

Pogonski materijali

Predavanje #1

Prof. dr Danilo Nikolić

1

Sirova Nafta



2

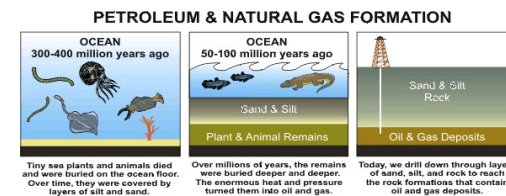
- Nafta je fluorescentna zelekasto-mrka do tamno-mrka uljasta tečnost.
- Prvi nazivi za naftu "znoj Zemlje", "krv dubine" i "eliksir života"
- Riječ NAFTA cg. potiče od staropersijske riječi "nafada" što znači znojiti se. Znojenje zemlje.
- Riječ PETROLEUM eng. potiče od grčkih riječi petros (stijena) i elaion (ulje) – kameno ulje



3

Nastanak Nafta

- **Organska teorija** - Nastala je od bjelančevina, ugljenih hidrata i masti kao ostataka niskorazvijenih biljnih i životinjskih planktona i bakterija koje su živjele u vodi ili moru.
- Ti organski ostaci mogu se u posebnim geohemijskim procesima pri visokim pritiscima cca 200 bar i temperaturama cca 300 °C pretvarati u sirovu naftu i prirodni gas. Taj se proces odvija u mirnoj vodi sa malim količinama kiseonika.



- **Neorganska teorija** – nastanak putem hemijskih reakcija materija u zemljinoj kori

4

Činjenice u vezi naftnih naslaga:

- 70% Mesozoik era
- 20% Kenozoik (mlađa era od Mesozoik)
- 10% Paleozoik (starija era od Mesozoik)

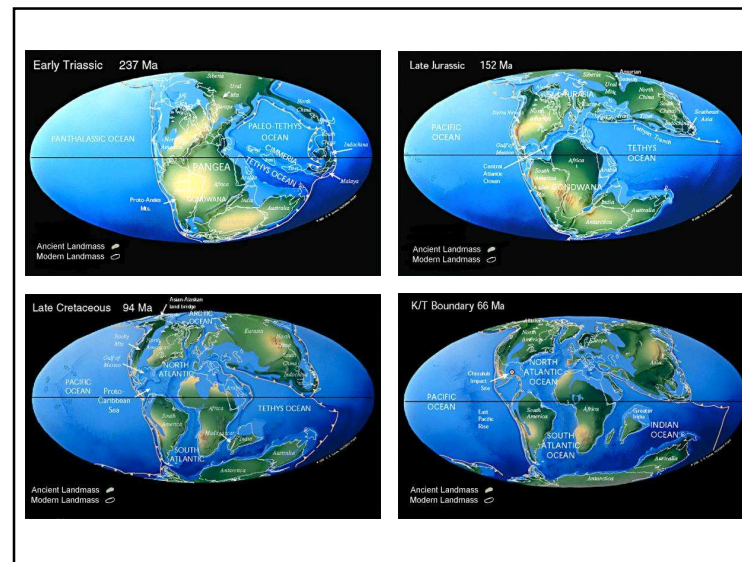
Šta je to toliko posebno u vezi ere Mesozoik?

- Klima u svijetu je bila tropska.
- Planktona je bilo u izobilju u okeanima.
- Dna okeana su bila nepokretna sa malo kiseonika.

Šta je to toliko posebno sa Persijskim zalivom?

- Persijski zaliv je nekad bio na ivici Tethys okeana.
- Tropskih grebena je bilo u izobilju.
- Tethys okean je bio anoksičan – ispod površine mora nije bilo kiseonika.
- Zatvaranjem Tethys okeana dovelo je do stvaranja raznih strukturalnih zamki.

5



6

Sastav Sirove Nafta

- Ugljo-vodonična jedinjenja** (ugljenik, vodonik). Udio ugljovodonika u sirovoj nafti varira od 97% težinskih kod lake nafte pa do samo 50% kod teških nafti i bitumena.

Težinski sastav prirodnih ugljovodonika

Ugljovodonici	Prosjek	Opseg
Parafini	30%	15 - 60%
Nafteni	49%	30 - 60%
Aromati	15%	3 - 30%

- Organska jedinjenja** (azot, kiseonik, sumpor)
- Tragovi metala** (gvožđe, nikel, bakar, vanadijum)

Sastav hemijskih elemenata :

Element	Sadržaj, %
Ugljenik	83 - 87%
Vodonik	10 - 14%
Azot	0.1 - 2%
Kiseonik	0.1 - 1.5%
Sumpor	0.5 - 6%
Metali	< 1000 ppm

7

Pronalazak Sirove Nafta

Prvobitna upotreba:

- Sumeri - U Mesopotamiji još prije 8000 g koristili za oblaganje zidova Vavilona.
- Feničani - sredstvo za zaptivanje brodova
- Egipćani - zaštita zidova od valage i za balsamovanje
- Persijci - sredstvo za podlogu pri izgradnji puteva
- Kinezi - sredstvo za rasvjetu
- Grci, Kinezi i Rimljani - sredstvo za dezinfekciju u medicini

Prvi počeci industrijske primjene:

- 17 vijek. Stanovnici Alzasa, Škotske, Galicije, Rumunije i Kavkaza destilisu naftu u cilju dobijanja ulja za osvjetljenje
- Sve do 1823. godine nafta se smatrala ljekovitom a za druge primjene skoro bezvrijednom
- Prva destilacija nafte je bila u Rusiji

8

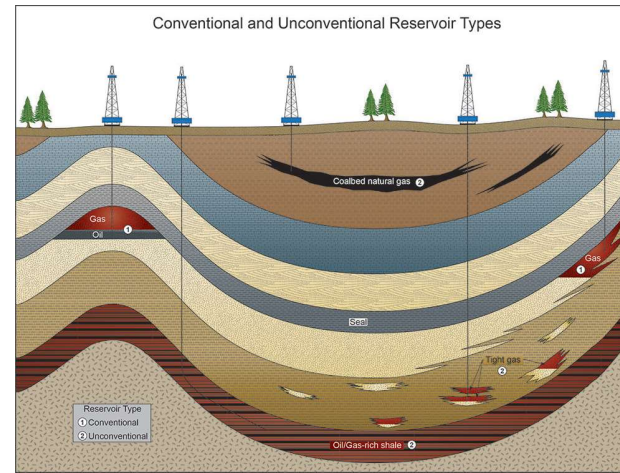
Pravi početak industrijskog korišćenja nafte:

- 27.08.1859 g. u Titusvilu, Pensilvanija. D.L.Drake izvršio prvo bušenje i dobio naftu. Nafta je pronadjena na 21 metar dubine i proizvodnja je iznosila 3000 lit/dan.
- Dan prerađivača nafte



9

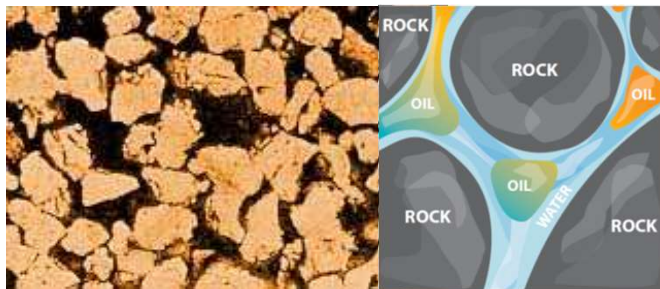
Nalazišta Nafte



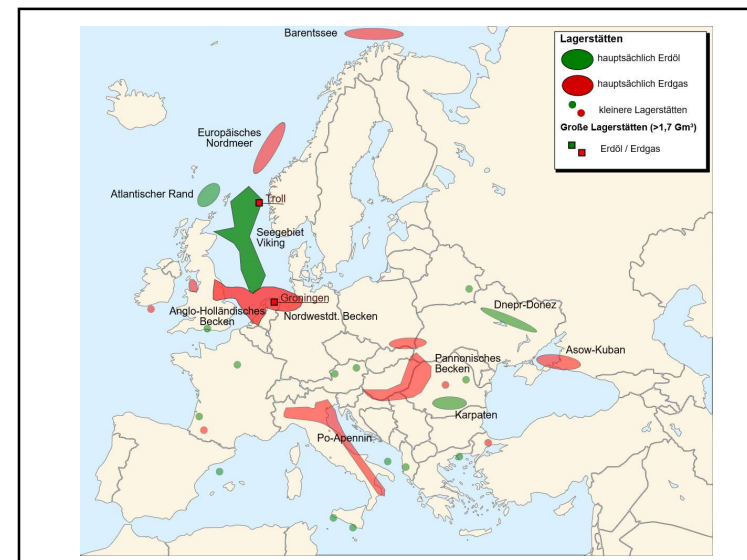
10

Naftna i polja prirodnog gasa

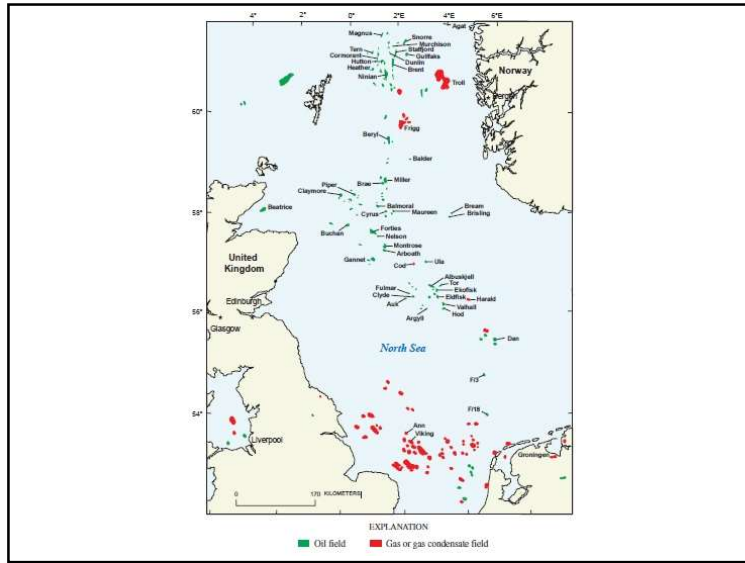
Nafta se ne nalazi u tzv. podzemnim bazenima, već su kapljice nafte zarobljene pod velikim pritiskom u porama između stijena.



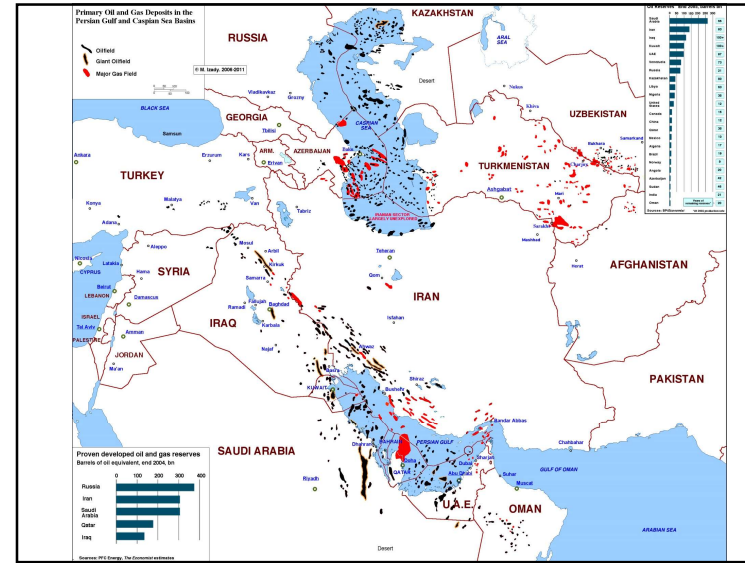
11



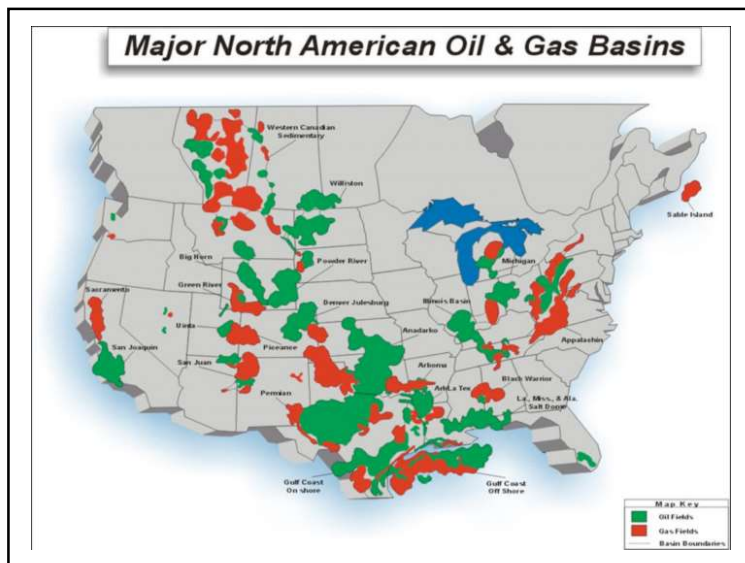
12



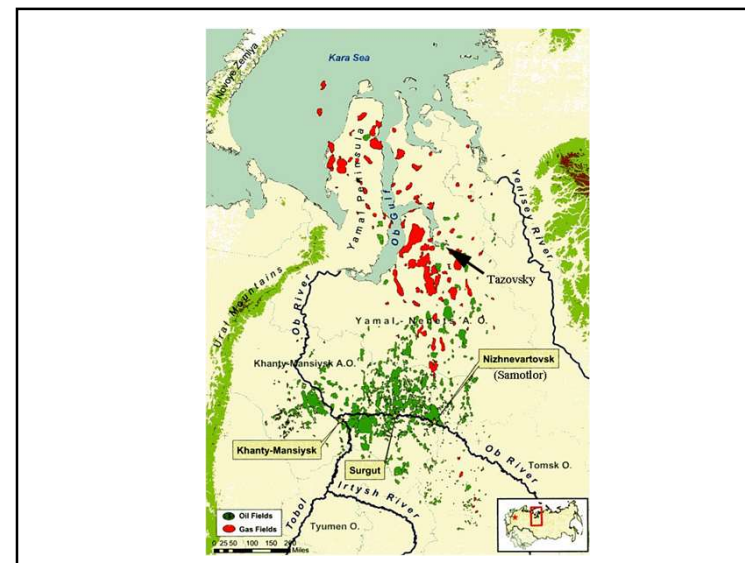
13



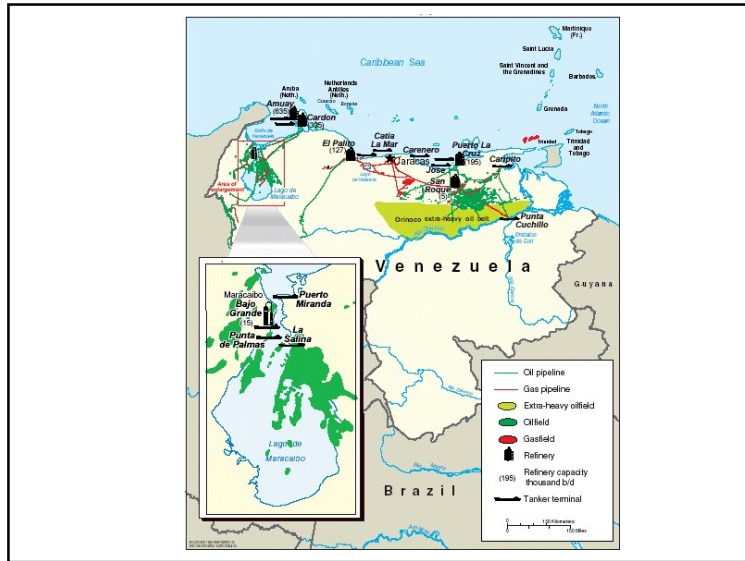
14



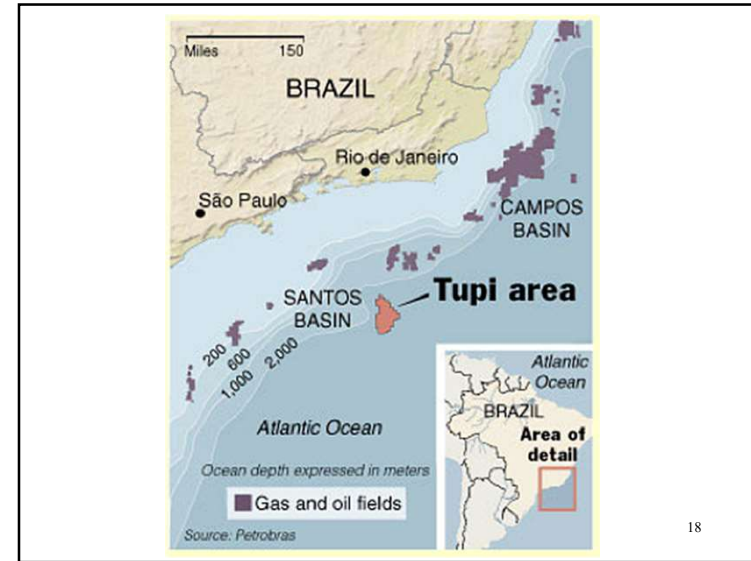
15



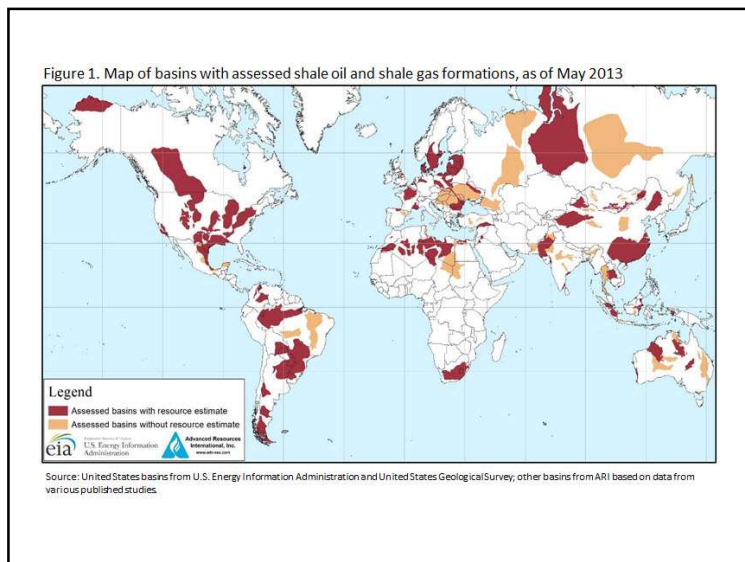
16



17



18



19

Eksploatacija Nafta

- Do nafte se dolazi bušenjem. Buši se u dvije etape.
 - Prvo idu istražna bušenja da se utvrde rasprostranjenost i vrsta sedimenta koji sadrže ugljovodonike. Cilj je odrediti ekonomičnost.
 - Druga etapa jeste eksploatacija.

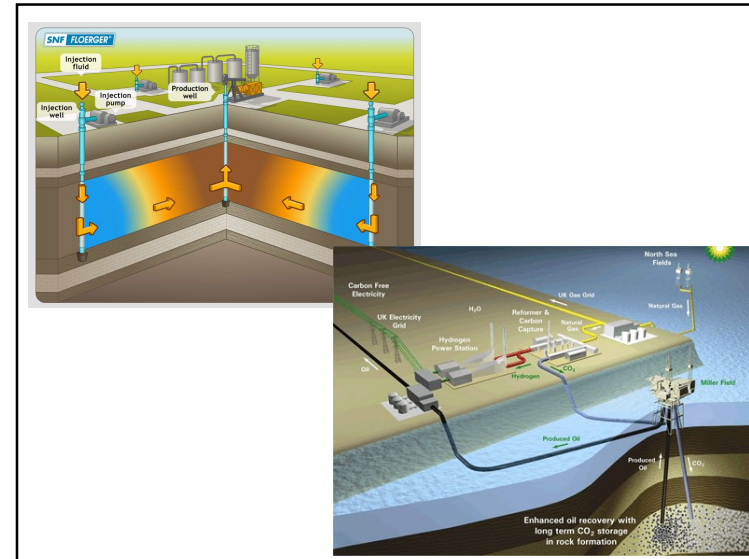
- Većina ležišta nafte je između 900 i 5000 m ali bušotina može ići do 8000 m.
- Brzina bušenja zavisi od kvaliteta stijena.
- U prosjeku je potrebno 5-10 dana za bušotinu dubine do 1500m, 60-90 dana za 3500m dok za bušotinu dubine od 5000m potrebno je 100-150 dana.
- Bušenja u moru su dvostruko skuplja.
- U ukupnim investicijama oko same bušotine samo bušenje učestvuje sa oko 60%.

20

Postoje tri načina eksploatacije (vađenja) nafte:

1. **Primarno** - ako je pritisak u nalazištu veći od hidrostatičkog pritiska nafte u cijevi govorimo o eruptivnom nalazištu. Ne trebaju dodatni uređaji niti energija za izvlačenje nafte na površinu. To je najekonomičniji način.
2. **Sekundarno** – upumpava se voda ili gas čime se održava pritisak u nalazištu kako bi se produžilo eruptivno ponašanje nalazišta. Skuplja proizvodnja.
3. **Tercijalno** – ubacuju se hemikalije ili pregrejana para čime se smanjuje viskozitet nafte radi lakšeg vađenja. Jako skupa proizvodnja.

21



22



Na kopnu

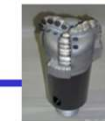


Na moru

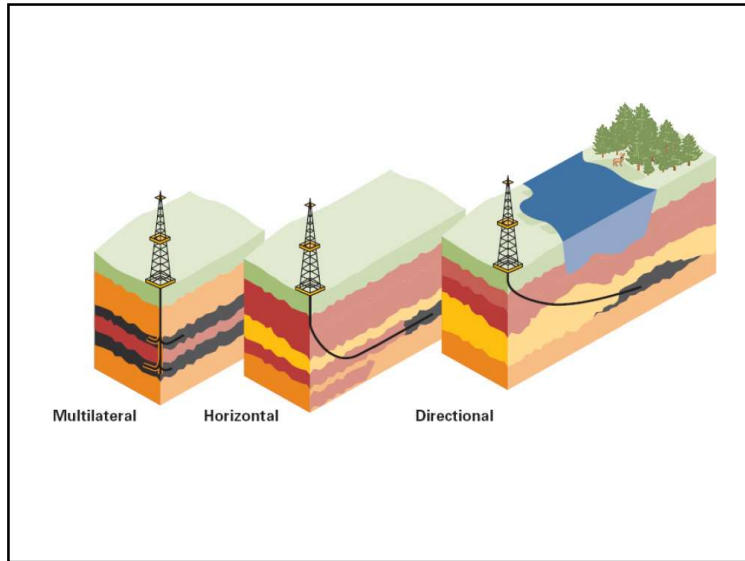
23

Bušenje - oprema

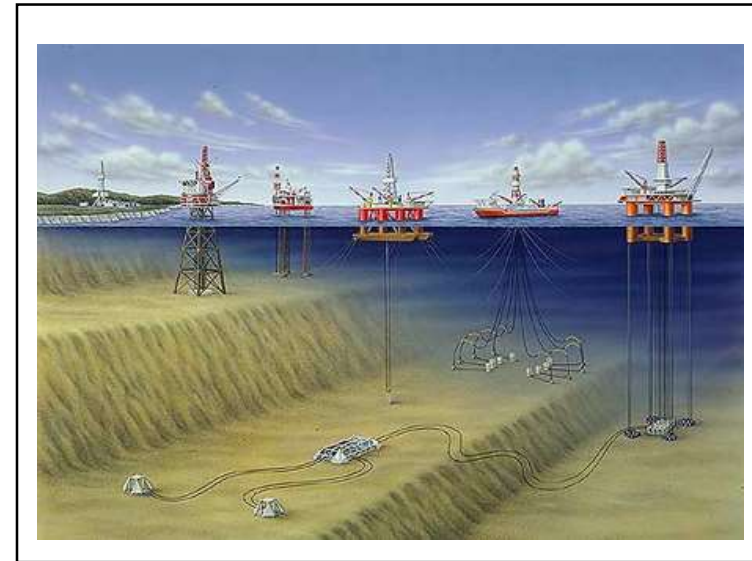
- **Glava za rotacijsko bušenje**
 - čelični zubi
 - tungsten ugljik
 - dijamantni kompaktni premaz
- **Do 80000 € (jedna za 2km)**
- **Fleksibilno bušenje**
 - cijev 5-8 cm (u perspektivi šire)
 - bušenje po strani (revolucija)
 - turbina na vrhu - izum Rusa



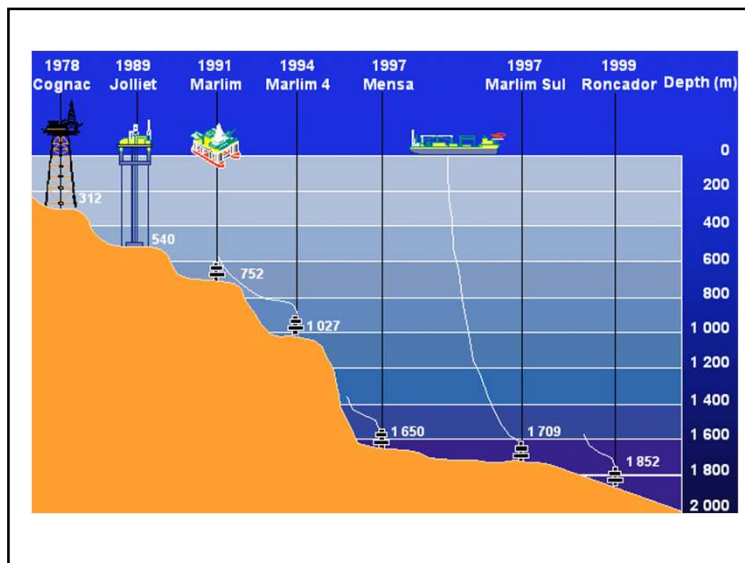
24



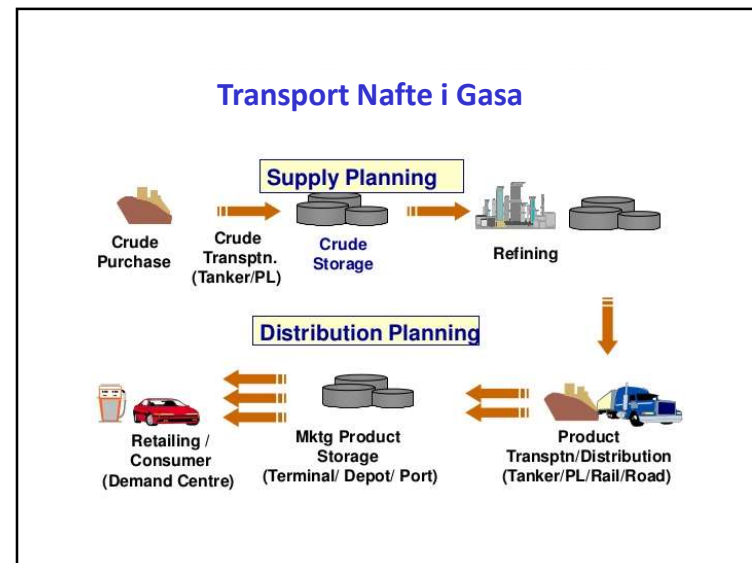
25



26



27



28

Transport Nafta i Gasa

Transfer nafte i gasa do rafinerija:

- Tankerima (morskim putem)
- Cijevovima (naftovodi, gasovodi)
- Cisterne (željeznica, kamioni)



29

Prerada Sirove Nafta



- Rafinerija goriva predstavlja fabriku koja konvertuje sirovu naftu u niz korisnih proizvoda koji su napravljeni tako da zadovolje zahtjeve tržišta na najekonomičniji i najefikasniji način.

30

Primarna prerada sirove nafte

- Tehnološka šema rafinerije zavisi od strukture, količina i produkata nafte, kao i samom sastavu prirodne nafte.
- Osnovni postupak za preradu sirove nafte jeste njeno razdvajanje na glavne frakcije - različita ugljovodonična jedinjenja, određenih osobina. Postupak atmosferske destilacije.

- Destilacija ima tri faze:

- zagrijavanje,
- isparavanje i
- kondenzacija.

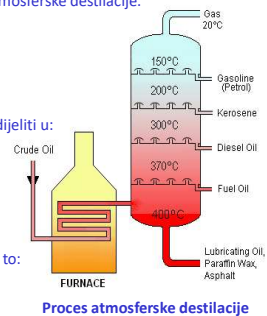
- Prema agregatnom stanju, proizvodi rafiniranja mogu se podijeliti u:

- gasovite
- tečne
- polutečne i
- čvrste proizvode.

- Najvažniji gasoviti proizvod prerade nafte jeste LPG

- Tečni rafinatti u preradi nafte predstavljaju oko 90% udjela, i to:

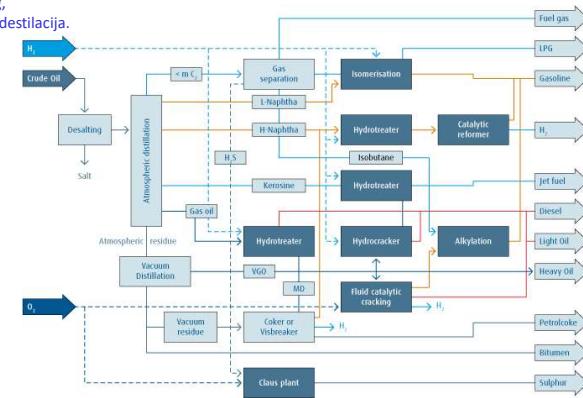
- specijalni benzini
- motorni benzini
- petrolej
- miazna goriva
- dizelska goriva
- ulja za loženje
- maziva ulja i ulja za posebnu namjenu.



31

Sekundarna prerada sirove nafte

- Termički krekning,
- Katalitički krekning,
- Hidrokrekning,
- Visbrejking,
- Vakumska destilacija.



32

Klasifikacija sirove nafte

- Naftna industrija klasifikuje sirovu naftu s obzirom na
 - Gustinu**,
 - Sadržaj sumpora**,
 - Lokaciju izvorišta, (npr. West Texas, Brent, ili Oman),
- Sirova nafta se smatra
 - lakom** ako joj je mala gustina,
 - teškom** ako ima veliku gustinu,
 - slatkom** ako sadrži malo sumpora, i
 - kiselom** ako sadrži znatne količine sumpora.
- Barel nafte iz oblasti gdje su prethodno molekularne karakteristike određene i nafta klasifikovana, koristi se kao cijenovna referenca širom svijeta.
- Neki od referentnih sirovih nafte su:
 - West Texas Intermediate (WTI), visok kvalitet, slatka
 - Brent Blend, sastoji se od 15 izvorišta u sistemima Brent i Ninian u S. moru.
 - Dubai-Oman, koristi se kao referenca za kiselu naftu sa Srednjeg Istoka
 - Tapis (Malezija), koristi se kao referenca za lako gorivo sa dalekog istoka
 - Minas (Indonezija), koristi se kao referenca za teško gorivo sa Dalekog Istoka
 - OPEC Reference Basket, osrednjena sirova nafta iz raznih država OPEC-a

33

Svojstva sirove nafte

Karakteristike	Naziv sirove nafte				
	Salania (S. Arabija)	Brent (V. Britanija)	Bachaquero (Venecuela)	Export Blend (Rusija)	Bonny Medium (Nigerija)
Gustina, kg/m ³	858	834	954	863	903
Sadržaj sumpora,%	1.79	0.26	2.4	1.38	0.23
Teži ka (%)					
Gasovima i benzinu	20	27	7	19	5
Kerozinu i dizel gorivu	35	36	20	24	49
Teškim ostacima	45	37	73	57	46

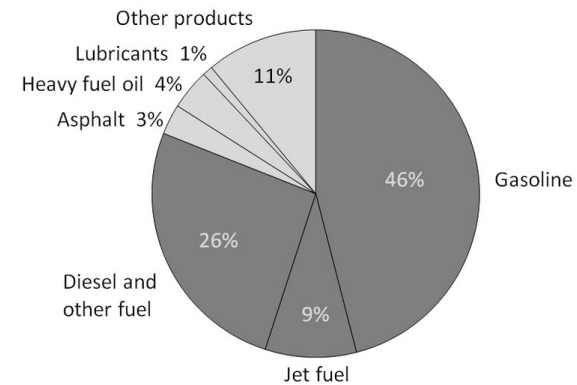
34

Barel Nafte

- Barel Nafte: 42 US galona - 158,9873 litara
- Standardni barel nafte se koristi kao mjera sirove nafte u USA.
- Van SAD se koriste mjere kubni metar ili tona.



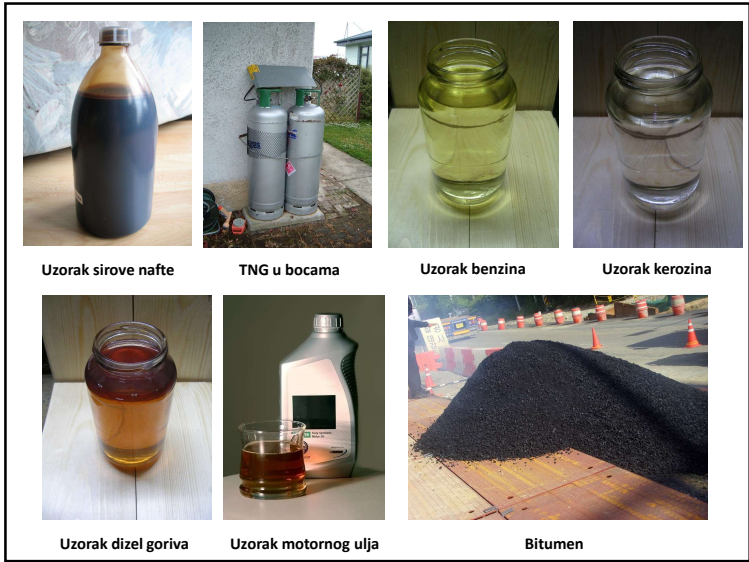
35



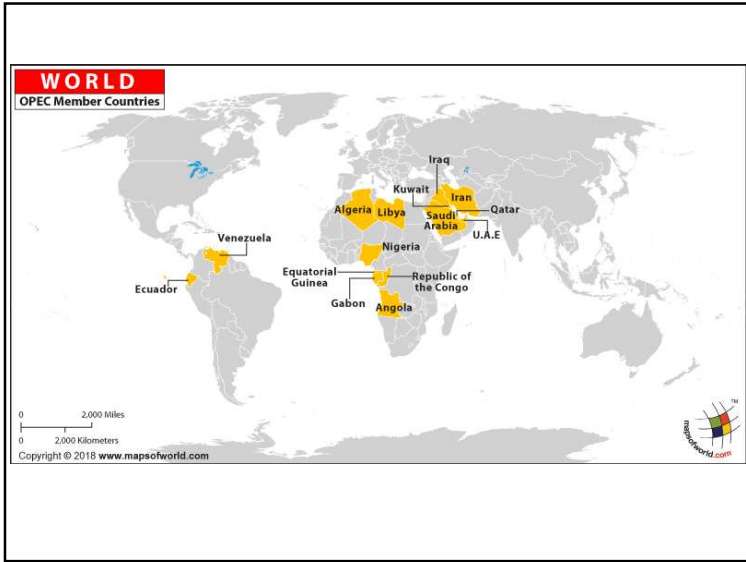
Petroleum products made from a typical barrel of US oil.

- Dark grey = fuels
- light grey = other products
- Over 6,000 items are made from petroleum waste by-products

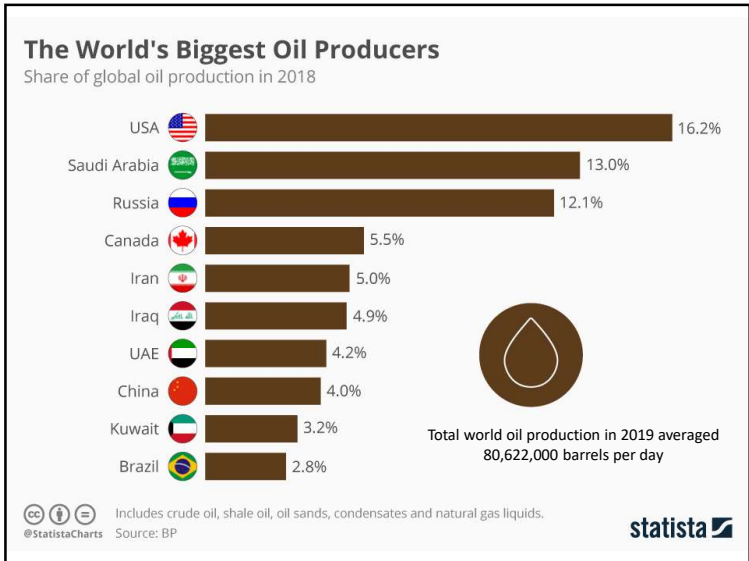
36



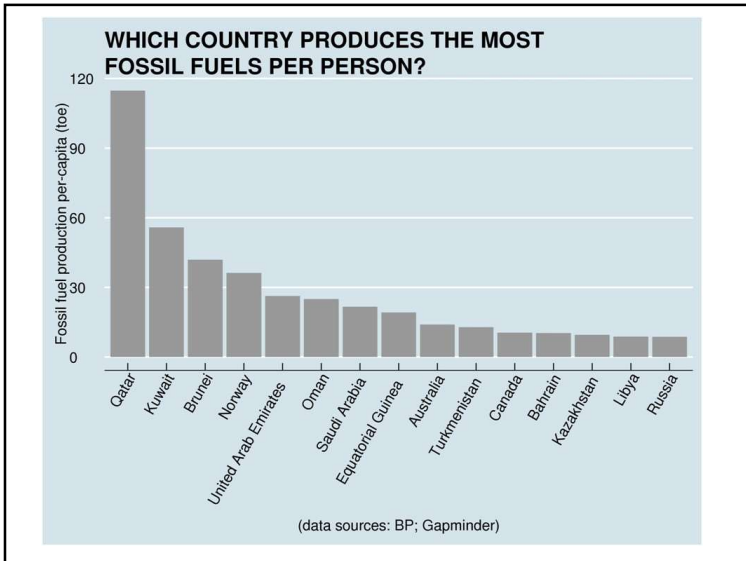
37



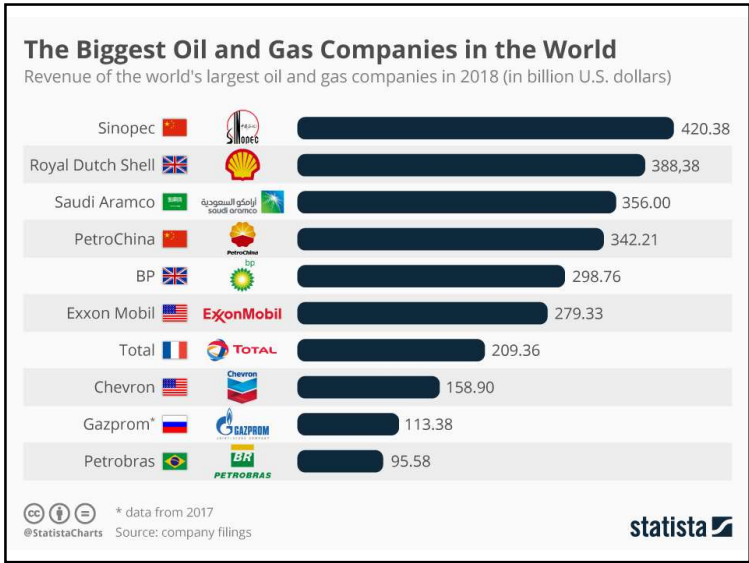
38



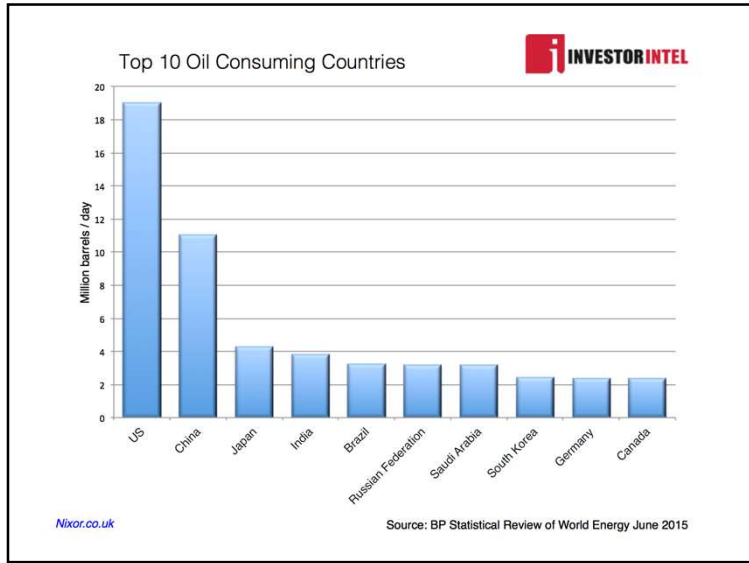
39



40



41



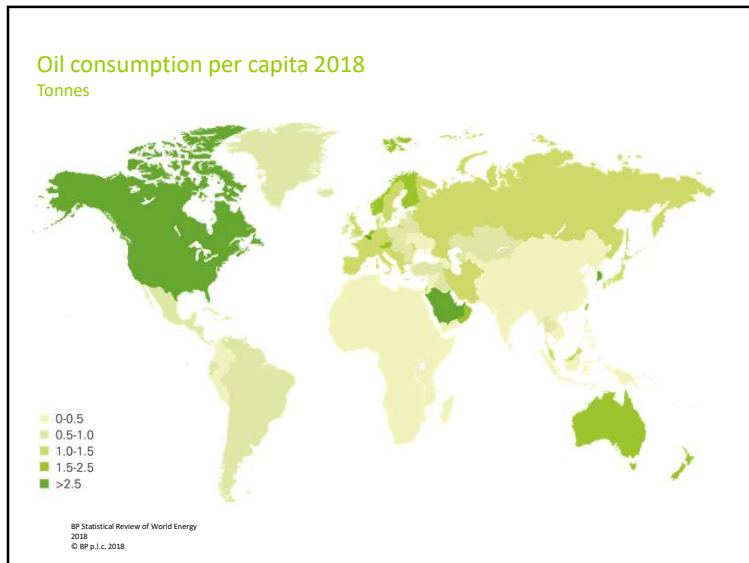
42

Petrošnja Nafta, 2014

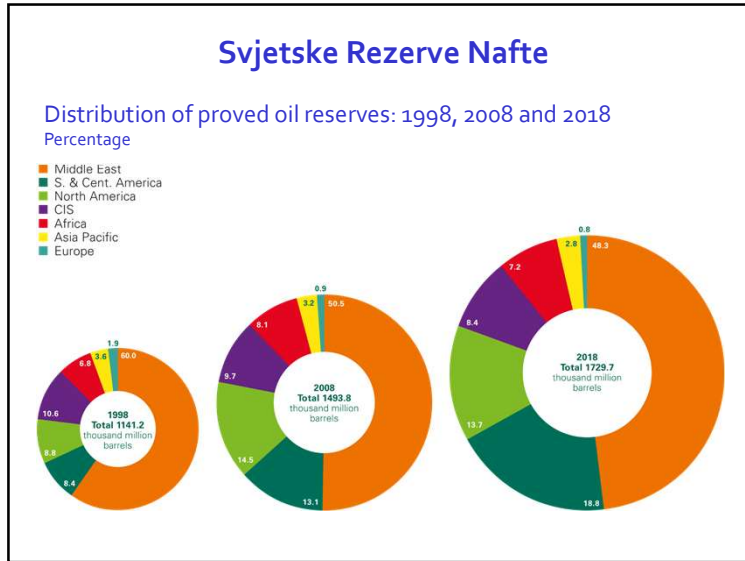
Country	Production	Consumption	Delta
1. Saudi Arabia	11.5	3.1	8.4
2. Russian Federation	10.8	3.3	7.5
3. US	10.0	18.9	-8.9
4. China	4.2	10.8	-6.6
5. Canada	3.9	2.4	1.5
6. United Arab Emirates	3.6	0.8	2.8
7. Iran	3.6	2.0	1.6
8. Iraq	3.1	0.7	2.4
9. Kuwait	3.1	0.5	2.6
10. Mexico	2.9	2.0	0.9

Data from BP Statistical Review 2014 © Robert Rapier

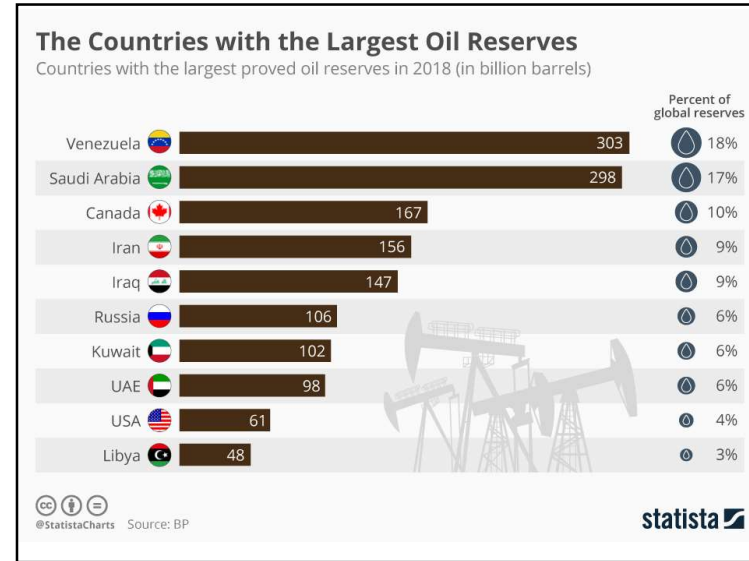
43



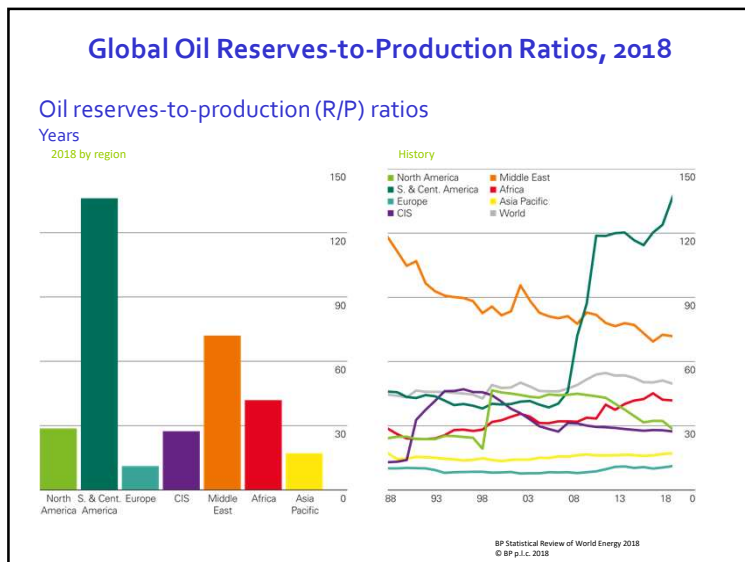
44



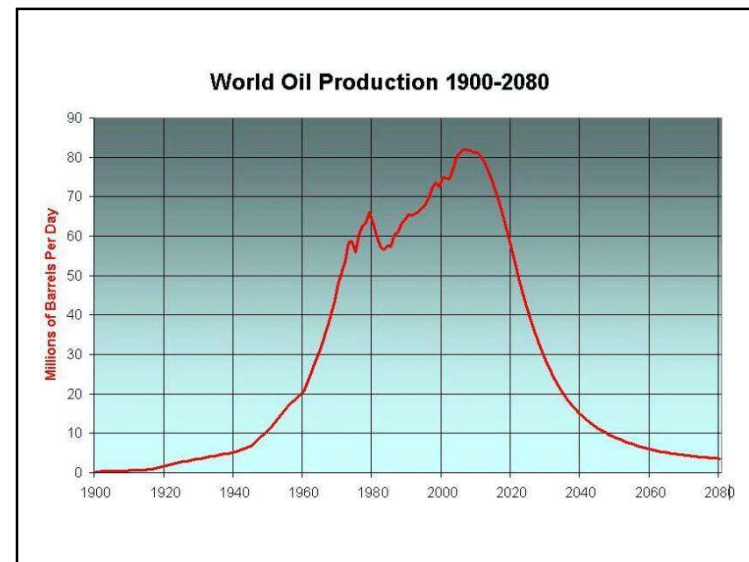
45



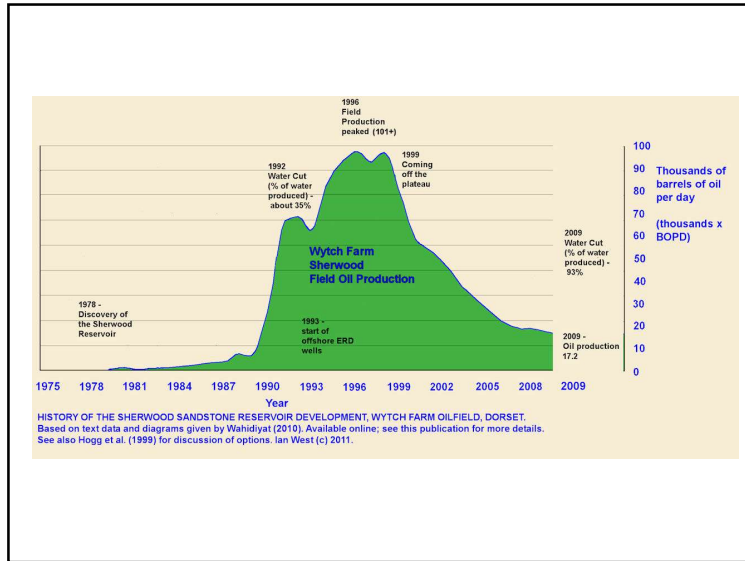
46



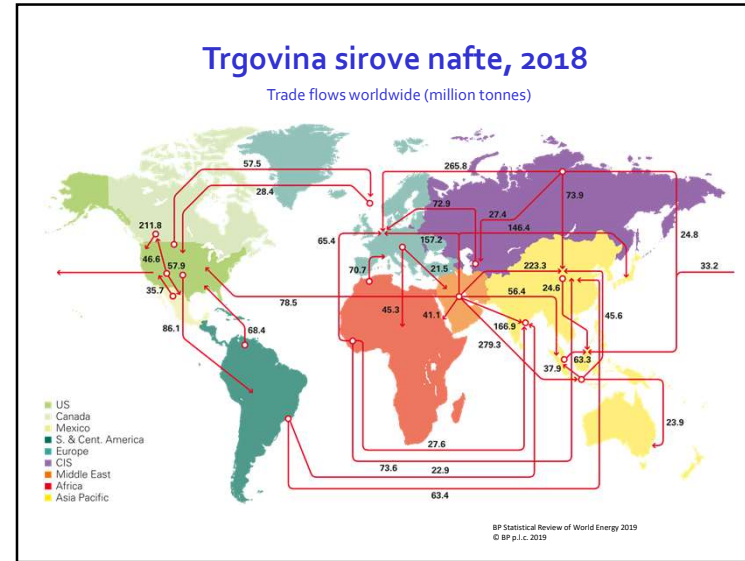
47



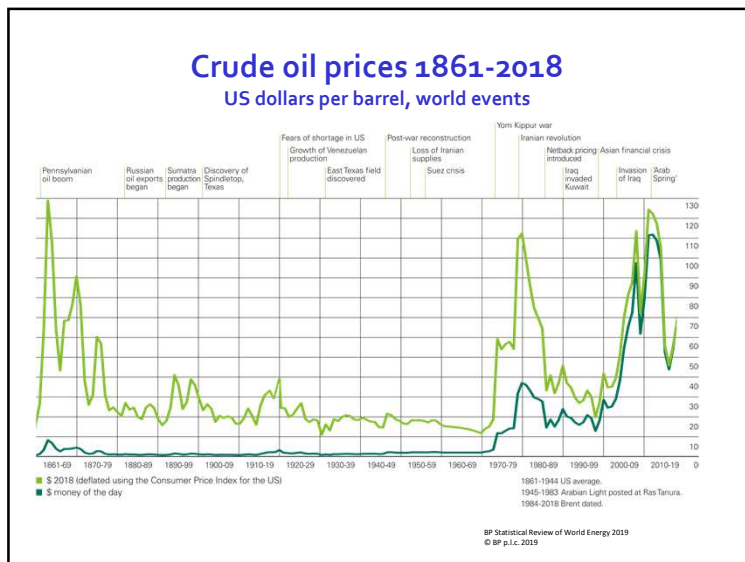
48



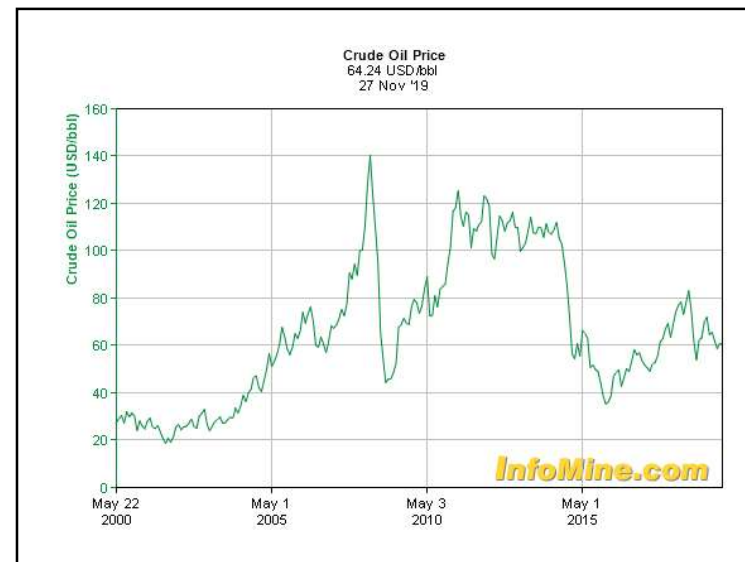
49



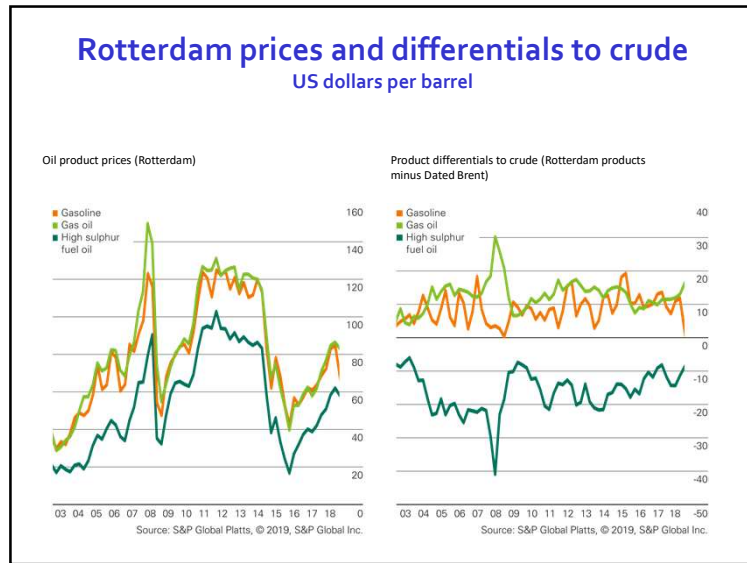
50



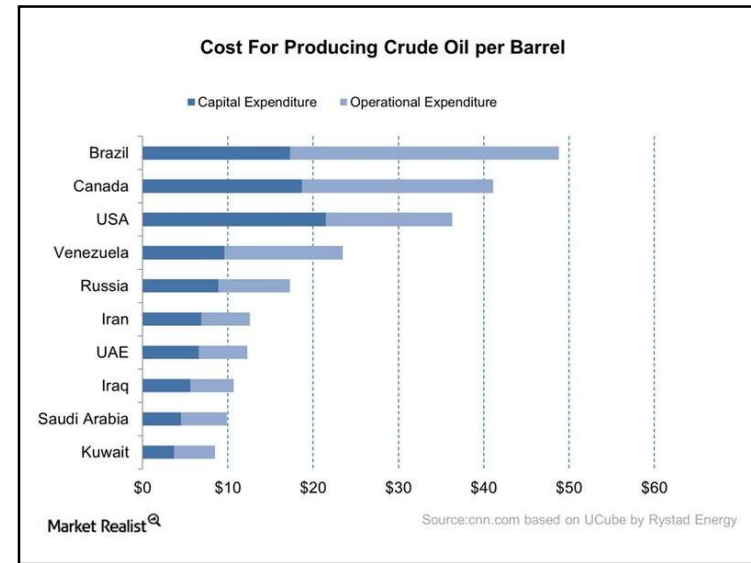
51



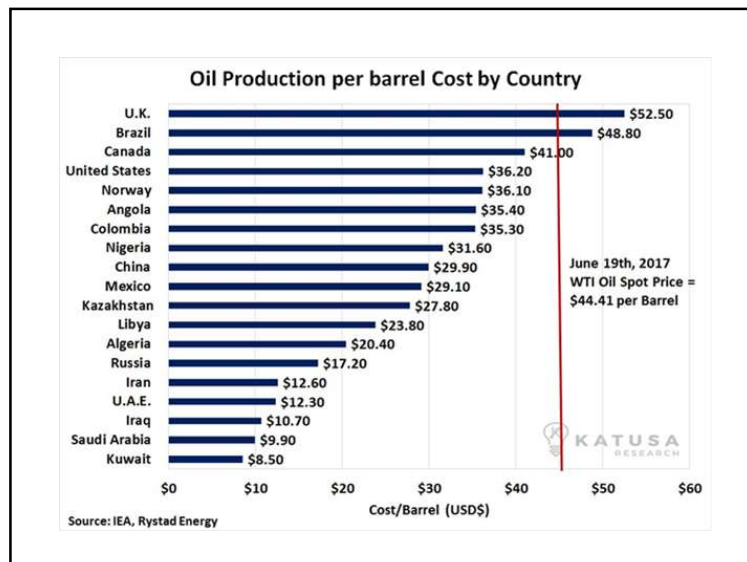
52



53



54



55



56

Prirodni Gas



57

- Zemni ili prirodni gas je fosilno gorivo koje se najvećim dijelom (85 do 95 %) sastoji od metana (CH_4), koji je najjednostavniji ugljovodonič bez mirisa i ukusa.
- Nezapaljiv je, ali eksplozivan.
- Kao fosilno gorivo, prirodni gas ima ograničene zalihe. Procjene su da bi zalihe prirodnog gasa, uz današnji nivo iskorištavanja, mogle potrajati još nekih sto godina.
- Jedan od problema u vezi upotrebe prirodnog gasa jeste u tome što se udio metana u njemu može značajno razlikovati, pa tako na primjer udio metana u prirodnom gasu u Rusiji se kreće oko 98 % dok je u Holandiji taj udio od 80 do 85 %.
- Prije nego što se može koristiti kao gorivo, mora se podvrgnuti procesima odstranjivanja primjesa.

58

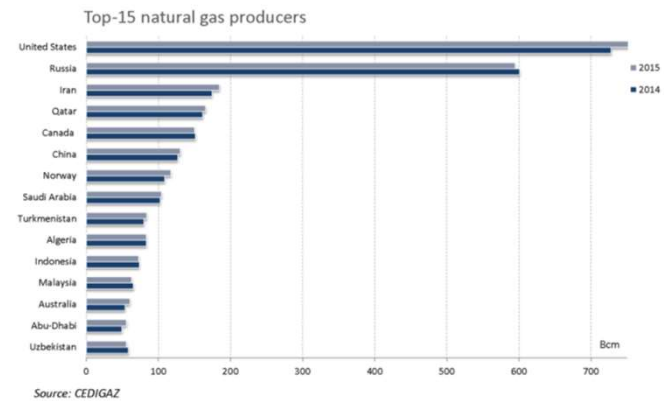
Sastav Prirodnog gasa

Typical Composition of Natural Gas		
Methane	CH_4	70-90%
Ethane	C_2H_6	
Propane	C_3H_8	0-20%
Butane	C_4H_{10}	
Carbon Dioxide	CO_2	0-8%
Oxygen	O_2	0-0.2%
Nitrogen	N_2	0-5%
Hydrogen sulphide	H_2S	0-5%
Rare gases	A, He, Ne, Xe	trace

Tipični sastav Prirodnog Gasa

59

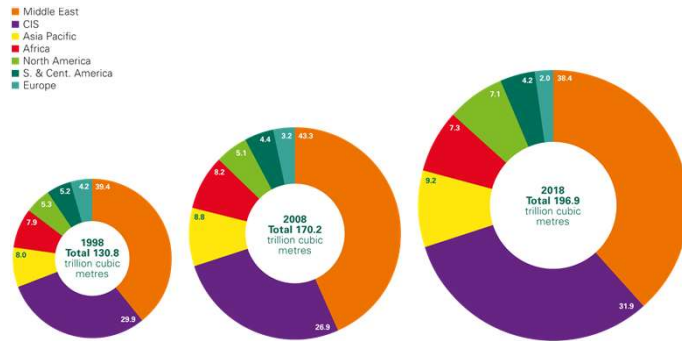
Proizvodnja prirodnog gasa, 2015



60

Potvrđene rezerve prirodnog gasa

Distribution of proved gas reserves: 1998, 2008 and 2018
Percentage



BP Statistical Review of World Energy 2019
© BP p.l.c. 2019

61

Rezerve prirodnog gasa, 2016

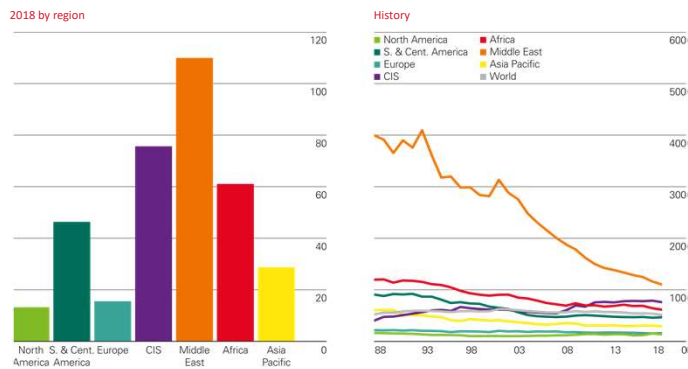
PROVEN NATURAL GAS RESERVES TOP TEN COUNTRIES



Source: 2016 OPEC Annual Statistical Bulletin

62

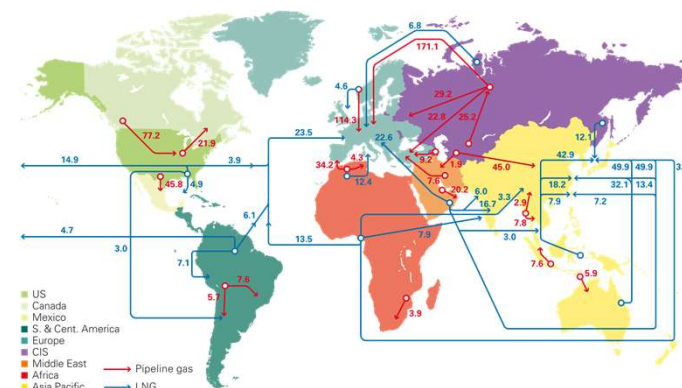
Global Gas Reserves-to-Production Ratios



BP Statistical Review of World Energy 2019
© BP p.l.c. 2019

63

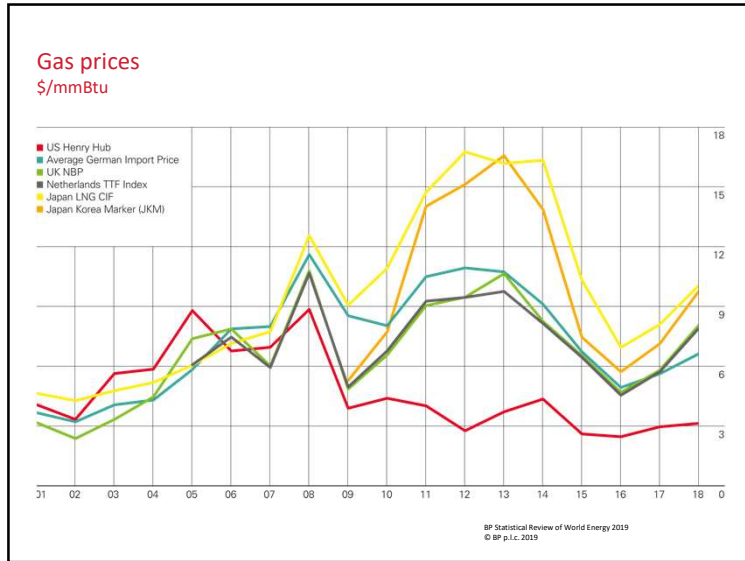
Major gas trade movements 2018 Trade flows worldwide (billion cubic metres)



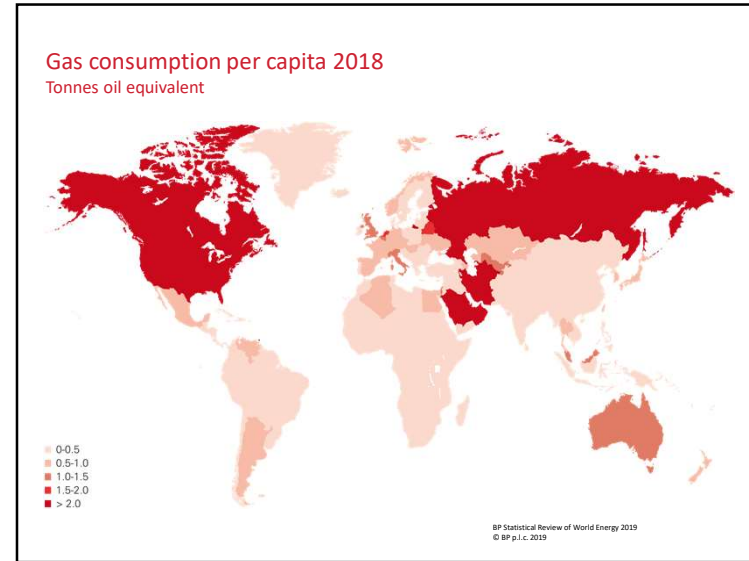
Source: Includes data from FGE MENAgas service, IHS.

BP Statistical Review of World Energy 2019
© BP p.l.c. 2019

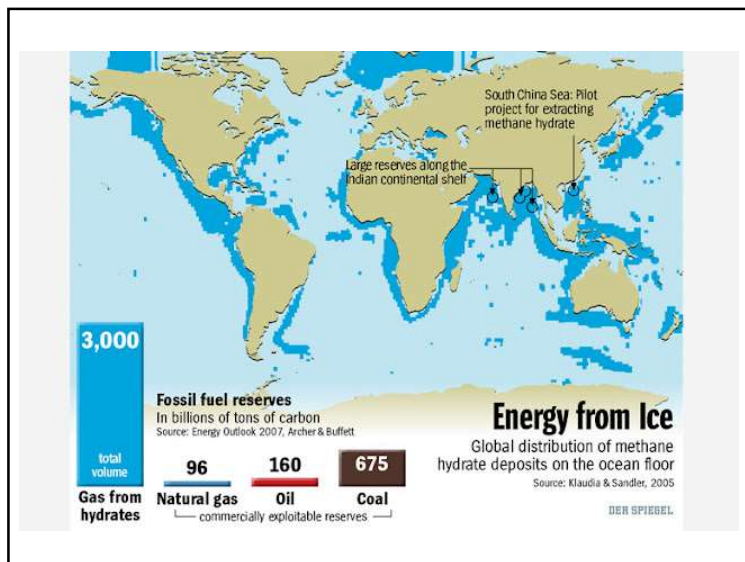
64



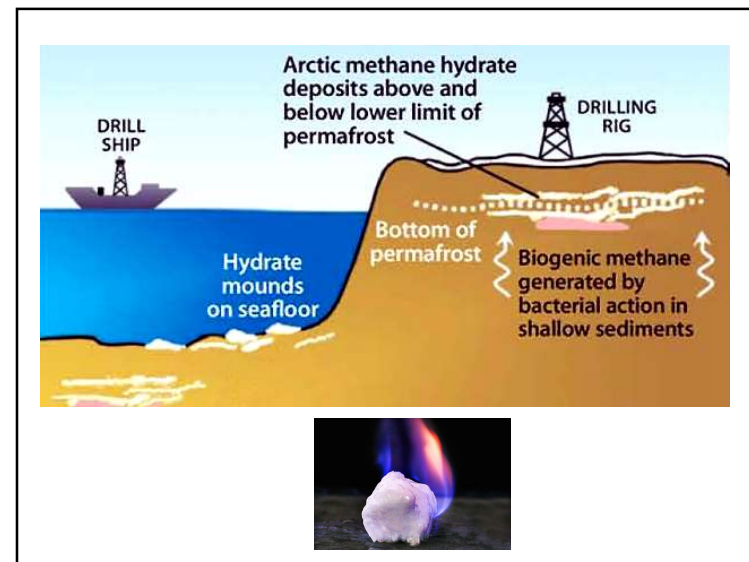
65



66



67



68

Ugalj



69

- Ugalj je gorivi sediment.
- Sastoji se pretežno od ostataka, odnosno produkta raspada biljaka, a nastao je od tresetišta iz daleke prošlosti.
- Proces pougljenjisanja ostvaruje se postepenim povećavanjem relativnog sadržaja ugljenika (C) uz istovremeno smanjivanje relativnog sadržaja kiseonika (O₂), azota (N₂), vodonika (H₂).
- Dešava se niz sukcesivnih pretvaranja:
 - biljni ostaci i drvo - treset - lignit -mrki ugalj - kameni ugalj.



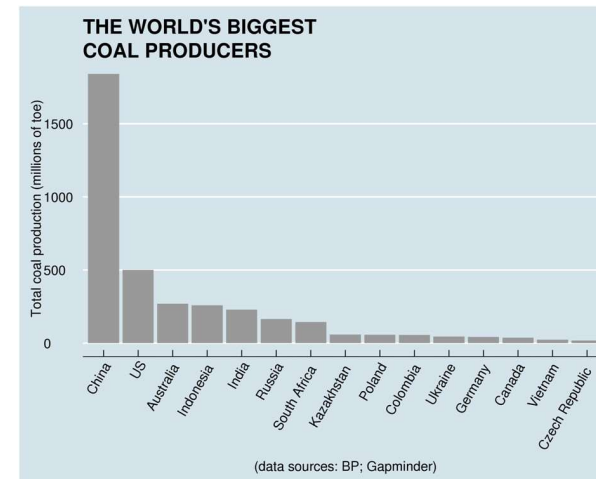
- Ugalj je neobnovljivi izvor energije.

70

GORIVO	% C	% O ₂	% H ₂	% ISP. SAST.	TOPLINSKA VRIJEDNOST GORIVA ↓
DRVO	50	42	6	85	
TRESET	51	39	6	70	
MRKI UGLJEN	58	38	5	55	
KAMENI UGLJEN	75	15	4	37	
ANTRACIT	90	4	3	9	
ANTRACIT	93	2	2	4	

71

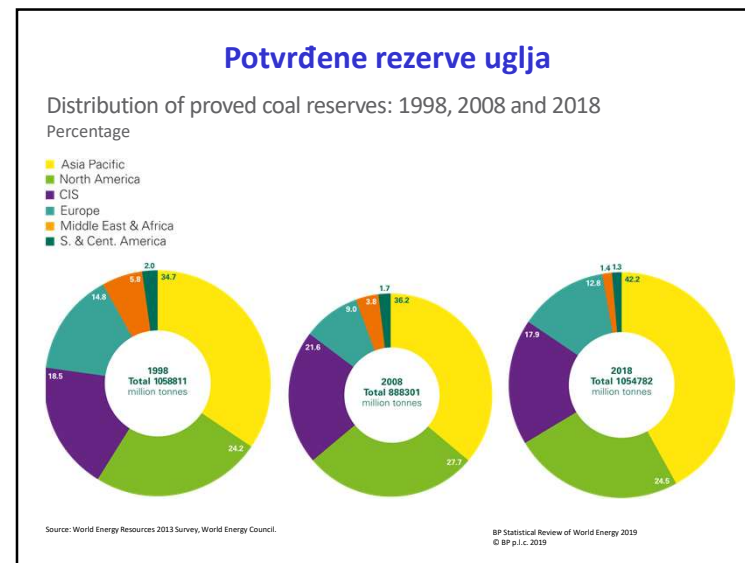
Proizvodnja uglja, 2014



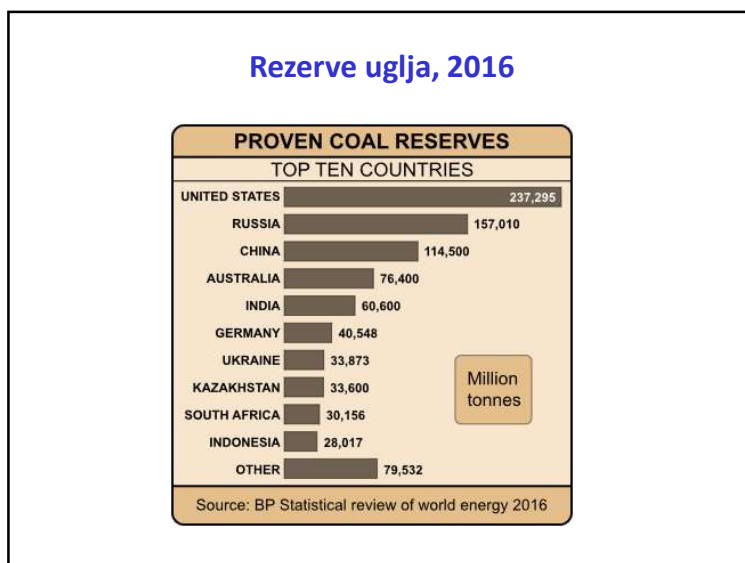
72



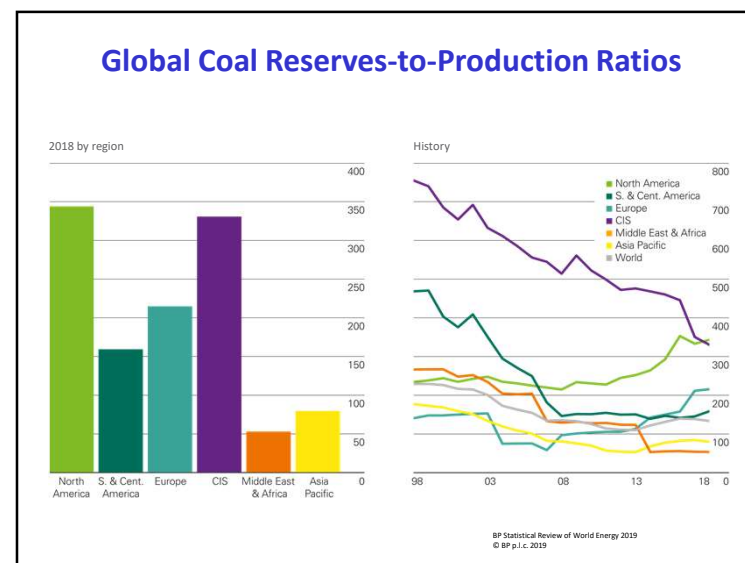
73



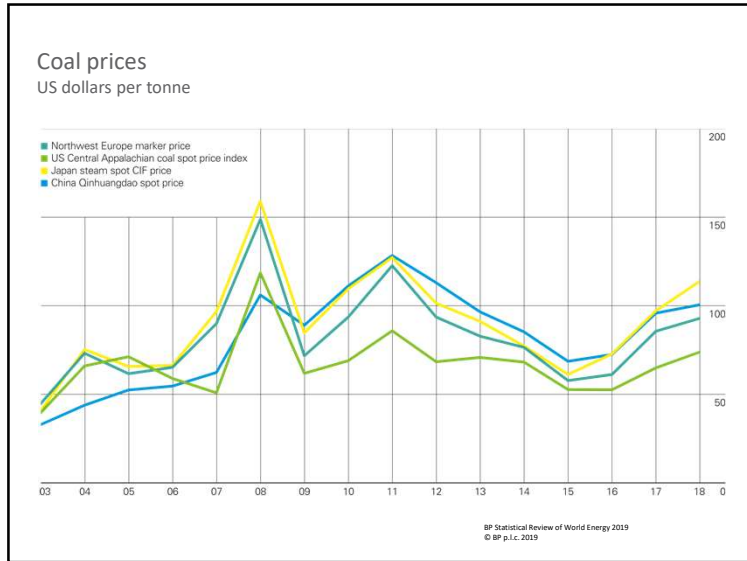
74



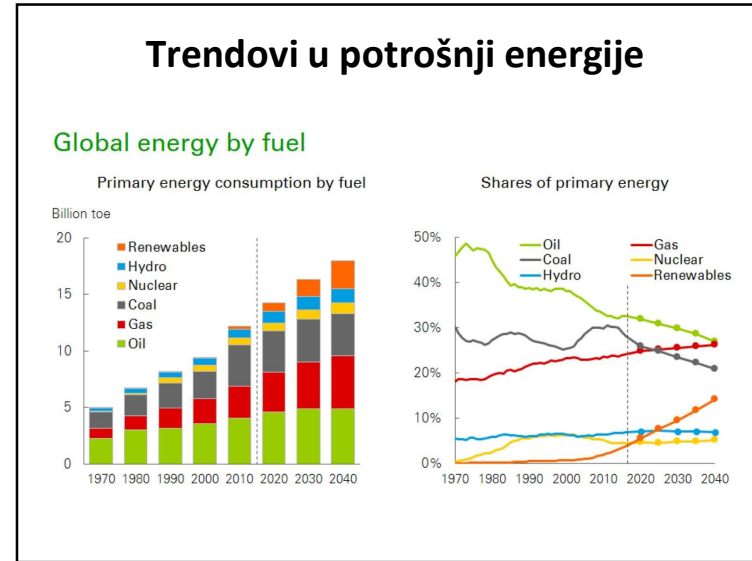
75



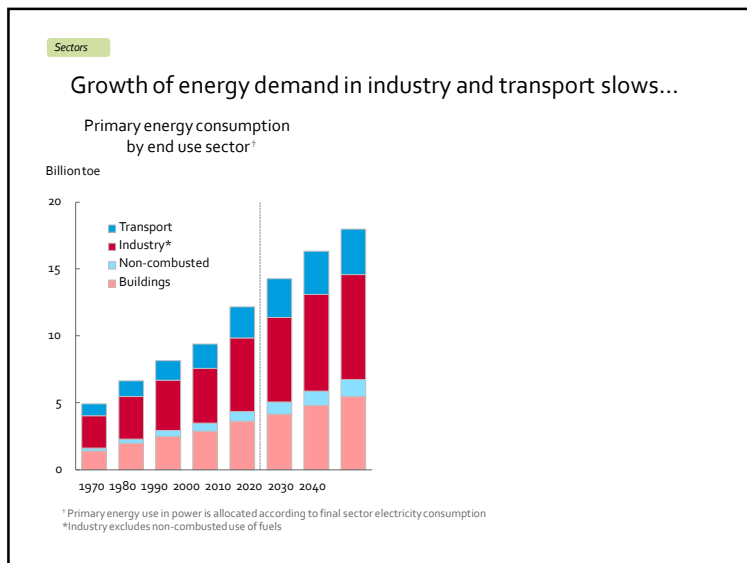
76



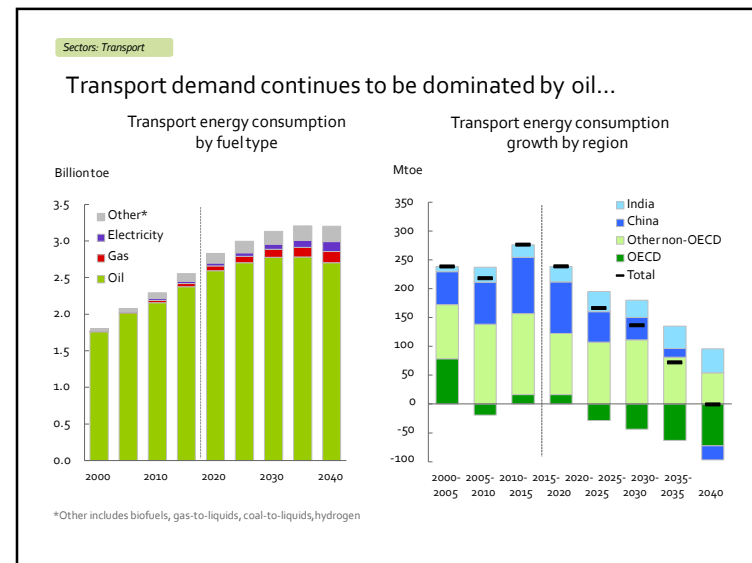
77



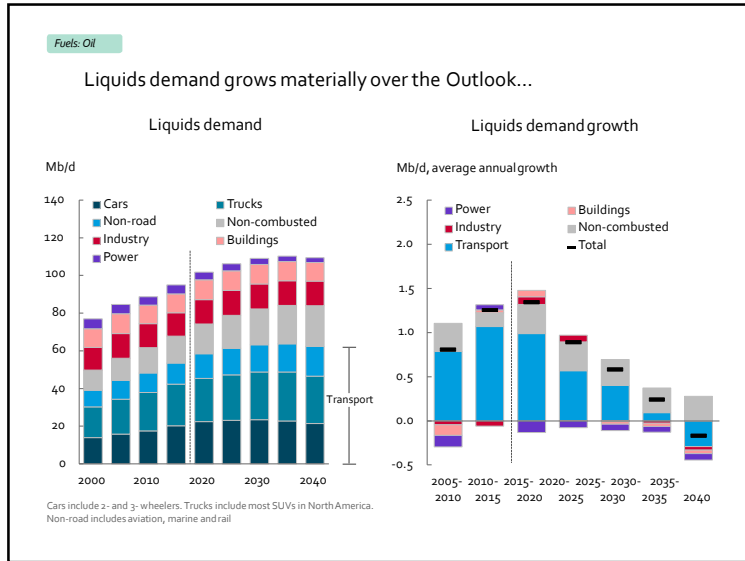
78



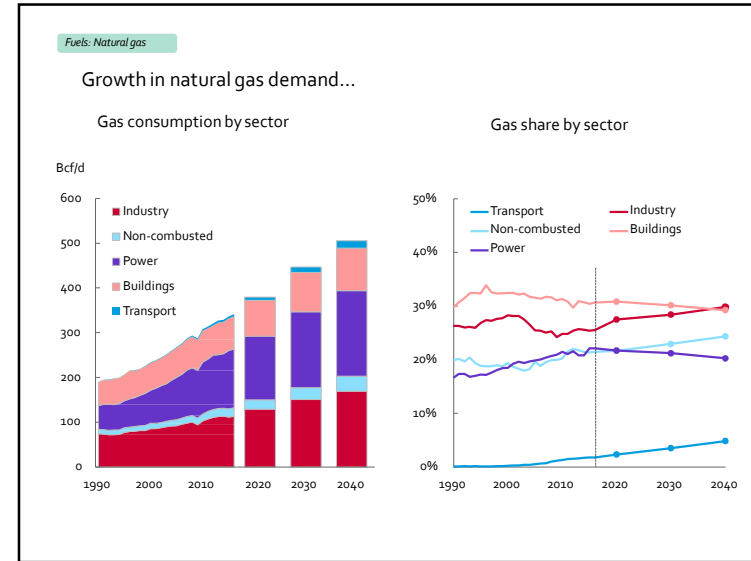
79



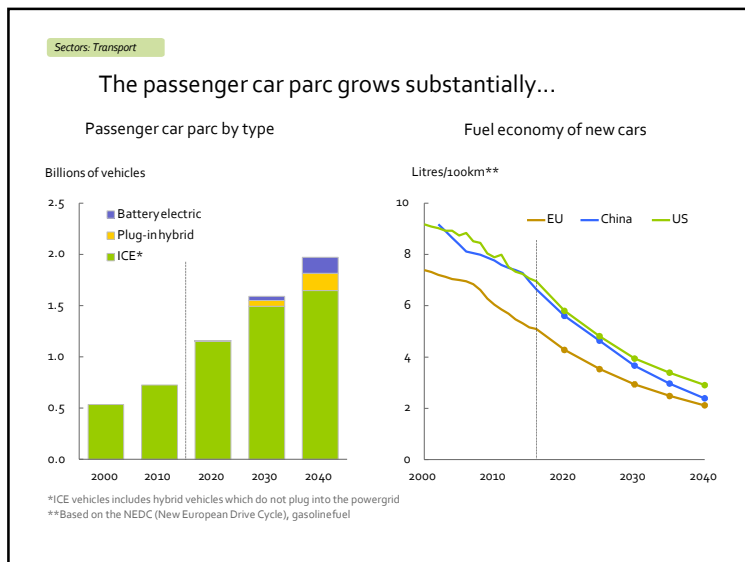
80



81



82



83

PITANJA ?

84