

Masarykova univerzita
Ekonomicko-správní fakulta

Studijní obor: Regionální rozvoj a správa



ZEMNÍ PLYN VE SVĚTĚ: TĚŽBA A PERSPEKTIVY

Natural gas in the world: mining and prospects

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
RNDr. Josef KUNC, Ph.D.

Autor:
Jan SLAVÍK

Brno, 2014

Jméno a příjmení autora: Jan Slavík
Název diplomové práce: Zemní plyn ve světě: těžba a perspektivy
Název práce v angličtině: Natural gas in the world: mining and prospects
Katedra: regionální ekonomie a správy
Vedoucí diplomové práce: RNDr. Josef Kunc, Ph.D.
Rok obhajoby: 2014

Anotace

Předmětem bakalářské práce „Zemní plyn ve světě: těžba a perspektivy“ je analýza současného stavu světové těžby a zásob zemního plynu. První část je zaměřena zejména na vysvětlení teorie a popsání základních informací o zemním plynu a jeho těžbě. V druhé části analyzuji aktuální data o těžbě a zásobách zemního plynu, která následně prezentuji a vysvětluji jejich příčiny. Poslední část se zaměřuje na predikce budoucího vývoje zemního plynu, zejména využitelnosti, spotřeby a zásob.

Annotation

The goal of the submitted thesis: “Natural gas in the world: mining and prospects” is to analyze the current state of world mining and reserves of natural gas. The first part is concentrated mainly on the theory explanation and describing the basic information about natural gas and its production. In the second part I analyze current natural gas mining and reserves data which then I present and explain their purposes. The final part is focused on the predictions of the future natural gas development, particularly its usability, consumption and reserves.

Klíčová slova

Zemní plyn, svět, globální energetický problém, zásoby, těžba, historie, perspektivy

Keywords

Natural gas, world, global energy problem, reserves, mining, history, prospects

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci *Zemní plyn ve světě: těžba a perspektivy* vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Josefa Kunce, Ph.D. a uvedl v ní všechny použité literární a jiné odborné zdroje v souladu s právními předpisy, vnitřními předpisy Masarykovy univerzity a vnitřními akty řízení Masarykovy univerzity a Ekonomicko-správní fakulty MU.

V Brně dne 29. dubna 2014

vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval RNDr. Josefu Kuncovi, Ph.D za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce, zejména poté za jeho trpělivost a vstřícnost. Práce vznikla v kontextu řešení projektu Energetika v krajině: inovace, dynamizace a internacionalizace výzkumu. OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost (ESF OP CZ.1.07/2.3.00/20.0025).

OBSAH

ÚVOD	7
1 METODIKA PRÁCE A ZDROJE DAT	8
2 GLOBÁLNÍ ENERGETICKÝ PROBLÉM	9
2.1 KLASIFIKACE ZDROJŮ ENERGIÍ	10
2.2 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU A MOŽNÁ ŘEŠENÍ ENERGETICKÉHO PROBLÉMU	11
3 TĚŽBA A DISTRIBUCE ZEMNÍHO PLYNU	12
3.1 ZEMNÍ PLYN JAKO ENERGETICKÁ A CHEMICKÁ SUROVINA	12
3.1.1 Klasifikace a složení	12
3.1.2 Druhy	12
3.1.3 Vznik a výskyt	13
3.1.4 Ložiska a způsoby těžby zemního plynu	14
3.1.5 Vlastnosti	17
3.1.6 Historie těžby a spotřeby zemního plynu	18
3.2 ZPŮSOBY PŘEPRAVY	19
3.3 VÝZNAMNÉ OBLASTI TĚŽBY VE SVĚTĚ	21
3.3.1 Severní Amerika	22
3.3.2 SNS a Turkmenistán	23
3.3.3 Střední Východ	24
3.3.4 Jihovýchodní Asie, Austrálie	25
3.3.5 EU a Norsko	26
4 ZÁSObY ZEMNÍHO PLYNU A JEJICH SPOTŘEBA	28
4.1 KLASIFIKACE ZÁSOb ZEMNÍHO PLYNU	28
4.2 VÝVOJ A SOUČASNÝ STAV ZÁSOb ZEMNÍHO PLYNU	28
4.3 POROVNÁNÍ ZÁSOb A SPOTŘEBY ZEMNÍHO PLYNU	30
4.4 MEZINÁRODNÍ OBCHOD SE ZEMNÍM PLYNEM	31
5 VYUŽITELNOST ZEMNÍHO PLYNU	34
5.1 VYUŽITELNOST V DOMÁCNOSTECH	34
5.2 VYUŽITELNOST V DOPRAVĚ	34
5.2.1 CNG (Compressed natural Gas)	34
5.3 BUDOUCÍ VÝVOJ VYUŽITELNOSTI	37
6 PŘÍRODNÍ ZDROJE V SOUVISLOSTI S MOCENSKÝM SOUPEŘENÍM STÁTŮ	39
6.1 VYBRANÉ KONFLIKTY O SUROVINOVÉ ZDROJE A PROBLÉMOVÉ OBLASTI	39
6.2 POLITIKA RUSKA V KONTEXTU S JEJICH ZÁSObAMI ZEMNÍHO PLYNU A ROPY	41
7 BUDOUCÍ VÝVOJ ZEMNÍHO PLYNU A JEHO PERSPEKTIVY	43
7.1 POROVNÁNÍ ZÁSOb PRIMÁRNÍCH ZDROJŮ	43
7.1.1 Statistická životnost primárních zdrojů energií	43
7.2 PERSPEKTIVY A PROGNÓZY SPOTŘEBY ENERGIÍ	44
ZÁVĚR	46
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	48
SEZNAM TABULEK	50
SEZNAM OBRÁZKŮ	51

ÚVOD

Se současným rozvojem světa se i významně zvětšuje spotřeba energií. Mnozí se ovšem obávají nedostatku jejich zdrojů, jelikož spotřeba roste příliš rychle a energetických zdrojů rychle ubývá. Při současné těžbě fosilních paliv lze očekávat, že v horizontu 200 až 600 let dojde k jejich úplnému vyčerpání, proto je nutné zaměřit se na efektivní využívání perspektivních zdrojů.

Předložená práce je zaměřena na zemní plyn, jelikož se domnívám, že právě zemní plyn je perspektivní komoditou, jež se v budoucnu ještě rozšíří a bude hrát dominantní roli nejenom v energetice. Otázkou zda je nutné se v budoucnu obávat nedostatku energií, případně jaké jsou alternativy k současným nejrozšířenějším zdrojům, se v práci věnuje druhá kapitola.

Třetí kapitola je zaměřena na těžbu a způsoby přepravy plynu. Kromě teoretických poznatků o zemním plynu, jeho těžbě a způsobech distribuce je tato kapitola zaměřena primárně na lokalizaci těžby, přičemž jsou zde uvedeny pouze ekonomicky významné oblasti a perspektivní lokality.

Následující kapitola primárně analyzuje současné zásoby zemního plynu a jejich vývoj, což je poté porovnáváno s celosvětovou spotřebou. Jedním z důvodů je poukázat na nerovnoměrné rozložení zásob v kontrastu se spotřebou. Je zde uveden i obchod se zemním plynem, kde jsou zmíněni největší světoví importéři a exportéři a nejvýznamnější obchodní trasy.

Využitelnost zemního plynu je rozebrána v páté kapitole, která se opět soustředí nejenom na zhodnocení současné využitelnosti, ale také na možnosti budoucího vývoje. Podstatná část této kapitoly je zaměřena na využívání CNG v dopravě. Konkrétně na CNG se soustředí ze dvou důvodů, prvním je, že předpokládám velký potenciál ve využívání plynu v odvětví dopravy, a to právě v podobě stlačeného zemního plynu. Druhým důvodem je, že mám osobní zkušenost s touto problematikou, jelikož již třetím rokem provozuji vůz jezdící na CNG.

Předposlední kapitola s názvem Přírodní zdroje v souvislosti s mocenským soupeřením států se snaží demonstrovat významnost a moc, kterou představuje držení surovinových zdrojů, konkrétně zemního plynu. Tato kapitola částečně vychází ze čtvrté kapitoly, která porovnává zásoby zemního plynu a poukazuje na jejich nerovnoměrné rozložení v kontrastu se spotřebou. Obzvláště se kapitola soustředí na politiku Ruska, které mnohdy zneužívá svého postavení dominantního exportéra plynu k politickým účelům.

Závěrečná kapitola je zaměřena na odhadech budoucího vývoje spotřeby a těžby zemního plynu. V této kapitole je také porovnáván zemní plyn s ostatními energetickými surovinami, zejména fosilními palivy. Hlavní snahou je zjistit, která z nich má největší potenciál a zdůraznit hlavní pozitiva, která má zemní plyn oproti ostatním zdrojům.

Cílem této práce je analyzovat současný stav těžby a perspektivy využití zemního plynu ve světě. Práce se snaží podat podrobný přehled o zemním plynu, přičemž se zaměřuje zejména na jeho využitelnost, těžbu a zásoby. Obsah této problematiky je ovšem tak rozsáhlý, že nebylo možné věnovat se všem jejím oblastem, proto zde například není uvedena regulace a omezení v souvislosti s těžbou a obchodem se zemním plynem. V druhé řadě se práce snaží zjistit, zda je zemní plyn perspektivním zdrojem a jaký další vývoj lze v budoucnu očekávat.

1 METODIKA PRÁCE A ZDROJE DAT

První část práce je založena na teoreticko-metodických postupech, především na studiu dostupné odborné literatury a vykreslení základních informací o zemním plynu. Důraz byl kladen nejenom na českou literaturu, ale z velké části i na zahraniční zdroje. V této části bylo nejčastěji čerpáno z následujících publikací.

- *Natural Gas: A Basic Handbook* (Speight, 2007), která podává obsáhlý přehled o zemním plynu a tudíž mi dala potřebný nadhled a pomohla se v problematice lépe orientovat.
- *Globální problémy světa: v ekonomických souvislostech* (Jeníček a Foltýn, 2010), která mi byla oporou v úvodní části, která se zabývá globálním energetickým problémem.
- *Obnovitelné zdroje energií* (Quaschnig, 2010), kde bylo možné získat informace o ekologických dopadech na životní prostředí a zejména o využitelnosti zemního plynu.

Odborné informace o těžbě a zemním plynu jako chemické a energetické surovině mi poskytly publikace *Těžba ropy, zemního plynu a vody* (Gasnárek, 1961), kde bylo možné zjistit především vývoj a způsoby dřívější těžby, a *Zemní plyn - energetická a chemická surovina* (Buryan, 2012), která byla užitečná nejenom díky její komplexnosti a podrobnému zpracování, ale zejména kvůli její aktuálnosti.

Významnější část práce je poté založena na analýze a následném zhodnocení současného stavu zásob a těžby zemního plynu, z čehož jsou poté vyvozeny možné perspektivy a odhady budoucího vývoje zemního plynu. V této části jsem se snažil zejména o aktuálnost a přesnost informací, z toho důvodu zde není tolik knižních zdrojů. Potřebné informace jsem čerpal z odborných článků a statistické údaje zejména ze serveru anglické společnosti British Petroleum (<http://www.bp.com/>), která každý rok vydává publikace s podrobným přehledem nejenom těžby energetických surovin. Dalším významným zdrojem dat byl americký statistický server EIA (<http://www.eia.gov/>), který je zaměřen zejména na USA, nicméně je zde možné najít i celosvětová data. Většina dat v této části je z roku 2012, jelikož publikace, ve kterých se statistiky nacházejí, vždy hodnotí rok předchozí a v době kdy práci píši, ještě nevyšly přehledy pro rok 2014. Jelikož jsem pracoval s různými, nejenom evropskými zdroji, bylo nutné stanovit si jasně dané jednotky, ve kterých budu statistiky uvádět. Všechny jednotky jsou převáděny do dlouhé desítkové soustavy a metrického systému, která je běžně používána v ČR. Důvod proč bylo nutné jednotky převádět je, že většina zdrojů ze kterých jsem čerpal, byla v angličtině, která využívá krátkou desítkovou soustavu, nebo byly ze zdrojů, kde se nevyužívá metrický systém. Přehledné informace jsem získal i ze stránek plynárenské společnosti RWE (<http://www.rwe.cz/>), která se zaměřuje i na rozšíření zemního plynu v dopravě (<http://www.cng.cz/>), čehož jsem hojně využil v podkapitole Využitelnost zemního plynu v dopravě, kde jsem se zaměřil na právě na CNG. I když se práce zaměřuje především na světová data a jejich následnou komparaci, určitá část zkoumá a porovnává i české prostředí.

Ke zpracování bakalářské práce byly použity metody sběru dat a informací z literatury a internetových serverů a jejich následná analýza, třídění, klasifikace a komparace. Většina výstupů byla poté graficky zpracována, kde bylo následně využito metod hodnocení, syntézy poznatků a v neposlední řadě také predikcí.

2 GLOBÁLNÍ ENERGETICKÝ PROBLÉM

Zhruba od 70. let 20. století se prosazují pojmy globalismus a globální problémy. Na globalismus lze nahlížet ze tří různých pohledů. Hyperglobalistický, který tvrdí, že jednotlivé státy jsou obklopeny mezinárodní sítí obchodu, produkce a financí a tuto skutečnost považuje, vzhledem k růstu ekonomického blahobytu, za pozitivní. Skeptický pohled je přesně opačný, odsuzuje mezinárodní obchod a tržní prostředí bez zásahu státu. „Transformacionalisté“ zase věří, že globalizace je dlouhodobý historický proces, který má pozitivní i negativní důsledky. Globální problémy jsou potom takové problémy, které ovlivňují celý svět, především život a kvalitu života, a není možné je řešit pouze na lokální úrovni. Tyto problémy nebo také globální hrozby či výzvy, mají nejčastěji ekonomický charakter, ale není to podmínkou, existují i problémy s mimoekonomickou dimenzí, případně smíšené. V posledních letech lze pozorovat velký nárůst interdependence a to ne jenom mezi jednotlivými státy, ale i ostatními ekonomicko-sociálními subjekty, tento trend zapříčiňuje, že problémů na celosvětové úrovni přibývá a jejich významnost stoupá (Mackinnon a Cumbers, 2011).

Jeníček a Foltýn (2010) klasifikují *globální problémy* do tří velkých skupin:

- a) **Intersociální** – problémy spojené se vzájemným působením ekonomických a společensko-sociálních systémů a celosvětového soužití lidstva. Patří sem světové války a konflikty, sociální a ekonomické rozdíly, zadluženost apod.
- b) **Antroposociální** - komplexní skupina zahrnující problémy sociální, kulturní a humanitně-etické povahy. Především nedostatky ve vývoji člověka ve vztahu k životním a společenským podmínkám, ve kterých žije. Jako příklad zde lze uvést nerovný přístup ke vzdělání, zdravotní péči, bydlení, kultuře nebo lidským právům. Na tuto kategorii lze nahlížet i jako na jeden celistvý problém, označovaný jako tzv. problém budoucnosti člověka.
- c) **Přírodně-sociální** – Tato kategorie bere zřetel na fakt, že člověk žije ve vazbě k biosféře, ekosféře a obecně přírodě jako takové. Zkoumá vzájemné vazby a především jejich harmonizaci. Tyto problémy umocňuje zejména konzumní styl života, který se v současné době vyskytuje čím dál častěji a bezohlednost člověka ve vztahu k biosféře. Spadá sem energetický a surovinový problém, dále ekologický, populační a potravinový (nutriční).

Jednotlivé problémy se navzájem prolínají, je zde patrná souvislost a do jisté míry i závislost mezi nimi a to i z časového hlediska, proto bylo nutné uvést alespoň jejich základní přehled.

Potřeba a tudíž i spotřeba energií rapidně stoupá a je tedy nutné efektivně využívat přírodních zdrojů, popřípadě hledat a využívat zdroje alternativní. Výrazný růst světové populace zapříčiňuje stále větší potřeby a požadavky na surovinové zdroje, jejichž spotřeba narůstá exponenciálně. Nicméně tyto zdroje nejsou neomezené a jejich zásob spolu s možnými oblastmi těžby ubývá. Člověk je v dnešní době naprosto závislý na energiích a v mnohých případech dochází i k velkému plýtvání energiemi. Zpravidla platí, že vyspělejší státy mají větší energetickou spotřebu, nicméně v posledních letech je evidentní snaha vytvářet technologie, které potřebu energií snižují. Právě z těchto důvodů bývá energetický problém zařazen ke stěžejním problémům lidstva. Negativní aspekty tohoto problému ještě rozšiřuje fakt, že při těžbě, zpracování, ale i například při spotřebě energií zpravidla dochází ke znečišťování životního prostředí, lze tedy říci, že do jisté míry má tento pojem i environmentální rozměr. Nutno také dodat, že znečišťování prostředí má i dopad na kvalitu života a střední délku života (Heinberg, 2010).

2.1 Klasifikace zdrojů energií

Zdroje lze klasifikovat dle dvou hlavních kritérií. První možné dělení je dle formy, ve které se vyskytují.

- **Primární** jsou ty zdroje, které je možné nalézt v přírodě v původní formě (fosilní paliva, voda ve formě tekutiny)
- **Sekundární** zdroje jsou pak ty, které byly člověkem přeměněny nebo nějak upraveny za účelem lepší využitelnosti (koks). Dále za sekundární zdroje lze považovat ty, které vznikají jako odpadní látky při výrobě nebo těžbě jiných surovin. Jako příklad lze uvést dřevěné piliny.

Další způsob jak lze energetické zdroje dělit, je podle jejich vyčerpatelnosti.

- **Neobnovitelné** zdroje nelze využívat neomezeně a spotřeba je závislá především na jejich přírodních zásobách, které ve většině případů velmi rychle klesají. Řadíme sem všechna fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn) a také jaderná paliva jako je například uran.
- **Obnovitelné** zdroje jsou závislé na přírodních podmínkách, nicméně za předpokladu, že tyto podmínky jsou příznivé, je jejich využívání prakticky neomezené. Patří sem sluneční, vodní, větrná a geotermální energie nebo také energie biomasy (Jeníček a Foltýn, 2010).

Tabulka 1: Klasifikace zdrojů energií

Primární energetické zdroje		Sekundární energetické zdroje	
Obnovitelné	Neobnovitelné	Obnovitelné	Neobnovitelné
Sluneční energie (přímá i nepřímá)	Fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn, rašelina)	Biomasa (dřevěný odpad, kůra, etanol, metanol, biologický metan)	Elektrická energie
Vítr	Jaderné zdroje (Uran, Thorium, Lithium, Beryllium, Deuterium)		Jaderné zdroje (Plutonium, Tritium)
Vodní zdroje (řeky, moře, oceány)			Fosilní paliva na uhelné bázi (koks, brikety, generátorový plyn, svítíplyn, vodní plyn)
Geotermální energie (využití zemského tepla)			Fosilní paliva na ropné bázi (benzin, nafta, petrolej, LNG, LPG, propan, butan, ropný koks, kerosin, topné oleje)
Biomasa (dřevo)			

Zdroj: JENÍČEK, Vladimír a Jaroslav FOLTÝN. *Globální problémy světa: v ekonomických souvislostech*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2010, s. 182-183 ISBN 978-80-7400-326-4.; vlastní zpracování

2.2 Zhodnocení současného stavu a možná řešení energetického problému

Vyřešit energetický problém není snadné a úplné odstranění nejspíš, není ani možné, alespoň v krátkém období ne. Nelze očekávat, že by se trend v podobě hospodářského rozvoje světa a růstu populace zastavil nebo dokonce otočil a s ním i trend spotřeby energií. Proto je nutné zaměřit se především na efektivní nakládání s dostupnými zdroji a vývoj úsporných technologií, které umožní tuto spotřebu snížit, při zachování stejného užitku z ní plynoucího. Ideálně však nalézt nebo vyvinout účinný a ekologicky šetrný zdroj energie.

Jedním z řešení tedy mohou být obnovitelné zdroje energií, nicméně většina těchto zdrojů nedokáže plně nahradit fosilní paliva. Jedním z důvodů je již zmíněná závislost na přírodních podmínkách, které jsou zpravidla proměnlivé, a druhým důvodem je, že objem získané energie je menší, než tomu je u fosilních paliv. Nutno, ale říci, že obnovitelné zdroje mají svůj potenciál, který je využíván mnohem méně, než by bylo vhodné, což je možná způsobeno i nedostatečnou informovaností veřejnosti. Podíl obnovitelných zdrojů na celkové produkci primární energie představuje zhruba 14 %. I když v současné době nepředstavují konečné řešení, jejich možnosti se rozrůstají a je možné, že vlivem nových technologií v budoucnosti konečné řešení představovat budou (Jeníček a Foltýn, 2010).

Musil (2009) ovšem nesouhlasí s názorem, že energetické zdroje jsou neměnnou kategorií, tudíž že představují něco, co bylo lidstvu dáno přírodou a proto mají konečný konstantní rozměr. Nemyslí si, že by byl energetický problém až tak kritickou hrozbou, že by v budoucnu mohlo dojít k úplnému vyčerpání energetických zdrojů. Z tohoto důvodu také raději upřednostňuje označení globální energetická výzva před globálním energetickým problémem. Názory zastánců vyčerpatelnosti energetických zdrojů vyvrací primárně skutečnostmi, že nerozlišují pojmy přírodní zdroje a ekonomické zdroje, podceňují roli cenového mechanismu a faktor technologického pokroku. Přírodní zdroje chápe jako ty zdroje, které se nezávisle na člověku vyskytují v přírodě. Ten se poté může, ale nemusí stát zdrojem ekonomickým. Tím se stává ve chvíli, kdy začne být využíván člověkem při daných technologiích a cenách. Proto je jasné, že přírodní zdroje jsou sice, až na několik výjimek, vyčerpatelné, ale zdroje ekonomické nikoliv. Ty jsou limitované pouze lidským kapitálem¹ člověka. I když jsou ropa a zemní plyn zdánlivě vyčerpatelné zdroje, to kdy a zda vůbec je lidstvo plně vyčerpá, závisí především na úrovni lidského poznání. Čím efektivněji jsme schopni tyto suroviny nejen získávat, ale i využívat, tím déle vydrží. To platí pro většinu zdrojů v obecném měřítku.

Z tohoto důvodu je možné se domnívat, že energetický problém netkví v nedostatku zdrojů, ale spíše v jejich nerovnoměrném geografickém rozložení, které je v nesouladu se světovou energetickou spotřebou a neefektivním nakládáním s jejich rezervami. Tato energetická závislost světa na významných exportérech je nejvýraznější u ropy a zemního plynu. Může a zpravidla také způsobuje ekonomickou i politickou nestabilitu. Obzvlášť, když většina jejich dodavatelů je z nevyzpytatelného Středního východu nebo Ruska (Quaschnig, 2010).

¹ Soubor znalostí, schopností a dovedností člověka

3 TĚŽBA A DISTRIBUCE ZEMNÍHO PLYNU

3.1 Zemní plyn jako energetická a chemická surovina

3.1.1 Klasifikace a složení

Zemní plyn patří mezi tzv. přírodní plyny, které se vyskytují volně v přírodě. V energetice je spolu s ropou a uhlím označován jako fosilní palivo. Není tvořen pouze jedním druhem plynu, ale směsí uhlovodíků, obsahujících 1 až 5 uhlíků, v krajním případě až 14 uhlíků. Tyto uhlíky se nejčastěji vyskytují v pórovitých geologických útvech. Složení se liší podle naleziště, nicméně ve složení zemního plynu převažuje metan, který je zde zastoupen až z 98 %. Metan se řadí mezi alkany, stejně jako etan, propan, butan a vyšší uhlovodíky, které lze ve složení zemního plynu, v podstatně nižší koncentraci, také najít (přibližně 1,16 %). Z energetického hlediska platí, že čím více metanu zemní plyn obsahuje, tím je kvalitnější. Z nehořlavých plynů se zde především vyskytují dusík (přibližně 0,79 %) a oxid uhličitý (přibližně 0,05 %). Z geochemického hlediska je zemní plyn zařazován mezi organické horniny, tzv. biolity. Konkrétně hořlavé organické horniny, které se v některých případech dělí i podle skupenství. V tomto případě je zemní plyn klasifikován jako hořlavá plynná hornina. Některé literatury uvádějí i zařazení plynu mezi pravé bitumeny, tj. horniny, které jsou rozpustné v organických rozpouštědlech (Buryan, 2012).

Tabulka 2: Obvyklé složení zemního plynu

metan (CH ₄)	98,0 %
vyšší uhlovodíky	1,16 %
dusík (N ₂)	0,79 %
oxid uhličitý (CO ₂)	0,05 %
síra (S)	0,20 mg/m ³

Zdroj: <http://www.rwe.cz/cs/ozemnimplynu/zemni-plyn/>; vlastní zpracování

3.1.2 Druhy

Dle počtu uhlíků ve výše jmenovaných alkanech se poté zemní plyn dělí na:

- **suchý (chudý)**, který má 1 až 3 uhlíky v molekule a může být spjatý s uhlí, vyskytuje se hlavně v USA a v Rusku v pánvích doněcké, pečorské a kuzněcké.
- **mokrý (bohatý)**, který má více než 3 uhlíky v molekule a je spjatý s ropou. Proto v jeho produkci dominují země, které vyvážejí nejvíce ropy. Těmito státy jsou Rusko, státy Perského zálivu (zejména Katar) a USA (Ďurica, 2010).

Buryan (2012) kromě již zmíněných dělení, přidává ještě klasifikaci ložisek zemního plynu. Podobně jak tomu je u energetických zdrojů obecně, uvádí primární a sekundární ložiska.

- **primární** ložiska jsou ta, která se nachází v místech, kde plyn v minulosti vznikl.
- **sekundární** ložiska, jsou poté ta, která zachytila plyn, který migroval z původního místa vzniku. Je tedy zřejmé, že v sekundárních ložiskách se vyskytuje nejčastěji samostatný plyn bez ropy.

Speight (2007) dělí zemní plyn ještě obecněji a to na konvenční a nekonvenční. Toto rozdělení se rozšířilo zejména v posledních čtyřech letech, z důvodu častější těžby nekonvenčních zdrojů.

- **Konvenční plyn** je běžně těžený zemní plyn, jehož ložiska jsou relativně snadno dostupná. Z toho důvodu je i jeho těžba snadnější a vyžaduje méně náročné technologie. Konvenční zemní plyn lze dále dělit podle toho, zda se vyskytuje spolu s ropou nebo samostatně.
 - **Samostatně se vyskytující (*non-associated*)**, kdy v ložisku není ropa, ale pouze metan a další plyny, případně spodní voda, která ovšem není ve styku s plynem. Právě z tohoto důvodu se často označuje jako *suchý* plyn. Výhodou suchého plynu je, že se snadněji upravuje a před transportem není potřeba provádět odvodnění.
 - **Ropný zemní plyn (*associated*)** je spjatý s ropou. Nachází se buď přímo smísený s ropou, nebo v ložisku, které obsahuje kromě plynu i vrstvu nafty. Proto bývá označován také jako *mokrý* plyn. Ať už je plyn rozpuštěn přímo v ropě nebo je pouze ve styku s ní, musí být oddělen od vody a ropy, k čemuž slouží tzv. separátory.
- **Nekonvenční plyn** se nachází v geologicky členitém a tudíž hůře dostupném prostředí. V minulosti byly těženy především konvenční suroviny, což vedlo k částečnému vytěžení jejich zdrojů. Právě proto se dnes rozšiřuje těžba nekonvenčního zemního plynu, která v minulosti nebyla možná.
 - **Karbonský plyn (*coal – bed methane*)**, někdy také označovaný jako uhelný metan, se vyskytuje v oblastech uhelných ložisek a uvolňuje se při těžbě uhlí. Karbonský plyn je zpravidla velmi čistý a není potřeba jej složitě chemicky upravovat nebo od něj oddělovat vodu a škodlivé látky (Buryan, 2012).
 - **Břidlicový plyn (*shale gas*)** se nachází hluboko pod povrchem a je uvězněn v nepropustných horninách, zejména břidlicích. Břidlice se často nachází v podloží klasických ložisek plynu, nicméně díky jejich nepropustnosti, je složitější vytěžit z nich plyn. Kromě břidlic se může metan nacházet i v dalších nepropustných horninách jako jsou například *písky (*tight gas*)* (Speight, 2007).
 - **Hydráty metanu** vznikají z organického materiálu, na který působí tlak usazenin, které ho zakrývají. Nacházejí se hlavně v příbřežních oblastech při ústích řek. Významné zásoby lze najít také v Kanadě a na Sibiři, kde se nacházejí v podloží permafrostu. Celkové zásoby se odhadují na 21 bilionů m³ (Đurica, 2010).

3.1.3 Vznik a výskyt

Existuje několik teorií o vzniku zemního plynu, ta nejznámější a zároveň nejpravděpodobnější je tzv. teorie organická.

- **Organická teorie** předpokládá, že zemní plyn vznikl přeměnou biologického materiálu, jako jsou odumřelá těla rostlin a živočichů. Tento organický materiál byl nejdříve pokryt bahnem a půdou, která se v průběhu let přeměnila na pevný povrch. Tlak a do jisté míry i vysoká teplota, přeměnily většinu organických látek pod zemským povrchem v ropu, uhlí nebo zemní plyn. Proces přeměny začal již v období prvohor a trval několik tisíc let. Přeměna neprobíhala jenom na souši, ale také na dnech oceánů a moří. Vědci dokonce odhadují, že na dnech moří došlo, vlivem pohybu vody, k usazování biologického materiálu dříve než na souši. Obecně lze říci, že čím hlouběji pod zemským povrchem se organické složky usadily, tím pravděpodobněji došlo ke vzniku plynu, jelikož čím blíže zemskému jádru se nachází, tím větší teplota na ně působí (Mokhatab a kol., 2006).

Tabulka 3: Chronologický přehled organické teorie

Doba, před kterou se konkrétní událost stala	Událost
400 až 300 milionů let	Drobná těla mořských živočichů a rostlin se usadila na dně a postupem času byla pokryta pískem a dalšími naplaveninami. To stejné se později stalo i s pozůstatky suchozemských živočichů a rostlin
300 až 100 milionů let	Organické pozůstatky se začaly přeměňovat pomocí jednoduchých chemických reakcí.
100 až 50 milionů let	Již částečně přetvořený biologický materiál se začal dostávat hlouběji pod zemský povrch, kde se zvyšoval tlak a teplota na něj působící.
50 až 1 milion let	Došlo k finální chemické reakci, která dala za vznik metanu a dalším uhlovodíkovým surovinám, které zde volně putovaly, dokud nebyly zachyceny v ropných pastích.

Zdroj: Speight (2007); vlastní zpracování

- **Teorie biogeneze** vychází ze stejného základu, nicméně předpokládá, že metan vznikl v mělkých oblastech pod zemským povrchem, kde docházelo k chemickému zpracování odumřelých těl rostlin a živočichů mikroorganismy. Tím docházelo k uvolňování metanu a postupnému smísení s dalšími látkami. Takto vzniklý plyn, označován jako biogenní metan (zemní plyn), z velké části uniká do atmosféry. Za určitých podmínek se ovšem může zachytit pod povrchem, kde tak vznikne ložisko, které je snadné nalézt a vytěžit. Typickým příkladem biogenního metanu je skládkový plyn (Mokhatab a kol., 2006).

- **Anorganická teorie** na rozdíl od předchozích nepředpokládá, podíl organických složek na vzniku zemního plynu. Tvrdí, že metan vznikal chemickými reakcemi, které probíhají při procesu tuhnutí magmatu. Takto vzniklý zemní plyn se obvykle nachází v místech, kde je velice složitý přístup, proto jsou tyto zásoby z pohledu těžby nevýznamné (Speight, 2007).

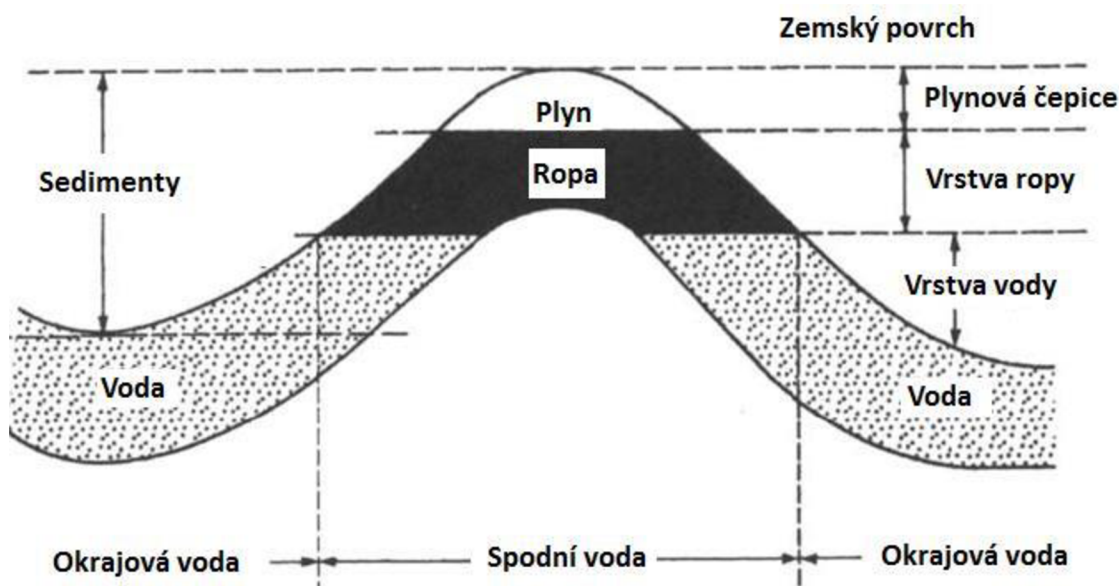
- **Abiogenetická hypotéza** je nejmladší teorií. Velmi hluboko pod zemskou kůrou se vyskytují plyny bohaté na vodík, které se postupem času uvolňují a stoupají směrem k povrchu. Během pohybu může za nedostatku kyslíku docházet ke vzájemným katalytickým reakcím s minerálními látkami, díky kterým může dojít ke vzniku plynů, které se běžně vyskytují v atmosféře (např. dusík, kyslík, oxid uhličitý nebo argon). Za předpokladu, že na takto vzniklé plyny působí dostatečný tlak, může dojít ke vzniku zemního plynu (Speight, 2007).

3.1.4 Ložiska a způsoby těžby zemního plynu

I když existuje několik teorií o vzniku zemního plynu, všechny se shodují, že vznikal pod zemským povrchem. Díky své nízké hustotě zde volně migroval, dokud nebyl zachycen v tzv. pasti nebo dokud se nedostal na povrch a unikl do atmosféry. Pasti jsou místa, kde se nachází porézní horniny, které jsou v nadloží a po stranách utěsněny nepropustným materiálem, nejčastěji pískovcem, vápencem a dolomity. Právě v těchto geologických formacích označovaných jako ložiska je možné najít zásoby strategických surovin. Velikost ložisek se různí, dostupné literatury uvádějí hodnoty od několika set metrů po desítky kilometrů na šířku a desítky až stovky metrů do hloubky. Pasti mají nejčastěji konkávní tvar, který napomáhá k lepšímu zachycení plynu. Spolu s metanem v ložiskách obvykle uvízne i ropa a voda. Lokalizace těchto surovin vychází z jejich hustot. Zemní plyn je proto na vrcholu a tvoří tzv. plynovou čepici, pod ním se nachází vrstva ropy a na dně je voda. Naftový zemní

plyn potom může být rozpuštěn přímo v naftě. Pokud je ložisko pouze plynové, nevyskytuje se zde střední vrstva v podobě ropy, nicméně zbylé složení zůstává stejné (Bienik, 1982).

Obrázek 1: Schéma ložiska plynu a nafty



Zdroj: Speight (2007); vlastní úpravy

Způsoby těžby se liší podle druhu plynu a podle hloubky ve které je uložen. Pro efektivní těžbu je nutná schopnost odhadnout množství zásob v ložisku a znát fyzikální vlastnosti hornin a ložiska jako celku, což je podstatné i z bezpečnostních důvodů. K těmto vlastnostem patří pórovitost, nasycenost naftou, ložiskový tlak, teplota a fyzikální vlastnosti nafty, plynu a jejich vzájemné působení na vytěžitelnost ložiska. Celková pórovitost ložiska se pohybuje v rozmezí 10 až 40 % v ojedinělých případech 5 až 10 %. Po průzkumech a hledání potenciálních lokalit těžby se nejdříve provede *průzkumný vrt*. Pokud potvrdí, že se v dané lokalitě vyskytuje průmyslově významné množství plynu, provede se *delimitační vrt*, jehož účelem je ohraničení místa těžby. K vytěžení plynu je poté nutné provést *těžební vrt* přímo do pórovité vrstvy ložiska (Buryan, 2012).

Hloubka vrtu závisí na hloubce, ve které se vyskytují zásoby. Běžně těžená ložiska se nachází v hloubce do 3 km pod povrchem země, nicméně ve větších hloubkách se předpokládají větší zásoby. Právě proto je velmi pravděpodobné, že velká část ložisek zemního plynu ještě nebyla objevena nebo zatím neexistuje technologie, díky které by bylo možné se k hluboko uloženým zásobám dostat. Avšak dochází k neustálému vývoji těžařských technologií, které umožňují efektivnější těžbu a v současné době mnohé společnosti těží v hloubkách 8 km pod zemským povrchem a více. Dříve se těžil především konvenční plyn a to postupně z jednotlivých ložisek a s minimálním počtem sond. Hlavními důvody jsou provozní náklady a regulace odběrů. Od sond, které jsou k ložisku dopraveny hlubinnými vrty, se plyn obvykle dopravuje vysokotlakou sítí plynovodů. Hlavníky sběrné sítě se poté přivádí k předávacím stanicím, kde se reguluje jeho tlak a měří množství, které tudy proteče. Odtud již plyn putuje do dálkovodů nebo dochází k jeho zkapalnění (Gasnárek, 1961).

V poslední době je stále častější těžba nekonvenčních zdrojů zemního plynu a to navzdory tomu, že jejich ložiska jsou mnohem hůře dostupná, což je způsobeno především geologickým reliéfem a větší tvrdostí hornin, které se zde nacházejí. Právě kvůli špatné

propustnosti je i samotná těžba složitější a vyžaduje sofistikovanější technologie. Konkrétně se jedná o směrovatelné horizontální vrty a tzv. frakování, což je hydraulické štěpení. Hydraulické štěpení spočívá v napouštění frakovací směsi do horniny, jejímž účelem je narušení horniny a tudíž také zlepšení propustnosti. Praskliny v hornině způsobí, že plyn, který byl uložený pod ní, začne stoupat k povrchu, kde již je nachystaná těžební jáma, která zemní plyn zachytí. Obsah frakovací směsi je především voda a pevné částičky, které zabraňují opětovnému uzavření prasklin. Toxické látky tvoří pouze 1 % celé směsi (Mokhatab a kol., 2006).

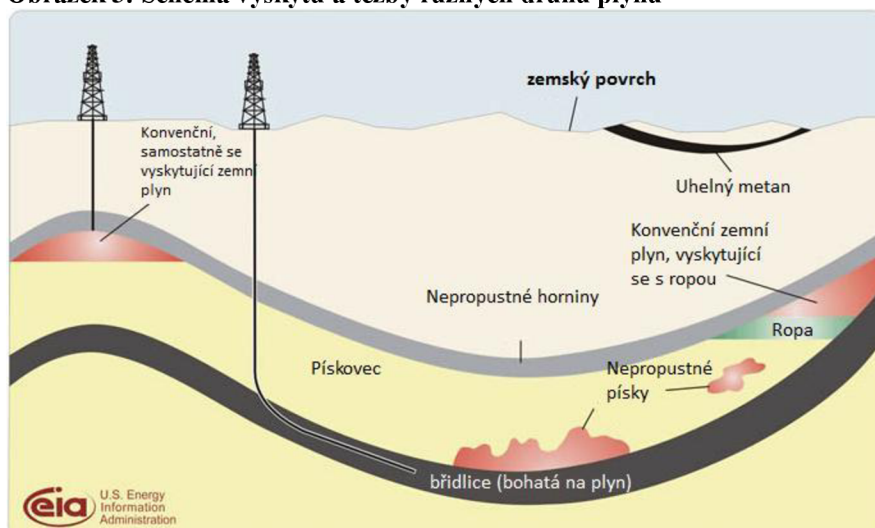
Obrázek 2: Těžební věž na ropu a zemní plyn



Zdroj: <http://www.petrol.cz/aktuality/archiv/2012/27/plyn-komodita-a-investice-budoucnosti-1043.aspx>

Z důvodů hospodárnosti se často spolu s těžbou provádí i základní úpravy, především se jedná o degazolinaci. Degazolinace je proces při němž se získává maximální množství gazolinu, který je obsažen v plynu. Další důležitou úpravou je odvodnění, jelikož voda při přepravě potrubím způsobuje korozi. K oddělení mechanických nečistot a aerosolů vody, případně ropy se používají *separátory* (Buryan, 2012). V drtivé většině případů dochází v blízkosti těžby také k chemickému zpracování plynu, který nelze ekonomicky přepravovat dálkovodem. Zpracován je obvykle na saze nebo je použit jako palivo (Gasnárek, 1961).

Obrázek 3: Schéma výskytu a těžby různých druhů plynu



Zdroj: EIA, 2010; vlastní úpravy

3.1.5 Vlastnosti

Zemní plyn je nejčistší a nejbezpečnější ze všech primárních paliv. Při jeho spalování vzniká méně škodlivých látek a méně kyslíčnicku uhličitého než při spalování ropných produktů nebo uhlí. Ve své původní podobě, je zemní plyn hořlavá látka bez barvy, tvaru a zápachu, která má nízkou hustotu, díky které je lehčí než vzduch. Z bezpečnostních důvodů se mnohdy provádí odorizace, tj. umělé přidávání zápachu do zemního plynu. Důležitou vlastností je, že ve své ryzí podobě není jedovatý, nicméně často bývá smísen s jedovatým sirovodíkem, který je naštěstí typický svým zápachem. Proto jsou plynovody vybaveny úpravami, kde dochází k chemicko-fyzikálním procedurám, jejichž výsledkem je očištění plynu od škodlivých látek a vody (Quaschnig, 2010). Podstatnou vlastností topných plynů je také jejich výhřevnost a spalné teplo. Výhřevnost udává množství tepla, které se, za daných podmínek, uvolní dokonalým spálením 1 m³ topného plynu a následným ochlazením na původní teplotu. Ochlazením se uvolní vodní pára, která je v plynném skupenství. Výpočet spalného tepla se provádí podobně, nicméně lehce odlišný postup ochlazení zapříčiní, že vzniklá pára je v kapalném skupenství. Dle spalného tepla řadí ČSN² zemní plyn mezi *velmi výhřevné* (viz tabulka č. 4), tedy plyny, jejichž spalné teplo se pohybuje mezi 20 a 50 MJ/m³. V průměru je spalné teplo 37,82 MJ/m³ a výhřevnost 34,08 MJ/m³ (Buryan, 2012).

Tabulka 4: Klasifikace plynů dle spalného tepla podle ČSN EN ISO 6976

Topný plyn	Spalné teplo (MJ/m ³)
nízko výhřevný	pod 16,8
středně výhřevný	16,8 – 20, 0
velmi výhřevný	20,0 – 50,0
vysoce výhřevný	80,0 a více

Zdroj: ČSN EN ISO 6976. *Zemní plyn - Výpočet spalného tepla, výhřevnosti, hustoty, relativní hustoty a Wobbeho čísla*. Praha: Český normalizační institut, 2006.; vlastní zpracování

Tabulka 5: Vybrané fyzikální vlastnosti zemního plynu

Výhřevnost	34,08 MJ/m ³
Spalné teplo	37,82 MJ/m ³
Hustota	0,69 kg/m ³
Meze výbušnosti	5 – 15 %
Zápalná teplota	650 °C
Množství spalovacího vzduchu	9,56 m ³ vzduchu/ m ³ ZP
Teplota plamene	1 957 °C

Zdroj: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/default.htm>; vlastní zpracování

² ČSN EN ISO 6976. *Zemní plyn - Výpočet spalného tepla, výhřevnosti, hustoty, relativní hustoty a Wobbeho čísla*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

3.1.6 Historie těžby a spotřeby zemního plynu

Výskyt ropy a zemního plynu byl pozorován již v prvohorách. V kambriu se odhaduje výskyt na Sahaře, siluru v USA a Kanadě, v devonu, karbonu a permu se odhadují velká naleziště v povolžské oblasti, Rusku, na území Mississippi a Apalačského pohoří (USA). Ve všech obdobích druhohor (triasu, juře a křídě) se ropa nacházela v západní části dnešního Německa. V křídě poté i na území západní Ukrajiny, Kanady a například USA. V třetihorách jsou známá ložiska v oblasti alpského a karpatského oblouku, konkrétně území Rakouska, Česka, Slovenska, Polska, západní části Ruska a v Rumunsku. Dále jsou známé oblasti výskytu v na poloostrově Kamčatka, v Iráku, Kuvajtu, Saudské Arabii, Barmě, a Indonésii. V Americe to je území státu Kalifornie a karibská oblast. Ve čtvrtohorách je z hlediska průmyslové významnosti výskyt strategických surovin zanedbatelný (Bienik, 1982).

K samotnému objevení ropy a zemního plynu člověkem došlo již v antice v oblasti Středního Východu, nicméně to nelze považovat za počátek využívání těchto surovin, ať už k vlastnímu prospěchu, nebo ke komerčním účelům. Lidstvo nemělo dostatek informací, díky kterým by mohlo začít ropu a plyn využívat nebo těžit. Přibližně 1000 let př. n. l. byl ve starověkém Řecku spatřen unikající metan, který vzplanul, jelikož byl zasažen bleskem. Protože tehdejší obyvatelé přisuzovali plamenům vystřelujícím ze země božský původ, postavili na tomto místě chrám, později proslavený jako věštírna v Delfách. Energetická hodnota unikajícího plynu byla poprvé zužitkována zhruba 500 let př. n. l. v Číně, kde byla využívána ke tvorbě pitné vody. K přepravě sestrojili místní obyvatelé primitivní potrubí z bambusu a plyn poté používali k ohřevu mořské vody a následnému odstranění soli. O přibližně 300 let později dokonce vyhloubili první vrt³.

V Americe byl objeven a identifikován až v roce 1626, kdy francouzští kolonizátoři zpozorovali únik hořlavých plynů v okolí Erijského jezera. Výskyt zemního plynu v Evropě nebyl potvrzen až do roku 1659, kdy byl objeven ve Velké Británii. Využit pro komerční účely byl až o několik let později, kdy kolem roku 1785 napomohl k osvětlení domů a ulic. I když v Americe byl plyn objeven dříve, byl to až rok 1816, kdy se stal prvním městem na tomto kontinentu Baltimore ve státě Maryland, který osvětlil své ulice pomocí plynu. První vrt v Severní Americe provedl William Hart ve městě New York roku 1821 a určil tak počátek těžařského průmyslu v Americe. I přesto byl ve světě ještě několik dalších let zemní plyn považován spíše za nepodstatnou surovinu, která komplikuje těžbu ropy (Quaschnig, 2010).

Za období skutečného rozmachu v těžbě nejenom zemního plynu, lze považovat až druhou polovinu 19. století. Nicméně, i když začíná spotřeba plynu v tomto období růst, stále není plně využit jeho potenciál, jelikož je téměř výhradně používán jako zdroj světla. Hlavním důvodem bylo, že plyn nebylo jak přepravovat. První impuls k využití vysoké výhřevnosti zemního plynu dal německý chemik Robert Bunsen, který v roce 1885 vynalezl první kahan, který využíval právě zemního plynu. Široké možnosti využití zemního plynu přišly až ve 20. století, kdy se začaly budovat plně funkční plynovody, které umožnily efektivní transport plynu až k odběrateli. Během 2. světové války již existovala propracovaná síť potrubí s kvalitním skladovacím systémem. V roce 1918 byl objeven také na naftovém poli v USA ve státě Texas (Speight, 2007).

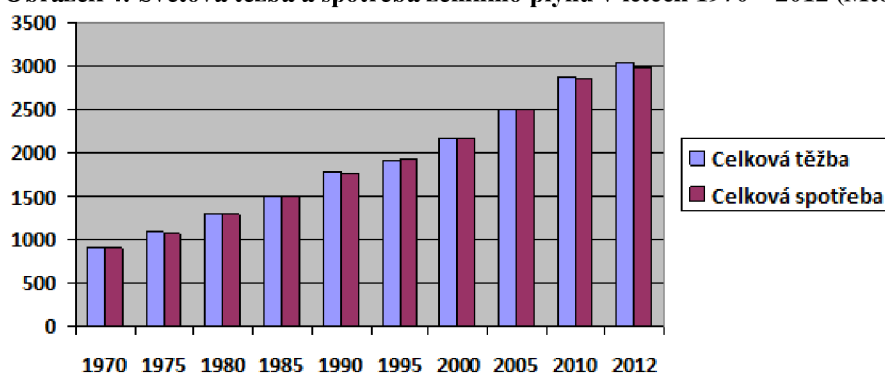
Ještě ve čtyřicátých letech 20. století byl zemní plyn v oblasti energetiky prakticky bezvýznamný. Nárůst těžby a obchodu s plynem byl znatelný až na začátku padesátých let,

³ A Brief History of Natural Gas. *American Public Gas Association* [online]. 2014 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.apga.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3329>

kdy zaujímal 10 % podíl na světové spotřebě energií. Důvodem proč byly tak dlouhou dobu před plynem upřednostňovány energetické suroviny jako jsou ropa nebo uhlí byl, kromě již zmíněných potrubí nutných k transportu, fakt, že ložiska plynu se nacházejí ve větších hloubkách. Dnešní plynovody jsou dlouhé tisíce kilometrů a efektivně propojují dodavatele s odběrateli. V současné době je již zemní plyn nepostradatelnou energetickou surovinou, která je využívána nejenom k osvětlení, ale také ohřevu vody, v topeních nebo dokonce v dopravě (Musil, 2009).

Světová těžba a spotřeba zemního plynu neustále narůstá. Od roku 1970 lze pozorovat, až na malé výkyvy, konstantní růst těžby a stejně tak i spotřeby plynu. V roce 2012 dosáhla světová těžba 3033,5 Mtoe⁴, což je o 1,9 % více než předchozí rok. Spotřeba ve stejném roce činila 2987,1 Mtoe, což znamená nárůst o 2,2 % oproti roku 2011.

Obrázek 4: Světová těžba a spotřeba zemního plynu v letech 1970 – 2012 (Mtoe)



Zdroj: British Petroleum (2013), vlastní zpracování

3.2 Způsoby přepravy

Po vytěžení a úpravě je nutné zemní plyn dopravit k zákazníkům nebo jej uskladnit v zásobníku. V současné době je zemní plyn přepravován na velké vzdálenosti, což je možné dvěma základními způsoby.

- **Potrubí** je jedním z vhodných a efektivních způsobů transportu plynu, bohužel, ale není tak flexibilní, jelikož je limitován výstavbou plynovodů. Plynovody jsou vytvořeny z plastových nebo ocelových trubek a je v nich nutné udržovat stálý tlak, který závisí na protečeném množství plynu a stáří materiálu, ze kterého je vyroben. Tlak je udržován pomocí čerpacích stanic, pokud klesne, tok plynu se zpomalí nebo úplně zastaví. V USA existují dva typy plynovodů. Mezistátní, které vedou plyn mezi jednotlivými státy, nejčastěji podél jejich hranic a vnitrostátní, které distribují plyn pouze na území konkrétního státu. Problém flexibility je v poslední době čím dál menší, protože celosvětově dochází čím dál častěji k výstavbě potrubních systémů a sítí. Například Evropa je dnes protkána hustou sítí dálkovodů, které pokrývají velkou část jejího území. Moderní potrubní systémy dosahují tlaku až 10 Mpa a průměry potrubí jsou mnohdy větší než jeden metr. Plynovody mohou vést pod vodou, nad zemí nebo pod zemí. Pod zemí jsou vedeny nejčastěji z bezpečnostních důvodů, aby se předešlo případně nehodě v místech měst a ekologicky citlivých oblastí. Hlavními výhodami plynovodů jsou rychlost a nezávislost na dopravě a počasí (Speight, 2007).

⁴ milion tun ropného ekvivalentu

Obrázek 5: Potrubní systém společnosti RWE



Zdroj: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/rwe-koupila-ostravske-plynovody-943793>

- **Tankery**, se využívají především k dálkové přepravě, kde není možné, nebo není efektivní, stavět plynovod. Kvůli velké diferenciaci těžby a spotřeby, probíhá přeprava i na vzdálenosti několika tisíc kilometrů. V takových případech je mořská doprava nejvhodnějším řešením. Aby bylo možné přepravovat plyn tankery, je nutné jej upravit. Možností jak upravit zemní plyn pro snadnější dopravu je více, já zde uvedu pouze ty nejběžnější (BP, 2014).
 - **LNG (Liquefied Natural Gas)** neboli zkapalněný zemní plyn. Aby bylo možné zemní plyn zkapalnit, musí být vystaven teplotě až -162° . Nové technologie, díky kterým lze velice snadno zkapalnit zemní plyn, zapříčinily, že plyn je velmi často přepravován právě ve formě LNG, která má až 600 krát menší objem (Mokhatab a kol., 2006).
 - **CNG (Compressed Natural Gas)**, neboli stlačený zemní plyn je přepravován v kontejnerech pod vysokým tlakem (200 bar = 20 MPa) a následně přečerpán do zásobníku. Takto upravený zemní plyn se poté nejčastěji využívá v automobilové dopravě (Speight, 2007).

Obrázek 6: Tanker pro přepravu LNG



Zdroj: <http://cs.autolexicon.net/articles/lng-liquefied-natural-gas/>

3.3 Významné oblasti těžby ve světě⁵

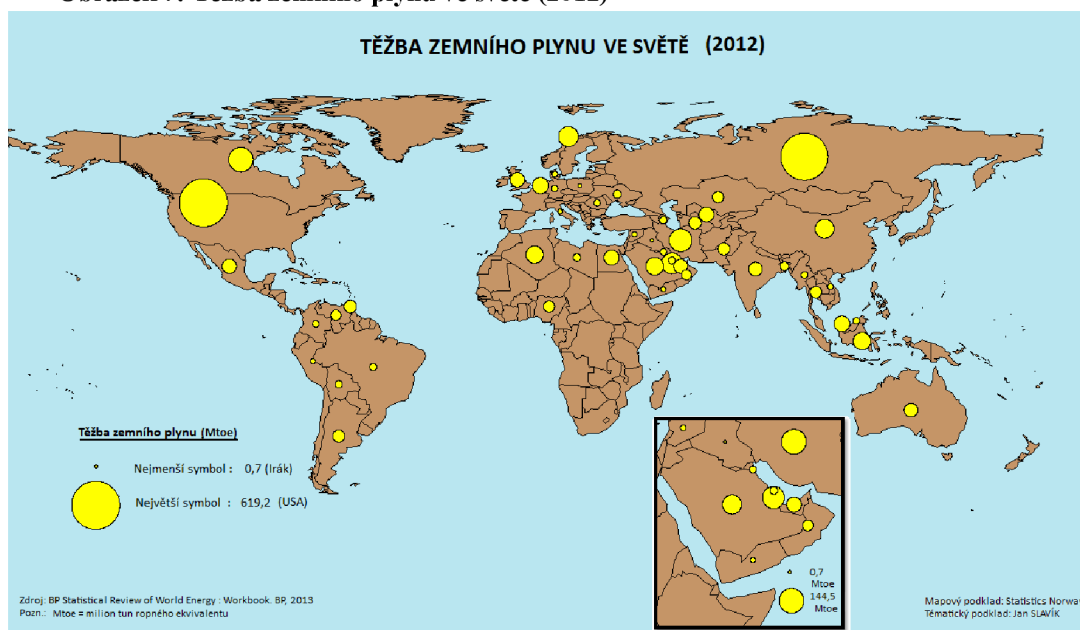
Zemní plyn se těží na všech kontinentech kromě Antarktidy, kde byla těžba zakázána, aby nedošlo k narušení místního ekosystému (Quaschnig, 2010). Jak již bylo řečeno, objem světové těžby zemního plynu neustále stoupá a stejně tak se rozšiřují i těžební oblasti. Jelikož se plyn velmi často vyskytuje spolu s ropou, jsou regiony, kde se strategické suroviny těží z velké části shodné. Není možné, abych zde vyjmenoval všechny oblasti těžby zemního plynu, proto budou v práci vyčleněny jednotlivé oblasti ve světě a následně popsány pouze významné lokality.

Tabulka 6: Oblasti těžby zemního plynu v roce 2012 (Mtoe)

Oblast	Objem těžby (Mtoe)	Podíl na celosvětové těžbě (%)
Severní Amerika	812,7	26,8
SNS a Turkmenistán	674,0	22,2
Střední Východ	493,6	16,3
Jihovýchodní Asie, Austrálie	441,2	14,5
EU a Norsko	257,9	8,6
Afrika	194,6	6,4
Jižní a Střední Amerika	159,6	5,3

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

Obrázek 7: Těžba zemního plynu ve světě (2012)



Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

Jak je vidět z předchozí tabulky a obrázku, největší podíl na produkci má Severní Amerika v čele s USA. Hned v závěsu jsou státy SNS⁶ a Turkmenistán⁷, kde hraje dominantní roli zejména Rusko. Evropská unie a Norsko zaujímají 5. příčku. Nejméně se plyn těží v Jižní a Střední Americe (BP, 2013).

⁵ Veškerá data v této podkapitole jsou z roku 2012 nebo starší a jsou měřeny v Mtoe

⁶ Společenství nezávislých států = organizace, která vznikla po rozpadu bývalého Sovětského svazu, momentálně čítá 9 z původních 15 států svazu.

⁷ Turkmenistán zde uvádím zvlášť, jelikož v roce 2005 ze SNS vystoupil

3.3.1 Severní Amerika

Oblast Severní Ameriky tvoří USA, Kanada a Mexiko. Dohromady mají největší podíl na světové produkci zemního plynu s celkovým objemem těžby 812,7 Mtoe.

Tabulka 7: Přehled těžby zemního plynu v Severní Americe v roce 2012 (Mtoe)

Stát	Těžba (Mtoe)	Změna mezi roky 2012 a 2011 (%)	Podíl na celosvětové těžbě (%)
USA	619,2	4,7	20,4
Kanada	140,9	-2,3	4,6
Mexiko	52,6	0,1	1,7
Celkem	812,7	3,1	26,8

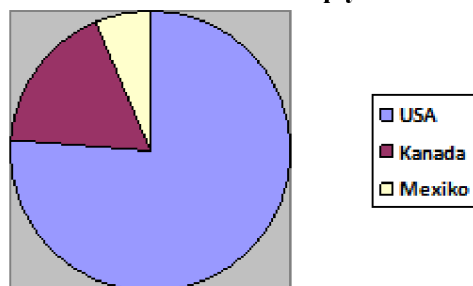
Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

Nejméně z těchto států těží Mexiko, které v roce 2012 vytěžilo 52,6 Mtoe, což je mírný nárůst v podobě 0,1 % oproti předchozímu roku, který jen potvrzuje vývoj od roku 2005, kdy byl pozorován poslední větší nárůst těžby. Od roku 2005 osciluje mexická těžba kolem hranice 50 Mtoe. Mezi nejvýznamnější pole, kde se v Mexiku vyskytuje plyn, patří Reynosa (severovýchod Mexika), geologická formace Chicotepec (severovýchodně od hlavního města), Tabasco (jih Mexika u Mexického zálivu) a ropné pole Noxal, které se nachází na dně Mexického zálivu (Bryce, 2010).

Spojené státy si drží dominantní roli nejenom v Severní Americe, ale i v celosvětovém srovnání, kdy s 619,2 Mtoe a podílem 20,4 % z celosvětové těžby, jsou největším producentem plynu ve světě. Plyn těží především v pánvi Anadarko (Oklahoma, Texas a Kansas), Barnett Shale (Texas) a Haynesville Shale (Arkansas, Louisiana a Texas), kde jsou velká ložiska nekonvenčního zemního plynu, na plynovém poli Hugoton (Kansas, Oklahoma a Texas) a Rio Vista (Kalifornie). Dále se na území Spojených států vyskytuje plyn na poli Jonah (Wyoming), Midway (Kalifornie) a Gomez (Texas), nelze také zapomenout na zásoby na Aljašce, kde se těží plyn zejména na severu v Prudhoe Bay a na jihu poblíž města Kenai. Za perspektivní pole, kde se předpokládá velký těžební potenciál, se považuje Marcellus (New York). USA zaznamenalo nárůst těžby o 4,7 % oproti roku 2011, což jen potvrzuje dlouhodobý růstový trend, který začal již v roce 2005, kdy celková těžba dosahovala 467,6 Mtoe (EIA, 2014).

Naopak Kanada si v roce 2012 pohoršila, když její těžba poklesla o 2,3 % a ustálila se na 140,9 Mtoe. Každoroční pokles v těžbě lze pozorovat již od roku 2006 (169,6 Mtoe). Kanada využívá zásob z plynových polí, která se nacházejí v provincii Alberta u měst Medicine Hat a Provost, naftového pole Greater Sierra (Britská Kolumbie) a King Krisitan, které leží na západním pobřeží Kanady. Poblíž ostrova Sable Island (Nové Skotsko) těží konsorcium Sable Offshore Energy Project (SOEP) plyn z mořského dna (Sandera, 2006).

Obrázek 8: Těžba zemního plynu v Severní Americe v roce 2012 (Mtoe)



Zdroj: British Petroleum (2013), vlastní zpracování

3.3.2 SNS a Turkmenistán

Státy bývalého sovětského svazu spolu s Turkmenistánem, který ze SNS již vystoupil, mají na celosvětové produkci podíl 22,8 %. Společenství nezávislých států tvoří Arménie, Ázerbájdžán, Bělorusko, Kazachstán, Kyrgyzstán, Moldavsko, Rusko, Tádžikistán a Uzbekistán.

Tabulka 8: Přehled těžby zemního plynu ve státech SNS a Turkmenistánu v roce 2012 (Mtoe)

Stát	Těžba (Mtoe)	Změna mezi roky 2012 a 2011 (%)	Podíl na celosvětové těžbě (%)
Rusko	533,0	-2,7	17,6
Turkmenistán	57,9	7,8	1,9
Uzbekistán	51,2	-0,4	1,7
Kazachstán	17,7	2,0	0,6
Ázerbájdžán	14,0	5,1	0,5
Celkem	674,0	11,8	22,2

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

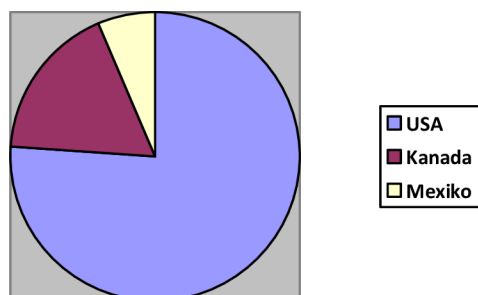
Jednoznačně největším producentem mezi zmíněnými státy je Rusko, které s celkovým objemem 533 Mtoe vytěží, hned po USA nejvíce plynu na světě. Zemní plyn těží hlavně na Sibiři a v Karském moři. Na Sibiři se nachází největší plynová pole, na kterých se vyskytuje zemní plyn samostatně bez ropy. Konkrétně se jedná o pole Urengoy, které je druhé největší na světě a Yamburg (oboje Jamalskoněnecký autonomní okruh), které zaujímá pozici třetího největšího plynového pole. Značné zásoby jsou i na polích Shtokman (Barentsovo moře), Zapolyarnoye (Jamalskoněnecký autonomní okruh), Orenburg (jižně od města Ufa), Medvezhye a Kharsavey (oboje poloostrov Jamal), nebo u západního šelfu poloostrova Kamčatka. Navzdory tomu, že ruská těžba oproti roku 2011 poklesla o 2,7 %, stále zabírá 17,6 % podíl z celkové těžby ve světě. Kromě toho, z dlouhodobého hlediska ruská těžba neustále roste a lze předpokládat, že se v budoucnu bude ještě zvětšovat. Jediný výraznější propad za posledních 20 let, byl, zaznamenán v roce 2009, kdy produkce poklesla o 66,7 Mtoe (Bryce, 2010).

Menší produkci oproti předešlému roku zaznamenal i Uzbekistán, kde celková těžba 51,2 Mtoe v roce 2012 znamenala útlum těžby o 0,4 %. Přestože vývoj do roku 2008 měl jasně stoupající tendenci, od následujícího roku do současnosti lze pozorovat spíše klesající trend, i když velmi pozvolný. Celosvětový podíl Uzbekistánu byl 1,7 %, k čemuž nejvíce přispěla naleziště plynových polí Shurtan a Alan (oboje jihovýchod země). Naopak největší nárůst je vidět u Turkmenistánu, jehož těžba se zvýšila o 4,3 Mtoe, což by po velkém útlumu těžby v roce 2009 mohlo naznačovat opětovný rozkvet. Rozšíření těžby bylo možné hlavně díky rozsáhlým čistě plynovým polím South Yolotan-Osman (jihovýchod země) a Dauletabad (jih země), která patří k největším na světě (Sandera, 2006).

Nejméně mezi státy SNS těží Kazachstán (17,7 Mtoe) a Ázerbájdžán (14 Mtoe). I když oba zmíněné státy produkují více zemního plynu než předešlý rok a v průběhu minulých 10 let těžba pozvolna, ale pravidelně rostla, jejich podíl na celosvětové těžbě se pohybuje pouze kolem 0,5 %. Kazachstán disponuje několika významnými plynovými poli. Největší je čistě plynové pole Karachaganak (severozápad země), které je považováno za 14. největší na světě, beru-li v úvahu pouze ložiska, kde se vyskytuje zemní plyn bez ropy. Nezanedbatelnou

roli hraje i pole Kyzylói, které se nachází na jihu státu a těží se na něm primárně suchý zemní plyn. Ropný plyn je možné těžit i na severu Kaspického moře, kde se nachází pole Tengiz. Naopak Ázerbájdžán získává drtivou většinu zemního plynu z jižní části Kaspického moře, kde se nachází pole Shah Deniz (Sandera, 2006).

Obrázek 9: Těžba zemního plynu ve státech SNS a Turkmenistán v roce 2012 (Mtoe)



Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

3.3.3 Střední Východ

Geografické území Středního Východu je známé především velkými zásobami ropy, nicméně významnou roli zde hraje i zemní plyn. Řadí se sem státy poblíž Perského zálivu, konkrétně Bahrajn, Irán, Irák, Kuvajt, Omán, Katar, Saudská Arábie, Sýrie, Spojené arabské emiráty a Jemen.

Tabulka 9: Přehled těžby zemního plynu ve vybraných státech Středního Východu v roce 2012 (Mtoe)

Stát	Těžba (Mtoe)	Změna mezi roky 2012 a 2011 (%)	Podíl na celosvětové těžbě (%)
Irán	144,5	5,4	4,8
Katar	141,3	7,8	4,7
Saudská Arábie	92,5	11,1	3,0
Spojené arabské emiráty	46,5	-1,5	1,5
Omán	26,1	8,9	0,9
Kuvajt	13,1	7,2	0,4
Celkem	493,6	5,4	16,3

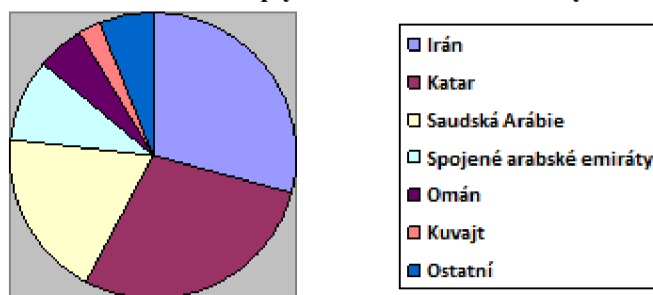
Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

Jemen v roce 2012 zaznamenal největší pokles těžby ze všech států na světě (-21,3 %), což ovšem může být trochu zavádějící, jelikož plyn začal těžit až v roce 2009 (0,7 Mtoe) a jeho produkce ještě nikdy nepřesáhla 9 Mtoe, tudíž i malý pokles v podobě 2 Mtoe, může znamenat velký relativní propad. Kromě Jemenu se snížil objem těžby i ve Spojených arabských emirátech (-1,5 %), což bude nejspíše pouze ojedinělý případ, jelikož v posledních 10 letech produkci zemního plynu spíše zvyšovaly, Sýrii (-13,4 %), což byl první pokles od roku 2009, kdy vytěžila pouze 5 Mtoe a Iráku (-9,3 %), jehož těžba je dlouhodobě velmi

nízká (nepřesáhla 6 Mtoe). Naopak největší nárůst těžby jde pozorovat u Saudské Arábie (+11,1 %), kde produkce plynu rostla, až na výjimky jako je například rok 2009, v každém měřeném období. Také Omán patří ke státům, které produkují každý rok více plynu, poslední nárůst, který zaznamenal, byl 8,9 %. Nicméně stabilně největší objem těžby má Irán, který v roce 2012 vytěžil 144,5 Mtoe a Katar, který je se 141,3 Mtoe v těsném závěsu (BP, 2013).

Střední Východ těží plyn zejména u pobřeží Perského zálivu a na území Iránu a Kataru, kde se nachází nejrozsáhlejší plynová pole na světě. Konkrétně se jedná o pole South Pars / North Dome, které leží z větší části na území Kataru a přibližně z 1/3 na území Iránu. North Pars a Kish, která lze najít v části Perského zálivu, která také patří Iráku, jsou považovány za 12., respektive 15. největší pole, kde se nachází samostatný zemní plyn. Mimo jiné těží Irán plyn také na polích Golshan, Tabnak a Kangan, která se nachází na protějším pobřeží Perského zálivu, než leží Katar. Ghawarské pole, které se nachází na území Saudské Arábie (pobřeží Perského zálivu, severně od Kataru) je největší konvenční naftové pole na světě, nicméně se zde těží i zemní plyn (Sandera, 2006).

Obrázek 10: Těžba zemního plynu v oblasti Středního Východu v roce 2012 (Mtoe)



Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

3.3.4 Jihovýchodní Asie, Austrálie

Jihovýchod Asie spolu s Austrálií, který se někdy také označuje, jako Pacifická Asie zahrnuje kromě Austrálie také Bangladéš, Brunej, Čínu, Indii, Indonésii, Malajsii, Myanmar, Pákistán, Thajsko a Vietnam.

Tabulka 10: Přehled těžby zemního plynu ve vybraných státech Jihovýchodní Asie a v Austrálii v roce 2012 (Mtoe)

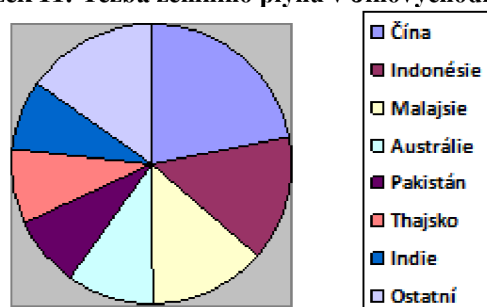
Stát	Těžba (Mtoe)	Změna mezi roky 2012 a 2011 (%)	Podíl na celosvětové těžbě (%)
Čína	96,5	4,1	3,2
Indonésie	64,0	-6,6	2,1
Malajsie	58,7	-0,3	1,9
Austrálie	44,1	8,8	1,5
Pákistán	37,3	5,6	1,2
Thajsko	37,3	11,5	1,2
Indie	36,2	-13,1	1,2
Celkem	441,2	1,1	14,5

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

I když je v této oblasti těžba relativně rovnoměrně rozdělena mezi jednotlivými státy, jednoznačně největším distributorem je Čína, která v roce 2012 vytěžila 96,5 Mtoe, což je o 4,1 % více než předchozí rok. Čínská produkce výrazně roste již několik desítek let a lze očekávat, že tomu tak bude i v budoucnu. Největší nárůst produkce plynu však mělo Thajsko (11,5 %), jehož těžba se za posledních 20 let téměř konstantně zvyšovala, tudíž se lze domnívat, že poroste i v dalším období. Nicméně Pacifická oblast dohromady zvýšila těžbu pouze o 1,1 %, což je výrazně méně než tomu bylo v letech předchozích. Tento propad byl způsoben především útlumem těžby v Indii (-13,1 %), jejíž produkce do roku 2010 pravidelně rostla. Pokles těžby byl vidět i u Indonésie (-6,6 %), která v současné době produkuje stejný objem plynu, jaký zaznamenala v roce 1999, Malajsie (-0,3 %), kde těžba v posledních 10 letech také spíše rostla. Dále těžily méně i Myanmar (-0,6 %), jehož těžba se ovšem od roku 2000 téměř čtyřikrát zvětšila a Brunej (-2,1 %), kde se již 10 let celková produkce pohybuje v rozmezí 8-10 Mtoe (BP, 2013).

Zemní plyn se zde těží zejména v Jihočínském a Jávském moři. Mezi největší pole, kde se nachází zemní plyn, patří Dazhou (Čína), Mahakam (Indonésie) a Greater Gorgon (Austrálie). Na severovýchodě Austrálie těží společnost North West Shelf Venture zemní plyn z Jihočínského moře (IEA, 2013).

Obrázek 11: Těžba zemního plynu v Jihovýchodní Asii a Austrálii v roce 2012 (Mtoe)



Zdroj: *British Petroleum (2013); vlastní zpracování*

3.3.5 EU a Norsko

Jako poslední jsou v přehledu těžby zemního plynu uváděny státy Evropské unie a Norsko. V rámci států EU jsou představeny pouze ty, jejichž těžba v roce 2012 přesáhla 8 Mtoe. Celosvětový podíl těžby EU a Norska je pouhých 8,5 %, z čehož je jasné, že evropská těžba není tak významná, jako tomu bylo u států výše jmenovaných (BP, 2013).

Tabulka 11: Přehled těžby zemního plynu ve vybraných státech EU a Norsku v roce 2012 (Mtoe)

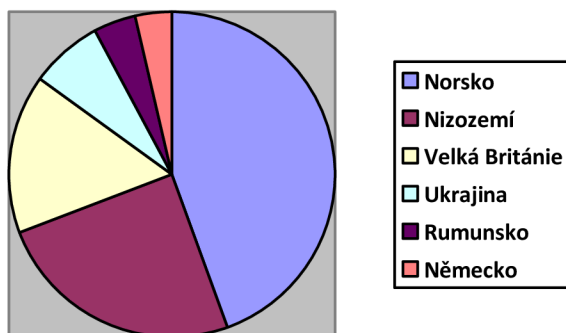
Stát	Těžba (Mtoe)	Změna mezi roky 2012 a 2011 (%)	Podíl na celosvětové těžbě (%)
Norsko	103,4	12,6	3,4
Nizozemí	57,5	-0,8	1,9
Velká Británie	36,9	-14,1	1,2
Ukrajina	16,7	-0,8	0,6
Rumunsko	9,8	0	0,3
Německo	8,1	-9,8	0,3
Celkem	257,9	-26,0	8,5

Zdroj: *British Petroleum (2013); vlastní zpracování*

Evropa nedisponuje velkými zásobami zemního plynu, nicméně Norsko výrazně zvyšuje celkovou evropskou těžbu. Právě Norsko v roce 2012 zaznamenalo největší nárůst v těžbě zemního plynu ze všech států světa (+12,6 %), při celkové produkci 103,4 Mtoe. Lze očekávat, že tento severský stát svoji produkci ještě zvýší, jelikož od roku 1993 nezaznamenal v žádném roce pokles produkce a jeho těžba velmi rychle vzrostla (nárůst o 81,1 Mtoe). Navzdory tomu je však Evropa jediná oblast, kde došlo v roce 2012 k poklesu, a to velmi významnému (-26 %). Tento propad není ojedinělý a zřejmě jej lze očekávat i v dalších letech, jelikož během posledních 10 let těžba ve státech Unie spíše upadala. Kromě Itálie se těžba snížila ve všech státech Evropské unie, přičemž největší propad zaznamenala Velká Británie (-14,1 %). V EU v současné době není stát, jehož vývoj těžby za posledních 10 let by naznačoval, že v budoucnu zvýší svoji produkci, jelikož v tomto období těžba zemního plynu ve všech státech Unie klesala nebo stagnovala. Důvodem proč těžba v Evropě upadá, není nezájem o tuto surovinu nebo pokles spotřeby, ale nedostatek zásob. Spotřeba naopak výrazně roste, stejně jako poptávka po zemním plynu, což způsobuje značné nerovnosti a nestabilitu ekonomiky a naopak dává velkou moc plynovým velmocím, zejména Rusku. Jediné co by mohlo evropskou produkci výrazně zvednout, je vývoj technologií, jež by umožnily těžbu nekonvenčních zdrojů, zejména břidlicového plynu (Bryce, 2010).

V Evropě se těží především v Severním moři, proto k hlavním producentům patří Velká Británie, Nizozemí a Norsko, jehož ekonomika staví především na produkci ropy a zemního plynu. Nizozemí je ze států EU největším producentem (57,5 Mtoe) zejména díky rozsáhlému plynovému poli Groningen, které je největší v Evropě a 9. největší ve světě (Sandera, 2006).

Obrázek 12: Těžba zemního plynu v EU a Norsku v roce 2012 (Mtoe)



Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

4 ZÁSoby ZEMNÍHO PLYNU A JEJICH SPOTŘEBA

4.1 Klasifikace zásob zemního plynu

Pod pojmem zásoby, nebo také rezervy zemního plynu se rozumí celkové množství existujících zdrojů plynu, které je možné vytěžit nebo u kterých se to v budoucnu předpokládá (Speight, 2007). Zásoby je možné dělit na *prokázané (prověřené)* a *odhadované (pravděpodobné)*, přičemž některé literatury přidávají ještě *potenciální* (Buryan, 2012).

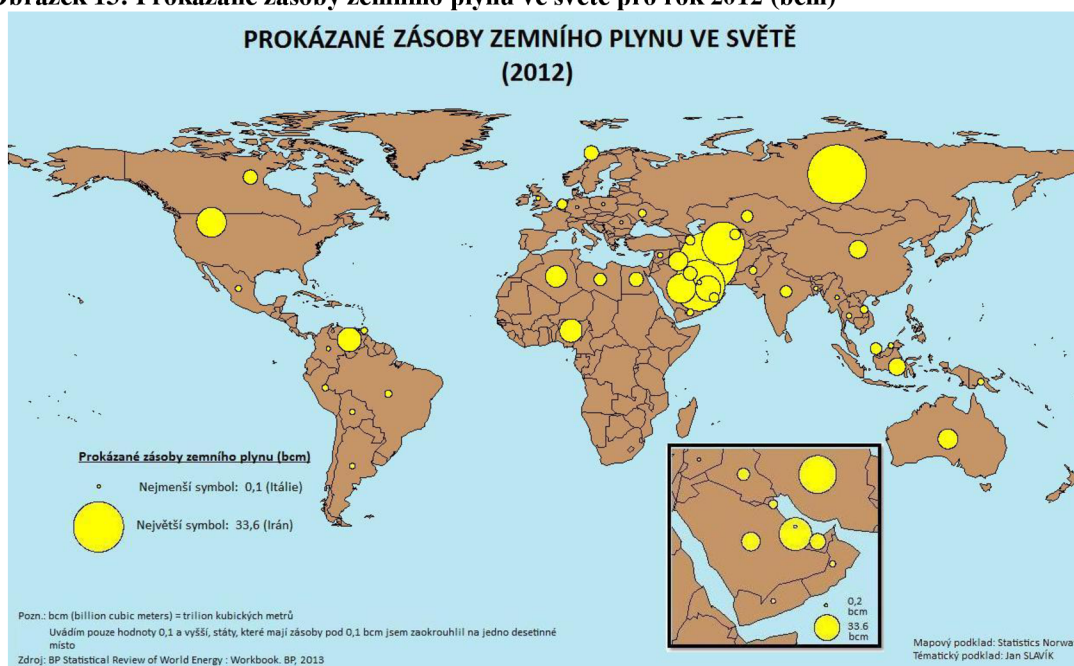
- **Prokázané (prověřené)** jsou zásoby, které byly objeveny, a jejich výskyt byl ověřen geologickým výzkumem. Podmínkou klasifikace je, že musí být ekonomicky těžitelné při současné technické úrovni. Při současné těžbě by měly vydržet do roku 2060. Přibližně 30 % těchto zásob se nachází na mořských dnech nebo v mořských šelfech, zbytek na pevnině (RWE, 2013).
- **Odhadované (pravděpodobné)** jsou zásoby, které byly objeveny v geologických útvarech, kde v současné době není možná jejich těžba, ale předpokládá se velká pravděpodobnost, že v budoucnu je bude možné těžit. Celkový objem zemního plynu v podobných ložiskách obvykle není možné přesně změřit, proto se celkové množství pravděpodobných zásob pouze odhaduje. Jelikož většina statistik uvádí pouze prokázané zásoby zemního plynu, lze pozorovat trend, kdy se prokázané zásoby zvětšují i přes rostoucí těžbu a spotřebu, což je zapříčiněno technologickým vývojem a následným přesunem odhadovaných zásob do kategorie prokázané (Cretí, 2010).
- **Potenciální** jsou zásoby, jejichž těžba vyžaduje sofistikovanější a náročnější postupy a technologie. Za potenciální zásoby jsou považovány zejména nekonvenční zdroje. Největší nadějí jsou plynové hydráty, jejichž dosud objevená a odhadovaná ložiska jsou větší než prokázané celosvětové zásoby naftového plynu. Do této kategorie lze řadit i ložiska, kde zemní plyn ještě nebyl objeven, ale na základě výzkumů a předešlých zkušeností, se zde jeho výskyt předpokládá (Buryan, 2012).

4.2 Vývoj a současný stav zásob zemního plynu

Stejně jako produkce a spotřeba, stoupají i odhady světových zásob zemního plynu. Ověřené zásoby v posledních desetiletích vzrostly zejména díky významným objevům plynu v Rusku (především Sibiř), Číně, Jižní Africe a Austrálii. Počet nalezišť se ovšem zvětšil i v západní Evropě, Latinské a Severní Americe. Produkce zřejmě dosáhne svého vrcholu v období následujících dvaceti let (Stutz a Warf, 2007). V období mezi roky 1973 a 2001 se ověřené zásoby plynu více než zdvojnásobily. Navzdory rostoucí spotřebě se postupně zvětšovaly i odhady počtu let, po které by zásoby plynu měly vydržet. K optimističtějším prognózám přispěly zejména nové technologie, efektivnější využívání plynu a nově objevené i předpokládané zásoby. V roce 1973 měly světové zásoby vydržet na dobu 47 let, v roce 1989 už 60 let. V současné době se celkové zásoby zemního plynu odhadují na 511 bilionů krychlových metrů, což by při současné spotřebě mělo vydržet dalších 200 let (Musil, 2009).

Na konci roku 2012 měly celosvětové prokázané zásoby zemního plynu objem 187,3 bilionů krychlových metrů, což je o 0,5 méně než v roce 2011. Historicky první pokles od roku 1980 v podobě 0,3 %, byl zapříčiněn zejména velkým nárůstem spotřeby, potažmo těžby a faktem, že v daném roce nedošlo k tak významnému pokroku v technologii těžby, aby bylo možné významnější část odhadovaných zásob považovat za prokázané. I přes mírný propad v roce 2012 očekávám, že v průběhu dalších minimálně dvaceti let se budou prověřené zásoby zvětšovat. Svoji domněnku zakládám především na dosavadním vývoji, kdy ověřené rezervy stabilně rostly a na velkém potenciálu odhadovaných zásob, včetně nekonvenčních zdrojů. Největší nárůst v podobě 14,2 bcm⁸ byl pozorován mezi léty 2000 a 2001, na čemž měly hlavní podíl nálezy ložisek na území Kataru. Naopak nejmenší nárůst byl mezi léty 2008 a 2009, kdy se prokázané celosvětové zásoby zvětšily pouze o 0,3 bcm, což způsobil zejména propad v oblasti Jihovýchodní Asie, v čele s Malajsii (BP, 2014).

Obrázek 13: Prokázané zásoby zemního plynu ve světě pro rok 2012 (bcm)



Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

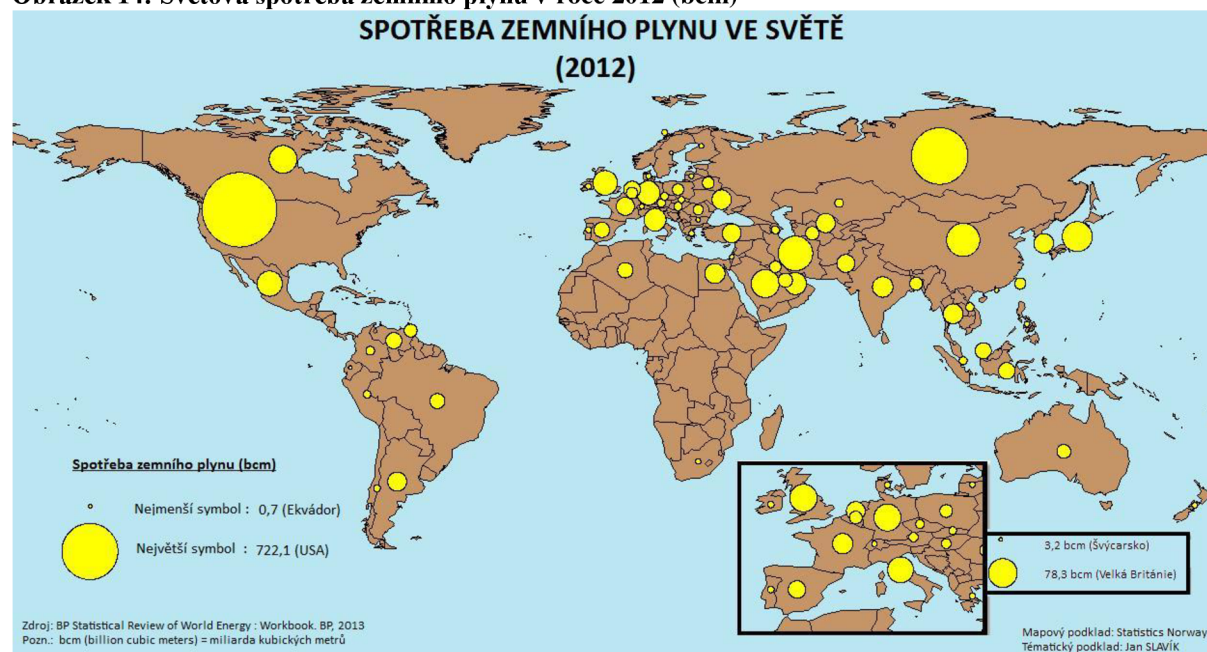
Jak je vidět z obrázku č. 13, světové zásoby zemního plynu jsou značně nerovnoměrně rozdělené. Drtivá většina rezerv se nachází v oblasti Perského zálivu a na území Ruska. Více než polovinu veškerých prověřených zásob (58,3 %) vlastní Irán, Rusko, Katar a Turkmenistán. Největší podíl má Irán, který má 33,6 bcm a v těsném závěsu je Rusko, které s celkovým objemem 32,9 bcm vlastní 17,6 % světových rezerv. Oproti tomu USA, které v roce 2012 bylo jednoznačně největším světovým producentem má k dispozici pouze 8,5 bcm zemního plynu, což je pouhých 4,5 % z celkových prokázaných zásob. Navzdory tomu, že zásoby USA jsou v poměru k celkovým prokázaným rezervám malé, Spojené státy jsou 5. stát s největším objemem zásob zemního plynu, což jen potvrzuje jak moc je svět závislý na státech Středního Východu a Rusku. Největší propad zaznamenala Bangladěš, kde prokázané zásoby klesly o 47,4 % a naopak největší nárůst byl vidět u Bolívie, jejíž zásoby vzrostly o 12,9 %. Je nutné si ovšem uvědomit, že tyto podíly mohou být zavádějící, jelikož zásoby obou jmenovaných zemí jsou mizivé, pohybují se kolem 0,3 bcm (IEA, 2014).

⁸ bcm (billion cubic meters) = bilion krychlových metrů (m³)

4.3 Porovnání zásob a spotřeby zemního plynu

Hlavním důvodem, proč je v práci tato podkapitola zařazena, je abych mohl lépe demonstrovat značnou diferenciaci mezi světovou spotřebou a zásobami zemního plynu. I když se spotřeba obvykle přepočítává na jednoho obyvatele daného státu, já zde uvádím mapu s absolutními hodnotami. Důvodem proč jsem se pro to rozhodl, je přehlednost a především lepší srovnání s mapou ukazující světové zásoby, která je také v bcm. Je ovšem nutné zmínit, že na rozdíl od zásob, které jsou uváděny v bilionech krychlových metrů, spotřeba je pouze v miliardách⁹.

Obrázek 14: Světová spotřeba zemního plynu v roce 2012 (bcm)



Zdroj: *British Petroleum (2013); vlastní zpracování*

Porovná-li mapy na obrázcích č. 13 a 14, lze na první pohled říct, že se neshodují. Obecně lze říci, že čím je stát vyspělejší, tím větší má spotřebu energií, tudíž i plynu. Významné zásoby se, až na Rusko, vyskytují zejména v zemích méně, nebo středně vyspělých. Největší rozdíl je patrný na příkladu Spojených států, které jsou suverénně největším spotřebitelem zemního plynu, ale jejich zásoby jsou v porovnání s Ruskem nebo státy Zálivu zanedbatelné. Stejně je na tom i drtivá část Evropy, která je hned po Severní Americe a Pacifické Asii, třetím největším spotřebitelem zemního plynu. Jelikož ovšem nemá dostatečné rezervy, které by její potřebu plynu pokryly, musí značnou část zásob dovážet. Za zmínku stojí i oblast Středního Východu, kde se nachází téměř polovina celosvětových zásob, nicméně ve spotřebě zaujímá pouze 12,4 % z celku. Je tedy zřejmé, že některé státy, které plyn produkují, ho prakticky vůbec nevyužívají a naopak jsou státy jako Španělsko, Itálie nebo Francie, které mají minimální zásoby, nicméně jejich spotřeba je značná. Jednou z výjimek je Rusko, které se dlouhodobě drží na prvních příčkách jak v objemu zásob a jejich produkci, tak v samotné spotřebě plynu (BP, 2014).

⁹ Zavádějící může být stejné označení jednotek – bcm, nicméně to je proto, že angličtina mnohdy používá stejný výraz („billion“) pro bilion i miliardu.

4.4 Mezinárodní obchod se zemním plynem

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, zemní plyn je možné přepravovat pouze dvěma způsoby, buďto plynovody, kudy protéká ve své plynné formě, nebo po následné úpravě (nejčastěji na LNG) tankery. Mezinárodní obchod je tedy limitován dostupnými trasami plynovodů a možností lodní dopravy¹⁰. Z větší části je plyn přepravován plynovody, tankery se využívají především na delší vzdálenosti nebo při obchodu s ostrovními státy. V roce 2012 činil celkový obchod se zkapalněným zemním plynem 327,9 miliard m³, přičemž plynovody bylo zobchodováno více než dvojnásobné množství (705,5 miliard m³). Obchod plynovody v průběhu let neustále narůstá, naopak lodní přeprava se spíše snižuje. Například mezi léty 2011 a 2012 vzrostla přeprava plynovody o 5,5 bcm, kdežto dodávky LNG poklesly o 1,9 bcm. Vzhledem k rozsáhlým projektům a současně budovaným potrubím, lze předpokládat, že plynovody budou hrát ještě dominantnější roli na poli mezinárodního obchodu. Je také zřejmé, že mezi největší exportéry budou patřit především státy s největšími zásobami a naopak největšími importéry jsou a budou vyspělé státy s velkou spotřebou energetických surovin (BP, 2014).

Tabulka 12: Největší importéři zemního plynu v roce 2012 (bcm)

Stát	Celkem	Plynovody	LNG (tankery)
Japonsko	118,8	0	118,8
USA	88,8	83,8	4,9
Německo	86,8	86,8	0
Itálie	66,8	59,7	7,1
Jižní Korea	49,7	0	49,7
Velká Británie	49,1	35,4	13,7
Francie	45,3	35,0	10,3
Turecko	42,6	34,9	7,7
Čína	41,4	21,4	20,0
Španělsko	34,6	13,3	21,4
Celkem import	1033,4	705,5	327,9

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

Celkový import zemního plynu v roce 2012 byl 1033,4 bcm. Jednoznačně největším importérem bylo Japonsko, které nakoupilo 118,8 mld. m³. Jelikož je Japonsko ostrov, veškerý plyn byl dopravený po moři ve formě LNG, tudíž bylo i největším importérem pokud se jedná pouze zemní plyn přepravený tankery. Naopak USA a prakticky celá Evropa dovážela a stále dováží plyn zejména potrubím v plynné formě. Spojené státy se umístily na 2. příčce, jak v celkovém importu, tak v importu čistě potrubním systémem. Největší import plynovody mělo v roce 2012 Německo, které jako vnitrozemský stát nemá možnost importovat zemní plyn tankery. Poptávka po zemním plynem není celý rok stejná, právě v Německu se v zimě obvykle až zdvojnásobí ve srovnání s létem. Z tohoto důvodu se budují rozsáhlé zásobníky, kde se ukládá zemní plyn (Quaschnig, 2010).

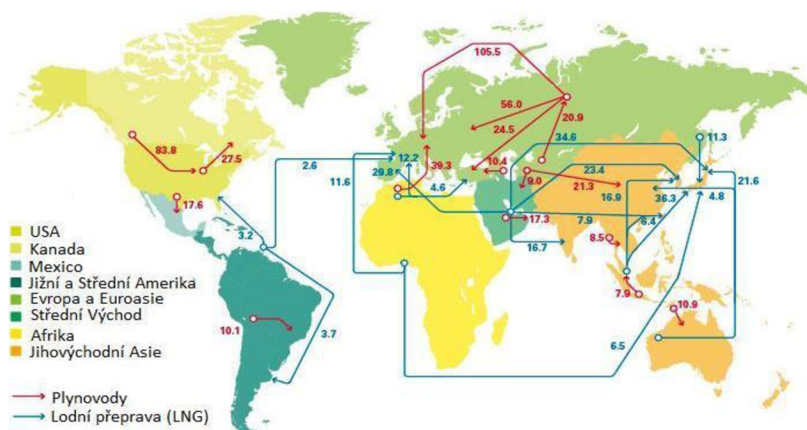
¹⁰ Upravený zemní plyn je sice možné přepravovat i pozemní dopravou, nicméně pouze v malé míře.

Tabulka 13: Největší exportéři zemního plynu v roce 2012 (bcm)

Stát	Celkem	Plynovody	LNG (tankery)
Rusko	200,7	185,9	14,8
Katar	124,7	19,2	105,4
Norsko	111,4	106,6	4,7
Kanada	83,8	83,8	0
Nizozemí	54,5	54,5	0
Alžírsko	50,1	34,8	15,3
USA	45,9	45,1	0,8
Indonésie	35,3	10,2	25,0
Trinidad a Tobago	19,1	0	19,1
Celkem export	1033,4	705,5	327,9

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

Tankery se vyvážejí plyn především z oblasti Perského zálivu, proto byl v roce 2012 největším exportérem LNG Katar. Katar kromě LNG vyvážejí i menší množství potrubního plynu, což mu pomohlo stát se, s celkovým objemem 124,7 bcm, druhým největším exportérem na světě. Jediný stát, který ve větším množství exportuje pouze LNG, je souostroví Trinidad a Tobago. Celkově bylo ovšem, dle očekávání, největším dodavatelem Rusko, které zásobuje především evropské státy. Ruské společnosti se soustřeďují zejména na dodávky plynu pomocí plynovodů, což odráží i fakt, že byly i v této statistice, s objemem exportu 185,9 bcm, největším dodavatelem plynu. Za povšimnutí stojí i to, že se v tabulce největších vývozců nachází USA (45,9 bcm) a Kanada (83,8 bcm), což jsou státy, které v celosvětovém měřítku nedisponují tak velkými zásobami zemního plynu. Mímoto oba zmíněné státy mají velkou spotřebu plynu, Spojené státy dokonce největší ve světě. Hlavní motivací, proč tolik vyvážejí, je zisk z mezinárodního obchodu. Jednoduše řečeno, nesnaží se pouze zajistit si energetickou bezpečnost, ale také levně nakoupit a draze prodat. Plynovody vyvážela Kanada plyn pouze do USA, Spojené státy dodávaly plyn potrubím hlavně do Kanady a část do Mexika. Nejvýznamnější obchodní trasy LNG i klasického zemního plynu znázorňuje následující obrázek (IEA, 2014).



Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní úpravy

Obrázek 15: Mezinárodní obchod se zemním plynem (2012)

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní úpravy

5 VYUŽITELNOST ZEMNÍHO PLYNU

Zemní plyn už dlouho není využíván pouze jako zdroj světla, jak tomu bylo v téměř celém 19. století. Zlomovým okamžikem ve využívání plynu byl, již zmíněný, vynález Bunsenova kahanu, který našel široké uplatnění v laboratořích po celém světě, a otevřel zcela nové možnosti zemního plynu (Speight, 2007).

5.1 Využitelnost v domácnostech

V domácnostech vyspělých zemí, je plyn již nedílnou součástí a prakticky nahradil uhlí, které se zde již používá minimálně. Zemní plyn výrazně napomohl rozvoji průmyslu a řemesel a zejména zlepšil kvalitu bydlení. V současné době se plyn využívá zejména k vytápění a ohřevu vody a vaření (například plynové sporáky a plynové trouby). Poměrně časté jsou i plynové krby, které v moderních domácnostech nahrazují klasické krby na spalování dříví, jelikož samotné zažehnutí je velmi snadné a následně poskytují vyšší výhřevnost. Méně rozšířené jsou poté plynové pračky a sušičky prádla nebo plynové chlazení ve formě klimatizací nebo plyn v palivových článcích (Libra a Poulek, 2007).

Plyn se rozšířil zejména díky nízké ceně, energetické účinnosti a možnosti pohodlné využitelnosti, kdy jej není potřeba skladovat a je přiváděn potrubím přímo do domácností. Uživatelsky přívětivé jsou také samotné spotřebiče, které jsou přehledné a lze je snadno regulovat. (Quaschnig, 2010).

5.2 Využitelnost v dopravě

V moderním světě je odvětví dopravy nepostradatelnou složkou každodenního života, nejenom pro účely podnikání, ale i rekreace a cestovního ruchu. Nicméně je to právě celosvětová doprava, která významnou měrou přispívá ke stále se zvětšujícímu znečištění životního prostředí. Negativní dopady velkého dopravního provozu jsou znatelné zejména ve městech (Stutz a Warf, 2007). Právě proto lze v současné době pozorovat rozkvět alternativních paliv, přičemž nejčastěji se využívá zemní plyn. Aby bylo možné plyn použít jako palivo je nutná jeho úprava. Nejběžnější je stlačený zemní plyn (*CNG = Compressed Natural Gas*), v menší míře zkapalněný zemní plyn (*LNG = Liquefied Natural Gas*) a bioplyn. Relativně rozšířený je i upravený naftový zemní plyn neboli propan-butan (*LPG = Liquefied Petroleum Gas*), ten se v současné době ovšem dostává do pozadí a je nahrazován již zmíněným CNG, který má v dopravě zřejmě největší potenciál. Kromě ekologické výhody je velkou předností i cena, která se pohybuje výrazně níž než v případě ropy nebo benzínu a vysoké oktanové číslo (128), což napomáhá plynulejšímu chodu motoru (RWE, 2014).

5.2.1 CNG (*Compressed natural Gas*)

Jelikož již třetím rokem jezdím s osobním automobilem Opel Combo, jehož pohonem je právě CNG, bude tato podkapitola do jisté míry založena na vlastních zkušenostech, průzkumech a výpočtech.

Již bylo řečeno, že velkou výhodou je cena. V dopravě se zemní plyn počítá v kilogramech, přičemž 1 kg CNG odpovídá 1,4 m³ zemního plynu. V ČR se v současné době cena pohybuje kolem 26 Kč za 1 kg zemního plynu, což je 18,58 Kč za m³. Společnost RWE (2014) uvádí na svých stránkách, že 1 m³ přibližně odpovídá 1 litru benzínu a 0,8 litru nafty. Důležitá je také energetická účinnost, kterou má zemní plyn o něco lepší než benzín i nafta.

Tabulka 14: Porovnání cen energetické účinnosti pohonných hmot

Pohonná hmota	Výhřevnost (MJ/kg)	Oktanové číslo	Cena za litr/m ³ (Kč) ¹¹
Benzín (Natural 95)	46	95	35,68
Nafta	43	40 – 55	35,77
CNG (zemní plyn)	49	128	18,58

Zdroj: RWE (2014); Kurzy.cz (2014); vlastní zpracování

Z tabulky č. 14 je zřejmé, že CNG je jednoznačně nejlevnější palivo, kdy jeho cena je téměř dvojnásobně nižší než tomu je u nafty a benzínu. Navíc má i nejlepší energetickou účinnost a nejvyšší oktanové číslo ze všech porovnávaných pohonných hmot.

Složitější se na první pohled může zdát samotné tankování CNG, ke kterému slouží speciální plnicí stanice. Je totiž nutné projít školením, na základě kterého dostanete oprávnění k provozu a tankování CNG vozidla. Toto školení je ovšem velice krátké a snadné, kromě toho u většiny plnicích stanic existuje asistenční služba, která zákazníkům v případě potíží poradí nebo pomůže. V případě zájmu může zákazník obdržet i zákaznickou kartu společnosti RWE, která funguje stejně jako běžná platební karta, jediné co je potřeba, je zvolit si heslo. Díky zákaznické kartě je platba velice pohodlná a není nutné s sebou nosit hotovost. Pokud zákazník tuto kartu využívá, jednou měsíčně mu poštou přijde přehledná faktura, kterou může zaplatit hotově nebo převodem na uvedený bankovní účet.



Obrázek 16: Čerpací stanice CNG v městské části Brno - Slatina a ukázka zákaznické karty RWE

Zdroj: vlastní foto a úpravy (2014)

Další z výhod CNG je, jeho bezpečnost. Mnozí se domnívají, že není bezpečné jezdit na zemní plyn, nicméně je to právě naopak. Zápalná teplota zemního plynu je oproti benzínu dvojnásobná, navíc je lehčí než vzduch, tudíž při poškození nádrže, což může nastat po autonehodě nebo při jiném mechanickém poškození, plyn unikne do atmosféry. Z tohoto důvodu nehrozí nebezpečí vzplanutí nebo výbuchu, což se může stát u kapalných paliv, kterými jsou nafta, benzín nebo LPG. Stejně tak nemůže dojít ke kontaminaci půdy. CNG je také šetrnější k motoru oproti ostatním palivům, jelikož nevytváří karbonové usazeniny. Stejně tak mohou potvrdit, že se jedná o palivo, kterému nevadí nízké teploty, tudíž není ani v zimě problém s nastartováním motoru. Dobré je také zmínit, že na rozdíl od kapalných pohonných hmot jej nelze z nádrže odcizit. Plynové tlakové nádrže jsou navíc mnohem odolnější než ty na kapalnou látku¹². Tlakové nádrže jsou obvykle ve voze umístěny v oblasti

¹¹ průměrná cena k 1. 4. 2014

¹² GAS, s.r.o. *Zemní plyn: pro život na plný plyn* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/default.htm>

kufru, nicméně nijak nezmenšují zavazadlový prostor vozu, jelikož se nachází pod jeho dnem (viz. obrázek č. 17).

Obrázek 17: Zavazadlový prostor vozu Opel Combo CNG



Zdroj:vlastní foto a úpravy (2014)

Kromě zmíněných výhod existuje i řada nevýhod, které uživatelům zpřijemňují provoz. Nicméně většina z nich je spíše dočasného charakteru a s dalším rozšířením CNG zmizí. V současné době není výstavba CNG vozů tak běžná jako tomu je u automobilů jezdících na naftu a benzín, z čehož plyne několik základních problémů. Mezi zmíněné problémy patří menší nabídka CNG vozů, ze které vyplývají i větší náklady na výrobu a tudíž i o něco větší pořizovací cena. Mohu ovšem potvrdit, že tento cenový rozdíl se mi vrátil za necelý rok provozu, kdy jsem ušetřil díky nižším cenám CNG. Většina vozů lze předělat na CNG, nicméně je to velmi nákladné a odborníci to nedoporučují. Další nevýhodou je nedostatek plnicích stanic, kdy například v Brně existují pouze 2, v celé ČR poté pouze 49 stanic, nicméně jejich počet rychle roste. Problémem může být i dojezdová vzdálenost, která je nižší než u kapalných paliv. Já mám ve voze 2 nádrže o celkovém objemu 10 kg, tudíž když naberu maximální množství plynu, tedy 20 kg, tak ujeďu přibližně 400 km. Většina CNG automobilů má ovšem i benzinovou nádrž, čímž se dojezdová vzdálenost o něco zvětší¹³.

Obrázek 18: Proces čepování CNG



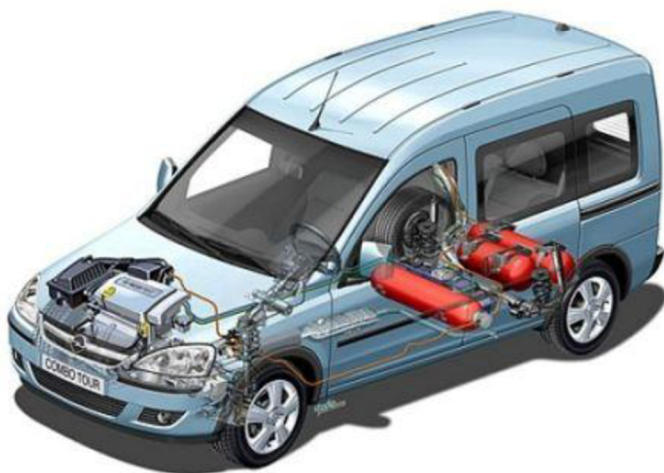
Zdroj:vlastní foto a úpravy (2014)

Opel Combo, které provozuji, má průměrnou spotřebu 6 - 7 litrů na 100 km, což je přibližně rovno 6 - 7 m³ CNG na stejnou vzdálenost. Do nádrže obvykle načepuji 15 - 17 kg,

¹³ RWE, a.s.: *the energy to lead; CNG* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/>

přičemž zmíněných 15 kg CNG mě vyjde na 403,5 Kč¹⁴ a zpravidla na to ujedu 290 - 310 km. V průměru tedy zaplatím za jeden ujetý kilometr 1,345 Kč.

Obrázek 19: Schéma pohonu u CNG vozu

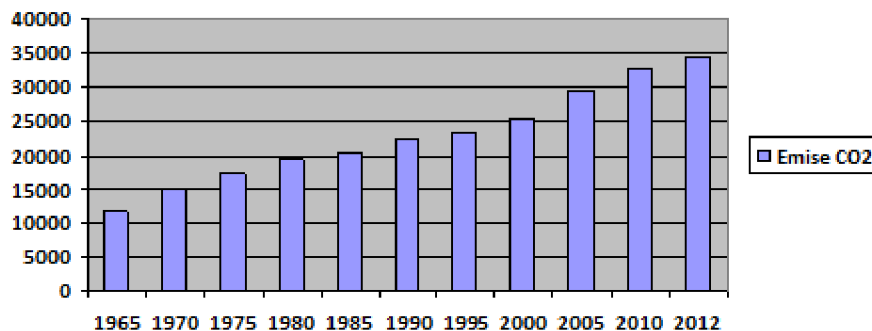


Zdroj: <http://www.autobild.de/artikel/opel-combo-1.6-cng-50344.html>

5.3 Budoucí vývoj využitelnosti

Lze očekávat, že se využitelnost plynu bude stále rozšiřovat a budou vznikat stále novější technologie, které ještě rozšíří již tak velké možnosti použití zemního plynu. Současný trend napovídá, že budou vyráběny ekologicky šetrnější spotřebiče, což právě zemní plyn umožňuje. Kromě zemního plynu se zřejmě rozšíří i obnovitelné energie jako je například bioplyn. Větší prosazení lze očekávat i u plynových palivových článků a plynových klimatizací. Obrovský potenciál plynu je vidět i v dopravě.¹⁵ Celkový objem vypouštěných emisí neustále roste, proto lze očekávat tendence zmenšit znečišťování životního prostředí, což by mohlo vést k častějšímu využívání plynu.

Obrázek 20: Světové emise CO₂ v letech 1965 – 2012 (milion tun)



¹⁴ Beru v potaz cenu 26,9 Kč za kg CNG (19,21 Kč/m³), která je momentálně na čerpací stanici Brno - Slatina

¹⁵ BŘICHÁČ. Plyn - komodita a investice budoucnosti. *Petrol.cz* [online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2012, č. 01 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z:

<http://www.petrol.cz/aktuality/archiv/2012/27/plyn-komodita-a-investice-budoucnosti-1043.aspx>

Zdroj: British Petroleum (2013); vlastní zpracování

6 PŘÍRODNÍ ZDROJE V SOUVISLOSTI S MOCENSKÝM SOUPEŘENÍM STÁTŮ

Tato kapitola je tak obsáhlá, že bych o ní mohl napsat samostatnou práci, tolik prostoru zde ovšem nemám, proto se v první podkapitole zaměřím pouze na vybrané konflikty, které mi přišli důležité nebo zajímavé. V druhé podkapitole, která se věnuje státní politice v souvislosti s přírodními zdroji, jsem se zaměřil na Rusko. Hlavními důvody bylo, že tuto problematiku je nejlepší demonstrovat na konkrétním státě, přičemž Rusko jsem si vybral, protože ruská politika nejvíce ovlivňuje právě Evropu a ve velké míře i Českou republiku.

Držení přírodních zdrojů představovalo již od počátků lidstva velkou výhodu a moc vůči ostatním konkurentům, kmenům, případně později státům. V současné době tomu není jinak, právě naopak můžeme říci, že s ubýváním zásob těchto zdrojů a rostoucí poptávkou po nich se zvyšuje i jejich vzácnost a tím pádem i moc států, které tyto zdroje vlastní. Krom ekonomické výhody, která je zcela zřejmá a spočívá především ve výnosech z obchodování s těmito zdroji, existuje i výhoda politická. V dnešním světě, kde je velmi výrazně rozvinut mezinárodní obchod, jsou mnohé státy závislé na dodávkách surovin z jiných zemí. Jako významného dovozce zemního plynu pro Evropu můžeme jmenovat například Rusko, které vlastní velké zásoby této suroviny a jelikož mnohé státy, do kterých dováží plyn, nemají dostatečné vlastní zásoby a současně není žádný jiný exportér, který by je mohl zásobovat nebo alespoň ne v takové míře, může Rusko při vyjednávání s těmito státy pohrozit zastavením dodávky plynu, případně výrazně zdražit jeho cenu (Stutz a Warf, 2007).

6.1 Vybrané konflikty o surovinové zdroje a problémové oblasti

Z doposud uvedených důvodů je jasné, že většina států se bude snažit získat surovinové zdroje, přesněji řečeno území kde je lze těžít a za tímto účelem budou ochotny i vstoupit do ozbrojeného konfliktu. Naopak země, které již tyto suroviny vlastní, se jich jen tak lehce nevzdají. Proto není divu, že v minulosti již proběhlo několik ozbrojených konfliktů a sporů o suroviny a s velkou pravděpodobností je lze očekávat i v budoucnu. Tyto konflikty mohou mít charakter agresivního ozbrojeného soupeření nebo pouze politicko-diplomatického sporu. V prvním případě má konflikt obvykle jasně daného vítěze a poraženého, v druhém případě však výsledkem vyjednávání může být i spolupráce, kdy jsou vítězi obě strany, případně se dohodnou alespoň na kompromisu, který vyhovuje oběma aktérům. Ropa a zemní plyn patří k jedněm z nejvýznamnějších surovin na světě a tuto skutečnost umocňuje i fakt, že se řadí k tzv. bodovým surovinám. Za bodové suroviny jsou považovány ty, k jejichž těžbě a zpracování je potřeba značné sofistikovanosti, složitých technologií a kvalitní infrastruktury. Z těchto důvodů je nejčastějším surovinovým konfliktem právě soupeření o ropu a zemní plyn (Šmíd, 2010).

Jako první příklad zde proto uvádím spor o ropu v oblasti Perského zálivu, který patří k největším nalezištím ropy na světě. K této geografické oblasti řadíme Bahrajn, Kuvajt, Irák, Írán, Katar, Omán, Saudskou Arábii a Spojené arabské emiráty. První zájem o tuto oblast projevily světové velmoci během druhé světové války, kdy Bahrajn a Írán poskytoval ropné zásoby spojencům. Od této doby zde existuje přetrvávající napětí jak mezi místními státy, tak mezi velmocemi, které se zde nejčastěji angažují, přičemž jde zejména o USA, Čínu, Rusko, Francii a Velkou Británii. Tyto státy se v rámci své energetické bezpečnosti snaží zajistit dodávku ropy a zemního plynu z této oblasti do své země. Zásobování strategickými

surovinami je klíčové zejména pro USA, státy Evropské unie a většinu asijských ekonomik. Oproti tomu motivy Ruska jsou spíše strategické, jelikož státy Perského zálivu představují nejvýznamnějšího konkurenta v oblasti exportu strategických surovin. Perský záliv hraje dlouhodobě dominantní roli ve vývozu ropy a disponuje více než polovinou celosvětových zásob, přičemž Irák, Írán a Saudská Arábie vlastní 2/3 těchto zásob. Suverénně nejvýznamnější roli na poli světového obchodu s ropou hraje Saudská Arábie, což je vidět i na její ekonomice, kdy téměř 90 % příjmů pramení z obchodu s ropou a tvoří přibližně polovinu HDP. Podobně závislé na exportu ropy a zemního plynu jsou i ostatní státy Zálivu. Lze zde opět mluvit o vzájemné závislosti s velmocemi, které od nich tyto suroviny dováží. Citlivost světové ekonomiky lze dobře demonstrovat na příkladu ropných šoků z let 1973, 1979-1980 a 1990-1991, kdy výrazné zvýšení ceny ropy způsobilo celosvětovou krizi. Dodávky jsou zajišťovány především přes Hormuzskou úžinu, po které je přepraveno 40 % ropy dopravované po moři a představuje tak hlavní transportní uzel. Nejužší úsek úžiny má šířku 34 kilometrů, z čehož jsou pro dopravu vyhrazeny 3,5 kilometrů široké kanály. Uzavření nebo násilné obsazení zmíněných kanálů by představovalo velký problém pro obchod s ropou a nutnost využívat nákladnějších a kapacitně menších alternativ jako je například ropovod „Východ-Západ“. Dodávky surovin však mohou být ohroženy i vnitřními konflikty uvnitř států zálivu, kde by byla znemožněna samotná těžba (Šmíd, 2010).

Další problémovou oblastí je Jihočínské moře, které není tak významné jako Perský záliv a proto ani surovinový konflikt, který zde proběhl, nebyl středem pozornosti světových médií ani veřejnosti. I přesto nejsou zásoby ropy a zemního plynu v této oblasti zanedbatelné, spíše naopak. Přítomnost ropy a zemního plynu v Jihočínském moři byla předpovídána již v roce 1968 a této příležitosti chtěla využít především Čína. K ní se později přidal Tchaj-wan, Vietnam, Malajsie, Filipíny a Brunej. Jihočínské moře kromě zásob surovin představuje i výhodnou oblast lodní dopravy a rybolovu, nicméně byly to především surovinové zásoby, které způsobily posun z diplomatických konfliktů na ozbrojené. Po roce 2000 došlo k výraznému uklidnění, kdy bylo podepsáno několik významných smluv o spolupráci, tento stav vydržel do roku 2007, kdy proběhla série diplomatických i ozbrojených střetů mezi Čínou a Vietnamem. V roce 2009 byly v Jihočínském moři objeveny nové zásoby zemního plynu, což napomohlo vzniku několika dalších střetů. V současné době zde stále panuje napětí (Šmíd, 2010).

Nezanedbatelné zásoby ropy a zemního plynu jsou i v oblasti Kaspického moře, není tedy divu, že i tato oblast je oblastí častých konfliktů. Těžba ropy probíhá především v Kazachstánu a těžba zemního plynu je typická pro Turkmenistán. Konkrétně u tohoto konfliktu hraje nejdůležitější roli transport surovin. Jak již bylo řečeno, pro Evropu tato oblast a propojení s ní pomocí plynovodu Nabucco představuje příležitost, jak snížit svoji závislost na ruských dodávkách. Politika Ruska, je naopak závislost Evropy na dodávkách ruských společností ještě zvýšit. Proto se snaží získat kontrolu nad Střední Asií. Evropské snahy podporuje i USA, které má v této oblasti, kromě energetických zájmů i zájmy vojenské, konkrétně se jedná o boj proti terorismu a vybudování geopolitického nástupiště proti rostoucímu vlivu Číny, která má také zájmy o místní surovinové bohatství (Šmíd, 2010).

Posledním konfliktem, který zde uvedu, jsou tzv. plynové války mezi Ruskem a Ukrajinou. Tento konflikt naštěstí nikdy nedospěl do fáze ozbrojeného sporu a je především diplomatický, jedná se o střet zájmů a politik dvou zemí, potažmo i zbytku Evropy. Tento spor není pouze sporem o dodávky plynu na Ukrajinu, ale také se týká transportu plynu do dalších zemí. Podstata tkví v nutnosti přepravy zemního plynu plynovody. Je pravda, že zemní plyn lze zkapalnit a tudíž usnadnit jeho přepravu, nicméně výroba LNG je finančně náročná a proto méně efektivní, navíc zemní plyn je častěji využíván v plynné formě (Litera, 2003).

6.2 Politika Ruska v kontextu s jejich zásobami zemního plynu a ropy

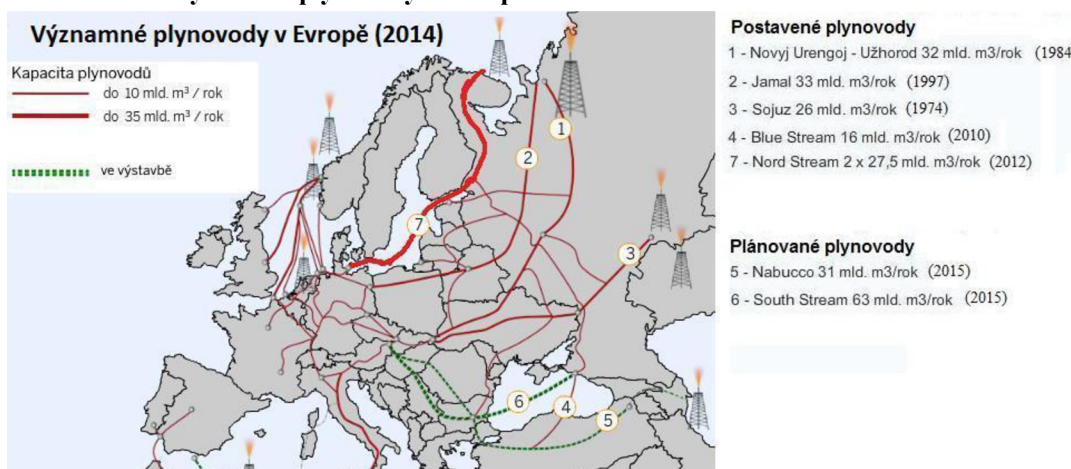
Rusko je hlavním dodavatelem ropy a zemního plynu pro Evropu. Svoje silné postavení získalo především díky několika faktorům. Kromě značných zásob a tím pádem i dobrých možností těžby je to, nedostatek konkurence plynoucí z faktů, že většina zemí v Evropě nemá tak významné zásoby a tudíž jsou ruské společnosti geograficky výhodnými dodavateli. V tomto ohledu jim hraje do karet i to, že k přepravě zemního plynu je nutné vybudovat plynovody a proto je logicky méně nákladné dovážet plyn z Ruska než například ze zemí Středního východu nebo USA. V neposlední řadě je nutné zmínit, že ropa ani zemní plyn nemají blízké substituty, které by je mohly plně nahradit (Musil 2009).

Svoje plány jak proniknout na evropský, primárně západoevropský trh vypracoval, tehdejší Svaz sovětských socialistických republik již koncem 70. let 20. století. V Moskvě byl představen plán pro vybudování šesti hlavních plynovodů, které měly spojit ruský Urengoj, druhé největší ložisko zemního plynu na světě s Evropou. V současné době existuje síť plynovodů, která plně pronikla na evropský trh a je schopna zásobovat velkou část jejího území. Mezi nejvýznamnější plynovody zásobující Evropu v současné době patří Novyj Urengoj, Jamal, Sojuz, Blue Stream a Nord Stream plánovaná je výstavba South Stream (viz obrázek). Tyto plynovody jdou k západním odběratelům přes země dvojího stupně. První tvoří Bělorusko, Ukrajina a Pobaltí, tento stupeň je ruskými politiky často označován jako blízké zahraničí. Druhým stupněm je Polsko, Slovensko a Maďarsko. Tranzitní země mají vůči Rusku a potažmo i jejich odběratelům mocenskou výhodu, kdy i ta nejmenší země je schopna dodávku přes její území zastavit. Jelikož jsou tranzitní státy většinou také závislé na energetických dodávkách ruských podniků, existuje mezi nimi vzájemná politická a energetická závislost. V tomto prostředí jsou zainteresované státy motivovány udržovat kooperativní vztahy (Orbán, 2010).

Abych lépe demonstroval počínání ruských funkcionářů, uvedu několik konkrétních případů. Nás asi nejvíce ovlivnilo, když v červnu roku 2008 výrazně klesly dodávky ropy do ČR ruským ropovodem Družba. Tento pokles byl přibližně o 40-50 % a byla to reakce na podepsání smlouvy o raketové obraně s USA, se kterou Rusko nesouhlasilo. Tento stav trval téměř měsíc, než byly dodávky opět plně obnoveny. Podobná situace se stala již v červenci 2006, kdy byly omezeny dodávky ropy do Litvy, což se stalo bezprostředně poté, co byla litevská rafinerie Mazeikiu prodána polské společnosti PKN Orlen. Litva byla ovšem odtržena od dodávek ropy celé 3 roky. Téhož roku v lednu uzavřelo Rusko přívod plynu Ukrajině, což z výše zmíněných důvodů postihlo všechny země EU, které čerpaly plyn z tohoto plynovodu. Toto zahnilo Ukrajinu do kouta a byla nucena upustit od původních plánů zásobovat se plynem z Turkmenistánu a ruská plynárenská společnost Gazprom, která je mimochodem přímo podřízená Kremlu, získala dominantní roli na poli ukrajinského dodavatele plynu. Dalším vhodným příkladem je Bělorusko, kterému od roku 1991 prodávalo surovou ropu značně pod světovou tržní cenou, nicméně v roce 2006 se tehdejší běloruský prezident Alexandr Lukašenko začal ruskému vlivu vzpírat a již v roce 2007, vlivem příplatků, stoupla cena odebírané ropy prakticky dvojnásobně. Minsk si to ovšem nechtěl nechat líbit a tak pohrozil, že na území Běloruska uzavře ropovod Družba. Zde se ovšem projevila vzájemná závislost a byla to EU, která se ohradila a naléhala na obě země, aby se dohodly. Výsledkem bylo, že Bělorusko nakonec přijalo vyšší ceny. Rusko samozřejmě ve většině případů popírá, že by se jednalo o cílené politické kroky sloužící k ovlivňování ostatních států a obvykle omezení či uzavření energetických dodávek svádí na technické problémy (Orbán, 2010).

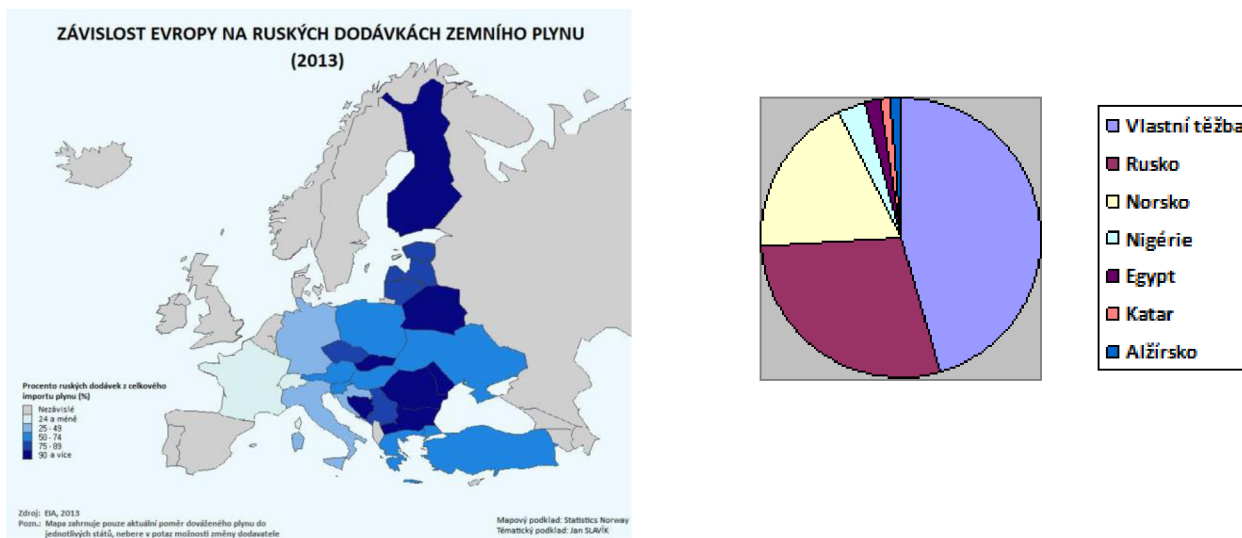
Ruské dodávky plynu v současné době pokryjí přibližně jednu čtvrtinu spotřeby všech evropských států. Například Německo, i když samo plyn těží, 80 % spotřeby kryje dodávkami převážně z Ruska a částečně také Norska a Nizozemí. Cíl ruských společností je, závislost Evropy na jejich surovinových dodávkách ještě zvýšit a tím zvýšit i svůj podíl na trhu. Strategie ostatních evropských států je, ale logicky zcela opačná, jsou zde zřetelné snahy najít alternativu v podobě dalšího dodavatele a snížit tak závislost na Rusku. Částečně je to možné dodávkami z Norska, nicméně tyto zásoby nejsou dostatečné. Jistou nadějí může být postavení nového plynovodu Nabucco, který má propojit Evropu s Kaspickým mořem a tudíž i velkými distributory zemního plynu z oblasti Středního východu. Nabucco má vést přes Balkán do Rakouska a měl by být dokončen v roce 2015 (Litera, 2003).

Obrázek 21: Významné plynovody v Evropě



Zdroj: <http://byznys.ihned.cz/c1-39254680-animace-odkud-bere-evropa-plyn-kdo-je-na-kom-zavisly>; vlastní úpravy

Obrázek 22: Závislost Evropy na ruských dodávkách zemního plynu



Zdroj: <http://byznys.ihned.cz/c1-39254680-animace-odkud-bere-evropa-plyn-kdo-je-na-kom-zavisly>; vlastní zpracování

7 BUDOUCÍ VÝVOJ ZEMNÍHO PLYNU A JEHO PERSPEKTIVY

V posledních deseti letech stoupla celosvětová produkce plynu o 33 % a celková spotřeba o 32 %. Odborníci předpokládají, že tento trend se zachová i v následujících dvaceti letech, kdy by se mohla produkce až ztrojnásobit. Na základě dosavadního vývoje produkce primárních zdrojů lze očekávat, že zemní plyn v nejbližší době nahradí velké množství uhlí a ropy. Lze předpokládat, že to bude právě zemní plyn, který nahradí ropu na pozici nejpoužívanější energetické suroviny (BP, 2014).

7.1 Porovnání zásob primárních zdrojů

Je zřejmé, že primární zdroje hrají dominantní roli v energetice, proto není nutné řešit jejich celkové perspektivy, ale spíše možnosti rozvoje jednotlivých zdrojů. Záměrně zde neuvádím obnovitelné zdroje, jelikož kvůli menší energetické účinnosti, zatím nejsou schopny plně nahradit fosilní paliva.

7.1.1 Statistická životnost primárních zdrojů energií

Statistická životnost udává dobu, po kterou lze očekávat, že bude daný zdroj využíván, při zachování současné těžby (Buryan, 2012).

Tabulka 15: Statistická životnost (2012)

Primární zdroj		zásoby		těžba (milion tun)	Odhadovaná životnost (let)
		odhadované (tun)	ověřené (miliard tun)		
Uhlí	černé	5 bilionů	404,8	7 865	300 - 600
	hnědé	5 bilionů	456,2		
Ropa		150 miliard	235,8	4 119	190
Zemní plyn ¹⁶		378 miliard	138,6	2 489	200

Zdroj: British Petroleum (2013)

Z tabulky č. 15 je vidět, že největší odhadované i prokázané zásoby má uhlí, tudíž i jeho životnost je největší. Avšak uhlí v porovnání s ropou a zemním plynem má výrazně menší účinnost (až o polovinu) a tudíž i horší využitelnost, což bohužel z tabulky nejde poznat. Jinak řečeno, k získání stejného množství energie, je potřeba větší množství uhlí, než ropy nebo plynu (Buryan, 2012).

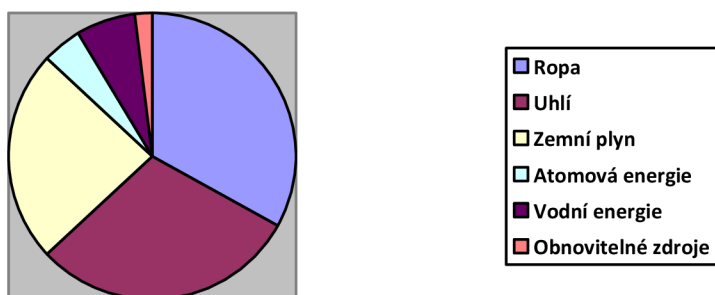
Z dostupných dat je možné se domnívat, že zásoby zemního plynu vydrží déle než ropné zásoby. Je ovšem samozřejmé, že na spotřebu a skladbu surovin působí mnoho faktorů a to nejenom přírodních a ekonomických, ale také politických a sociálních. Nelze přesně říci, jak se změní způsob výroby energií, jak moc velký vývoj technologií lze očekávat a především jak moc se rozšíří průmysl, zejména v rozvojových zemích (Jeníček a Foltýn, 2010).

¹⁶ Data byla přepočítána z bcm na tuny LNG

7.2 Perspektivy a prognózy spotřeby energií

Ropa již delší dobu zaujímá největší podíl na spotřebě energií, hned za ní je uhlí. Zemní plyn měl sice v roce 2012 nejmenší spotřebu z fosilních paliv, nicméně zaznamenal historicky nejrychlejší vývoj.

Obrázek 23: Podíl spotřeby energií ve světě (2012)

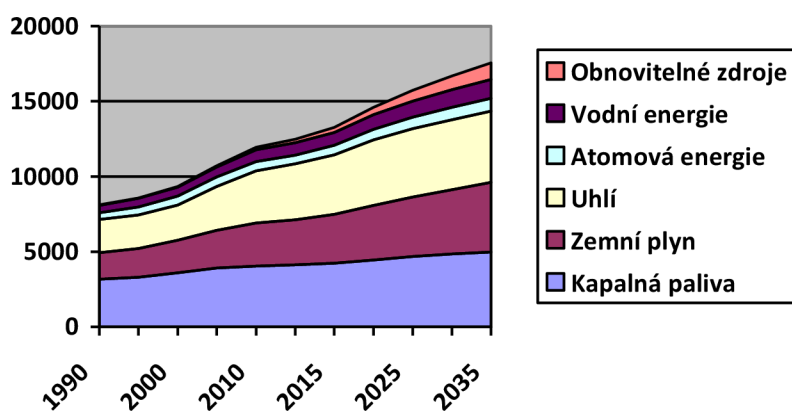


Zdroj: British Petroleum (2014)

Anglická energetická společnost British Petroleum (2014) předpokládá, že poptávka po energiích se bude neustále zvyšovat, nicméně očekává, že tento růst již nebude tak markantní, jak tomu bylo v předchozích letech. Hlavní podíl na zvyšování spotřeby budou mít státy s rostoucími ekonomikami, jako jsou Čína a Indie. Ve vyspělých státech bude růst spíše pozvolný. BP předpokládá, že celková energetická spotřeba vzroste o 41 % do roku 2035, což je o 11 % menší skok oproti předchozím dvaceti letům.

Lze očekávat, že fosilní paliva si zachovají drtivý podíl na celkové energetické spotřebě. Právě zemní plyn, který doposud zaznamenal největší a především nejrychlejší nárůst téměř ve všech možných statistikách, zejména v těžbě a spotřebě, bude hrát významnou roli v budoucí energetice. Je velmi pravděpodobné, že těžba a využívání zemního plynu se bude stále výrazně zvyšovat (BP, 2014).

Obrázek 24: Vývoj spotřeby energetických zdrojů mezi léty 1990 - 2035 (Mtoe)



Zdroj: British Petroleum (2014)

Ve sledovaném období se očekává, že spotřeba všech zdrojů energií poroste, nejrychlejší růst lze pozorovat u obnovitelných zdrojů (6,4 %). Mezi fosilními palivy je to poté právě zemní plyn, kde se předpokládá největší zvýšení spotřeby (1,9 %). Nejmenší nárůst je vidět u ropy (0,8 %), těsně následovanou uhlím (1,1 %), což je způsobeno především politikou Číny, která upouští od většího zastoupení uhlí v průmyslu (BP, 2014).

Spotřeba plynu v roce 2035 se odhaduje na 4 631 Mtoe, což je po uhlí a kapalných palivech (včetně ropy) třetí největší ze všech energetických zdrojů. Ve státech OECD¹⁷ však bude zemní plyn nejvyužívanějším zdrojem již v roce 2031 a do roku 2035 bude jeho podíl mezi primárními zdroji téměř třetinový. Relativně nejrychleji se rozšíří plyn v odvětví dopravy, kde procentuální nárůst bude 7,3 %, nicméně v absolutních hodnotách bude možné pozorovat nejvýznamnější vzrůst v odvětví průmyslu a energetiky. Největší potenciál se poté přisuzuje břidlicovému plynu, který bude možné, díky technologickému pokroku, těžit čím dál více. Plyn z břidlic, se těží převážně v Severní Americe a dosáhne do roku 2035 rekordního nárůstu spotřeby v podobě 6,5 %, což bude téměř polovina celkové spotřeby zemního plynu¹⁸.

Ludvík (2005)¹⁹ označuje zemní plyn za palivo blízké budoucnosti. Hlavními důvody proč lze očekávat budoucí rozvoj plynu jsou:

- **Vysoká výhřevnost**, díky které je účinnější než některé jeho substituty.
- **Dostupnost** - v současné době neexistuje mezi primárními palivy žádná jiná, které by bylo možné bez složitějších přeměn a nákladných úprav dopravit přímo k odběrateli. To je u plynu možné díky komplexní a plně funkční potrubní síti, která umožňuje neomezený odběr.
- **Nezávislost na počasí** – dopravní a distribuční systém není závislý na klimatických změnách.
- **Cena** – nízká cena v porovnání s ostatními energetickými surovinami.
- **Snadná využitelnost** – odběratel nemusí zemní plyn skladovat, tudíž není nutné budovat zásobníky. Navíc obsluha a regulace většiny plynových spotřebičů je velice snadná.
- **Ekologie** – zemní plyn je nejčistší ze všech neobnovitelných zdrojů. Jelikož celkový objem emisí CO₂ vypouštěných do atmosféry neustále stoupá, lze očekávat, že se jednotlivé vlády budou čím dál častěji uchylovat k ekologičtějším zdrojům energií.
- **Zásoby** – Rychle ubývající zásoby ropy povedou k častějšímu využívání zemního plynu, jehož odhadovaná statistická životnost je o něco větší. Navíc zde existuje velký potenciál v podobě obrovských zásob metanových hydrátů.

Značnou nevýhodou je ovšem velká závislost na zemích exportujících zemní plyn, která plyne z již zmíněné diference mezi světovými zásobami a spotřebou.

¹⁷ OECD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj), je mezivládní organizace 34 ekonomicky nejrozvinutějších států světa.

¹⁸ BŘICHÁČ. Plyn - komodita a investice budoucnosti. *Petrol.cz* [online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2012, č. 01 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.petrol.cz/aktuality/archiv/2012/27/plyn-komodita-a-investice-budoucnosti-1043.aspx>

¹⁹ LUDVÍK, Vratislav. Plyn je budoucností energetiky. *Vesmir.cz* [online]. 2005, roč. 84, č. 588 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/plyn-je-budoucnosti-energetiky>

ZÁVĚR

Zemní plyn prošel pozoruhodným vývojem, kdy byl dlouhá léta přehlížen, dokonce i brán jako překážka, kterou je potřeba při těžbě ropy odstranit. I když byl plyn s největší pravděpodobností poprvé využit již ve starověké Číně, v moderním světě se začal používat až na začátku 19. století, a to prakticky pouze jako zdroj světla. Jeho energetická účinnost a další, nejenom ekologická, pozitiva byla plně doceněna až ve 20. století, kdy se začaly budovat rozsáhlé plynovody. Od tohoto momentu ovšem obliba plynu začala růst raketovou rychlostí. Zemní plyn, jako nejmladší fosilní palivo, zaznamenal nejrychlejší růst spotřeby i těžby mezi primárními zdroji.

V současné době patří zemní plyn mezi tři nejvyužívanější energetické zdroje a je nedílnou součástí většiny domácností. Významnou měrou přispěl k rozvoji plynárenství ve světě, jelikož se jedná o ekologicky šetrnou surovinu, kterou je snadné skladovat a v současné době také pohodlně přepravovat. Výhodou jsou také zásoby, které by měly vydržet déle než v případě ropy. Kromě prokázaných zásob jsou velkou nadějí i značné odhadované rezervy, zejména co se týče nekonvenčních zdrojů. Těžba nekonvenčních zdrojů, především břidlicového plynu je čím dál častější a předpokládá se, že její rozvoj ještě přijde. Je velmi pravděpodobné, že s vývojem nových technologií těžby bude budoucí produkce zaměřena primárně na nekonvenční zdroje zemního plynu, jejichž zásoby doposud nebylo možné těžit v tak značné míře jako u konvenčního plynu, přičemž velkým příslibem do budoucna jsou i hydráty metanu. Rozvoj těžby nekonvenčních zdrojů je možné čekat hlavně v Evropě a Severní Americe, kdežto konvenční zdroje se těží a zřejmě ještě několik desítek až stovek let budou těžit v Rusku, přednostně na Sibiři a v Karském moři, v Perském zálivu a v Evropě v Severním moři.

I když je již v současnosti využitelnost zemního plynu opravdu rozsáhlá, lze očekávat, že s dalším vývojem technologií se možnosti jak, kde a v jaké podobě plyn využít ještě rozšíří. Velký rozvojový potenciál je očekáván obzvláště v odvětví dopravy a to primárně v podobě stlačeného zemního plynu (CNG). Svoje domněnky stavím v první řadě na nízké ceně zemního plynu v porovnání s ostatními palivy, vysoké energetické účinnosti a čistotě. Současné trendy napovídají, že většina vlád a institucí, v čele s Evropskou Unií, bude prosazovat snižování vypouštěných emisí a tudíž i podporovat ekologicky šetrné energetické zdroje a společnosti, které je produkují. Laická veřejnost se CNG vozům zatím vyhýbá, což je zřejmě způsobeno malou informovaností a zbytečnými obavami, které plynou z všeobecného povědomí, že alternativní paliva nejsou tak kvalitní a bezpečná jako nafta či benzín a z nezkušenosti s tímto typem pohonné hmoty. Výhody zemního plynu jsou ovšem tak jasné a významné, že je jen otázkou času, kdy se názor a přístup většiny řidičů změní. Lze očekávat, že to bude především stoupající cena dominantních pohonných hmot a naopak nízká cena CNG, která většinu řidičů přesvědčí přejít na zemní plyn.

Značná ekonomická a politická nestabilita, plynoucí z nerovnoměrného rozložení zásob a oblastí spotřeby zemního plynu představuje velkou hrozbu do budoucna. Je nutné snížit energetickou závislost podstatné části světa na dominantních producentech plynu. To by bylo možné přechodem na levný a účinný alternativní zdroj energie, který ovšem v současné době neexistuje. Další možností je rozšíření těžby nekonvenčních zdrojů, jejichž zásoby jsou i v oblastech s velkou energetickou spotřebou, nicméně i tato možnost vyžaduje čas na vývoj účinnějších těžebních technologií, které by umožnily tak rozsáhlou produkci nekonvenčních zdrojů.

Zemní plyn zřejmě není konečným řešením globálního energetického problému, ale je optimálním způsobem jak oddálit vyčerpání energetických zdrojů a snížit znečišťování životního prostředí, což umožní soustředit se na výzkum alternativních obnovitelných zdrojů, které by v budoucnu mohly zcela nahradit fosilní paliva. Na základě analýzy, kterou jsem v této práci provedl, se domnívám, že zemní plyn je perspektivním zdrojem, jehož těžba a následná spotřeba ještě výrazně poroste, zejména ve státech OECD, kde během následujících 20 let předčí i ropu a stane se nejvyužívanějším primárním zdrojem.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ODBORNÉ TEXTY:

- [1] BIENIK, Ján. *Ropa, zemný plyn a životné prostredie*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1982, 239 s.
- [2] BRYCE, Robert. *Power hungry: the myths of "green" energy and the real fuels of the future*. New York, NY: PublicAffairs, c2010, xix, 394 p. ISBN 9781586487898.
- [3] BURYAN, Petr. *Zemní plyn - energetická a chemická surovina*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 2012, 158 s. ISBN 978-80-7080-816-0.
- [4] CRETÌ, Anna. *The economics of natural gas storage: a European perspective*. Berlin: Springer, 2010, xii, 116 s. ISBN 9783642098291.
- [5] ĎURICA, Dušan, Miloš SUK a Vladimír CIPRYS. *Energetické zdroje včera, dnes a zítra*. Vyd. 1. Brno: Moravské zemské muzeum, 2010, 165 s. ISBN 978-80-7028-374-5.
- [6] GASNÁREK, Karel. *Těžba nafty, zemního plynu a vody: schváleno jako učební text pro 4. roč. prům. škol oboru 022-01/2 - Hlubinné vrtání, dobývání nafty a plynů*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1961, 286 s.
- [7] HEINBERG, Richard. *Peak everything : waking up to the century of declines*. 1. vyd. Gabriola Island, BC: New society publishers, 2010, xxvi, 212 s. ISBN 9780865716452.
- [8] JENÍČEK, Vladimír a Jaroslav FOLTÝN. *Globální problémy světa: v ekonomických souvislostech*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2010, xix, 324 s. ISBN 978-80-7400-326-4.
- [9] LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Zdroje a využití energie*. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8.
- [10] LITERA, Bohuslav. *Ruské produktovody a střední Evropa*. 1. vyd. Praha: Eurolex Bohemia, 2003, 241 s., 9 s. mp. příl. ISBN 80-86432-47-5.
- [11] MACKINNON, Danny a Andrew CUMBERS. *An introduction to economic geography : globalization, uneven development and place*. 2. vyd. Harlow: Pearson Prentice Hall, 2011, xvi, 334 s. ISBN 9780273727279.
- [12] MOKHATAB, Saeid, William A. POE a J. G. SPEIGHT. *Handbook of natural gas transmission and processing*. Burlington, MA: Gulf Professional Pub., 2006. xxxi, 636. ISBN 0750677767.
- [13] MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck, 2009, xiii, 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.
- [14] ORBÁN, Anita. *Moc, energie a nový ruský imperialismus*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2010, 279 s. ISBN 978-80-257-0251-2.
- [15] QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 296 s. ISBN 978-80-247-3250-3.

- [16] SPEIGHT, James G. *Natural gas: a basic handbook*. Houston, Tex.: Gulf Pub. Co., 2007, xiii, 239 p. ISBN 19-337-6214-4.
- [17] STUTZ, Frederick P. a Barney WARF. *The world economy: resources, location, trade, and development*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall, 2007, xii, 525 s. : il., mapy. ISBN 9780132436892.
- [18] ŠMÍD, Tomáš. *Vybrané konflikty o zdroje a suroviny*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav, 2010, 216 s. ISBN 978-80-210-5351-9.

DALŠÍ ZDROJE:

- [1] A Brief History of Natural Gas. *American Public Gas Association* [online]. 2014 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.apga.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3329>
- [2] British Petroleum. *Statistical Review of World Energy 2013* [online]. 2014 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.bp.com/>
- [3] BŘICHÁČ. Plyn - komodita a investice budoucnosti. *Petrol.cz* [online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2012, č. 01 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.petrol.cz/aktuality/archiv/2012/27/plyn-komodita-a-investice-budoucnosti-1043.aspx>
- [4] ČSN EN ISO 6976. *Zemní plyn - Výpočet spalného tepla, výhřevnosti, hustoty, relativní hustoty a Wobbeho čísla*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] EIA. *U.S. Energy Information Administration: Independent Statistics and Analysis* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.eia.gov/>
- [6] GAS, s.r.o. *Zemní plyn: pro život na plný plyn* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/default.htm>
- [7] IEA: International Energy Agency [online]. 2014 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: <http://www.iea.org/>
- [8] LUDVÍK, Vratislav. Plyn je budoucností energetiky. *Vesmir.cz* [online]. 2005, roč. 84, č. 588 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/plyn-je-budoucnosti-energetiky>
- [9] RWE, a.s.: *the energy to lead; CNG* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/>
- [10] RWE, a.s.: *the energy to lead; O zemním plynu* [online]. 2014 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.rwe.cz/cs/ozemnimplynu/zemni-plyn/>
- [11] SANDREA, Rafael. Global Natural Gas Reserves – A Heuristic Viewpoint. *IPC: Petroleum consultants, Inc.* [online]. 2006, XLIX, č. 12 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://www.ipc66.com/publications/global_natural_gas_reserves-a_heuristic_viewpoint.pdf

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klasifikace zdrojů energií	10
Tabulka 2: Obvyklé složení zemního plynu.....	12
Tabulka 3: Chronologický přehled organické teorie.....	14
Tabulka 4: Klasifikace plynů dle spalného tepla podle ČSN EN ISO 6976	17
Tabulka 5: Vybrané fyzikální vlastnosti zemního plynu.....	17
Tabulka 6: Oblasti těžby zemního plynu v roce 2012 (Mtoe).....	21
Tabulka 7: Přehled těžby zemního plynu v Severní Americe v roce 2012 (Mtoe).....	22
Tabulka 8: Přehled těžby zemního plynu ve státech SNS a Turkmenistánu v roce 2012 (Mtoe).....	23
Tabulka 9: Přehled těžby zemního plynu ve vybraných státech Středního Východu v roce 2012 (Mtoe).....	24
Tabulka 10: Přehled těžby zemního plynu ve vybraných státech Jihovýchodní Asie a v Austrálii v roce 2012 (Mtoe)	25
Tabulka 11: Přehled těžby zemního plynu ve vybraných státech EU a Norsku v roce 2012 (Mtoe)	26
Tabulka 12: Největší importéři zemního plynu v roce 2012 (bcm)	31
Tabulka 13: Největší exportéři zemního plynu v roce 2012 (bcm).....	32
Tabulka 14: Porovnání cen energetické účinnosti pohonných hmot	35
Tabulka 15: Statistická životnost (2012).....	43

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma ložiska plynu a nafty	15
Obrázek 2: Těžební věž na ropu a zemní plyn	16
Obrázek 3: Schéma výskytu a těžby různých druhů plynu	16
Obrázek 4: Světová těžba a spotřeba zemního plynu v letech 1970 – 2012 (Mtoe)	19
Obrázek 5: Potrubní systém společnosti RWE	20
Obrázek 6: Tanker pro přepravu LNG	20
Obrázek 7: Těžba zemního plynu ve světě (2012)	21
Obrázek 8: Těžba zemního plynu v Severní Americe v roce 2012 (Mtoe)	22
Obrázek 9: Těžba zemního plynu ve státech SNS a Turkmenistánu v roce 2012 (Mtoe).....	24
Obrázek 10: Těžba zemního plynu v oblasti Středního Východu v roce 2012 (Mtoe)	25
Obrázek 11: Těžba zemního plynu v Jihovýchodní Asii a Austrálii v roce 2012 (Mtoe)	26
Obrázek 12: Těžba zemního plynu v EU a Norsku v roce 2012 (Mtoe)	27
Obrázek 13: Prokázané zásoby zemního plynu ve světě pro rok 2012 (bcm).....	29
Obrázek 14: Světová spotřeba zemního plynu v roce 2012 (bcm)	30
Obrázek 15: Mezinárodní obchod se zemním plynem (2012)	32
Obrázek 16: Čerpací stanice CNG v městské části Brno - Slatina a ukázka zákaznické karty RWE	35
Obrázek 17: Zavazadlový prostor vozu Opel Combo CNG	36
Obrázek 18: Proces čepování CNG	36
Obrázek 19: Schéma pohonu u CNG vozu	37
Obrázek 20: Světové emise CO ₂ v letech 1965 – 2012 (milion tun)	37
Obrázek 21: Významné plynovody v Evropě.....	42
Obrázek 22: Závislost Evropy na ruských dodávkách zemního plynu	42
Obrázek 23: Podíl spotřeby energií ve světě (2012)	44
Obrázek 24: Vývoj spotřeby energetických zdrojů mezi léty 1990 - 2035 (Mtoe).....	44

