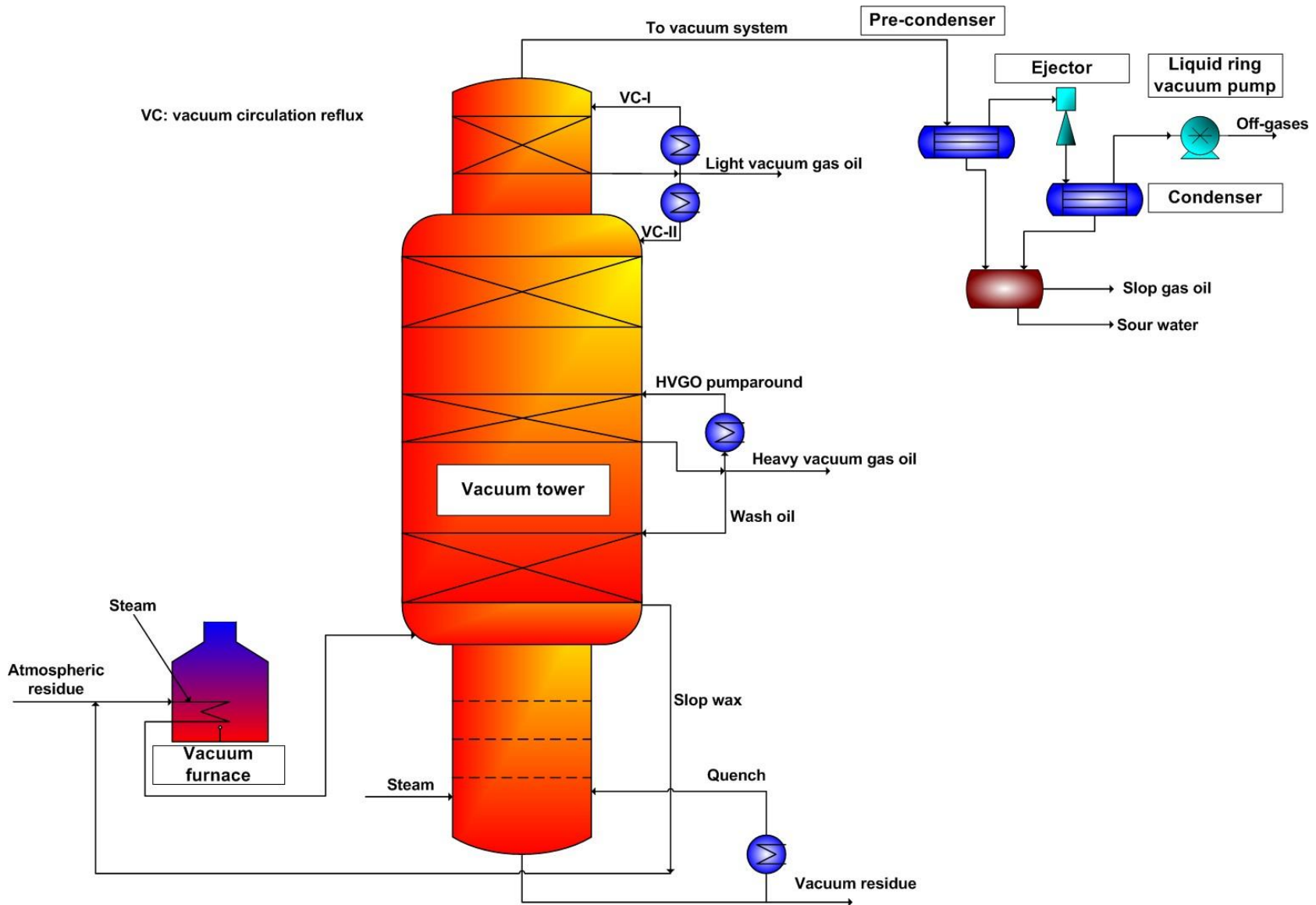
Vákuum kolonna

- Fej hőmérséklet: 70 - 80°C
- Fej nyomás: 40 - 80 mbar
- flash zóna hőmérséklete: 375 - 398 °C
- flash zóna nyomása: 60 - 170 mbar
- Fenék hőmérséklet: 320 - 340 °C

Vákuum desztilláció– I. Kenőolaj termelés



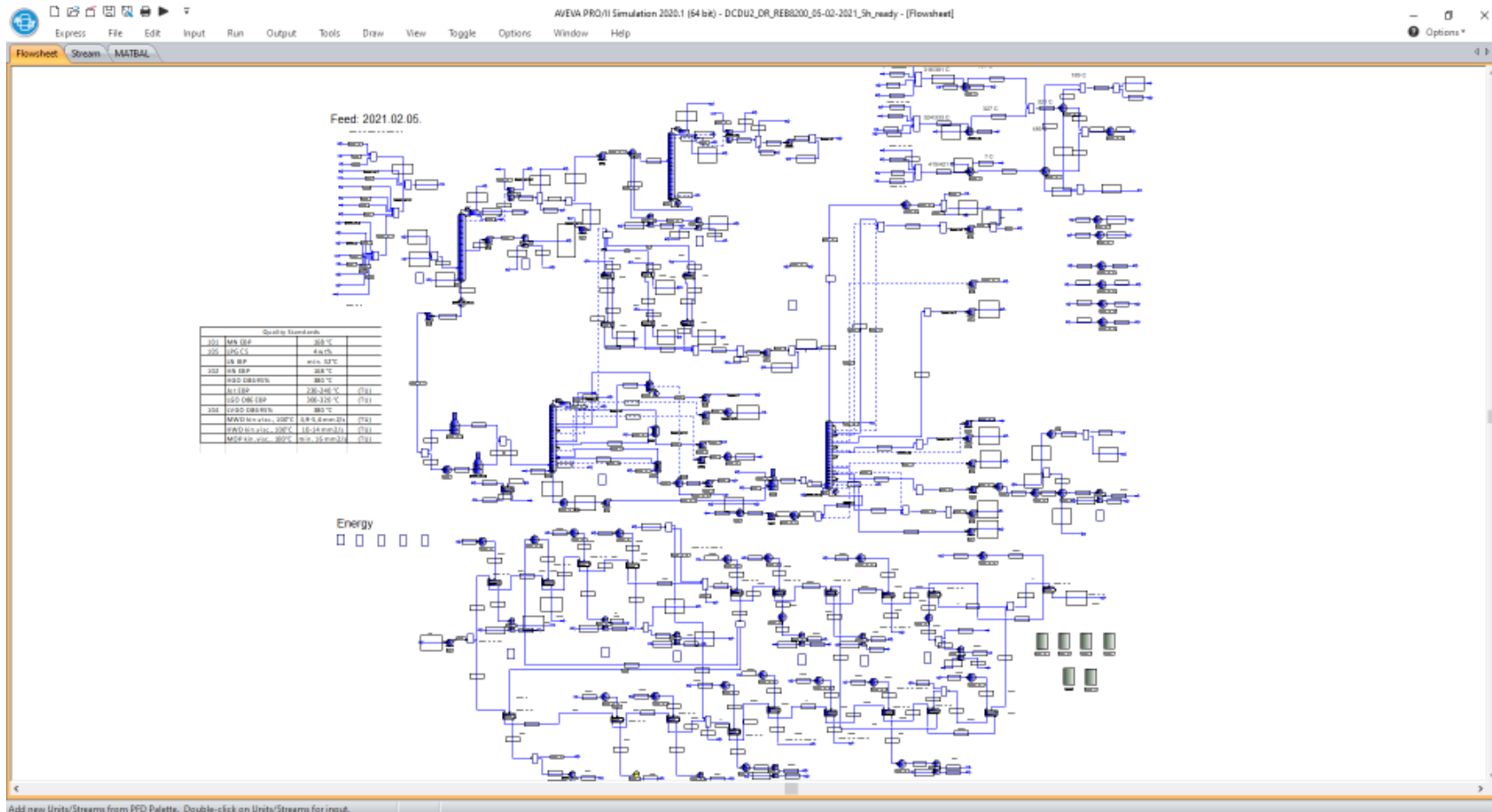
Vákuum desztilláció – II. üzemanyag termelés



Deep- cut működés

- ▶ Deep - cut üzemmód célja HVGO (széles párlat) hozam növelése a vákuum maradék (gudron) hozam rovására.
- ▶ Deep - cut üzemmód, ha a vágáspont (5-95 %-os pontok között) a HVGO (széles párlat) és a maradék között magasabb mint 565 °C.(1050 F)
- ▶ Megvalósítás feltételei:
 - ▶ Alacsony fejnyomás
 - ▶ Kis nyomásesés
 - ▶ Magas kemence kilépő hőmérséklet (>410 °C)
 - ▶ Megfelelő mennyiségű mosófolyadék biztosítása a mosóágyon

AV üzemi szimulációs modell



Desztillációs kolonna belső szerkezetek

[Back](#)

Kolonna belső szerkezet

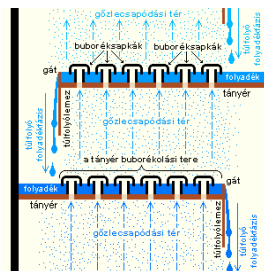
Tányérok

Töltetek

Szelepes



Buborék sapkás



Szita tányér



Rendezetlen



Rendezett

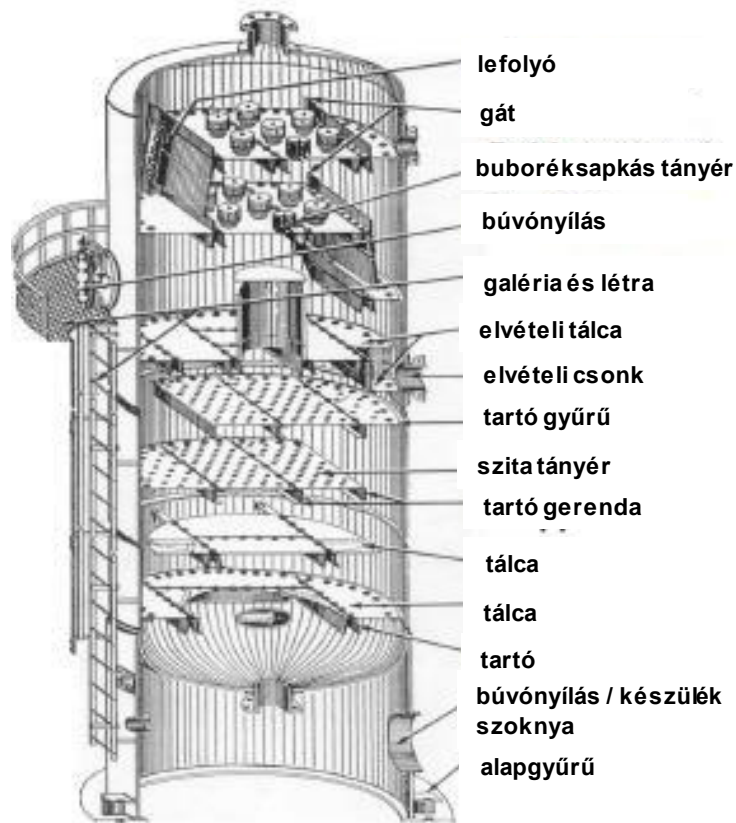


Rács

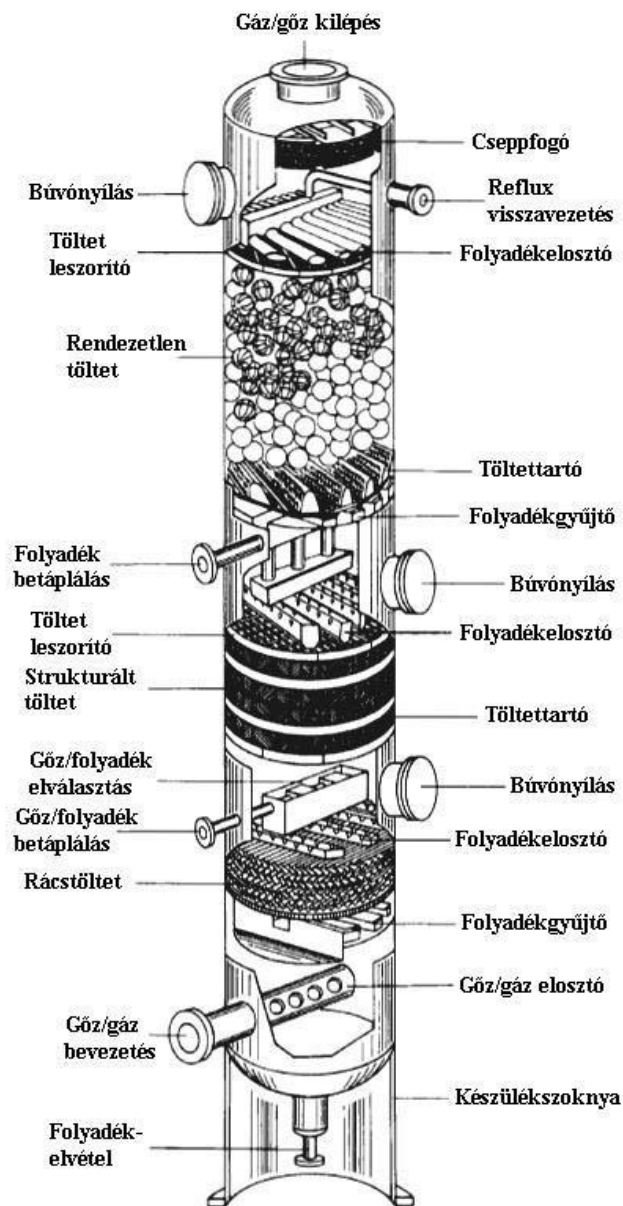


Desztillációs kolonna részei

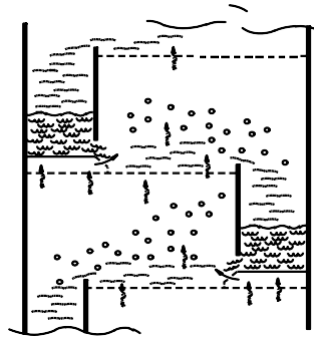
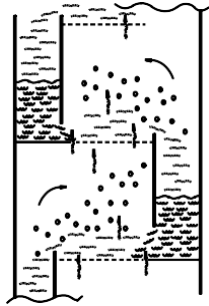
Tányéros kolonna



Töltetes kolonna



Hagyományos és Nagyhatékonyságú tányér szerkezet összehasonlítása



► Előnyök összehasonlítva a hagyományos tányérszerkezettel:

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



ULTRA-FRAC® trays



SUPERFRAC® trays



Stepped-Multi-chordal Downcomer

VGPlus Trays



Köszönöm a figyelmet !