



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

ROPA JAKO ZDROJ ENERGIE

OIL AS ENERGY SOURCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAROSLAV MARŠÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ POSPÍŠIL, Ph.D.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2012/13

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jaroslav Maršík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Ropa jako zdroj energie

v anglickém jazyce:

Oil as energy source

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce je věnována ropě, která představuje nejintenzivněji spotřebovávané fosilní palivo na Zemi. V rámci práce bude představena problematika vzniku ropy, těžby, dopravy, skladování a využití ropy.

Cíle bakalářské práce:

1. Uveďte základní informace o vzniku, výskytu, těžbě, dopravě a skladování ropy.
2. Popište technologie zaměřené na využití energie ropy / ropných produktů a uveďte dohledatelné příklady realizací.
3. Uveďte problematiku "ropné budoucnosti" doplněnou o vlastní komentář.

Seznam odborné literatury:

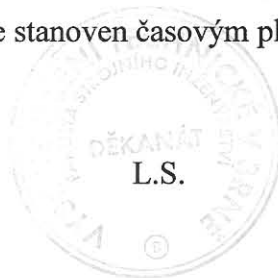
Cílek, V., Kašík, M.: Nejistý plamen. Praha, Argo, 2007

Blažek, J., Rábl, V.: Základy zpracování a využití ropy. Praha, VŠCHT v Praze, 2006

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 20.11.2012



Handwritten signature of Zdeněk Skála in black ink.

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

Handwritten signature of Miroslav Doupovec in black ink.

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce má podat o ropě komplexní přehled, je adresována výhradně široké veřejnosti. Je rozdělena do šesti částí, první část popisuje jakýsi obecný úvod, jak a kde ropa vzniká a jaké základní druhy existují. Druhá část se věnuje ropným ložiskům, od jejich objevení, přes vrty a jejich konstrukci, až po těžbu ropy. Třetí část se zabývá způsoby dopravy a skladování, byla tedy shrnuta do tématu ropná logistika. Čtvrtá část popisuje využití ropy, kterou chápeme jako zdroj energie. Část pátá shrnuje dnešní význam ropy i to, co je ropa schopna způsobit. A poslední část je o ropné budoucnosti, doplněná vlastním komentářem.

Klíčová slova

Ropa, energie, ropný zlom, energetická návratnost (ERoEI), zpracování ropy, cena ropy, barel ropy, organický vznik ropy, ropná ložiska, ropné vrty, těžba ropy, ropovody.

Abstract

This bachelor's thesis should give a complex overview about petroleum. The thesis is addressed especially for general public. It is divided into six parts; the first part describes a general introduction into how and where oil arises and what basic types exist. The second part focuses on oilfields; from their discovery through oil wells and their construction to extraction of oil. The third part deals with modes of transport and storage; so it was summed up in the topic The oil logistic. The fourth part describes an oil use, which we understand as an energy source. The fifth part summarizes the present meaning of oil and what oil is able to cause. And the last part is about oil future supplemented by the own comment.

Key words

Oil (petroleum), energy, peak oil, Energy Return on Energy Invested (ERoEI), processing of oil, oil price, oil barrel, organic origin of oil, oilfield, oil wells, extraction of oil, oil pipelines.

Bibliografická citace

MARŠÍK, J. *Ropa jako zdroj energie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 58 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za přispění odborných konzultací a odborné literatury, uvedené v seznamu použitých zdrojů a literatury.

V Brně dne 22. května 2013

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce, panu doc. Ing. Jiřímu Pospíšilovi, PhD., za odborné konzultace a cenné rady, které mi při zpracovávání mé bakalářské práce poskytl.

Obsah:

Úvod	11
1. Vznik, druhy a výskyt ropy.....	12
1.1. Vznik ropy	12
1.1.1. Anorganická teorie vzniku ropy	12
1.1.2. Organická teorie vzniku ropy	12
1.2. Druhy ropy.....	13
1.2.1. Lehká a těžká ropa.....	13
1.2.2. Sladká a kyselá ropa.	13
1.2.3. Ropné standardy	14
1.3. Výskyt ropy	14
1.3.1. Světové zásoby ropy	14
1.3.2. Regionální zásoby ropy	16
1.3.3. Největší ropná ložiska.....	18
2. Těžba ropných ložisek	19
2.1. Předpoklady vzniku ropného ložiska.....	19
2.1.1. Migrace ropy.....	19
2.1.2. Akumulace ropy.....	19
2.2. Hledání ropných ložisek	20
2.3. Ropné vrty	20
2.3.1. Druhy ropných vrtů.....	21
2.3.2. Vrtací metody	21
2.3.3. Vrtná souprava.....	22
2.3.4. Konstrukce vrtů	24
2.3.5. Vrtání pod mořem.....	24
2.4. Těžba ropy	26
2.4.1. Metody těžby	26
2.4.2. Těžba nekonvenčních ropných zdrojů	27
2.4.3. Těžební sondy	28
2.4.4. Osvojení vrtu	29
3. Ropná logistika	30
3.1. Doprava ropy	30
3.1.1. Železniční cisterny.....	30
3.1.2. Lodní cisterny, tzv. tankery	30
3.1.3. Ropovody.....	31
3.2. Skladování ropy	33

4. Využití ropy.....	35
4.1. Ropa podstatou energie	35
4.1.1. Energie za energii.....	35
4.1.2. Levná energie 20. století	36
4.2. Zpracování ropy	36
4.2.1. Frakční destilace.....	36
4.2.2. Hydrogenační rafinace – odsíření	38
4.2.3. Zpracování atmosférických destilátů	38
4.2.4. Zpracování vakuových destilátů	38
4.2.5. Krakování	39
4.2.6. Petrochemie.....	40
5. Ropa dnes	42
5.1. Ropa a životní prostředí	42
5.1.1. Emise oxidu uhličitého.....	42
5.1.2. Havárie ropných tankerů	43
5.1.3. Havárie ropných plošin	44
5.2. Ropa a společnost.....	44
5.2.1. OPEC.....	44
5.2.2. Saúdská Arábie.....	45
5.2.3. Další sféry vlivu	46
5.2.4. Války v Perském zálivu	47
5.3. Ropa a ekonomika.....	48
5.3.1. Barel ropy.....	48
5.3.2. Cena ropy	48
6. Ropná budoucnost	50
6.1. Hubbertova teorie ropného zlomu.....	50
6.1.1. Kdo byl Marion King Hubbert	50
6.1.2. Peak oil.....	50
6.1.3. Odpůrci ropného zlomu.....	51
6.2. Ropný přínos	52
6.2.1. Následky ropného zlomu.....	53
6.3. Vlastní náhled.....	53
Závěr	55
Seznam použitých zdrojů a literatury.....	56
Seznam použitých obrázků a grafů	57
Seznam použitých tabulek	58

Úvod

Ač ropa byla, je a bude hořlavou kapalinou, pro nás představuje hlavně zdroj energie. Všechny procesy na naší planetě totiž můžeme chápat jako změnu energií. A v tomto významu je ropa dnes nejdůležitější surovinou. Vždyť většina celosvětové dopravy je umožněna pomocí ropných derivátů, většina zboží je vyráběna za přispění ropy, většina potravin je produkována díky ropě, dokonce i pěstované plodiny. Vždyť bez pesticidů, herbicidů, hnojiv a příslušné techniky by se moderní zemědělství vrátilo o několik staletí zpět. V arabských zemích s enormním množstvím ropy, bývá tato využívána jako palivo v tepelných elektrárnách, tedy přímo k výrobě elektrické energie. Dalo by se říct, že v těchto zemích je ropa energií a energie je ropou. A to energií velmi levnou, je důležité uvědomit si, že technologický rozvoj minulého století umožnila právě laciná ropa. Nyní, když si pomalu uvědomujeme, jaký význam ropa má, se začínají pomalu počítat její zbytky.

A kvůli náboženskému rozdělení Světa se ropa stala i politickou zbraní. Boj o ropu je dnes bojem o moc, ve kterém se nic neodpouští. Sem se hodí upravená část básně Jaroslava Vrchlického: Za trochu ropy šel bych světa kraj. Takto se dnes chová většina světových velmocí. A poslední se pravděpodobně bude smát ten, kdo bude mít ropy nejvíce.

Není důvod panikařit, pořád žijeme v období ropného dostatku. Život této kapaliny ještě neskončil. Její provázanost s životem naší civilizace však na něco poukazuje. Upozorňuje na naši totální závislost na černém zlatě. Aktuálnost ropného tématu přesně vyjadřuje následující citát z knihy *Nejistý plamen*:

„Využitelnost ropy je v podstatě banální jako skoro všechno, co zasahuje do našich životů, ale ropný problém se týká nás všech. Neumíme důrazně varovat. Věříme, že pokud reálně a kriticky ukážeme, v čem vidíme problém, uvidí jej i jiní. V samé podstatě toho, co navrhujeme je příprava, příprava na složitější a chudší časy.“

V. Cílek a M. Kašík

1. Vznik, druhy a výskyt ropy

Ropa představuje hořlavou olejovitou kapalinu hnědé, někdy až černé barvy. Z chemického hlediska je to směs uhlovodíků (kolem 95%), především potom alkanů (uhlovodíky bez násobných vazeb mezi atomy uhlíku). Obsahuje ale i sloučeniny síry, dusíku a kyslíku (dohromady 5%). Často bývá označována jako černé nebo tekuté zlato, (surová) nafta nebo zemní olej.

1.1. Vznik ropy

Všechny názory, které vznik ropy popisují, lze shrnout do dvou teorií, které si navzájem odporují. Jde o teorii anorganickou a organickou.

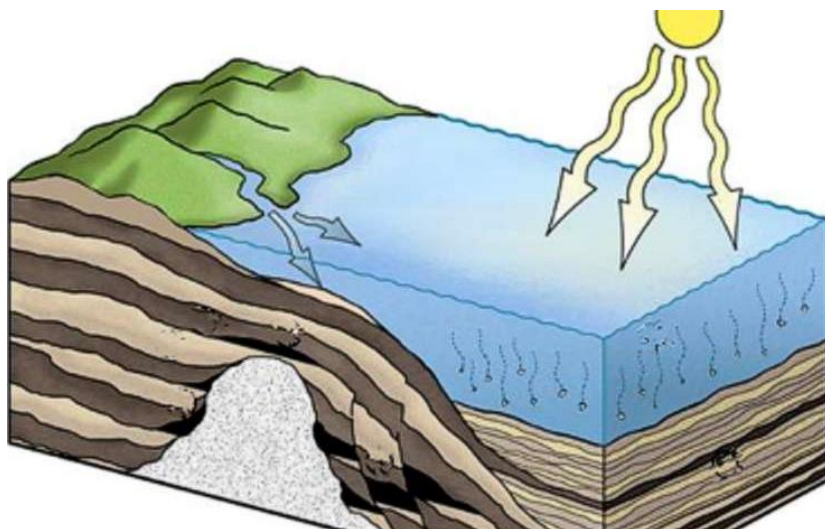
1.1.1. Anorganická teorie vzniku ropy

Tuto dnes nepodporovanou teorii zastával v 19. století ruský chemik D. I. Mendělejev (1834-1907). Tvrdil, že vznikla reakcí vody (přehřáté páry) s karbidy těžkých kovů, a toto tvrzení podpořil i úspěšnými laboratorními pokusy, při kterých vyšel z jednoduchých chemických rovnic. Tuto teorii ve 20. století podpořil a rozvinul americký astrofyzik T. Gold (1920-2004). Dle jeho interpretace bylo při vzniku planety Země nashromážděno pod zemským povrchem velké množství metanu z vesmíru, který se reaguje na složitější látky. Gold se tedy domníval, že ropa je vlastně geologický materiál, který byl zpracován bakteriemi. Dokonce se předpokládá, že život vznikl v tehdejší ropě, ve stabilním prostředí s dostatkem tepla a živin. Ač není T. Gold uznáván většinou dnešních odborníků, i mnozí oponenti považují jeho myšlenky za inspirující.

1.1.2. Organická teorie vzniku ropy

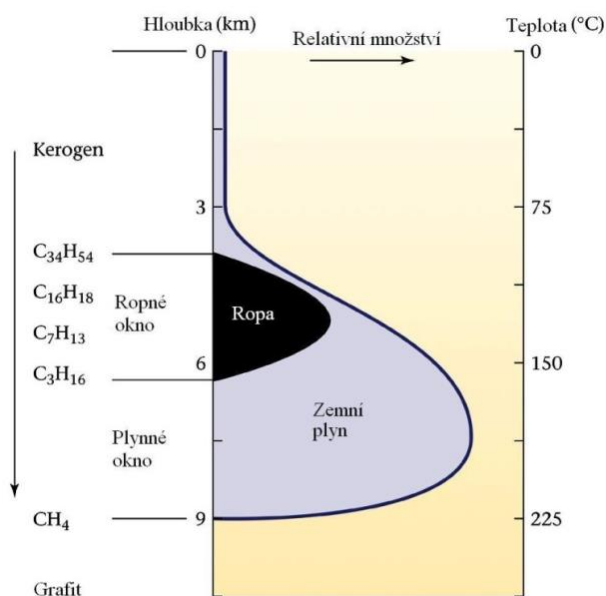
Dnešní věda se přiklání na stranu této teorie, dle níž ropa vzniká rozkladem uhynulých těl rostlin a živočichů, nejčastěji v mělkých šelfových mořích, bohatých na biogenní prvky. Tam často dochází k usazování uhynulého planktonu, který pak bývá přikryt nánosy dalších sedimentů. Za sto let takto mohou vzniknout až dva metry špatně zpevněných hornin.

Obr. 1-1 Organická teorie vzniku ropy [12]



Poté začíná jiný geologický proces – pokles mořského dna do zemské kůry. Pokud se tato masa horniny (s obsahem organické směsi 0,5 až 5,0 %) dostane do hloubek 3 až 5,5 km, začíná vznikat ropa. Toto rozmezí hloubek představuje teploty přibližně od 65-150 °C. Pokud hornina poklesne níže (teplota se zvýší), vzniká metan nebo organický uhlík. Toto teplotní rozhraní se nazývá ropné okno (oil window).

Obr. 1-2 Schéma ropného okna [9]



1.2. Druhy ropy

Ropa se nejčastěji třídí podle těchto tří základních způsobů dělení.

1.2.1. Lehká a těžká ropa

Lehkou a těžkou ropu rozlišujeme dle hustoty, která představuje hlavní určující veličinu. Měří se ve stupních API (American Petroleum Institute). Hustota se měří při dané teplotě 60°F, což je 15,6°C. Rozlišujeme tři základní druhy:

- **light** – lehká ropa (nad 35°API),
- **intermediate** – běžná (středně těžká) ropa (25-35°API),
- **heavy** – těžká ropa (pod 10°API).

Pro příklad: hustota vody je 10°API, měření ve stupních API je tedy nepřímo úměrné měření v kgm⁻³. Nejcennější je velmi světlá a tekutá lehká ropa, jelikož z ní lze získat nejvíce benzínu a nafty. Naopak z těžké ropy se dá vyrobit hodně asfaltu.

1.2.2. Sladká a kyselá ropa.

Druhým nejvýraznějším faktorem je množství síry, dle něj se ropa dělí:

- **sweet** – sladká ropa (max. 1 hm % síry),
- **sour** – kyselá ropa (3-4 hm % síry).

Orientačně se kvalita ropy určuje dle vůně, sladká voní, kyselá páchne. V rafinériích se ropa zbavuje síry, aby nebyly zničeny přístroje, potrubí ropovodů a motory vozidel. Proto mají rafinérie přísnější způsob dělení na ropu s nízkým obsahem síry (pod 0,6 hm %), se středním obsahem (0,6-1,7 hm %) a s vysokým obsahem (nad 1,7 hm %). Rafinérie odměňují těžaře prémie za sladkou ropu. Lehké ropy jsou obvykle sladké, těžké zase kyselé.

1.2.3. Ropné standardy

Třetí základní dělení je dle původu na regionální standardy. Podle těchto standardů se určuje cena ropy v dané oblasti. Základní světově uznávané ropné standardy jsou:

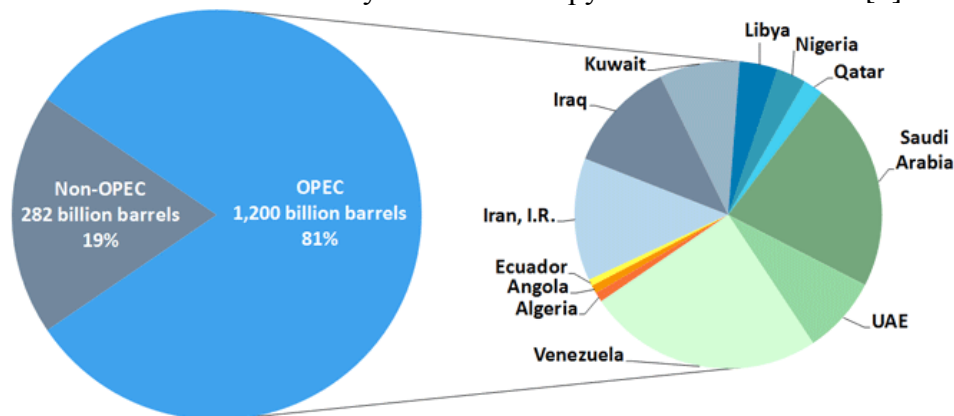
- **Brent** – tato cena je vystavována na akciových trzích v Evropě,
- **WTI (West Texas Intermediate)** – za tuto cenu se prodává ropa v Severní Americe,
- **Dubai** – blízkovýchodní ropa, je cenou pro Asii a Pacifik,
- **Tapis** – malajská ropa, cena pro Dálný východ,
- **Koš OPEC** – zahrnuje standardy:
 - Arab Light (Saudská Arábie),
 - Bonny Light a Brass River (Nigérie),
 - Fateh (SAE),
 - Saharan Blend (Alžírsko),
 - Tia Juana Light a Bachequero (Venezuela).

Nejdůležitější ropné standardy jsou Brent, WTI a Dubai. Brent a WTI mají prakticky shodné složení: hustotu 38-40°API, obsah síry 0,3 hm %. Dubai má hustotu 31° a 2 hm. % síry.

1.3. Výskyt ropy

1.3.1. Světové zásoby ropy

Graf 1-1 Podíl OPEC na světových zásobách ropy na konci roku 2011 [4]



OPEC proven crude oil reserves, end 2011
(billion barrels, OPEC Share)

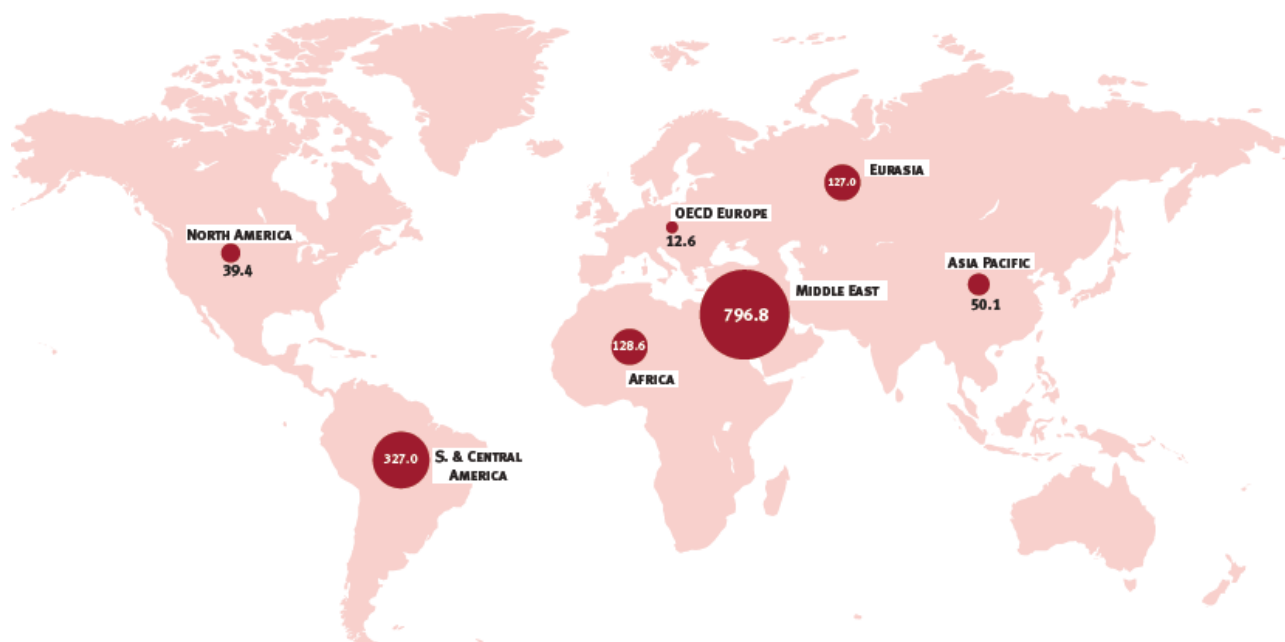
Venezuela	297.6	24.8%	Iraq	141.4	11.8%	Libya	48.0	4.0%	Algeria	12.2	1.0%
Saudi Arabia	265.4	22.1%	Kuwait	101.5	8.5%	Nigeria	37.2	3.1%	Angola	10.5	0.9%
Iran, I.R.	154.6	12.9%	United Arab Emirates	97.8	8.2%	Qatar	25.4	2.1%	Ecuador	8.2	0.7%

OPEC na konci roku 2011 odhadoval světové zásoby ropy na 1482 mld. barelů. Vyplývá to jak z předcházejícího grafu, tak z jejich výroční zprávy *World Oil Outlook 2012*. Jiný odhad uvádí na svých webových stránkách CIA. V jejich databázi *The World Factbook* jsou ověřené světové ropné zásoby kolem 1532 mld. barelů na začátku roku 2012. Při dnešní spotřebě by nám tyto zásoby vydrželi nejdéle 50 let. Spotřeba se ale v minulých letech dle údajů na webu CIA snížila o 4,8 mil. barelů/den (konec 2010 88,9 mil. barelů/den; konec 2011 84,1 mil. barelů/den).

Hlavní oblasti výskytu ropy ve světě:

- Afrika,
 - severní – Alžírsko a Libye,
 - centrální – Nigérie,
 - jižní – Angola,
- Amerika,
 - Severní – Kanada a USA,
 - Střední – Karibské moře a Mexiko,
 - Jižní – Bolívie, Brazílie, Ekvádor a Venezuela,
- Asie,
 - Blízký východ,
 - Rusko a země bývalého Sovětského svazu,
- Evropa,
 - Severní moře,
- Oceánie,
 - Indonésie,
 - Malajsie,
- Antarktida.

Obr. 1-3 Prokázané zásoby ropy koncem roku 2011 [4]



1.3.2. Regionální zásoby ropy

Tab. 1-1 Ověřené ropné zásoby na začátku roku 2012 [5]

RANK	COUNTRY	(mld BBL)	DATE OF INFORMATION
	World	1 532,00	1 January 2012 est.
1	Saudi Arabia	264,60	1 January 2012 est.
2	Venezuela	209,40	1 January 2012 est.
3	Canada	173,60	1 January 2012 est.
4	Iran	151,20	1 January 2013 est.
5	Iraq	143,10	1 January 2012 est.
6	Kuwait	101,50	1 January 2013 est.
7	United Arab Emirates	97,80	1 January 2012 est.
8	Russia	60,00	1 January 2012 est.
9	Libya	48,08	1 January 2013 est.
10	Nigeria	38,50	1 January 2012 est.
11	Kazakhstan	30,00	1 January 2012 est.
12	Brazil	26,00	1 January 2013 est.
13	Qatar	25,57	1 January 2012 est.
14	United States	20,68	1 January 2012 est.
15	Angola	15,00	1 January 2013 est.
16	China	14,70	1 January 2012 est.
17	Algeria	12,26	1 January 2013 est.
18	Mexico	12,17	1 January 2013 est.
19	India	8,94	1 January 2012 est.
20	Azerbaijan	7,00	1 January 2012 est.
21	Ecuador	6,57	1 January 2013 est.
22	European Union	5,34	1 January 2012 est.
23	Norway	5,32	1 January 2010 est.
24	Sudan	5,00	1 January 2012 est.
25	Oman	4,90	1 January 2012 est.
26	Vietnam	4,70	1 January 2013 est.
27	Egypt	4,45	1 January 2013 est.
28	Indonesia	4,00	1 January 2013 est.
29	Malaysia	2,90	1 January 2013 est.
30	Yemen	2,88	1 January 2013 est.
31	United Kingdom	2,83	1 January 2013 est.
32	Argentina	2,82	1 January 2013 est.
33	Colombia	2,42	1 January 2013 est.
34	Syria	2,18	1 January 2012 est.
35	Republic of the Congo	1,60	1 January 2012 est.
36	Chad	1,50	1 January 2012 est.
37	Australia	1,43	1 January 2012 est.
38	Gabon	1,31	1 January 2013 est.
39	Equatorial Guinea	1,10	1 January 2012 est.
40	Brunei	1,10	1 January 2012 est.

EVROPA

Pro nás jsou nejdůležitější evropské zásoby. Hlavní oblastí, kde se ropa těží, je Severní moře, rozdělené do částí, kde těží hlavně Norsko (57 % zásob), Velká Británie (30 %) a Dánsko. Ropné zásoby zde jsou odhadované na 100 mld. m³. Na evropském kontinentu se ropa vyskytuje hlavně v pánvích v okolí Alp a Karpat, z nichž se ta největší ložiska vyskytují v Maďarsku a Rumunsku. Velká (především plynová) ložiska, utěsněná solí, jsou také na severu Německa a v Polsku.

Obr. 1-4 Výskyt ropy (červeně) a plynu (černě) v Severním moři [11]



ČESKÁ REPUBLIKA

Naše ložiska leží především na jižní Moravě v geologických oblastech Vídeňská pánev a Karpatská předhlubeň. Nalézá se zde asi 30 ložisek s přibližnými zásobami kolem 2,4 mil. m³ (dle CIA: The World Factbook), většinu z nich vlastní firma Moravské naftové doly a.s. Příkladem našich ložisek můžou být ložiska Poštorná u Břeclavi nebo Dambořice.

Obr. 1-5 Výskyt ropy v ČR [13]



1.3.3. Největší ropná ložiska

Tab. 1-2 Největší ropná ložiska na světě [3]

Oblast	Stát	Zóna	Jméno ložiska	Množství ropy (v mld. barelů)
Amerika	USA	Aljaška	Prudhoe Bay	25
	Kanada	Alberta	Athabaské ropné písky	využitelných 174
	Mexiko	Mexický záliv Veracruz	Cantarell	35
			Chicontepec	19
	Venezuela	Jezero Maracaibo Povodí řeky Orinoco	Bolivar Coastal	32
			Ropné písky Orinoco	využitelných 513
Brazílie	Sao Paulo - záliv	Carioca	25	
Blízký východ	Saúdská Arábie	Ghawar	83	
		Safamyia-Khafji	30	
		Shaybah	15	
		Abqaiq	12	
		Berri	12	
	Irák	West Qurna	43	
		Rumalia	17	
		Majnoon	12,6	
	Írán	Azadegan	33,2	
		Marun	16	
		Gachsaran	15	
		Aghajari	14	
Kuvajt	Burgan	75		
	Raudhatain	11		
SAE		Zakum	12	
Bývalé země Sovětského svazu	Rusko	Volha-Ural	Romaskinské	17
		Timan-Pečorská pánev	Samotlorské	16
			Priobské	13
		Západosibiřská pánev	Ljantorské	13
			Fjodorovské	11
	Kazachstán		Kashagan	38
			Tengiz	25
Čína			Daqing	16

2. Těžba ropných ložisek

Ropná ložiska se běžně vyskytují v hloubkách 3-5 km, nejhlubší až 9 km pod povrchem země. Z jednoho ložiska lze získat maximálně 80% ropy (převážně lehké ropy).

2.1. Předpoklady vzniku ropného ložiska

Abychom ropu mohli těžit, musí někde vzniknout a někde se nashromáždit, přičemž místo vzniku se ne vždy shoduje s místem, odkud se ropa nakonec těží.

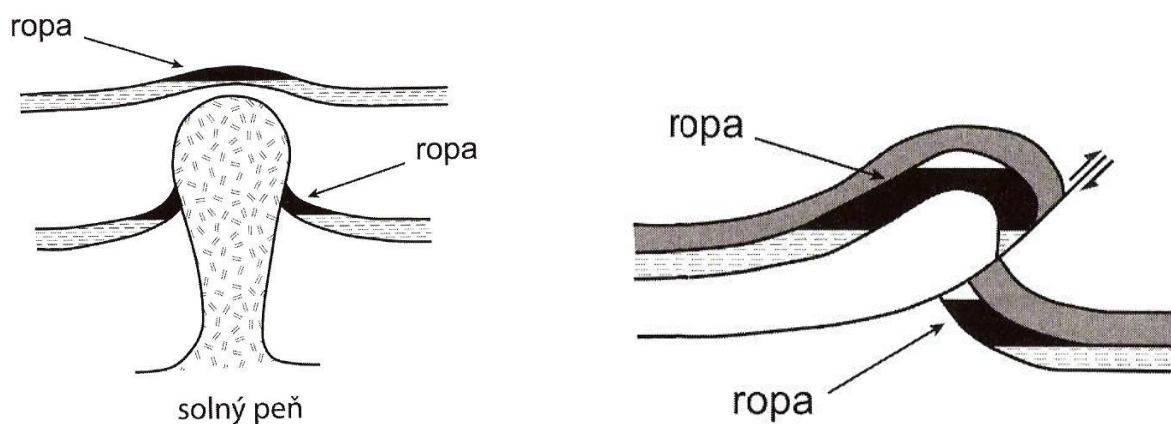
2.1.1. Migrace ropy

Ropa je v místě svého vzniku rozptýleného do kapének, většinou smíchaných s vodou. Snadno tedy vniká do pórů hornin, nejčastěji křemene nebo vápence. Může také vytvářet tenké povlaky na minerálních zrnech. Na místech, kde se nachází zlom horninového masivu, voda stoupá vzhůru. Ropa, která má nižší hustotu, na ní v podstatě plave a stoupá s ní. Jak vzniklá ropa a plyn pomocí vody unikají, póry hornin se opět stahují a hornina se zaceluje. Takto tedy ropa migruje. Je to velmi pomalý a zdlouhavý proces. Za rok může ropa urazit maximálně pár desítek centimetrů. Vzdálenost „pouhých“ 200 km by jí mohla trvat až 20 milionů let. Nejdelší horizontální migrační dráha byla naměřena v pánvi Williston v Montaně. Její délka byla kolem 320 km.

2.1.2. Akumulace ropy

Aby mohlo vzniknout ropné ložisko, musí se ropa někde nashromáždit. Její migrační dráhu musí protínat tzv. ložisková past. Ložisková past je geologická struktura, která je nejčastěji tvořena dvěma typy hornin: porézní propustnou horninou, nazývanou rezervoár (z angl. reservoir rock) a nadložní nepropustnou horninou. Migrující ropa bez problému prochází rezervoárem. Když narazí na nadloží, usazuje se v rezervoáru a tvoří tak ropné ložisko. Geologických pastí existují desítky typů, nejčastěji to bývají právě zmíněné nepropustné nadložní horniny nebo solné pně nebo systémy zlomů.

Obr. 2-1 Příklady ložiskových pastí (zleva solný peň a těsnící zlom) [1]



Nejrychleji migruje nejlehčí plyn, poté hustší ropa a nejhůře voda, která má nejvyšší hustotu. Ve většině ropných ložisek na světě existují tři jasně oddělené zóny, plynová, ropná a vodní. Hladina mezi ropou a vodou bývá ale přechodná, protože jejich hustoty nejsou tak rozdílné

jako mezi ropou a plynem, kde je hranice ostrá. Ložiska, která mají všechny tři vrstvy, se nazývají saturovaná nebo úplná. Mohou vznikat i neúplná ložiska, která mají pouze dvě vrstvy. Buď ropu a vodu (pokud mohl plyn uniknout), nebo plyn a vodu (pokud byla past rychle vyplněna plynem).

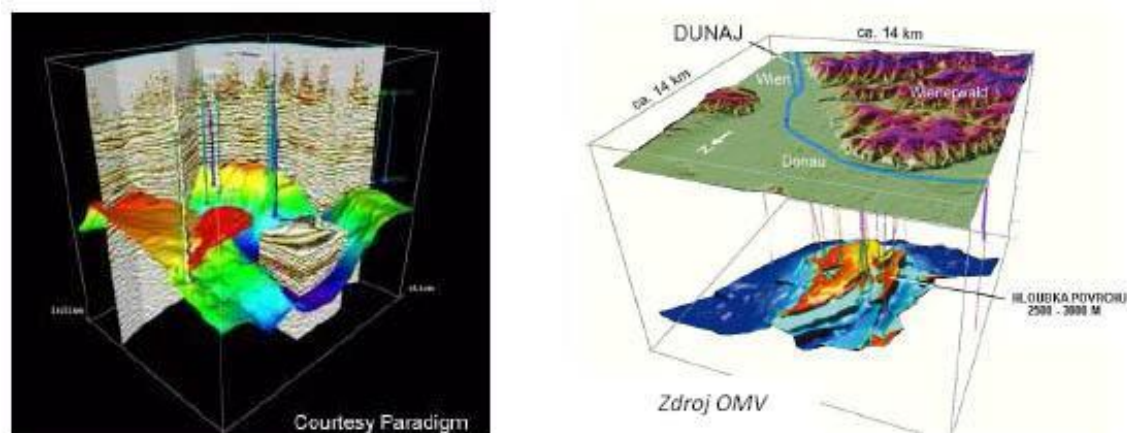
2.2. Hledání ropných ložisek

Nejjednodušší a nejstarší metodou hledání ropných ložisek je zkoumání různých povrchových příznaků, kterými jsou např. průsaků nafty, asfaltová jezírka nebo výpary věčně hořících naftových plynů. Tyto příznaky ukazují, že se na takovýchto místech ropa vyskytuje, z těchto faktů však není možné určit její množství. Další metodou bývalo náhodné vrtání podél řek v údolích. Tato metoda byla využívána hlavně v Texasu v počátcích tamní těžby.

Když byla zjištěna skutečná důležitost ropných pastí, začalo se využívat další metody, geologického průzkumu. Ten se upíná na dvě základní okolnosti: na nález zdrojových hornin a objev geologické pasti. Geologickým průzkumem můžeme však prozkoumat pouze pár set metrů pod povrchem.

Pro hlubší místa výskytu ropných ložisek se využívají různé geofyzikální metody. Nejdůležitější a nejdéle používaná geofyzikální nauka se jmenuje prospekční seismologie. Základem této metody je vytvoření seismické vlny, která se šíří do hloubky několika kilometrů, kde se odráží od zlomů. Výsledek se zpracuje v počítači, potom je vykreslen do mapy nebo vytvoří prostorový model.

Obr. 2-2 Počítačová vizualizace a prostorový model ropného ložiska [3]



Dnes se na první ropný průzkum využívá družicových snímků, které mohou prozkoumat terén až do 10 metrů pod povrchem. Po té na vhodném vytypovaném místě užije geologická nebo seismická metoda, následovaná většinou strukturálním vrtem, který prozkoumá danou oblast a určí stáří a složení vrstev.

2.3. Ropné vrty

První vrt, který se realizuje ihned po objevení ložiska, se provádí vrtacím zařízením, které může při náhlém zvýšení tlaku kdykoli zavřít. Tyto první vrty bývají pro pozdější těžbu velmi podstatné.

2.3.1. Druhy ropných vrtů

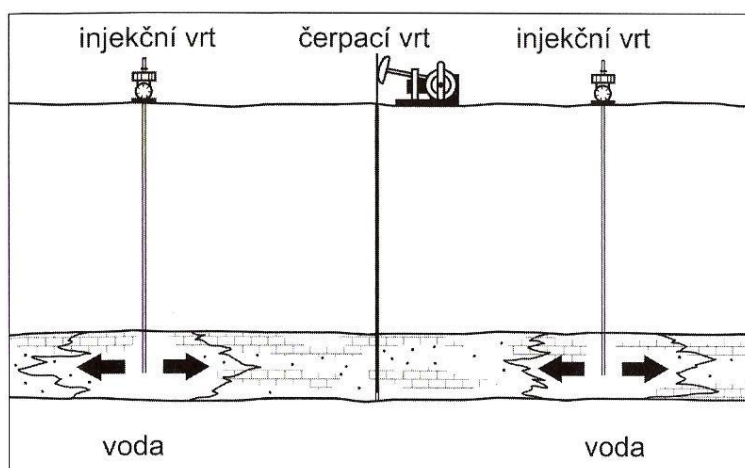
Existují tři základní typy rovných vrtů:

- productivity wells – čerpací (těžební) vrt,
- injection wells – injekční (injektážní) vrt,
- utility wells – pomocný vrt.

Čerpacím vrtem se těží ropa. Injekční vrt slouží k vhánění vody nebo plynu do ložiska. Voda nebo plyn takto tlačí na ropné zásoby a pomáhají je lépe odčerpát. Pomocný vrt se užívá např. k průběžnému sledování a zkoumání ložiska nebo získání vody, kterou se poté ropa vytlačí.

Dnes vznikají na jednom ložisku celé systémy vrtů. Správné rozmístění vrtů v těchto systémech bývá klíčové. Pokud by byly vrty rozmístěny špatně, mohla by se těžba ložiska značně prodražit. „Úspěch těžby ložiska pak – jako vždycky – závisí na spojení různých technologií a zkušeností ropných geologů a lidí od vrtů.“ říkají V. Cílek a M. Kašík v knize *Nejistý plamen*.

Obr. 2-3 Nejjednodušší příklad umístění vrtů na ložisku [1]



2.3.2. Vrtací metody

Nejčastěji využívané vrtací metody jsou:

- nárazové vrtání,
- rotační vrtání,
- usměrněné vrtání.

Při nárazovém vrtání je vrtný nástroj přidělán na konci lana nebo tyče a opakovaně přitahován a spouštěn na dno vrtu, kde odlamuje horninu kousíček po kousíčku. Výhodou tohoto způsobu je jednoduchost sestavení, nevýhodou je časté přerušování vrtání kvůli odstranění úlomků horniny. Toto se provádí pomocí speciální lžíce.

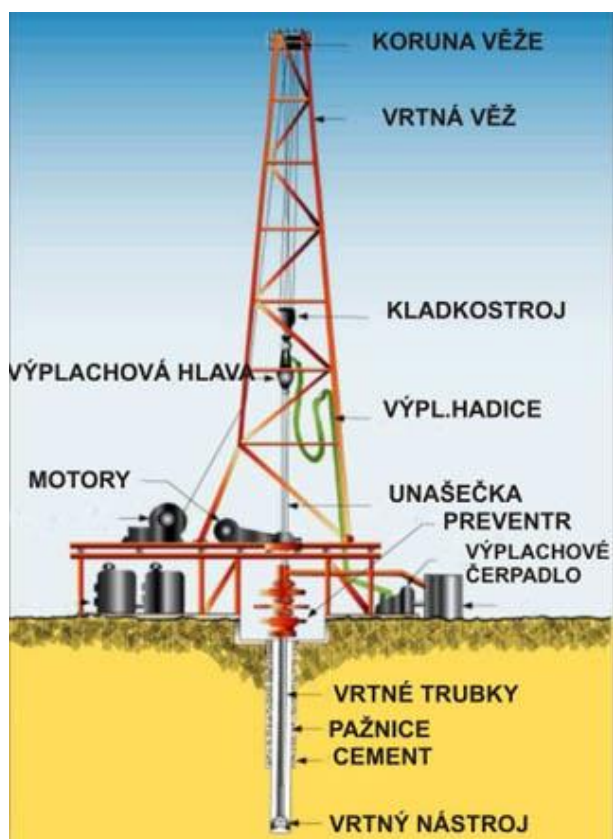
Při rotačním vrtání se vrtný nástroj otáčí a zároveň tlačí na horninu. Otáčí se díky rotačnímu stolu, který předává rotaci celé soustavě trubek, ve kterých proudí hustá výplachová kapalina, tvořená směsí jílu a vody. Kapalina stříká z vrtného nástroje a ochlazuje jej. Její hlavní účel ale je čištění – výplach rozdrčených úlomků hornin na povrch k ústí vrtu. Výhody

této metody: efektivnější, nemusí se přerušovat kvůli čištění. Nevýhodou je složitější způsob sestavení soupravy.

Dnes se využívá i tzv. usměrněného (zakřiveného) vrtání a to hlavně v oblastech, které nejsou přístupné vertikálním vrtem (např. ropná ložiska pod městy). Zakřivení je způsobeno občasným zapaštěním klínu do vrtu. Vrtací dláto se po spuštění opře o tento klín a vrtá měkkší horninu pod jiným úhlem, oproti původnímu. Při tomto způsobu vrtání se často využívá turbínového motoru, umístěných za nástrojem. Výplachová kapalina proudí na turbínu, tím ji roztáčí a tento pohyb motor převádí na dláto. To znamená, že se nemusí otáčet celá kolona a snižuje se tak tření celé kolony. Výhody: schopnost vrtat usměrněně do nepřístupných míst a snížené mechanické ztráty díky turbínovému motoru. Nevýhody: potřeba vyjmout kolonu kvůli zapouštění klínu a na rozdíl od prvních dvou způsobů vysoká cena.

2.3.3. Vrtná souprava

Obr. 2-4 Schéma vrtné soupravy [3]



Vrtná souprava se skládá z několika částí:

- **Vrtné věže a stožáry** – jsou velmi vysoké a pevné. Jejich nosnost musí být 50-680 tun. Jsou konstruovány jako věže s pevnými základy nebo se přidělávají na samohybné mechanismy a stroje. Takovéto mobilní věže nebo stožáry musí vydržet i boční zatížení větrem o rychlosti 150-195 km/hod.
- **Vrátek** – hlavní část zdvihacího systému. Je to otočný buben, na kterém je navinuto ocelové lano kladkostroje o vysoké pevnosti. Je na něm umístěna i hřídel s vijáky. Má vlastní brzdový mechanismus, který mu může zabránit v jeho dalším pohybu.

- **Viják** – slouží k tažení lana při utahování nebo povolování vrtných trubkových spojů.
- **Výplachová hlava** – je umístěna na konci vrtného zařízení, visí na háku, na ní visí celá vrtná souprava. Díky ní se může vrtná souprava otáčet a výplachová kapalina může procházet vnitřkem vrtného zařízení. Výplachová kapalina je do ní vháněna výplachovou hadicí, která vede z výplachového čerpadla.
- **Výplachové čerpadlo** – slouží k nasátí výplachové kapaliny z výplachových nádrží a tlačení této kapaliny výtlačným potrubím, hadicí, hlavou, unašečkou a vrtnými trubkami. Nakonec kapalina projde pod vysokým tlakem tryskami ve vrtném nástroji. Vyplachování je důležité, protože ochlazuje vrtný nástroj, vynáší zpět k ústí vrtu úlomky hornin, obrovským tlakem rozmělnuje horninu a tvoří protitlak proti přítoku nežádoucích kapalin z hlubších vrstev.
- **Unášecí tyč, tzv. „Unašečka“** – obvykle 12 m dlouhá čtyř nebo šestihranná tyč, která převádí rotační pohyb z rotačního stolu na celé vrtné nářadí. Je umístěna těsně pod výplachovou hlavou.
- **Rotační stůl** – převádí pomocí unašečky rotační pohyb na vrtné nářadí. Má svůj vlastní elektromotor. Na unášecí vložky stolu jdou upevnit klíny. Ty slouží k zavěšení celého vrtného nářadí při nastavování, odšroubování vrtných tyčí, zapouštění nebo tažení.
- **Preventr** – představuje ho sada šoupátek umístěných na ústí vrtu. Pokud jsou tato šoupátka uzavřena, vytvářejí těsnění odolné proti vysokým tlakům. Z vrtu tedy nemůže unikat žádná kapalina ani plyn. Existují dva typy preventrů: univerzální a čelistové.
- **Vrtné nářadí, kolona vrtného nářadí** – kolonu představují jednotlivé vrtné trubky a několik tlustostěnných trubek, tzv. „zátěžek“. Oba druhy trubek měří většinou 9 metrů, ale zátěžky mají na rozdíl od vrtných trubek stejný vnější průměr, jsou těžší a umísťují se vždy na spodní konec kolony. Vlastní hmotností tak tlačí vrtný nástroj do záběru s horninou.
- **Vrtné nástroje** – rozlišují se dva druhy: dláta a korunky. Vrtná dláta navrtávají horninu v celém svém průměru, ale vrtné korunky jen v mezikruží, do vrtného nářadí se tedy dostává válec horniny (jádro), který je utržen a vytahuje se spolu s nářadím.

Obr. 2-5 Příklady vrtných nástrojů (zleva valivé dláto a vrtná korunka) [3]



Jádrování je proces, při kterém se vyjímá vzorek horniny pro další zkoumání. Vrtný nástroj představuje jádrovací korunka, která má své řezné plochy z různých materiálů (nejčastěji technické diamanty).

Existuje několik typů dlát:

- Listová – mají 1 či 2 břity a využívají se při nárazovém vrtání v měkkých horninách.
- Valivá – nejčastěji používaný typ dlát, skládají se ze tří ozubených kuželů. Ty se otáčejí kolem svých os a společně i kolem osy dláta, tím odřezávají horninu. Každý z kuželů je ostříkovan výplachovou kapalinou, ta ochlazuje dláto a pomáhá tlakem drtit horninu. Využívají se různé materiály podle typu hornin a různé velikosti zubů podle tvrdosti hornin. Od roku 1933 mají dnešní podobu.
- Kompaktní (PDC) – jsou to dláta, která na sobě mají řezné kotouče z karbidů. Na čelní straně kotouče je vrstva velmi tvrdých materiálů např. umělých diamantů.
- Diamantová – takovéto dláto se skládá z ocelového tělesa a hlavy osázené umělými diamanty. Je používáno při vrtání na moři a dokončování hlubokých vrtů.

2.3.4. Konstrukce vrtů

Pokud nechceme, aby docházelo k zavalování vrtů a spojování horninových vrstev v různých hloubkách, vyplňujeme stěny vrtu ocelovými rourami – pažnicemi. Tento proces se nazývá pažení. Každý vrt obsahuje nakonec několik pažnicových kolon. Pažnice se zasunují do země a sešroubovávají. Prostor mezi pažnicí a horninou se vyplňuje cementem. Po cementaci musí během tzv. cementační přestávky směs ztuhnout. Na závěr se kontroluje uzavřenost a nepropustnost zapažené a zacementované kolony.

2.3.5. Vrtání pod mořem

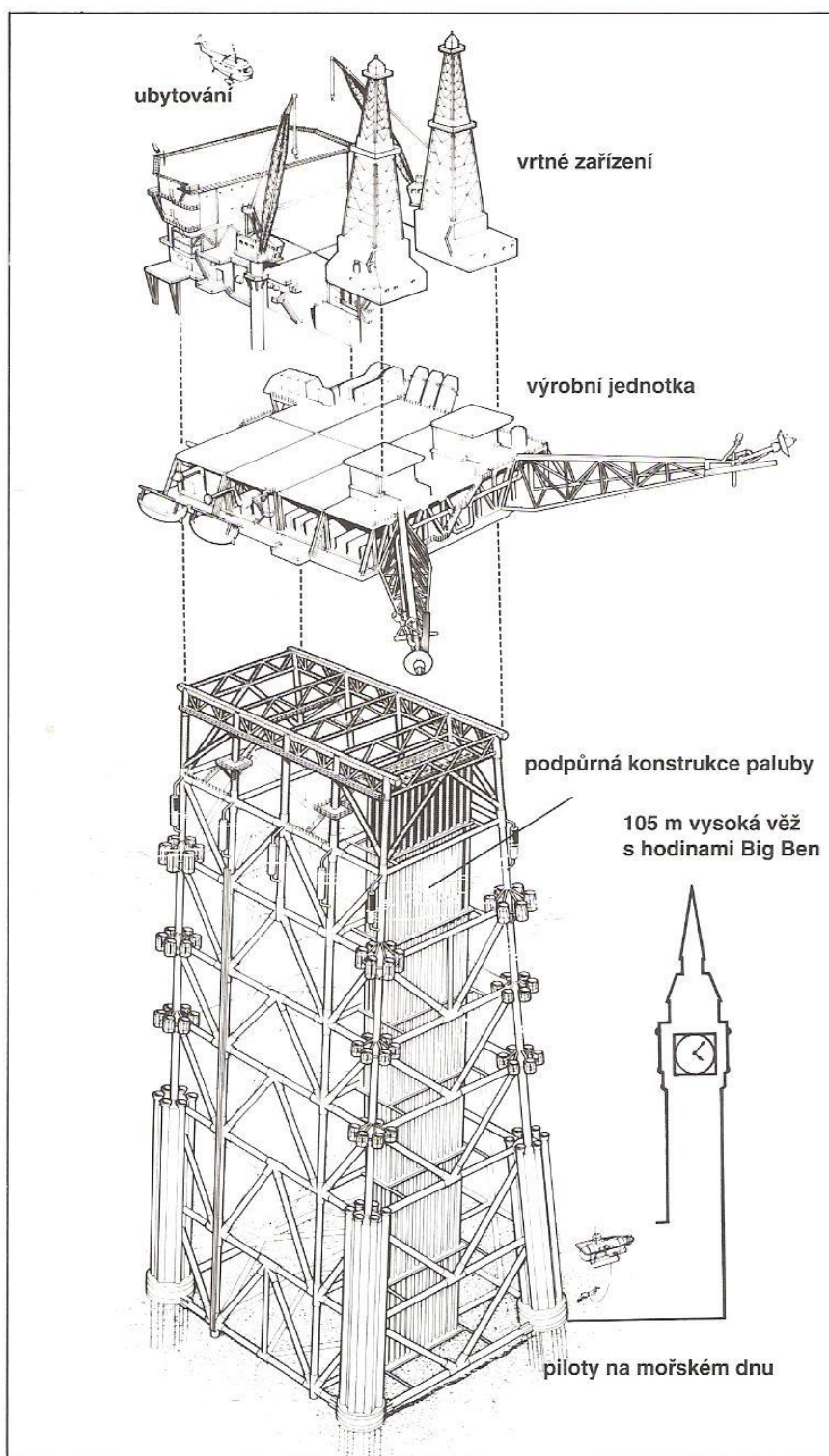
Obr. 2-6 Ropná plošina Maersk, ležící u pobřeží Dubaje [14]



Ropu dnes těží z podmořských ložisek více než 40 zemí světa. Vrtné plošiny se hodně rozvinuly zejména za posledních 15 let. Těží se nejčastěji v mělkých šelfových mořích, které mají hloubku zhruba 200-400 m. Plošiny mají 3 až 5 ocelových nebo betonových pilířů.

Aby nebyly ohrožovány vysokými vlnami, jsou stavěny v dostatečné výšce nad hladinou. Na vrtné plošině musí být umístěna vrtná věž, sklady s vrtným materiálem, výplachovými chemikáliemi a pohonnými hmotami, musí tu být také ubytovací a stravovací prostory pro obsluhu, protože vzdálenost od pobřeží je často větší než deset kilometrů, a heliport pro přistávání vrtulníků.

Obr. 2-7 Schéma ropné plošiny Claymore [11]



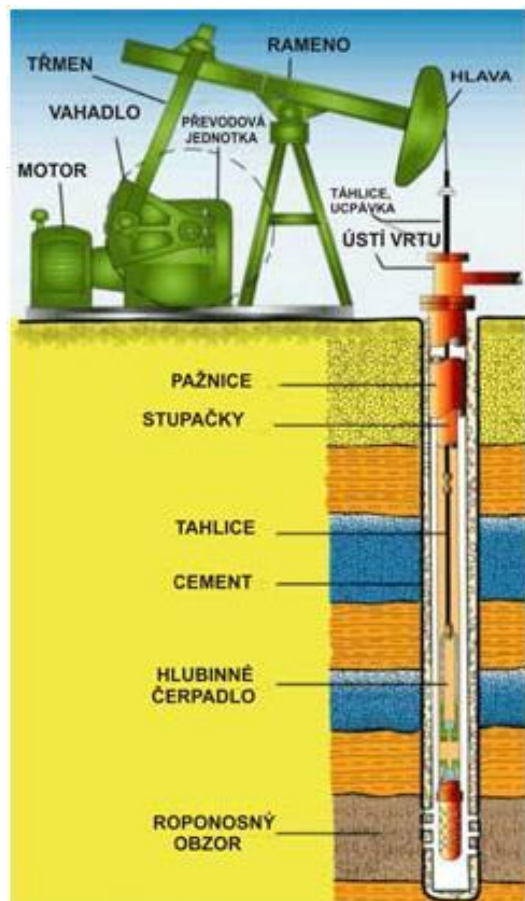
2.4. Těžba ropy

2.4.1. Metody těžby

- Samotoková těžba,
- těžba hlubinnými čerpadly,
- alternativní těžební metody.

Jedním ze způsobů těžby ropy je tzv. samotoková těžba. Nastává většinou po oživení nového ložiska. Tlak v ložisku se pomalu vyrovnává tlaku hydrostatickému, ale ropa v sondě tento tlak nevyrovnává, proto ropa vyvěrá na povrch pod tlakem. Také tomu částečně napomáhá plyn rozpuštěný v ropě, který s klesajícím tlakem stoupá vzhůru a vyzvedá při tom ropu. Ropa se tedy dostává k povrchu a v ústí vrtu vtéká do trubek, které ji následně rozvedou do nádrží či ropovodů.

Obr. 2-8 Kozlíkové hlubinné čerpadlo [3]



Další metodou těžby ropy je tzv. těžba hlubinnými čerpadly. Nastává v sondě, když se zmenší tlak ložiska. Z elektromotoru se přes převody, třmen a vahadlo přenáší kývající pohyb na rameno čerpacího kozlíku. Na druhé straně ramena je hlava, na které jsou upevněny táhlice. Tyto táhlice uvádí do pohybu celý mechanismus hlubinného čerpadla. To představuje vlastně pístové čerpadlo s kulovými ventily na obou stranách a dutým pístem, tzv. *plunžrem*. Při pohybu pístu nahoru se působením tlaku kapaliny otevírá spodní sací ventil a ropa vtéká do válce. Při pohybu zpět dolů se spodní ventil uzavírá pomocí tlaku vyvinutého pístem, horní

ventil se otevírá a kapalina proudí do prostoru nad pístem. K tomuto vědeckému postupu se používají i jiné druhy čerpadel (zubová, membránová). Pro vysokou odolnost proti různým příměsím se ale stále nejvíce využívají pístová čerpadla (90% sond).

Alternativní těžební metody můžeme rozdělit na 3 fáze.

Primární těžební (též první život ropného ložiska) metody probíhají při přirozeném tlaku ložiska, kdy ropa buď vytéká na povrch, nebo vtéká do vrtu. Používá se např. štěpení nebo kyselení horniny, což zlepšuje korektorské vlastnosti, stlačeného vzduchu (airlift) nebo plynu (gaslift), který se vtláčí do ložiska.

Sekundární metody (druhý život ložiska nebo primary recovery – prvotní stimulace) mají udržet tlak ropy v ložisku na vysoké úrovni, např. injektáží vody či plynu.

Při terciárních metodách (třetí život ložiska nebo secondary recovery – druhotná stimulace) se využívají složitější a dražší technologie. Např. podzemní zapalování části ložisek nebo injektáž horké vodní páry, které slouží k snížení viskozity ropy. Obvykle dochází k přestávce v těžbě, přepočítávají se zbylé zásoby a ekonomická výnosnost ložiska. Pokud je zjištěno, že se další těžba ložiska nevyplatí, ložisko se uzavírá, pokud se ale těžba ještě vyplatí, dochází k montáži nových zařízení.

2.4.2. Těžba nekonvenčních ropných zdrojů

Konvenční ropu těžíme v ložiscích, nekonvenční ropa je ta ropa, kterou musíme nějakým obvykle energeticky náročným způsobem vyrobit. Mezi nekonvenční ropné zdroje lze zařadit:

- **uhlí,**
- **tmavé břidlice,**
- **metanové hydráty,**
- **ropné písky.**

Většina uhlí se ale využívá k získání elektrické energie. Tmavé břidlice obsahují kerogen, ze kterého lze ropu získat. Jejich zásoby sice převyšují světové ropné zásoby, kvůli nové technologii, tzv. frakování bývá dnes břidlicový plyn využíván jako levný zdroj zemního plynu, tudíž se pro výrobu ropy již nevyplatí (produkce by byla na hranici energetické návratnosti). Metanové hydráty se vyskytují na dně hlubokých pánví všech oceánů Země. Sice obsahují několikanásobek světových ropných zásob, ale zatím nejsme a ještě dlouho nebudeme schopni tyto zásoby těžít.

Naše naděje se tedy obrací k problematickým ropným pískům, jejichž významné zásoby má Kanada a Venezuela. Ropný písek je směsí písku, jílu, vody a bitumenu (tvoří 10-15% směsi), který je podobný asfaltu a lze z něj ropu získat. Těží se pomocí vhnání páry do oblastí výskytu písků, jinými vrty se odvádí uvolněné bitumeny. Tento způsob těžby a pozdější zpracování bitumenu jsou ale příliš nákladné, energeticky i ekonomicky. Na produkci jednoho barelu ropy je potřeba zpracovat dvě tuny ropných písků. Při těžbě navíc spotřebovává obrovské množství vody. Někdejší prognózy o množství ropy předpovídaly kanadské provincii Alberta, kde se ropné písky nachází, největší ropné zásoby světa. Američané s Kanadou již tiše vyjednávají, čínská ropná firma PetroChina staví ropovod k západnímu pobřeží a indiští investoři si chtějí zabezpečit k ropným pískům přístup.

Nové prognózy však odsouvají Kanadu až na třetí místo a mění nám pořadí na prvním místě. Spoustu let první Saudskou Arábií, s obrovskými konvenčními ropnými poli (jako Ghawar)

odsouvají „až na druhé místo“ Venezuelské břidlicové písky v deltě řeky Orinoko. Neověřené ropné zásoby Venezuely by měli vzrůst až na 279 mld. barelů. Tyto zásoby by měli představovat 58% jihoamerických zásob, přičemž Orinocké ropné písky by měli být snadněji zpracovatelné než ropné písky z kanadské Albery.

Obr. 2-9 Těžba ropných písků [11]

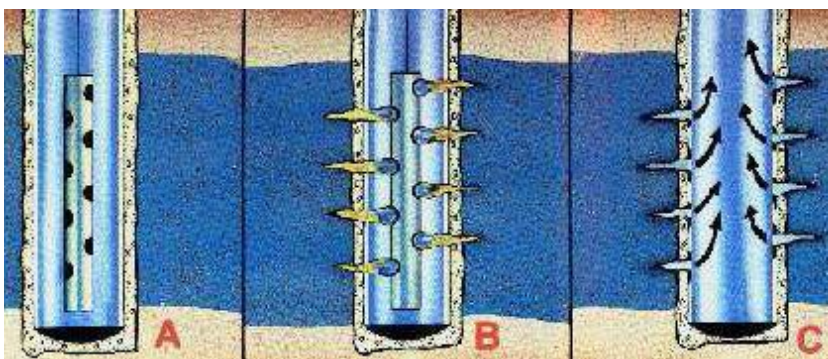


2.4.3. Těžební sondy

Při hloubení vrtu se používají testovací aparatury, tzv. „testery“, které se zasunují do určité části vrtu. Tato oblast se pak z obou stran uzavře roztahovacími pryžovými uzávěry, tzv. „pakry“. Z této oblasti se odebírají vzorky kapaliny a plynu a také se měří tlak a teplota oblasti.

Když se vrt zapaží a zacementuje, probíhají čerpací zkoušky. Část ropy a plynu se při nich vytěží. Potom se zkoumá zmenšení tlaku v ložisku při odtěženém množství plynu. Z rozdílu tlaků se vyhodnocují zásoby uhlovodíků v ložisku.

Obr. 2-10 Otevření těžby pomocí těžební sondy [3]



Ropa se těží vrtem, který se nazývá těžební sonda. V těžební části vrtného nástroje musí vzniknout otvory (A), které procházejí i skrz cement. Toto otevření těžby se realizuje perforací, prostřelením otvorů v pažnicích (B). Plyn a ropa potom těmito otvory proudí do sondy (C).

Občas se sondy na svém dně nepaží a necementují. Proděravěná kolona se zastrčí do vrtu a již poté neprobíhá cementace. Takto lze také sondu zprovoznit k těžbě.

2.4.4. Osvojení vrtu

Do sondy, která je připravená k těžbě, se zasouvá kolona „stupaček“, těžcích trubek s malým průměrem, kterými se uhlovodíky čerpají. Těžící oblast izoluje pakr a ropa tedy proudí do stupaček. Kvůli pronikání materiálu (pískových zrn) z horniny do těžcích trubek se občas kolem pažnic umísťují různé filtry (hlavně pískové filtry).

Obr. 2-11 Příklad zakončení osvojeného vrtu s pakrem [3]



Nakonec se na ústí sondy umístí soustava různých šoupátek a manometrů, které slouží k sledování tlaků a teplot v ložisku.

3. Ropná logistika

Dopravu a skladování ropy můžeme zahrnout do jednoho tématu, tedy ropná logistika.

3.1. Doprava ropy

Existují tři základní způsoby transportu ropy na velké vzdálenosti: pomocí železničních cisteren, tankerů a ropovodů. Na malé vzdálenosti se většinou přepravuje v cisternových nákladních automobilech nebo pouze v barelech.

3.1.1. Železniční cisterny

Ropa se před vystavěním ropovodů do Československa dopravovala pomocí železničních cisternových vagonů. Železniční přeprava je dnes vhodná pouze pro malá množství ropy. Nevýhody tohoto způsobu jsou neekonomičnost vzhledem ke spotřebě, vysoké náklady, využití pouze v jednom směru dopravy a složité logistické operace (aby byla v ČR nahrazena doprava ropovody, muselo by být denně vypraveno 14 vlaků s 1000 t ropy).

3.1.2. Lodní cisterny, tzv. tankery

Tankery se využívají při transportu ropy přes moře. Za první tanker lze považovat speciálně upravenou americkou plachetnici Charles, která převezla ropu přes atlantský oceán do Evropy již v roce 1869. Existují dva druhy lodních cisteren: říční a námořní. Speciální velké tankery, tzv. supertankery, mají nosnost až 550 000 tun ropy a nekotví v přístavech, ropa je do nich čerpána pomocí podmořského potrubí.

Největší ropný tanker (zároveň největší loď světa) vyrobený v Japonsku v roce 1979 byl schopen převést 564 000 tun při maximální rychlosti 30 km⁻¹. Byl dlouhý 458 m, přibližně jako je výška Petronas Towers v Kuala Lumpur. Fungoval přes 30 let, nejdéle sloužil norským firmám a zajímavé je, že vyměnil spousty jmen. „Zrodil se“ jako *Seawise Giant* a za život vystřídal jména *Happy Giant* nebo *Jahre Viking*; pod jménem *Knock Nevis* sloužil jako přístavní zásobník ropy v Kataru. Jeho poslední jméno *Mont* dostal v lednu roku 2010 a pod vlajkou Sierra Leone byl v Indii rozřezán a poslán do hutí.

Obr. 3-1 Největší tanker na světě [27]



Výhodou tohoto způsobu dopravy jsou nízké náklady na zprovoznění a možnost levné přepravy přes moře, nevýhodami jsou dlouhé prostoje při nakládání a vykládání ropy, rychlost přepravy, havárie, nebezpečí přepadení piráty a využití jen v jednom směru pohybu. Pokud by nepřišla v 70. letech ropná krize, stavěla by se plavidla daleko větší, protože například francouzský přístav Fos-sur-Mer disponuje doky pro obrovské lodě s kapacitou až milion tun.

3.1.3. Ropovody

Obr. 3-2 Aljašský ropovod (Trans-Alaska Pipeline) [15]



Ropovody jsou dnes nejvíce využívány pro transport ropy. První ropovod byl vystavěn v Pensylvánii už v roce 1865 a měl 9,6 km. Klady ropovodů jsou ekonomičnost, efektivita na velké vzdálenosti, plynulost dopravy, možnost využití v obou směrech a délka ropovodů, mohou přepravovat ropu z ložiska až do místa spotřeby. Zápory ropovodů jsou nemožnost měnit trasy, velká zádrž kapaliny, poškození v důsledku koroze nebo zemětřesení, nebezpečí teroristického útoku, kvůli vybudování obrovské počáteční náklady a devastace životního prostředí.

Obr. 3-3 Mapa evropských ropovodů [16]



Tab. 3-1 Významné ropovody světa [17]

Oblast	Jméno ropovodu	Trasa ropovodu		Délka (km)	Max. kapacita (v mil. litrů ropy / den)	Provozovatel (vlastník)	
		začátek	konec				
Amerika	Aljašský (Trans-Alaska)	Prudhoe Bay, Aljaška (Severní ledový oceán)	Valdez, Aljašský záliv (Tichý oceán)	1300	330	Servisní spol. aljašského rop.	
	Big Inch	Texas	Pensylvánie	2200	fungoval během 2. sv. války		
	Enbridge	- kanadská větev	Edmonton, Alberta	Montreal, Quebec	2300	220	Enbridge
		- americká větev	Neché, Severní Dakota	Chicago, Illinois	3050		
	Keystone	- 1. fáze	Hardisty, Alberta	Patoka, Illinois	3450	70-95	TransCanada
		- 2. fáze	Steele City, Nebraska	Crushing, Oklahoma	480		
Keystone XL	- 3. fáze	Crushing, Oklahoma	Houston, Texas	850	zatím zrušeno		
	- 4. fáze	Hardisty, Alberta	Steele City, Nebraska	1900			
Asie	Baku-Tbilisi-Ceyhan (BTC)	Baku, Ázerbájdžán (Kaspické moře)	Ceyhan, Turecko (Středozemní moře)	1800	160	BP - 30%	
	ESPO	- fungující	Tayshet, Irkutsk (Sibiř)	Daqing, Čína (provincie Heilongjiang)	3800	255	Transneft, Čínská státní ropná (CNPC)
		- plánovaná	Skovorodino, Amur	Kozmino, Primorsky	2100		
	Kazažskočínský	Atyrau, Kazachstán (Kaspické moře)	Dushanzi, Čína (provincie Xinjiang)	2500	20	CNPC, Kazašská státní	
Blízký východ	Abu Dhabi (Habshan-Fujairah)	Habshan, SAE (provincie Abu Dhabi)	Fujairah, SAE (Ománský záliv)	360	240	Abu Dhabijská státní ropná	
	Iráckoturecký (Kirkuk-Ceyhan)	Kirkuk, Irák	Ceyhan, Turecko (Středozemní moře)	970	255	Irácká státní ropná (NOC)	
	Transarabský (TAPLine)	Al Qaisumah (Saudská Arábie)	Sidon, Libanon (Středozemní moře)	1200	80	Saudská státní (SaudiAramco)	
	Transanatolijský (Samsun-Ceyhan)	Ůnye, Turecko (Černé moře)	Ceyhan, Turecko (Středozemní moře)	550	zatím nespouštěn		
Evropa	AWP (Jadransko-vídeňský)	Wümlach, Rakousko Korutany (TAL)	Schwechat, Vídeň	420	25	OMV, BP, Shell, Esso	
	Družba	- severní	Almetjevsk, Tatarstán	Schwedt, Německo	3400	320	Transneft
		- jižní	Mozyr, Bělorusko	Záluží u Mostu, ČR	2100		
	IKL (Ingolstadt-Kralupy-Litvínov)	Vohburg, Bavorsko	Nelahozeves, ČR	350	30	MERO	
Jihoevropský (SEPL)	Fos-sur-Mer, Francie (Středozemní moře)	Karlsruhe, Bádensko	1850	65	SPSE (společ. jihoevr. ropov.)		

Do ČR se ropa dostává pomocí dvou ropovodů Družba a ropovodu IKL, oba na našem území spravuje společnost MERO ČR, a.s. (mezinárodní ropovody). Ropovod Družba byl prvním ropovodem vystaveným až na naše území a dodnes je nejdelším ropovodem na světě, dlouhý přes 5500 km. Začíná nedaleko ruského města Almetjevsk v Tatarstánské republice a denně se jím může přepravit až 318 milionů litrů ropy. Funguje od roku 1965 a dnes jej spravuje ruská firma Transneft. Má severní a jižní větev, severní přivádí ropu ze států bývalého Sovětského svazu, přes Bělorusko a Polsko (s odbočkou do Gdaňsku), až do německého města Schwedt. Jižní větev vede z Běloruska, přes Ukrajinu a Slovensko, k nám nebo do Maďarska. V ČR vede od Hodonína, přes Vysočinu, polabskou nížinu do Centrálního tankoviště v Nelahozevsi (blízko rafinérie v Kralupech nad Vltavou), až do Záluží u Mostu (nedaleko rafinérie v Litvínově). Na našem území má několik zdvojení

a nedaleko Čáslavi odbočku, která zásobuje rafinérii v Pardubicích. Celková délka ropovodu v České republice je 505 km. I když Družba znamená v překladu ropovod Přátelství, v 90. letech bylo rozhodnuto, že se postaví ještě jeden ropovod, který nás zbaví závislosti na ruské ropě.

Ropovod IKL (Ingolstadt – Kralupy – Litvínov) k nám dopravuje ropu z německého tankoviště ve Vohburgu, nedaleko Ingolstadtu, kam se dopravuje ropa z italského přístavu Terst alpským ropovodem TAL (Transalpine Pipeline). Navíc nevede až do Litvínova, nýbrž jen do Centrálního tankoviště v Nelahozevsi. Původní plány byly pozměny (ropovod měl skutečně vést z Ingolstadtu přes Kralupy do Litvínova), ale název zůstal stejný. Tato ropa se tedy zpracovává v Kralupech nad Vltavou, kam je z nádrží v Nelahozevsi dopravována speciálním potrubím. Celkem je ropovod dlouhý 347 km, na našem území je to 168 km. Tímto ropovodem se k nám dostává blízkovýchodní ropa.

Obr. 3-4 Mapa českých ropovodů [6]



3.2. Skladování ropy

Dopravená ropa se ale nemusí zpracovat ihned. Skladuje se tedy v ropných nádržích. První ocelové ropné nádrže byly nýtované. Dnes převládají svařované ocelové nádrže, začínají se používat i různé nové materiály, jako třeba lamináty. Dnes používané ropné nádrže můžeme dělit:

- dle pláště,
 - jednoplášťová nádrž,
 - dvouplášťová nádrž (eliminuje úniky uhlovodíků do okolí),
- dle konstrukce střechy,
 - s pevnou střechou,
 - s plovoucí střechou (snižuje odpařování uhlovodíků na minimum),
 - s pevnou střechou a s vnitřní plovoucí střechou,

- dle dna,
 - s jednovrstevným dnem,
 - s dvojitým dnem (maximálně ochraňuje spodní vody a půdu),
- dle umístění,
 - podzemní nádrž (ukrytí nádrží chrání proti teroristickým útokům),
 - částečně zakrytá nádrž (stejně jako podzemní nádrž),
 - nadzemní nádrž,
 - plovoucí nádrž (umístění na moři chrání proti zemětřesení).

Často vznikají celé systémy takovýchto nádrží, kterým se říká tankoviště. Tankoviště plná ropy mají svůj význam, pokud dojde k odstávkám ropovodů. U nás je tankoviště v Nelahozevsi, provozované také společností MERO ČR, a.s. Centrální tankoviště Nelahozeves je místem, kde se setkávají ropovody IKL a Družba. Z tamějších mohutných skladovacích nádrží proudí ropa do rafinérií v Kralupech nad Vltavou nebo ropovodem Družba až do rafinérie v Litvínově. V případě nouze lze obrátit směr části ropovodu Družba a ropa může zásobovat i rafinérii v Pardubicích. Celkem je v Nelahozevsi 16 nádrží, 4 o objemu 50 000 m³, 6 nádrží o objemu 100 000 m³ a dalších 6 o objemu 125 000 m³. Celková skladovací kapacita je tedy 1 550 000 m³. Skladovaná ropa zde vydrží maximálně 14 až 15 let, poté se musí obměnit.

Obr. 3-5 CTR Nelahozeves [6]



4. Využití ropy

Ropu lze využít různými způsoby, ale dalo by se říct, že jejím nejdůležitějším často opomíjeným aspektem je zisk energie.

4.1. Ropa podstatou energie

Ropa je základní energetickou surovinou. Ropa se podílí na zisku veškeré energie na světě, i když většinou nepřímou. Energie je základem naší společnosti i civilizace. Každý z nás se s ní denně setkává, díky ní topíme, vaříme, svítíme, pracujeme, přemísťujeme se atd.

4.1.1. Energie za energii

Ale i získání energie nás stojí určitou energii. Pokud to zjednodušíme, tak ropu je nutné vyčerpávat, dopravit na určité místo a zpracovat. Naším hlavním cílem by mělo být, aby celková získaná energie byla vyšší než energie do procesu investovaná, neboli poměr získané energie k energii investované musí být větší než jedna. Tato veličina se nazývá *energetická návratnost*, bývá označována zkratkou *ERoEI* (z anglického výrazu Energy Return on Energy Invested).

Tab. 4-1 Energetická návratnost pro různé druhy surovin [1]

Energetická návratnost	
Suroviny	ERoEI
Ropa v počátcích těžby	100
Ropa, Texas 1930	60
Ropa na Blízkém východě	30
Ostatní ropa	10 až 35
Přírodní plyn	20
Uhlí	4 až 20
Vodní elektrárny	10 až 40
Větrná energie	5 až 10
Solární energie	2 až 5
Jaderná energetika	4 až 5
Ropné písky	max. 3
Biopaliva (v Evropě)	0,9 až 4

V 19. století byla tedy ropa výrazně levná, na vytěžení 100 litrů ropy stačilo investovat pouze jeden. Dnes se z toho začíná stávat problém, protože přecházíme k těžbě nekonvenčních zdrojů a dříve nevytěžitelných zbytků ložisek, které spotřebují až třetinu energie na průzkum, těžbu a zpracování.

Hlavně biopaliva se z tohoto hlediska v Evropě hodně nevyplácí. V oblastech Střední a Jižní Ameriky, hlavně na Kubě a v Brazílii, by se mohla vyplatit vzhledem k tomu, že je zde sklizeň vícekrát do roka. Pokud by se třeba ve zmíněné Brazílii sklízelo bez těžké mechanizace, pouze levnou lidskou pracovní silou nebo pomocí domácích zvířat, mohla by se tam ERoEI velmi zvýšit. Jelikož v Evropě se biopaliva získávají pomocí mechanizace, stává se, že k výrobě 1,0 l bionafty potřebujeme až 1,1 l nafty.

4.1.2. Levná energie 20. století

Ve 20. století byla energie velmi levná. Můžeme si to snadno dokázat, jelikož z fyzikálního hlediska je energie zaměnitelná. Zkusme poměřit ceny energie v minulosti a na konci 20. století podobně jako učinili M. Cílek a V. Kašík v knize *Nejistý plamen*. V podstatě půjde o porovnání cen lidské práce a práce strojů. Lidský výkon za hodinu bude zhruba 100 W a za odpracovanou hodinu zaplatíme člověku dnes cca 50 Kč. Za 10 hodin tedy člověk svou prací vyrobí 1 kWh. Za jednu takto vyrobenou kWh zaplatíme tedy 500 Kč. Kdežto za 1 kWh elektrické energie zaplatíme ČEZ přibližně 5 Kč. Čili poměr mezi těmito cenami je 1 ku 100.

Jak vidíme, elektrická energie je velmi levná, jak to bylo s ropou 20. století. V 1 litru ropy nebo motorové nafty je obsaženo zhruba 10 kWh energie. Na přelomu tisíciletí se již výrazně zdražená nafta prodávala za 25 Kč, neboli za 1 kWh se zaplatilo 2,50 Kč. V porovnání s lidskou prací je dosažený poměr dokonce 1 ku 200. Tento jednoduchý výpočet dokazuje, že energie z ropy byla ve 20. století levnější než energie elektrická, což dokazuje i Energetická návratnost. Energie z ropy ve 20. století byla tedy nejlevnější energií, jakou lidstvo poznalo a dokázalo v obrovském množství využít.

Dnes stojí 1 litr nafty kolem 35 Kč, za 1 kWh zaplatíme tedy 3,50 Kč. Cena ropy ale z dlouhodobého hlediska neustále stoupá a dokonce již několikrát v historii překročila magickou hranici 100 dolarů za barel. Uklidňovat nás může pouze fakt, že je dnes stále levnější než energie elektrická.

4.2. Zpracování ropy

Ropa se zpracovává v rafinériích (v ČR – Litvínov, Kralupy nad Vltavou, Pardubice). Ještě před přepravou se z ní oddělují hrubé příměsi (zvláště písky) pomocí filtrů. V rafinériích dojde nejprve k odvodnění, odsolení a poté k dalšímu zpracování.

Obr. 4-1 Rafinérie v Kralupech nad Vltavou [18]



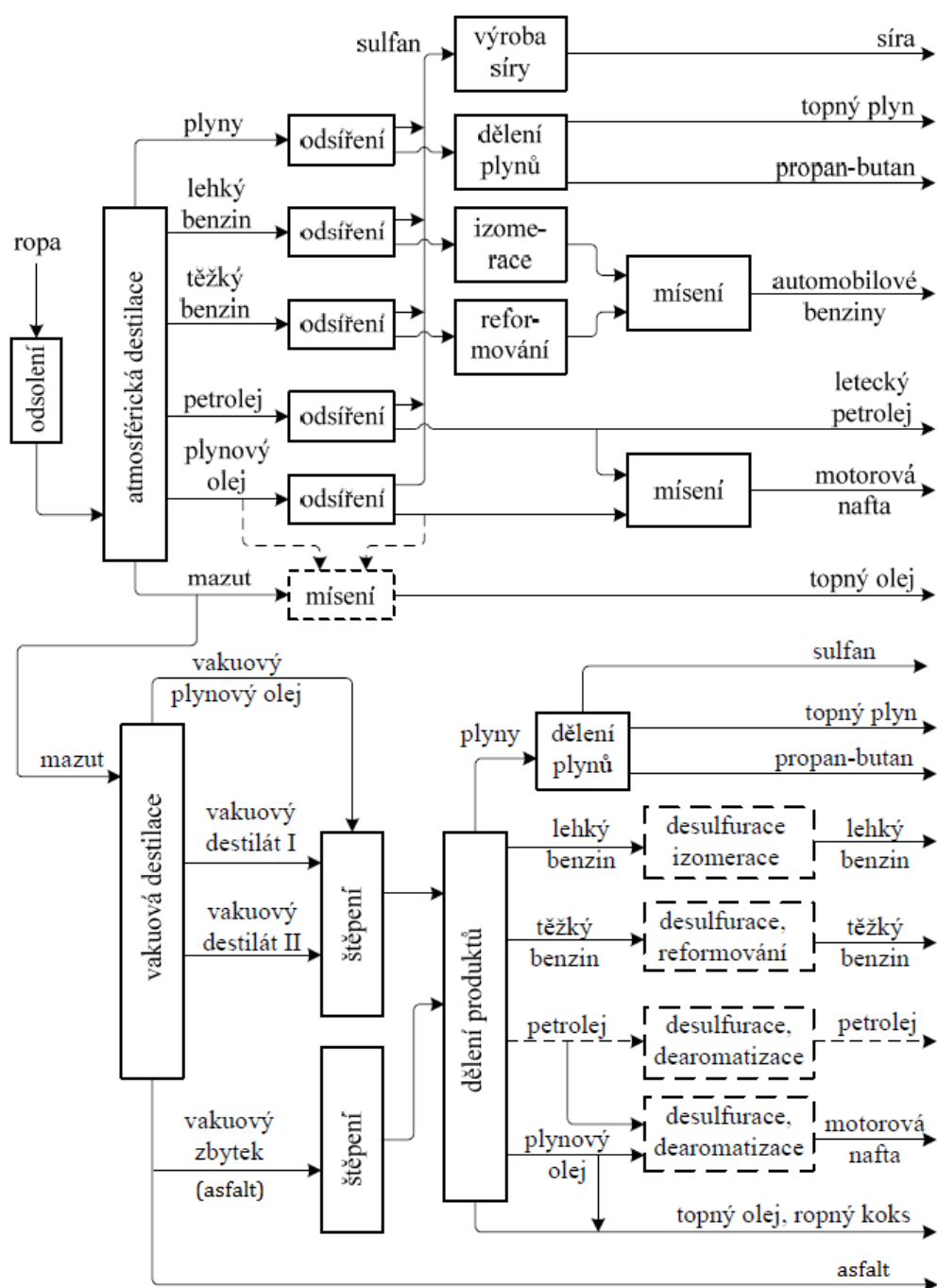
4.2.1. Frakční destilace

Nejprve se ropa upravuje metodou frakční destilace, při které se v destilačních kolonách od sebe odlučují jednotlivé frakce – směsi uhlovodíků s podobnou teplotou varu. Nejprve se ropa nahřeje v trubkových pecích, které jsou tvořeny soustavou trubek. Pak putuje do atmosférické destilační kolony, kde se ropa rozstříkuje. Kolona je tvořena jednotlivými

patry, ze kterých se získají jednotlivé frakce. Je nutné, aby se reakce účastnila plynná i kapalná fáze ropy. Plynná je tedy dopravena doprostřed kolony a stoupá vzhůru, kapalná fáze naopak na vršek kolony, odkud stéká dolů. Těžší látky kondenzují níže a kondenzačním teplem uvolní lehčí frakce, které spolu s parami vystoupají na další patro kolony.

Nejvýše se při atmosférické destilaci oddělí nejlehčí uhlovodíkové plyny – metan, etan, propan a butan, dále pak se oddělují složitější frakce s vyšší teplotou varu – lehký a těžký benzin, petrolej, plynový olej a další. Nejtěžší a nejsložitější frakcí je mazut. Mazut se znovu destiluje za sníženého tlaku tzv. *vakuovou destilací* ve vakuové koloně, při níž se odloučí asfalt od vakuových (olejových) destilátů a vakuového plynového oleje.

Obr. 4-2 Schéma zpracování ropných frakcí [2]



4.2.2. Hydrogenační rafinace – odsíření

Před dalším zpracováním frakcí dochází k odsíření, které se nejčastěji provádí pomocí tzv. *katalytické hydrogenační rafinace*. Tento v rafinériích nejrozšířenější katalytický proces odstraňuje všechny sloučeniny nežádoucích atomů (síry – *desulfurace*, dusíku, kyslíku ...), přičemž neodstraňuje celé molekuly a zbylé uhlovodíky zůstanou ve frakci. Při této metodě se netvoří nežádoucí odpady, rafinací nežádoucích atomů vzniká sulfan, amoniak a voda. Sulfan a amoniak se dále zpracovávají na síru, resp. dusík, kterých se v chemickém průmyslu dále využívá. Tato metoda je tedy plně ekologická.

4.2.3. Zpracování atmosférických destilátů

Uhlovodíkové plyny

Uhlovodíkové plyny se po odsíření od sebe oddělí, vzniká lehký topný plyn (zahrnující hlavně metan a etan) a LPG (Liquefied Petroleum Gas), u nás známý jako propan-butan, využívaný vaření, vytápění i svícení, i jako palivo pro upravené zážehové motory.

Benzíny

Benzíny se nejprve odsíří. Lehký se dále upravuje *izomerací*, tedy změnou uspořádání atomů v molekulách. Nemění se ale počet ani druh jednotlivých atomů. Díky izomeraci se u lehkého benzínu zvýší oktanové číslo. Těžký benzín se zpracovává *katalytickým reformováním* (reforming), tedy podobnou změnou struktury molekul jako u izomerace. Zmíněná reakce ale probíhá spolu s katalyzátory a vodíkem, který zabraňuje vytváření koksu, přičemž se vodík reformováním nevyčerpává, ale naopak vytváří. Reformováním se také zvyšuje oktanové číslo. Dále se lehký a těžký benzín mísí na automobilové benzíny.

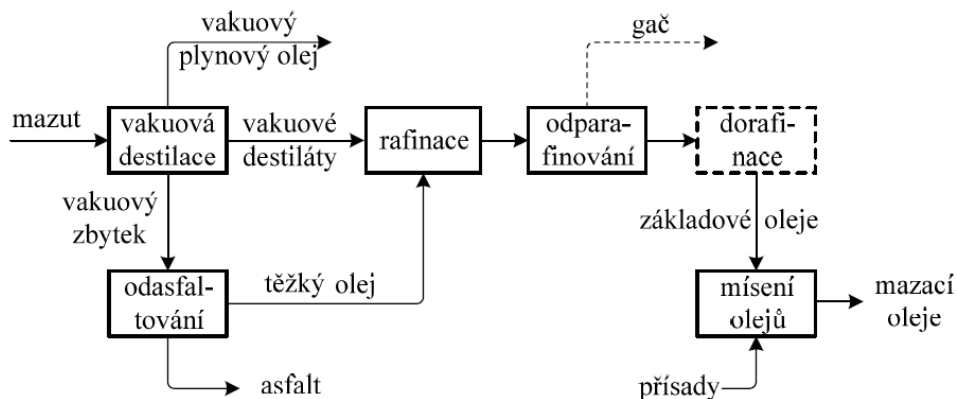
Petroleje a plynové oleje

Obě frakce se odsířují. Petroleje se po té zbavují aromátů (*dearomatizace*) a tento petrolej se používá na svícení (při spalování aromátů vznikají saze). Petrolej nezbavený aromátů se používá jako palivo do leteckých motorů. A plynové oleje se dále zpracovávají na různé druhy topných olejů. Míšením petroleje a plynového oleje se vyrábí motorová nafta.

4.2.4. Zpracování vakuových destilátů

Většina frakcí vakuové destilace se dále zpracovává štěpením na pohonné hmoty (viz kapitola 4.2.5. Krakování). Zbytek se dále zpracovává na mazací oleje, také nazývané minerální oleje. Nejprve proběhne *odasfaltování* vakuového zbytku, od těžkých velmi viskózních olejů se odstraní asfaltové složky. Dále proběhne *rafinace*, kvůli odstranění nežádoucí látky. Toto zlepšuje vlastnosti olejů. Poté proběhne *odparafinování*, které odstraní tuhé uhlovodíky, což snižuje bod tuhnutí olejů. Vedlejším produktem tohoto procesu je gáč, z nějž můžou být získány cenné uhlovodíky parafiny. Ve většině výrob olejů je užito i tzv. *dorafinace*, pomocí které se odstraní všechny zbylé nežádoucí atomy. A posledním stupněm výroby je *míšení a aditivace*. Pro dosažení určitých vlastností olejů, se může základový olej smíchat s odlišnými složkami destilace, po případě s oleji z jiných technologií. Pro zlepšení vlastností se můžou přidávat různé přísady (aditiva). Takto se tedy vyrábí různé druhy minerálních olejů, mazací (např. převodové, motorové) nebo speciální oleje (např. transformátorové, hydraulické apod.).

Obr. 4-3 Schéma výroby mazacích olejů [2]



4.2.5. Krakování

Původně byla ropa těžena hlavně pro petrolej (na svícení) a mazací oleje, benzín byl zbytečný, a spolu s mazutem se spaloval. Vše se změnilo s rozmachem osobní i nákladní dopravy, najednou se benzín a střední destiláty (nutné pro výrobu motorové nafty a leteckého petroleje) staly hlavními produkty rafinerského průmyslu. Bohužel atmosférickou destilací se získávalo jen malé množství těchto složek, zdaleka nedostačující poptávce. Proto se vakuové destiláty, začaly zpracovávat pomocí štěpných procesů, tzv. *krakováním*, tj. rozkladem těžkých frakcí na lehčí.

Existují 3 základní druhy krakování:

- termické krakování,
- katalytické krakování a
- katalytické hydrokrakování.

Termické krakování

Jde o štěpení složitějších uhlovodíků na jednodušší při vyšších teplotách, do 600 °C. Při tomto typu krakování se molekuly štěpí pouze teplem. Tento způsob zpracování byl zaveden ve 20. letech 20. století a dodnes je využíván. Pro zpracování vakuových zbytků se dnes využívají dva procesy termického krakování, tj. *visbreaking* a *koksování*.

Visbreaking představuje mírné termické krakování, bez recyklace průchozí suroviny. Bývá využíván hlavně k snížení viskozity topného oleje, v určité míře k získání lehkých frakcí a menšího množství koksu. Hlavním produktem ale zůstává topný olej.

Koksování je termické krakování s ostřejšími reakčními podmínkami než *visbreaking*. Dochází tedy k získání vyššího množství lehkých frakcí, navíc se tvoří velké množství koksu, který se stává důležitějším produktem reakce.

Katalytické krakování

Jak napovídá název metody, katalytické krakování nebude založeno pouze na zvýšené teplotě. V tomto procesu působí kyselý katalyzátor, nejčastěji se používají hlinitokřemičitany. Jde o iontovou reakci, tvoří se karboniové ionty. Ty se dále štěpí a vytvářejí jednodušší uhlovodíky, které se nakonec izomerují. Celé katalytické krakování probíhá jako řetězová reakce. Hlavním produktem je benzín, dále pak lehké nasycené a nenasycené uhlovodíky, které se využívají i jako suroviny v petrochemii.

Katalytické hydrokrakování

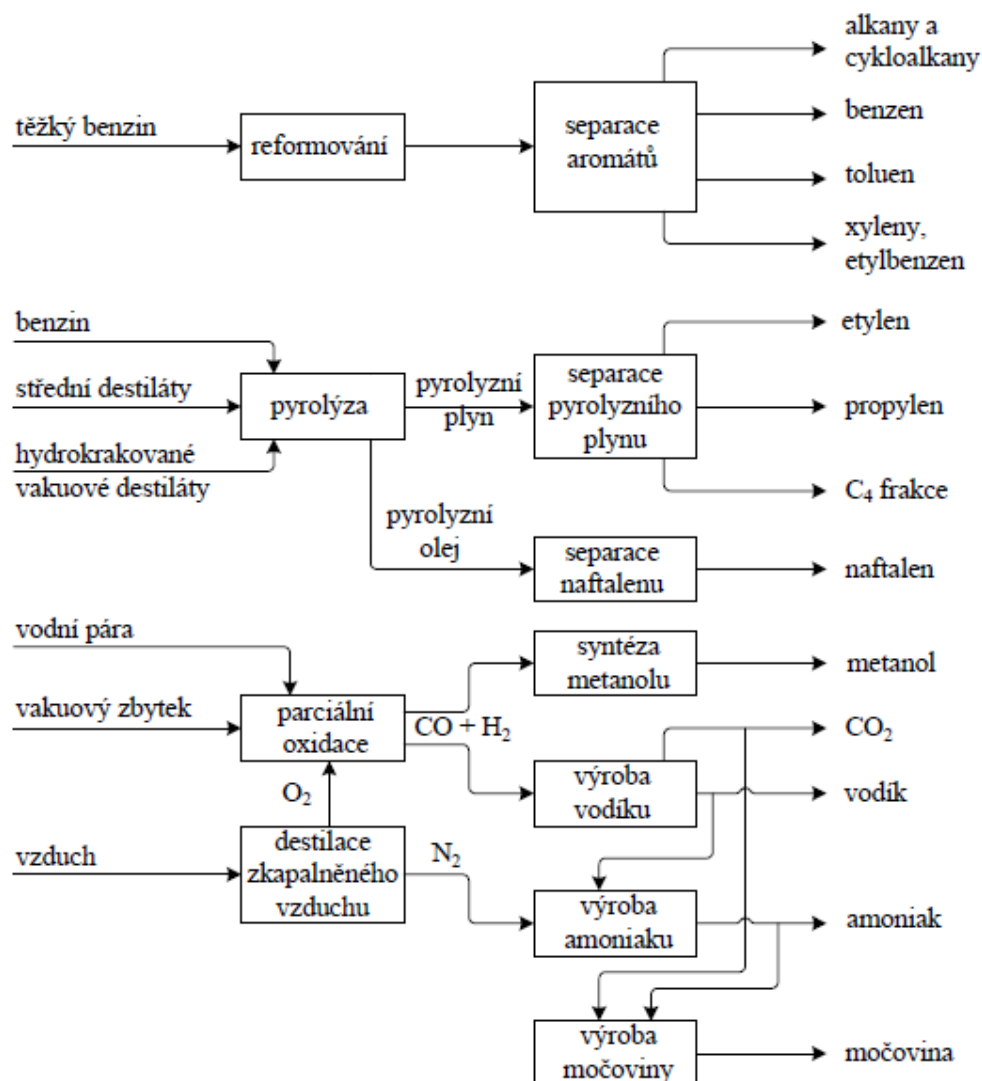
Hydrokrakováním se původně zpracovávali uhelné dehty, dnes se používá i ke konverzi ropných písků (bitumenu) na syntetickou ropu (někdy bývá využíváno i *koksování*). K hydrokraku je nutná přítomnost katalyzátorů a velkého množství vodíku. Zpracovávají se těžké ropné frakce na plynový olej, benzin, petrolej a nízkosírné topné oleje. Také lze získat hydrokrakované vakuové destiláty, potřebné pro petrochemický průmysl. Výhodou oproti katalytickému krakování je, že hydrokrakováním získáme větší množství frakcí, zejména plynového oleje. Také je zlepšena kvalita frakcí, neobsahují tolik nežádoucích atomů. Nevýhodou jsou velké provozní výdaje a potřeba zdroje čistého vodíku.

4.2.6. Petrochemie

Petrochemický průmysl zpracovává ropné frakce na další produkty, mezi něž patří:

- alkeny (etylen, propylen aj.) a dieny,
- aromatické sloučeniny (toluen, benzen aj),
- vodík, amoniak, metanol aj.

Obr. 4-4 Schéma zpracování ropných frakcí na petrochemikálie [2]



Aromatické uhlovodíky se vyrábějí *reformováním* těžkého benzínu a následnou separací vzniklého reformátu.

Alkeny se vyrábí z vhodných atmosférických frakcí nebo z hydrokrakovaných vakuových destilátů tzv. *pyrolýzou*, tj. štěpením složitějších uhlovodíků na jednodušší při teplotě vyšší než 600 °C. Takto vzniká pyrolyzní plyn, ze kterého se alkeny vyselektují. Dalším produktem pyrolýzy je pyrolyzní olej, ze kterého lze separovat naftalen.

Vakuové zbytky (zbytky z destilace mazutu i po štěpení) se *parciální oxidací* (zjednodušeně řečeno zplyněním) zpracovávají na vodík a syntézní plyny, ze kterých se následně vyrábí např. amoniak, metanol, močovina apod.

Z těchto základních petrochemikálií se následně produkují jiné chemikálie, z nichž se vyrábí polymery, hnojiva, detergenty, rozpouštědla, výbušniny, pryskyřice, léky, textilní vlákna apod.

5. Ropa dnes

Z globálního hlediska ropa představuje velké nebezpečí. Její zásoby a obchod s ní se staly důvodem k různým mocenským střetům a mezinárodním konfliktům. Hlavně se ale lidstvo nechá ropou stále obklopovat, i když samo neví, kolik ropy vlastně na Zemi je. Arabské přísloví říká: „Děd jezdil na velbloudu, otec řídí auto, syn létá letadlem a vnuk bude jezdit na velbloudu.“

Obr. 5-1 Panorama Dubaje – kdo se směje naposled, ten má nejvíc ropy [19]



5.1. Ropa a životní prostředí

Hlavním vědeckým sporem na počátku 3. tisíciletí se stala průměrná teplota povrchu planety za posledních tisíc let. S velkou jistotou můžeme tvrdit, že průměrná teplota posledních desetiletí je nejvyšší za posledních 500 let, protože existuje mnoho kronikářských záznamů a za posledních 200 let teplotu měříme. S největší pravděpodobností je klima od roku 1970 nejteplejší za 1000 let, z let 1000-1250 máme již ale mnohem méně údajů. Některá desetiletí z tohoto období jsou v některých částech světa stejně teplá jako dnes, na většině míst však bylo chladněji. Průměrná teplota severní polokoule vzrostla od roku 1900 o 0,7 °C (v ČR se obvykle uvádí +0,3 °C). Většina klimatických změn však nesouvisí jen se zvýšením teploty, ale hlavně se směry větrů a na ně vázaným hydrologickým cyklem.

5.1.1. Emise oxidu uhličitého

Vesměs vědeckým názorem na toto téma je, že za hlavní klimatické změny posledního století může člověk, a to hlavně spalováním fosilních paliv, kdy unikající oxid uhličitý umocňuje skleníkový efekt, který způsobuje globální oteplování. Existuje však i názor, že za klimatické změny může příroda sama nebo spíš, že větší vliv na globální oteplování má metan a hlavním strůjcem zvyšující se teploty je Slunce. Emise oxidu uhličitého však nejspíš přírodní kolísání průměrné teploty přehlušily a budou teplotu ovlivňovat i nadále. Globální teplota v tomto století by mohla vzrůst o 1,5 °C, a existují podstatně vyšší odhady. Pravda může být ovšem i na druhé straně a za několik let může přijít chladnější období. „Historické a archeologické poznatky mohou ukázat, jak společnosti reagovaly na minulé klimatické změny. Tato data ukazují, že není možné dopředu předpovědět chování takto ovlivněných společností a úspěšná adaptace společnosti na nové klimatické podmínky závisí na dobrých či špatných rozhodnutích, které lidé udělají.“ (zpráva americké Národní akademie věd, 2006) [1]

5.1.2. Havárie ropných tankerů

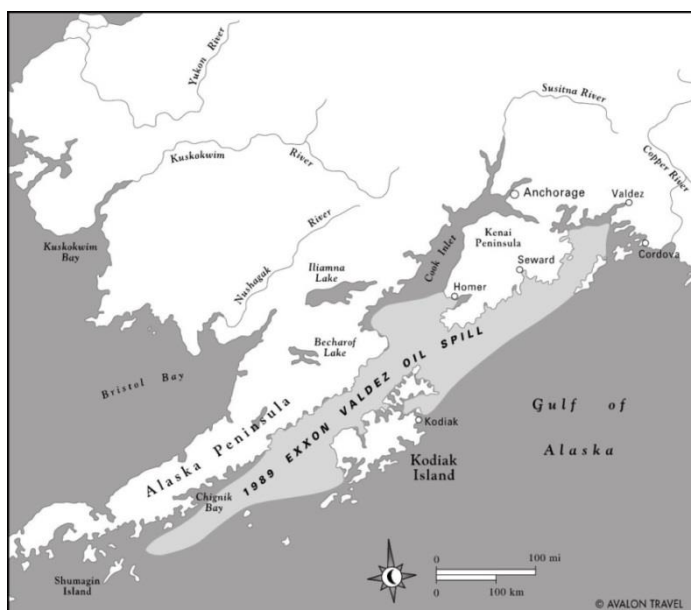
Kromě toho že ropa ovlivnila životní prostředí jako fosilní palivo, dochází i k častým únikům ropy do přírody, přičemž škody jsou nejpatrnější na zvířatech. Tyto jevy můžeme označit jako ropné havárie. K únikům ropy dochází nejčastěji při její přepravě nebo při přečerpávání.

Obr. 5-2 Pelikáni hnědí zanešení ropou [20]



Havárie ropných tankerů výrazně ovlivňují životní prostředí. Jedna tuna ropy dokáže znečistit až 12 km² hladiny oceánu. Takováto ropná skvrna ohrožuje mořský plankton, který se přestává množit a nevyrábí kyslík. Katastrofálně působí ropné havárie hlavně na mořské ptactvo. Ropa zbavuje ptáků tuku na peří a ptáci se poté utopí nebo umrznou. Ropná skvrna se odstraňuje např. pomocí povlakových desek, které se umístí kolem ropné skvrny a jsou stahovány na určité místo, kde je možné ropu odsát. Také se využívá posypu bakteriemi, které ropnou skvrnu požerou. Příkladem známé katastrofy může být havárie tankeru *Exxon Valdez*, ropné společnosti Exxon Mobil. Ztroskotal v březnu 1989 v zálivu Prince Williama. Do moře tehdy uniklo 40 milionů litrů ropy, znečistilo to pobřeží Aljašky v délce více než 1000 km. Toto neštěstí bývá označováno jako nejhorší ekologická katastrofa, která se poblíž Aljašky stala.

Obr. 5-3 Rozsah ropné skvrny z tankeru Exxon Valdez [21]



5.1.3. Havárie ropných plošin

Dalším druhem ropných havárií, které výrazně ovlivňují životní prostředí, jsou havárie ropných plošin. Největším problémem těchto havárií je, že ropa nemusí vytékat na hladině. Pokud dojde k poškození zařízení v ústí vrtu, může ropa unikat do oceánu i v hloubce několika set metrů. Potom je těžší všechnu ropu zlikvidovat. Ropa sice má nižší hustotu než voda a snaží se tedy dostat na hladinu, ale nemusí stoupat rychle a kolmo a může takto znečistit obrovské množství oceánu. Kvůli tomuto faktoru jsou havárie ropných plošin daleko nebezpečnější než havárie ropných tankerů. Nejznámější a největší havárií ropné plošiny je bezesporu havárie ropné plošiny *Deepwater Horizon*, provozované firmou *British Petroleum* v Mexickém zálivu. 20. dubna roku 2010 vypukla na této plošině exploze. Ve vrtu došlo k opakované eskalaci tlaku a nakonec i k průsaku metanu a bahna. To způsobil vadný ventil, kterým nešlo vrt uzavřít. A právě ona bublina metanu, která uvízla v těžebním zařízení, způsobila výbuch, který se následně rozšířil v nekontrolovatelný požár. Plošina se potopila o 2 dny později. Poškozený vrt byl definitivně ucpan až 14. září 2010, za necelých pět měsíců tedy uniklo z vrtu 800 milionů litrů ropy. Bývá označována jako největší ropná havárie a druhá největší ropná katastrofa.

Obr. 5-4 Hořící plošina Deepwater Horizon [22]



5.2. Ropa a společnost

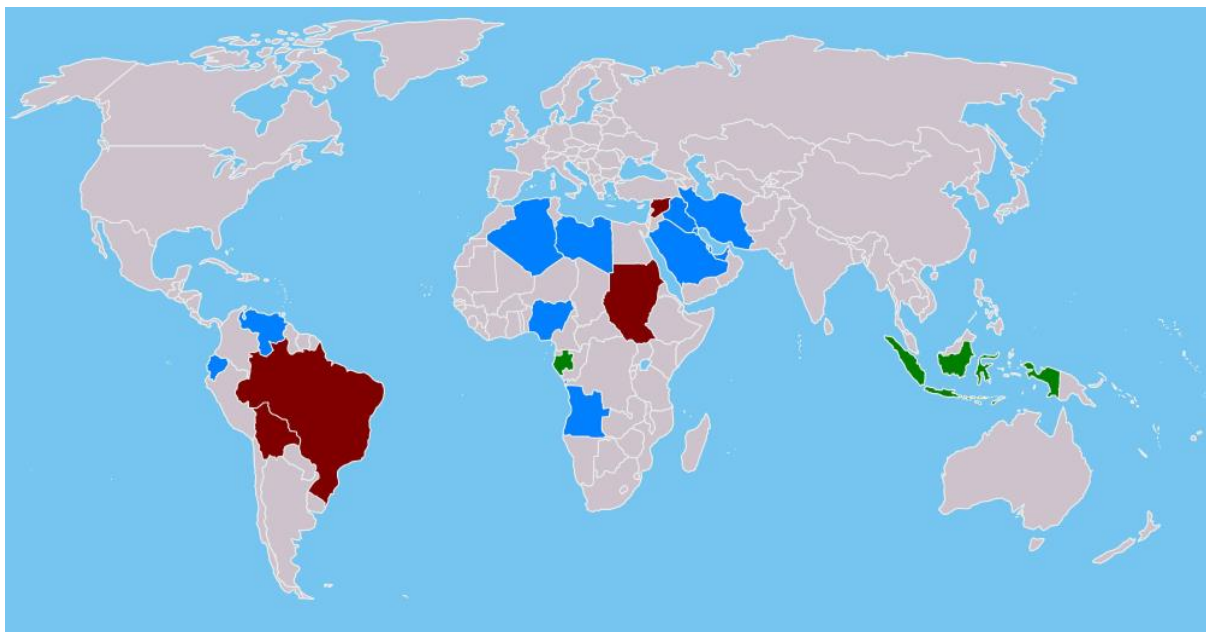
Je zřejmé, že ropa měnila a mění naši společnost. Díky ní vznikla řada různých mezinárodních institucí a sdružení. Za nejdůležitější mezinárodní ropnou organizaci můžeme považovat OPEC, která sídlí ve Vídni.

5.2.1. OPEC

Tato organizace byla založena na Bagdádské konferenci, která trvala od 10. do 14. září 1960. Zakládajících členských zemí bylo pět, *Saúdská Arábie, Írán, Irák, Kuvajt a Venezuela*. Stanovy byly přijaty v lednu roku 1961 v Caracasu. Hlavním úkolem OPEC je podle stanov koordinace ropné politiky jejích členských států, zajišťování stabilních cen ropy na světových trzích, efektivní a pravidelné dodávky ropy spotřebitelským státům. Zakládající země založily

kartel na objem a cenu exportované ropy, zavedly těžební kvóty. Pět zakládajících zemí se postupem času rozrostlo na dnešních 12 členů: *Katar* (1961), *Libye* (1962), *Spojené arabské emiráty* (1967), *Alžírsko* (1969), *Nigérie* (1971), *Ekvádor* (1973) – nebyl členem v letech 1992-2007 a *Angola* (2007). V minulosti byli členy ještě *Indonésie* (1962-2009) a *Gabon* (1975-1995). OPEC se možná v budoucnosti ještě zvětší. *Bolívie*, *Súdán* a *Sýrie* byli přizváni ke vstupu do OPEC a *Brazílie* členství zvažuje.

Obr. 5-5 Současné (modrá), bývalé (zelená) a potenciální (červená) členské země OPEC



Kartel těchto zemí byl velmi úspěšný, zajistil členům ohromné zisky z rostoucích cen ropy. Členské země dnes disponují přibližně dvěma třetinami světových ropných zásob (podle různých zdrojů 54-79 %).

5.2.2. Saúdská Arábie

Organizace OPEC je dodnes určitě nejdůležitější ropnou společností a Saúdská Arábie (dále SA) jejím klíčovým členem. Ona a čtyři s ní sousedící státy byly, jsou a několik desetiletí budou ropnou silou celé planety. Od roku 1970 je SA hlavním producentem ropy, má nejvíce ověřených světových zásob. Největší ropné pole světa je (prozatím) *Ghawar Field*, ležící právě v SA. Saúdové tvrdí, že není problém, aby zvýšili produkci z dnešních 10 mil. barelů denně třeba až na 20 milionů. Nevýhodou je, že na tyto údaje bohužel nemůžeme spoléhat.

SA leží v politicky nestabilním regionu, ropa je zde majetkem státu, hlavní ropnou společností je společnost *Saudi Aramco*, která vydává statistické ročenky. Zvláštní je, že ověřené ropné rezervy SA z roku 1977 vzrostly během několika let ze 100 na 260 mld. barelů, přitom ale nebylo objeveno žádné ropné superpole, jako je *Ghawar Field*, ani nebyl objeven žádný technologický postup nebo vynález, který by zvyšoval těžitelnost ložisek. Je zcela evidentní, že oficiální údaje o ověřených ropných zásobách jsou pod politickým a ekonomickým vlivem. Přesto je ale nepopíratelné, že SA má obrovské ropné zásoby. Pokud jsou pravdivé a SA udrží produkci na dnešních 10 mil. barelů denně, může svět zásobovat svou ropou ještě 70 let.

Obr. 5-6 Ropná pole Saúdské Arábie [23]



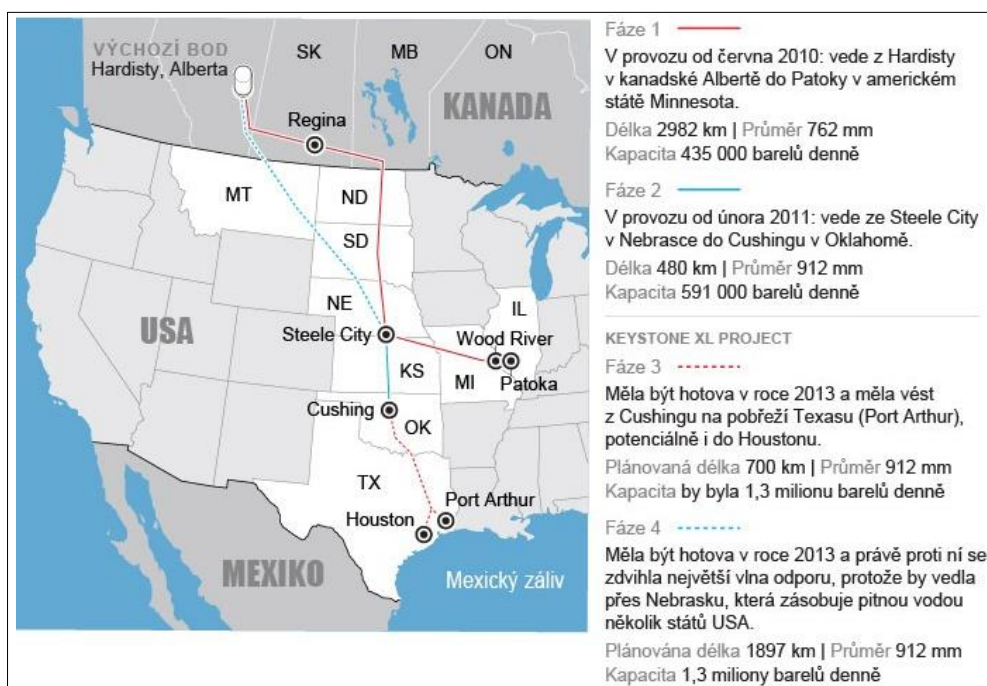
5.2.3. Další sféry vlivu

Rusko má jedny z největších ověřených ropných rezerv mimo OPEC. Na Evropu má a bude mít Rusko z hlediska ropy ohromný vliv, i přes urychlený růst pozice Kazachstánu, který má dnes nejen zásoby ropy, ale také důležitého uranu a jiných surovin.

Důležitou sférou vlivu budou i státy Jižní Ameriky, v čele s Venezuelou. Země s druhými největšími ropnými zásobami může do svého okolí rozšiřovat protizápadní světónázor, což se také přísnému režimu Huga Chávese dlouhou dobu dařilo a vypadá to, že ještě nějakou dobu dařit bude. Po Chávezově smrti vyhrál volby jeho stoupenec Nicolás Maduro. Otázkou ale není, jak dubnové volby dopadly, nýbrž kam po nich Venezuela půjde.

Kanada je dnes mocným hráčem. S třetími největšími ověřenými zásobami, skrytými povětšinou v ropných píscích, by mohla být pojistkou pro Západ a hlavně pro Spojené státy. Ty však prozatímni nezávislost na blízkovýchodní ropě odmítly. Část důležitého ropovodu Keystone zamítl americký prezident Obama loni v lednu. Tento ropovod měl propojit kanadskou provincii Alberta (ropné písky) s americkým státem Texas (rafinérie). Americko-kanadská nevraživost prozatím zvítězila, dnes už ale před Barackem Obamou nestojí prezidentské volby do druhého funkčního období. Můžeme jen předvídat, zda se tento proekologický demokrat zachová jako proekonomický republikán, kterému je lhostejná příroda v americké Nebrasce. O tu jde ekoaktivistům především.

Obr. 5-7 Ropovod Keystone a Keystone XL [24]



5.2.4. Války v Perském zálivu

Jednoznačným příkladem ovlivnění společnosti mohou být obě války v Perském zálivu. První je skrytá za osvobození Kuvajtu od Saddámových vojsk. *Saddám Husajn* se po neúspěšné válce proti Íránu, kdy chtěl získat sporná pohraniční území a svrhnout vládu radikálnějšího islamisty *ajatolláha Chomejního*, obrátil ke Kuvajtu. Záminku mu poskytly územní nároky (znovu sporná hranice). V létě 1990 Husajn násilně obsadil Kuvajt, připojil jej k Iráku, získal tím tehdy druhé největší zásoby ropy na světě (SA tehdy měla 25 % veškerých světových zásob, Irák s Kuvajtem měli 20 %) a stal se tak v jistém smyslu „pánem světa“. To se Západu samozřejmě nelíbilo, Rada bezpečnosti OSN vyzvala Irák ke stažení vojsk a dala mu ultimátum do ledna 1991. To Saddám pochopitelně nesplnil a 17. 1. 1991 začala vojenská operace nazvaná „*Pouštní bouře*“, která už 28. 1. 1991 donutila Irák k odchodu. Saddám tehdy neunesl svou porážku a nechal vypustit 1,9 miliard litrů ropy do Perského zálivu. Způsobil tím obrovské ekonomické a ekologické škody. Toto byla největší ropná katastrofa v dějinách. I přes tento zoufalý čin byla vojenská převaha OSN (v čele s USA) velká, dokonce se čekalo, že bude definitivně poražen i Husajnov diktátorský režim, ale americký prezident *George Bush starší* tehdy převahy nevyužil. Kromě osvobození Kuvajtu byly ve hře také zájmy velmocí uchovat si přístup k ropným zásobám.

Ke svržení Saddámového režimu došlo až za druhé války v Perském zálivu (též Válka v Iráku). Záminkou spojenecké invaze bylo, že Irák nesplňoval rezoluce Rady bezpečnosti OSN ohledně zbraní hromadného ničení. Americký prezident *George Bush mladší* požadoval ukončení údajné výroby těchto zbraní a hrozil Iráku vojenským úderem. Husajn na tato naléhání nepřistoupil a tak dne 20. 3. 2003 začala vojenská operace „*Irácká svoboda*“. Jednotky koalice (vedené Spojenými státy a Velkou Británií) tvořili vojáci ze 40 zemí. Konec hlavních bojů byl vyhlášen 1. 5. 2003 prezidentem Bushem. Dne 13. prosince 2003 byl při operaci „*Rudý úsvit*“ zajat Saddám Husajn a tím de facto válka skončila, stále ale docházelo k útokům povstalců. Saddám Husajn byl odsouzen v prosinci roku 2006

za zločiny proti lidskosti a následně také popraven. Americká vojska okupovala Irák do prosince roku 2011 a stále se snaží o jeho politickou stabilizaci. Dodnes nebyly v Iráku nalezeny žádné zbraně hromadného ničení, ani nebylo potvrzeno bezprostřední napojení na *Al-Káidu*. V popředí invaze byly rozhodně zájmy USA a Velké Británie o irácké ropné zásoby. Otázkou ale zůstává: byl tento konflikt skutečně nevyhnutelný?

5.3. Ropa a ekonomika

Z ekonomického hlediska se ropa stala za posledních pár desetiletí základní hybnou jednotkou. Nejdůležitější a hlavně nejsledovanější komoditou se stává barel ropy. Celá světová ekonomika je vlastně postavená na ceně jednoho barelu ropy.

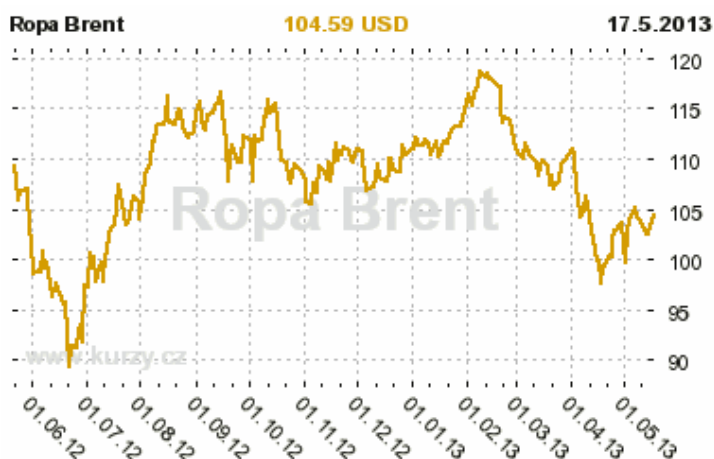
5.3.1. Barel ropy

Barel je základní ropná jednotka objemu. V mezidobí mezi léty 1859-1861 se v Pensylvánii ustálily dva základní typy sudů-barelů. Menší obsahoval 36 galonů a větší 42 galonů. Tento větší barel se stal tedy jednotkou ropy. Měl a má obsah zhruba 159 litrů.

První zkratka jednotky byla bbl. První „b“ tehdy znamenalo „blue“. Barely s naftou se označovaly modrou barvou, aby se odlišily od čisté nezpracované ropy. Podle jiných pramenů vlastnila modře označené sudy společnost Standard Oil. Dnes se světové zásoby vyměřují v milionech („millions“) či miliardách barelů („milliards“ ve staré britské angličtině, ale „billions“ v americké a nové britské angličtině), světová produkce se vztahuje k denní (barrel/day = bd) nebo roční spotřebě či výrobě (barrel/year = by). K měření se používají i běžné tuny.

5.3.2. Cena ropy

Graf 5-1 Cena jednoho barelu ropného standardu Brent [8]



Cena ropy se stanovuje pomocí burz. Světová cena = cena typu ropy WTI/Light Crude na newyorské komoditní burze (NYMEX) nebo cena standardu Brent na Mezinárodní ropné burze (International Petroleum Exchange, IPE) v Londýně. Podle IPE se 65 % obchodů s ropou odvíjí od burzovní ceny standardu Brent. Tvrdí se, že však skutečnou cenu ropy určuje kartel OPEC. Cena ropy byla v počátcích těžby levná, protože trh se řídil poptávkou. Později se situace začala měnit – centrum se přesunulo na Blízký východ. Kartel OPEC bývá

sice vnímán jako síla, která drží ruce na ropných kohoutcích a v historii již několikrát výrazně ovlivnil cenu ropy, ale Arabové získávají dnes z konečné ceny na daních pouhých 5-10 %, kdežto Západ až 55 %. Častými válkami mezi státy na Blízkém východě se ropná cena většinou snížila, hlavně po sedmileté válce Iráku s Íránem. Od té doby se USA snaží oblast Blízkého východu politicky stabilizovat.

Ceny ropy lze udávat ve dvou hodnotách:

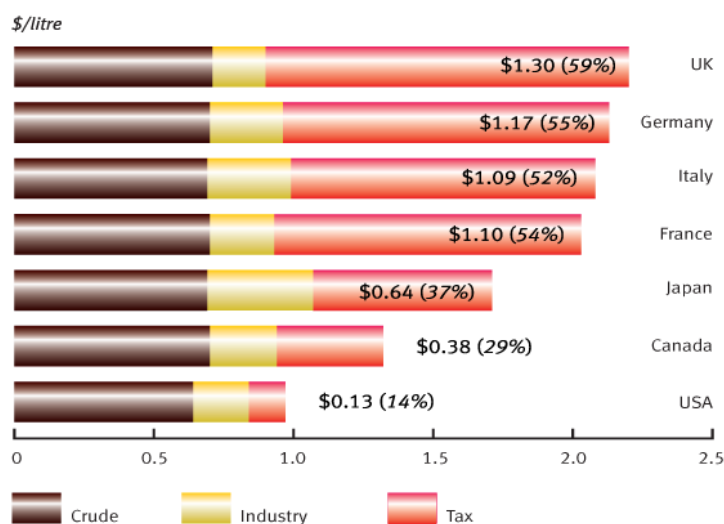
- **Reálná cena** se většinou skládá z cen těžby ropy, její přepravy a prospekce nových ložisek.
- **Nominální cena**, ze které se odvíjí cena benzínu a nafty, je zvýšena rafinériemi, daněmi a distribucí.

Vývozcí rozlišují 2 typy cen:

- **FOB** (Free on Board) – obsahují cenu těžby a transportu do vývozního přístavu + daně producentské zemi + zisk společnosti.
- **CIF** (Cost, Insurance, Freight) – obsahují cenu FOB + pojištění, náklady a zisky přepravy do přístavu dovozce.

Daně z ropných produktů představují v zemích EU 15-20 % státního rozpočtu. Cenu benzínu u čerpací stanice v Evropě tvoří až z 60 % daně. Rozdíl mezi USA a Evropou je značný, ve Spojených státech tvoří daň zhruba 14% ceny. Proto Američané ropou mrhají a pořizují si velké a na provoz nákladné automobily. Dnes se i od tohoto trendu už upouští k úspornějším řešením.

Graf 5-2 Rozdíl daní v Evropě, Japonsku a USA v roce 2011 (v dolarech/litr) [4]



6. Ropná budoucnost

Ať je na světě ropy, kolik chce, jednou tady nebude. Otázkou je tedy pouze, kdy pocítíme její nedostatek.

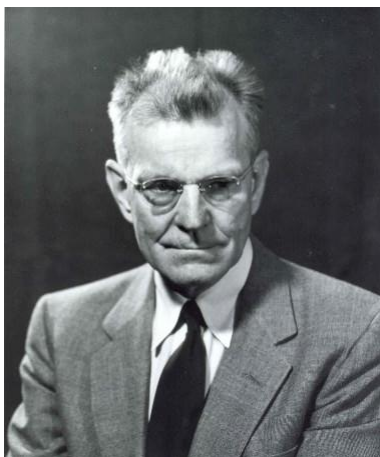
6.1. Hubbertova teorie ropného zlomu

„Víc mne ohromuje naše neschopnost využít toho, co víme, než pouhá nevzdělanost.“

Marion King Hubbert

6.1.1. Kdo byl Marion King Hubbert

Obr. 6-1 Marion King Hubbert [25]



Ač jeho jméno není příliš známé, M. K. Hubbert patřil a stále patří mezi nejznámější světové geology a geofyziky. Narodil se v roce 1903 v Texasu. Pracoval jako geolog v ropných firmách Amerada Petroleum Company a Shell. Po zisku doktorátu přestoupil na místo vědeckého pracovníka Americké geologické služby (United States Geological Survey – dále USGS). Působil jako profesor na vyhlášených univerzitách např. na Stanford University nebo UC Berkley. O fosilních palivech toho tedy věděl hodně. Věnoval se také vývoji a budoucnosti fosilních paliv a jejich vztahy na společnost. A díky tomuto jeho zájmu mohl vzniknout teoretický článek, který bývá označován jako *peak oil*, česky ropný zlom nebo ropný vrchol.

6.1.2. Peak oil

Článek, který byl prvním zamyšlením nad budoucností ropy, se objevil M. K. Hubbertovi v časopise *Science* v roce 1949. Byl nazván „*Energie z fosilních paliv*“ a zamýšlel se nad konečností fosilních paliv, kam až lidstvo povede neustálé zvyšování spotřeby a kam až můžeme spotřebu energie zvyšovat.

Až v roce 1956 na setkání vědců v San Antoniu pronesl svůj nejznámější, a hlavně nejvýznamnější projev. Na základě svých zkoumání, rozborů, geologických zkušeností a statistických údajů Hubbert odvodil, že veškerá produkce ropy ze začátku stoupá, pak dosáhne svého vrcholu a následně začne sestupovat. Tato teorie se nazývá *peak oil* (přezdívá se jí „konec levné ropy“). Podle Hubbertových průzkumů se křivka této teorie

hodně podobá Gaussově funkci, strmě stoupá, dosáhne vrcholu a potom strmě klesá. Hubbert neskončil jen u obecného a předpověděl vrchol těžby v kontinentální části Spojených států na roky 1966-1972. Tato předpověď se setkala s velkým odporem, byl rok 1956 a Amerika ovládala svět ropy, byla na prvním místě mezi světovými producenty ropy. V 70. letech si ale všichni uvědomovali, že realitu už není možné zvrátit. Produkce ropy v USA dosáhla vrcholu v roce 1970. Za tento rok bylo vyprodukováno 3,39 miliardy barelů (9,29 milionů barelů denně), od té doby začala těžba ropy v kontinentální části USA klesat. V roce 2005 se těžba pohybovala kolem 1,31 miliardy barelů ropy (3,59 milionů barelů denně), to přibližně odpovídá produkci roku 1940. Hubbert tedy odhadl situaci v USA přesně.

6.1.3. Odpůrci ropného zlomu

I když většina dnešního ropného světa se přiklání k M. K. Hubbertovi, jeho teorie má i své odpůrce. Hlavními oponenty jsou geologové Peter Huber, Bjorn Lomborg, Michael C. Lynch, skupina ekologů z USGS, většina ekonomů a mnoho politiků.

Jejich hlavní námitkami jsou:

- **Známé zásoby nejsou konečné a neustále rostou.**

V roce 1914 přišlo první varování, že ropa dojde. V roce 1950 jsme měli ropu na 30 let, v roce 1980 rovněž na 30 let a dnes jsme v podobné situaci. V letech 1930-50 jsme ale neznali svět arabských pouští a kontinentálních šelfů. Dnes je již prozkoumána skoro celá planeta, víme, že 20 největších ropných ložisek světa nese polovinu známých ropných zásob. Geologové se nejvíce bojí, že všechna obrovská ropná ložiska už jsou objevena. Hodně očekávání se tedy vrhá do hlubokomořských neprozkoumaných oblastí. Vědci Colin J. Campbell a Jean H. Laherrère po dlouhých výpočtech a odhadování uvedli v článku „Konec laciné ropy“ (Scientific American, z března roku 1998), že zbylo nejspíš jen 10 % neobjevené ropy.

- **I když neporostou ověřené zásoby, díky moderním technologiím získáme zbytky ropy v ložisku.**

Dnes můžeme z ložiska získat až 80% ropy, ale těží se průměrně 35%. Při těžení jednoho barelu ze zbylých 45% ropy se EROEI rovná v průměru 2, ne cca 30 jako těžba prvních 35% ropy. Na vytěžení jednoho barelu bychom leckdy potřebovali 0,5 barelu ropy. Nízký výnos ropy zapříčiní zvýšení ceny.

- **I když dojde ropa, máme dost uhlí, ropných písků a alternativních zdrojů.**

Změna zdroje by nebyla proveditelná ze dne na den a stála by obrovské množství peněz. Přestavte si, jak by se muselo vyměnit zhruba 750 milionů aut, kolik by tato výměna stála. Z ropných písků (hlavní nekonvenční zdroj) se benzínu získává jen nepatrné množství.

- **Malá ropná ložiska v nebezpečných zemích jsme zatím netěžili.**

Všechna velká ropná ložiska se těží nebo se připravují k těžbě. Firma Petroconsultants má údaje o 18 000 ropných ložiscích. Pánové Cílek a Kašík říkají v knize Nejistý plamen: „Kde je dnes šance nalézt či rozpracovat ložisko, tam již pracují nejméně tři ropné firmy.“

Na argumenty odpůrců ropného zlomu reagují vědecké špičky, které stojí za myšlenkou M. K. Hubberta. Patří mezi ně např. geologové Colin J. Campbell, Kenneth S. Deffeyes, Jean H. Laherrère nebo „ne-geologové“ Matthew Simmons, David Fleming a řada dalších vědců. Jsou to většinou bývalí zaměstnanci velkých petrolejářských firem, tudíž dříve

nemohli mluvit o výsledcích své práce. Mnozí z nich pracovali na světových ropných ložiscích, kde získali spoustu odborných i lidských zkušeností.

Pokud existují racionálně odůvodnitelné odpovědi na všechny hlavní argumenty odpůrců ropného zlomu, můžeme usuzovat, že teorie M. King Hubberta je pravdivá. Za počátek „konce levné ropy“ lze považovat článek Colina J. Campbella a Jeana H. Laherrèra z roku 1998 „*The end of cheap oil*“, který již byl zmíněn.

6.2. Ropný přínos

Obr. 6-2 Skutečně se topíme v ropě? [26]



„Na každém konci je pěkné, že něco nového začíná.“ citát z filmových „Básníků“ se krásně hodí i na začátek konce levné ropy. Pokud bude ropný zlom skutečně začátkem konce ropy, měli bychom zhodnotit, co všechno ropa přinesla.

Pokud nebudeme ropu vnímat jako hnědočernou olejovitou kapalinu, ani jako fosilní palivo, ale zamyslíme se nad jejím filozofickým smyslem a přínosem pro společnost, můžeme stanovit její duchovní odkaz, jímž je a bude *rychlost*. Za poslední století se díky ropě výrazně zvýšila rychlost přepravování a s ní i rychlost informací. Náš život se výrazně urychlil, a to jak po fyzické, tak po psychické stránce. Zrychlilo se tedy i naše přemýšlení.

Rychlost a neustálé zrychlování nás dovedly k zjednodušování. Média nám poskytují nové informace, u nichž už nezáleží na kvalitě, nýbrž na schopnosti *rychleji sdělit více*. Během posledních dvaceti let pozbyly věrohodnosti dvě skupiny společnosti – novináři a politici, stalo se tak kvůli zrychlení doby – obě skupiny nastiňují problémy pouze okrajově, nejdou do hloubky, zabývají se řešením okamžitých problémů, a neřeší dlouhodobější problémy.

„Historie naší doby je příběhem zrychlování“ (T. H. Eriksen, *Tyranie okamžiku*, 2005). Názor většiny dnešních filozofů na zrychlování společnosti je jednoznačný: mohou za něj média. Na počátku zrychlování byla ale ropa a spalovací motor, které umožnily rychle přepravit člověka v automobilu nebo letadle, možná že ropa byla na počátku zrychlování doby. Znamená to jednu věc – změnil-li se jednou postavení ropy ve společnosti, změní se náš vztah ke světu.

Vraťme se k ropě jako fosilnímu palivu. Však také umožnila *energetickou revoluci*. Nikdo dnes již nevidí souvislosti mezi prvním komerčním ropným vrtem a válkou Severu proti Jihu, která započala až po jeho vyvrtání (po této válce skončilo v Americe otroctví). Byla to náhoda. Náhoda, která umožnila neobvykle rychle rozvinout civilizaci. Musíme si však uvědomit, čím bychom asi tak byli bez fosilních paliv – nevolníky, ale nikoliv energetickými

otrokáři. Naše závislost na fosilních palivech je obrovsky nebezpečná. Člověk si to ale vůbec neuvědomuje, v lepších případech si to nechce přiznat. [1]

6.2.1. *Následky ropného zlomu*

Budoucnost není možné předvídat. Lze ale odvodit několik základních bodů, kterým se lidstvo nejspíše nevyhne a bude se s nimi muset vypořádat.

- Za ropu neexistuje a do deseti let existovat nebude žádný náhradní zdroj.
- Alternativní zdroje energie a nekonvenční ropné zdroje nemohou ropu účinně nahradit. Vývoj jaderné fúze a jiných nových technologií trvá daleko déle, než se očekávalo. Energetická návratnost bude vesměs klesat.
- Spotřebu ropy lze snížit pouze do určité míry a nahradit jen zčásti pomocí úspor a náhradních zdrojů, využívaných podle přírodních podmínek určitého regionu. Prozatím je nejdůležitější šetření s existujícími zásobami a jejich smysluplné využívání.
- Lidstvo se v blízké budoucnosti musí sjednotit, vytvořit respektující se společnost, která si bude mezi sebou pomáhat. Náš vývoj však míří ke společnosti, která se vzájemně zničí.
- Musí existovat globalizační i de-globalizační plány pro výrobu energie a její transport, transport surovin, potravy, vody...
- Ropný zlom umocní klimatické změny. Abychom vytěžili zbytky ropy, budeme potřebovat více uhlí či ropných písků – tím se tedy zvětší produkce oxidu uhličitého. Nejhorší zkouškou pro lidstvo bude kombinace drahé ropy, změny klimatu a stárnoucí populace. Stále častěji bude docházet k radikalizaci na politické scéně. V jistých částech světa lze očekávat zchudnutí části obyvatelstva, která dosáhne jen na vodu, primární potraviny a bydlení.

Ropa nás opravdu změnila. V naší historii existují období, kdy lidé často používají určitá slova. Mezi nejpoužívanější a nejoblíbenější slova přelomu tisíciletí patří slova jako globalizace, demokracie, efektivita, růst, produktivita; v padesátých letech 20. stol. To byla sousloví jako světový mír, splnit plán; na konci 19. stol. slova jako pokrok, budoucnost. V renesanci a baroku bychom asi mluvili o uspořádání společnosti a ve středověku nejspíš o Bohu a hříchu. Dnes slýcháme nejčastěji slova jako krize, nejistota, nezaměstnanost a veřejný dluh. Jaká slova použijeme, až budou tato slova nemoderní? Možná budou podobná slově stabilita, kvalita a konečně snad také slovu život. [1]

6.3. *Vlastní náhled*

Ropa výrazně zlevňovat nebude, ba naopak. Čeká nás pouze neustálé zvyšování ceny a ve vzdálenější budoucnosti i výrazný pokles dostupnosti ropy. Neobejdeme se bez peněz na chod stárnoucí společnosti i na překonání klimatických změn, ale spoustu těchto zdrojů pohltí drahé energie. Ropa rozhodně nemůže dojít ze dne na den, protože ověřené světové zásoby jsou obrovské. Budeme varováni několik desítek let dopředu.

Dnešní vývoj ceny ropy se výrazně opírá o vývoj ekonomiky. I když je mocně hlídána a kontrolována kartelem OPEC, během čtvrtletí dokázala cena klesnout o bezmála 30 amerických dolarů za barel kvůli obavám z nižší globální poptávky po ropě podpořeným bankovní krizí na Kypru spolu se slabými makroekonomickými daty v eurozóně a dále nízká

poptávka rafinerií, především v Evropě, ve kterých probíhá pravidelná údržba zařízení. Globalizace možná již přerostla určitou míru únosnosti a ceny jednotlivých komodit již nemáme ve vlastních rukou.

Zastánci teorie ropného vrcholu jsou přesvědčeni, že musí nastoupit do příštích pěti let. Pravdou ale je, že do příštích 5, max. 10 let již ropný zlom nastupuje minimálně od roku 2000. Díky ropným pískům, břidlicovému plynu a novým technologiím bude možná ropný zlom opravdu pouze dlouhým a příjemným vrcholem, který se potáhne až desítky let. Pokud ale přijdou ropné války a celkové znervóznění společnosti, stane se tento ropný vrchol rychlým a katastrofickým zlomem. Podle mne jde o teorii pravdivou, podle které nakonec ropný věk skončí pomalu, dlouhým ropným vrcholem. Bude to důležitý milník pro naši civilizaci, pro generaci lidí přelomu tisíciletí, která si zvykla žít v dostatku, změnila přírodní bohatství planety k nepoznání a nachystala dokonalou budoucnost generacím nastupujícím.

Závěr

Ropa je energetickým palivem současnosti. Nevím, jestli si dobře uvědomujeme její skutečný dopad. Černé zlato je opravdu všude kolem nás, stačí se podívat na věci běžné denní potřeby. Skoro za každou se ropa skrývá. Největší varování ale představuje fakt, že těmito výrobky člověk plýtvá. Zahráváme si jak se svými osudy tak s osudy nastupujících generací, zbavujeme se cenného fosilního paliva, neobnovitelného energetického zdroje. Právě to slovo neobnovitelné má v tomto kontextu zásadní význam.

Výrobou ropných derivátů jsme urychlili svět. Zrychlila se doprava, s dopravou se zrychlil i tok informací a byl čas zrychlit i naše uvažování. Opravdu dnes víme vše v podstatě hned a víme to první, zároveň to ale víme už tak zjednodušeně a informací je opravdu takové množství, že to leckdy ani nedokážeme přebrat. Kvantita zvítězila nad kvalitou, bravo, můžeme si gratulovat!

Spalováním fosilních paliv jsme změnili klima planety. Ropa v tomto byla a je významným faktorem. Leckde na Světě ustupují ropným zájmům zajímavé přírodní oblasti nebo chráněná území s ohroženými druhy biosféry. Problém ale zůstává: kolik toho naše planeta je schopná ještě vydržet a zda nám jednou nevystaví náš účet.

Cena ropy je mohutně udržována kartelem OPEC, z dlouhodobého hlediska stoupá a stoupat bude. Spolu s tím pravděpodobně brzy začne klesat její dostupnost. A od špatné dostupnosti vede krátká cestička k malým přepadáváním např. čerpacích stanic na pohonné hmoty, dlouhodobější nedostupnost by mohla mít za následek i rabování. Některým státům by se mohlo znelíbit, že sousední země má ropy dostatek, a hle lokální konflikt je na světě, který by mohl postupně přerůst ve světovou válku o poslední světové ropné zásoby.

Cílem mé práce ale určitě nebylo strašit před nevyhnutelným globálním konfliktem, ani rozvádět tady různé konspirační teorie, ba naopak. Cílem mé práce bylo podat o této olejovité kapalině souhrnný přehled, zdůraznit energetický přínos, skutečný význam ropy a její budoucnost.

A jak to s ropou bude? Budu volně citovat Šajcha Jamáního, označovaného jako „architekta“ OPEC. Říká, že doba kamenná také neskončila, kvůli tomu, že by došel kámen. Jen člověk objevil lepší suroviny, bronz nebo železo. „Doba ropová“, kterou právě teď zažíváme, tedy skončí, až díky technologiím objevíme vyspělejší využívání jiných energetických zdrojů. Otázkou je, zdali nám ropa do té doby vystačí.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] CÍLEK, Václav a KAŠÍK, Martin. *Nejistý plamen: Průvodce ropným světem*. 1. vyd. Praha: Dokořán, 2007, 191 s. ISBN 978-80-7363-122-2.
- [2] BLAŽEK, Josef a RÁBL, Vratislav. *Základy zpracování a využití ropy*. 2., přepr. vyd. Praha: VŠCHT, 2006. 254 s. ISBN 80-708-0619-2.
- [3] MAXA, Daniel. *Petroleum.cz* [online]. 2007 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz>
- [4] OPEC. *World Oil Outlook 2012* [pdf soubor]. Vienna, Austria, 2012 [cit. 2013-05-20]. ISBN 978-3-9202722-4-6. Dostupné z: www.opec.org
- [5] CIA - *The World Factbook* [online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- [6] MERO ČR, a.s.: *MEzinárodní ROPovody* [online]. 2008 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://mero.cz/>
- [7] *Ropa.cz: Komodity, těžba ropy a vývoj cen ropy* [online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.ropa.cz/>
- [8] *Kurzy.cz: Komodity a deriváty* [online]. 2013-05-16 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/komodity/>
- [9] MARSHAK, Stephen. *Earth: portrait of a planet*. 2nd ed. New York: W. W. Norton, 2005. ISBN 03-939-2502-1.
- [10] DRBOHLAVOVÁ, Eva. Latinská Amerika: nastupující (nejen) ropná mocnost?. *EkonTech.cz*. 2013, 5. č.
- [11] KOPAČKA, Ludvík. Ropa a zemní plyn v dnešním světě. *Geografické rozhledy*. 2005-2006, ročník 15, 1. č.
- [12] *Vznik ropy* [online]. [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://mng.webz.cz/grafika/4V.jpg>
- [13] JIRÁSEK, Jakub, SIVEK, Martin a LÁZNIČKA, Petr. *Ložiska nerostů*. Ostrava: Anagram, 2010. ISBN 978-80-7342-206-6. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/index.html>
- [14] *Pád vrtulníku v Dubaji vzal sedm životů a uzavřel ropnou plošinu* [online]. 2008-09-04 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/pad-vrtulniku-v-dubaji-vzal-sedm-zivotu-a-uzavrel-ropnou-plosinu-py9-/zahranicni.aspx?c=A080904_102820_zahranicni_vik
- [15] KOLEKTIV AUTORŮ. *Život s autem* [online]. 2010 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/index.html>
- [16] SOUKUP, Ondřej. *Rusko už zase straší: Dodávky ropy do Česka jsou znovu ohroženy* [online]. 2010-11-24 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-48292090-ropa-do-ceska-nedotece-varuje-rusko>
- [17] *World Pipelines maps: Crude Oil (petroleum) pipelines, Natural Gas pipelines, Products pipelines* [online]. 2008-05-06 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.theodora.com/pipelines/world_oil_gas_and_products_pipelines.html

- [18] *Česká Rafinérská, a.s.* [online]. 2010 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.ceskarafinerska.cz/>
- [19] *Burj Dubai Skyscraper* [online]. 2011 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://burjdubaiskyscraper.com/>
- [20] *Záchrana pelikánů v Mexickém zálivu* [online]. 2010-06-08 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://aktualne.centrum.cz/zahranici/amerika/fotogalerie/2010/06/08/obrazem-zachrana-pelikanu-v-mexickem-zalivu/>
- [21] *Exxon Valdez Oil Spill* [online]. 2008 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.moon.com/maps/exxon-valdez-oil-spill>
- [22] *Hořící vrt Deepwater Horizon v Mexickém zálivu* [online]. 2010 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://byznys.lidovky.cz/sef-ktery-pohrbil-povest-svoji-firmy-dwg-foto.asp?foto1=MEV331afc_p201005141095501.jpg
- [23] *Oil Peak: Zlom ropy* [online]. 2008 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://zlomropy.blogspot.cz/2008_04_01_archive.html
- [24] SEDLÁK, Vojtěch. *Kam poteče kanadská ropa? Rozhodují diplomaté* [online]. 2013-02-24 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://aktualne.centrum.cz/zahranici/amerika/clanek.phtml?id=771695>
- [25] *M. King Hubbert: Hubbert Peak of Oil Production* [online]. 1994 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/>
- [26] *Zajímavosti - API - Akademie produktivity a inovací s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/69562.zajimavosti/>
- [27] *Auke Visser's International Super Tankers* [online]. 2003-02-22 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://www.aukevisser.nl/supertankers/>

Seznam použitých obrázků a grafů

Obr. 1-1 Organická teorie vzniku ropy.....	12
Obr. 1-2 Schéma ropného okna	13
Obr. 1-3 Prokázané zásoby ropy koncem roku 2011.....	15
Obr. 1-4 Výskyt ropy (červeně) a plynu (černě) v Severním moři.....	17
Obr. 1-5 Výskyt ropy v ČR	17
Obr. 2-1 Příklady ložiskových pastí (zleva solný peň a těsnící zlom)	19
Obr. 2-2 Počítačová vizualizace a prostorový model ropného ložiska.....	20
Obr. 2-3 Nejjednodušší příklad umístění vrtů na ložisku.....	21
Obr. 2-4 Schéma vrtné soupravy	22
Obr. 2-5 Příklady vrtných nástrojů (zleva valivé dláto a vrtná korunka).....	23
Obr. 2-6 Ropná plošina Maersk, ležící u pobřeží Dubaje	24
Obr. 2-7 Schéma ropné plošiny Claymore	25
Obr. 2-8 Kozlíkové hlubinné čerpadlo	26
Obr. 2-9 Těžba ropných písků	28

Obr. 2-10 Otevření těžby pomocí těžební sondy	28
Obr. 2-11 Příklad zakončení osvojeného vrtu s pakrem	29
Obr. 3-1 Největší tanker na světě	30
Obr. 3-2 Aljašský ropovod (Trans-Alaska Pipeline)	31
Obr. 3-3 Mapa evropských ropovodů	31
Obr. 3-4 Mapa českých ropovodů	33
Obr. 3-5 CTR Nelahozeves	34
Obr. 4-1 Rafinérie v Kralupech nad Vltavou	36
Obr. 4-2 Schéma zpracování ropných frakcí	37
Obr. 4-3 Schéma výroby mazacích olejů	39
Obr. 4-4 Schéma zpracování ropných frakcí na petrochemikálie	40
Obr. 5-1 Panorama Dubaje – kdo se směje naposled, ten má nejvíc ropy	42
Obr. 5-2 Pelikáni hnědí zanešení ropou	43
Obr. 5-3 Rozsah ropné skvrny z tankeru Exxon Valdez	43
Obr. 5-4 Hořící plošina Deepwater Horizon	44
Obr. 5-5 Současné (modrá), bývalé (zelená) a potenciální (červená) členské země OPEC	45
Obr. 5-6 Ropná pole Saúdské Arábie	46
Obr. 5-7 Ropovod Keystone a Keystone XL	47
Obr. 6-1 Marion King Hubbert	50
Obr. 6-2 Skutečně se topíme v ropě?	52
Graf 1-1 Podíl OPEC na světových zásobách ropy na konci roku 2011	14
Graf 5-1 Cena jednoho barelu ropného standardu Brent	48
Graf 5-2 Rozdíl daní v Evropě, Japonsku a USA v roce 2011 (v dolarech/litr)	49

Seznam použitých tabulek

Tab. 1-1 Ověřené ropné zásoby na začátku roku 2012	16
Tab. 1-2 Největší ropná ložiska na světě	18
Tab. 3-1 Významné ropovody světa	32
Tab. 4-1 Energetická návratnost pro různé druhy surovin	35