

Szénhidrogén ipari technológiák

Szétválasztó eljárások, Desztilláció

Kubovicsné Stocz Klára

2019 október



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

Agenda



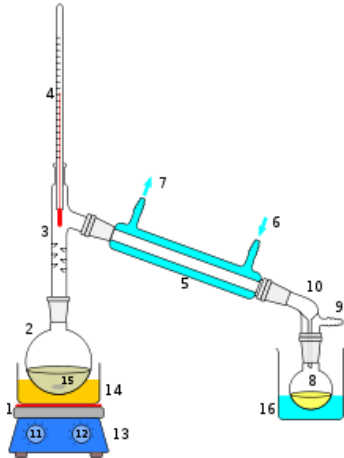
Desztilláció

Kőolaj desztilláció

Speciális alkalmazások

Desztilláció

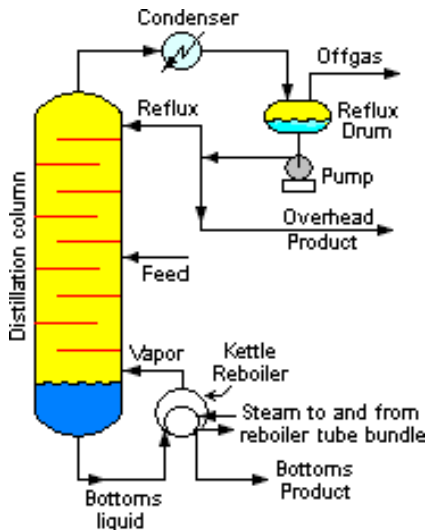
► A desztilláció lényege, hogy valamilyen cseppfolyós anyagot felmelegítünk annyira, hogy gáz halmazállapotú legyen, majd a gőzöket elvezetve, hűtéssel újra cseppfolyósítjuk. Mivel a desztilláció során az anyag szerkezetében kémiai változás nem következik be, csupán halmazállapot-változás, a desztilláció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



Rektifikáció

► Reflux alkalmazásával lejátszódó desztilláció.

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. A rektifikáció élesebb szétválasztást eredményez.



Lepárlás alapelvei

- ▶ Lepárlással olyan elegyeket választunk szét amelynek minden komponense illékony, azaz minden komponensnek meghatározott, de egymástól eltérő gőznyomása van.
- ▶ Főbb alkalmazási területek:
 - ▶ kőolaj feldolgozás
 - ▶ vegyipar, petrolkémia
 - ▶ gyógyszeripar
 - ▶ élelmiszer és növényolaj ipar
- ▶ 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.

Folyamatos desztilláció fajtái

▶atmoszférikus és vákuum desztilláció

▶vízgőz desztilláció:

olyan desztilláció, ahol vízgőzként vízgőzt használnak. A desztillálandó folyadékon átbuborékolgatott vízgőz tenziója segít elérni a külső nyomás értékét, így a magas forráspontú anyagok alacsonyabb hőfokon is átdestillálhatók

▶azeotróp desztilláció:

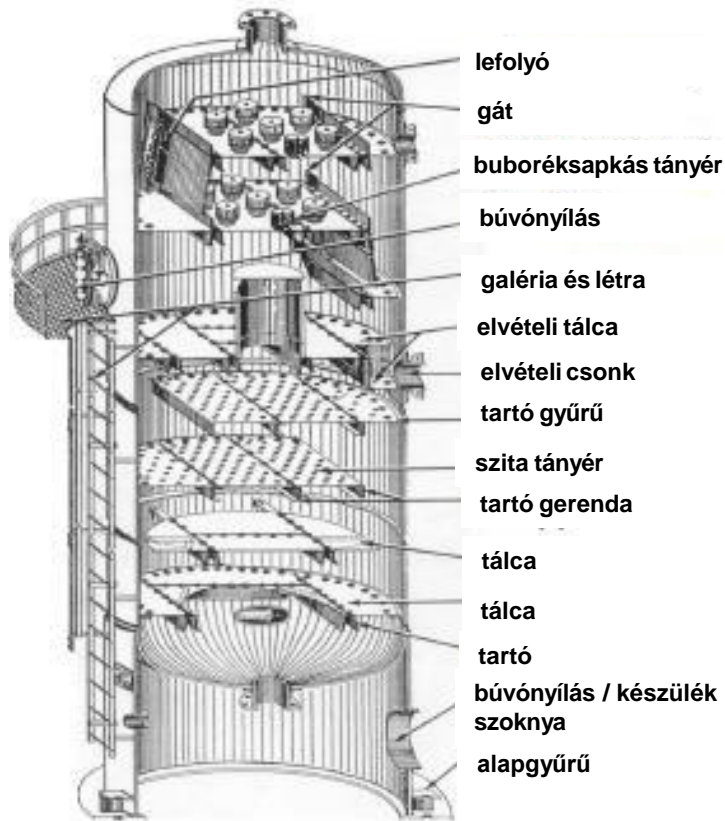
nehezen szétválasztható komponensekhez (pl.: azeotróp elegyet képező komponensek) olyan vegyületet adunk, amely minimális forráspontú azeotrópot képez valamelyik komponenssel

▶extraktív desztilláció:

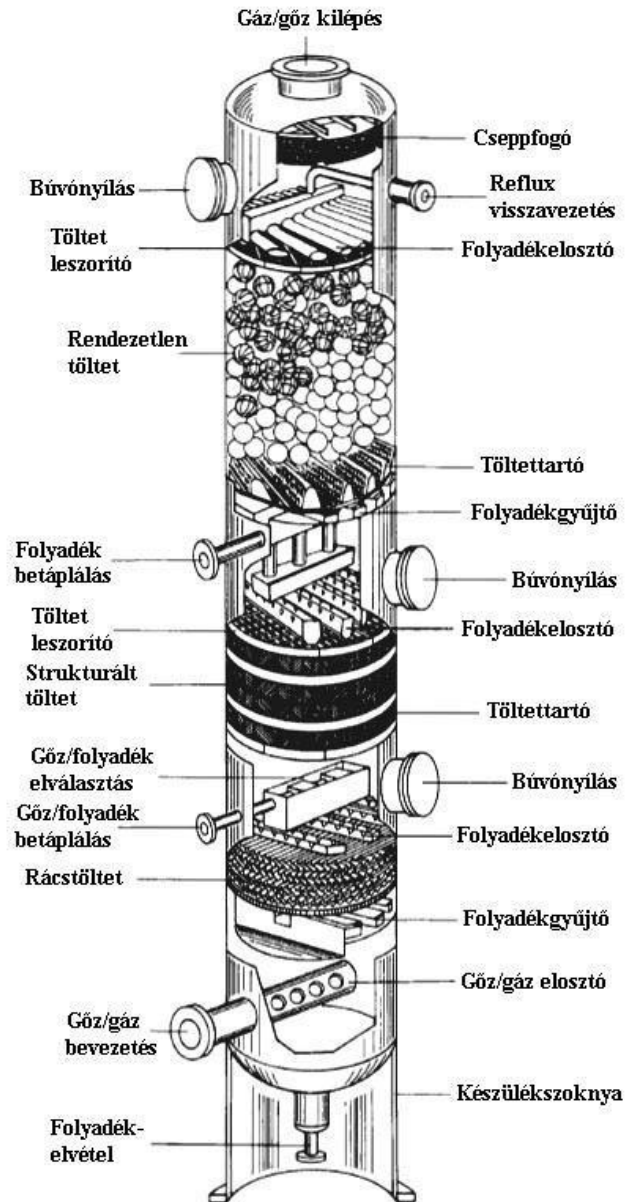
lényege, hogy a desztilláló kolonnában felfelé áramló gőzökkel szemben ellenáramban egy olyan oldószer áramlik lefelé, ami bizonyos típusú komponenseket szelektíven old, és így azok relatív illékonyságát csökkenti. (poliglikolok oldják az Aromásokat, így csökkentve azok relatív illékonyságát)

Desztillációs kolonna részei

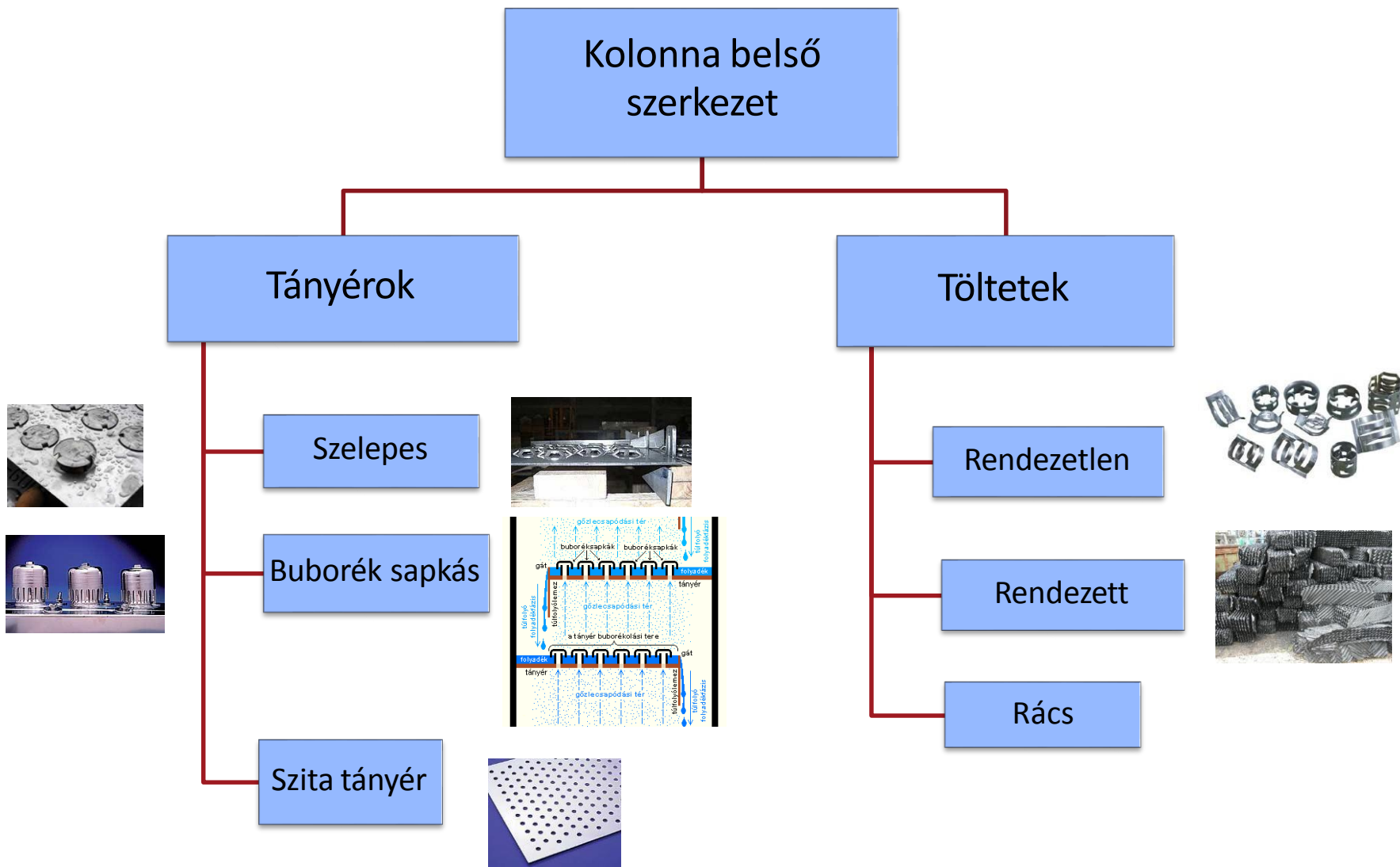
Tányéros kolonna



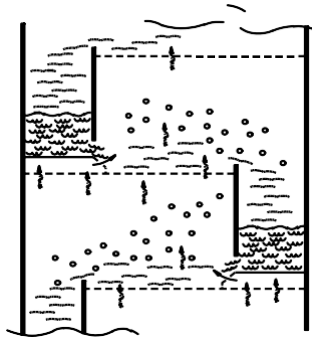
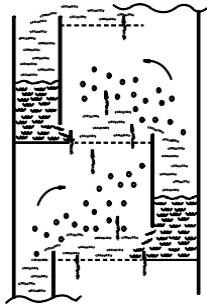
Töltetes kolonna



Desztillációs kolonna belső szerkezetek



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



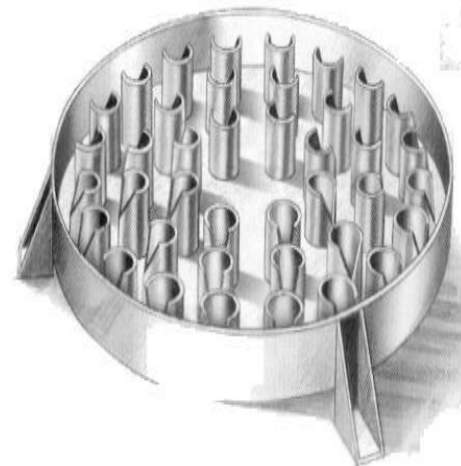
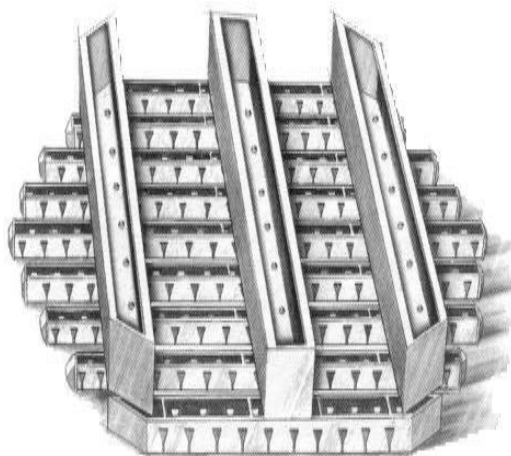
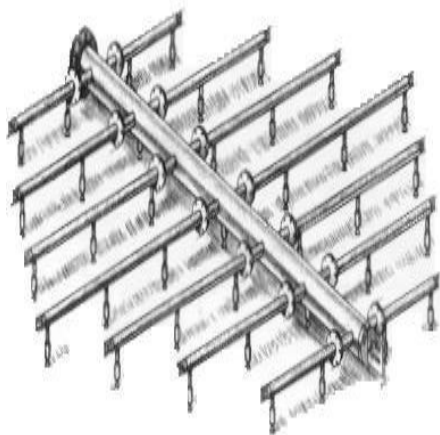
SUPERFRAC® trays



Stepped-Multi-chordal Downcomer

VGPlus Trays

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	

Tányérszerkezet összehasonlítása

Tányértípus	Tervezési algoritmus hozzáférhetősége	Beszerzési költség	Piaci részesedés
Szitatányér	Jó	Alacsony	~20 %
Szelepes tányér	Nehezen hozzáférhető	20% nagyobb mint a szita tányér	~75 %
Buboréksapkás tányér	Jó	Magas	~5 %

Tányértípus	Karbantartási igény	Érzékenység a szilárd szemcsékre	Érzékenység a korrozív közegre
Szitatányér	kicsi	kicsi	kicsi
Szelepes tányér	kicsi - közepes	Kicsi - közepes	Kicsi - közepes
Buboréksapkás tányér	Viszonylag nagy	Nagy	Nagy

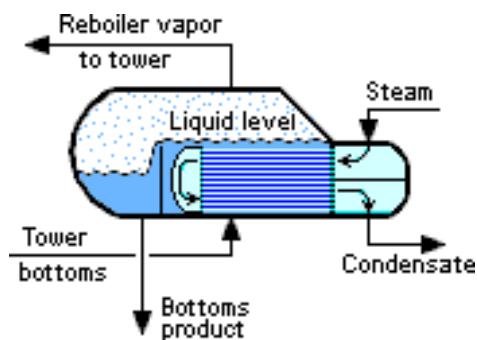
Tányérok – töltetek

Előnyök – hátrányok

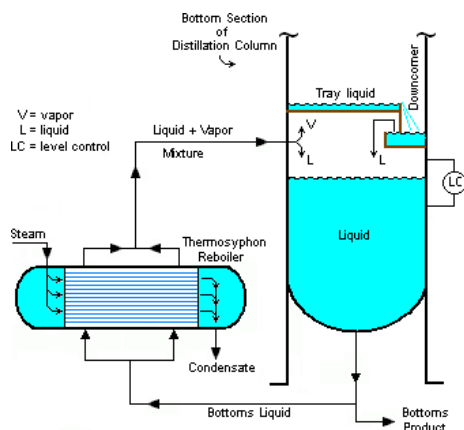
Eszköz	Előny	Hátrány
Rendezett töltet	Kis nyomásesés Nagy gőz kapacitás Nagy hatékonyság Alacsony cseppelhordás Jó habzó képességű anyagok esetén Könnyen beépíthető	Érzékeny szennyeződésre Érzékeny korrózióra Nagy folyadékterhelés esetén nem alkalmazható Alacsonyabb mechanikai szilárdság Nagy nyomás esetén nem alkalmazható
Rendezetlen töltet	Közepes nyomásesés Alacsony cseppelhordás Korrózió álló anyagból készíthető Jó szennyezett anyagok esetén	Alacsonyabb hatásfok mint a rendezett töltet Nehéz eltávolítani
Nagy teljesítményű tányér	Közepes szennyezőanyag tűrő képesség Mechanikailag szilárd Alacsony axiális keveredés	Közepesen erős cseppelhordás Habzó anyag esetén nem alkalmas Alacsonyabb hatásfok mint a rendezett töltet Nehezebb beépíteni Nagy nyomásesés
Rács	Kis nyomásesés Nagy szennyezőanyag tűrőképesség Nagy gőz és folyadék kapacitás	Nagyon alacsony hatásfok, elválasztó képesség

Reboilerek

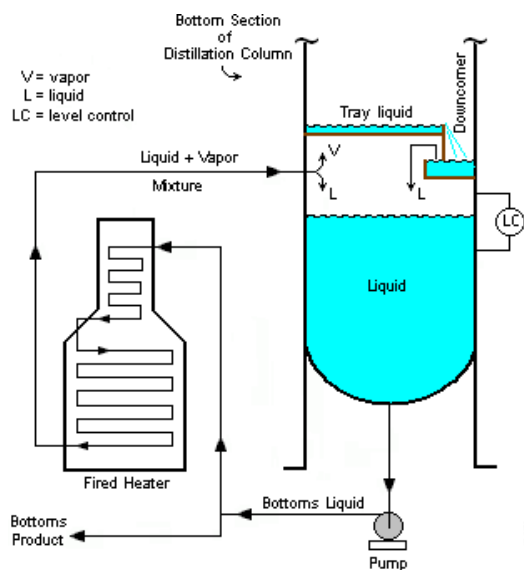
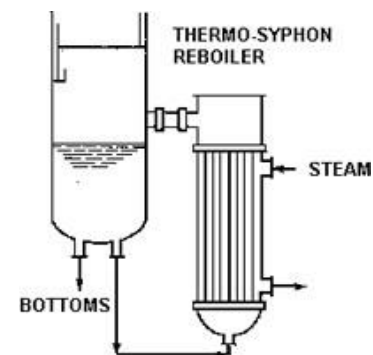
Kettle típusú reboiler



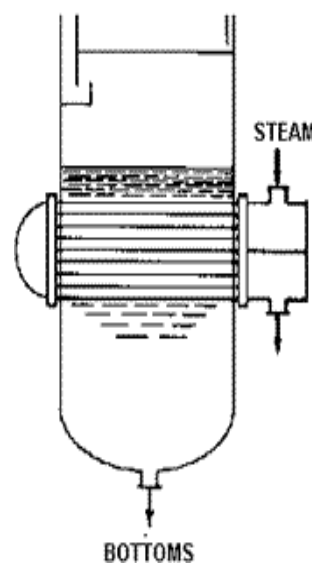
Thermoszifon reboiler (vízszintes)



Thermoszifon reboiler (függőleges)

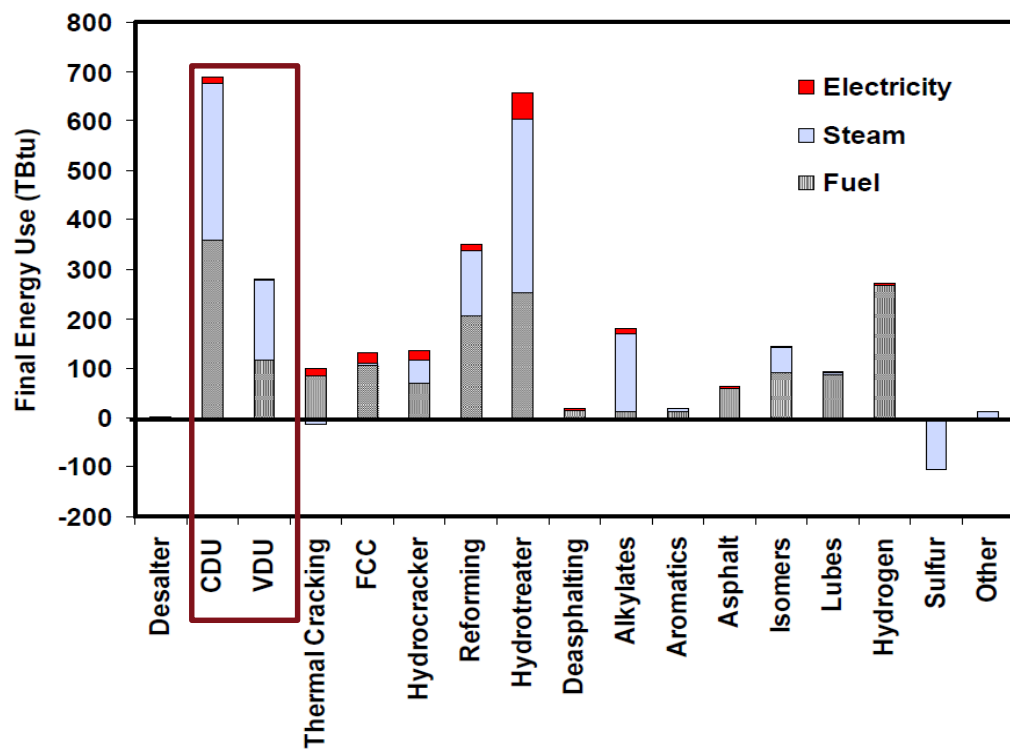


INTERNAL REBOILER



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

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

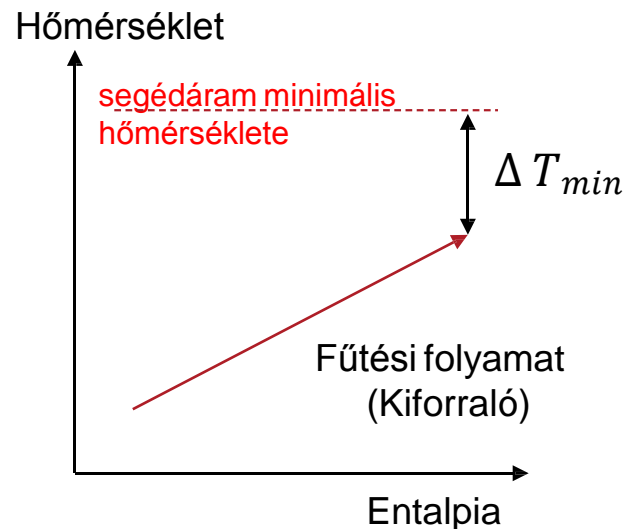
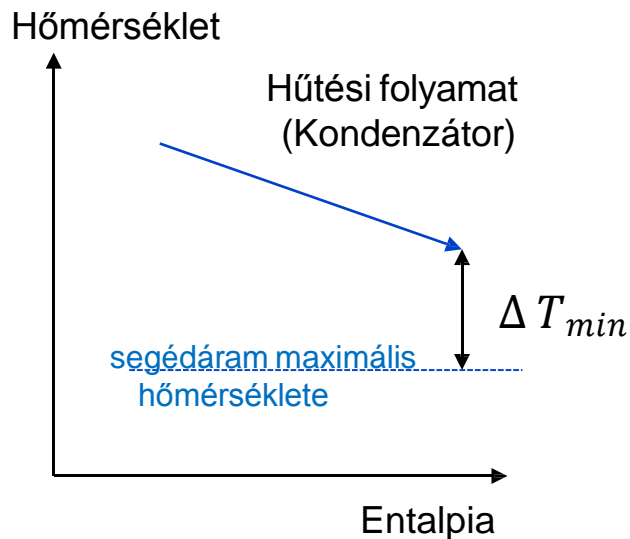
Változtatható paraméterek a tervezés során:

- ▶ 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.

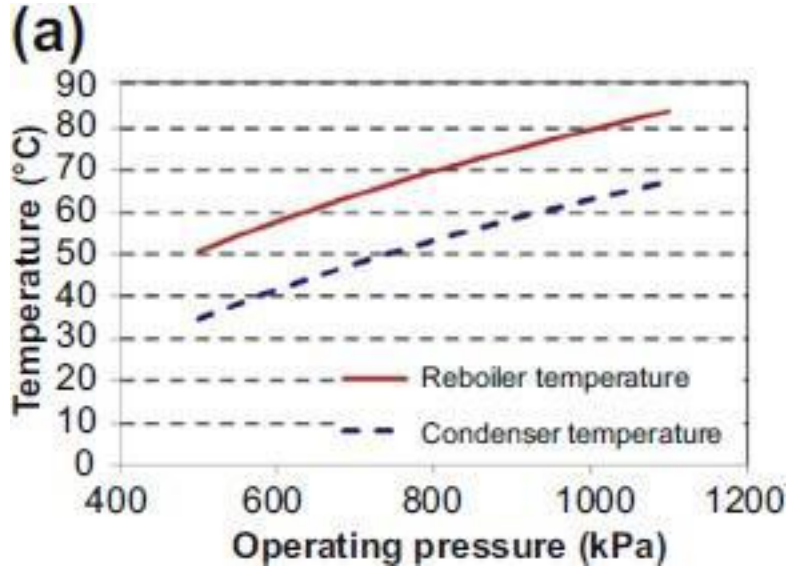
Fűtő és hűtőközeg (segédáram/ Utility) hőmérséklete



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

Desztillációs kolonna működési nyomása

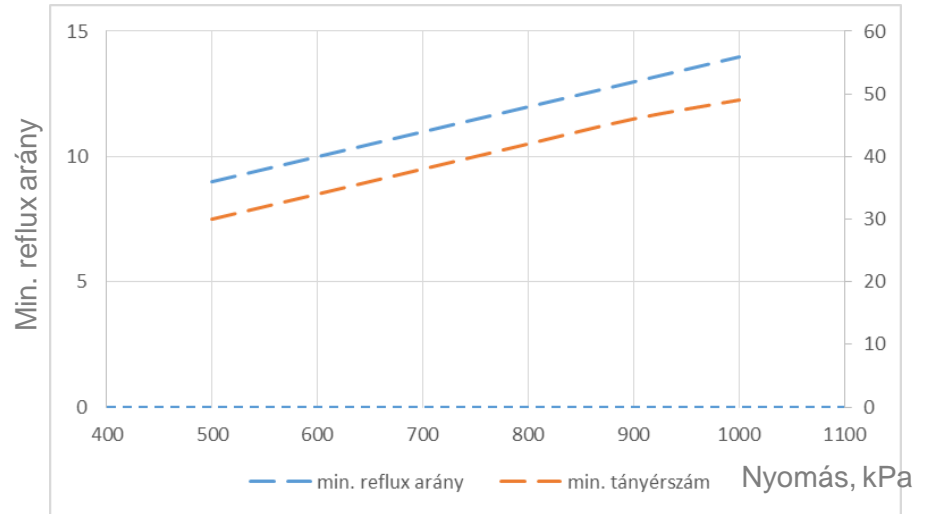
Hőmérséklet, °C



Nyomás, kPa



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



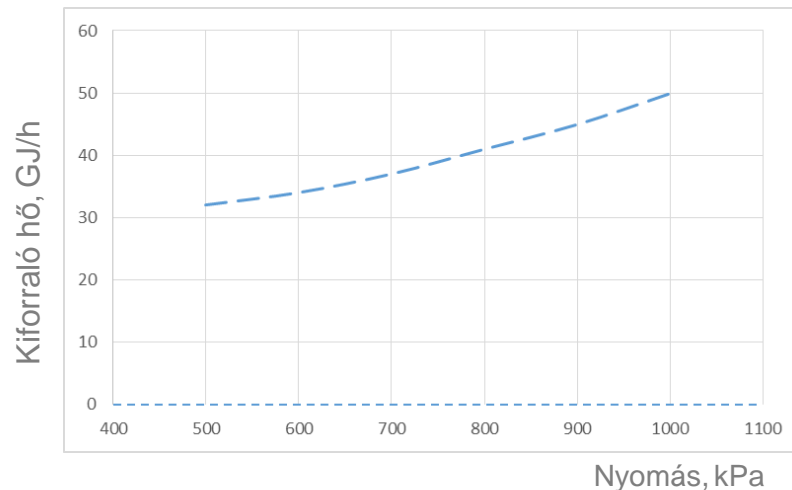
Min. tányérszám



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

Desztillációs kolonna működési nyomása

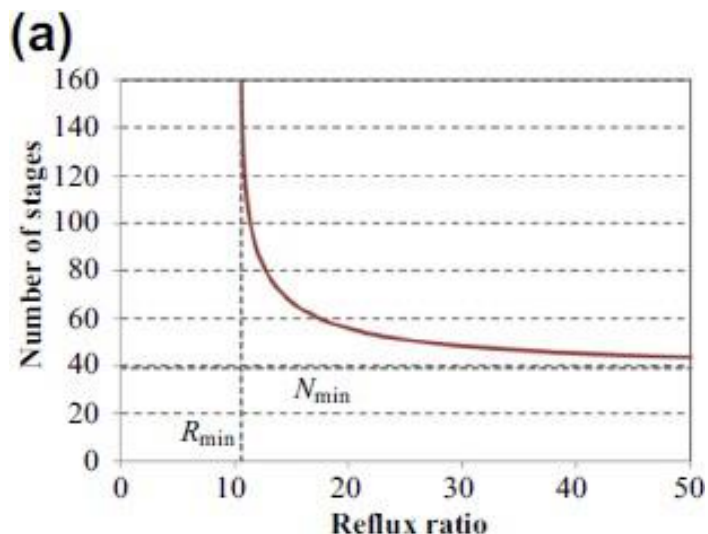
A nyomás növekedésből származó magasabb reflux igény növeli a kiforralás hőigényét.



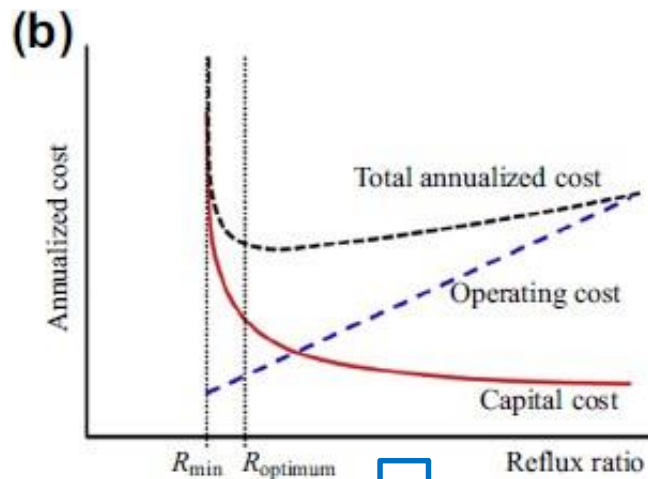
A logikus következtetés, hogy legjobb atmoszférikus nyomáson működtetni, hacsak nincs alapos indok eltérni ettől, ilyen lehet például:

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



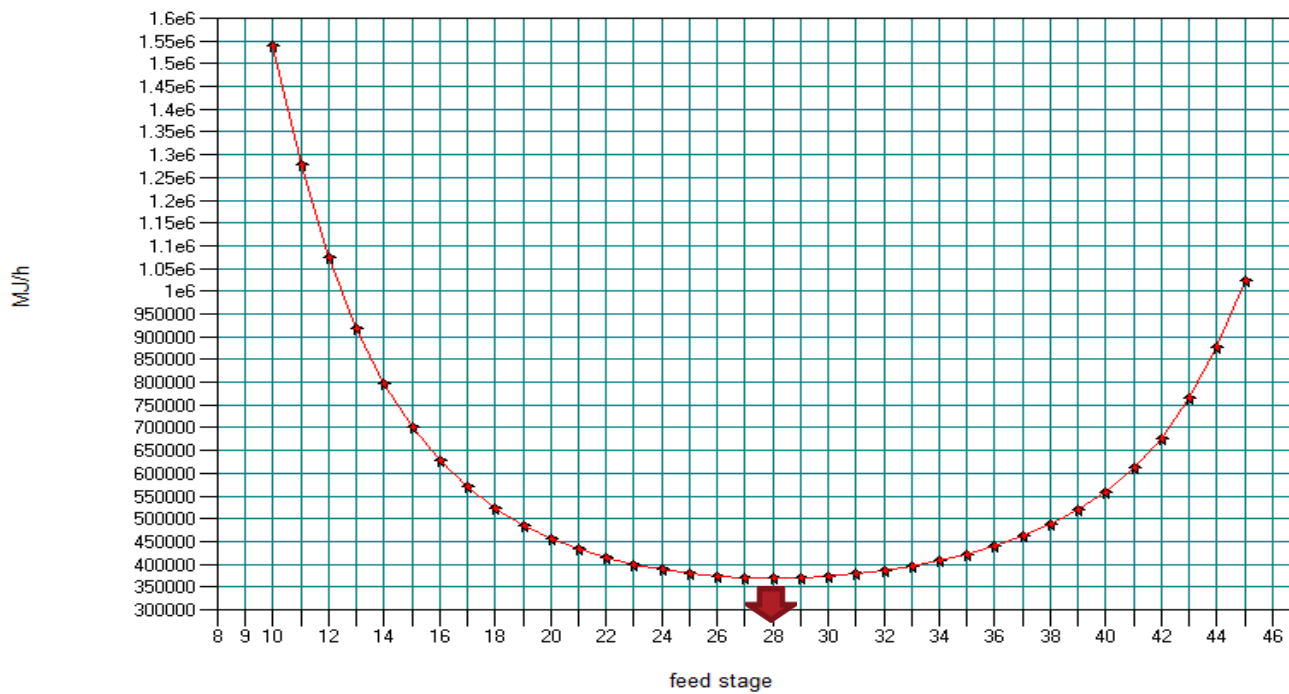
Eltérő tényérszám esetén a szükséges reflux arány változik melynek következtében változik a szükséges reboiler és kondenzátor hőigény



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

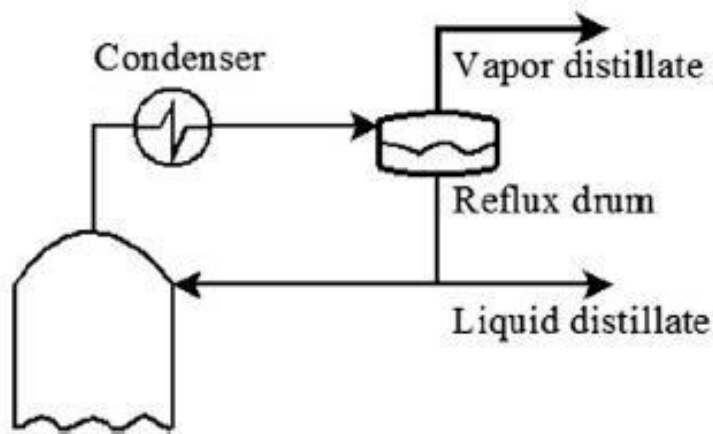
feed tray



★ reb duty

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

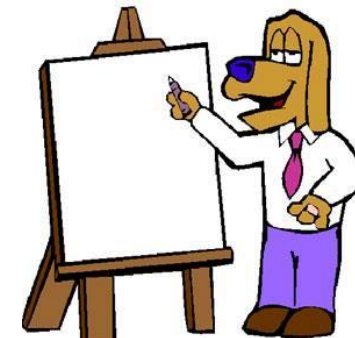
Kondenzátor típusa



Totál kondenzátorban az összes gőz termék lekondenzál. A szükséges mennyiségű refluxot visszavisszük a kolonnába, míg a többlet kondenzátum termékként kerül kitárolásra

Parciális kondenzátorban a gőz egy része kondenzál, míg a maradék része gőz halmazállapotban kerül kitárolásra. A lekondenzált folyadék fázis részben vagy teljes egészében visszavezethető a kolonnába refluxként.

Agenda



Desztilláció

Kőolaj desztilláció

Speciális alkalmazások

Agenda

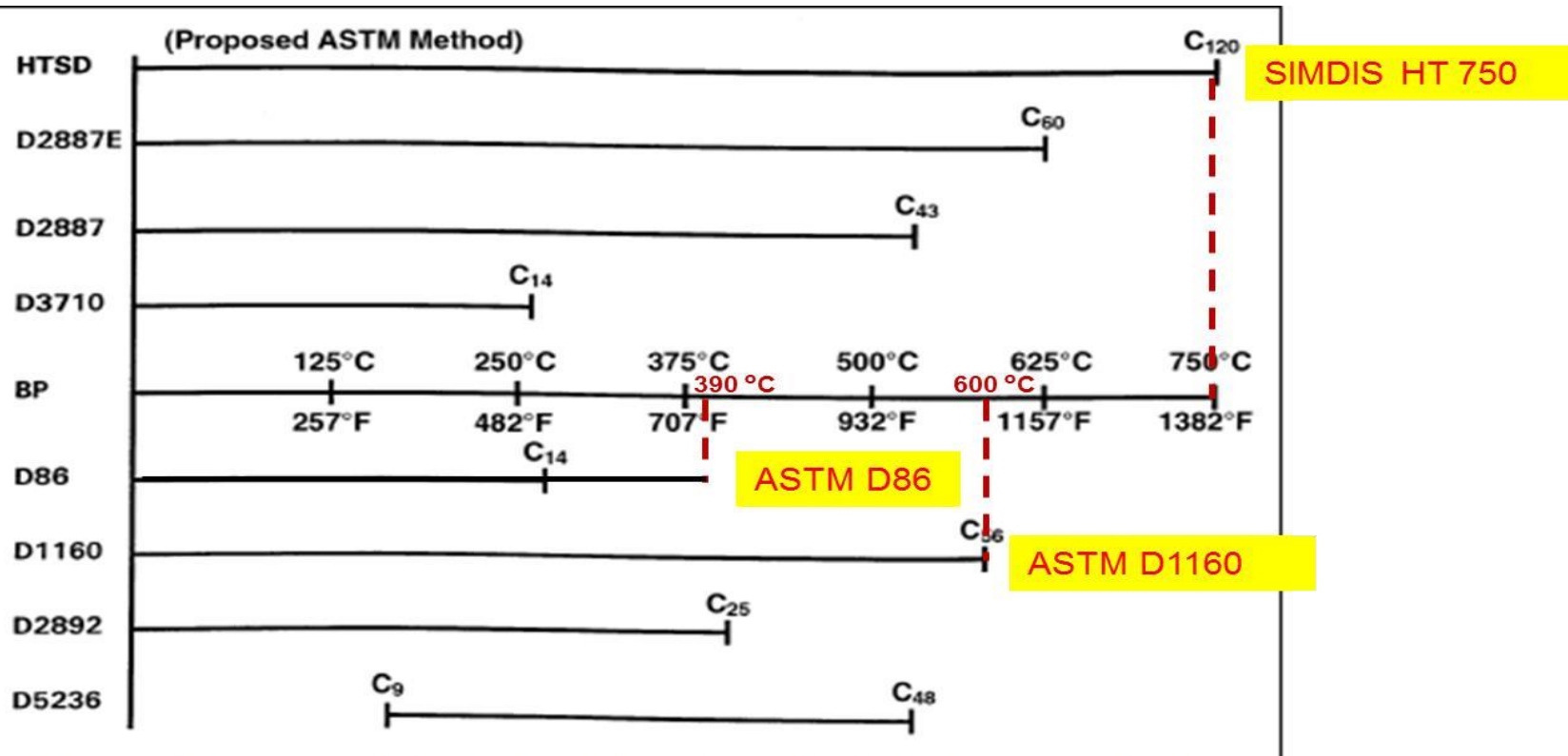


Desztilláció

Kőolaj desztilláció

Analitikai módszerek (alapanyag és termékek)

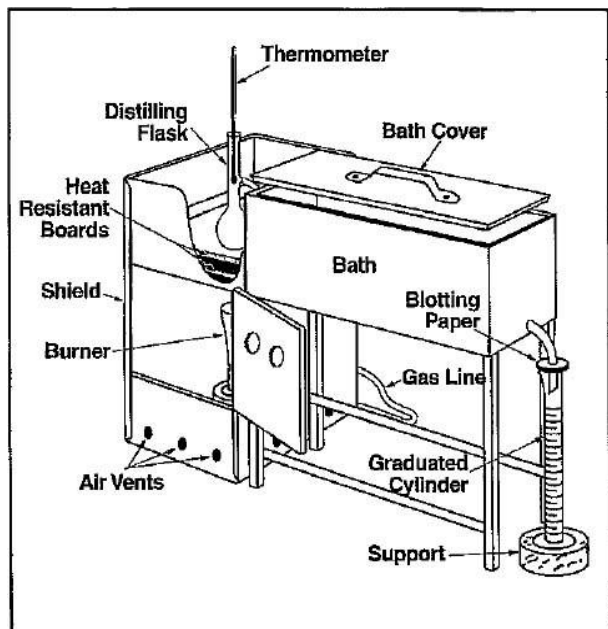
Analitikai módszer vs. forráspont



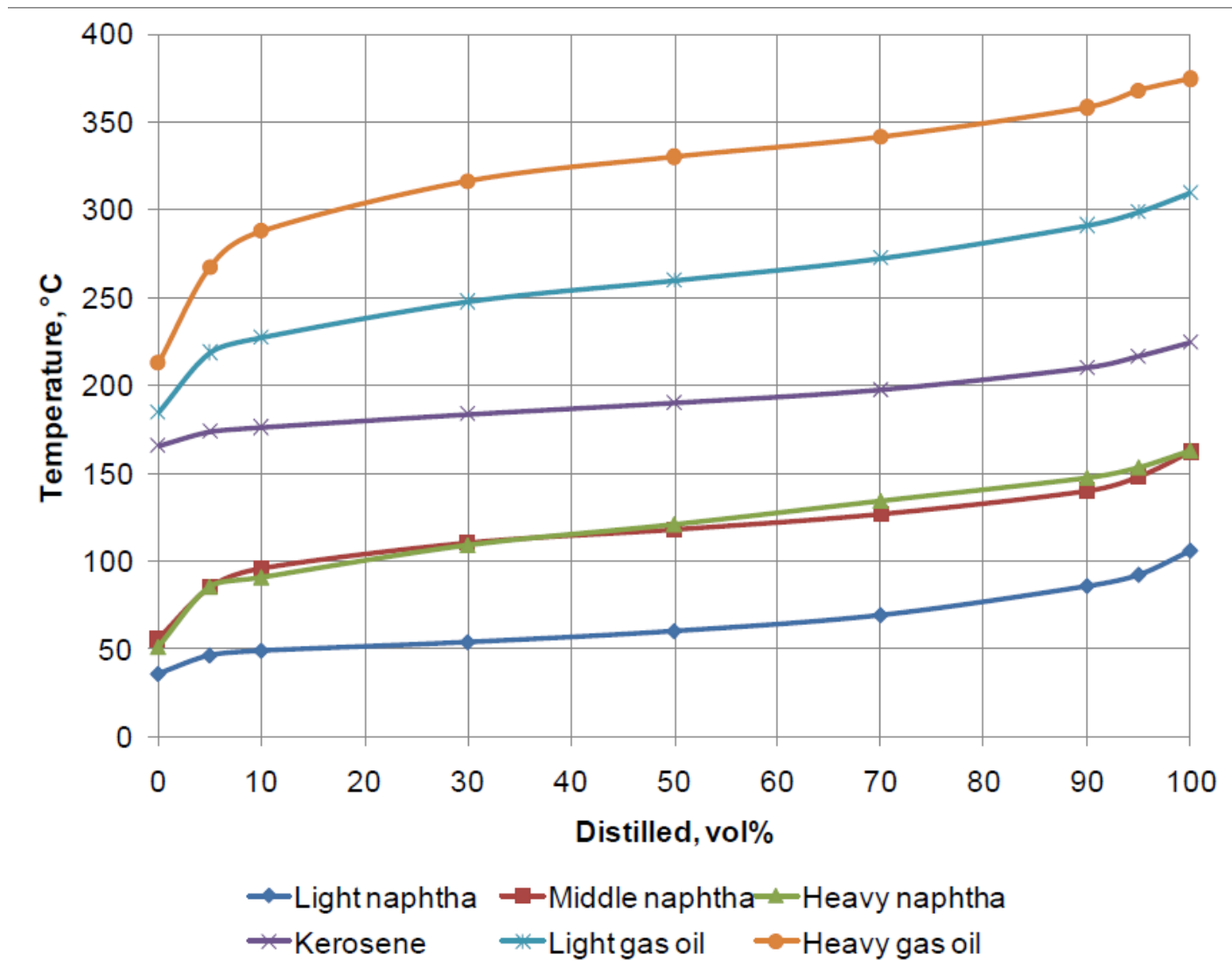
ASTM és SIMDIS módszerek alkalmazási tartománya
(forráspont és n-paraffin szénatom szám)

Engler desztilláció (ASTM D86)

- Kezdő forráspont:** az első csepp megjelenésekor leolvasott gőztéri hőmérséklet, normál légnyomásra korrigálva, °C
- Végő forráspont:** az a hőmérséklet, amelynél még szedünk párlatot és a hőmérséklet nem csökken, °C
- Átdestillált mennyiség:** a végő hőmérsékletnek megfelelő desztillátum mennyisége, ml
- Maradék:** a lombikban maradt anyag mennyisége, ml
- Veszteség:** (bemért – átdestillált – maradék) anyag mennyiség , ml



Atmoszférikus termékek desztillációs görbéje, ASTM D86



Kromatográfiás retenciók idő vs. forráspon

SIMDIS

Boiling points of *n*-alkanes (ASTM method D2887-97⁽¹⁾)

Carbon number	BP (°F)	Carbon number	BP (°F)
1	-258.7	46	1033
2	-127.5	48	1051
3	-44	50	1067
4	32	52	1083
5	97	54	1096
6	156	56	1112
7	209	58	1126
8	259	60	1139
9	303	62	1152
10	345	64	1164
11	385	66	1175
12	421	68	1186
13	455	70	1197
14	489	72	1207
15	520	74	1216
16	549	76	1227
17	576	78	1238
18	601	80	1247
20	651	82	1258
22	696	84	1267
24	736	86	1276
26	774	88	1283
28	808	90	1292
30	840	92	1299
32	871	94	1306
34	898	96	1314
36	925	98	1321
38	948	100	1328
40	972	110	1355
42	993	120	1382
44	1013		

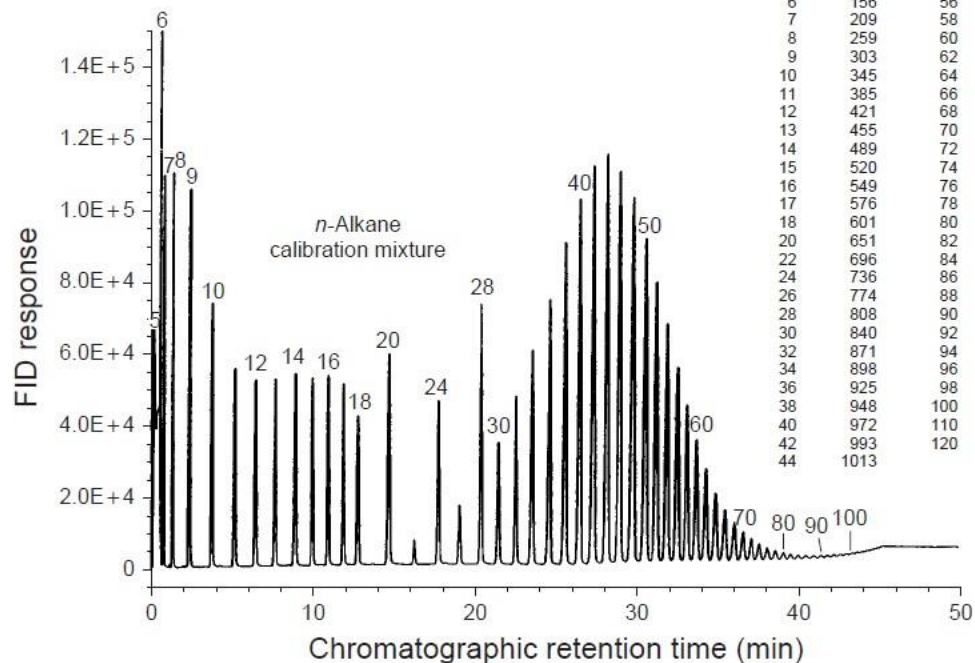
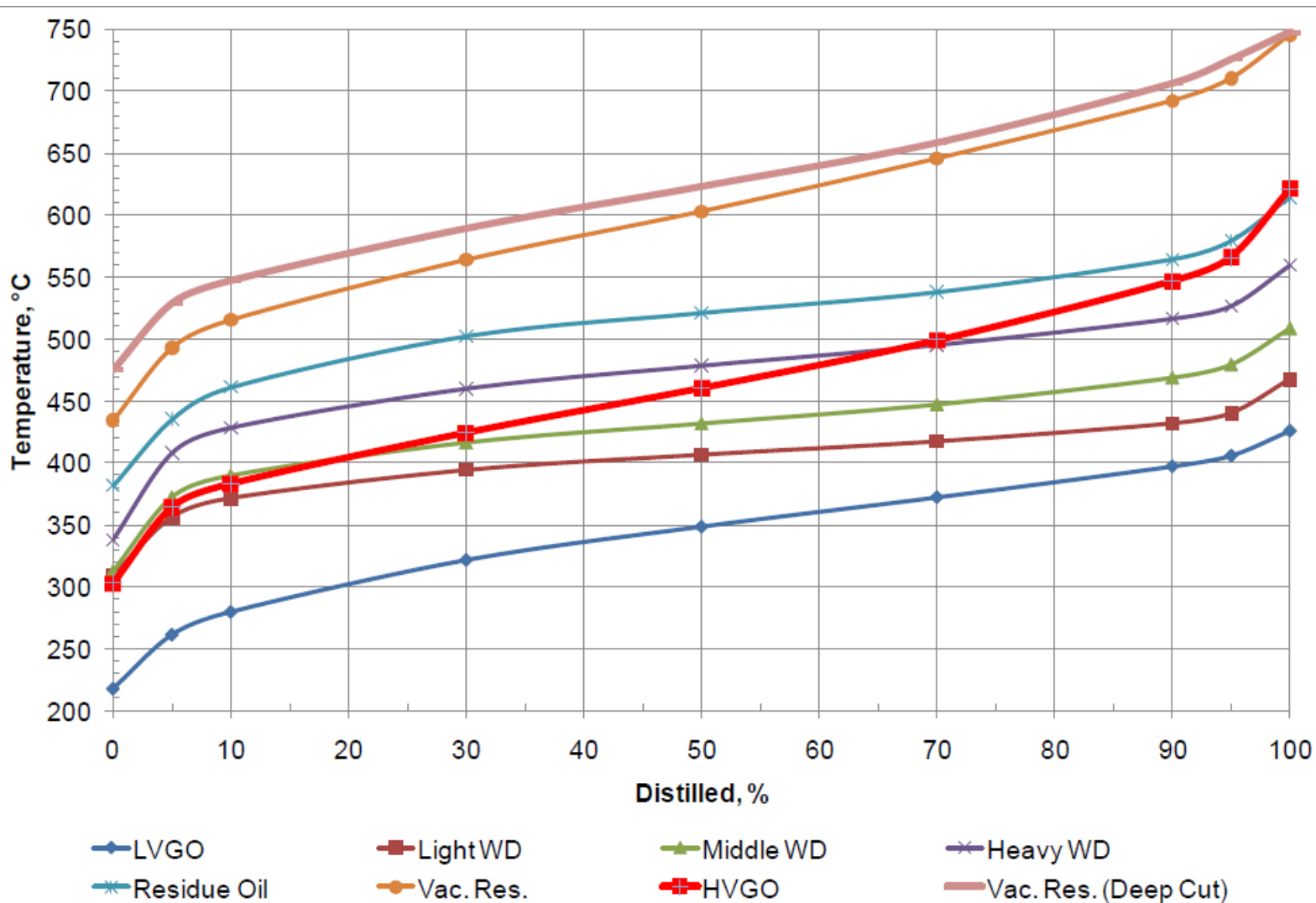
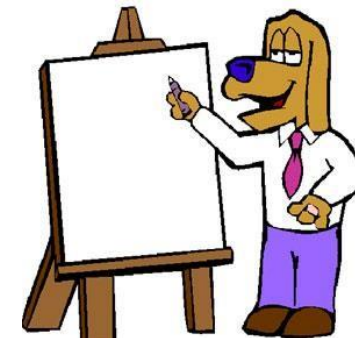


Figure 1: Bruker 450-GC SimDist Analyzer.

Vákuum termékek desztillációs görbéje, SIMDIS HT-750



Agenda



Desztilláció

Kőolaj desztilláció

Analitikai módszerek (alapanyag és termékek)

Üzemi konfigurációk

Eltérések a Kőolaj desztilláló üzemek között

Konfiguráció

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

Működés

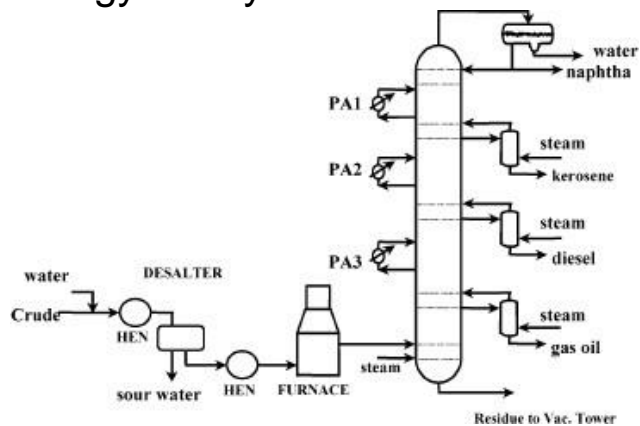
- Feldolgozott kőolaj típusa
- Termékek hozamstruktúrája
- Hőmérséklet (előmelegítő-sor kilépő hőm., kemence (be-, ki-), megcsapolási hőmérséklet)
- Nyomás
- Gőzt használnak sztrippelésre vagy nem (nedves (wet) vs. száraz (dry))

Energia hatékonyság

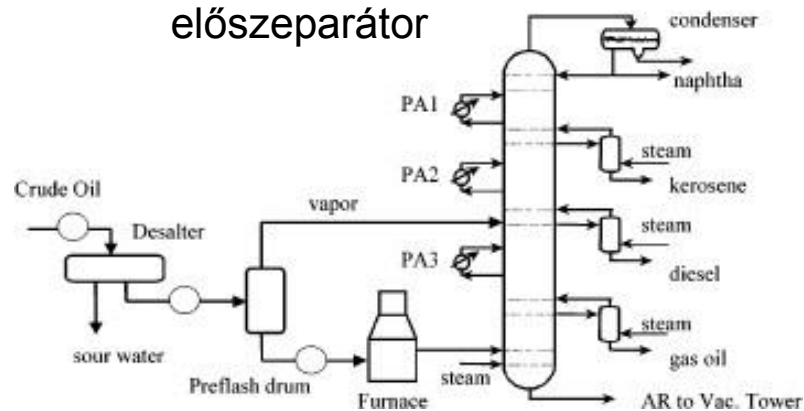
- Hő integráció
- Elválasztási hatékonyság
- Kemencék és hőcserélők állapota

Kőolaj desztilláció

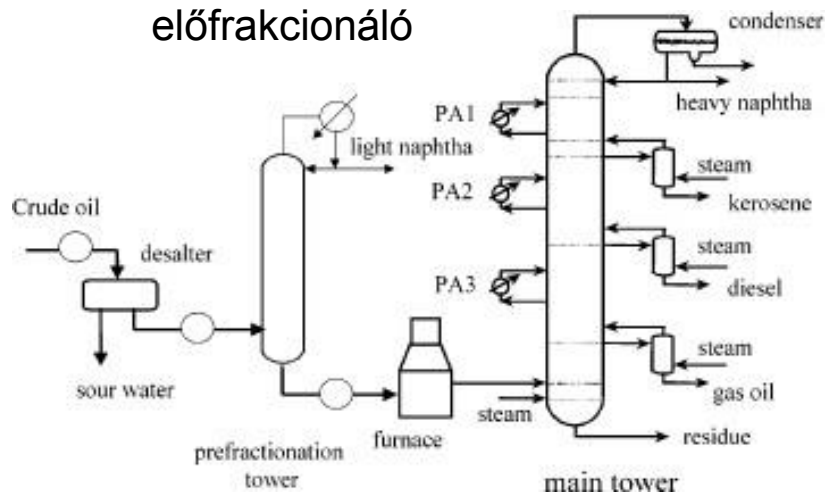
hagyományos



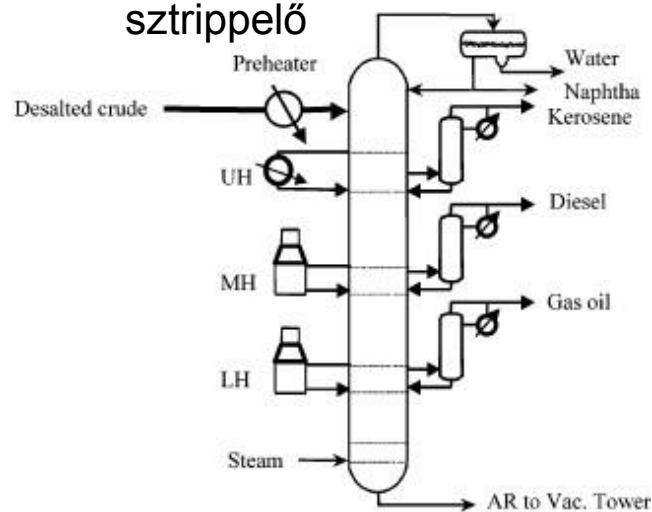
előszeparátor



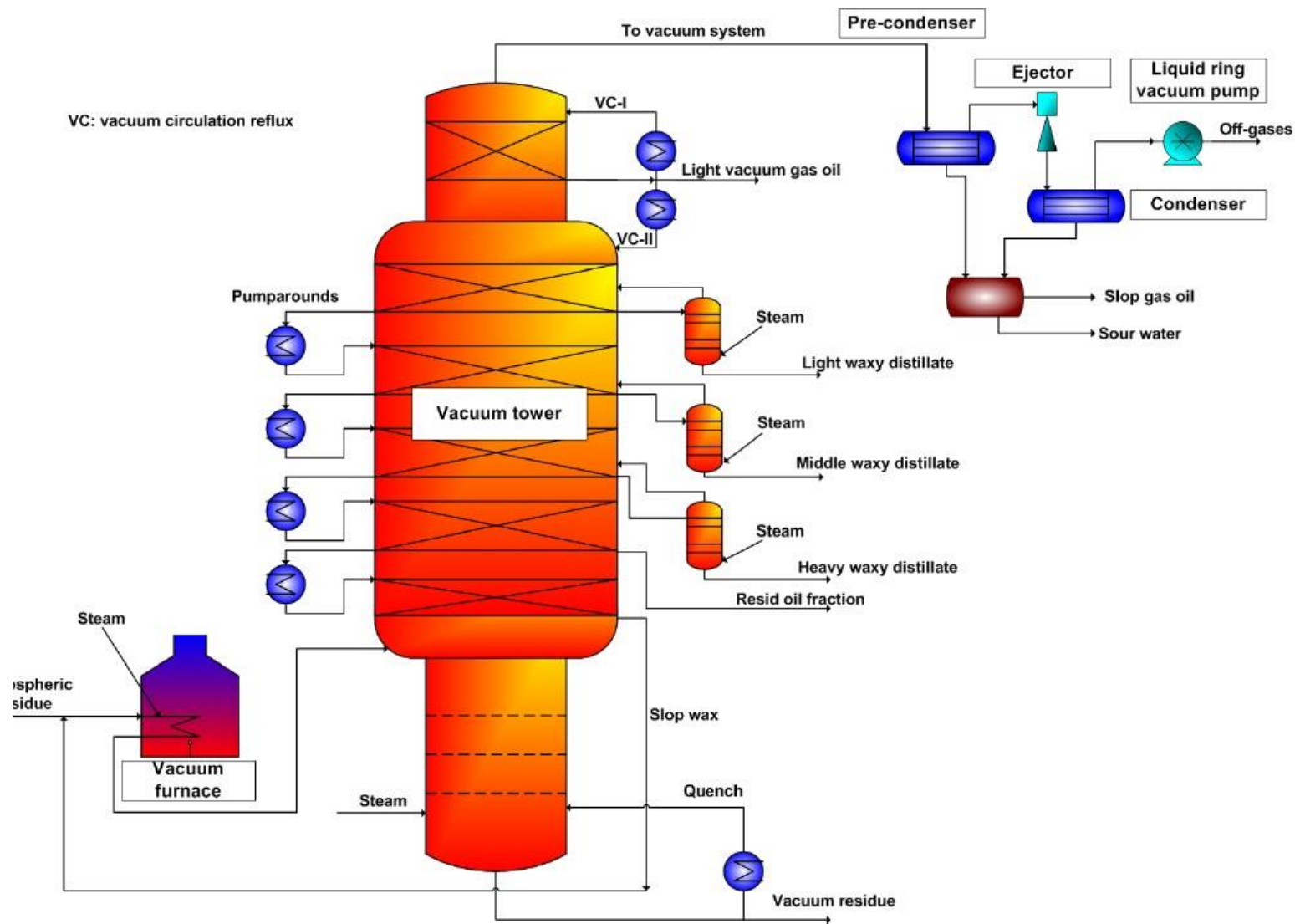
előfrakcionáló



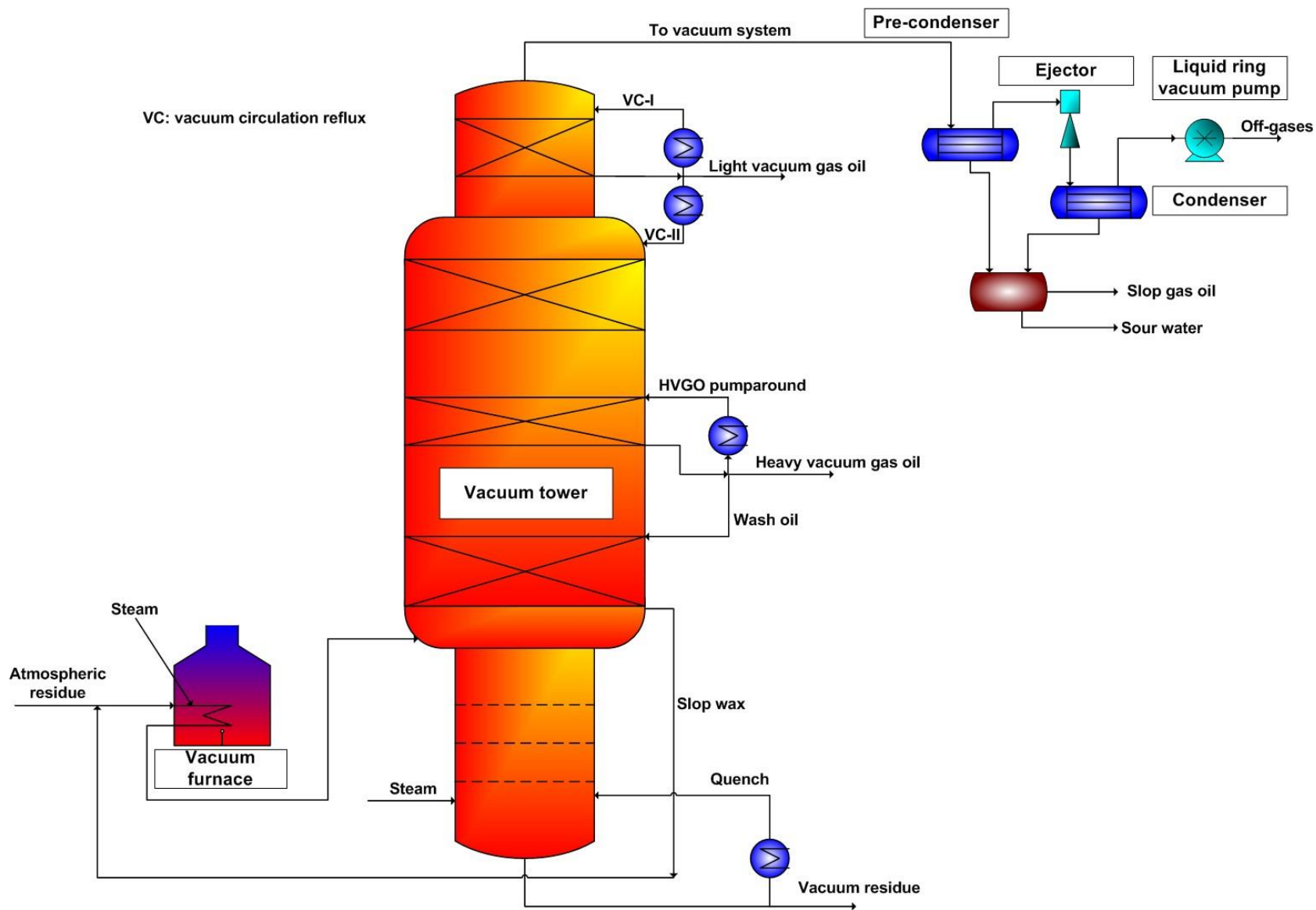
sztrippelő



Vákuum desztilláció– I. Kenőolaj termelés



Vákuum desztilláció – II. üzemenyag termelés



Kőolaj desztillációs üzemek a Dunai finomítóban



AV-1

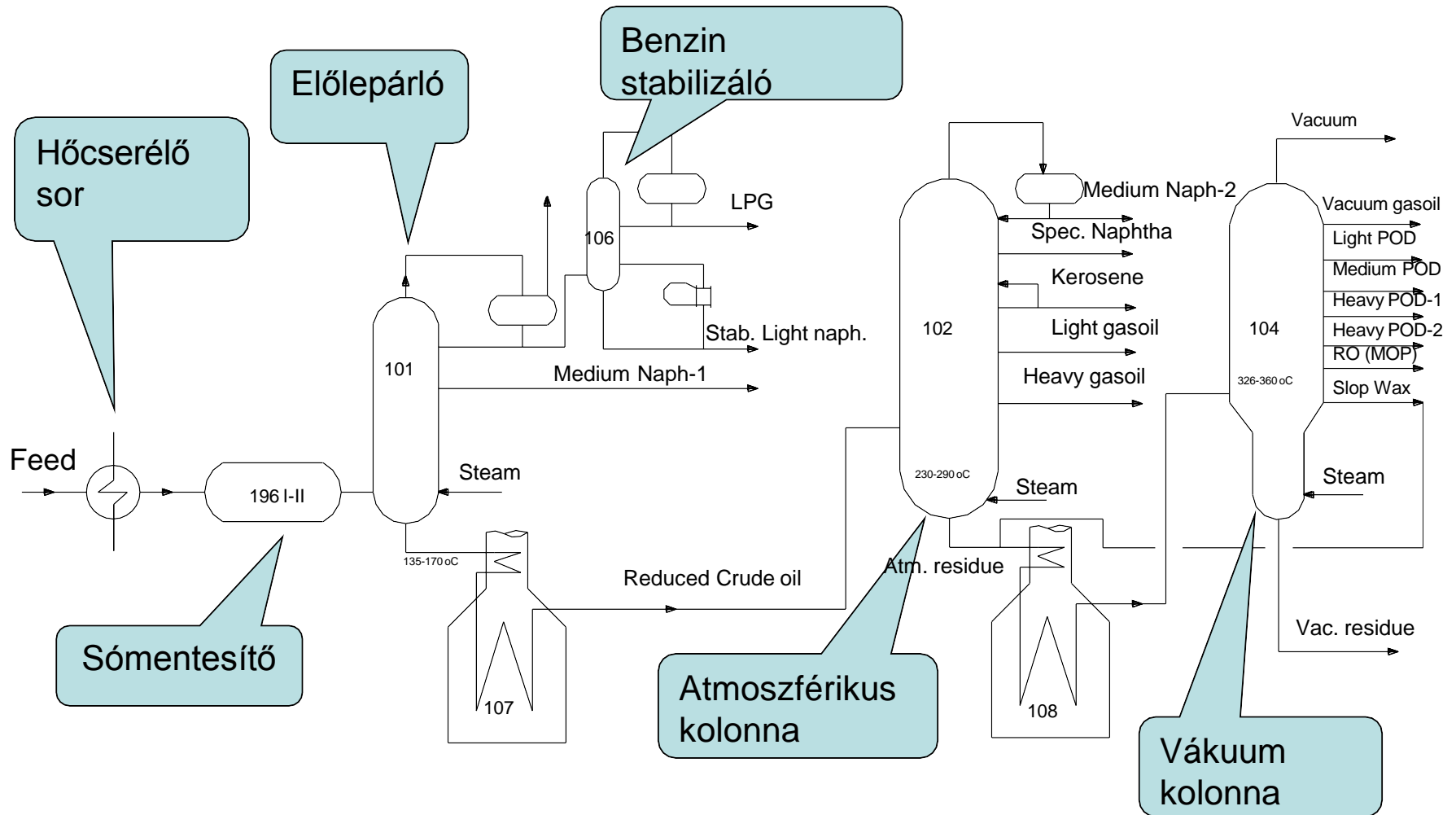


AV-2



AV-3

AV üzemek főbb részegységei



Hőcserélő sor

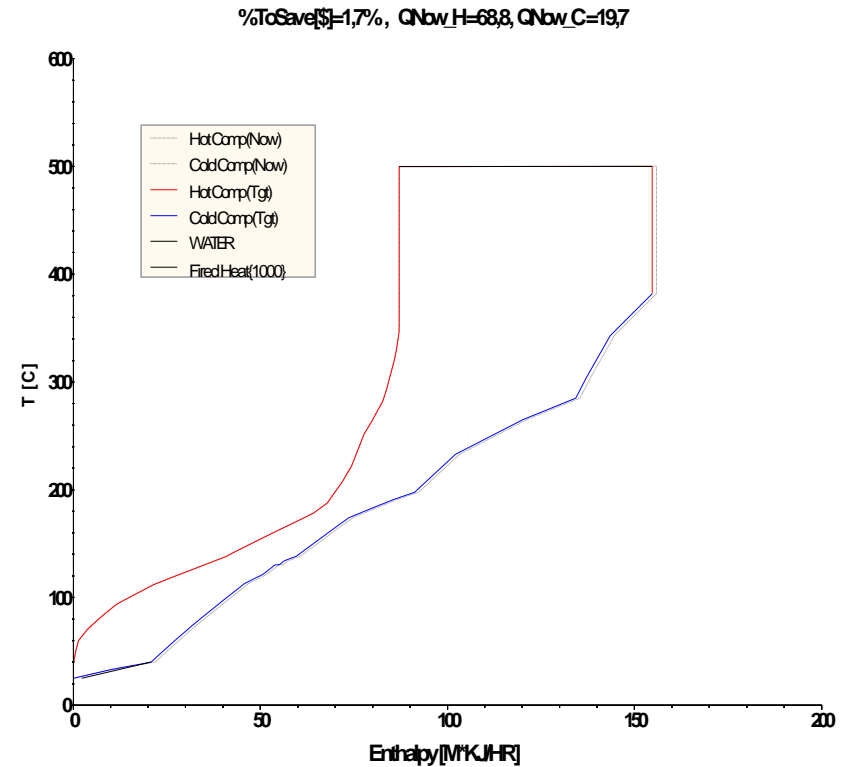
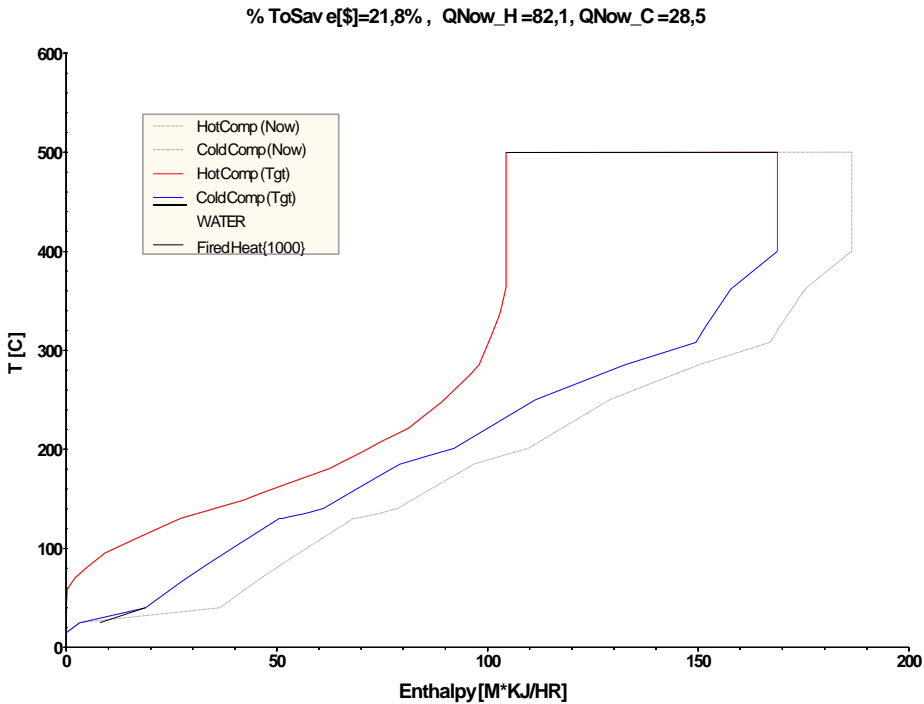


- ▶ A sómentesítő előtt a kőolajat felmelegítjük 120-140 °C-ra két párhuzamos előmelegítő soron.
- ▶ A sómentesítés után a kőolaj 170-180 °C-ra melegszik elő.
- ▶ Mialatt a kőolaj előmelegszik, a termékek és a cirkulációs refluxok lehűlnek.

▶ A jó hőátadás (tisztá hőcserélők) energetikai szempontból fontos



Hőintegráció, pinch analízis – kompozit görbe



Sómentesítő

▶ Funkció:

- ▶ Nyersolaj só- és vízmentesítése

▶ Miért szükséges a sómentesítés:

▶ A rosszul működő sómentesítő közvetlen hatással 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 mérgezik 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.

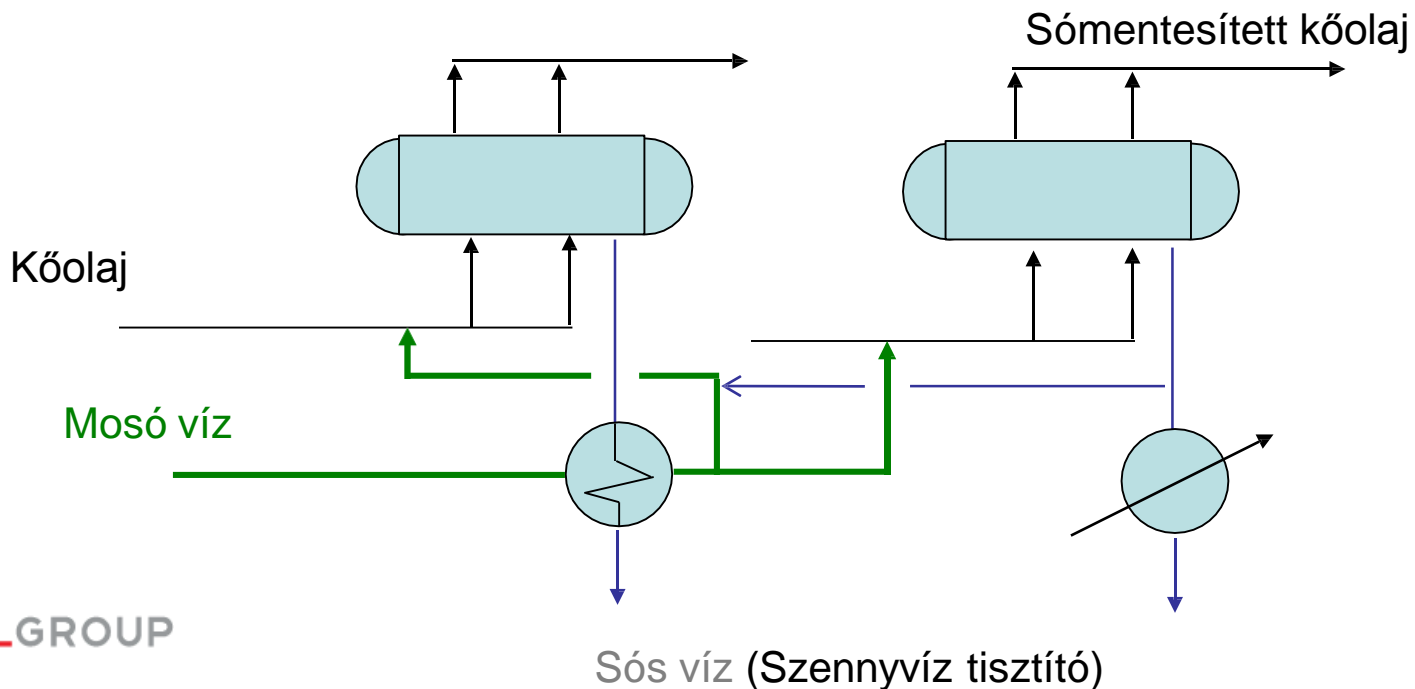
▶ A sók megfelelő mennyiségű víz hozzáadásával eltávolíthatók a sómentesítő berendezésben.

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

Sómentesítő-3

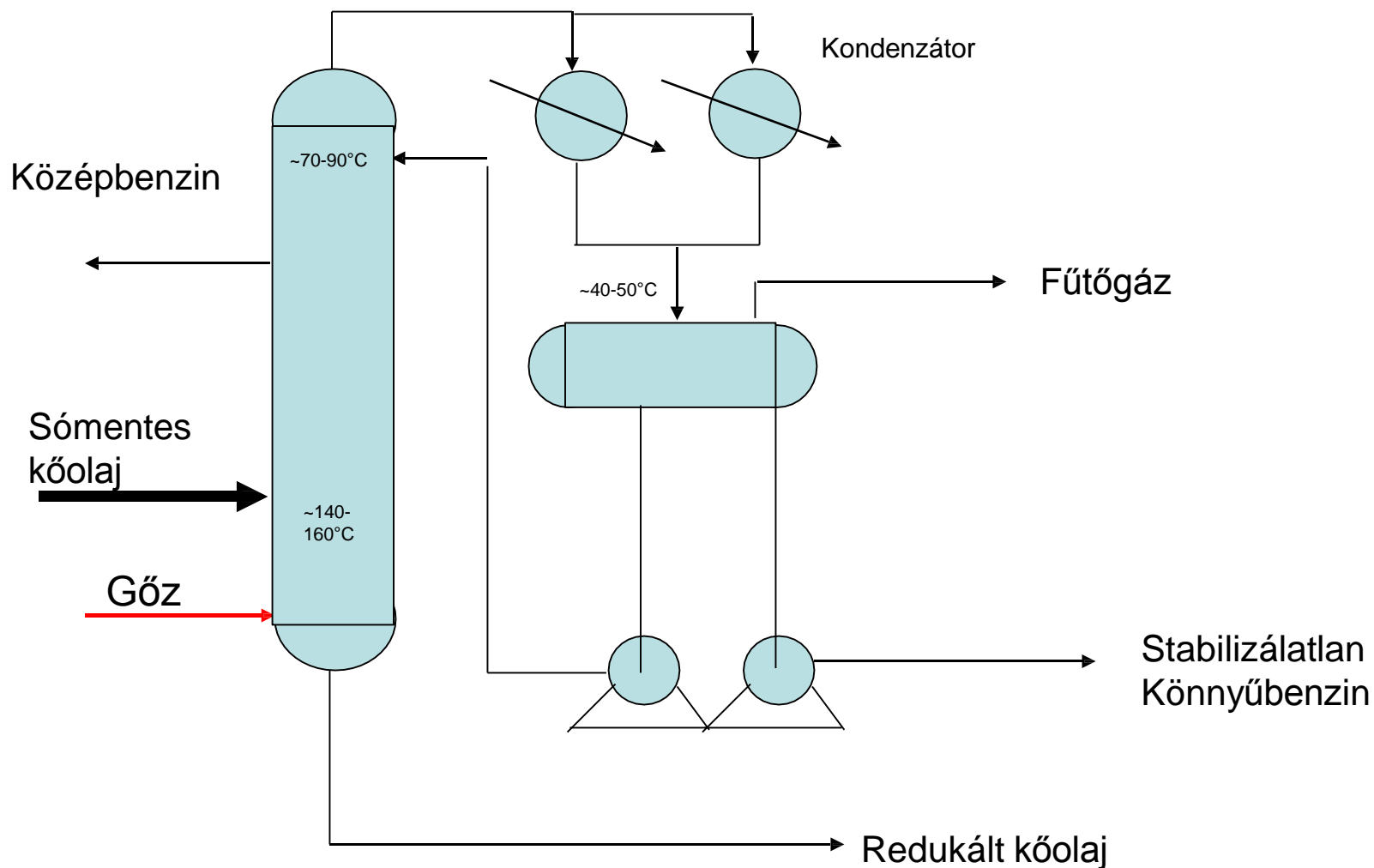


- ▶ Két fokozatú sómentesítő működik az AV üzemekben
- ▶ A kőolaj átlagos sótartalma: 20-40 ppm
- ▶ A sótartalom két fokozatban csökken 4 ppm alá
- ▶ Kevesebb vízfelhasználás
- ▶ A tartály fenekéről a lerakódás tisztítása folyamatosan történhet



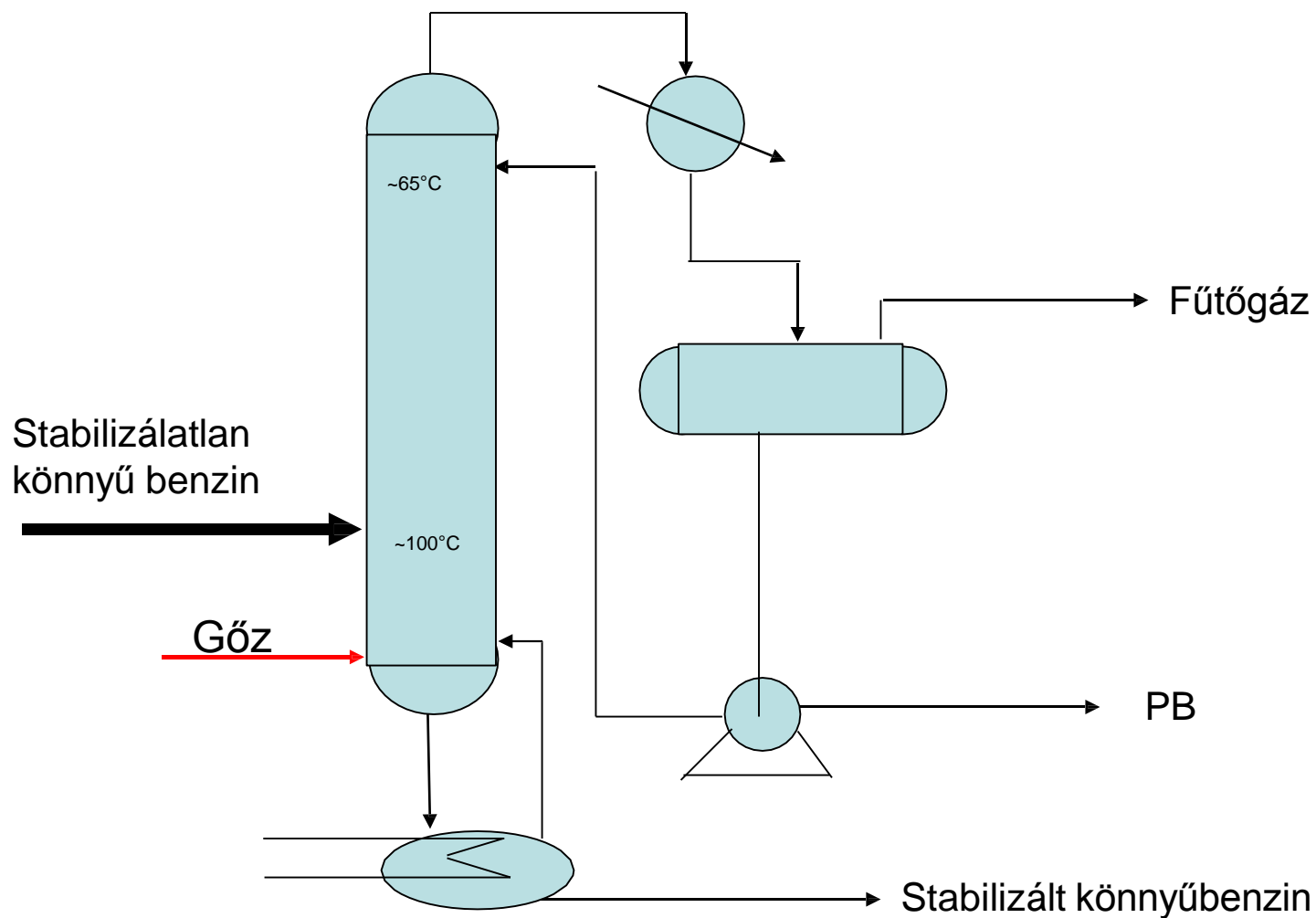
Előlepárló

Cél: könnyű szénhidrogén komponensek eltávolítása a kőolajból



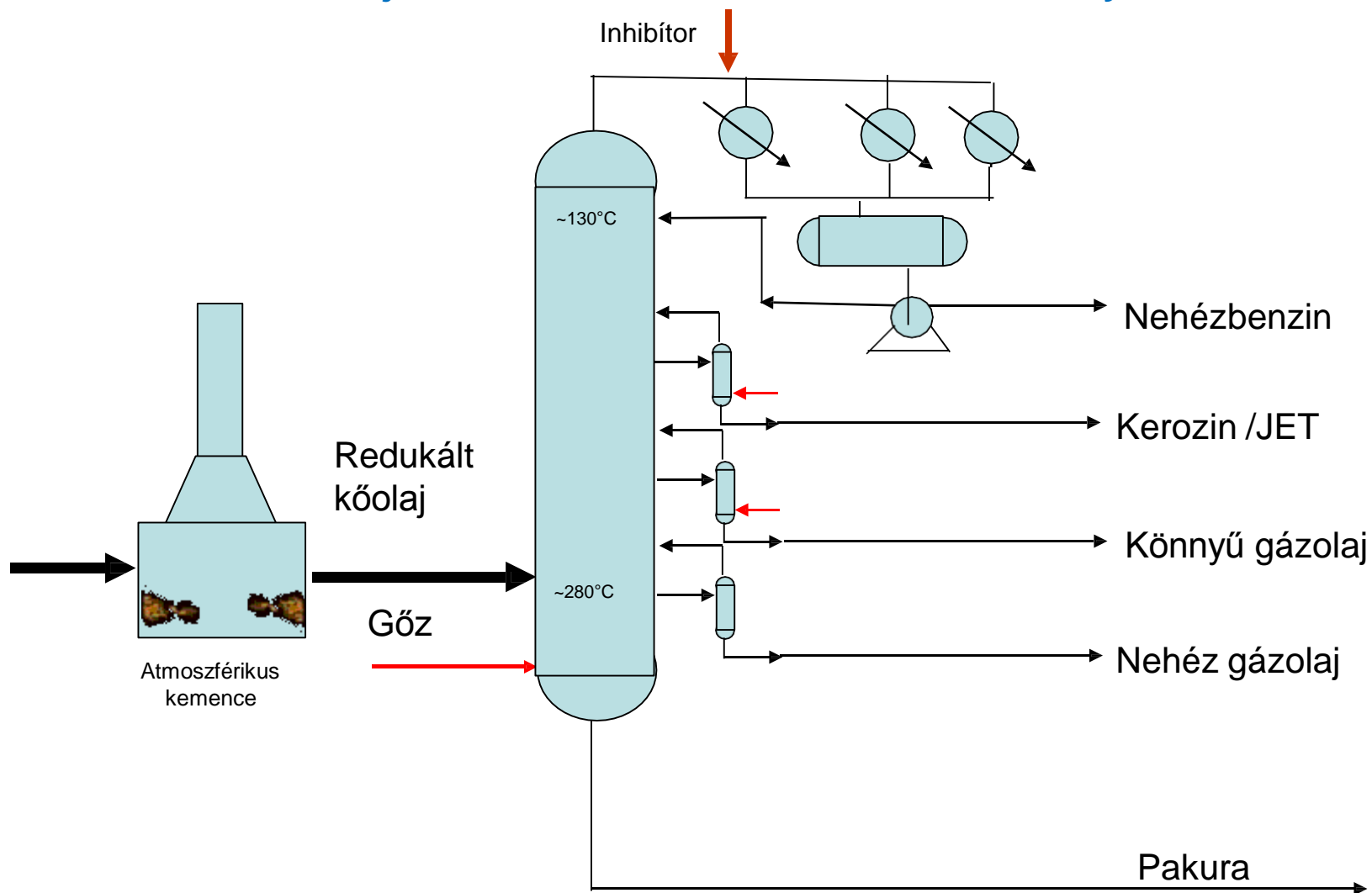
Könnyűbenzin stabilizáló

Cél: könnyű benzin stabilizálása



Atmoszférikus kolonna

Cél: redukált kőolaj freatkiókra desztillálása atmoszférikus nyomáson

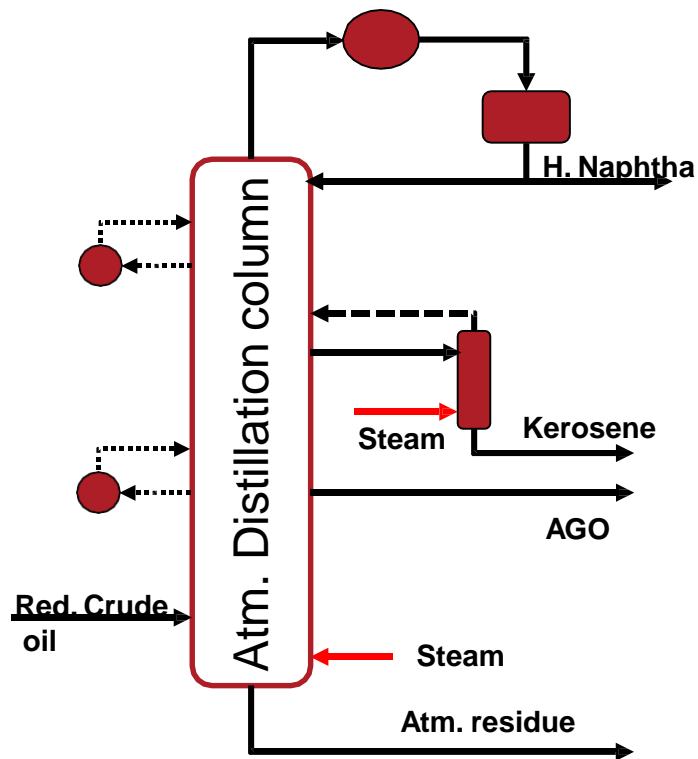


Tipikus tányér számok – atm. kolonna

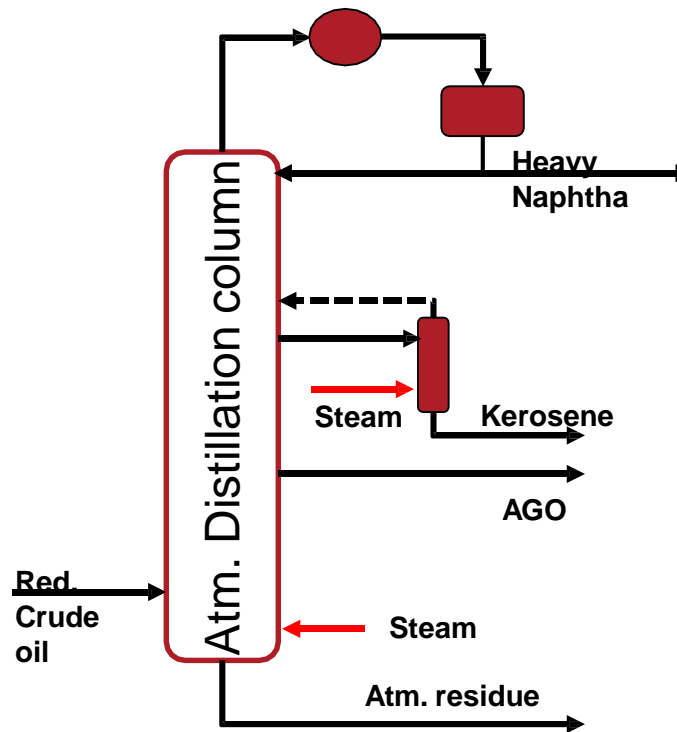
Frakciók	Tányér szám
Benzin / petróleum	8 - 9
Petróleum / KGO	9 - 11
KGO / NGO	5 - 9
NGO / Betáplálás	8 - 11
Betáplálás / Fenék	4 - 9
Oldal termék sztripper	4 - 10

Atmoszférikus kolonna cirkulációs reflux-szal vagy anélkül

Példa



A eset

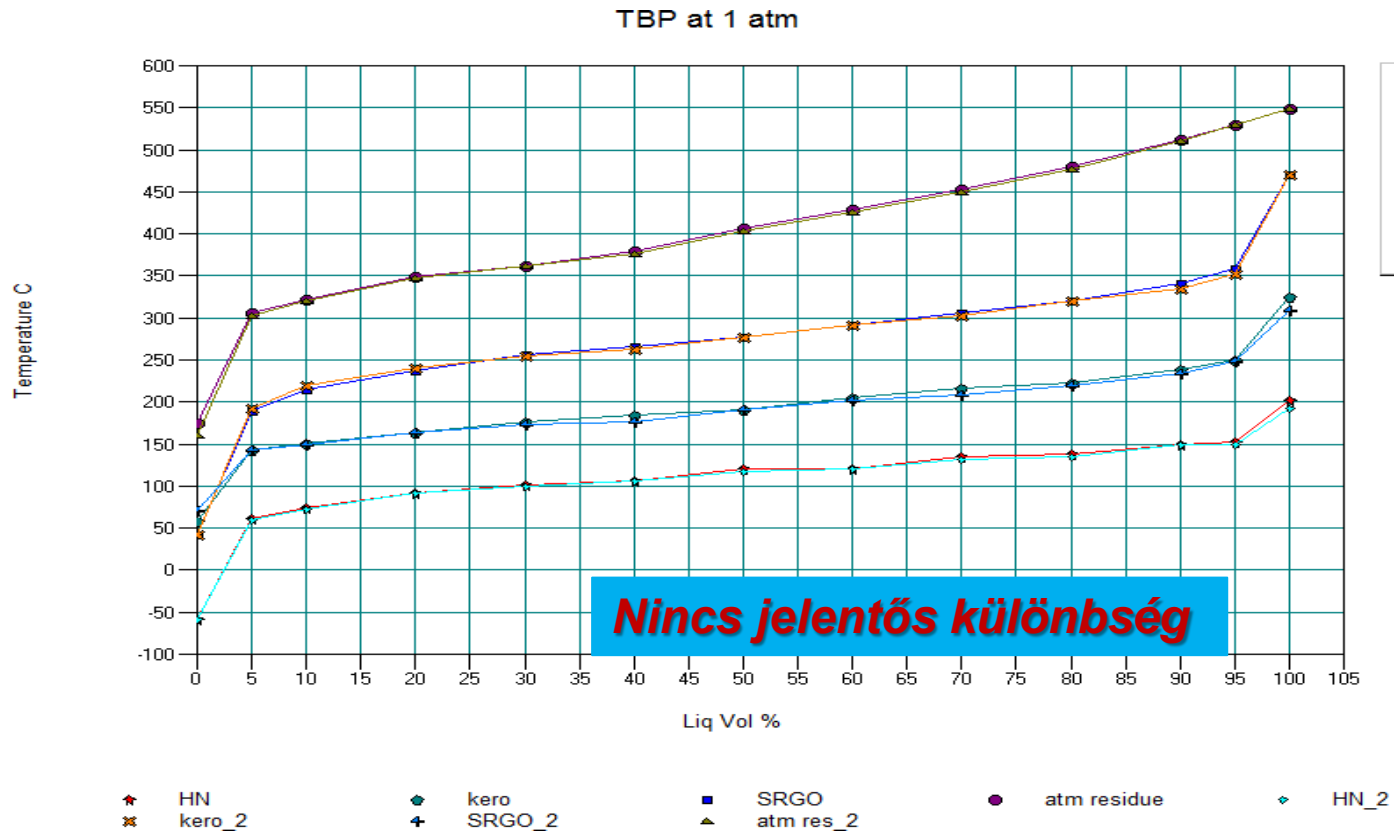


B eset

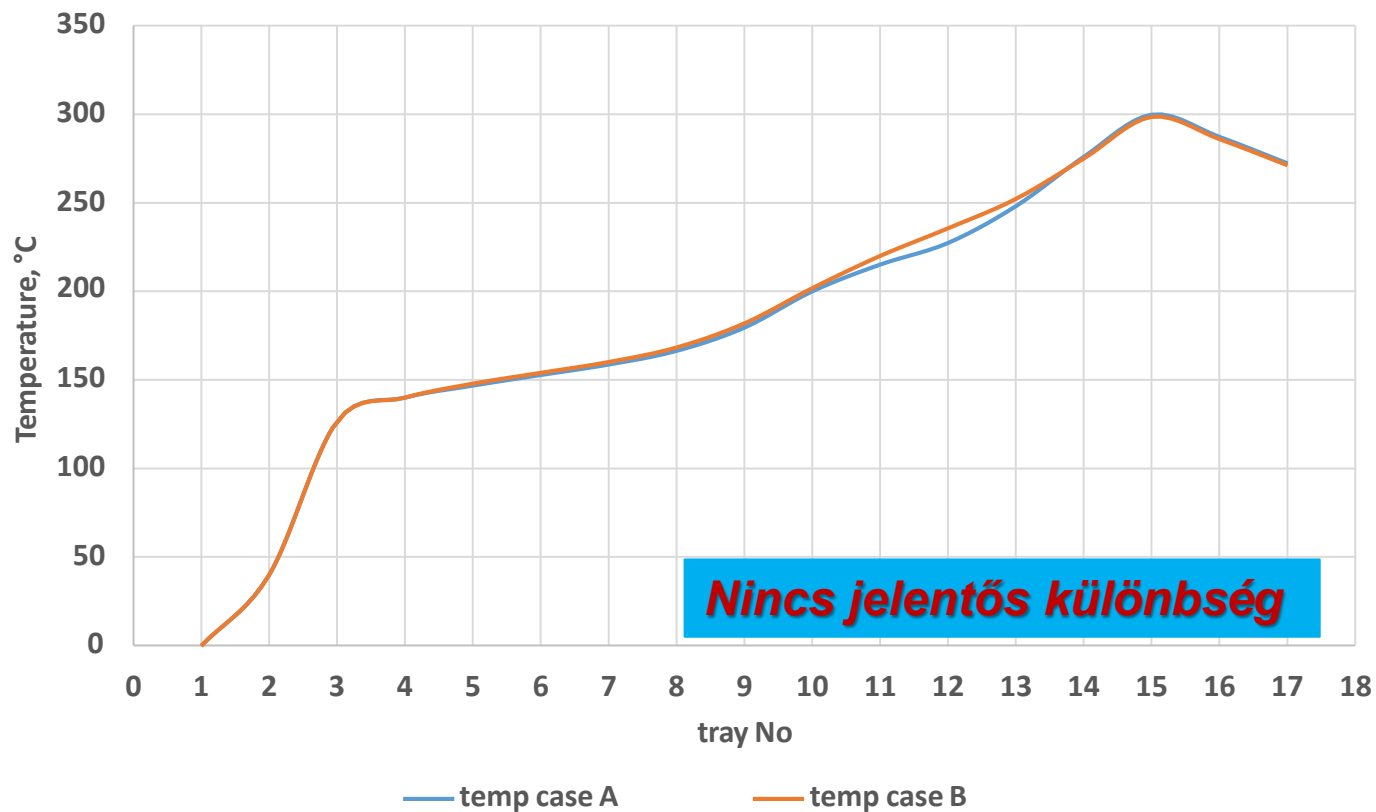
Kolonna konfiguráció

	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 tényér	14	14
Kondenzátor hőmérséklete, °C	40	40
Kolonna tényérszáma	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 sztrippelő gőz mennyisége, kmol/h	60	60

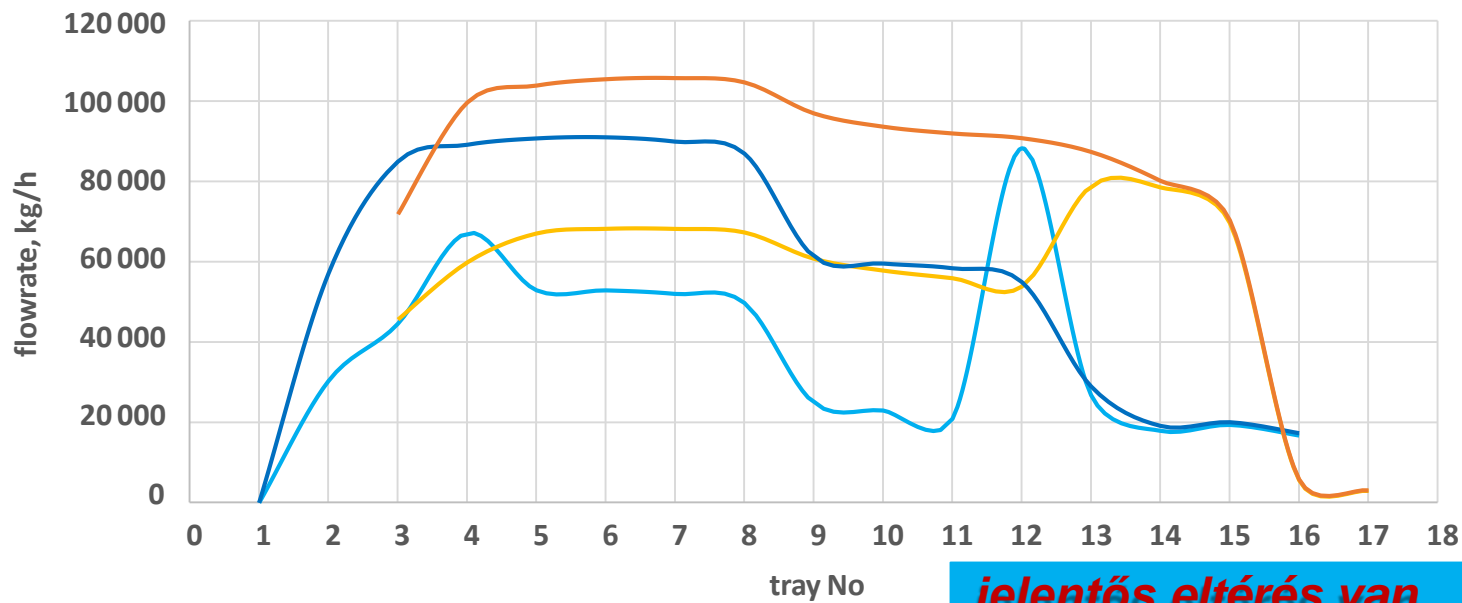
Termékáramok minőségi összehasonlítása



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		

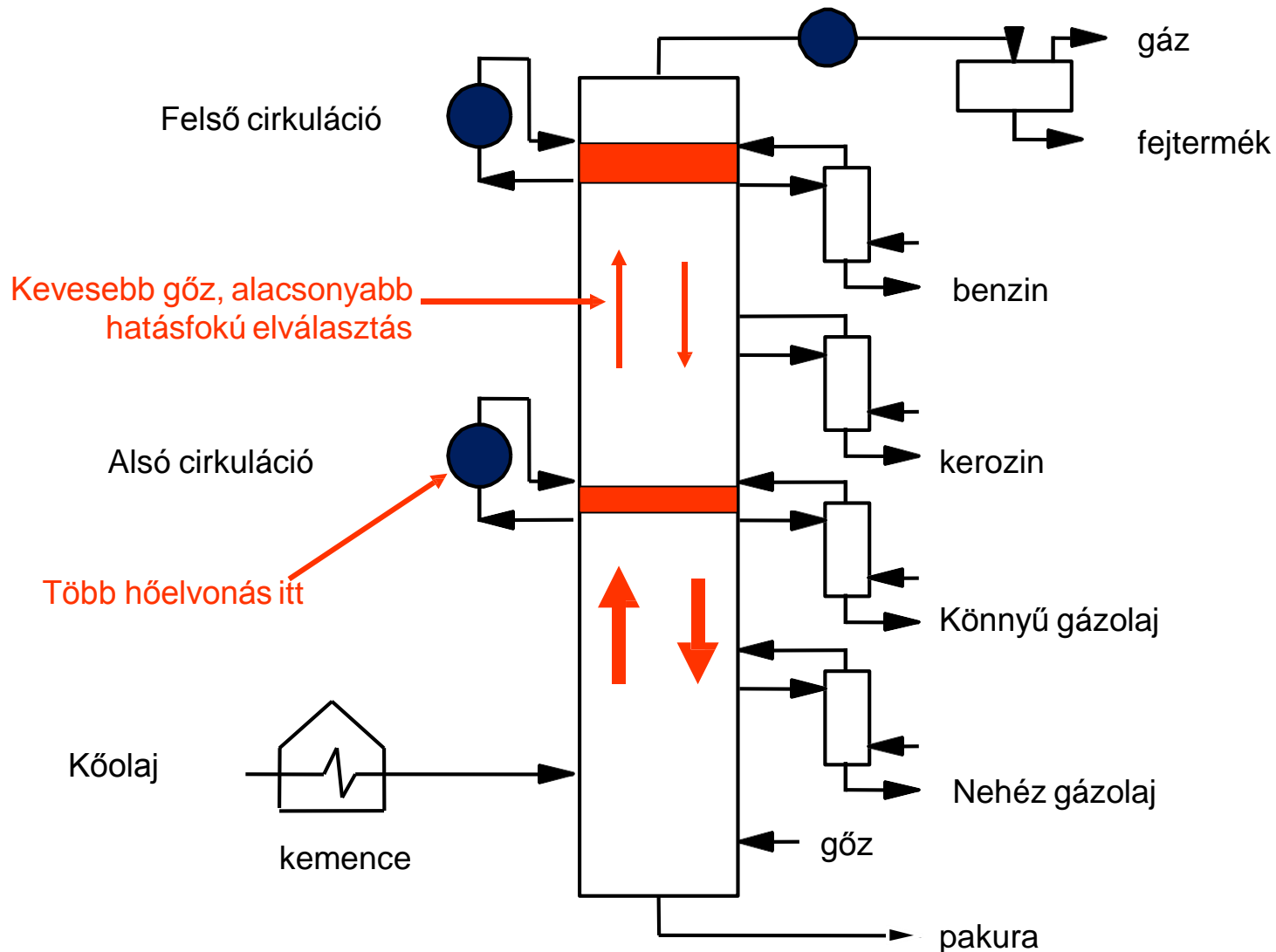
Hő kinyerése magasabb hőfokszinten valósul meg !!

REFLUX arány:

Case A: 2,2

Case B: 4,2

Oldalsó cirkulációs reflux jelentősége

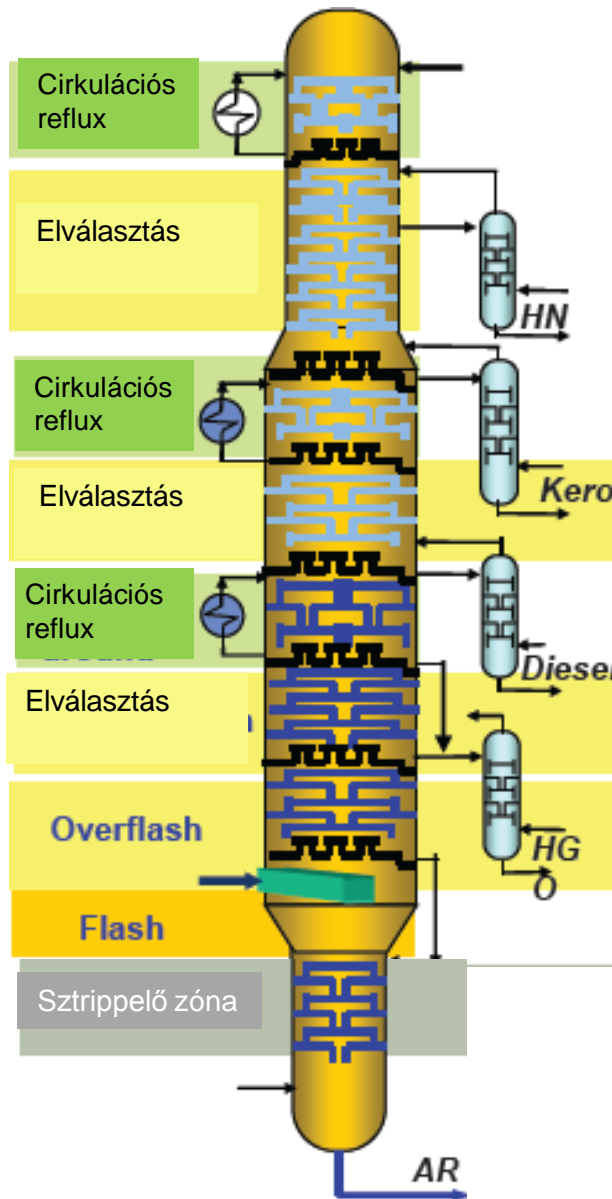


Atmoszférikus kolonna – sztrippelő tányérok



- Tányér megsérülése gyakori probléma a sztrippelő szekcióban és a sztrippelő toronyban
- A meghibásodás gyakran az üzem indulásakor történik, ha a nedves gőz víztartalma hirtelen elpárolog - gőzrobbanás

Hatékonyság javítás – atm. kolonna

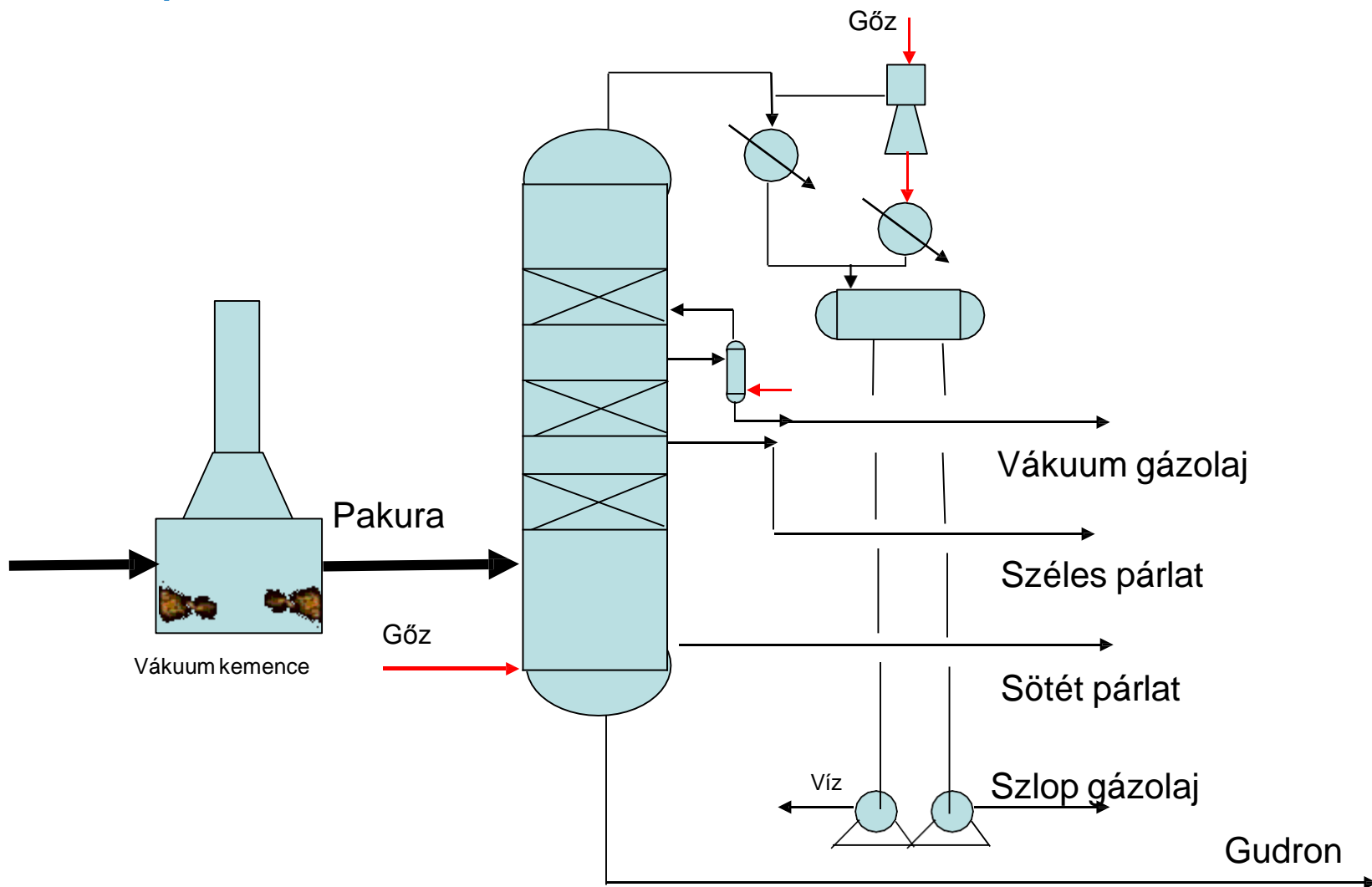


Fehéráru hozam növelhető:

- Overflash mennyiség csökkentésével (mosózóna hatékonyság növelés)
- Sztrippelő zóna hatékonyság növelés
- Flash zóna hőm. növelés (mosó szekció szűk keresztmetszet feloldása.)
- Könnyű gázolaj növelhető jobb frakcionálás KGO/NGO között

Vákuum kolonna

Cél: pakura frakciókra desztillálása vákuumban



Működési paraméterek

Vákuum kemence:

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

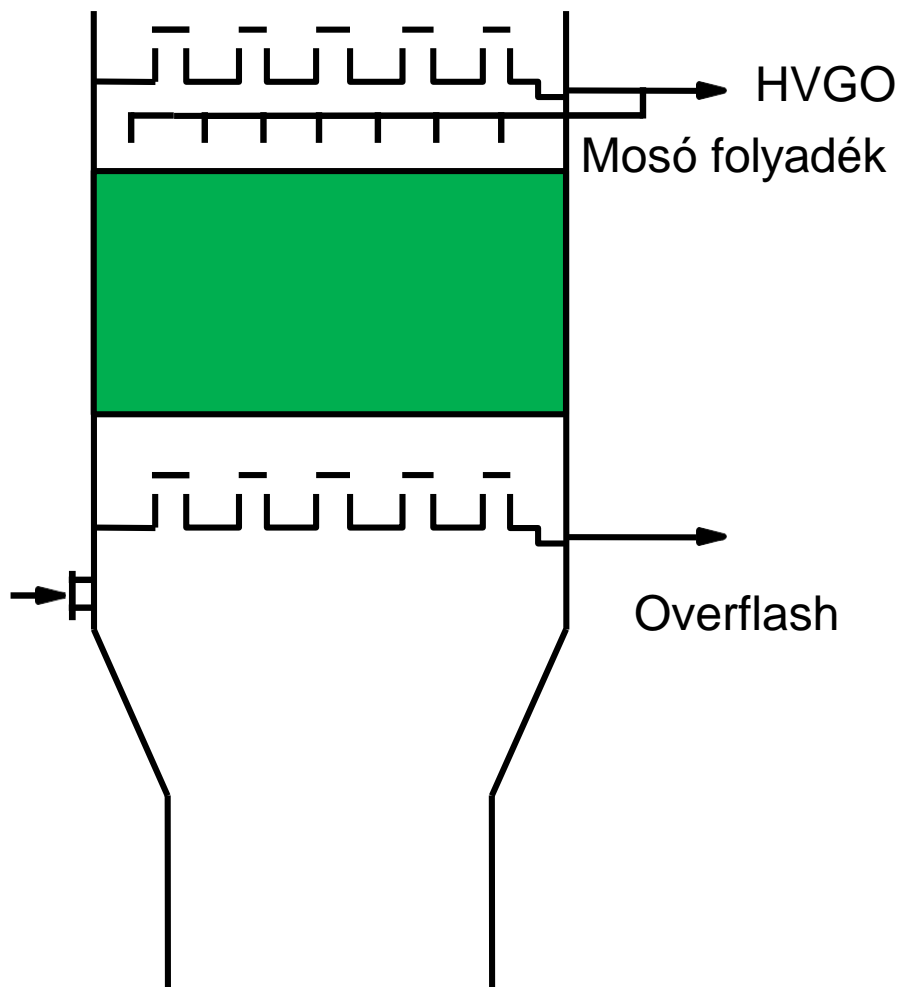
Vákuum kolonna

- 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

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

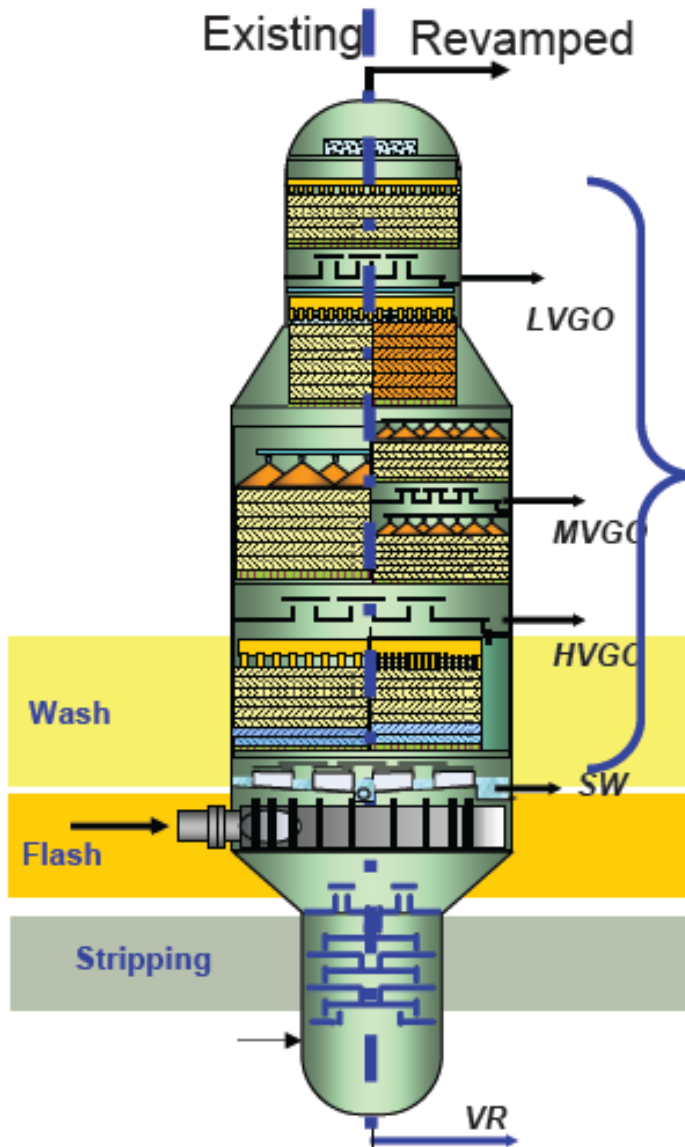
Mosó zóna kialakítása



Hagyományos elrendezés

- egyszerű
- minden vákuum kolonna esetén alkalmazható

Hatékonyság javítás – Vákuum kolonna



Vákuum kolonna hozama növelhető:

- Nyomásesés csökkentéssel
- Sztrippelő zóna hatásfok növelése
- Flashzóna hőmérséklet növelése

Nyomásesés csökkenés nagy hatékonyságú rendezett töltet használatával

HVGO hozamnövelés jó mosózóna tervezéssel (hatékonyabb mosózóna, kisebb Overflash)

Jól tervezett flash zóna – csökken a folyadékkelhordás – 0,1 %, jobb hozam

Jobb sztrippelő szekció tervezése 5 %-kal több fehérárú kihozatal, 20 %-kal kevesebb gőz felhasználás

Kemencék



▶ Oldal égők

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



▶ Fenék égők

Agenda



Desztilláció

Kőolaj desztilláció

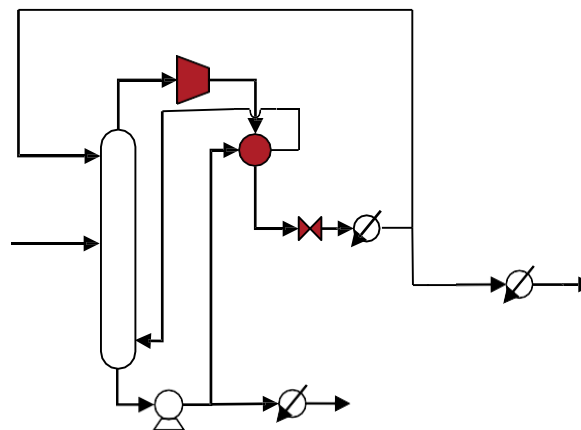
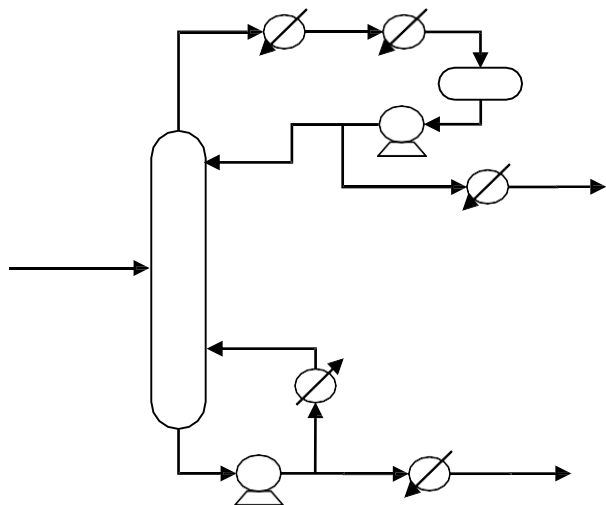
Speciális alkalmazások

Hőszivattyú alkalmazása

Propán/propilén szplitter (FCC és DC)

▶ Használat feltételei, előnye:

- ▶ A fej és fenéktermék közöttiforráspont különbség kisebb mint 30 °C.
- ▶ Kis nyomásesés a kolonnán (rendezett vagy speciális belső szerkezet alkalmazása)
- ▶ Energia megtakarítás
- ▶ Kompresszor drága

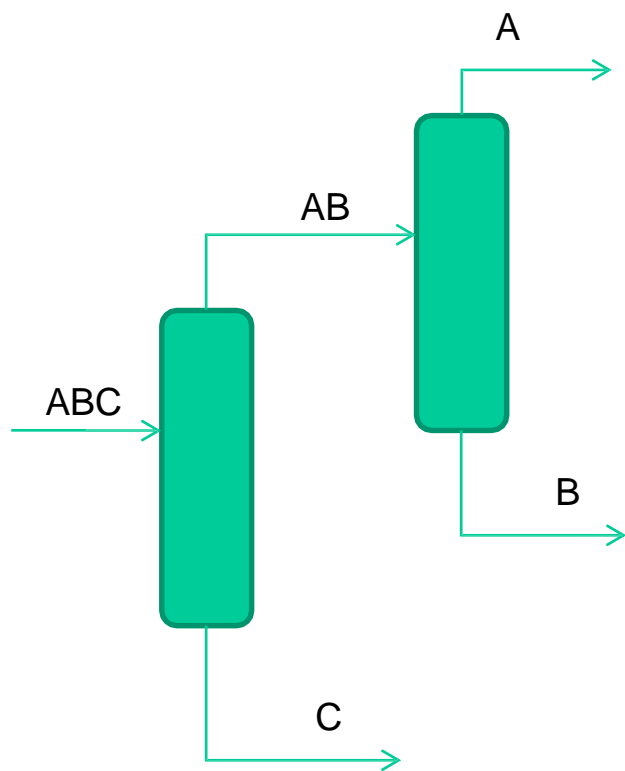


- ▶ A fejtermék nyomását növeljük kompresszorral annak érdekében hogy a hőtartalma és energia tartalma nőjön.
- ▶ A komprimált fejterméket használjuk mint meleg áramot a desztillációs folyamat hőjének biztosítására.(reboiler) A felmelegített fenékáram egy részét visszavezetjük a kolonnába.
- ▶ A fejtermék részben a hőcserélőben részben pedig a nyomás csökkentés hatására (szelep) lehűl. A kívánt reflux hőmérsékletet vizes hűtővel állítjuk be.

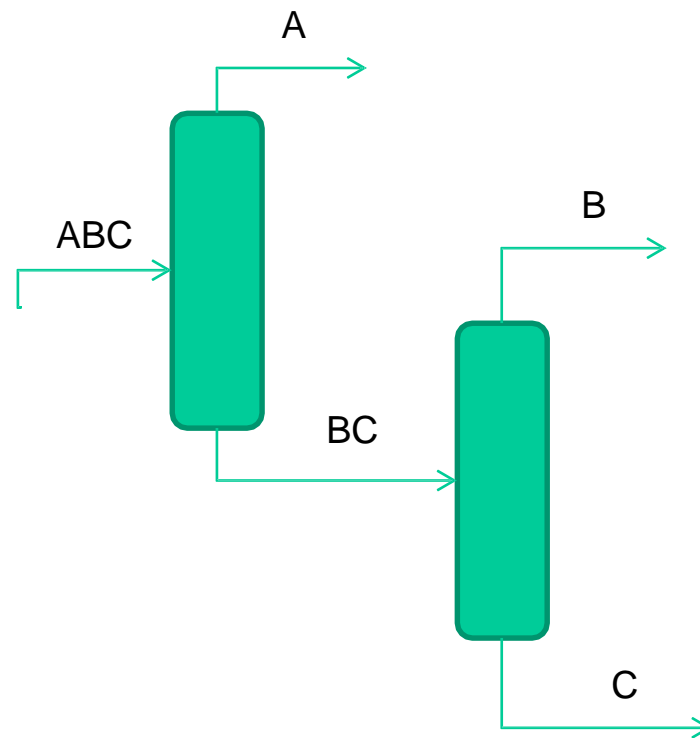
Energia hatékonyság egyszerű kolonnáknál

Termékek száma	Szeperatorok száma	Lehetőségek
2	1	1
3	2	2
4	3	5
5	4	14
6	5	42
7	6	132
8	7	429
9	8	1430

Példa



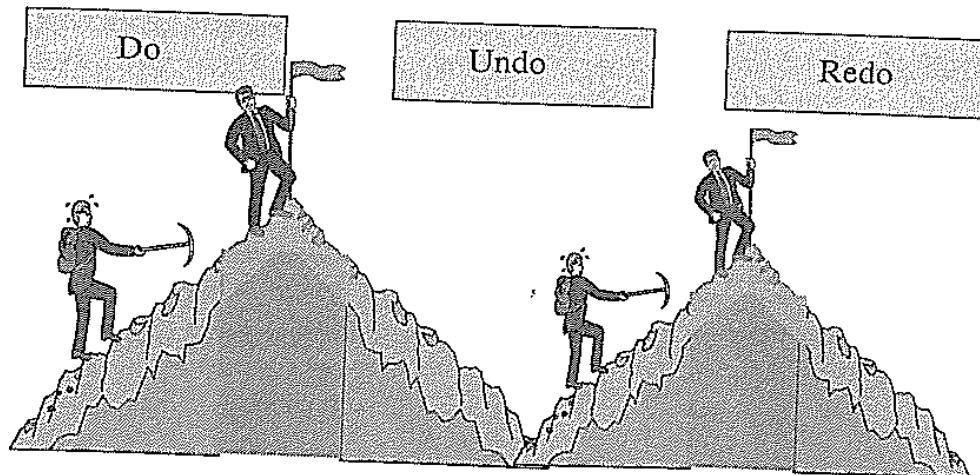
Case 1



Case 2

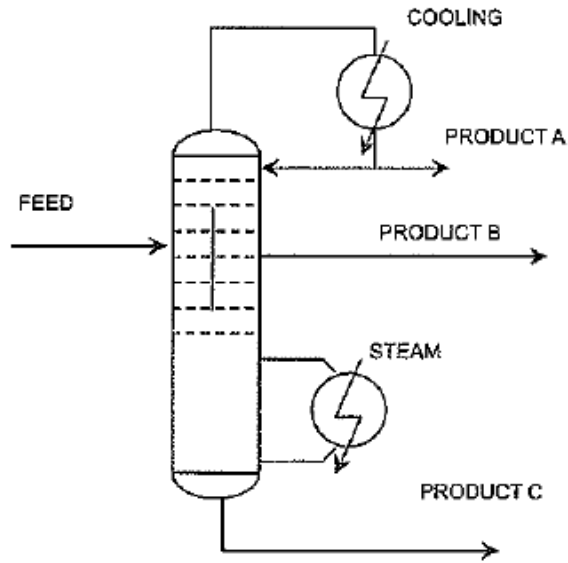
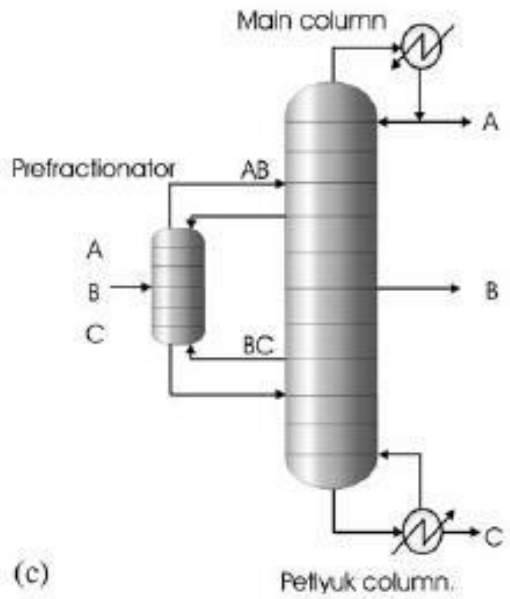
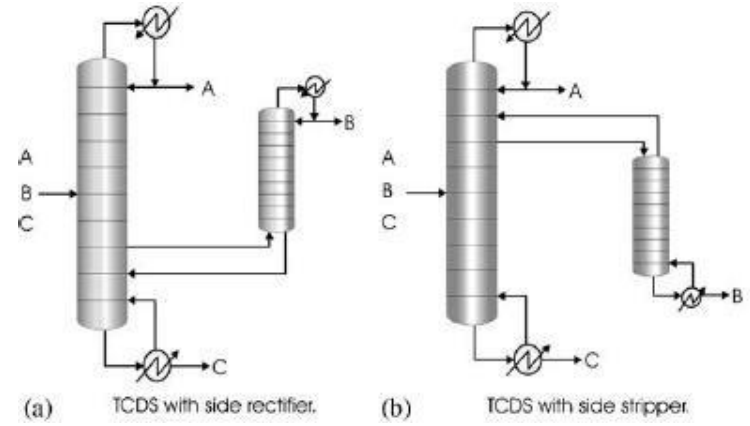
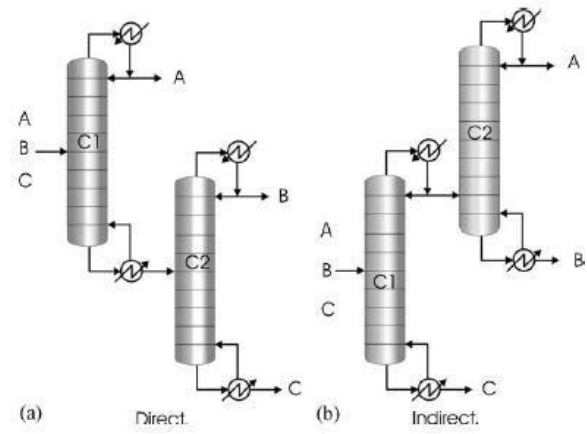
PRE-SELECTION OF DISTILLATION SEQUENCE

The pre-selection of distillation sequence during step 1 is generally made by evaluating all alternatives that satisfy the constrain. Evaluation can be based on the criteria of **minimum vapor flow**.



Pressurizing - depressurizing - pressurizing
Heating cooling re-heating and Separation - mixing - separation

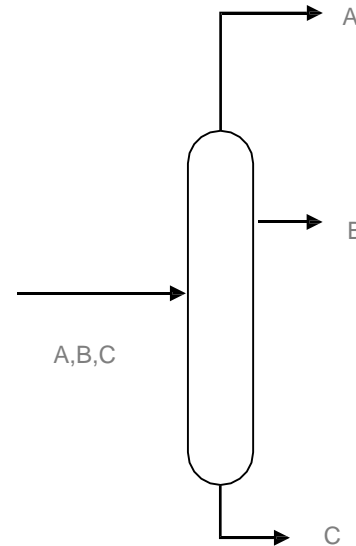
Hagyományos desztillációs kolonna/ Petlyuk kolonna / Osztott falú kolonna



COLUMNS WITH SIDE-DRAW PRODUCTS EXAMPLE-1

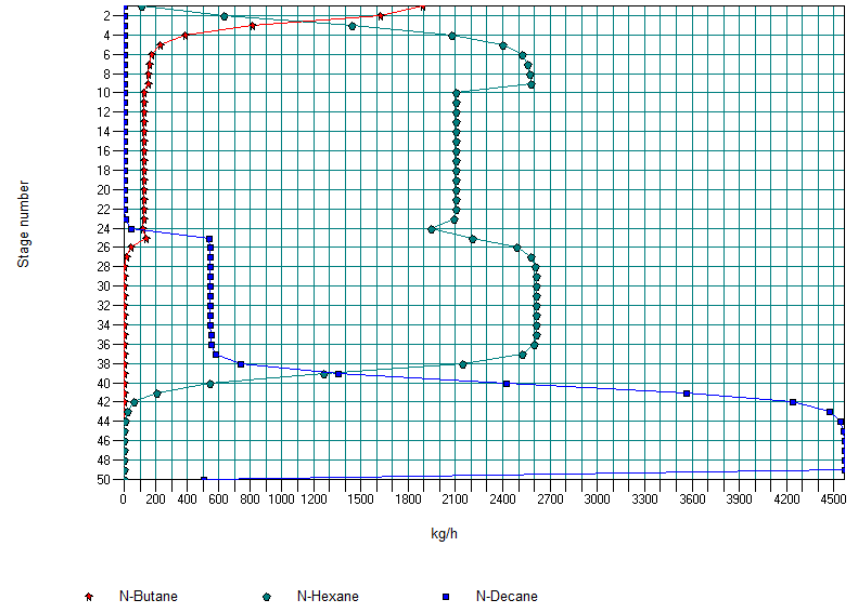
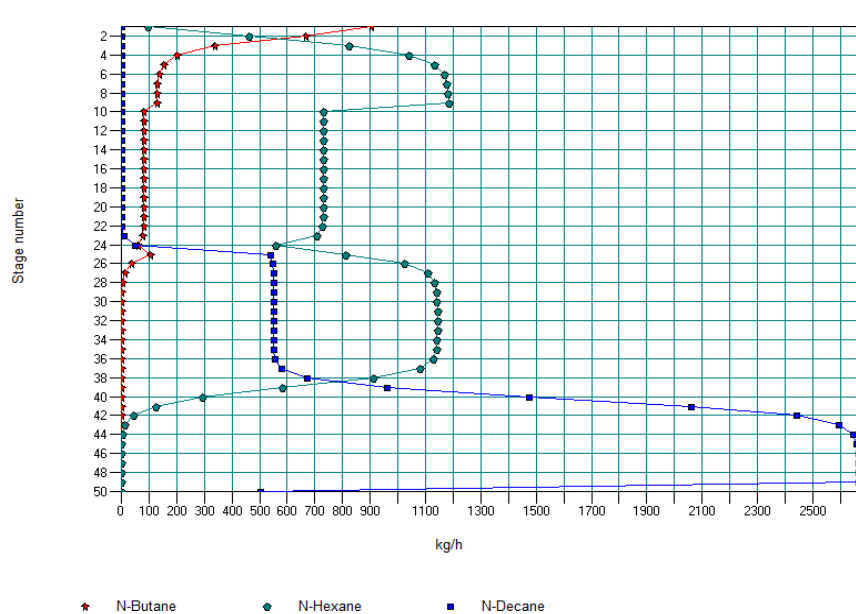
Components	Composition wt %
N-butane (A)	33,3
N-hexane (B)	33,3
N-decane (C)	33,3
Total, kg/h	1500

Column specification	
Tray number	48 + cond + reb
Feed tray	25
Top pressure, bar	5
Feed temperature, °C	120
Side-draw tray number	10
Reflux ratio	2; 4



COLUMNS WITH SIDE-DRAW

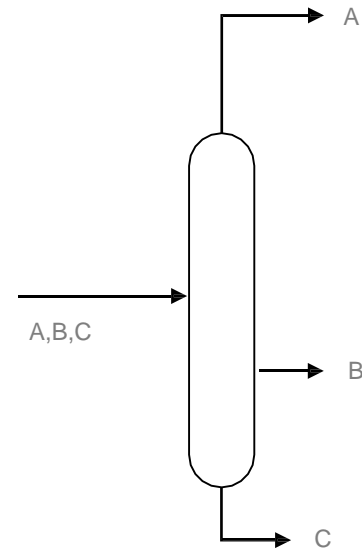
	feed	top	side	bottom	top	side	bottom
reflux ratio		2			4		
tray number	25	1	10	50	1	10	50
temperature, °C	120	22,7	118,3	248,5	21,5	118,3	248,5
pressure, bar	5	5	5	5	5	5	5
flowrate, kg/h	1500	500	500	500	500	500	500
n-Butane, wt %	33,3	90,3	9,7	0,0	94,5%	5,5%	0,0%
n-Hexane, wt %	33,3	9,7%	90,3	0,0	5,5%	94,5%	0,0%
n-Decane, wt %	33,3	0,0	0,0	100,0	0,0%	0,0%	100,0%



COLUMNS WITH SIDE-DRAW PRODUCTS EXAMPLE-1

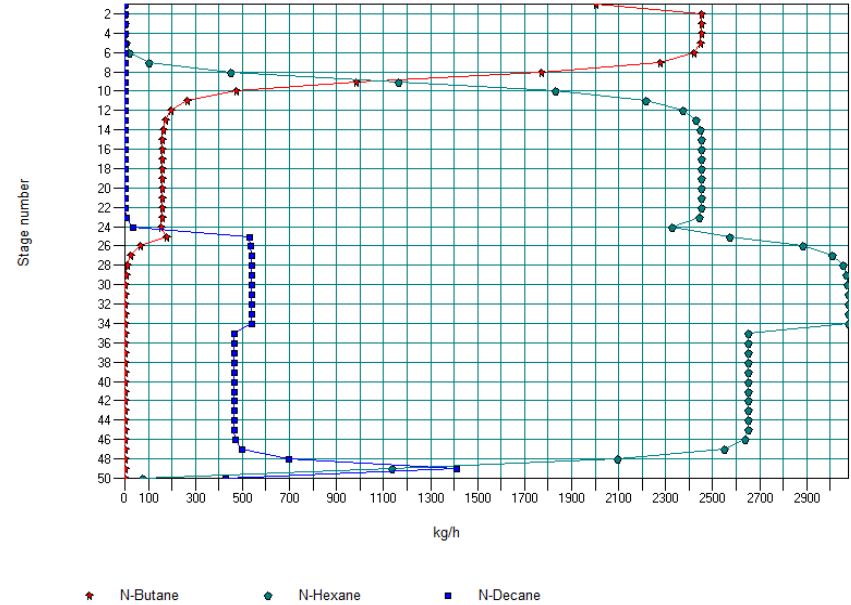
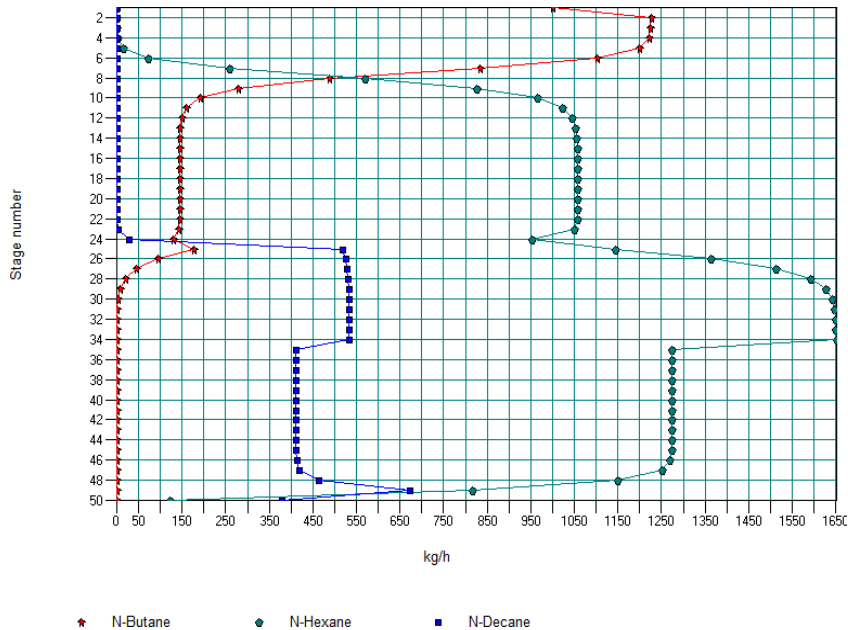
Components	Composition wt %
N-butane (A)	33,3
N-hexane (B)	33,3
N-decane (C)	33,3
Total, kg/h	1500

Column specification	
Tray number	48 + cond + reb
Feed tray	25
Top pressure, bar	5
Feed temperature, °C	120
Side-draw tray number	35
Reflux ratio	2; 4



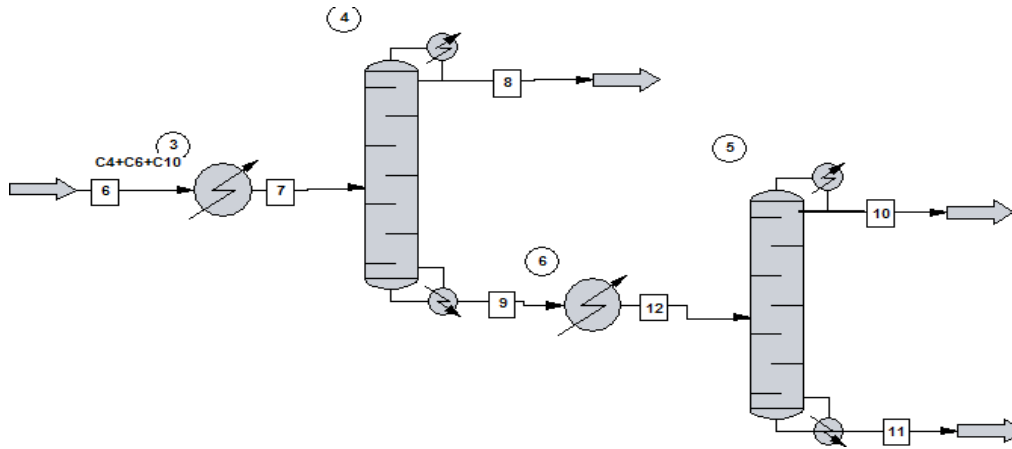
COLUMNS WITH SIDE-DRAW

	feed	top	side	bottom	top	side	bottom
reflux ratio		2			4		
tray number	25	1	35	50	1	35	50
temperature, °C	120	20	139	183,8	20	135	203
pressure, bar	5	5	5	5	5	5	5
flowrate, kg/h	1500	500	500	500	500	500	500
n-Butane, wt %	33,3	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
n-Hexane, wt %	33,3	0,0	75,6	24,4	0,0	85,1	14,9
n-Decane, wt %	33,3	0,0	24,4	75,6	0,0	14,9	85,1



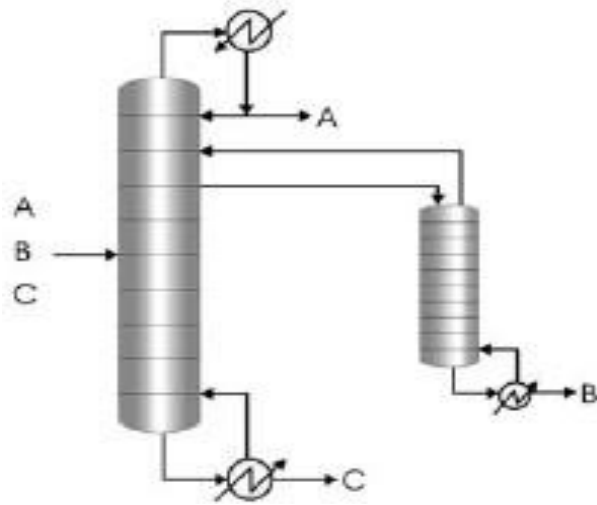
COLUMNS WITH SIDE-DRAW PRODUCTS

EXAMPLE-2

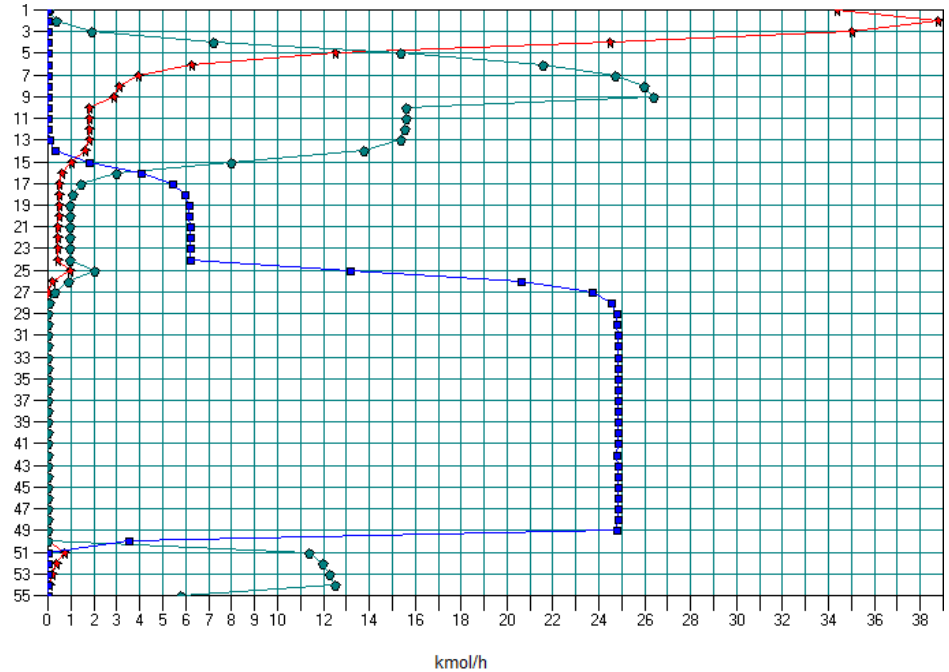


	feed	top	bottom	feed	top	bottom
reflux ratio		2			2	
tray number	12	1	25	12	1	25
temperature, °C	120	20	248,5	120	52	202
pressure, bar	5	5	5	5	2	2
flowrate, kg/h	1500	500	1000	1000	500	500
n-Butane, kg/h	500	500	0	0	0	0
n-Hexane, kg/h	500	0	500	500	500	0
n-Decane, kg/h	500	0	500	500	0	500

COLUMNS WITH SIDE-DRAW PRODUCTS - EXAMPLE-2



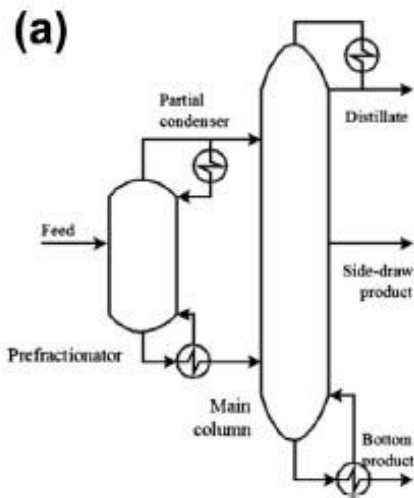
	feed	top	side	bottom
reflux ratio			4	
tray number	12	1	10 + 5 side strip	50
temperature, °C	120	30	129	249
pressure, bar	5	5	5	5
flowrate, kg/h	1500	500	500	500
n-Butane, wt %	500	99,8	,2	0
n-Hexane, wt %	500	,2	99,8	0
n-Decane, wt %	500	0	0	100



▲ n-Butane
 ◆ n-Hexane
 ■ n-Decane

PRE-FRACTIONATION ARRANGEMENT

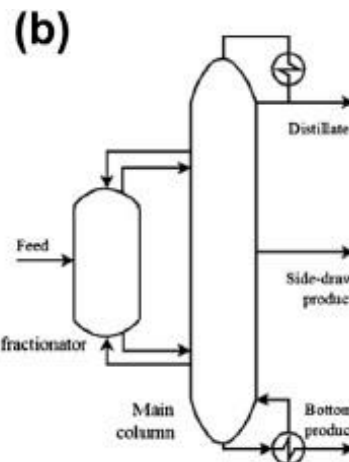
Instead of introducing a feed directly to a distillation column, where mixing effects will inevitably increase energy requirements, it is possible to partially separate the feed, in a “pre-fractionation” column - **with 20-40 % lower energy consumption than the traditional solution**



Pre-fractionator:

2 distillation column, 2 reboiler, 2 condenser

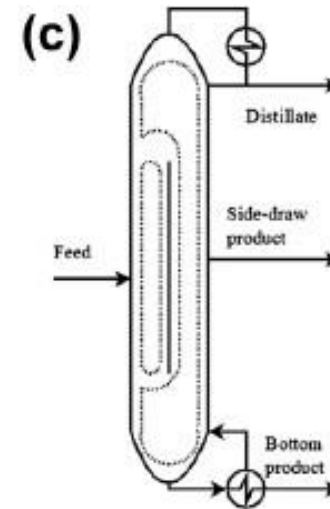
Possible to operate different pressure of the 2 columns



Petlyuk column:

2 distillation column, 1 reboiler, 1 condenser

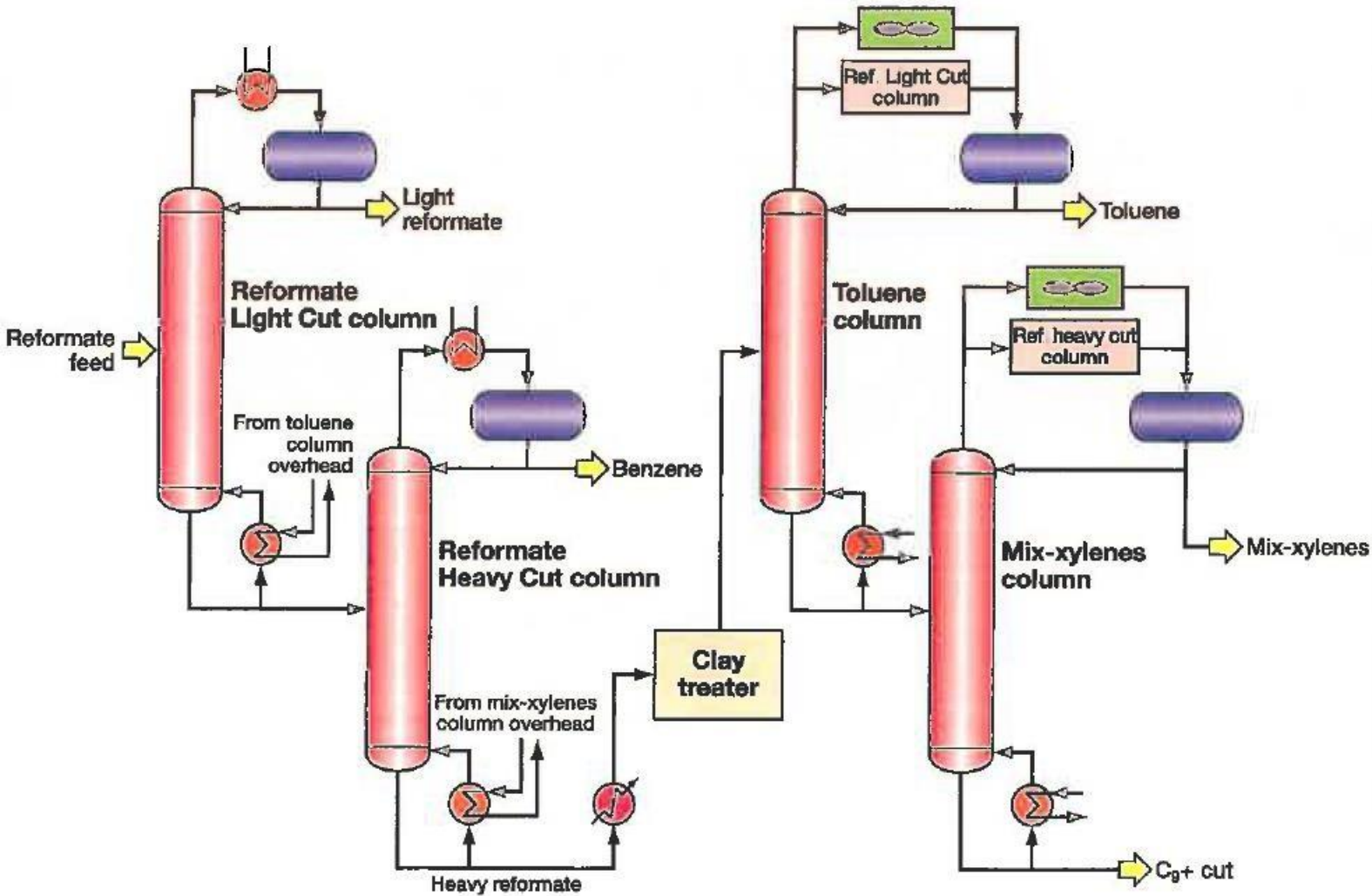
Reduce the opportunity to operate different pressure of the 2 columns



Divided wall column:

1 distillation column, 1 reboiler, 1 condenser
The pre-fractionation is carried out on one side of a vertical wall.

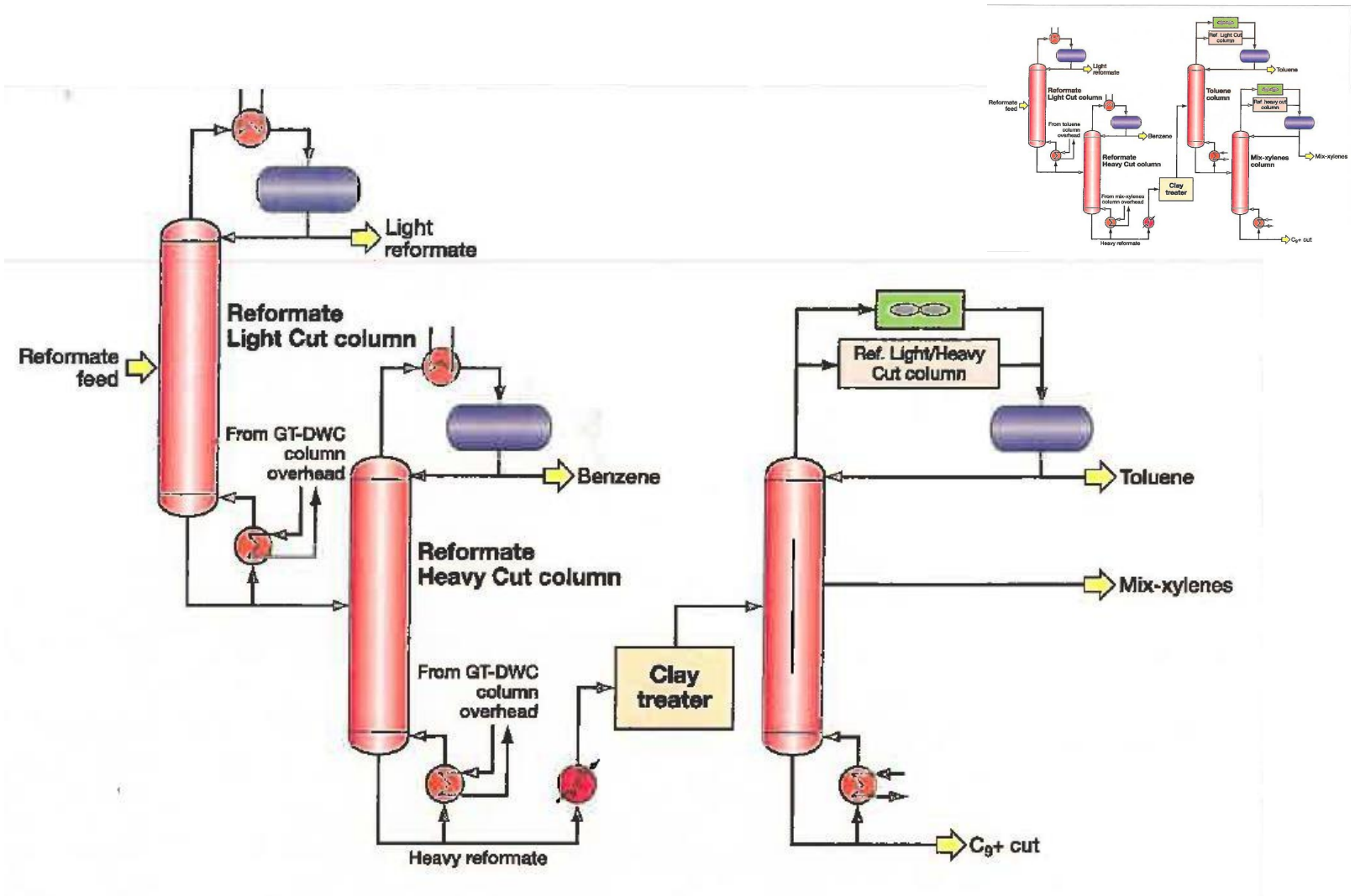
Reformátum redesztilláció – hagyományos eljárással



Reformátum redesztilláció – termék specifikációk

Komponens	Specifikáció, % m/m	megjegyzés
C8 aromás	98,8	min
Etil-benzol	18,0	max
Nem Aromás	1,0	max
C9 aromás	0,3	max

Reformátum redesztilláció – osztott falú kolonnával



Reformátum redesztilláció – összehasonlítás

Termék specifikáció	hagyományos	DWC	előírás
mix. Xilol termék, kg/h	29 332	29 334	
C8 aromás, wt%	99,2	99,3	min. 98,8
Nem aromás, wt%	0,5	0,4	max. 0,5
Etil-benzol, wt%	17,9	17,9	max. 18,0
C9 aromás, wt%	0,2	0,2	max. 0,3
Kiforraló hő, Gcal/h	21,5	17,2	
Kondenzátor hő, Gcal/h	20,1	15,8	
Működési költség megtakarítás, %	-	20	
CAPEX, MUSD	26	21	



Köszönöm a figyelmet !