



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF

FOSILNÍ PALIVA V ČR  
FOSIL FUELS IN CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

RADIM NĚMEC

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. MAREK BALÁŠ, PH.D.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Radim Němec

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:

### **Fosilní paliva v ČR**

v anglickém jazyce:

### **Fossil Fuels in Czech Republic**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce má za úkol zmapovat dostupnost a možnosti energetického využití fosilních paliv v ČR.

Cíle bakalářské práce:

- 1/ základní přehled fosilních paliv - rozdělení, vlastnosti, využití
- 2/ zmapování trhu v ČR - těžba, využití v ČR, vývoz a dovoz

Seznam odborné literatury:

Libich, V.: Zdroje a přeměna energie, VUT v Brně

Baláš, M.: Kotle a výměníky tepla, VUT v Brně 2009

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marek Baláš, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.  
V Brně, dne 27.5.2011

L.S.

---

doc. Ing. Zdenek Skála, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vytvořením přehledu fosilních paliv, dále jejich rozdělením, vznikem, vlastnostmi a jejich využitím. V práci je dále zmapována těžba, dovoz a vývoz fosilních paliv na území České Republiky.

Klíčová slova: fosilní paliva, uhlí, ropa, zemní plyn.

## Abstract

This bachelor thesis is focused on creating an overview of fossil fuels, as well as their distribution, emergence, properties and uses. In the thesis is also mapped out mining, import and export of fossil fuels in the Czech Republic.

Keywords: fossil fuels, coal, oil, natural gas.

**Bibliografická citace mé práce:**

NĚMEC, R. *Fosilní paliva v ČR*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marek Baláš, Ph.D..

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci *Fosilní paliva v ČR* jsem napsal samostatně pod vedením Ing. Marka Baláše ,Ph.D. s použitím uvedené literatury nebo internetových odkazů.

V Brně 13.května 2011 .....

Radim Němec

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Marku Balášovi za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky.



# Obsah

Obsah.....	9
1. Úvod.....	11
2. Vznik fosilních paliv.....	12
2.1. Biomasa a nekromasa.....	12
2.2. Procesy vzniku fosilních paliv.....	12
2.2.1. Rašelinění.....	13
2.2.2. Hnití.....	13
2.2.3. Prouhelňování.....	13
2.2.4. Bituminace.....	13
3. Uhlí.....	14
3.1. Vlastnosti a klasifikace uhlí.....	14
3.2. Fosilní paliva uhelné řady.....	14
Rašelina.....	15
3.2.1. Lignit.....	15
3.2.2. Hnědé uhlí.....	16
3.2.3. Černé uhlí.....	16
3.2.4. Antracit.....	16
3.3. Využití.....	17
3.3.1. Zplyňování uhlí.....	17
3.3.2. Karbonizace uhlí.....	17
3.3.3. Uhlí v energetice.....	17
3.4. Uhlí v ČR.....	18
3.4.1. Těžba uhlí v ČR.....	18
3.4.2. Dovoz a vývoz uhlí v ČR.....	20
3.4.3. Historie těžby uhlí v nejvýznamnějších regionech.....	21
4. Ropa.....	23
4.1. Klasifikace ropy.....	24
4.2. Ropa a nekonvenční zdroje ropy.....	24
4.2.1. Ropa.....	24
4.2.2. Dehtové písky a těžké ropy.....	25
4.2.3. Roponosné břidlice.....	25
4.3. Využití ropy.....	25
4.4. Ropa v ČR.....	26
4.4.1. Těžba ropy v ČR.....	26
4.4.2. Vývoz a dovoz ropy v ČR.....	27
4.4.3. Zpracování ropy v ČR.....	28
4.4.4. Historie těžby ropy v ČR.....	28
5. Zemní plyn.....	30
5.1. Klasifikace a vlastností zemního plynu.....	30
5.2. Zemní plyn a hydrát metanu.....	31
5.2.1. Zemní plyn.....	31
5.2.2. Hydrát metanu.....	31
5.3. Využití zemního plynu.....	31
5.4. Zemní plyn v ČR.....	32
5.4.1. Těžba zemního plynu v ČR.....	32
5.4.2. Vývoz a dovoz zemního plynu v ČR.....	33

5.4.3. Historie plynárenství v ČR .....	34
6. Závěr .....	35
Seznam použitých zdrojů .....	36
Seznam grafů a obrázků .....	39

# 1. Úvod

Pojem fosilní pochází z latiny a znamená předvěký, pocházející ze starých usazenin. Ve spojení se slovem palivo si představíme hybné suroviny naší civilizace. Uhlí, ropu a zemní plyn. V minulosti byla fosilní paliva důležitou surovinou pro rozvoj moderní civilizace. Před začátkem jejich používání stačilo člověku pro život minimum energie. V dnešní době lidstvo spotřebovává obrovské množství energie a její spotřeba poroste v blízké budoucnosti ještě rychleji. Moderní společnost je na energii závislá. Se vzrůstající spotřebou energie roste i ekonomická vyspělost zemí a proto jsou a budou fosilní paliva středem zájmu všech ekonomicky vyspělých zemí. Využití fosilních paliv je limitováno především jejich omezenými zásobami, které v bližší nebo vzdálenější budoucnosti budou vyčerpány, dále negativním vlivy na životní prostředí při jejich spalování. Tyto dva zásadní důvody mají politické důsledky a to snahy fosilní paliva nahrazovat jinými zdroji. Ale jejich větší nahrazení nebude v blízké budoucnosti možné, protože se z nich vyrábí asi dvě třetiny energií a v průmyslu jsou také velmi hojně používané. V české republice tomu není jinak a má-li český stát prosperovat, bude tyto paliva potřebovat. Jejich těžba nebo dovoz bude strategicky důležitý.

## 2. Vznik fosilních paliv

### 2.1. Biomasa a nekromasa

Fosilní paliva vznikla z biomasy, což je název pro těla živých organismů. Základní prvky tvořící tyto organizmy jsou uhlík, vodík, kyslík a dusík. Složitější stavební prvky biomasy jsou lignin, sacharidy, proteiny, a lipidy. Lignin způsobuje dřevnatý charakter pletiva složitějších rostlin v jiných strukturách se nevyskytuje. Sacharidy převažují u rostlin, kde vytvářejí hemicelulosu, celulosu, pektin škrob a další látky. Proteiny jsou základem těl planktonu a více buněčných živočichů. Lipidy obsahují vyšší mastné kyseliny tvořící jednak tuky planktonu a více buněčných živočichů, jednak vosky a oleje rostlin.

Po odumření biomasy vznikla nekromasa prvotním stadiem fosilních paliv. Pokud není nekromasa přeměněná na organický uhlík dělíme jí na tři skupiny. Kriteřiem dělení je způsob extrakce z horniny. Tyto skupiny jsou bitumeny, huminové látky a kerogeny spolu s karboidy. Bitumen je rozpustný v organických rozpouštědlech. Patří k němu zejména přírodní uhlovodíky, které budují ropu nebo uhlovodíkový zemní plyn. Méně je bitumen zastoupen v uhlí a sedimentech. Huminové látky jsou organické hydrosoly a gely rozpustné v alkalických rozpouštědlech a přítomné zejména v humusu, v rašelinách a v hnědém uhlí. Málo se vyskytují v sedimentech a chybějí v ropě a ve vysoce prouhelňeném černém uhlí. Kerogen a karboid jsou nerozpustné v organických a alkalických rozpouštědlech. Kerogen je nerozpustný podíl organické příměsi sedimentu. Vyskytuje se buď jako součást koloidního pigmentu tmavých a černých sedimentů. Je přítomen v sedimentech ve formě mikroskopických volně uložených tělísek. Některé formy kerogenu vznikly rozkladem bitumenu nebo huminových látek. Karboid je organická substance, v níž při vysoké stupni strukturního uspořádání jsou přítomny i krystaly grafitu.[1, 2]

### 2.2. Procesy vzniku fosilních paliv

Z biomasy rozkladnými procesy, rašeliněním a hnitím vznikla nekromasa a z té uhelnatěním anebo bituminací fosilní paliva. Tyto procesy jsou charakterizovány rozkladem složitých a velkých molekul biopolymeru na jednodušší sloučeniny. Uhelňění je proces, který postihuje hlavně nekromasu vyšších rostlin, reprezentuje na povrchu rašelinění a v kůře prouhelňování. K procesům vedoucí k tvorbě ropy patří na povrchu hnití a v kůře bituminace. Vedle rašelinění a hnití se nekromasa na povrchu rozkládá i tlením a trouchnivěním, ale tyto dva procesy nevedou k tvorbě fosilních paliv. Pokud tyto procesy nejsou přerušeny, dojde k úplnému rozkladu nekromasy na oxid uhličitý a vodu. Rašelinění a hnití je typické aktivitou rozkladných organismů, a proto tuto fázi nazýváme biochemickou.[1,2]

Biochemická fáze je reakce a probíhá jako oxidace nekromasy rozkladnými organismy. Organismy heterotrofní, anaerobní, bakterie, plísňe a houby působí bez přístupu vzdušného kyslíku. Organismy autotrofní působí za přístupu vzdušného kyslíku. Chemické reakce probíhají bez účasti organismů. Reprezentuje je především oxidace, redukce a hydrolýza. Valná část biochemiky rozložené nekromasy je zachována překrytím další nekromasou nebo jiným typem sedimentu či horniny. [1,2]

V průběhu geochemické fáze dojde k překrytí rašeliny nebo mořských sedimentu další vrstvou horniny to způsobí posun vrstvy do nitra země. Nekromasa postupně klesá a za přispění teploty, tlaku a času z ní vznikají prouhelňováním kaustobiolity uhelné řady, a bituminací plynné a kapalné uhlovodíky. Nejdůležitějším faktorem procesu vzniku fosilních paliv je teplota. Při vzrůstající hloubkou roste i teplotní gradient. Z rostoucím teplotním gradientem klesá doba přeměny nekromasy na fosilní paliva. Další významný faktor především pro vznik plynných a

kapalných uhlovodíků je tlak, který umožňuje migraci s následným vytváření ložisek. A poslední faktor vzniku je čas, čím je nekromasa v geochemické fázi déle tím z ní vznikají kvalitnější fosilní paliva, proto třeba černé uhlí pochází z nejstarších dob, výjimku tvoří fosilní paliva, která byla vystavena vyššímu teplotnímu gradientu. Ty mohou být relativně mladá a přitom velmi kvalitní. [1,2]

### 2.2.1. Rašelinění

Rašeliniště jsou rozmístěna v pásmu mírného až tropického klimatu. V průběhu rašelinění dochází k rozkladu rozkladnými organizmy, a to především bakteriemi, plísněmi houbami. Podstatu nekromasy pro rašelinění tvoří vyšší cévnaté rostliny, které rostou především na souši. Proces vzniku rašeliny probíhá za omezeného přístupu vzdušného kyslíku. Hlavním produktem rašelinění je rašelina, mezi vedlejší produkty patří především oxid uhličitý a metan. Dnešní uhelné sloje jsou dřívější rašeliniště, které byly vtlačeny do zemské kůry. [1,2]

### 2.2.2. Hnití

Hnití probíhá na dně nevětraných mořských pánví nebo ve vnitrokontinentálních jezerech tedy v hydrosféře. Probíhá pouze za přítomnosti anaerobních bakterií. Podstatu nekromasy tvoří plankton. Přístup vzdušného kyslíku je omezen až zcela uzavřen. Při hnití vzniká metan, čpavek a voda. Výsledným produktem je hnilokal[1] a malé množství uhlovodíků. [1,2]

### 2.2.3. Prouhelňování

Je to soubor procesů, který přeměňuje ponořenou rašelinou hmotu na uhlí až antracit. Prouhelňování je trvalý růst tvorby karboidů. Popsané strukturní a molekulárně chemické proměny provázejí změny fyzikální a uvolňování metanu. Z fyzikálních parametrů se zmenšuje objem i vnitřní povrch uhlí a klesá obsah pórové vody a prchavé hořlaviny, ubývá počtu funkčních skupin. [1,2]

### 2.2.4. Bituminace

Bituminace je soubor procesů jimž se organická příměs sedimentů mění na ropu a uhlovodíkový zemní plyn. Sedimenty bohaté na organické příměsi a původce ropy a uhlovodíkového zemního plynu, nazýváme ropomatečné horniny. Organické příměsi ropomatečných sedimentů se v zóně diagenese termicky rozkládají na jednodušší monomery za úniku metanu. Hluběji, v zóně katalytického působení jílových minerálů, se štěpí na jednodušší složky. Přírodní štěpení je termický podmíněná depolymerizace uhlovodíků. S lineárním růstem teploty. Při přírodním štěpení vzniká velké množství metanu a jednoduchých kapalných uhlovodíků, které se soustřeďují ve vzájemných nebo vodných roztocích v pórech ropomatečné horniny jako proropa. [1,2]

## 3. Uhlí

Uhlí je ve své podstatě obří akumulátor sluneční energie, kterou ve své dlouhodobé geologické historii přijímala naše planeta Země. Hlavními procesy vzniku uhlí jsou rašelinění z následným prouhelněním. Původ uhlí je organický, výchozí biomasa pocházela s fauny a flory suchozemského života, které v další geologických obdobích pokrývaly sedimenty nebo nová vegetace. V období sedimentace bylo podnebí teplé, stejnoměrně vlhké, ale ne tropické, což umožnilo vznik ložisek uhlí. Maxima zásob uhlí se nahromadily ve svrchním karbonu a permu a zejména v třetihorách. Černé uhlí se vyskytuje především v období karbonu až křídly, hnědé uhlí je většinou třetihorního stáří. Geologické zásoby uhlí na Zemi jsou hodnoceny na  $15 \cdot 10^{12}$  tun. V zásobách uhlí je uloženo asi 90 % fosilní energie. [2]



Obr.1. Biomasa Karbonu [36]

### 3.1. Vlastnosti a klasifikace uhlí

Základní dělení uhlí je podle stupně prouhelnění na uhlí hnědá, černá a antracitu. Chemicky jsou obsaženy v uhlí základními prvky C, H, O, N, S. S prouhelněním roste obsah C, klesá obsah H a O. Z analytického hlediska se u uhlí hodnotí množství vody, popelovin, prchavé hořlaviny a výhřevnost. Obsah vody má na uhlí největší vliv s rostoucí prouhelněním klesá obsah vody a z klesajícím obsahem vody roste výhřevnost. Celkový obsah vody v uhlí se označuje W. Za popeloviny označujeme minerální látky obsažené v uhlí před jeho spálením. Po spálení vznikne z popelovin popel ten se značí písmenem A. Prchavé hořlaviny značíme písmenem V. Za prchavé hořlaviny označujeme plyny a páry unikající z uhlí při jeho zahřívání za nepřístupu vzduchu. Je to jeden ze základních parametrů pro posouzení prouhelnění uhlí. Zjišťuje se kelímkovou metodou. Důležitou sledovanou vlastností je výhřevnost. Výhřevnost je teplo uvolněné dokonalým spálením 1 kg paliva při ochlazení spalin na  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , přičemž voda ve spalinách zůstane v plynné fázi.[3] Měří se v joulech na jeden kilogram uhlí a značí se písmenem  $Q_r^i$ . Poslední a důležitou vlastností je spálené teplo, které se značí  $Q_s$ . Spálené teplo je definováno jako teplo uvolněné dokonalým spálením 1 kg paliva při ochlazení spalin na  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , přičemž voda ve spalinách zkondenzuje.

Pokud jsou hodnoty přepočteny na hořlavinu přiděluje se jim horní index  $d_{af}$ . Pro výrobu koksu je důležitý index puchnutí značený SI.[1,3]

Mezinárodní klasifikace černého uhlí se skládá z trojmístného číselného kódu, kdy první číslo označuje prchavé hořlaviny  $h^{d_{af}}$ . Druhé číslo puchnutí a třetí koksovatelnost. Z rozvojem obchodu z uhlím se vytvořil jednotný systém posuzování, který umožňuje srovnávat černá uhlí s hnědými a antracitu. V tomto ISO standardu se posuzuje střední světelnou odraznost vitrinitu  $R_{ov}(\%)$  a její směrodatnou odchylku s (-), obsah popela  $A_d(\%)$ , obsah liptinitu  $L(\%obj)$ , obsah prchavých látek  $V^{d_{af}}(\%)$ , index SI (-), obsah celkové síry  $S_t^d(\%)$  a spálené teplo  $Q_s^{d_{af}}(\text{MJ/kg})$ . [2,3]

### 3.2. Fosilní paliva uhelné řady

Fosilní paliva se dělí podle stupně prouhelnění. První stupeň kaustobiolitů uhelné řady je rašelina. Z té prouhelněním vzniká hnědé uhlí, které se dělí podle stupně prouhelnění na hemityp ortofáze a meta fáze. V ČR je hemityp označován jako Lignit. Černé uhlí je dalším stadiem

prouhelňování hnědého uhlí. Podle stáří se dělí na hemityp, optotyp a metatyp. Nejstarší uhlí je antracit, který se ještě dělí na antracitovou a metaantracitovou fázi.[1]

## Rašelina

Rašelina vzniká v trvale zavodněných oblastech se značnou produkcí rostlinné biomasy. Ta se v důsledku nadměrného přítomnosti vody rychle rozkládá a je překrývána novou vegetací. Takto dochází k hromadění rašelinné masy, která vzniká rašeliněním za nepřístupu vzduchu. Mocnost rašelinné vrstvy může být od několika centimetrů až do mocnosti několika metrů. V české republice dosahuje roční přírůstek rašeliny několika mm a maximální mocnost vrstev 8 metrů. Rašelina pokrývá asi 3% zemského povrchu a její zásoby jsou odhadovány na 4 triliony tun. Podle kvality a množství vody se kvalitnější rašeliny používají jako palivo, výhřevnost se pohybuje od 6698 až 11823 kJ/kg pokud je úplně vysušená může dosáhnout až 16747 kJ/kg. Po spálení zůstává kolem 35 % popela. Méně kvalitnější rašeliny se používá jako hnojivo nebo v lázeňství. Další možné použití je jako filtrační substrát například při destilaci whisky nebo jako podestýlka hospodářských zvířat. Rašelina má i dobré izolační vlastnosti, proto se v průmyslu používá jako izolant. Složení rašeliny se může podle stáří a místa vzniku mírně lišit. Rašelina obsahuje kolem 50 % uhlíku, 35 % kyslíku, 5 % vodíku 3 % dusíku a asi 1 % síry. Poměr vodíku a uhlíku je kolem 0,9. [4,12,14,34]



Obr.2. Rašelina[14]

### 3.2.1. Lignit

Lignit je velmi mladé hnědé uhlí odborně zvaný hemityp. Vzniká prouhelňováním z rašeliny, která je zatlačena do větší hloubky pod povrch. Lignit je stadium mezi rostlinnou fytomasou a uhlím. V jeho struktuře jsou patrné rostlinné zbytky, vlákna a struktura dřeva. Lignit má oproti rašelině nižší obsah vody kolem 50 %, obsah popela kolem 20 %. Výhřevnost je ovlivněna obsahy vody a popela a může kolísat od 9536 až do 10855 kJ/kg. Lignit se používá především jako palivo, ale využívá se i v průmyslu. Používá se jako aditivum do vrtných kapalin při těžbě ropy nebo jako koagulanty a dispergant. Využívá se jako plastifikátor do betonových směsí. Největší použití lignitu je jako sorbentu, například odstranění těžkých kovů z odpadních vod. Lignit obsahuje kolem 55 % uhlíku, 35 % kyslíku, 5 % vodíku 2 % dusíku a 1 % síry, další hmotnostní zastoupení jiných prvků je minimální. [1,4,11,13,14]



Obr.3. Lignit[14]

### 3.2.2. Hnědé uhlí

Hnědé uhlí je kvalitnější forma lignitu, odborně se dělí na ortofáze a meta fáze. Uhlí má barvu od hnědě až po černou. Hnědé uhlí je středně staré uhlí, pochází především z období třetihor, kdy byli dobré podmínky pro tvorbu velkých ložisek. Kvalita hnědého uhlí je velice rozmanitá a závisí především na stáří a podle toho na obsahu vody popílku a prchavých látek. Obsah vody je většinou v rozmezí od 16-30 %, obsah popele je od 15-30 % a obsah prchlivých látek je 37-55 %. V závislosti na těchto obsazích klesá nebo stoupá výhřevnost od 13400 až do 19250 kJ/kg. Zásoby uhlí jsou odhadovány na 970 mil. tun. Hnědé uhlí se používá jako palivo, ale má i velké využití v průmyslu. Uhlí se zplyňuje nebo zkapalňuje nebo se z nich vyrábí sorbenty. [1,2,4,14]



Obr.4. Hnědé uhlí[14]

### 3.2.3. Černé uhlí

Černé uhlí je kvalitnější než hnědé, odborně se dělí na hemityp, optotyp a metatyp. Je to nejstarší uhlí a pochází z období Prvohor a to především z období Karbonu a Permu. Barva uhlí je tmavě hnědá až černá, se slabým až silným leskem. Další dělení je podle vzhledu na lesklé, mdlé a vláknité. Kvalita uhlí je závislá na obsahu vody a popele. U kvalitnějšího typu je obsah vody 3 až 10 % u méně kvalitních 10 až 14 %, obsah popele kolísá kolem 8 %. V závislosti na těchto obsazích klesá nebo stoupá výhřevnost od 23027 až do 31820 kJ/kg. Černé uhlí se používá jako palivo, ale především jako výchozí surovina pro průmysl. Stejně jako hnědé uhlí se zplyňuje, zkapalňuje, používá se v metalurgii v podobě koksu. [1,4,14]



Obr.5. Černé uhlí[14]

### 3.2.4. Antracit

Antracit je nejstarší a nejkvalitnější forma uhlí. Toto stadium se dělí na antracitovou a metaantracitovou fázi. Obsahuje vysoký obsah uhlíku 90 až 96 % a nízký obsah vody, popele a prchavých látek, proto má antracit vyšší výhřevnost než koks a to 31820 až 33913 kJ/kg. Nejkvalitnější antracit je skoro čistý uhlík. Používá se jako palivo a jako vysoce kvalitní surovina pro chemický průmysl. [1,2,4,14]



Obr.6. Antracit[14]



Tab.1. Přehled základních vlastností fosilních paliv uhelné řady [3]

	Rašelina	Lignit	Hnědé uhlí	Černé uhlí	Antracit
Vlhkost (%)	20	33,3	23,4	5,2	7,7
Prchavá hořlavina (%)	68	43,6	40,8	40,2	6,4
Pevný uhlík (%)		45,3	54	50,7	83,1
Popelovina (%)	12	11,1	5,2	9,1	10,5
Spálené teplo (MJ/kg)	21	16,5	21,4	29,2	34,7
Teplota měknutí popele- t <sub>a</sub> (°C)	1120	1110	1149	1215	

### 3.3. Využití

#### 3.3.1. Zplyňování uhlí

Produktem zplyňování hnědého uhlí je svítíplyn. Vyrábí se oxidací, kdy se přes rozžhavené uhlí o teplotě 900 až 1100 °C vede vodní pára a vzduch. Přidáním vody a kyslíku do výsledné směsi plynů se obohatí o vodík a tím se zvýší jeho výhřevnost. Svítíplyn se používal na konci 19. stol. pro vytápění nebo jako zdroj světla veřejného osvětlení. V 20. stol byl nahrazen elektrickou energií, která je bezpečnější. Výroba svítíplynu měla tradici i v ČR vyráběl se ze sokolovského hnědého uhlí od roku 1943 až do 1996 kdy se přešlo na zemní plyn. Dnes se podobnou metodou jako svítíplyn vyrábí generátorový plyn. Jeho čistota a výhřevnost je menší a používá se jako palivo pro paroplynové generátory. Produkty zplyňování jsou také výchozí surovinou pro další chemickou výrobu. Zplyňovat se dá jakékoliv uhlí nezávisle na jeho stupni prouhelnění a dokonce lze uhlí zplyňovat spolu s odpadem nebo s biomasou. [2,5,14]

#### 3.3.2. Karbonizace uhlí

Karbonizace, pyrolýza nebo také koksování jsou procesy probíhající při cíleném ohřevu uhlí na určitou teplotu za nepřístupu vzduchu. Karbonizace se dělí podle teploty na vysoko a nízkoteplotní. Tento proces rozkládá organické sloučeniny v uhlí na plyny a pevné části. Vysokoteplotní karbonizací se za teploty 1000 °C zpracovává černé uhlí. Uhlí se suší drtí a mísí z jinde natěženým uhlím, aby výchozí surovina pro koksování měla stejné složení. Koksování probíhá v koksárenské baterii. Uhlí se zahřívá po dobu 16 až 32 hodin, jako palivo se používá především koksárenský plyn. Po dokončení zahřívání se koks vytlačí z baterie a hasí se nejčastěji vodou. Největším objemovým produktem karbonizace je koks, který je zastoupen 75 %, dalšími vedlejší produkty je asi 16 % koksárenského plynu, 3,5 % čpavkové vody, 3 % dehtu, 1 % surového benzolu, 0,25 % amoniaku, 0,25 % sulfanu a 0,25 % naftalenu. Koksárenský plyn se používá jako palivo, čpavková voda jako surovina pro výrobu čpavku nebo síranu amonného. Kapalná část vedlejších produktů karbonizace se zpracovává destilací a jejími produkty jsou solventní nafta, xylen, toluen, benzen, pyridin a kresoly. Z vedlejších produktů destilace se získává dehet, černouhelná smola, pyren, naftalen, anthracen a další. Pro nízkoteplotní karbonizaci se nejčastěji používá hnědé uhlí. Tento proces probíhá za teplot do 550 °C. Produkty jsou asi 45 % polokoksu, 12 % dehtů, středního oleje a karbonizačního benzínu, 14 % karbonizačních a fenolových vod a 8 % karbonizačního plynu. [2,5,14]

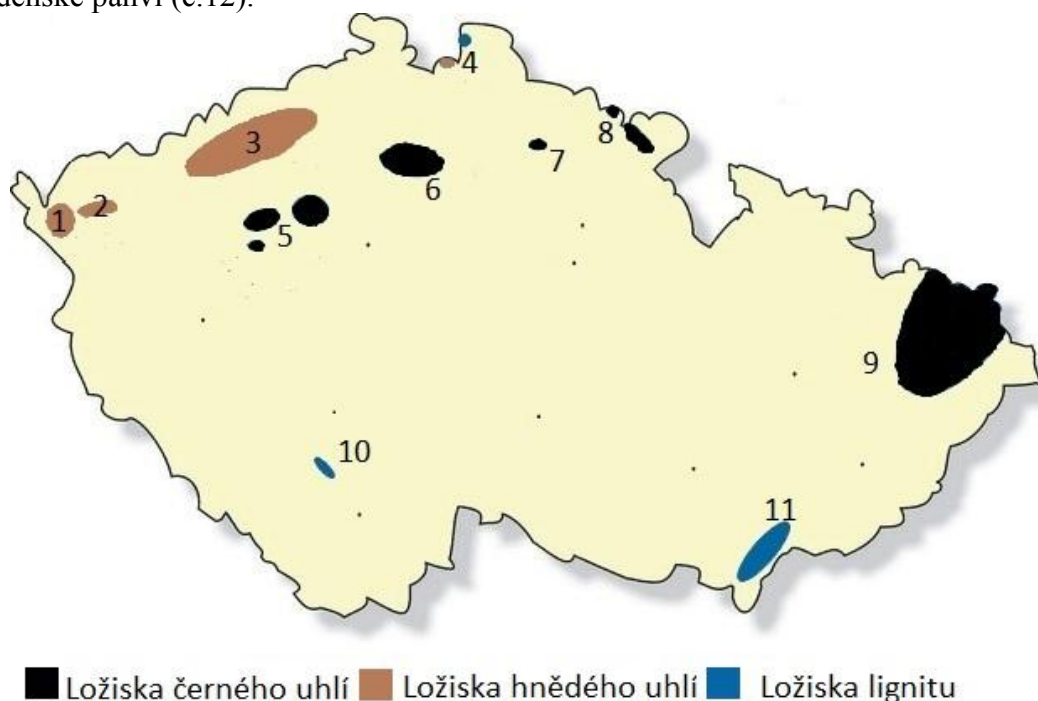
#### 3.3.3. Uhlí v energetice

Uhlí má v energetickém průmyslu nenahraditelný podíl a to asi ¼ veškeré vyrobené energie ve světě. V české republice je zastoupení uhlí v energetice ještě významnější, blíží se polovině veškeré vyrobené energie. Díky rovnoměrnějšímu rozložení zásob se uhlí využívá ve většině

průmyslově vyspělých zemí. Uhlí však není ideální zdroj, při jeho spalování vzniká mnoho skleníkových plynů a popelů, který se musí likvidovat. Spalování uhlí je jeho nejstarší a nejjednodušší použití. Proces spalování je v podstatě exotermní reakcí uhlíku z uhlí s kyslíkem ze vzduchu. Produktem spalování je teplo, vedlejší produkty jsou oxid uhličitý, vodní pára, oxidy síry, oxidy dusíku a popílek vzniklý z nečistot v uhlí. Vedlejší produkty jsou většinou nežádoucí a z různou kvalitou uhlí roste nebo klesá jejich množství. Samotné spalování uhlí je několikastupňový proces. V první fázi se uhlí ohřeje, poté se uvolní a spálí prchavé hořlaviny a na konec se tvoří z uhlí polokoks, který se spálí jako poslední. Efektivita spalování se dá zvýšit různou konstrukcí spalovacích roštů. Přidáním vápence do spalovacího procesu se sníží produkce oxidu siřičitého, lepší regulací teploty lze snížit produkci oxidu dusíku. [2,4,5,14]

### 3.4. Uhlí v ČR

Fosilní paliva uhelné řady se v ČR používají především v energetice a v metalurgickém průmyslu. Ložiska hnědého uhlí se nacházejí v Chebské pánvi (č.1.), Sokolovské pánvi (č.2.), Severočeské pánvi (č.3.) a Žitavské pánvi (č.4.). Ložiska černého uhlí jsou v Středočeské pánvi (č.5.), Mělnické pánvi (č.6.), Podkrkonošské pánvi (č.7), Vnitrosudetské pánvi (č.8.) a Hornoslezské pánvi (č.9.). Ložiska lignitu jsou v Žitavské pánvi (č.10.), Českobudějovické pánvi (č.11.) a Vídeňské pánvi (č.12).



Obr.7. Ložiska fosilních paliv uhelné řady v ČR[14]

#### 3.4.1. Těžba uhlí v ČR

Odhadované zásoby hnědého uhlí v ČR jsou kolem 10 mld. tun, z toho 2,3 mld. tun jsou obsaženy v právě těžených ložiscích. Ovšem jen 1 mld. tun je v současnosti těžitelná kvůli územním limitům. [15]

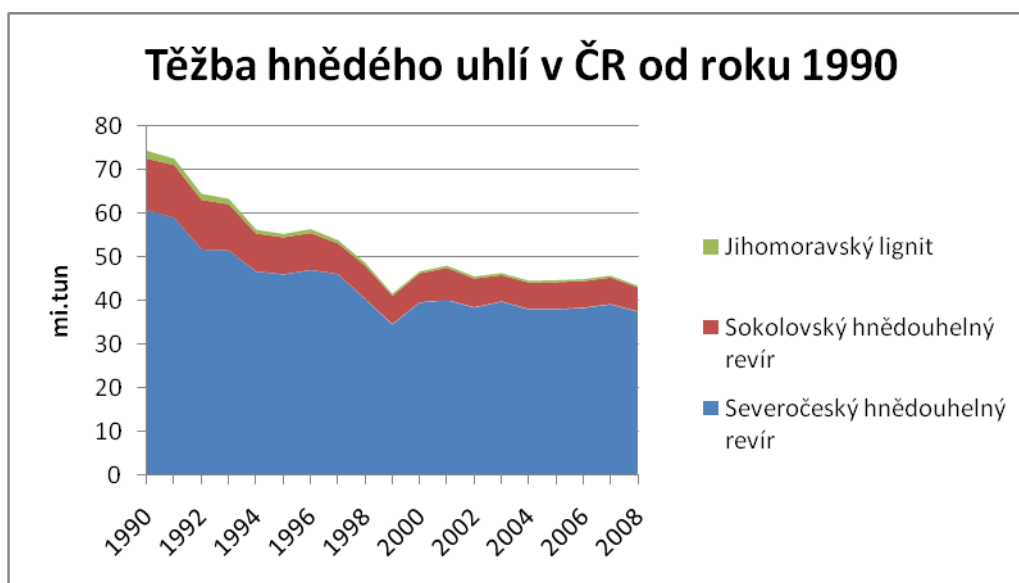
Největší těžební hnědouhelné společnosti v ČR jsou Severočeské doly, a.s. působící na dolech Bílina a Nástup Tušimice. Z nich v roce 2009 společnost vytěžila 22 mil. tun hnědého uhlí. V roce 2009 dosáhla na českém trhu 48,61 % podílu na prodeji hnědého uhlí. Lom Nástup Tušimice vyprodukuje okolo 13,5 mil. tun hnědého uhlí za rok, pro jedno účelové použití v tepelných

elektrárnách firmy ČEZ. Zásoby v této lokalitě jsou odhadovány na 265 mil. tun hnědého uhlí. Předpokládaný konec těžby je spojen z životnosti tepelných elektráren Prunéřov II a Tušimice II, ty ukončí svoji činnost mezi roky 2037-2040. Lom Bílina vyprodukuje 9 mil. tun hnědého uhlí ročně. Zásoby těžitelné v rámci limitů jsou 184 mil. tun. Za územními limity je okolo 100 mil. tun. S těmito zásobami se počítá pro nově budovanou tepelnou elektrárnu Ledvice, která má plánovanou životnost 40 let. Po tuto dobu se počítá s těžbou v lomu Bílina. Uhlí je prodáváno především velkým elektrárenským a teplárenským společnostem. Jen asi 1 % což je 0,334 mil. tun uhlí se exportuje a to v zastoupení společnosti CARBOUNION BOHEMIA spol. s r.o., která vyváží do mnoha zemí EU. [15]

Další významnou skupinou zabývající těžbou hnědého uhlí je Czech Coal, která měla v roce 2009 podíl 32 % hnědého uhlí na trhu v ČR to je 14,5 mil. tun. V této skupině se povrchovou těžbou uhlí zabývají dvě firmy a to Vršanská uhelná a. s. a Litvínovská uhelná a. s. Lom Československé Armády spravuje Litvínovská uhelná. Těžba dosahuje skoro 5 mil. tun ročně. Pokud nedojde ke změně územních limitů bude těžba omezena již v roce 2012. Zásoby uhlí v této lokalitě omezené územními limity jsou 37,3 mil. tun vysoce kvalitního hnědého uhlí. Pokud by územní limity byly prolomeny, zásoby by se zvětšily více než o 750 mil. tun. Pokud nebudou limity prolomeny, bude těžba na dole ČSA ukončena v roce 2021. Vršanská uhelná a. s. spravuje lom Vršany. Zásoby tohoto dolu jsou odhadovány na 305,5 mil. tun. Těžba by mohla trvat až do roku 2052. Společnost vytěží ročně zhruba 9,3 mil. tun hnědého uhlí. Skupina Czech Coal těží hnědé uhlí i hlubinně a to v dole Kohinnor, který spravuje firma Kohinnor a.s. Množství vytěženého uhlí je 0,4 mil. tun ročně. O obchod s uhlím se stará firma Czech Coal. a.s. V roce 2009 byla většina uhlí prodána na českém trhu a to především elektrárenským a teplárenským společnostem. Exportováno do ciziny bylo 0,265 mil. tun uhlí a to především do Polska, kam bylo vyvezeno 0,124 mil. tun uhlí. [16]

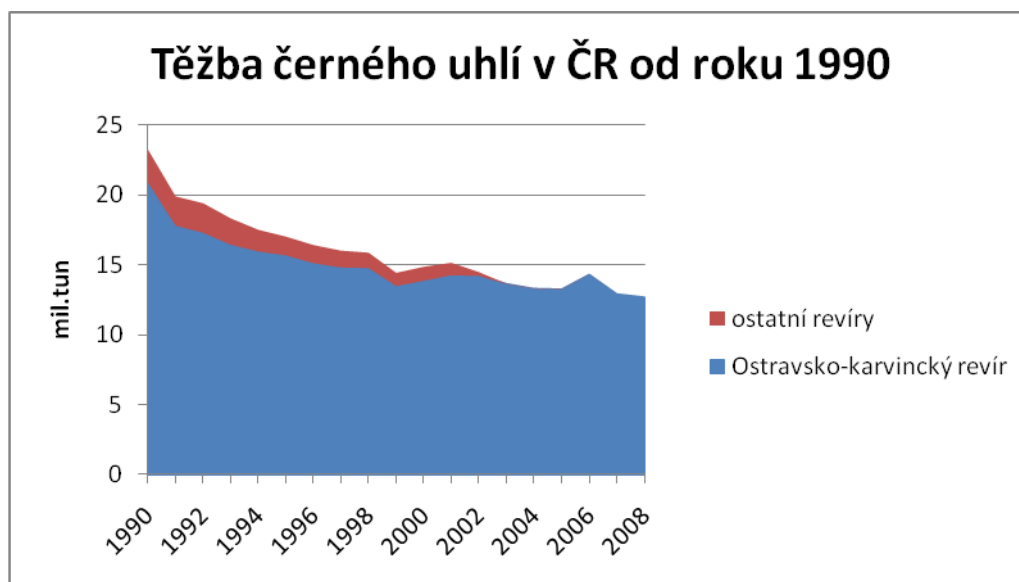
Nejmenší uhelnou společností těžící hnědé uhlí je Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. Má podíl na trhu kolem 21 %. Spravuje lom Jiří a lom Družba. Společnost vytěží kolem 8 mil. tun uhlí ročně. Převážná část uhlí pochází z lomu Jiří. [17]

Do nedávné doby se u nás těžbou lignitu zabývala společnost Lignit Hodonín, s.r.o., která těžila ve Vídeňské pánvi pro potřeby hodonínské elektrárny. V současné době je těžba pozastavena a z jejím obnovením se zatím nepočítá. [18]



Obr.8. Graf těžby hnědého uhlí v ČR od roku 1990 až do 2008 [6]

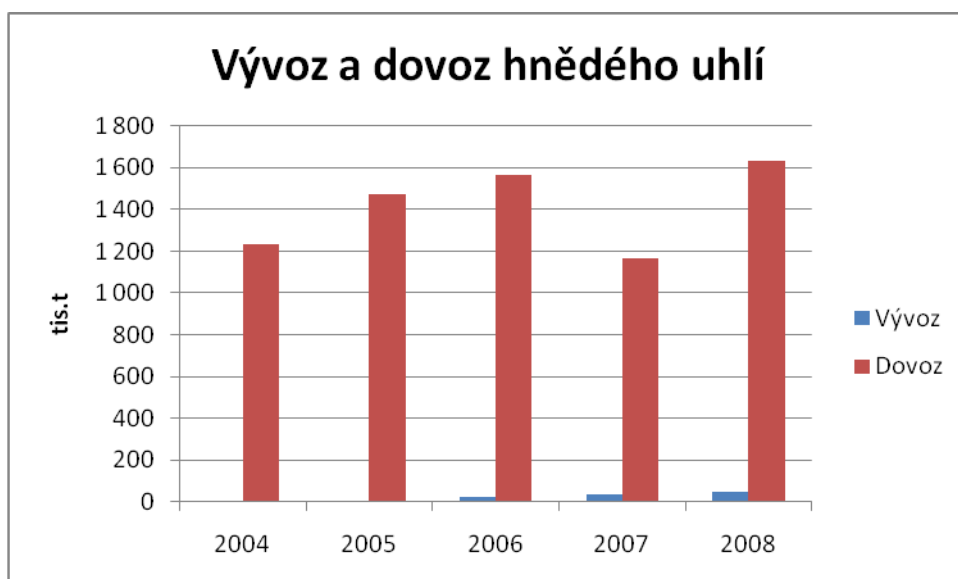
Jedinou společností těžící černé uhlí je společnost OKD. Ta působí v ostravsko-karvinském regionu. Uhlí se u nás těží z hlubinných dolů, kterých je v provozu 5. Jsou to doly ČSA, Lazy, ČSM, Darkov, Paskov. Produkce OKD je ročně kolem 11 mil. tun černého uhlí. Důl ČSA a Lazy se spojily do dolu Karviná je to největší hlubinný důl v ČR. V roce 2009 bylo vytěženo 4,3 mil. tun černého uhlí. Zásoby uhlí vytěžitelné dostupnými technologiemi jsou odhadovány na 150 mil. tun a celkové geologické zásoby se odhadují na 987 mil. tun. Důl Darkov v roce 2009 vytěžil 3,5 mil. tun a odhadované těžitelné zásoby jsou 78 mil. tun. Celkové geologické zásoby v oblasti dolu Darkov jsou odhadovány na 534 mil. tun. Důl ČSM v roce 2009 vytěžil 2,5 mil. tun uhlí a těžitelné zásoby jsou odhadovány na 111 mil. tun. Celkové geologické zásoby jsou odhadovány na 595 mil. tun uhlí. Poslední fungující důl je důl Paskov, který vytěží ročně kolem 0,7 mil. tun uhlí. Těžitelné zásoby jsou odhadovány na 28 mil. tun, celkové geologické zásoby jsou 360 mil. tun uhlí. Těží se zde velmi kvalitní koksovateľné uhlí. Důl Frenštát je v nynější do procesu konzervace, ale jeho těžitelné zásoby jsou 200 mil. tun a celkové geologické zásoby jsou 1526 mil. tun černého uhlí. OKD tedy disponuje geologickými zásobami černého uhlí o množství 4 mld., z kterých je dnešními technologiemi možno vytěžit 567 mil. tun uhlí. Největšími odběrateli černého uhlí jsou Arcelor Mittal Ostrava a. s., MORAVIA STEEL a.s., OKK Koksovny, a.s., Dalkia Česká republika, a.s., ČEZ, a.s. menší množství se vyváží do států EU. [19]



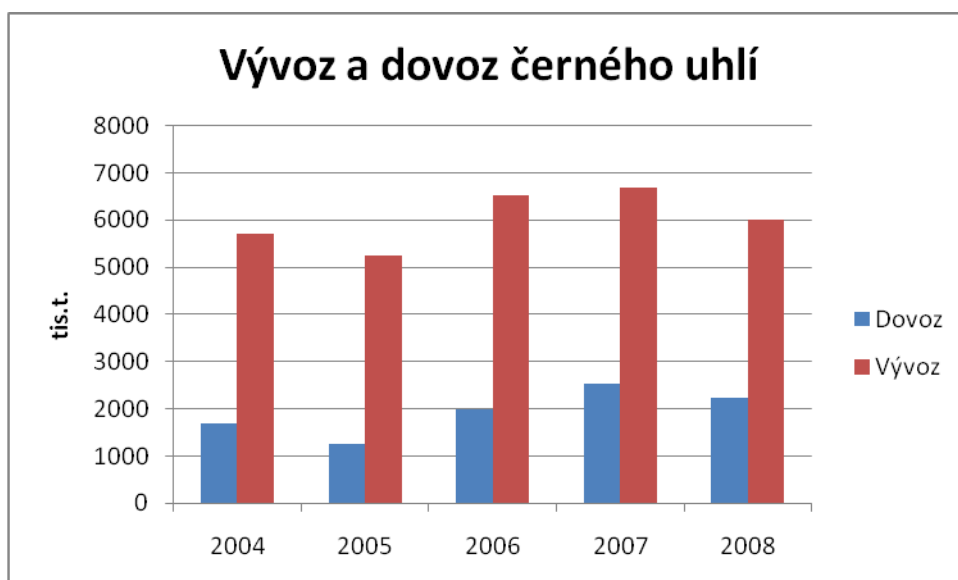
Obr.9. Graf těžby černého uhlí v ČR od roku 1990 do 2008 [6]

### 3.4.2. Dovoz a vývoz uhlí v ČR

Hnědé uhlí bylo jedno z fosilních paliv, které mělo ČR dostatečné množství. Ale již v roce 2012 bude chybět 4,5 mil. tun uhlí, vyplývá to z analýzy společnosti Czech Coal. Nedostatek bude nahrazen dovozem především z Polska. V minulých letech se vyváželo asi 1 až 2 mil. tun hnědého uhlí ročně na Slovensko. Na přelomu století se uhlí vyváželo do Německa v množství cca 2 mil. tun hnědého uhlí ročně. Jednou z nejvýznamnějších vývozních nerostných surovin je černé uhlí. Objem vývozu se pohyboval o kolo 5,5 mil. tun. V roce 2006 bylo vyvezeno 6,5 mil tun černého uhlí. Zhruba 2 mil. tun černého uhlí se dovezlo z Polska. V současné době dovoz černého uhlí roste a to především dovoz z Polska a Ruska.[9,20]



Obr.10. Graf vývozu a dovozu hnědého uhlí z a do ČR od roku 2004 až do roku 2008[9]



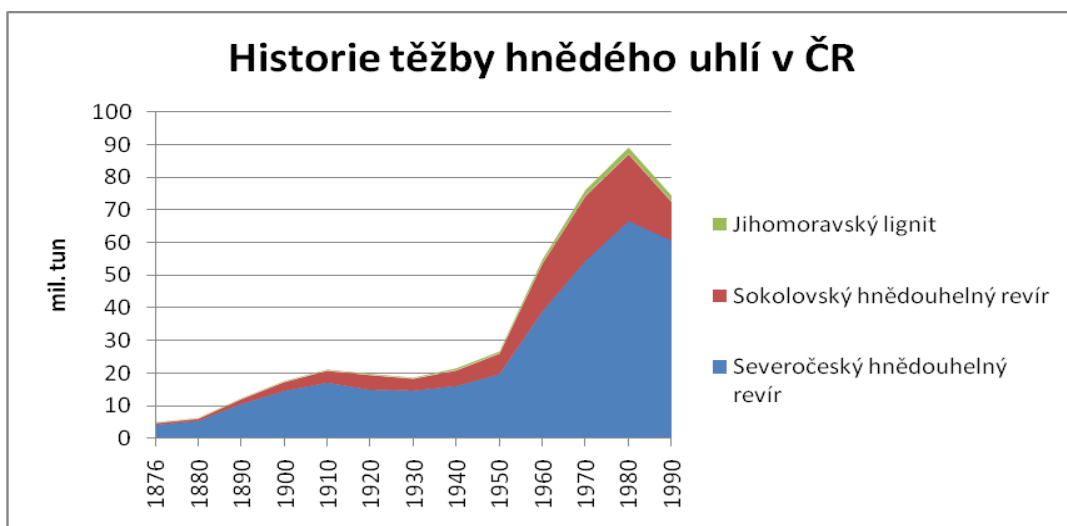
Obr.11. Graf vývozu a dovozu hnědého uhlí z a do ČR od roku 2004 až do roku 2008[9]

### 3.4.3. Historie těžby uhlí v nejvýznamnějších regionech

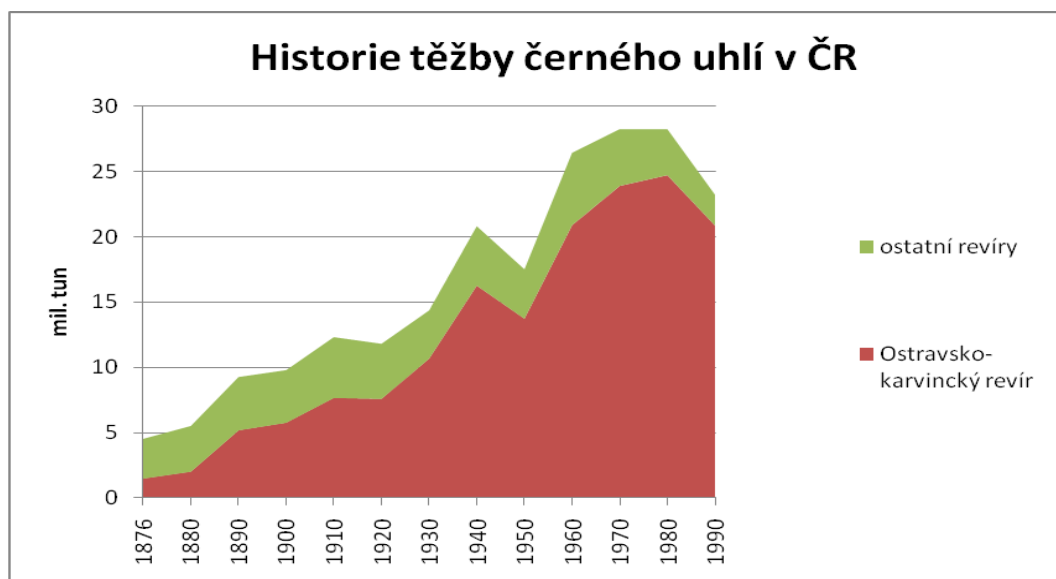
Využívání uhlí v českých zemích se datuje už od pravěku, kdy se pravděpodobně lidé kvůli tomuto nerostu usadili v našich největších uhelných oblastech a to v ostravsko-karvinském a v mostecko-sokolovském uhelném regionu. V ostravsko-karvinském regionu se těží především černé uhlí. První kdo se pravděpodobně pokusil o cílevědomou těžbu byl Václav Kořenský z Těřešova roku 1753, ale k opravdovému rozvoji těžby došlo až počátkem 19. století kdy se začaly rozvíjet železárny a železniční doprava. Díky tomu se z Ostravska, které bylo zaostalým a zemědělským krajem stala zalidněná a průmyslová oblast. Těžba dál rostla, údaj z roku 1895 udává, že tehdy v rakousko-uherské části Ostravska dosáhla 4,6 mil. tun. Další významný rozvoj těžby způsobila první světová válka, kdy roku 1916 bylo vytěženo 11,5 mil. tun. Po té těžba postupně klesala do konce války. Vznik Československa a připojení Hlučínska k ostravskému regionu vedlo k růstu těžby, který trval až do roku 1929, kdy vypukla hospodářská krize. K vzpamatování těžby

došlo, až roku 1935 kdy se Evropa začala připravovat na druhou světovou válku. Roku 1937 bylo dosaženo nového maxima, kdy bylo vytěženo 13 mil. tun uhlí. Za druhé světové války ostravský region přispíval především kvalitním uhlím do ekonomiky říše, ale celkovým množstvím jen 4% celkové těžby. Roku 1940 bylo dosaženo těžby 16,25mil. tun uhlí, ale obrat na frontě a jiné válečné problémy těžbu utlumily. Konec války a následný nástup komunismu vedlo k zavedení státní zprávy ve všech dolech. Roku 1946 byl zřízen Národní podnik Ostravské-karvinské kamenouhelné doly. V 50. letech těžba poklesla proti úrovni válečných let. Uspořádání společnosti se do pádu komunismu ještě častokrát změnilo. Těžba v 70. a 80. letech rostla až do roku 1980 kdy bylo dosaženo maxima 24,69 mil. tun uhlí. Po tomto maximu těžba pozvolně klesala až do na těžbu 12,662 mil. tun ročně za rok 2008. Státní etapa těžby uhlí skončila roku 1991 kdy byl státní podnik zrušen a byl nahrazen akciovou společností Ostravsko-karvinské doly.[19]

V Mostecko-sokolovském regionu se těží hnědé uhlí. První zmínky o těžbě pocházejí již ze středověku, kdy se na těžbě uhlí podílel osecký klášter. První zmínky jsou datovány do roku 1763, ale opravdová průmyslová těžba nastala až počátkem 19. století. Hnědé uhlí se plavilo po Labi do Německa. Dalším impulsem pro těžbu byla výstavba ústecko-teplické dráhy, která byla roku 1870 prodloužena až do Chebu. Na vývoj těžby v Mostecko-sokolovském regionu měli vliv stejně události jako na Ostravský region. [21]



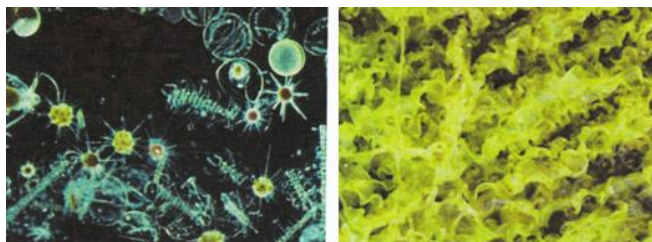
Obr.12. Graf historie těžby hnědého uhlí v ČR od roku 1876 až do roku 1990[6]



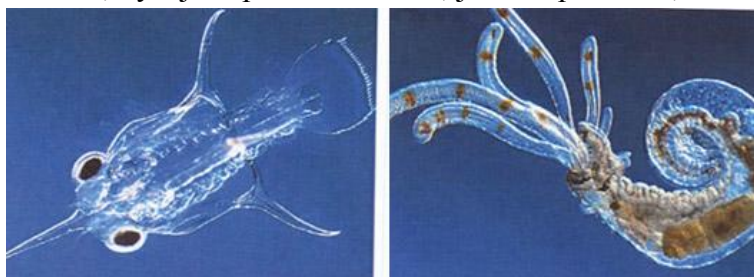
Obr.13. Graf historie těžby černého uhlí v ČR od roku 1876 až do roku 1990[6]

## 4. Ropa

Hlavní procesy vzniku ropy jsou hnití a následná bituminace. Místa kde tyto procesy probíhaly, byly mělká šelfová moře, bohatá na mořský život. Další místem kde se akumulují organické zbytky podmiňující vznik ropy, jsou delty řek, které přinášejí dusičnany, fosforečnany, železo a další biogenní prvky. Za přispění těchto látek se přemnoží plankton. Základními stavebními prvky planktonu je zooplankton a fytoplankton, ty se svojí hmotností vyrovnají veškerému suchozemskému životu. Plankton žije několik dnů, týdnů pak jeho zbytky klesnou na dno, kde musí být přikryty dalšími sedimenty jinak se úplně rozloží. Takto vzniklá hornina se nazývá zdrojová hornina, bývají to především šedé, jílovité pískovce, černé břidlice, bituminózní vápenec a dolomit.



Obr.14. Fytoplankton [22]



Obr.15. Zooplankton[22]

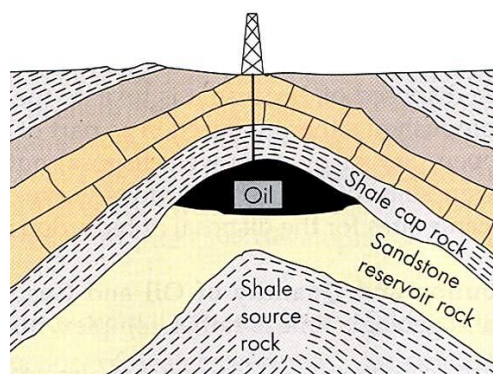
Další proces, který je důležitý pro vznik ropy, je pokles mořského dna a tím zvyšování teploty. Příznivé ideální podmínky pro vznik ropy jsou v tak zvaném ropném okně v hloubce od 2200 do 5500 m při teplotě v rozmezí 65-150 °C. Za nižších teplot vzniká

metan za vyšších organický uhlík a plyn. Pokud je ropa pohřbena moc

hluboko nebo moc dlouho přirozenou destilací vyhoří. Jen asi 2-10 % vzniklé ropy v geologické minulosti bylo zachyceno v nějakém druhu geologické pasti, zbytek dosáhl zemského povrchu, kde zoxidoval a ztratil se v uhlíkovém koloběhu.[1,22,23]

Za geologickou past se označuje místo akumulace ropy. Ta se tam zachytí v průběhu migrace. Vznik ropného ložiska je podmíněn čtyřmi podmínkami. Přítomností porézní horniny, ve kterém by se ropa akumulovala jako v houbě, nepropustnou nadložní horninou. Další podmínka je zdrojová mateční hornina, ze které by mohla ropa migrovat do geologické pasti. Poslední podmínkou je správné načasování všech předešlých podmínek. [1,22,23]

Jako migraci označujeme souhrnně veškerý pohyb uhlovodíků horninami. Ropa vzniká ve velkých hloubkách za působení teploty, mikroorganismů a dalších látek. Ropa se tvořila v ropomateční hornině, zde je ropa rozptýlena v podobě malých kapének. V místech kde ropa přichází do styku s propustnou vrstvou nebo se zlomy dochází k migraci. Ropa stoupá vzhůru k povrchu, tento pohyb není nějak enormní maximálně pár desítek centimetrů podle propustnosti hornin. Většina ropných pastí se dělí na tři oblasti. Tyto tři oblasti jsou vyplněny plynem, ropou a vodou. V horní části ložiska je plyn, protože má nejmenší hustotu pod ním je ropa. Přechod mezi plynem a ropou je ostrý díky velkému rozdílu hustot. Na dně ložiska se nachází voda, která má největší hustotu, ale vzhledem k malému rozdílu hustoty ropy a vody je přechod mezi nimi neostrý a často se mísí. [1,22,23]



Obr.16. Schema geologické pasti [37]

## 4.1. Klasifikace ropy

Ropy z různých vrtů se vzájemně značně liší, proto nejsou snadno a jednoznačně popsatelné. Hodnotí se u nich původ, stáří, frakční složení, chemické složení a fyzikální vlastnosti jako je například bod tekutosti. Ropa se srovnává s nějakým regionálním standardem a podle toho se ocení. Nejpoužívanější standardy jsou WTI v USA, Brent v Evropě a Dubaj na středním východě a další. Nejpoužívanější parametr pro klasifikaci ropy je její hustota podle, které se dá usoudit obsah lehkých frakcí. Hustota ropy se vyjadřuje ve stupních API. Ropa se dělí podle hustoty na lehkou, středně těžkou, těžkou a extra těžkou. Čím je ropa lehčí tím je kvalitnější a lze z ní získat více benzínu, zatím co z těžkých rop se získává větší množství asfaltu. Z hlediska chemického složení se u ropy hodnotí především hmotnostní objem nežádoucí síry. Ropa se dělí podle obsahu síry do 0,2 % hmotnostního objemu na nesirnou, od 0,2 do 0,5 % hmotnostního objemu na málo sirnou, od 0,5 do 3 % hmotnostního objemu na sirnou a nad 3 % hmotnostního objemu síry na velmi sirnou. Také ji lze dělit na sladkou - s nízkým obsahem síry a kyselou - s vysokým obsahem síry. Lehká ropa má většinou malý obsah síry, zatím co těžká ropa má obsah síry vyšší. Další dělení ropy je podle tuhých uhlovodíků takzvaných parafinů, které lze z ropy extrahovat při poklesu její teploty. Dělí se na parafinickou s obsahem parafinu nad 2 % hmotnostního objemu, poloparafinickou s obsahem parafinu od 1 až do 2 % hmotnostního objemu na neparafinickou s obsahem pod 1 % hmotnostního objemu. Z fyzikálních vlastností se hodnotí bod tekutosti, ten je závislý na obsahu parafinu v ropě. Teploty mezi, kterými se tekutost pohybuje jsou od  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  až do  $+52\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Například ropa typu Brent tuhne při teplotě  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tato vlastnost ropy je důležitá především pro přepravu v ropovodech. K charakterizaci ropy a jejích frakcí se používají také různé korelační indexy např. BMCI, který se počítá z hustoty a středního bodu varu hodnocené frakce.[7,9,22,24]

## 4.2. Ropa a nekonvenční zdroje ropy

### 4.2.1. Ropa

Ropa je žlutá, hnědočerná až tmavozelená kapalina organického původu. Tato kapalina je tvořena směsí plynů, těkavých látek a rozpustných tuhých uhlovodíků. Kvalita ropy se dělí podle její hustoty na velmi lehké, lehké a těžké. Čím je ropa lehčí tím je kvalitnější. Další dělení ropy je na alkalické, naftenické a aromatické. Ropa obsahuje 80 až 89 % uhlíku, 10 až 15 % vodíku 0,2 až 0,6 % dusíku a až 5 % síry. Výhřevnost je v rozpětí 41868 kJ/kg až 46055 kJ/kg. Jako palivo se používá vždy upravená. Ropa se zpracovává v rafineriích. Destilací se z ní získává lehký a těžký benzín, nafta, olej a mazut. Z produktů ropy se vyrábí polymery, barvy, laky, léčiva výbušniny. Ropa se těží pomocí hlubinných vrtů, ze kterých je čerpána nebo samovolně tryská. [4,14]



Obr.17.Ropa[14]



#### 4.2.2. Dehtové písky a těžké ropy

Dehtové písky, roponosné písky anebo asfaltové písky jsou směsí písku, hlíny, vody a organických sloučenin, které tvoří bitumeny. Objemové složení dehtového písku je asi 75 % anorganických látek, 3 % vody a asi 10 až 20 % bitumenu. Jeho viskozita je tak vysoká, že se v ložisku nepohybuje. Zrna písku jsou pevně spojena a prostor mezi nimi je vyplněn kapalnou fází. Dehtové písky se tvoří v menších hloubkách pod povrchem. Ropa se na bitumen přemění biodegradací vymýváním vodou, odpařováním a nebo působením abiotické oxidace. Bitumen je těžký zbytek ropy, ze kterého byly odstraněny těkavější frakce. Těžká ropa je přechod mezi ropou a dehtovými písky. Její viskozita je nižší než viskozita dehtových písků, a proto se mohou v ložisku pohybovat. Na viskozitu má vliv teplota a tím i zeměpisná poloha a hloubka pod povrchem. Dehtové písky jsou použity jako nekonvenční zdroj ropných uhlovodíků a jejich významná ložiska jsou v Kanadě a ve Venezuele. Těžba je prováděna v povrchových dolech. [14,24]



Obr.18. Dehtové písky[14]

#### 4.2.3. Roponosné břidlice

Roponosná břidlice vznikla v minulosti z organických sedimentů na dně jezer a moří za působení tepla a tlaku. Vznik je podobný jako u ropy, ale ropná břidlice neklesla do takové hloubky do tak zvaného ropného okna, aby se z ní stala ropa. Břidlice obsahuje kerogen, ze kterého se získávají ropné uhlovodíky. Těžba probíhá v povrchových dolech a největší světové zásoby jsou v USA. Neekonomičtějším využitím břidlice je přímé spalování. Získávání ropných uhlovodíků z břidlice je neekonomické a neekologické, proto nejsou ropné břidlice vhodnou náhradou ropy. [14,25]



Obr.19. Roponosná břidlice [14]

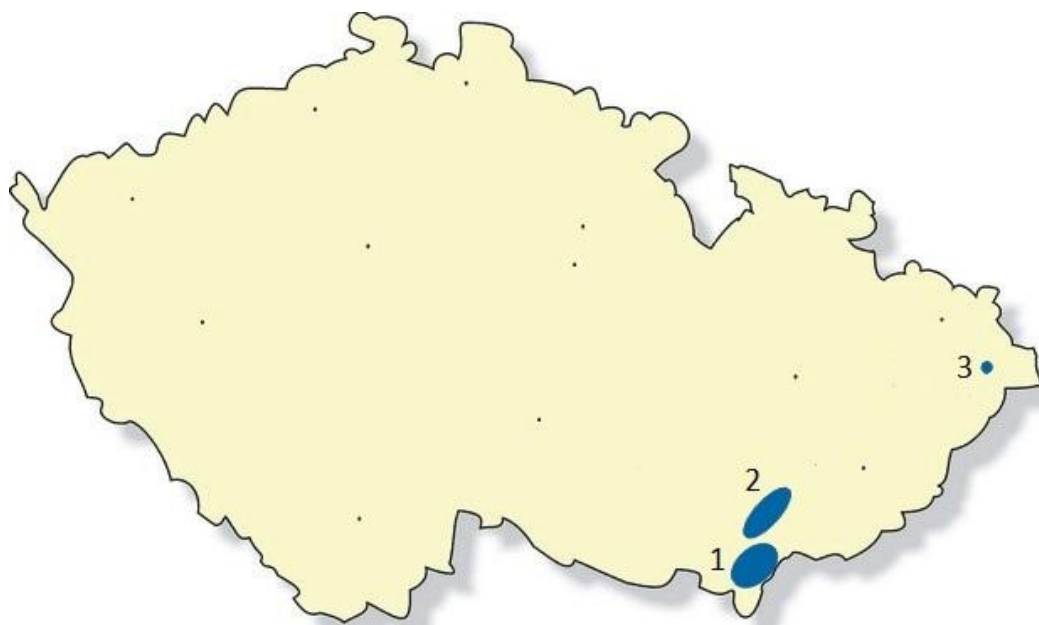
### 4.3. Využití ropy

Ropa se využívá ve všech průmyslových odvětvích. Z jejích frakcí se získává základní zdroj pohonných látek. Vyrábí se z ní plasty, hnojiva a další chemické výrobky. Malé množství ropy se používá jako přímý zdroj elektrické a tepelné energie. Ropa se rafinuje ve velkých kombinátech. Nejdůležitější částí rafinérie je destilační kolna, ve které se oddělují jednotlivé frakce. Každá frakce má rozdílnou teplotu varu, při které se z kapalně fáze oddělí. Rozeznáváme frakce s nízkou teplotou varu a s vysokou teplotou varu. První část, která se oddělí je plynná frakce tak zvaný ropný plyn. K uvolnění plynu není potřeba ropu příliš zahřát teplota varu ropných plynů se pohybuje od -160 °C až do 20 °C. Tyto plyny se skládají z metanu, etanu a z velkého podílu propanu a butanu. Jsou používány jako výchozí produkt pro petrochemický průmysl, ale především slouží jako palivo. Druhá část, která se oddělí destilací je benzín. Jeho bod varu leží mezi 20 °C až 200 °C. Benzínová frakce se dělí na lehký, střední a těžký benzín. Z lehkého a středního benzínu se pyrolýzou vyrábí etylen. Těžký benzín je po úpravě reformováním používán jako palivo pro spalovací motory. Další část je petrolej, který má bod varu od 200 °C do 280 °C. V petroleji zůstává velké množství těžkého benzínu, který se získává štěpením. Petrolej slouží jako palivo pro letadla. Plynový olej je frakce,

která se destiluje při teplotách 280 °C až 400 °C . Tento olej je používán jako motorová nafta. Také se z něj vyrábí etylen, propylen a buten. Mazací olej je frakce destilující se při 300 °C až 500 °C . Topný olej je frakce destilující se při teplotách vyšších než 500 °C. Zbytek ropy, který zůstane po destilaci se nazývá asfalt.[7,14,24]

## 4.4. Ropa v ČR

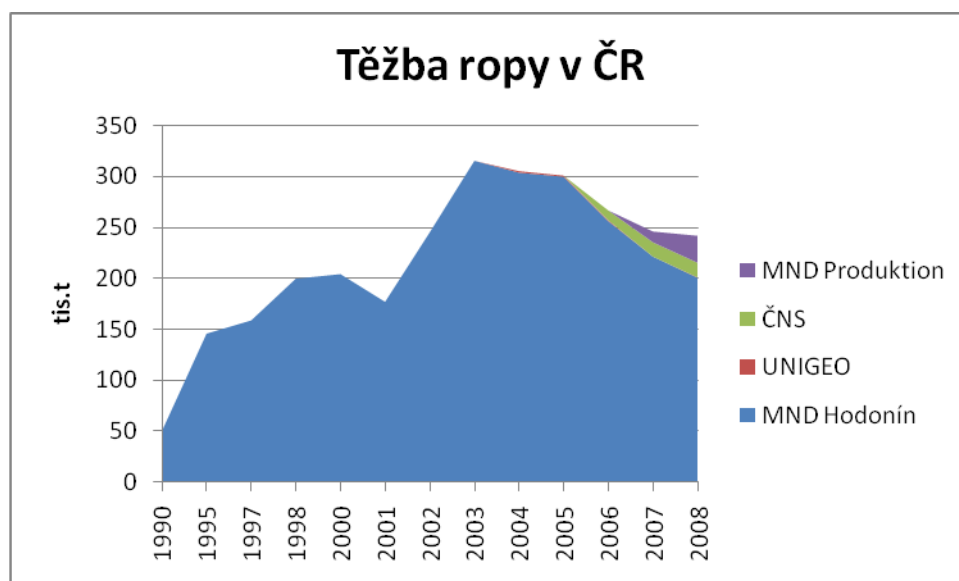
Ložiska ropy v ČR se nacházejí na Moravě a to ve 3. oblastech. Ve Vídeňské pánvi (obrázek č. 1), kde jsou ložiska roztroušena. Nejvýznamnější ložisko v této oblasti je ložisko Hrušky, které je již z větší části vytěžené. Další významnou oblastí těžby je Karpatská předhlubeň (obrázek č. 2 a 3), kde se nacházejí největší ložiska dosud nalezená v ČR. Největším polem v současnosti jsou Dambořice. Těžba ropy v ČR pokrývá jen asi 4 % české spotřeby. Zbytek ropy se dováží pomocí ropovodu Družba a IKL. Ropa z těchto ropovodů se zpracovává a petrochemickém průmyslu.[9,34]



Obr.20. Ložiska ropy v ČR[14]

### 4.4.1. Těžba ropy v ČR

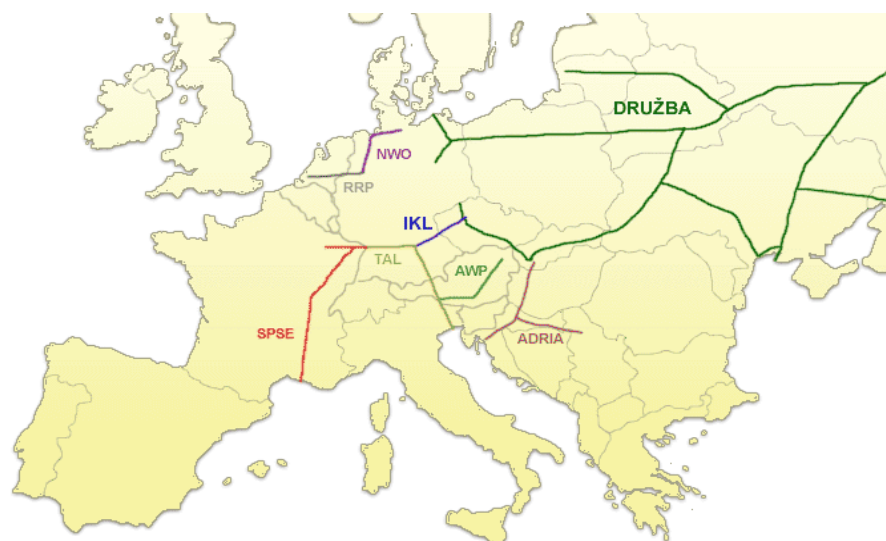
Největší těžební firmou těžící ropu v současné době v České republice jsou Moravské naftové doly. Tato skupina se dělí na menší společnosti zabývající se různou činností v oblasti těžby, zpracování, vyhledávání a rekultivace ropných ložisek. Společnosti se nazývají MND Drilling & Services a.s., MND Gas Storage a.s., Production a.s., MND Exploration and Production Ltd.. Společnost nepůsobí jen v ČR, ale i v jiných zemích například Rusku, Pákistánu, atd. Skupina v ČR drží 68 těžebních a 13 průzkumných licencí. Těžební rekord dosáhla firma v roce 2003, kdy vytěžila 315500 tun ropy. Další společností těžící ropu v ČR je Česká naftařská společnost, s.r.o., tato firma však těží jen zlomek toho co MND. Nejmenší a poslední firmou těžící ropu je společnost UNIGEO těží minimum ropy, kterou vyváží do polských rafinerií. [9,27,28]



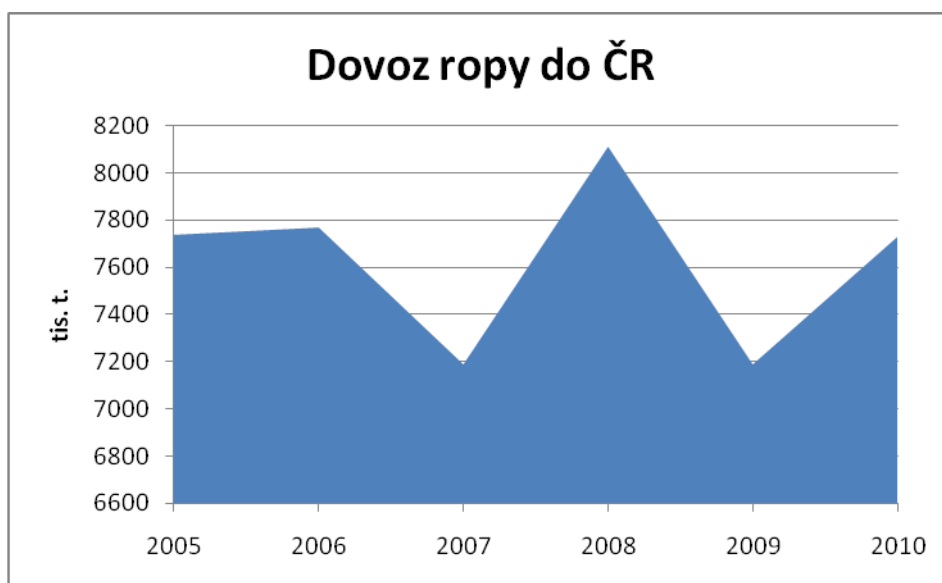
Obr.21. Graf těžby ropy v ČR od roku 1990 až do roku 2008 [6,9]

#### 4.4.2. Vývoz a dovoz ropy v ČR

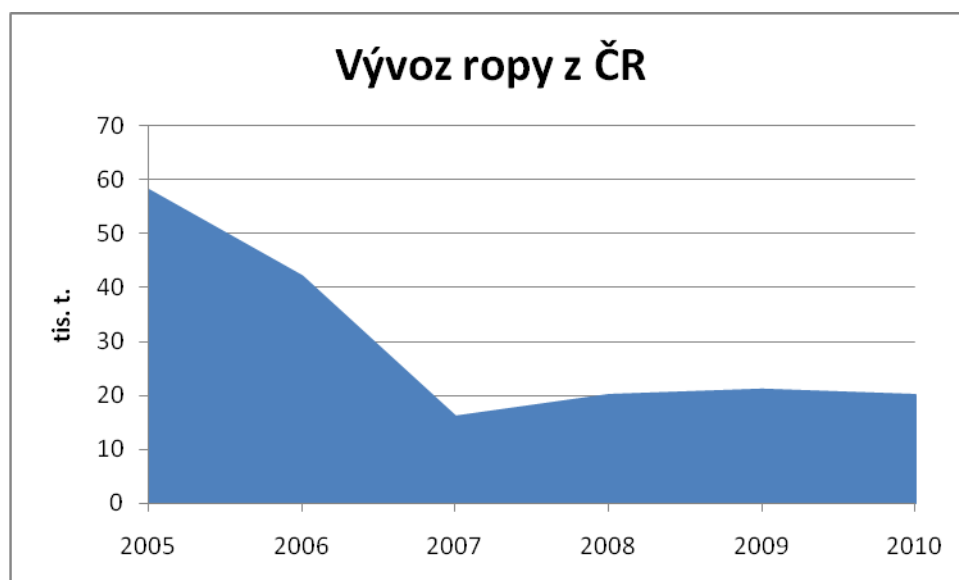
Dovoz ropy do ČR je realizován především pomocí ropovodu Družba a IKL. Ropovod Družba dodává do ČR ropy z Ruské Federace již od poloviny 60 let minulého století. Ropa je typu Ruská exportní směs REB, která je středně sirná. Dovoz je uskutečňován na základě smlouvy uzavřené mezi Českou republikou a Ruskou federací 4. prosince roku 1994. Orientační objemové množství ropy dodávané ročně je mezi 5 až 7 mil. tunami. Kapacita ropovodu družba se v současnosti využívá z 60 %. Délka ropovodu v ČR je 357 km a je provozován společností MERO. Přepravní kapacita na Českém území je 9 mil. tun ropy ročně. Ropovod IKL vede z ropného terminálu v Terstu přes ropovod TAL. Ropovod byl vystavěn k zajištění nezávislosti na dovozu z Ruské federace. Dokončen byl koncem roku 1995. Ropa dovážena ropovodem IKL je nízko sirná a dodává se do rafinérie v Kralupech nad Vltavou. Kapacita ropovodu IKL je 10 mil. tun ročně, v současné době je využíván z 25-30 %. Česká část ropovodu je dlouhá 169,7 km a je provozována společností MERO ČR a.s. Vývoz se z ČR se vyváží především do Rakouska, ale vzhledem k malým tuzemským zásobám je to v porovnání z dovozem zanedbatelné množství.[9,34]



Obr.22. Mapa ropovodů v Evropě[34]



Obr.23. Graf dovozu ropy do ČR od roku 2005 až do roku 2010[26]



Obr.24. Graf vývozu ropy z ČR od roku 2005 až do roku 2010[26]

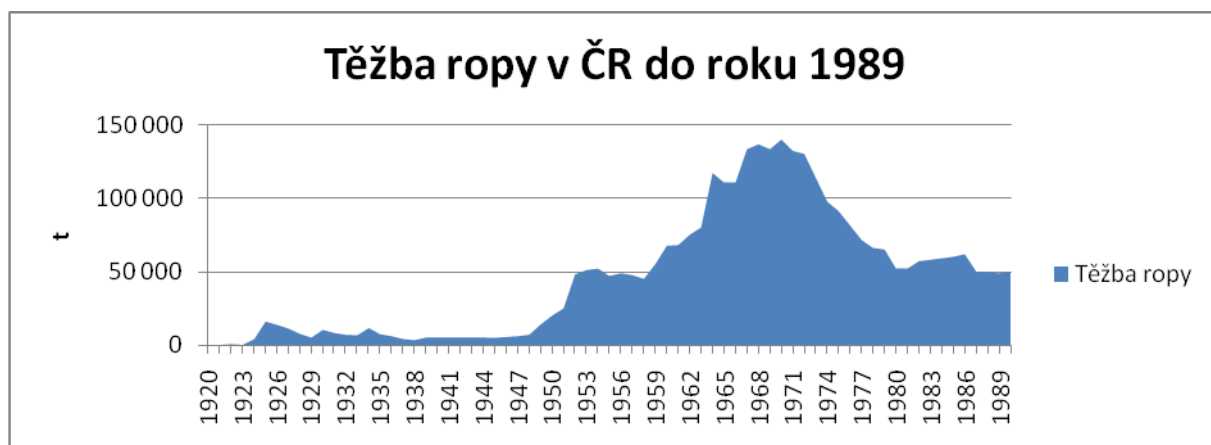
#### 4.4.3. Zpracování ropy v ČR

Největší společnost vyrábějící ropné produkty v ČR je Česká Rafinérská, a.s.. Provozuje rafinérie ropy v Litvínově a Kralupech nad Vltavou. Obě rafinérie jsou palivářského typu. V Litvínově zpracovávají Ruskou ropu REB zatím co v Kralupech se zpracovává ropa dopravovaná ropovodem IKL a ropa vytěžená u nás. Další významná společnost zpracovávající ropu je Paramo, a.s.. Zaměřuje se na zpracování ropy na rafinérské a asfaltářské výrobky a na výrobu mazacích a procesních olejů. Zpracovává ropu z ropovodu Družba. Paramo je stoprocentním vlastníkem společnosti s ručením omezeným Mogul Slovakia, která se zabývá nákupem a prodejem olejů a maziv.[29,30]

#### 4.4.4. Historie těžby ropy v ČR

První průzkumné práce na území ČR proběhly již v druhé polovině 19. století. První vrt Helena byl otevřen v roce 1899, ale ložisko ropy nebylo nalezeno. Dále byly uskutečněny 2 další vrty, rovněž neúspěšně a proto byla lokalita opuštěna až do roku 1917. Největší podíl na produkci

ropy v Rakousko-Uhersku měl vrt u vesnice Gbely, který vyprodukoval 4319 t ropy z celkové těžby 6536 t ropy za rok 1915. Rozvoj těžby na území ČR brzdila první světová válka. Po vzniku Československé republiky byl nedostatek ropných produktů, který se řešil jejich dovozem. V roce 1919 se opět začalo z průzkumem na jižní Moravě. V roce 1920 byl přijat nový naftový zákon, který umožňoval těžbu ropy jen státu. Ten toto právo pronajímal soukromým firmám. Společnost MTF v roce 1920 otevřela první vrt na důlním poli pojmenovaném Karel a následující rok i druhý vrt. Další ropné pole pojmenované Augusta získala firma roku 1922. V roce 1924 stoupla těžba asi na 40 tun denně. Ale až díky dalšímu ropnému poli jménem Dziunia se stala domácí těžba hospodářsky významnou a stoupla na 80 tun denně. Nejvýznamnějším ropným polem na Moravě bylo pole v Nesytech, ale v Československé republice byl produkčně druhý za ropným polem v Gbelích. Celková těžba v Československu kryla asi jen 7% celkové spotřeby. Počátkem 30. let pracovalo na Nesytských ropných polích 28 vrtů. Jejich těžba byla 10302,1 tun ročně z celkových 22796,1 tun ropy těžených na území ČSR v roce 1930. Od roku 1930 těžba klesala až do okupace, kdy naopak vysoce vzrostla. Těžbu provozovala německá firma DEA. V průběhu války se otvíraly další vrty a těžba rostla až do roku 1945, kdy německá armáda při ústupu ropné vrty ničila. V roce 1946 byly zřízeny Československé naftové doly. V 50. letech probíhalo v ČSSR průzkumné práce k nalezení nových ložisek ropy. V roce 1953 se ČND rozdělily na dva podniky, které se opět v roce 1956 sloučily. V roce 1958 dosáhla těžba vrcholu bylo v provozu 45 ropných vrtů. I přes pokles počtu vrtů těžba rostla a to především díky ložisku v Hruškách, které bylo největší. V roce 1968 bylo v provozu jen 19 vrtů. Vrcholu těžba dosáhla roku 1969, kdy bylo vytěženo 135 tis. Tun ropy. Po tomto datu těžby klesala i přes opětný nárůst těžebních vrtů. V roce 1984 bylo v provozu 29 vrtů. V roce 1992 Moravské naftové doly převedeny na akciovou společnost. [10]



Obr.25. Těžba ropy v ČR od jejich počátků až do roku 1989[10]

## 5. Zemní plyn

Vznik zemního plynu je přímo spojen s tvorbou uhlí a ropy. Vzniká za procesů hnití, rašelinění, bituminace a prouhelňování. Zemní plyn se dělí na dva druhy a to naftový zemní plyn, který vzniká spolu s ropou a tedy i ze stejného zdroje. Z pravěkého mořského života, který po odumření klesl na dno, kde se usazoval. Pokud tyto usazeniny neměly možnost klesnout do ropného okna, vznikl z nich metan základní složka zemního plynu. Druhým druhem je zemní plyn vznikající spolu z uhlím nazývaný se karbonský plyn. Tento plyn rovněž jako uhlí vznikl z pravěkého suchozemského života, který se ukládal v podobě sedimentu. Tyto sedimenty byly vtlačeny do zemské kůry, kde byly vystaveny vyšším teplotám. Ložiska zemního plynu se vytvořily tam, kde jim migraci stejně jako ropě přerušila nepropustná vrstva například věčně zmrzlá půda. [1,8,9]

### 5.1. Klasifikace a vlastností zemního plynu

Vlastnosti zemního plynu jsou určeny především jeho složením. Skládá se z metanu, další prvky obsažené ve směsi jsou kyslík, dusík, sulfidy, oxid uhličitý a malé množství vyšších uhlovodíků jako jsou propan a butan. Zemní plyn může obsahovat i rozptýlené kapalné uhlovodíky nazývané gazolin nebo také přírodní benzín.

Mezi důležité vlastnosti zemního plynu patří výhřevnost, značí se  $Q_s$ , a je definovaná jako uvolněné teplo spálením  $1 \text{ m}^3$  plynu. Stavové veličiny určované u zemního plynu jsou tlak  $p$  a měrná hmotnost  $\rho$ . Další vlastnost je hutnota plynu  $h$ . To je poměr měrných hmotností plynu a vzduchu. U zemního plynu se určuje i obsah nečistot způsobující korozi při spalování a relativní vlhkost plynu značí se  $\varphi$ . Poslední důležitou vlastností je záměnnost. Ta je definována jako možnost záměny jednotlivých zemních plynů při jejich spalování.

Zemní plyn se klasifikuje především podle složení na čtyři základní skupiny. Zemní plyn suchý nebo také chudý obsahuje 95 až 98 % metanu a malé množství vyšších uhlovodíků. Tento plyn je těžen především z uhelných slojí jako karbonský zemní plyn. Druhým typem zemního plynu je zemní plyn vlhký nebo také bohatý obsahuje 85 až 95 % metanu a větší podíl vyšších uhlíků. Tento plyn se většinou těží spolu s ropou jako naftový zemní plyn. Třetí typ je zemní plyn kyselý. Obsahuje velké množství sulfanů, které je nutno před distribucí odstranit. Posledním typem je zemní plyn s vyšším obsahem inertů, především oxidu uhličitého a dusíku.

Další dělení zemního plynu je podle energetického obsahu. Typ plynu H se vyznačuje především nízkým obsahem nehořlavých složek a to dusíku a oxidu uhličitého. Jejich celkový obsah je pod 5 %. Do této skupiny patří především zemní plyn pocházející z Ruska, Norska a Velké Británie. Druhým typem plynu je zemní plyn typu L. Tento plyn má vysoké množství inertů a proto i teplo vydané jeho spálením je menší než u typu H. Typ plynu L je v Evropě těžen především v Holandsku. [4,9,31,38]

Tab.2. Porovnání zemních plynů podle složení[40]

	Metan	Etan	Propan	Butan	Pentan	Dusík	Oxid uhličitý
Jihomoravský ZP	97,7	1,2	0,5	0	0,6	0,6	0
Ruský ZP	98,39	0,44	0,16	0,07	0,03	0,84	0,07
Norský ZP	85,8	8,49	2,3	0,7	0,25	0,96	1,5
Alžírský Zp	86,9	9	2,6	1,2	0	0,3	0
Holanský ZP	81,31	2,85	0,37	0,14	0,09	14,35	0,89

## 5.2. Zemní plyn a hydrát metanu

### 5.2.1. Zemní plyn

Zemní plyn je bezbarvý nezapáchající plyn. Vzniká spolu s ropou nebo uhlím v případech a obsahuje hlavně metan. Jeho obsah kolísá od 50 až do 98 %. Další složky plynu jsou těžké uhlovodíky od 0 až do 20 %, oxid uhličitý od 0 až do 30 %, kyslík od 0 do 12 % a dusík od 0 do 28 %. Hustota kolísá podle složení od 0,69 až do 0,76 kg/m<sup>3</sup>. Výhřevnost je závislá na složení, ale může dosáhnout až 39764 kJ/kg. Ložiska zemního plynu jsou asi z 1/3 spojeny s ložisky ropy a uhlí, zbytek se vyskytuje samostatně. Největší část zemního plynu se používá pro výrobu elektrické a tepelné energie. V poslední době se využívá jako palivo pro spalovací motory. Jde také o důležitou vstupní surovinu chemického průmyslu. [3,14]

### 5.2.2. Hydrát metanu

Hydrát metanu je krystal vodního ledu, který obsahuje asi 20 až 80 % metanu. Vznikne tehdy, pokud se plynný metan dostane do styku s vodou za vysokého tlaku a nízké teploty. Výsledná hmota je pak poměrně stabilní i za vyšších teplot a známe ho jako suchý led. Proto jsou jeho největší ložiska na dně oceánů. Zásoby hydrátu metanu nejsou kompletně zmapovány, ale optimistické odhady objemu zásob jsou přirovnávány ke všem zásobám ostatních fosilních paliv. Technologie těžby je horečně zkoumána. Využití hydrátu je jako alternativní zdroj metanu, jehož výhřevnost je 49600 kJ/kg.[14]



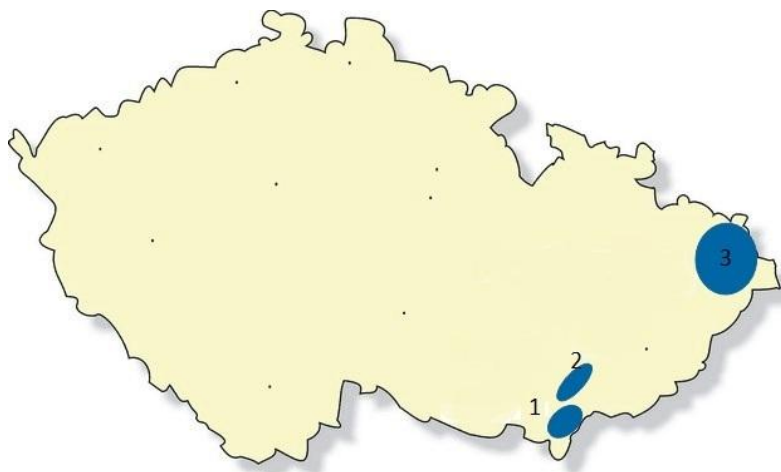
Obr.26. Hydrát metanu [14]

## 5.3. Využití zemního plynu

Zemní plyn je nejčastěji využíván jako palivo. Při jeho dokonalém spálení vznikne jako hlavní produkt teplo a vedlejší produkty vodní pára a oxid uhličitý. Je to také nejkologičtější fosilní palivo. Proto se zemní plyn používá jako palivo elektráren nebo tepláren a rozvádí se do domácností. Používá se i jako palivo pro motorová vozidla díky své vysoké energetické účinnosti a malým emisím při spalování. Zemní plyn je možno spalovat v minimálně upravených spalovacích motorech. Zemní plyn je možno využívat v několika formách. CNG neboli stlačený zemní plyn je stlačen na tlak 20 až 27 MPa za běžných pokojových teplot. LNG neboli zkapalněný zemní plyn je ochlazen na teplotu -163 °C za tlaku 25 kPa. LPG neboli zkapalněný ropný plyn je vyráběn při zpracování ropy zkapalněním směsi propanu a butanu. Zemní plyn je důležitou výchozí surovinou pro výrobu vodíku. Ten se vyrábí metodou parního reformování. Tato metoda je nejlevnější a probíhá při teplotách 900 až 1000 °C. Jako katalyzátor se používá nikl, který reaguje s vodní párou a metanem za vzniku oxidu uhličitého a vodíku. [5,14]

## 5.4. Zemní plyn v ČR

Ložiska zemního plynu jsou v ČR geneticky spjata s ložisky ropy a uhlí. Ložiska plynu spjatá z ropou se nacházejí ve Vídeňské pánvi (č.1) a v Karpatské předhlubni (č.2). Ložiska spjatá z ložisky uhlí se nacházejí v Karpatské předhlubni (č.3) a Hornoslezské pánvi (č.3). Stejně jako u ropy je většina zemního plynu dopravována ze zahraničí pomocí plynovodů. Těžba v ČR pokrývá asi jen 1 až 2 % spotřeby.



Obr.27. Ložiska zemního plynu v ČR [14]

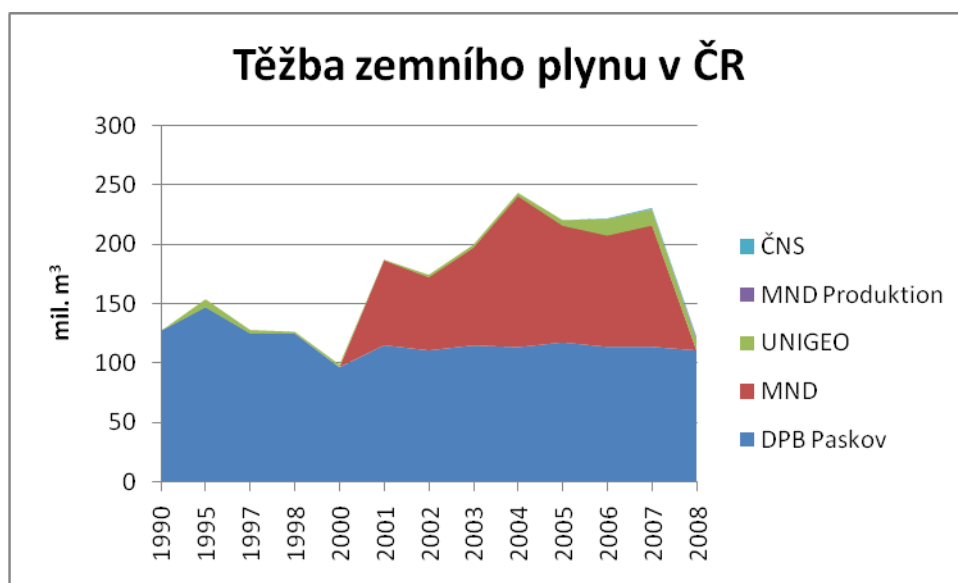
### 5.4.1. Těžba zemního plynu v ČR

Ložiska zemního plynu nejsou stejně jako u ropy velká. Zemní plyn se na území ČR těží jako doprovodná surovina při těžbě ropy a uhlí.

Největší těžební společností v ČR je Green Gas DPB, a.s. Paskov. Těží karbonský zemní plyn. Ten je těžen z uzavřených černouhelných dolů v Ostravsko-karvinském regionu, na které vlastní těžební práva. Od činných dolů nakupuje přebytečné množství karbonského plynu. Společnost vlastní i lokální plynovod, kterým dopravuje zemní plyn ke svým odběratelům.

Další významnou společností těžící plyn na území ČR je skupina MND. Plyn se těží spolu s ropou. Společnost vlastní 68 těžebních licencí a 2 průzkumné. Dceřiná společnost MND Gas Storage provozuje podzemní zásobník plynu Uhřice a plánuje stavbu dalšího spolu z firmou VEMEX.

Méně významné společnosti těžící zemní plyn jsou UNIGEO a ČNS, ale jejich podíl na domácí těžbě je řádově nižší než u firem DPB Paskov a MND.[27,28,32]

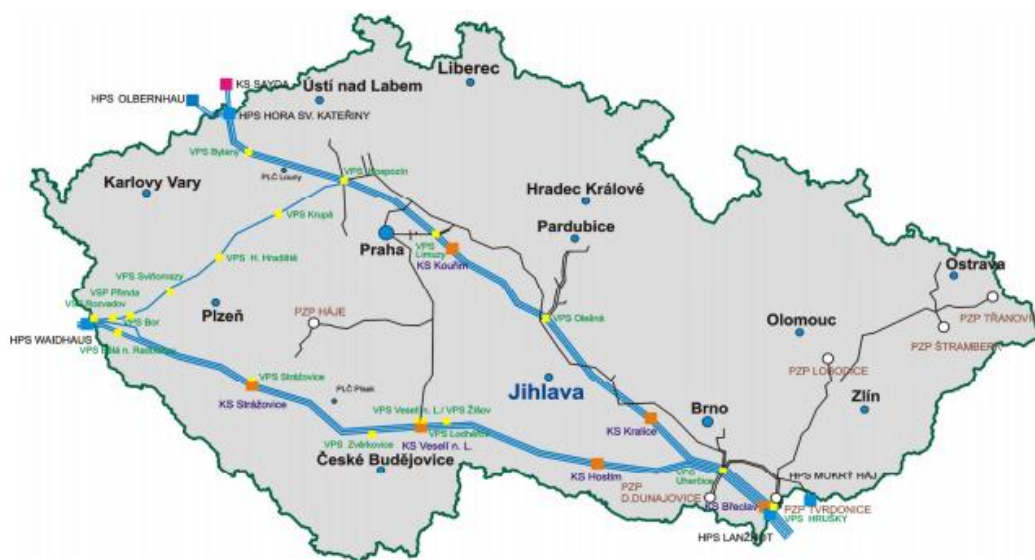


Obr.28. Těžba zemního plynu v ČR od roku 1990 až do 2008[6]

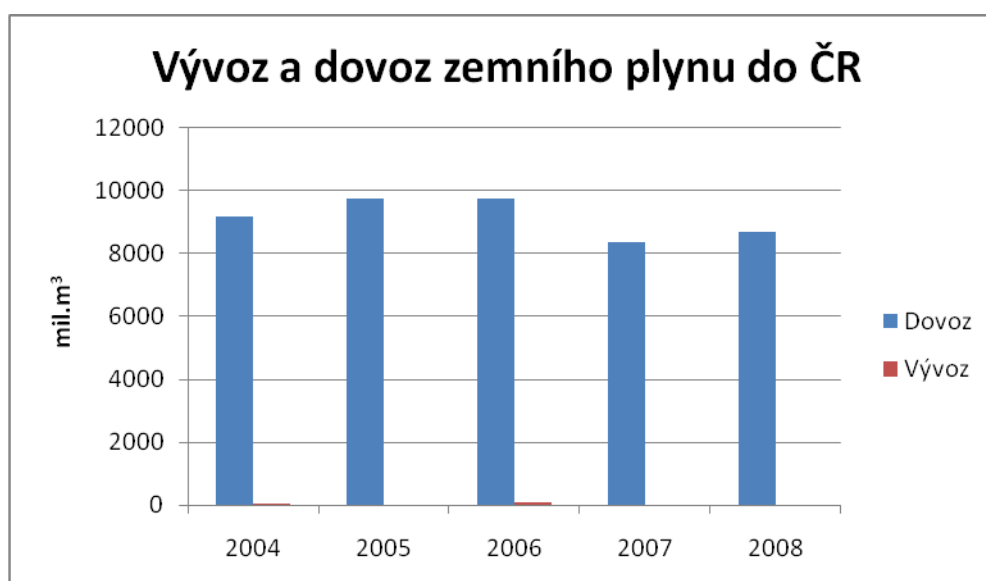


## 5.4.2. Vývoz a dovoz zemního plynu v ČR

Do ČR se většina zemního plynu dováží a to především z Ruska asi  $\frac{3}{4}$  objemu a z Norska zbývající  $\frac{1}{4}$ . S těmito zeměmi byly po roce 1989 podepsány smlouvy o dlouhodobém zásobování ČR zemním plynem. Český zemní plyn se vyváží do Rakouska, Polska a Německa, ale v porovnání s dovozem je to zanedbatelné množství. Doprava plynu z Ruska do ČR je realizována pomocí plynovodu Bratrství, který má roční přepravní kapacitu blízkou se 100 mld. m<sup>3</sup> plynu ročně. Na provoz plynovodu v ČR má výhradní licenci společnost RWE Transgas Net, s.r.o.. Spotřeba plynu se s ročním obdobím mění. Pro vykompenzování těchto výkyvů byly vybudovány podzemní zásobníky, které při nízké spotřebě přebytečný plyn přijmou a při nedostatku jej opět uvolní. RWE Transgas provozuje v ČR 6 podzemních zásobníků, z toho 5 je provozováno jako sezónních. Do České republiky proudí Ruský zemní plyn přes Slovensko předávací stanicí v Lanžhotě. Norský plyn proudí z Německa přes předávací stanicí na Hoře Sv. Kateřiny. Česká republika spotřebovává jen malé množství zemního plynu proudícího přes jeho území. Za rok 2009 to bylo asi 8,3 mld. m<sup>3</sup>. Většinové množství směřuje do Západní Evropy. [31,33]



Obr.29. Soustava plynovodů v ČR[31]



Obra.30. Vývoz a dovoz zemního plynu do ČR od 2004 až do roku 2008[9]

### 5.4.3. Historie plynárenství v ČR

Plyn se na území ČR začal používat od roku 1847, kdy byla postavena první karbonizační plynárna uvedená do provozu v Karlíně, která dodávala plyn asi do 200 pouličních lamp. Ale až za druhé světové války byla postavena první moderní tlaková plynárna u Mostu, která vyráběla svítiplyn z hnědé uhlí. Zemní plyn se začal používat na území ČR od roku 1958, kdy bylo v michelské plynárně v Praze započato zapojování zemního plynu do našeho plynárenství. Používaný zemní plyn byl domácího původu až do roku 1967, kdy začal do ČSSR proudit zemní plyn ze SSSR. V roce 1973 bylo rozhodnuto o přechodu ze svítiplynu na exportovaný ruský zemní plyn. Přechod byl ukončen v roce 1996, kdy byla zastavena výroba svítiplynu.

## 6. Závěr

Fosilní paliva vznikla z organických zbytků fauny a flóry pravěkého života. Tyto odumřelé organické zbytky se nazývají nekromasa. Z té procesy vzniku fosilních paliv vzniklo uhlí, ropa a zemní plyn. Uhlí vzniklo procesy rašeliněním a prouhelňování. Podle množství prouhelnění dělíme fosilní paliva uhelné řady na rašelinu, lignit, hnědé uhlí, černé uhlí a antracit. Ropa a zemí plyn vznikaly procesy hnitím a bituminací.

Fosilní paliva umožnila lidské společnosti rozvoj na dnešní úroveň. Využívají se ve všech oblastech lidské činnosti. Nejvýznamnějším použitím fosilních paliv je při výrobě energie, na které se podílí asi 90 %. Dalším významným použitím především ropy a zemního plynu je výroba pohonných paliv pro dopravní prostředky, které se přímo podílí na veškeré lidské činnosti především na výrobě potravin. Můžeme dokonce říct, že moderní společnost fosilní paliva konzumuje.

V důsledku společenských změn a viditelnosti konce zásob fosilních paliv má za následek hledání alternativních zdrojů energie. Bohužel fosilní paliva nebudou možno v blízké budoucnosti nahradit jinými typy. Pesimistické odhady zásob fosilních paliv předpovídají jejich nedostatek a to především ropy a zemního plynu již v blízké budoucnosti. Proto se hledají možnosti náhrady. Především použití uhlí bude v budoucnu významnější vzhledem k jeho větším a rovnoměrnějším zásobám. Ale jako fosilní palivo 21. století se bude nejspíše používat hydrát metanu. Toto je poměrně nové palivo a je předmětem horečného zkoumání. Jeho zásoby se odhadují ve stejné velikosti jako všechna dosud používaná fosilní paliva.

Česká republika má značné zásoby uhlí, zásoby ostatních fosilních paliv jsou minimální a jsou dovážena ze zahraničí. Uhlí se používá především pro energetiku a jeho zásoby jsou zhruba na 50 let, pokud nebudou prolomeny uzemní limity.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] M.Dopita, V. Havlena, J. Pešek. *Ložiska fosilních paliv*. Nakladatelství technické literatury, 1985.
- [2] Václav Roubíček, Jaroslav Buchtele. *Uhlí zdroje, procesy, užití*. Montanex, 2002.
- [3] Prof.Ing.Vladimír, DrSc. *Zdroje a přeměna energie*. Vysoké učení technické v Brně, 1986.
- [4] Baláš, Ing.Marek. *Kotle a výměníky tepla*. Akademické nakladatelství cerm, s.r.o Brno, 2009.
- [5] Suchánek, Ing.Oldřich. *Vliv Výroby a využití energie na životní prostředí* . Praha : Ústřední informační středisko pro jaderný program, 1981. 0323-1852.
- [6] Jiše, Ing. Jiří. *Mezinárodní energetická ročenka 2009*. ČSTZ, s.r.o. a CONTE spol. s.r.o., 2009.
- [7] W.Thierfelfer. *Ropa-všestraný zdroj*. Bratislava : Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry , 1963.
- [8] Šusta, Dr Ing. Václav. *Zemní plyn Ostravskokarvinského revíru i Pobežkydí a jeho využitkování. Paliva a voda*. 5-6, 1949, XXIX.
- [9] *Suroviné zdroje České republiky*. Ministerstvo životního prostředí, 2009.
- [10] Sekanina, Zbyněk. *Historie a současnost těžby ropyna jižní Moravě*. 2009. Bakalářská práce na Univerzitě Palackého v Olomouci Přírodovědecká fakulta. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Tatiana Mintálová,Ph.D.
- [11] Zedníčková, Petra. *Neenergetické využití lignitu*. 2008. Bakalářská práce na VUT. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miloslav Pekar, CSc.
- [12] Toulky po Čechách, Moravě, Slezsku i zahraničí. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.toulykypocechach.com>.
- [13] Mikulášková, Barbora. *Lignit-struktura,vlastnosti a použití*. [Online] 1997. [Citace: 13. 5 2011.] [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997\\_03\\_160-168.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1997_03_160-168.pdf).
- [14] Jakub Jirásek, Martin Sivek, Petr Láznička. *Ložiska Nerostů*. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/index.html>.
- [15] Severočeské doly a.s. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.sdas.cz/>.
- [16] *Czech Coal*. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.czechcoal.cz/>.
- [17] Sokolovská uhelná. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.suas.cz/>.
- [18] UVR Mníšek pod Brdy a.s. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.uvr.cz>.

- [19] OKD. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.okd.cz/>.
- [20] ČTK. Černého uhlí do ČR dováží stále více. *Deník.cz*. [Online] 13. 5 2011. <http://www.denik.cz/>.
- [21] Ekologické centrum most. [Online] 11. 5 2011. <http://www.ecmost.cz/>.
- [22] EnergoWorld. [Online] 13. 5 2011. <http://scienceworld.cz>.
- [23] Petroleum. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.petroleum.cz>.
- [24] Blažek J., Rábl V. Základy zpracování a využití ropy. *Vydavatelství*. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://vydavatelstvi.vscht.cz>.
- [25] Ropa. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.komoropa.wbs.cz/>.
- [26] Český statistický úřad. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.miniscitani.cz>.
- [27] MND. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.mnd.cz/>.
- [28] UNIGEO a.s. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.unigeo.cz/>.
- [29] Česká rafinérská. [Online] [Citace: 5. 13 2011.] <http://www.ceskarafinerska.cz>.
- [30] PARAMO. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.paramo.cz>.
- [31] Zemní plyn. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.zemniplyn.cz>.
- [32] GrenGas. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.dpb.cz>.
- [33] Energetický regulační úřad. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.eru.cz>.
- [34] Zaplatílek, Ing. Jan. Pro-Energi. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.pro-energy.cz/clanky2/4.pdf>.
- [35] Brom, Jakub. Jakub Brom. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.jbrom.wz.cz/>.
- [36] AutoPeriskop. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://www.periskop.cz/cz/clanky/mladsi-prvohory/>.
- [37] Vzdělávací centrum geovědních disciplín pro učitele základních a středních škol. [Online] [Citace: 13. 5 2011.] <http://kurz.geologie.sci.muni.cz/>.
- [38] Beránek, Jan. *Analýza vyšších uhlovodíků v zemním plynu*. Praha 6 :.Semestrální projekt na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze. Školitel: Ing. Ondřej Prokeš, Ph.D.
- [39] Skupina ČEZ. [Online] [Citace: 14. 5 2011.] [http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/zempl\\_4.html](http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/zempl_4.html).

[40] *TZBinfo*. [Online] [Citace: 23. 5 2011.] <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/89-slozeni-zemnich-plynu>.

## Seznam grafů a obrázků

Obr.1. Biomasa Karbonu [36]	14
Obr.2. Rašelina[14]	15
Obr.3. Lignit[14]	15
Obr.4. Hnědé uhlí[14]	16
Obr.5. Černé uhlí[14]	16
Obr.6. Antracit[14]	16
Tab.1. Přehled základních vlastností fosilních paliv uhelné řady [3]	17
Obr.7. Ložiska fosilních paliv uhelné řady v ČR[14]	18
Obr.8. Graf těžby hnědého uhlí v ČR od roku 1990 až do 2008 [6]	19
Obr.9. Graf těžby černého uhlí v ČR od roku 1990 do 2008 [6]	20
Obr.10. Graf vývozu a dovozu hnědého uhlí z a do ČR od roku 2004 až do roku 2008[9]	21
Obr.11. Graf vývozu a dovozu hnědého uhlí z a do ČR od roku 2004 až do roku 2008[9]	21
Obr.12. Graf historie těžby hnědého uhlí v ČR od roku 1876 až do roku 1990[6]	22
Obr.13. Graf historie těžby černého uhlí v ČR od roku 1876 až do roku 1990[6]	22
Obr.14. Fytoplankton [22]	23
Obr.15. Zooplankton[22]	23
Obr.16. Schema geologické pasti [37]	23
Obr.17. Ropa[14]	24
Obr.18. Dehtové písky[14]	25
Obr.19. Roponosná břidlice [14]	25
Obr.20. Ložiska ropy v ČR[14]	26
Obr.21. Graf těžby ropy v ČR od roku 1990 až do roku 2008 [6,9]	27
Obr.22. Mapa ropovodů v Evropě[34]	27
Obr.23. Graf dovozu ropy do ČR od roku 2005 až do roku 2010[26]	28
Obr.24. Graf vývozu ropy z ČR od roku 2005 až do roku 2010[26]	28
Obr.25. Těžba ropy v ČR od jejich počátků až do roku 1989[10]	29
Tab.2. Porovnání zemních podle složení [40]	30
Obr.26. Hydrát metanu [14]	31
Obr.27. Ložiska zemního plynu v ČR [14]	32
Obr.28. Těžba zemního plynu v ČR od roku 1990 až do 2008[6]	32
Obr.29. Soustava plynovodů v ČR[31]	33
Obr.30. Vývoz a dovoz zemního plynu do ČR od 2004 až do roku 2008[9]	33