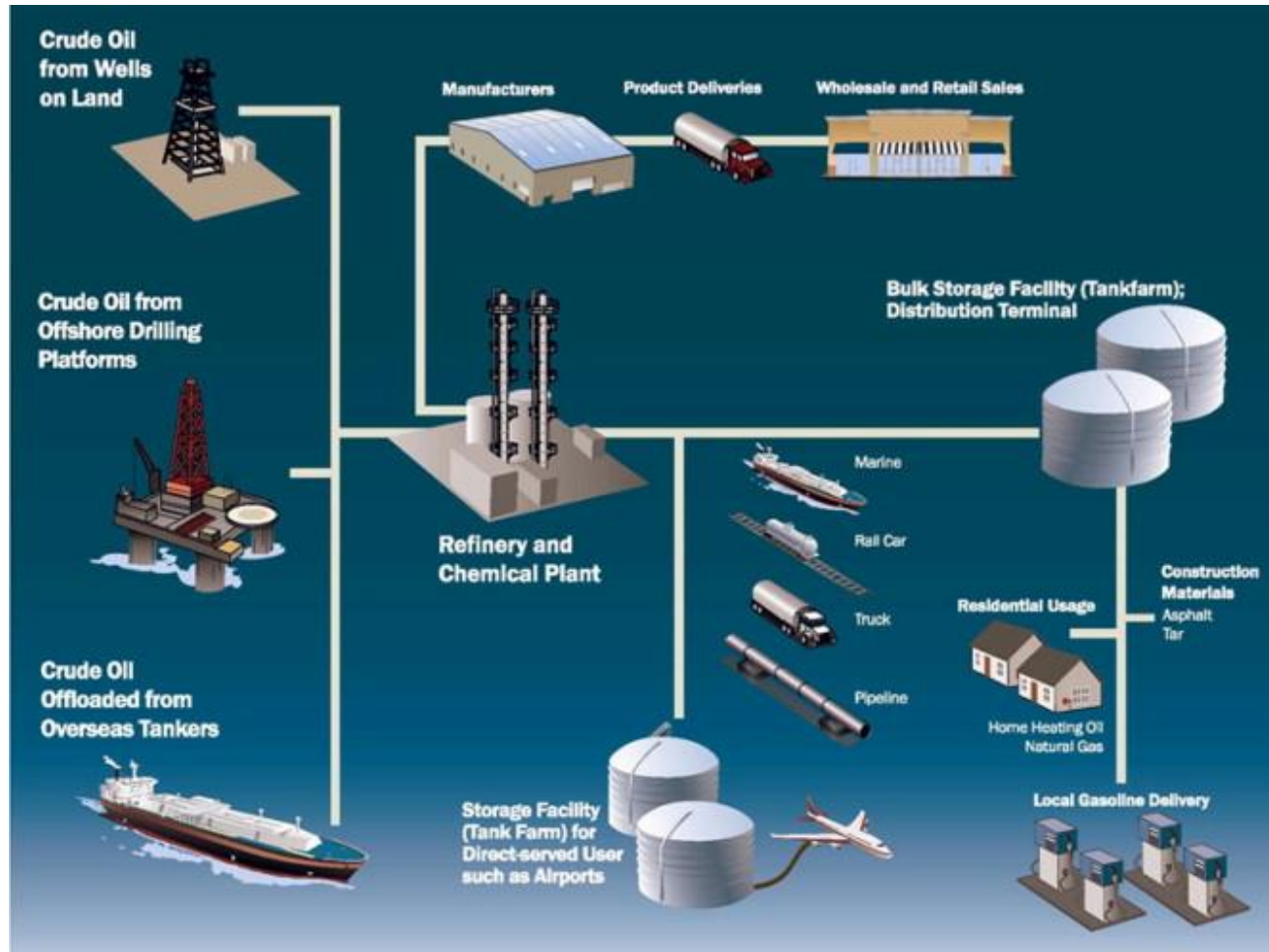


Zagađenje od naftne industrije

Proizvodnja, prerada i distribucija
nafte i gasa

Industrija nafte i gasa



Ekstrakcija sirove nafte

- 1) Lociranje naftonosnog polja
- 2) Bušenje
- 3) Vađenje nafte
 - Primarno, prirodni tok (~15%)
 - Sekunardno, pod pritiskom (~30%)
 - Tercijarno, dodavanjem pare, deterdženata i slično (~10%)

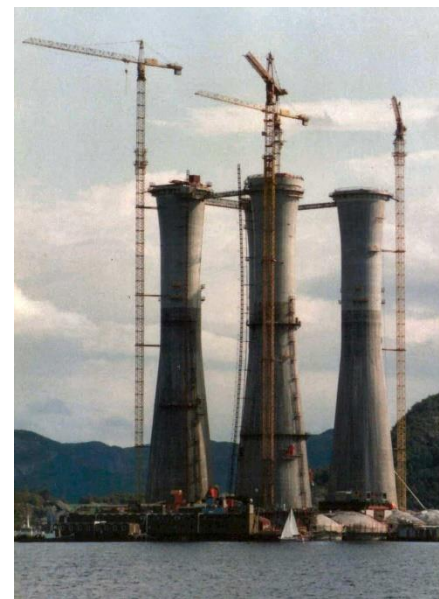


Sirova nafta je prvi put vađena iz zemlje u Sičuanu, Kina, pre 2.500 godina.



Morske (*Offshore*) Platforme

- Velike strukture sa postrojenjima za
 - Bušenje (opciono)
 - Vađenje nafte i prirodnog gasa
 - Privremeno skladištenje do transporta na preradu
 - Stanovanje radnika (opciono)
- Plaforma može biti
 - Fiksirana za dno
 - Na veštačkom ostrvu
 - Plutajuća
- Udaljeni podvodni izvori mogu biti povezani sa platformom podvodnim cevovodima



Destogodišnjica puštanja u rad gasne platforme Troll proslavljena je 2006-te koncertom Katie Melule, održanom na dnu jedne od šupljih stubova platforme. Sa 303 metara ispod mora, to je bio koncert na najvećoj dubini ikada.

Ekstrakcija: Rizici za ŽS

- Curenja nafte
 - Deepwater Horizon u Meksičkom zalivu 2011., 570.000 t
 - Ixtoc I u Meksičkom zalivu 1979., 470.000 t
 - Persijski zaliv, 1991., 1 mil t
 - Lakeview Gusher u SAD 1910., 1,2 mil t
 - Kuvajt, 1991., 136 mil t
 - Veliki broj manjih akcidenata
- Nove tehnologije – *fracking (hydraulic fracturing)*
 - Hidraulično frakturisanje / drobljenje / lomljenje stena vodom pod veoma visokim pritiskom
 - Potrošnja velike količine vode
 - Zagađenje zemljišta i podzemnih voda
 - Emisije gasova
 - Izazivanje poremećaja u tlu i zemljotresa

Cevovodi: Rizici za ŽS

- SAD
 - Između 1994. i 2013. preko 1800 akcidenata vezano za prenos i distribuciju gasa, sa više od 670 poginulih i 1,4 milijardi \$ štete
 - 2010.-2013. preko 1.400 curenja naftovoda
- Rusija
 - Transibirski naftovod 1982.: najveća nenuklearna eksplozija (3.000kt)
 - Železnička nesreća u Ufi, najgora svih vremena sa 645 stradalih, uzrokovana eksplozijom procurelog gasa
- Kina
 - Dva cevovoda su eksplodirala u Dalijanu 2010., uz žrtve, štetu i ekološku katastrofu, nastalu izlivanjem 11.000 barela nafte u more, pokrivajući više stotina km² mora i obale
- Nigerija
 - Između 1998. i 2007. sedam velikih akcidenata sa preko 2.000 stradalih
 - Glavni uzrok: oštećenje naftovoda zbog krađe

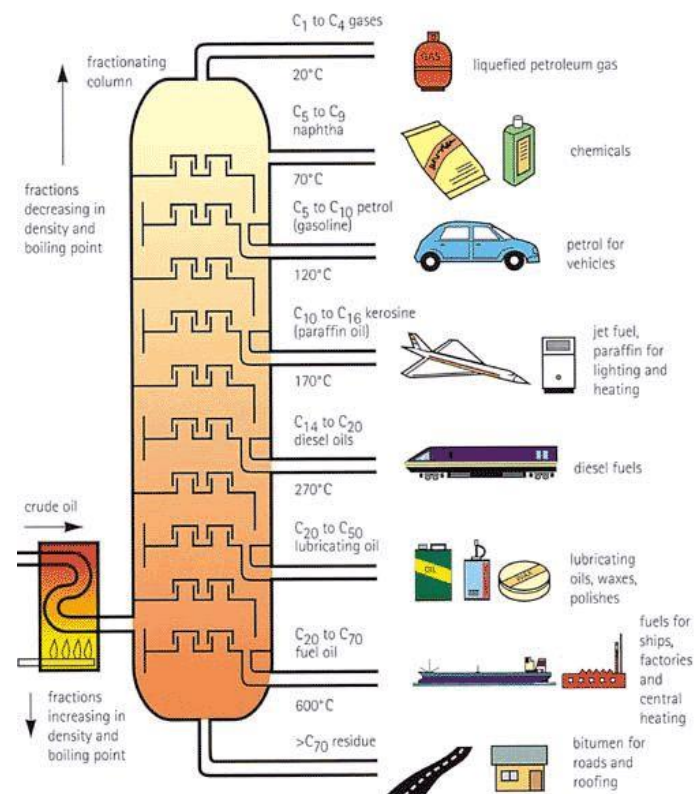


Brodski transport: Rizici za ŽS

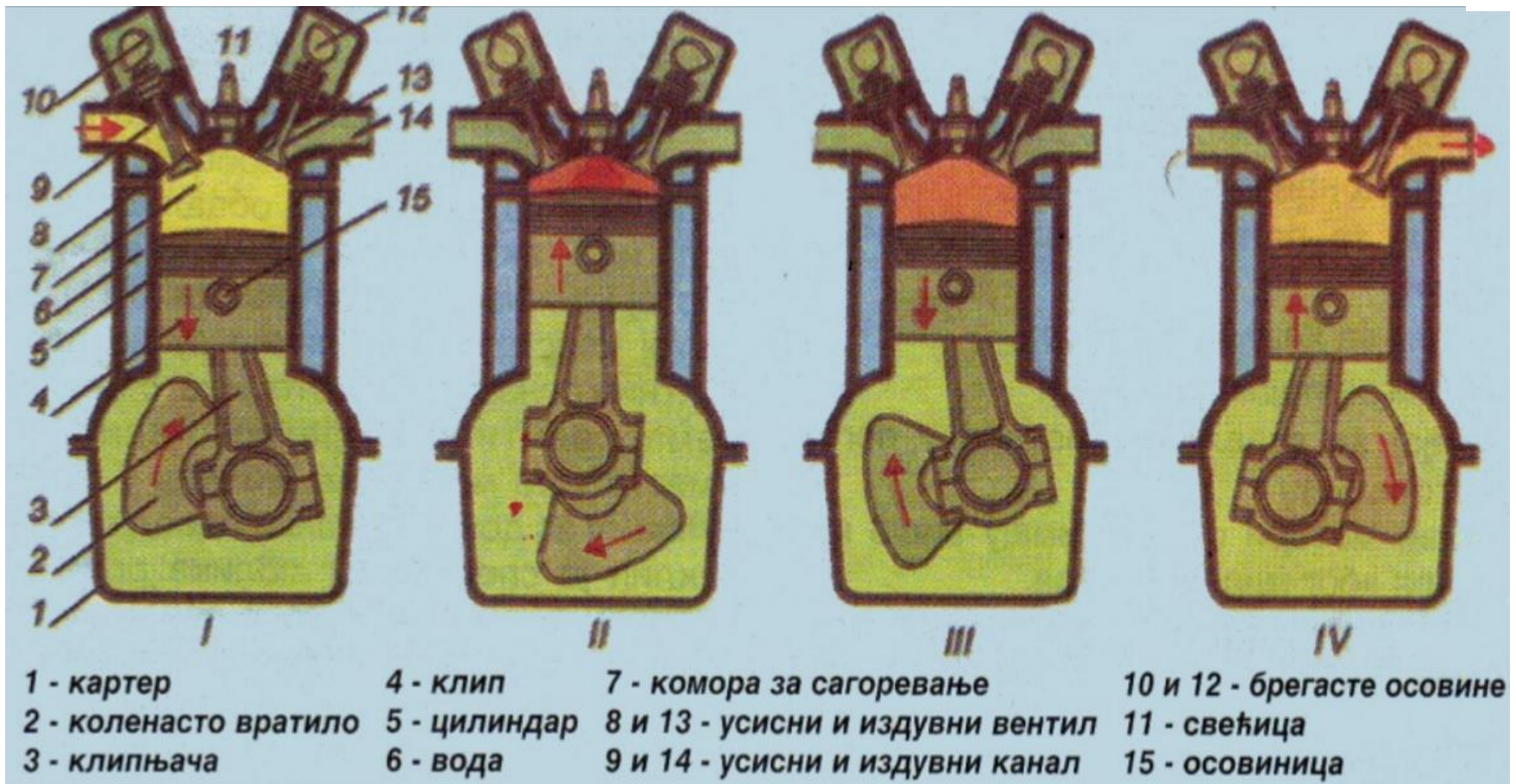
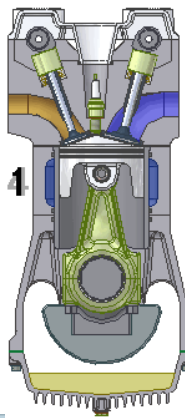
- Havarije tankera
 - Atlantic Empress, Grčka, potonuo posle sudara kod Trinidada 1979., 290.000 t
 - ABT Summer, J. Koreja, potonuo kod Angole 1991., 260.000 t
 - Castillo de Bellver, Španija, potonuo kod JAR 1983., 250.000 t
 - Mnogo manjih havarija
- Emisije u normalnom radu
 - Ekonomija veličine i nekvalitetno gorivo
 - Jedan supertanker zagađuje koliko i 50 miliona automobila
→ 20 najvećih brodova emituje SO₂ koliko čitava svetska flota automobila
 - Jedna od najslabije reglisanih oblasti

Prerada sirove nafte: Osnove

- Posle desalinizacije i dehidratacije, sirova nafta se razdvaja u frakcije destilacijom
- Destilisane frakcije se po pravilu ne mogu koristiti direktno

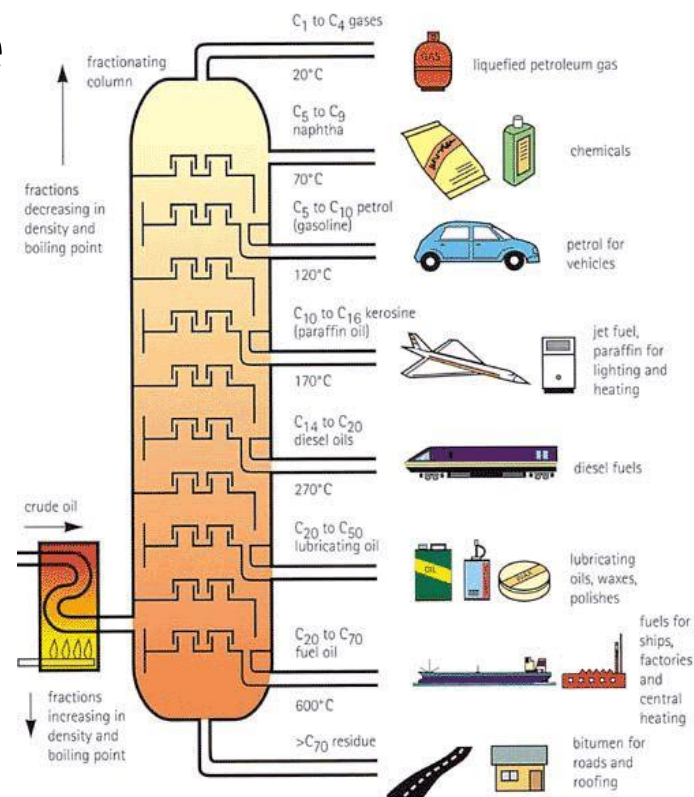


Primer: SUS motor



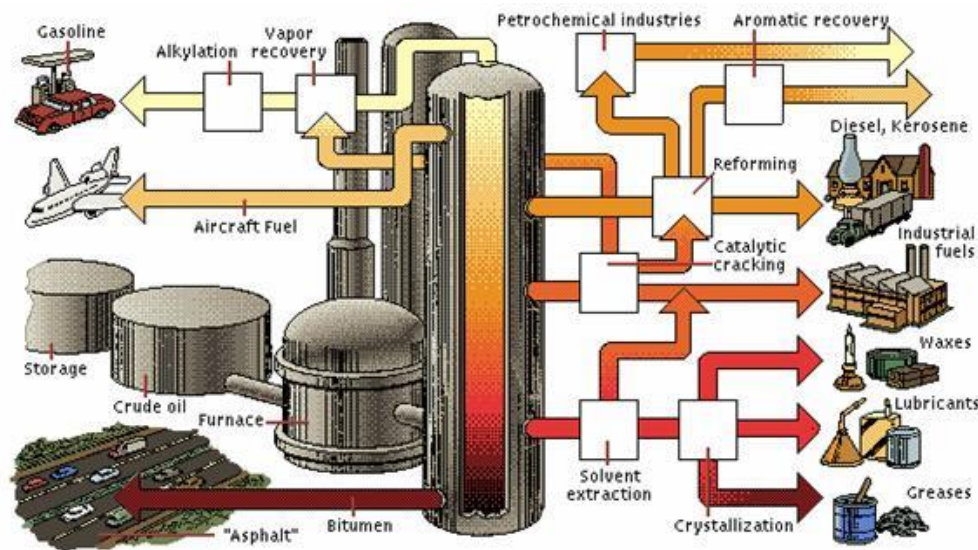
Prerada sirove nafte: Osnove

- Posle desalinizacije i dehidratacije, sirova nafta se razdvaja u frakcije destilacijom
- Destilisane frakcije se po pravilu ne mogu koristiti direktno → glavni razlog za kompleksnost
- Drugi razlog je životna sredina
 - Čistiji proizvodi
 - Manje zagađenja iz rafinerije



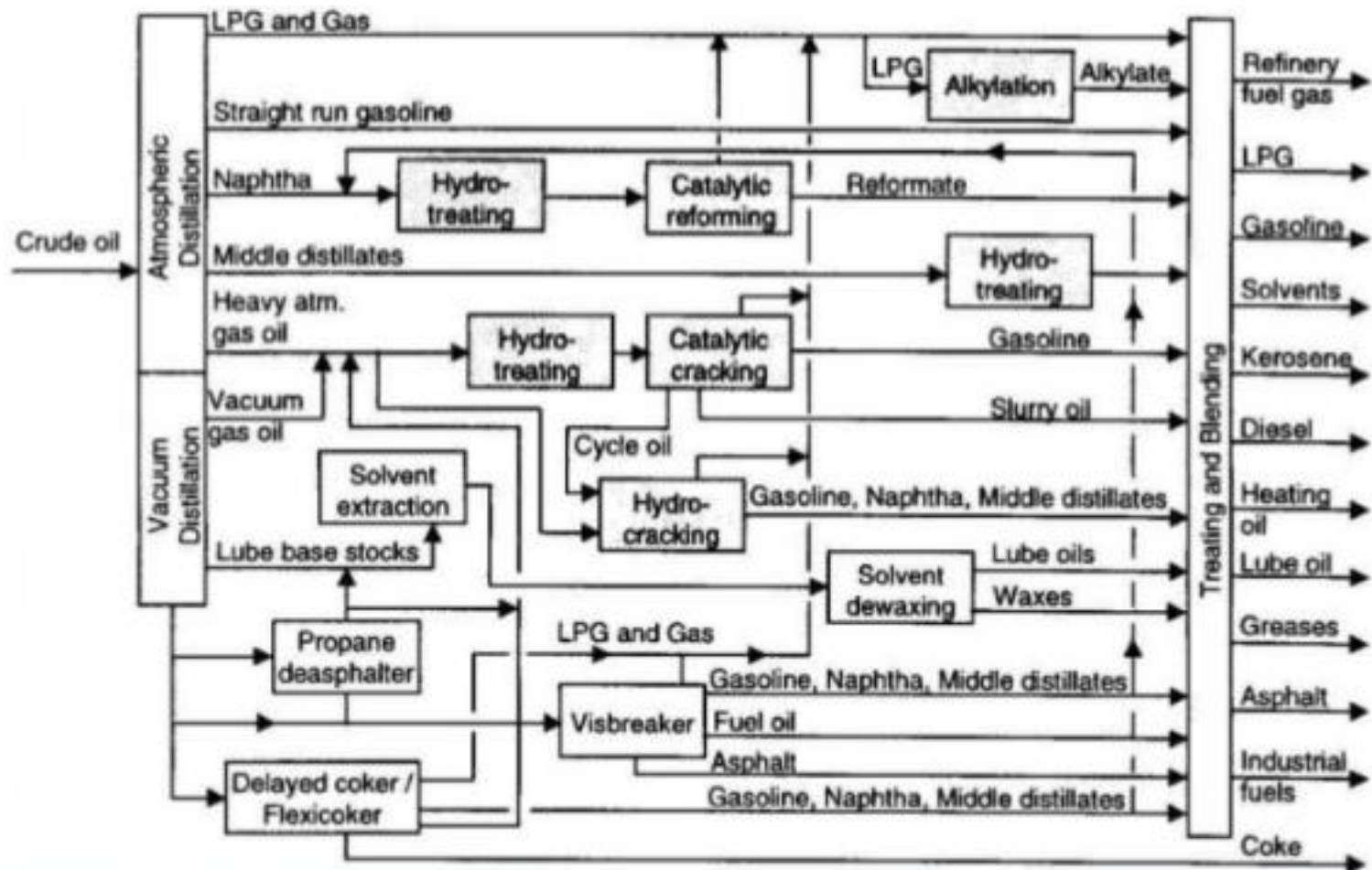
Prerada sirove nafte: Operacije

- Frakcionacija
- Konverzija
 - Dekomponovanje
 - Sjedinjavanje
 - Izmene sastava
- Procesi naknadnog tretmana i dorade
 - Različiti fizički i hemijski procesi za pripremanje završnih proizvoda i uklanjanje nepoželjih supstanci
- Formulacija i mešanje (*blending*)
 - Dodavanje aditiva
 - Kombinovanje frakcija ugljovodonika



Prerada sirove nafte:

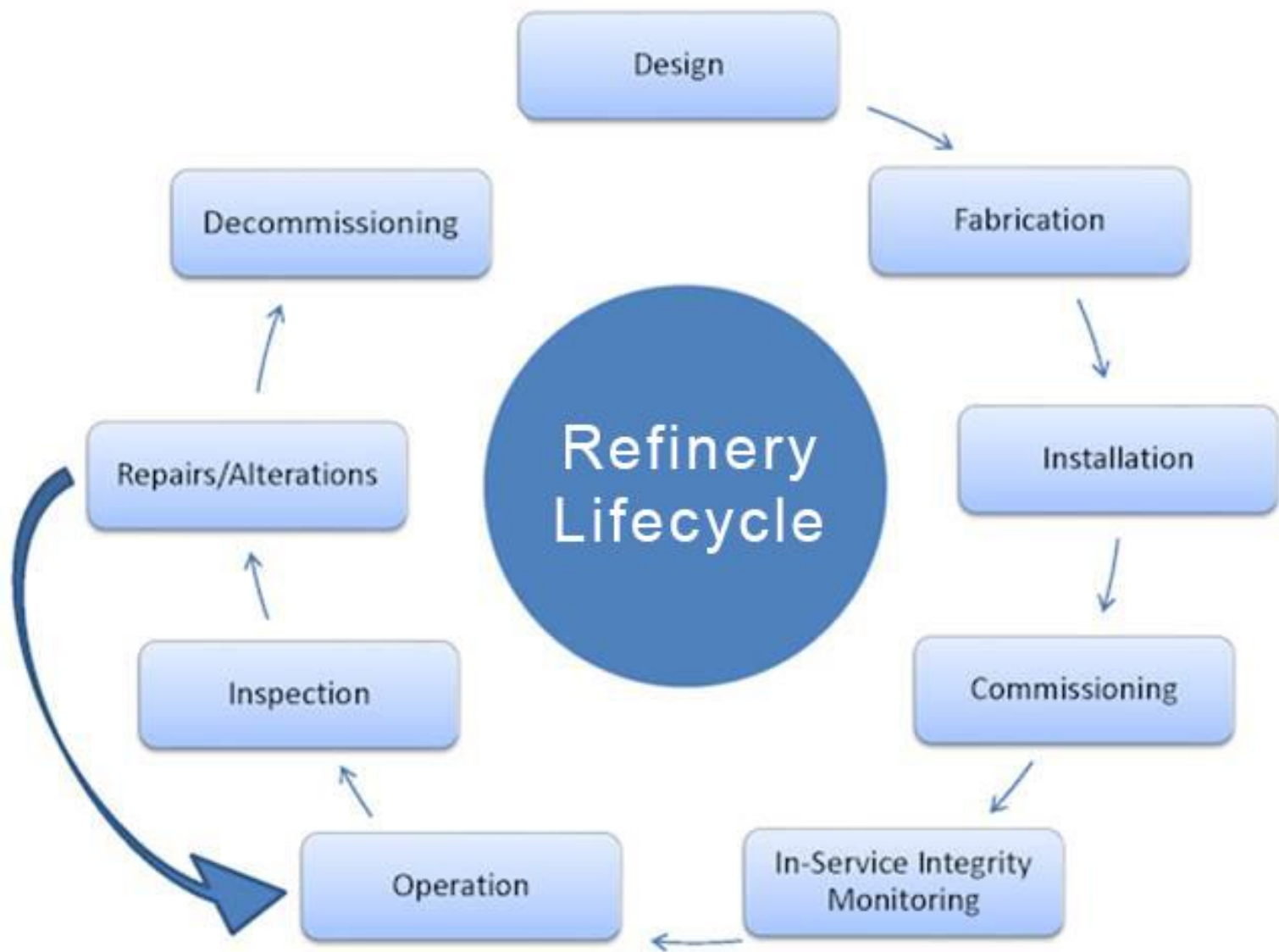
Osnovna šema tokova



Dodatne operacije i procesi

- Dodatna rafinacija
 - Prikupljanje lakih gasova
 - Stripovanje kiselih gasova
 - Hlađenje i čuvanje proizvoda
 - Proizvodnja vodonika
 - Tretman kiselih i otpadnih gasova
 - Izdvajanje sumpora
- Pomoćni procesi i oprema
 - Proizvodnja pare i energije
 - Protivpožarna zaštita
 - Peći, pumpe, cevovodi i ventili
 - Kontrola zagađenje i buke
 - Kontrola procesa, oprema i senzori





Vakuum destilacija

- Posle atmosferske destilacija, za teže ugljovodonike
 - Na 370-425°C i niskim pritiscima, da bi se izbegla polimerizacija
 - Atmosfera vodene pare, radi sniženja parcijalnih pritisaka
- Najveći deo emisija potiče od ejektora pare i vakuum pumpi
 - Pare izvučene iz kolone se vraćaju u kondenzator, a nekondenzovani ostatak ($\sim 0,15 \text{ kg/m}^3$) se ispušta u atmosferu
- Drugi izvor emisija su produkti sagorevanja iz procesne peći
 - Potrebno je generisati 250 MJ/m^3 toplote
- Fugitivne emisije i curenja su mala, pošto se proces obavlja na potpritisku

Termički kreking

- Konverzija teških ulja u lakše proizvode, na 450-600°C
- Dva procesa
 - Visbrejking, gde se posle zagrevanja na visokom pritisku smeša flešuje, pri čemu se dobijaju lake frakcije i teški ostatak
 - Koksovanje, gde se na niskom pritisku dobijaju lake frakcije, gasna ulja i čvrsti koksni ostatak (čad), koji se naknadno gasifikuje
- Emisije uključuju
 - Čestice koksa/čad i ugljovodonike iz gasifikacije
 - Produkte sagorevanja od visbrejkinga i procesnih peći
 - Fugitivne emisije i curenja
 - Emisije pri hlađenju proizvoda

Katalitički kreking

- Konverzija teških ulja u lakše proizvode, na 340-550°C i visokim pritiscima, uz upotrebu katalizatora
- Dva procesa krekinga
 - U fluidizovanom sloju, gde je katalizator fluidizovan
 - U pokretnom sloju, sa suprotnostrujnim kretanjem ugljovodonika i katalizatora
- U oba slučaja, po padanju na dno ugljovodonici se uklanjaju sa katalizatora vodenom parom, a zatim se vrši regeneracija spaljivanjem čađi
- Glavne emisije potiču od regeneratora katalizatora: CH, NO_x, SO_x, NH₃, aldehidi, cijanidi, CO, čestice
- Dodatne emisije od procesnih peći

Katalitički reforming

- Serija kompleksnih hemijskih reakcija u kojima se, uz upotrebu katalizatora, menja struktura ugljovodonika radi proizvodnje visokooktanskog benzina
 - Potrebna desulfurizacija toka, da bi se sprečilo trovanje katalizatora od plemenitih metala
 - Čestice čađi se talože na katalizator, pa je potrebna regeneracija kontinualnim, cikličnim ili semi-regenerativnim postupkom
- Glavni izvor emisija je regeneracija katalizatora
 - Inicijalno smanjenje pritiska i odušak
 - Odušak za kontrolu pritiska pri spaljivanju čađi, procesa koji daje najveće emisije
 - Odušak pri finalnog čišćenju katalizatora, zbog smeše bogate kiseonikom, koja se ne sme voditi kroz gasovode

Emisioni faktori: Primeri

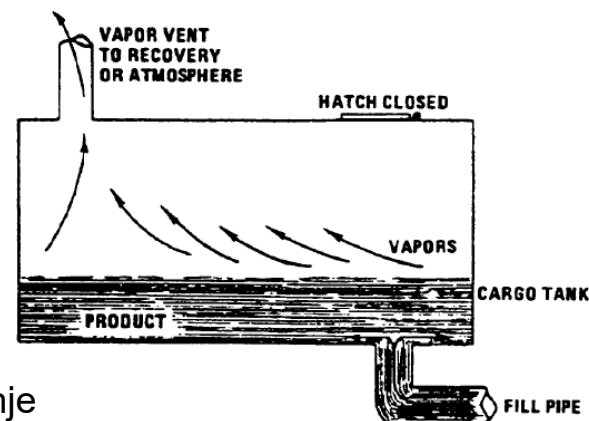
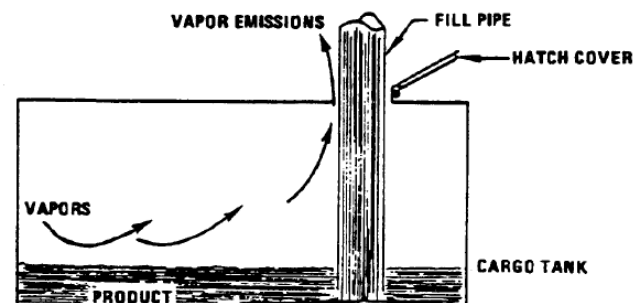
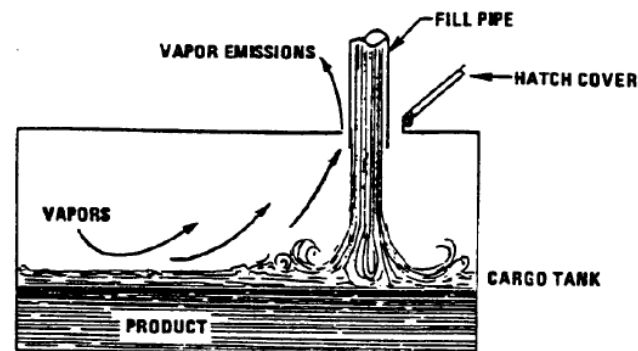
Process	Particulate	Sulfur Oxides (as SO ₂)	Carbon Monoxide	Total Hydro- carbons ^b	Nitrogen Oxides (as NO ₂)	Aldehydes	Ammonia	EMISSION FACTOR RATING
Fluid catalytic cracking units (FCC) ^c								
Uncontrolled								
kg/10 ³ L fresh feed	0.695 (0.267 to 0.976)	1.413 (0.286 to 1.505)	39.2	0.630	0.204 (0.107 to 0.416)	0.054	0.155	B
lb/10 ³ bbl fresh feed	242 (93 to 340)	493 (100 to 525)	13,700	220	71.0 (37.1 to 145.0)	19	54	B
Electrostatic precipitator and CO boiler								
kg/10 ³ L fresh feed	0.128 ^d (0.020 to 0.428)	1.413 (0.286 to 1.505)	Neg	Neg	0.204 ^e (0.107 to 0.416)	Neg	Neg	B
lb/10 ³ bbl fresh feed	45 ^d (7 to 150)	493 (100 to 525)	Neg	Neg	71.0 ^e (37.1 to 145.0)	Neg	Neg	B
Moving-bed catalytic cracking units ^f								
kg/10 ³ L fresh feed	0.049	0.171	10.8	0.250	0.014	0.034	0.017	B
lb/10 ³ bbl fresh feed	17	60	3,800	87	5	12	6	B
Fluid coking units ^g								
Uncontrolled								
kg/10 ³ L fresh feed	1.50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	C
lb/10 ³ bbl fresh feed	523	ND	ND	ND	ND	ND	ND	C
Electrostatic precipitator and CO boiler								
kg/10 ³ L fresh feed	0.0196	ND	Neg	Neg	ND	Neg	Neg	C
lb/10 ³ bbl fresh feed	6.85	ND	Neg	Neg	ND	Neg	Neg	C

Emisije pri distribucija naftnih derivata

- Transport željeznicom, kamionima ili brodovima
 - Utovar
 - Tranzit
 - Balast
- Veliki rezervoari
 - „Disanje“, gubici usled isparavanja tokom čuvanja
 - Radni gubici, usled punjenja i pražnjenja
 - Curenje
- Servisne (benzinske) statnice
 - Curenje i prosipanje goriva
 - „Disanje“ podvodnih tankova
- Rezervoari motornih vozila

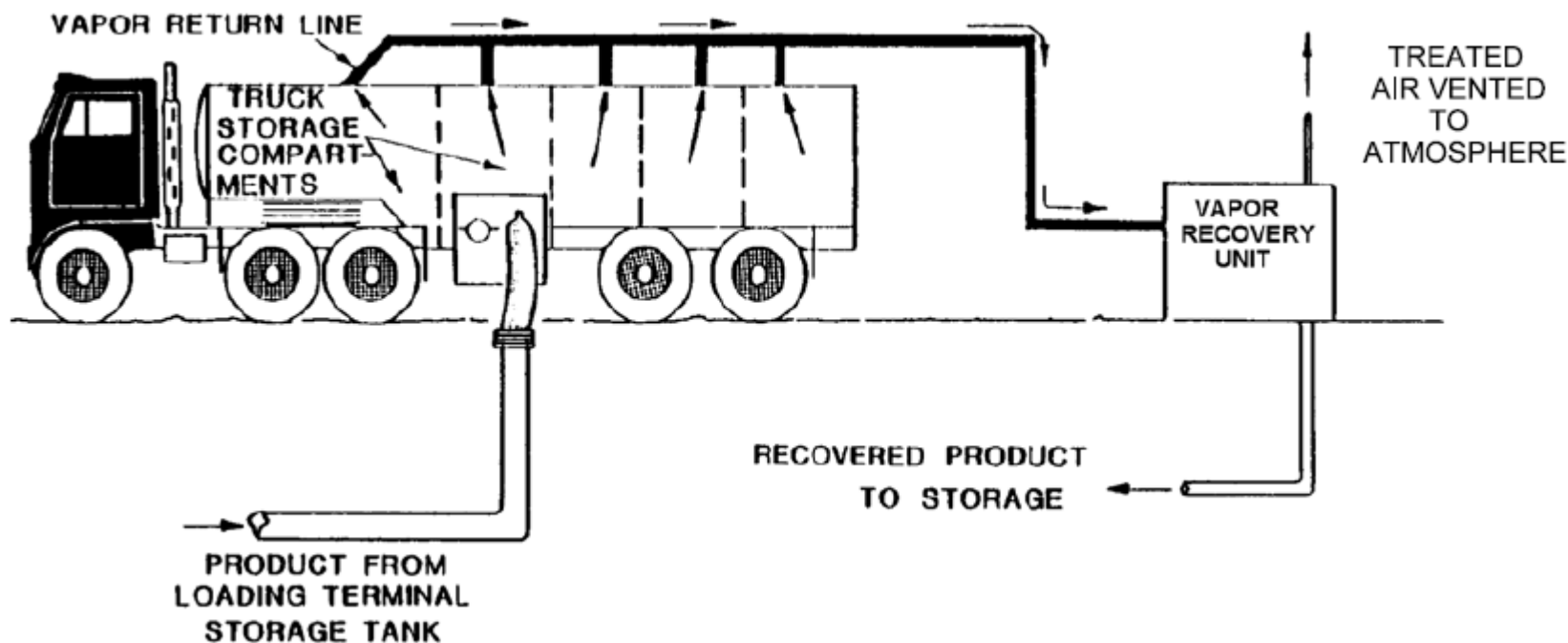
Emisije pri utovaru derivata

- Zavise od
 - Tehnike usisavanja i istovara
 - Fizičko-hemijskih karakteristika tereta
 - Prethodnih tereta
- $L = a * S * P * M / T$
 - a: empirijska konstanta
 - S: saturacioni faktor
 - M: molekulska masa
 - T: temperatura u °C
- Veliki broj tehnika kontrole



Kontrola emisija pri utovaru

- Efikasnost kolekcije 70 do 99,2%



VOC emisije pri brodskom utovaru

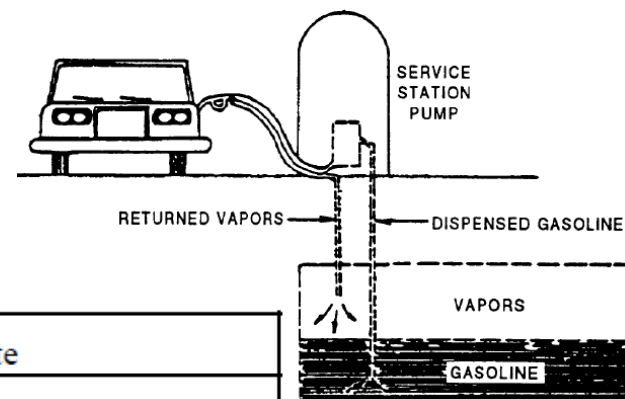
Vessel Tank Condition	Previous Cargo	Ships/Ocean Barges ^b		Barges ^b	
		mg/L Transferred	lb/10 ³ gal Transferred	mg/L Transferred	lb/10 ³ gal Transferred
Uncleaned	Volatile ^c	315	2.6	465	3.9
Ballasted	Volatile	205	1.7	— ^d	— ^d
Cleaned	Volatile	180	1.5	ND	ND
Gas-freed	Volatile	85	0.7	ND	ND
Any condition	Nonvolatile	85	0.7	ND	ND
Gas-freed	Any cargo	ND	ND	245	2.0
Typical overall situation ^e	Any cargo	215	1.8	410	3.4

VOC emisije pri željezničkom i drumskom transportu

Emission Source	Gasoline ^a	Crude Oil ^b	Jet Naphtha (JP-4)	Jet Kerosene	Distillate Oil No. 2	Residual Oil No. 6
Transit losses						
Loaded with product						
mg/L transported						
Typical	0 - 1.0	ND	ND	ND	ND	ND
Extreme	0 - 9.0	ND	ND	ND	ND	ND
lb/10 ³ gal transported						
Typical	0 - 0.01	ND	ND	ND	ND	ND
Extreme	0 - 0.08	ND	ND	ND	ND	ND
Return with vapor						
mg/L transported						
Typical	0 - 13.0	ND	ND	ND	ND	ND
Extreme	0 - 44.0	ND	ND	ND	ND	ND
lb/10 ³ gal transported						
Typical	0 - 0.11	ND	ND	ND	ND	ND
Extreme	0 - 0.37	ND	ND	ND	ND	ND

Emisije sa benzinskih pumpi

- Ispavanje VOC i ostalih organskih komponenti



Emission Source	Emission Rate	
	mg/L Throughput	lb/10 ³ gal Throughput
Filling underground tank (Stage I)		
Submerged filling	880	7.3
Splash filling	1,380	11.5
Balanced submerged filling	40	0.3
Underground tank breathing and emptying ^b	120	1.0
Vehicle refueling operations (Stage II)		
Displacement losses (uncontrolled) ^c	1,320	11.0
Displacement losses (controlled)	132	1.1
Spillage	80	0.7