

Procesi krekiranja

1. **Toplinsko krekiranje** (engl. *thermal cracking*) - nekad najvažniji postupak - pretvorba manje vrijednih naftnih destilacijskih ostataka zagrijavanjem kroz dulje vrijeme pri temperaturi oko 500 °C i tlaku do 25 bara, u vrijednije proizvode - benzin, dieselsko gorivo i petrolejski koks (*proces koksiranja, engl. coking*).
2. Sličnim se postupkom poboljšavaju svojstva loživih ulja - smanjuju viskoznost i stinište - procesom nazvanim "**lom viskoznosti**" prema engl. *visbreaking*.
3. **Katalitičko krekiranje** (engl. *catalytic cracking*) - najčešći i najvažniji postupak u suvremenoj naftnoj preradi – proizvode se motorni benzini od plinskih ulja. Provodi se uz zeolitne (alumosilikatne) katalizatore, usitnjene čestice (50...100 μm) velike reakcijske površine (oko 500 m² g⁻¹), kojima se povećavaju brzina pretvorbe, iscrpak i kvaliteta proizvedenog benzina (visoki oktanski broj). Najznačajniji je **proces u fluidiziranom (vrtložnom) katalitičkom sloju** (engl. *fluidized catalytic cracking, FCC*). Aktivnost katalizatora smanjuje se tijekom uporabe taloženjem koks nastalog sporednim reakcijama i zato se katalitičke čestice obnavljaju u posebnom reaktoru – regeneratoru, spaljivanjem naslage koks, a zatim zagrijane vraćaju u reakcijski prostor. Tim se postupkom uz benzin, dobivaju i olefinski ugljikovodici (eten, propen, buteni) i drugi plinoviti proizvodi (vodik, etan, propan) te lako plinsko ulje.
4. Sličan katalitički postupak - pretvorba naftnih ostataka s velikim udjelima aromatskih i poliaromatskih ugljikovodika, a krekiranje se provodi uz dodatak vodika - **hidrokrkiranje** (engl. *hydrocracking*). U tu svrhu upotrebljavaju se difunkcionalni katalizatori, smjesa zeolita i plemenitih metala (Pt, Pd, Ni, W), pri tlaku vodika oko 100 bara i temperaturi 350 °C.

Toplinsko krekiranje

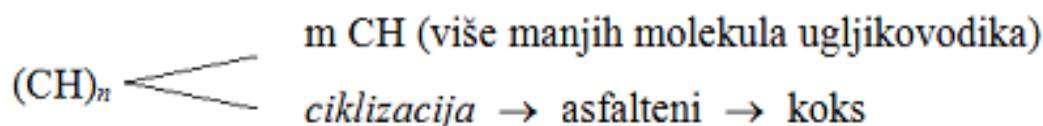
- reakcije i procesi pri kojima dolazi do razgradnje ugljikovodika (CH) samo pod utjecajem topline, bez prisutnosti katalizatora.

Danas su najzastupljeniji procesi toplinskog krekiranja:

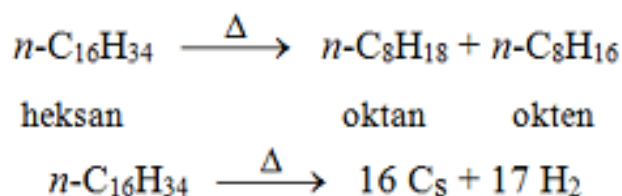
a) *koksiranje*

b) *lom viskoznosti*

Reakcija razgradnje endotermna je reakcija, zbiva se mehanizmom slobodnih radikala, pretežito ovisi o strukturi molekula i molekularnoj masi, a uvijek je zastupljena i nepoželjna reakcija nastajanja koksa, prema shemi:



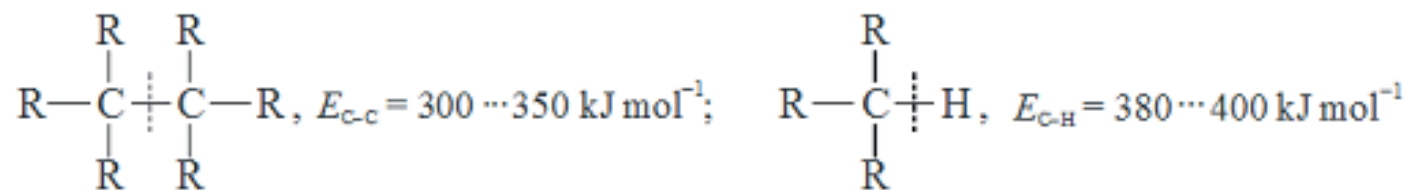
Primjer - krekiranje heksadekana (sastojak plinskog ulja) uz nastajanje oktana, oktana (sastojci benzina) i koksa, gdje je C_s oznaka za koks (engl. solid carbon):



Reakcijski mehanizmi

Reakcijski mehanizmi toplinskoga krekiranja temelje se na toplinskoj nestabilnosti većine ugljikovodika pri temperaturama višim od 100 °C. Međutim, do brze razgradnje dolazi tek pri temperaturama višim od 400 °C, pa se proizvodni procesi provode pri 450...650 °C.

Do pucanja molekula najlakše dolazi na alifatskim vezama C – C s energijom veze manjom od energije C –H veza:



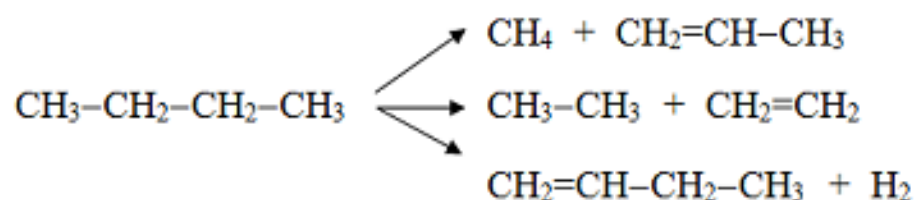
Slijedi pucanje veza alifatskog s aromatskim ugljikom, $\text{C}_{\text{al}} - \text{C}_{\text{ar}}$, kao primjerice u alkiliranim benzenima.

Olefinska dvostruka veza pripada najstabilnijim vezama s velikom energijom veze $\text{C} = \text{C}$ od 523 kJ mol^{-1} , a najčvršća je acetilenska, trostruka veza $\text{C} \equiv \text{C}$, s energijom veze od 691 kJ mol^{-1} .

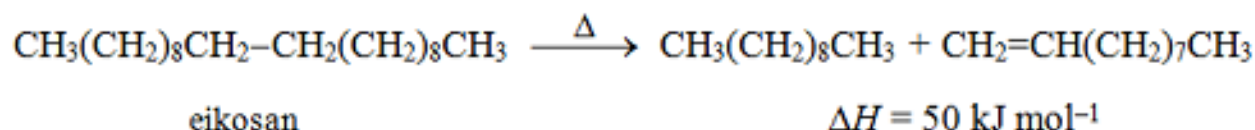
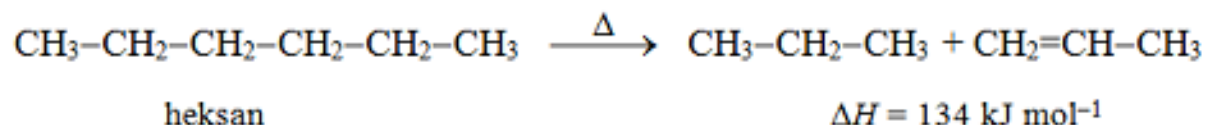
Međutim, olefinski i acetilenski ugljikovodici nisu nazočni u primarnim proizvodima već nastaju tijekom sekundarnih, konverzijskih procesa.

A) Toplinska razgradnja alkana

Ravnolančane molekule ugljikovodika najčešće pucaju na sredini uz nastajanje manjih molekula zasićenih i nezasićenih ugljikovodika, što je često popraćeno i reakcijom dehidrogenacije - toplinska razgradnja *n*-butana:



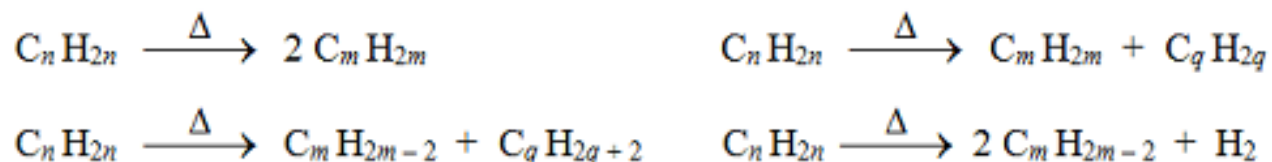
Reakcijska entalpija ΔH pucanja molekule *n*-alkana, u sredini molekule, na manje molekule alkana i alkena, smanjuje se s porastom duljine molekule:



Zato se smjesa ugljikovodika lakše "cijepa", tj. proces se može provoditi pri nižoj temperaturi s porastom njihove prosječne molekulske mase.

C) Toplinska razgradnja alkena

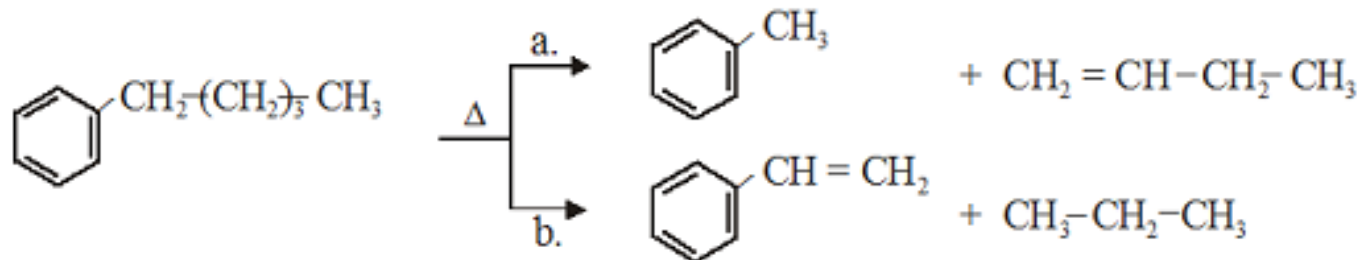
Alkeni nisu nazočni u početnoj sirovini već nastaju tijekom procesa primarne razgradnje, a zatim su također podložni procesima toplinskog kreiranja:



Toplinska postojanost visokomolekulnih alkena slična je postojanosti odgovarajućih alkana, pa je i put njihove razgradnje veoma sličan. Zbiva se pri višim temperaturama uz nastajanje manjih molekula alkena, alkana, vodika i aromatskih ugljikovodika.

D) Toplinska razgradnja aromatskih ugljikovodika

Nesupstituirani aromatski ugljikovodici najstabilniji su organski spojevi i u većini procesa ne dolazi do njihove razgradnje. Toplinska razgradnja supstituiranih, alkiliranih derivata pretežito teče reakcijom dealkilacije (a), za razliku od katalitičkog krekiranja (b):



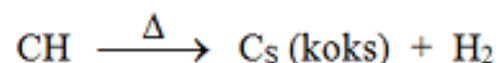
- što je izravna posljedica čvrstoće veza:

aromska – alifatska ($C_{ar} - C_{al}$) = 332 kJ mol⁻¹

alifatska – alifatska ($C_{al} - C_{al}$) = 298 kJ mol⁻¹

E) Nastajanje koksa

Koks (C_s) nastaje zagrijavanjem svih ugljikovodika (CH) pri dovoljno visokoj temperaturi:



Poredak sklonosti nastajanju koksa u ovisnosti o vrsti ugljikovodika je sljedeći:



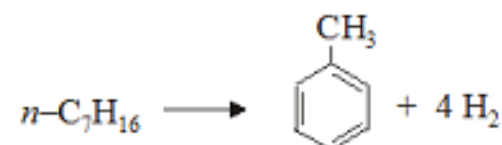
Primjerice, nastajanje koksa od etana je endotermna reakcija, ali od etena je egzotermna (velika brzina reakcije i pri nižim temperaturama):



Nastajanje koksa od lančanih ugljikovodika zbiva se preko reakcije ciklizacije (aromatizacija) i nastajanja poliaromatskih struktura.

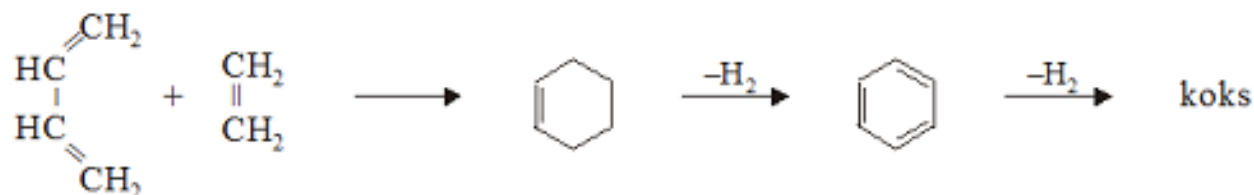
a) aromatizacija alkana

Aromatizacija alkana zbiva se reakcijom dehidrociklizacije:



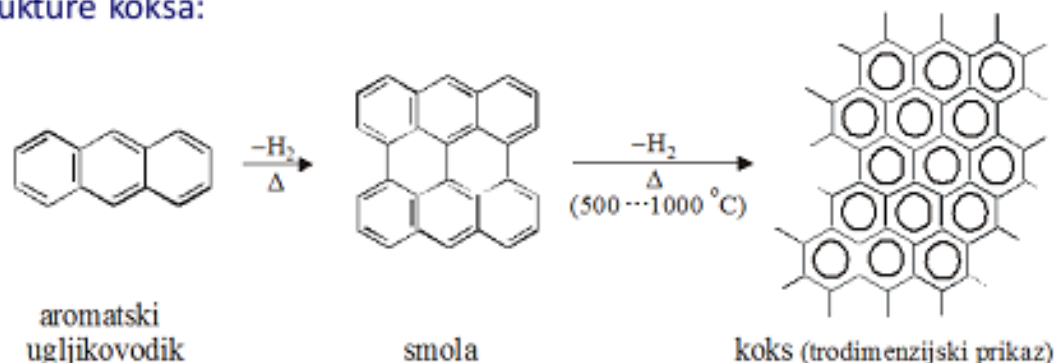
b) aromatizacija olefina

Ciklizacija olefina najčešće se zbiva Diels-Alderovom reakcijom, a zatim dehidrogenacijom nastaju aromati:

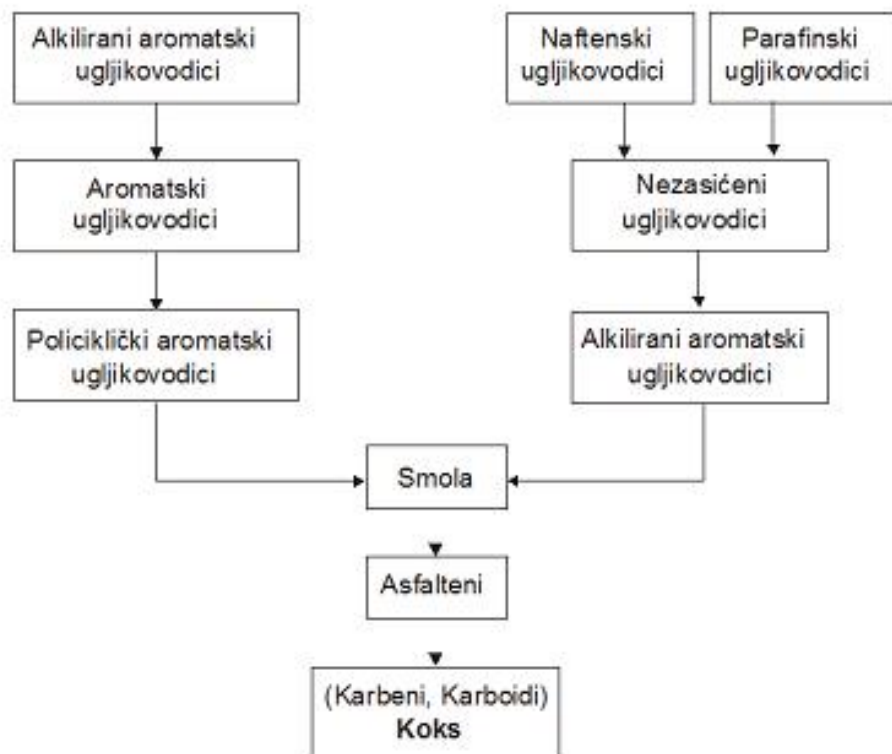


c) ciklizacija i kondenzacija aromatskih ugljikovodika

Reakcija se zbiva pri visokim temperaturama, dehidrogenacijom, postupnim povećanjem stupnja kondenzacije do strukture koka:



Porastom vremena zadržavanja u procesu pirolize aromata, rastu broj i veličina kondenziranih molekula od nekoliko aromatskih jezgara do nastajanja veoma velikih molekula malog udjela vodika, tzv. karboida odnosno koka.



Sastav aromatskih ugljikovodika i koksa

	Ugljik, C / maseni udjel, %	Vodik, H / maseni udjel, %	Omjer (C/H) / mol mol ⁻¹
Benzen	92,3	7,7	1
Perilen*	95,2	4,8	1,67
Koks	98,5	0,1	82

* dibenzonaftalen, C₂₀H₁₂



Uvjeti procesa toplinskog kreiranja ugljikovodika

Sirovina	Proces / proizvod	Vrijeme zadržavanja / s	<i>t</i> / °C	<i>p</i> / bar
Destilacijski ostatci	koksiranje / plin, benzin, plinsko ulje, koks	dugo (24 sata)	480	1...7
Teško loživo ulje	lom viskoznosti / loživo ulje	dugo	480	18
Plinsko ulje	kreiranje / benzin	60	500	20
Benzin	piroliza / α -olefini, diolefini	1	780	1
Etan	piroliza / etilen	1	800	1
Metan	piroliza / acetilen	0,1	1 400	< 1
Metan	koksiranje / tehnički ugljik, čađa	dugo	1 400	< 1

Procesi koksiranja

Cilj procesa koksiranja - dobivanje je vrjednijih proizvoda od tzv. teških ostataka, prvenstveno ostatka atmosferske i vakuumske destilacije nafte, a zatim i ostatka procesa loma viskoznosti i teškog plinskog (cikličkog) ulja od FCC-procesa.

Uz "lakše" proizvode nastaje i koks, u količinama ovisnim o vrsti sirovine.

Također, nastali vodik reagira sa sumporovim spojevima, smanjujući tako njihov udjel u proizvodima, a djelomice dolazi i do hidrogenacije nastalih olefinskih ugljikovodika.

Proces koksiranja jedan je od najstarijih sekundarnih, konverzijskih procesa (1928. g.), a i danas je u unaprijeđenom obliku u velikoj uporabi jer je vrlo ekonomičan.

Sastav proizvoda ovisi o vrsti sirovine, posebice sadržaju ugljika po Conradsonu (C_c): veći C_c u sirovini, veći je udjel nastalog koksa u proizvodu.

Ovisnost sastava proizvoda o sadržaju ugljika (Conradson) sirovine pri procesu koksiranja:
A - $C_c = 5,2$ % i B - $C_c = 15,6$ %.

Proizvod	A / mas. %	B / mas. %	Prosjek*
Plin ($CH_4 + C_2 \dots C_4$)	6,2	9,2	10,0
Benzin ($C_5 - 190$ °C)	18,5	17,4	10,0
Plinsko ulje, ukupno	65,3	48,5	60,0
Koks	10,0	24,9	20,0

* Moderna postrojenja. Sirovine, vakuumski ostatak (> 90 %).

Proizvodi:

- Plinska smjesa se obrađuje aaminskom otopinom (uklanjaju se H_2S i CO_2), zatim se odvaja ukapljeni naftni plin (C_3/C_4) (UNP), a ostatak služi kao loživi plin.
- Dobiveni benzin malog je oktanskog broja i najčešće služi kao sirovina u procesu reformiranja benzina.
- Lako plinsko ulje (80 %) je sastavnica dieselskoga goriva, a teško plinsko ulje temeljna je sirovina za FCC-proces.
- Koks, nazvan i *naftni koks*, petrolejski odnosno *petrol-koks* (engl. *petrol coke*), služi za proizvodnju grafitnih elektroda za elektrokemijske procese, osobito pri proizvodnji aluminija, te u industriji čelika, a slabije vrste rabe se kao gorivo, posebice u termoelektranama.

Proizvodi procesa koksiranja su:

plin (10 %), benzin (10-20 %), plinsko ulje (50-60 %), koks (20-30 %).

Razlikuju se dva temeljna procesa koksiranja:

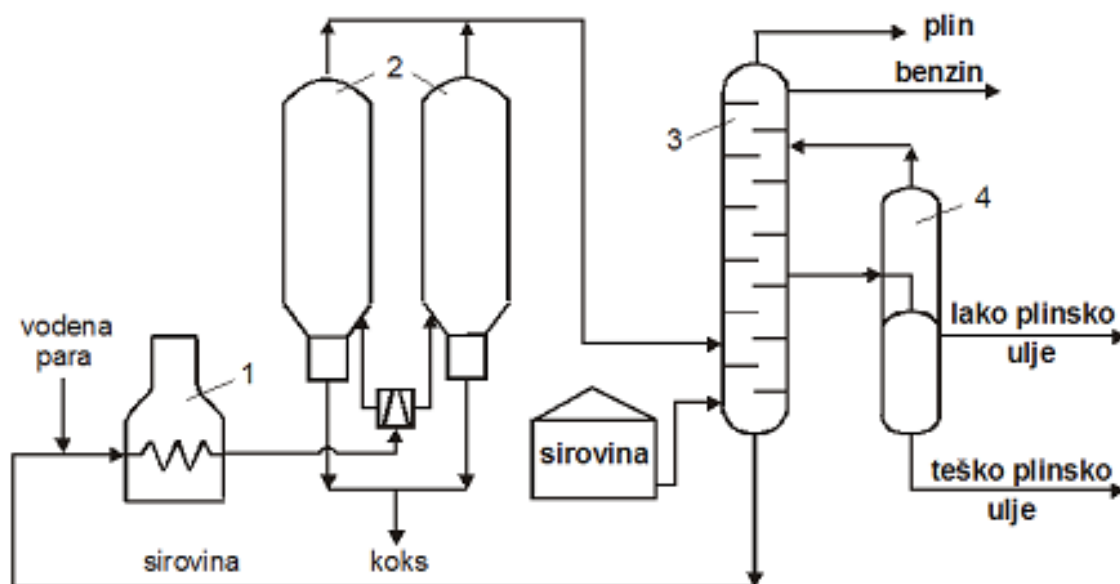
1. **komorno (produljeno) koksiranje** (engl. *Delay coking*),
2. **koksiranje u fluidiziranom (vrtložnom) sloju** (engl. *Fluid coking*).

U oba procesa prvo nastaje tzv. "zeleni" koks, proizvod s oko 10 % hlapljivih sastojaka, koji se često podvrgava dodatnoj obradbi procesom *kalciniranja*, zagrijavanjem u rotirajućim pećima pri temperaturi oko 1200-1500 °C oko 2 sata, kada se udjel hlapljivog smanji na oko 0,3 %.

a) Proces komornog koksiranja

Sirovina se dozira pri dnu frakcijske kolone, miješa s destilacijskim ostatkom, istodobno predgrijava, a zatim naglo zagrijava u cijevnim pećima pri optimalnim uvjetima, temperaturi 500 °C i tlaku 1,5–4,0 bara. U cijevima peći (1) dozira se i vodena para što povećava brzinu prolaza sirovine i smanjuje nastajanje i taloženje koksa na cijevima peći. Zbog malog vremena zadržavanja u cijevima peći, dolazi samo do reakcija primarne toplinske razgradnje (primarne reakcije).

Nastajanje koksa zbiva se naknadno ("produljeno", odloženo) u cilindričnim komorama (2) (sekundarne reakcije) kroz dulje vrijeme. Potrebne su najmanje dvije komorne peći, jer proces traje oko 24 sata i u tom se vremenu čitava komora ispuni spužvastim koksom, a hlapljivi, parni dio s vrha komore odvodi na frakcioniranje.

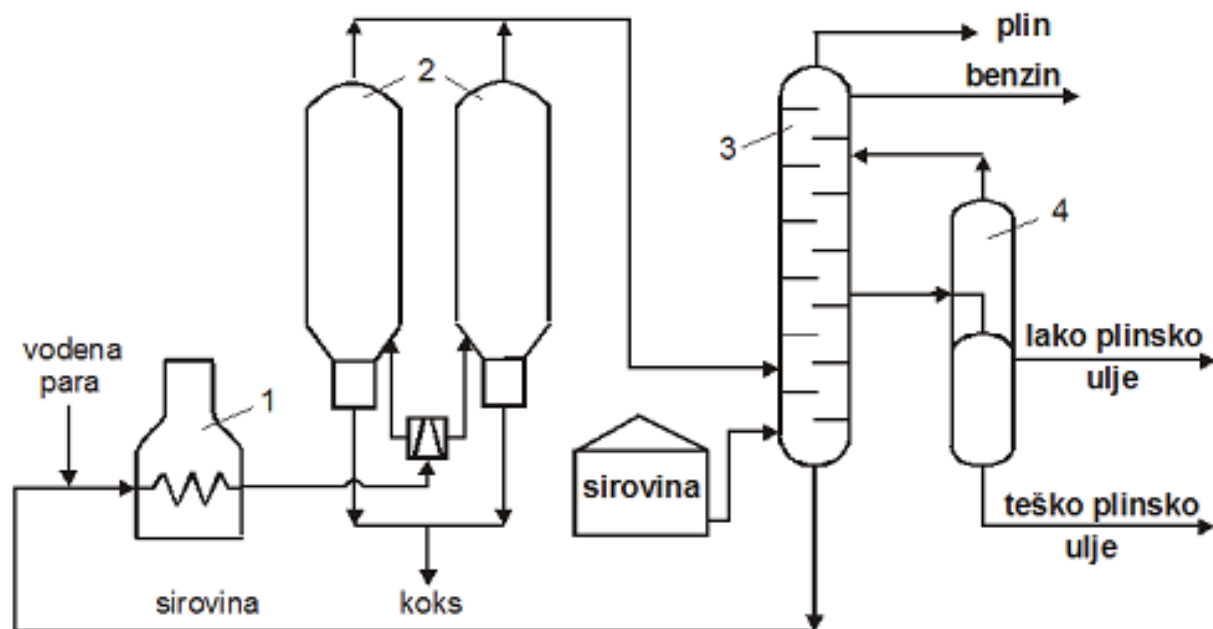


Shema procesa dobivanja petrol-koksa procesom komornog, produljenog koksiranja:

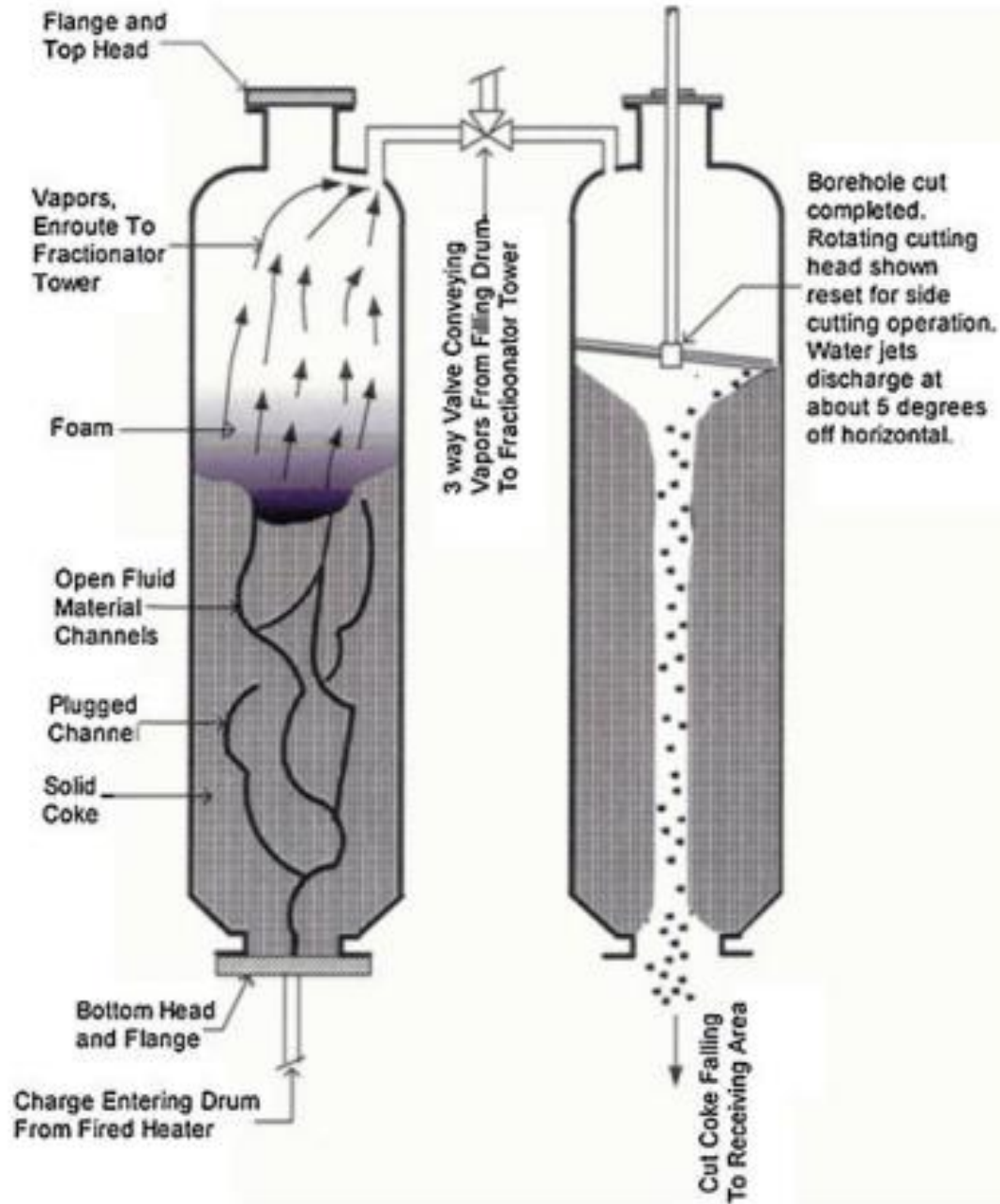
1 – peć, 2 – koksne komore, 3 – frakcionator, 4 – striper (odvajač)

Shema procesa dobivanja petrol-koksa procesom komornog, produljenog koksiranja:

1 – peć, 2 – koksne komore, 3 – frakcionator, 4 – striper (odvajač)



Pare s vrha koksni komora stalno se odvede u kolonu za frakcioniranje, frakcionator (3), hlade i razdvajaju u frakcije: plin, benzin (laki i teški benzin), a lako i teško plinsko ulje, u stripirajućoj koloni (4). Tada se u rad uključuje druga komora. Sadržaj prve najprije se ispire vodenom parom i tako uklanjaju zaostali plinovi i kapljeviti proizvodi, a zatim prazni vodenim mlazom pri visokom tlaku (oko 200 bara). Broj koksni komora ovisi o kapacitetu postrojenja, a najčešće sadrži 4-6 komora. Dobiveni usitnjeni koks odvaja se od vode i odvodi u peć za kalciniranje ili u vlažnom obliku zatvorenim sustavom mehaničkih transportera u prikladna skladišta.



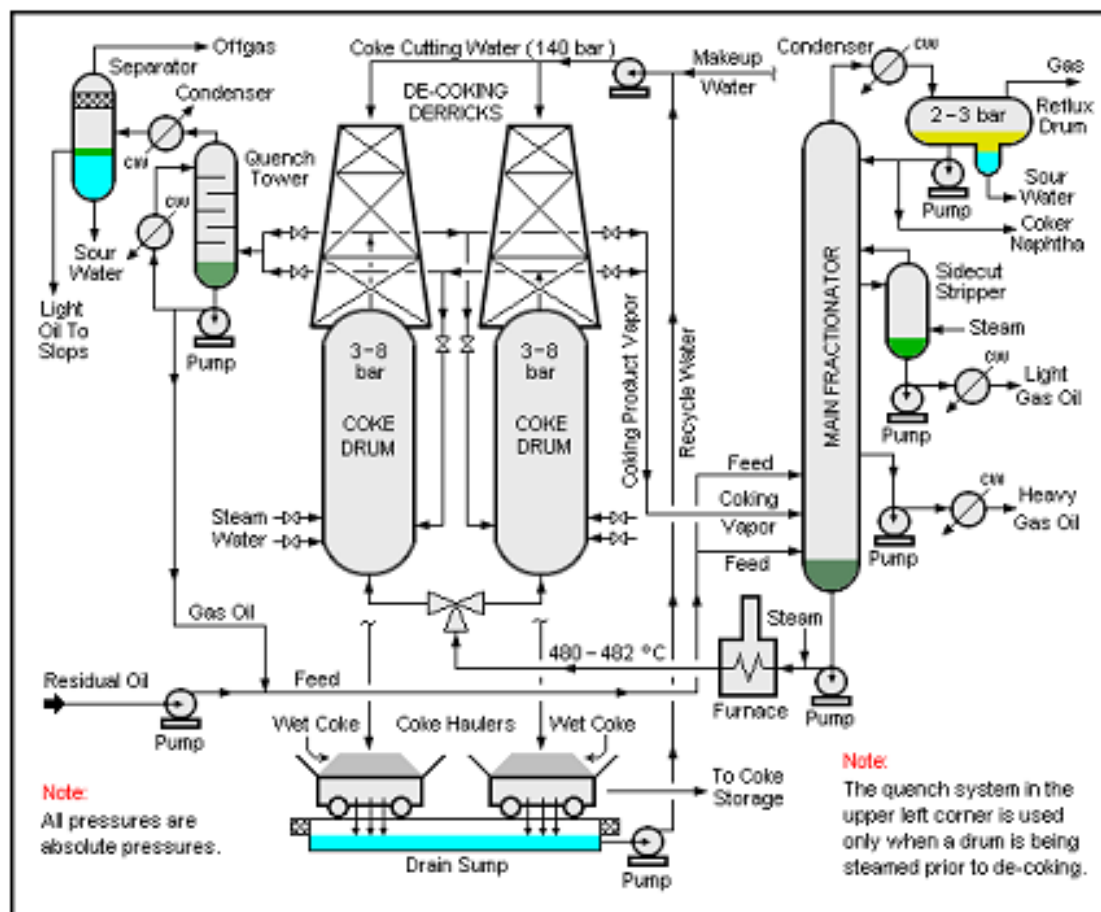
Iskorištenja i svojstva proizvoda komornog koksiranja različitih sirovina (vakuum ostaci)

Sirovina	I	II
Kraj destilacija $^{\circ}\text{C}$	485	540
Specifična gustoća, d_4^{20} , g cm^{-3}	0,980	1,012
Conradson ugljik, mas. %	5,2	15,6
Sumpor, mas. %	0,6	3,4
Metali (Ni+V), mg/kg	50	90
Iskorištenja		
C^4 , mas%	6,2	9,2
Benzin C_5 -195 $^{\circ}\text{C}$, mas. %	18,5	17,4
Specifična gustoća, d_4^{20} , g cm^{-3}	0,74	0,745
Sumpor, mas. %	0,1	0,5
Plinsko ulje 195 $^{\circ}\text{C}$+, mas.%	65,3	48,5
Specifična gustoća, d_4^{20} , g cm^{-3}	0,919	0,902
Koks, mas.%	10,0	24,9
Sumpor, mas.%	1,1	5,1



A 4-drum delayed coking unit in a petroleum refinery

A delayed coking unit. A schematic flow diagram of such a unit, where *residual oil* enters the process at the lower left (see →), proceeds via pumps to the *main fractionator* (tall column at right), the residue of which, shown in green, is pumped via a furnace into the *coke drums* (two columns left and center) where the final carbonization takes place, at high temperature and pressure, in the presence of steam.



A typical schematic flow diagram of a delayed coking unit

A delayed coking unit.

The flow diagram and description in this section are based on a delayed coking unit with a single pair of coke drums and one feedstock furnace. However, larger units may have as many as 4 pairs of drums (8 drums in total) as well as a furnace for each pair of coke drums.

Residual oil from the vacuum distillation unit (sometimes including high-boiling oils from other sources within the refinery) is pumped into the bottom of the distillation column called the main fractionator. From there, it is pumped, along with some injected steam, into the fuel-fired furnace and heated to its thermal cracking temperature of about 480 °C. Thermal cracking begins in the pipe between the furnace and the coke drums, and finishes in the coke drum that is on-stream. The injected steam helps to minimize the deposition of coke within the furnace tubes.

Pumping the incoming residual oil into the bottom of the main fractionator, rather than directly into the furnace, preheats the residual oil by having it contact the hot vapors in the bottom of the fractionator. At the same time, some of the hot vapors condense into a high-boiling liquid which recycles back into the furnace along with the hot residual oil.

As cracking takes place in the drum, gas oil and lighter components are generated in vapor phase and separate from the liquid and solids. The drum effluent is vapor except for any liquid or solids entrainment, and is directed to main fractionator where it is separated into the desired boiling point fractions.

The solid coke is deposited and remains in the coke drum in a porous structure that allows flow through the pores. Depending upon the overall coke drum cycle being used, a coke drum may fill in 16 to 24 hours.

After the drum is full of the solidified coke, the hot mixture from the furnace is switched to the second drum.

While the second drum is filling, the full drum is steamed out to reduce the hydrocarbon content of the petroleum coke, and then quenched with water to cool it.

The top and bottom heads of the full coke drum are removed, and the solid petroleum coke is then cut from the coke drum with a high pressure water nozzle, where it falls into a pit, pad, or sluiceway for reclamation to storage.



Composition Of Coke From A Delayed Coker

Component	Green coke as produced	Coke calcined at 1300 C
Fixed carbon, wt %	80 – 95	98.0 – 99.5
Hydrogen, wt %	3.0 – 4.5	0.1
Nitrogen, wt %	0.1 – 0.5	
Sulfur, wt %	0.2 – 6.0	
Volatile matter, wt %	5 – 15	0.2 – 0.8
Moisture, wt %	0.5 – 10	0.1
Ash, wt %	0.1 – 1.0	0.02 – 0.7
Density, g/cm ³	1.2 – 1.6	1.9 – 2.1

Metals, ppm weight:	Green coke as produced	Coke calcined at 1300 C
Aluminum	15 – 100	15 – 100
Boron	0.1 – 15	0.1 – 15
Calcium	25 – 500	25 – 500
Chromium	5 – 50	5 – 50
Cobalt	10 – 60	10 – 60
Iron	50 – 5000	50 – 5000
Manganese	2 – 100	2 – 100
Magnesium	10 – 250	10 – 250
Molybdenum	10 – 20	10 – 20
Nickel	10 – 500	10 – 500
Potassium	20 – 50	20 – 50
Silicon	50 – 600	50 – 600
Sodium	40 – 70	40 – 70
Titanium	2 – 60	2 – 60
Vanadium	5 – 500	5 – 500

Koksiranje - procesne varijable

Temperatura:

- utječe na prinos i kvalitetu koksa - održava se unutar uskih granica

Previsoke T - smanjuju prinos uz povećanje tvrdoće koksa.

Također se povećava stvaranje koksa u cijevima peći.

Preniske T - povećavaju prinos i smanjuju tvrdoću koksa.

Tlak:

- niži tlak utječe na povećanje iscrpka benzina i plinskog ulja, a viši tlak povećava iscrpak koksa.

Omjer recirkulacije:

- (volumen recirkuliranog teškog plinskog ulja / volumen sirovine) – isti učinak kao tlak.

Porastom omjera povećava se iscrpak koksa, a smanjuje benzina i plinskih ulja.

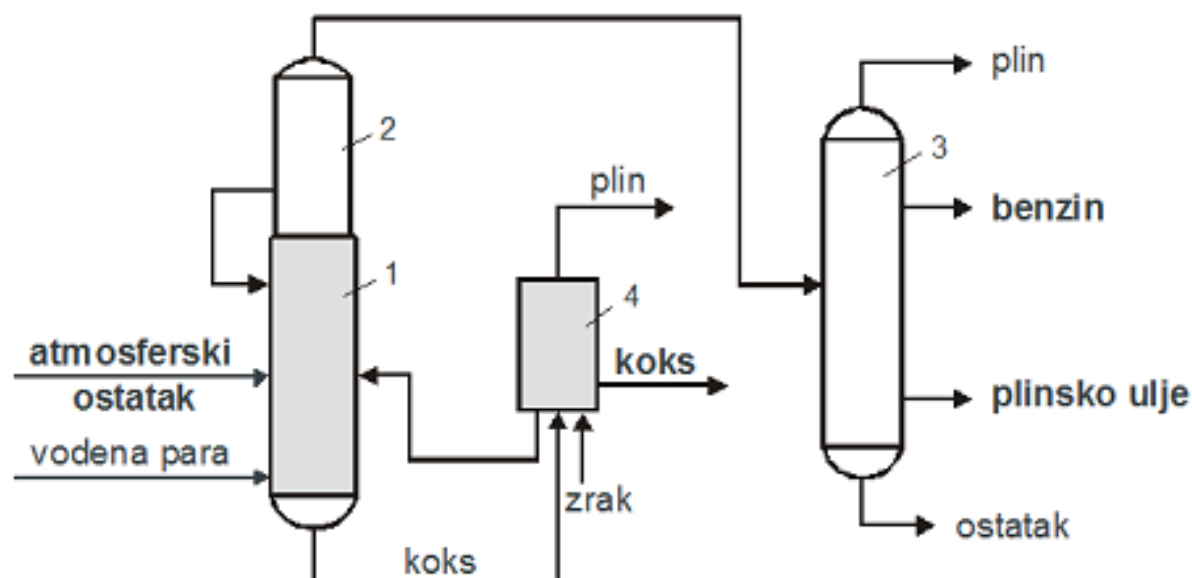
Proces se vodi uobičajeno pri niskim omjerima (do 1,5) radi povećanja iscrpka destilata – plinska ulja su sirovine za hidrokrekiranje ili FCC.

b) Proces koksiranja u fluidiziranom sloju

Kontinuirani je proces; reakcija koksiranja odvija se na površini prethodno nastalih manjih fluidiziranih koksni čestica, promjera oko 0,2 mm, zagrijanih pri temperaturi 500--550 °C, povećavajući značajno njihovu veličinu.

Predgrijana sirovina raspršuje se u reaktoru (1) na fluidiziranim česticama uz istodobno dodavanje stripirajuće vodene pare. Hlapljivi proizvodi odjeljuju se od teške frakcije u maloj jednostavnoj destilacijskoj koloni iznad reaktora (2), i odvođe u djelotvorniju kolonu za frakcioniranje (3). Teža frakcija vraća se u reaktor. Veće koksne čestice talože se na dno reaktora i odvođe u odgovarajuću koksnu peć (4) u koju se upuhuje zrak. Spaljivanjem dijela koksa zagrijane čestice vraćaju se u reaktor. Istodobno, veći dio koksa stalno se odvođa s dna peći, hladi vodom i obrađuje kalciniranjem.

Od nastalih proizvoda najviše je plinskog ulja koje služi kao sirovina u procesu katalitičkoga krekiranja.

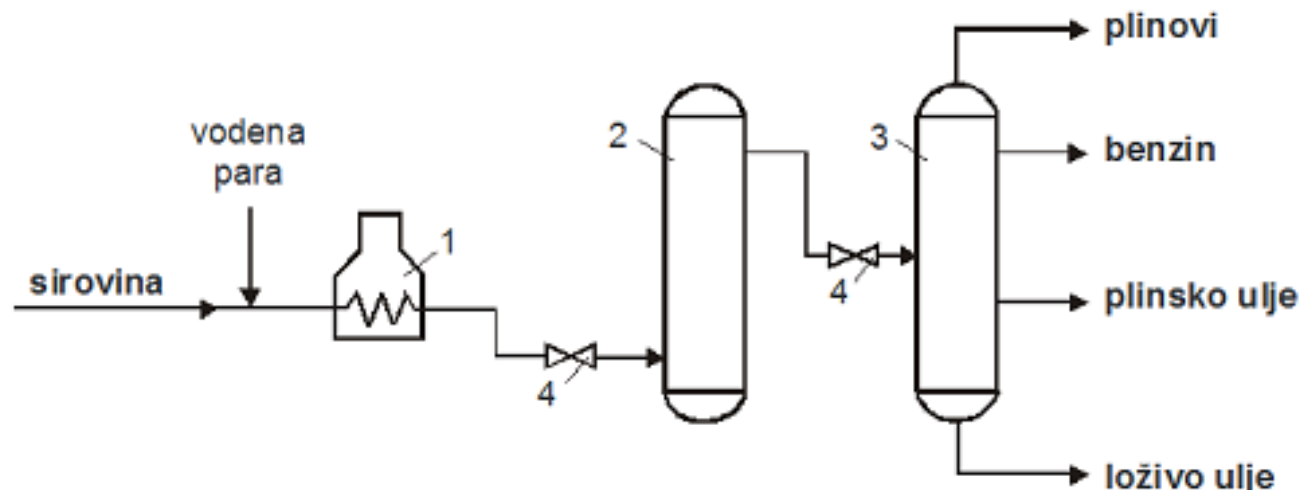


Shema dobivanja petrol-koksa procesom u fluidiziranom sloju:
1 – reaktor, 2 – kolona, 3 – destilacijska kolona, 4 – koksna peć

Proces loma viskoznosti

Lom viskoznosti (engl. *visbreaking*) - blaži oblik toplinskoga krekiranja najčešće ostatka vakuumske destilacije.

Provodi se s ciljem smanjenja i ujednačavanja viskoznosti i sniženja tećišta (za 15...25 °C) loživom ulju. Dobiva se i do 20 % "lakih" proizvoda, posebice plinska i benzinska frakcija i lako plinsko ulje.



Shematski prikaz procesa loma viskoznosti loživog ulja:

1 – cijevna peć, 2 – ekspanzijska kolona, 3 – destilacijska kolona, 4 – redukcijski ventili

Sirovina, ostatak atmosferske destilacije i teško plinsko ulje, miješa se s vodenom parom, kojom se povećava prostorna brzina i tako smanjuje vrijeme zadržavanja u cijevnoj peći, reaktoru (1). Sirovina se naglo zagrijava pri oko 480 °C, i expandira u koloni (bez plitica) (2) u vremenu od nekoliko sekundi, pa se na taj način bitno smanjuje reakcija nastajanja koks. Uslijed nastalih plinova tlak poraste do 30 bara, a proizvodi se nakon smanjenja tlaka (4) odjeljuju u frakcijskoj koloni (3).

Postoji i izvedba procesa s toplinskim reaktorom nakon peći.

Prednost mu je niža radna temperatura (oko 450 °C) i tlak (oko 10 bara), što smanjuje proizvodne troškove.

TOPLINSKO KREKIRANJE

LOM VISKOZNOSTI (visbreaking) - blaži oblik toplinskog krekiranja.

Sirovina: atmosferski + vakuumski ostatak

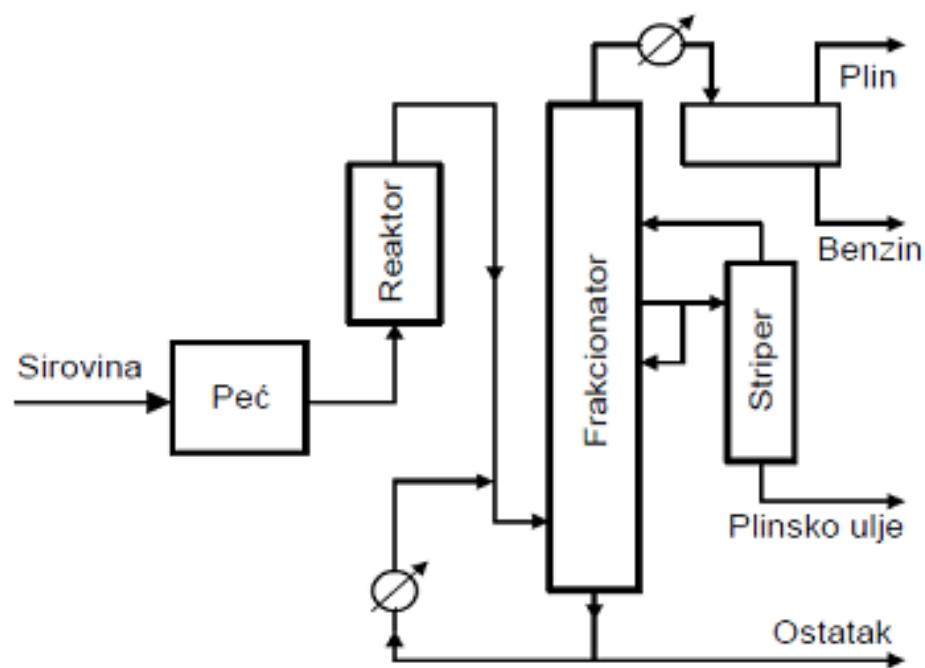
Cilj: smanjenje viskoznosti i točke tečenja ostatka (loživog ulja) + vrijedniji produkti

Proces bez reaktora - cijevna peć (pipe-still) - potrebna viša temperatura (480 °C) uz kraće vrijeme zadržavanja za postizanje određenog stupnja konverzije – opasnost od koksiranja u cijevima peći – dodavanje vode.

Bez obzira na izvedbu procesa – potrebno nakon određenog vremena zaustaviti rad postrojenja radi postupka dekoksiranja.

Proces s reaktorom

- Cijevna peć: 450 °C / 4 -20 bar
- Reaktor - reakcije krekiranja, duže vrijeme zadržavanja, niži T i p - niži troškovi u odnosu na proces bez reaktora
- Frakcionator



Produkti: plin + benzin (5 %), plinsko ulje (15 %), ostatak (loživo ulje) (80 %)

TOPLINSKO KREKIRANJE

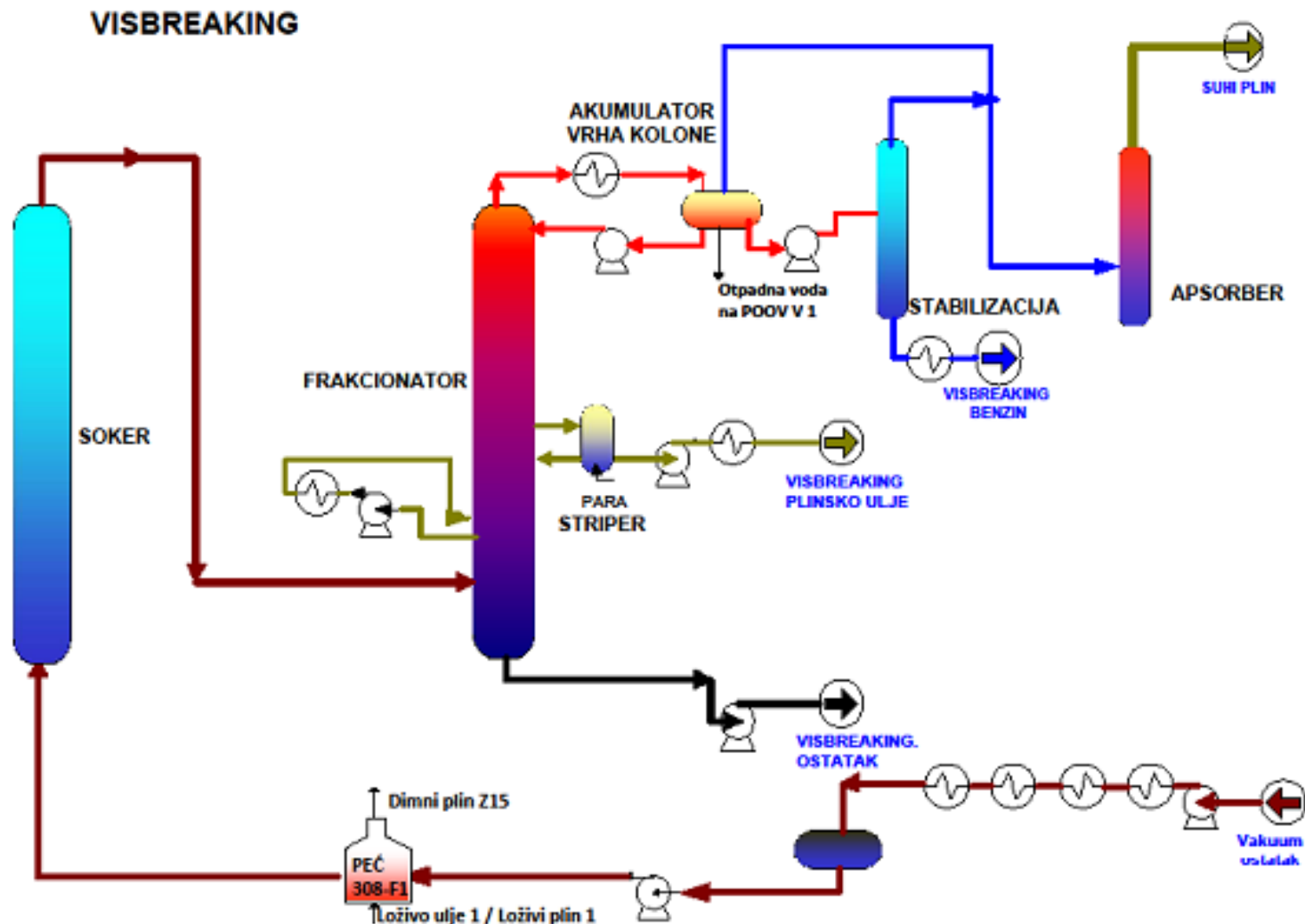
Iskorištenje kao funkcija oštine procesa loma viskoznosti - postrojenje s reaktorom:

Sirovina			
Vrsta	Vakuumski ostatak		
Gustoća, °API	8.05		
Specifična gusoća, d_{15}^{15}	1.014		
Viskoznost (100 °C), eSt	736		
Sumpor, mas. %	5.35		
Dušik, mas. %	0.37		
Con. ugljik, mas. %	17.5		
Iskorištenje na produktima			
Temperatura, °C	440	450	455
Vrijeme zadržavanja	(t)	(t)	(1.5t)
H ₂ S, mas. %	0.20	0.44	0.68
C ₁ -C ₂ , mas. %	0.26	0.44	0.68
C ₃ -C ₄ , mas. %	0.71	1.18	1.33
C ₅ - (150 °C)EP, mas. %	1.80	4.30	7.28
150-250 °C, mas. %	1.81	4.44	7.51
250-375 °C, mas. %	5.86	9.24	13.94
Vakuumsko plinsko ulje, mas. %	12.02	16.00	18.54
Ostatak, mas. %	77.54	64.00	50.3

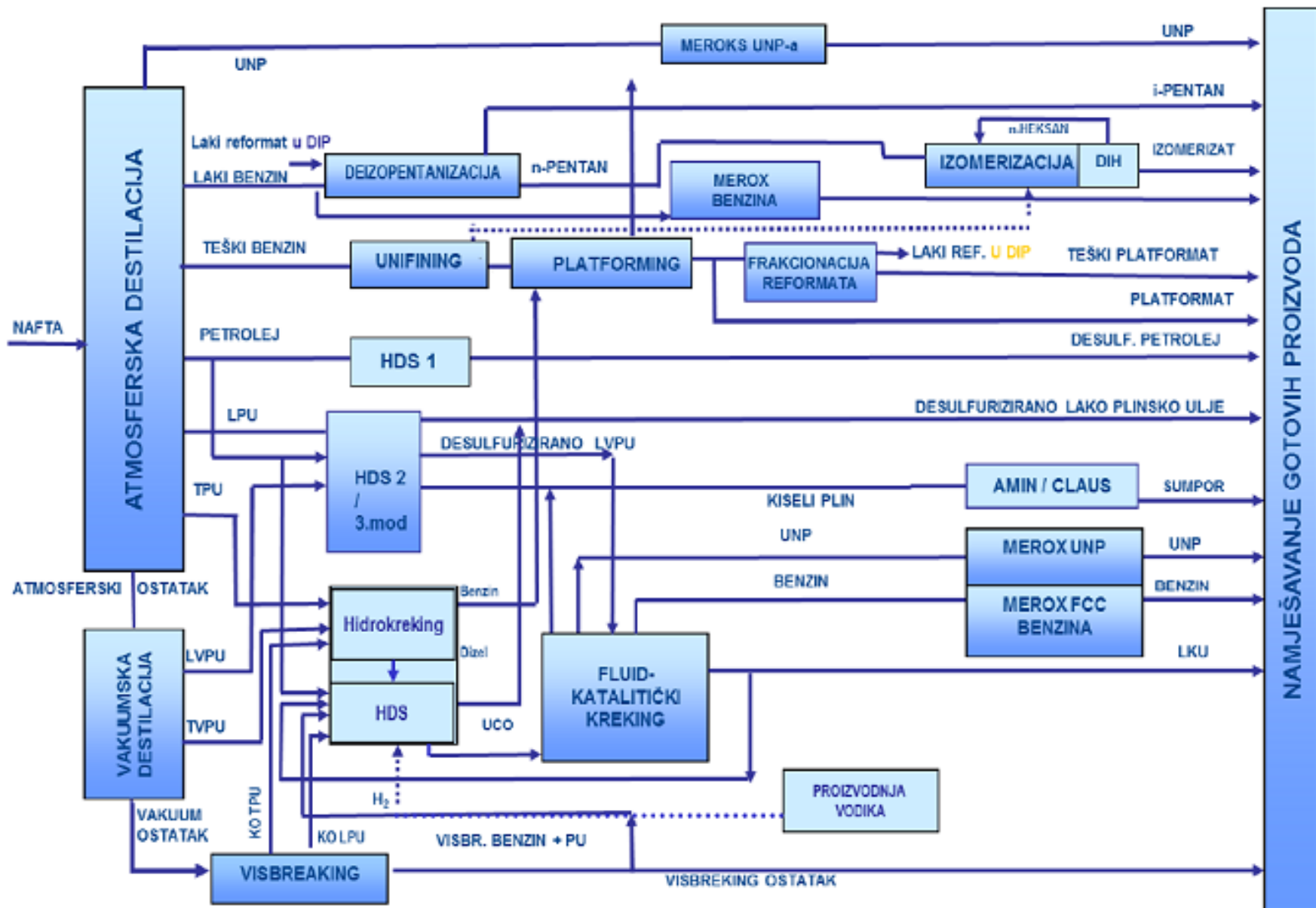
RAFINERIJA NAFTE RIJEKA - proizvodni procesi

Visbreaking

- postrojenje namijenjeno smanjenju viskoziteta vakuum ostatka termičkim krekingom, u cilju poboljšanja kvalitete komponente za namješavanje loživih ulja



RNR - Shema procesnih tokova



Opis tehnoloških procesa u RN Sisak

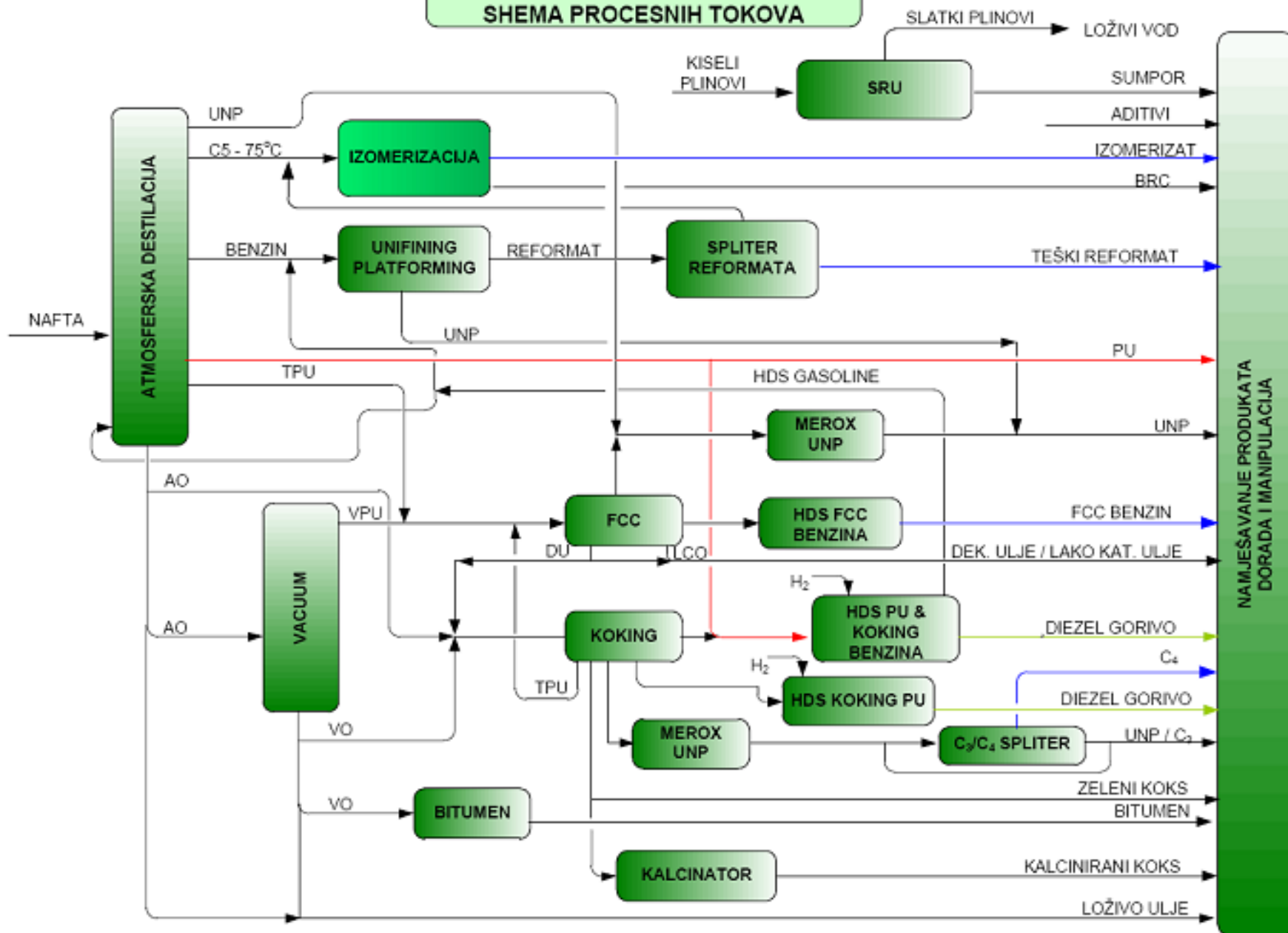
Koking

– polu kontinuirani proces termičkog krekiranja teških ostataka pri preradi nafte s ciljem dobivanja lakših komponenti i produkata (loživi plin, UNP, lako plinsko ulje, teško plinsko ulje, petrol zeleni koks).

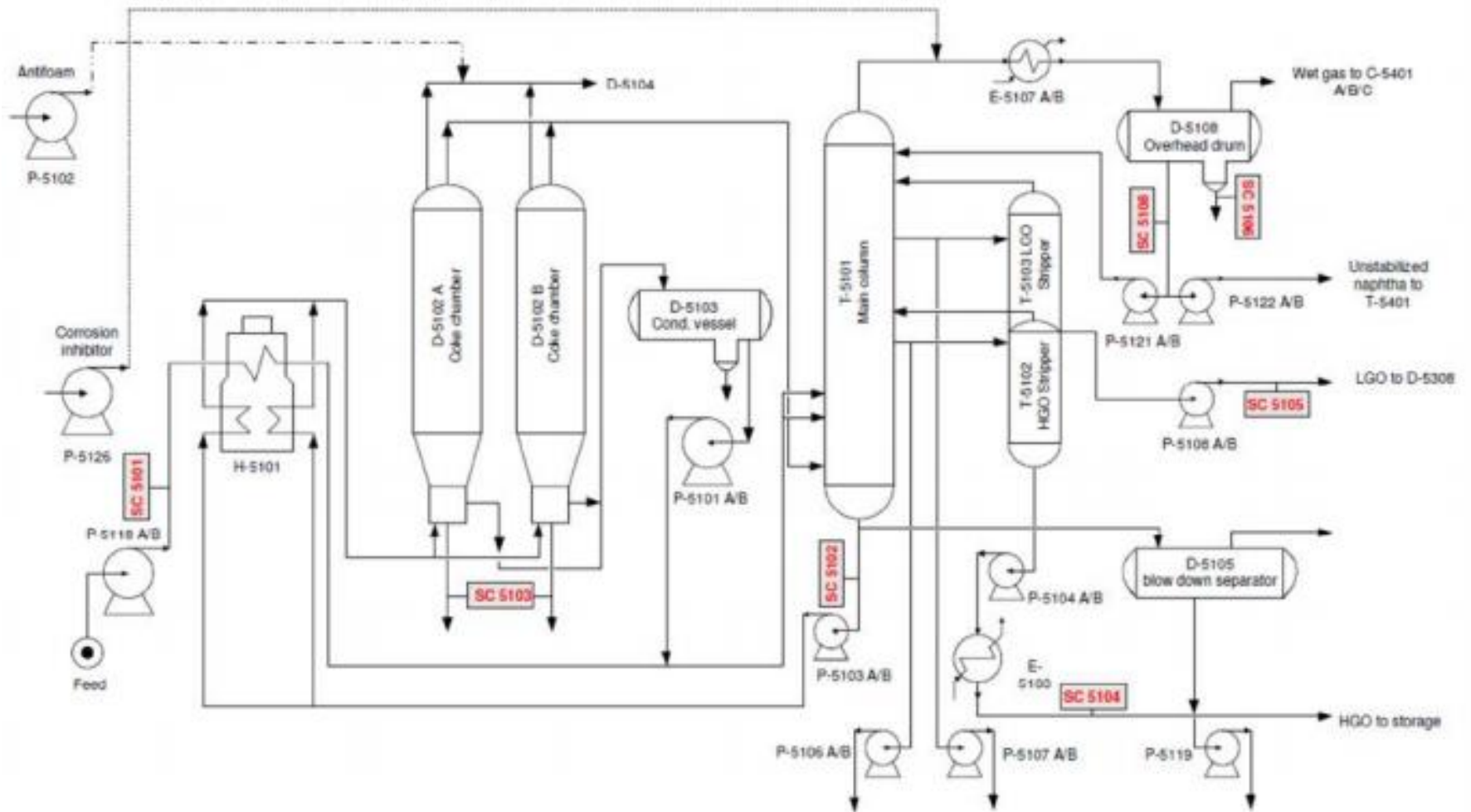
Kalcinator

– zeleni koks se termički obrađuje u rotirajućoj peći gdje mu se poboljšavaju svojstva i dobiva se kalcinirani petrol koks.

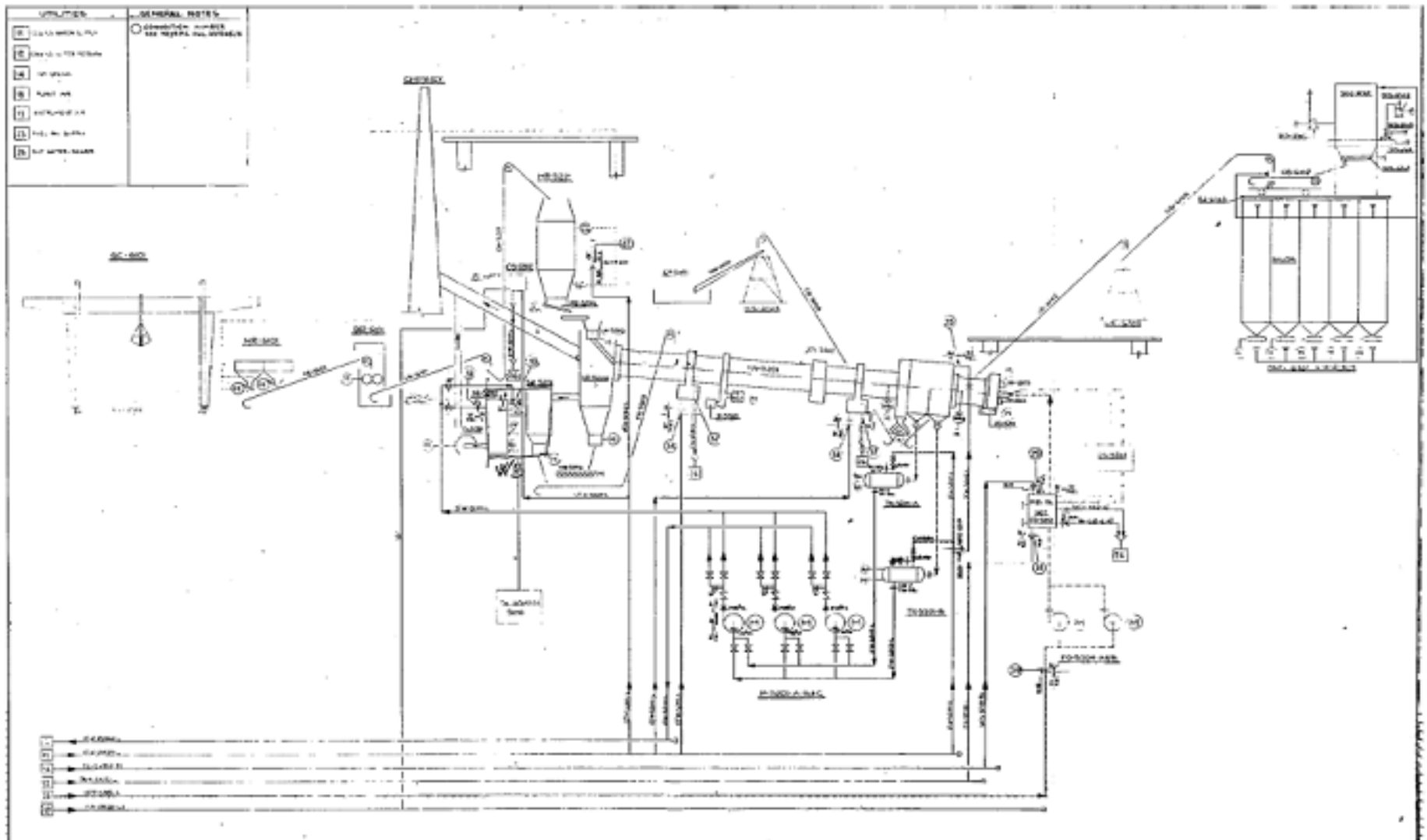
**RNS 2011. GODINA
SHEMA PROCESNIH TOKOVA**



DELAYED COKER UNIT (DCU)



Slika 9: procesni dijagram Kokinga



Slika 10: Prosesni dijagram Kalcinatora