EVROPSKÝ PARLAMENT

GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO VNITŘNÍ POLITIKY

TEMATICKÝ ODBOR A
HOSPODÁŘSKÁ A VĚDECKÁ POLITIKA

Hospodářství a měna

Zaměstnanost a sociální věci

Životní prostředí, veřejné zdraví a bezpečnost potravin

Průmysl, výzkum a energetika

Vnitřní trh a ochrana spotřebitelů

Dopady těžby břidlicového plynu a břidličné ropy na životní prostředí a na lidské zdraví

ENVI

CS

2011

EUROPEAN PARLIAMENT

GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO VNITŘNÍ POLITIKY UNIE

TEMATICKÁ SEKCE A: HOSPODÁŘSKÁ POLITIKA A POLITIKA V OBLASTI VĚDY

Dopady těžby břidlicového plynu a břidličné ropy na životní prostředí a na lidské zdraví

STUDIE

Abstrakt

Tato studie pojednává o možných dopadech hydraulické těžby na životní prostředí a na lidské zdraví. Kvantitativní údaje a kvalitativní vlivy jsou převzaty ze zkušeností v USA, neboť v Evropě je těžba břidlicového plynu stále ještě v počátcích, zatímco USA mají již více než čtyřicetileté zkušenosti s více než 50 000 vrty. Na základě kritického zhodnocení stávající literatury a na základě vlastních výpočtů se hodnotí i emise skleníkových plynů. Přezkoumávají se evropské právní předpisy s ohledem na činnosti spojené s hydraulickými vrty a doporučuje se další postup. Možné zdroje plynu a budoucí dostupnost břidlicového plynu se projednávají z hlediska stávajících konvenčních zásob plynu a jejich pravděpodobného budoucího vývoje.

IP/A/ENVI/ST/2011-07 červen 2011

EP 464.425 CS

Tento dokument byl vypracován na žádost Výboru pro životní prostředí, veřejné zdraví a bezpečnost potravin Evropského parlamentu.

AUTOŘI

Stefan LECHTENBÖHMER, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy
Matthias ALTMANN, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Sofia CAPITO, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Zsolt MATRA, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Werner WEINDRORF, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Werner ZITTEL, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

ODPOVĚDNÝ ÚŘEDNÍK

Lorenzo VICARIO
Tematická sekce pro hospodářskou politiku a politiku v oblasti vědy
Evropský parlament
B-1047 Brusel
E-mail: Poldep-Economy-Science@europarl.europa.eu

JAZYKOVÉ VERZE

Originál: EN
BG/ES/CS/DA/DE/ET/EL/FR/IT/LV/LT/HU/NL/PL/PT/RO/SK/SL/FI/SV

INFORMACE O VYDAVATELI

Pokud chcete kontaktovat tematickou sekci nebo si objednat její pravidelný měsíčník, pište na adresu:
Poldep-Economy-Science@europarl.europa.eu

Rukopis byl dokončen v červnu 2011.
Brusel, © Evropský parlament, 2011.

Tento dokument je dostupný na internetové adrese:
http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies.do?language=EN

PROHLÁŠENÍ

Za názory vyjádřené v tomto dokumentu nesou výlučnou odpovědnost autoři a tyto názory nemusí představovat oficiální postoj Evropského parlamentu.

Rozmnožování a překlady pro nekomerční účely jsou povoleny pod podmínkou uvedení zdroje, předchozího upozornění vydavatele a předání jednoho výtisku vydavateli.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK 5

SEZNAM TABULEK 8

SEZNAM OBRÁZKŮ 8

SHRNUTÍ 9

1. ÚVOD 12

1.1. Břidlicový plyn 12

1.1.1. Co je to břidlicový plyn? 12

1.1.2. Nejnovější vývoj nekonvenční těžby plynu 14

1.2. Břidličná ropa 15

1.2.1. Co je to ropa z nepropustného podloží? 15

1.2.2. Nejnovější vývoj těžby ropy z nepropustného podloží 16

2. DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ 17

2.1. Hydraulická těžba a její možné dopady na životní prostředí 17

2.2. Dopady na krajinu 19

2.3. Emise látek znečišťujících ovzduší a znečištění půdy 21

2.3.1. Látky znečišťující ovzduší z běžného provozu 21

2.3.2. Znečišťující látky z výbuchů nebo nehod v místech vrtů 23

2.4. Povrchové a podzemní vody 24

2.4.1. Spotřeba vody 24

2.4.2. Znečištění vody 25

2.4.3. Likvidace odpadních vod 27

2.5. Zemětřesení 28

2.6. Chemické látky, radioaktivita a dopad na lidské zdraví 28

2.6.1. Radioaktivní látky 28

2.6.2. Používané chemické látky 29

2.6.3. Dopad na lidské zdraví 32

2.7. Možný dlouhodobý ekologický přínos 32

2.8. Diskuse o rizicích v rámci veřejných debat 33

2.9. Spotřeba zdrojů 34

3. BILANCE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ 36

3.1. Břidlicový plyn 36

3.1.1. Zkušenosti ze Severní Ameriky 36

3.1.2. Přenositelnost do evropských podmínek 40

3.1.3. Otevřené otázky 43

3.2. Ropa z nepropustného podloží 43

3.2.1. Zkušenosti v Evropě 43

4. PRÁVNÍ RÁMEC EU 44

4.1. Směrnice vztahující se specificky na oblast těžebního průmyslu 45

4.2. Směrnice s obecnějším zaměřením (na životní prostředí a lidské zdraví) 46

4.2.1. Směrnice EU upravující obecná rizika spojená s těžbou 46

4.2.2. Rizika spojená specificky s těžbou břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží, na něž se vztahují směrnice EU 48

4.3. Nedostatky a nevyřešené otázky 55

5. DOSTUPNOST A ÚLOHA V NÍZKOUHLÍKOVÉM HOSPODÁŘSTVÍ 58

5.1. Úvod 58

5.2. Rozloha a poloha nalezišť břidlicového plynu a břidličné ropy ve srovnání s konvenčními nalezišti 59

5.2.1. Břidlicový plyn 59

5.2.2. Břidličná ropa a ropa z nepropustného podloží 63

5.3. Analýza výsledků výroby břidlicového plynu ve Spojených státech amerických 65

5.3.1. Objem výroby v prvním měsíci těžby 65

5.3.2. Typické výrobní křivky 66

5.3.3. Odhadová maximální výtěžnost (angl. zkr. EUR – „estimated ultimate recovery") z jednoho vrtu 66

5.3.4. Několik příkladů z USA 66

5.3.5. Klíčové parametry hlavních evropských nalezišť plynonosných břidlic 69

5.3.6. Hypotetický průběh těžby 70

5.4. Úloha těžby břidlicového plynu v přechodu na nízkouhlíkové hospodářství a dlouhodobé snižování emisí CO_2 71

5.4.1. Produkce konvenčního plynu v Evropě 71

5.4.2. Pravděpodobný význam produkce nekonvenčního plynu pro evropské dodávky plynu 71

5.4.3. Význam produkce břidlicového plynu pro dlouhodobé snižování emisí CO_2 72

6. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ 74

ODKAZY 77

PŘÍLOHA: PŘEVODNÍ KOEFICIENTY 85

SEZNAM ZKRATEK

AKT Afrika, Karibik a Tichomoří

ac-ft acre-foot (1 akrová stopa =1215 m²)

ADR Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí

AGS geologický průzkum v Arkansasu

BAT nejlepší dostupná technologie

bbl barel (159 litrů)

bcm miliarda m³

BREF odkaz na nejlepší dostupnou technologii

CBM uhelný metan

CO oxid uhelnatý

CO_2 oxid uhličitý

D darcy (jednotka propustnosti)

EIA posouzení vlivů na životní prostředí

EU Evropská unie

EUR celkový potenciál (celkové těžitelné množství ropy)

Gb gigabarel (10^9 barelů)

GHG skleníkové plyny

GIP plyn k dispozici, množství plynu obsaženého v břidlici

IEA Mezinárodní agentura pro energii

IPPC integrovaná prevence a omezování znečištění

km kilometr

kt kiloton

LCA analýza životního cyklu

m metr

m^3 metr krychlový

MJ megajoule

MMscf milion standardních krychlových stop

Mt milion tun

MW odpady z těžebního průmyslu

NEEI neenergický těžební průmysl

NMVOC nemetanové těkavé organické sloučeniny

NORM běžně se vyskytující radioaktivní látky (často zkracované i jako N.O.R.M.)

NO_x oxid dusíku

OGP Mezinárodní sdružení výrobců ropy a zemního plynu

PA DEP pensylvánské ministerstvo životního prostředí

PLTA Pensylvánské sdružení pozemkových správ

PM částice

ppb částice na miliardu

ppm částice na milion

Scf standardní krychlová stopa (1000 SCF = 28,3 m^3)

SO_2 oxid siřičitý

SPE sdružení ropných inženýrů

TCEQ Výbor pro kvalitu životního prostředí státu Texas

Tm^3 tera krychlových metrů (10^{12} m^3)

TOC celkem organického uhlíku

UK Spojené království

UNECE Evropská hospodářská komise OSN

US-EIA správa energetických informací USA

USGS geologický průzkum USA

VOC těkavé organické sloučeniny

WEO světový energetický výhled

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Obvyklé specifické emise látek znečišťujících ovzduší ze stacionárních dieselových motorů používaných pro vrtání, hydraulickou těžbu a dokončení 23
Tabulka 2: Spotřeba vody v různých vrtech při těžbě břidlicového plynu (m^3) 25
Tabulka 3: Vybrané látky používané jako chemické přísady do kapalin používaných k těžbě v Dolním Sasku v Německu 31
Tabulka 4: Odhadované množství materiálu a nákladních vozů pro činnosti spojené s těžbou zemního plynu [NYCDEP 2009] 34
Tabulka 5: Emise metanu ze zpětně odtékajících kapalin na čtyřech nekonvenčních plynových vrtech 37
Tabulka 6: Emise z průzkumu ložisek břidlicového plynu, jeho těžby a zpracování ve vztahu k výhřevnosti (LHV) vyrobeného plynu 39
Tabulka 7 : Emise skleníkových plynů vznikající při dodávkách elektřiny vyráběné v elektrárnách s kombinovanou plynovou turbínou (CCGT) z různých zdrojů zemního plynu ve srovnání s dodávkami elektřiny vyráběné z uhlí, uvedené v g CO_2 připadajícího na kWh elektrické energie 42
Tabulka 8:Všechny směrnice EU specificky zaměřené na odvětví těžebního průmyslu 45
Tabulka 9: Nejdůležitější právní předpisy týkající se odvětví těžebního průmyslu 47
Tabulka 10: Příslušné evropské směrnice o vodě 49
Tabulka 11: Příslušné směrnice EU o ochraně životního prostředí 51
Tabulka 12: Příslušné směrnice EU o bezpečnosti práce 52
Tabulka 13: Příslušná směrnice o ochraně před radioaktivním zářením 53
Tabulka 14: Příslušné evropské směrnice o odpadech 53
Tabulka 15: Příslušné směrnice EU o chemických látkách a s nimi souvisejících nehodách 54
Tabulka 16: Posouzení výroby a zásob konvenčního plynu ve srovnání se zdroji břidlicového plynu (plynu nalezeného v daném místě (GIP) i technicky vytěžitelnými zdroji břidlicového plynu); GIP = plyn nalezený v daném místě; bcm = miliarda kubických metrů (původní údaje jsou převedeny na m³ podle vzorce 1000 Scf = 28,3 m³) 60
Tabulka 17: Posouzení vývoje těžby na hlavních nalezištích plynonosných břidlic v USA (původní údaje jsou převedeny podle vzorce 1000 Scf= 28,3 m³ a 1 m = 3 ft) 62
Tabulka 18: Odhadované evropské zdroje břidličné ropy (v Mt) 63
Tabulka 19: Posouzení klíčových parametrů hlavních nalezišť plynonosných břidlic (původní údaje převedeny na jednotky SI a zaokrouhleny) 69

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Případné proudění emisí znečišťujících ovzduší, škodlivých látek do vody a půdy a přirozeně se vyskytujících radioaktivních materiálů (NORM) 19
Obrázek 2: Těžba plynu v oblasti s horšími výkonnostními parametry 20
Obrázek 3: Složení kapaliny používané k těžbě z ložiska Goldenstedt Z23 v Dolním Sasku v Německu 30
Obrázek 4: Emise CH_4 z průzkumu, těžby a zpracování břidlicového plynu 37
Obrázek 5: Emise skleníkových plynů vznikající při výrobě, distribuci a spalování břidlicového plynu ve srovnání s konvenčním zemním plynem a uhlím 41
Obrázek 6: Struktura těžebního průmyslu 46
Obrázek 7: Nejdůležitější směrnice EU vztahující se na odpady z těžby 47
Obrázek 8:Světová produkce břidličné ropy; původní jednotky jsou převedeny 65
Obrázek 9: Produkce břidlicového plynu v nalezišti Fayetteville ve státě Arkansas 68
Obrázek 10: Typický průběh těžby počítající s prováděním nových vrtů při stálém objemu těžby připadajícím na jeden vrt za měsíc 70

SHRNUTÍ

DOPORUČENÍ

- Neexistuje žádná komplexní směrnice, která by upravovala evropské těžební právo.
- Žádná komplexní a podrobná analýza evropského regulačního rámce v oblasti těžby břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží není k dispozici a měla by být vypracována.
- Stávající regulační rámec EU týkající se hydraulické těžby, která je ústřední součástí těžby břidlicového plynu a břidličné ropy, má mnoho nedostatků Nejdůležitější je, že hranice pro provádění posouzení vlivu na životní prostředí při hydraulické těžbě uhlovodíků je stanovena vysoko nad jakoukoli jinou možnou průmyslovou činností, a mohla by být tedy značně snížena.
- Měla by být přehodnocena oblast působnosti rámcové směrnice o vodě se zvláštním zaměřením na hydraulickou těžbu a její možné dopady na povrchovou vodu.
- V rámci analýzy životního cyklu (LCA) by nástrojem na posouzení celkového prospěchu pro společnost a občany měla být důkladná analýza nákladů a přínosů. V celé EU 27 by měl být uplatněn nově vyvinutý harmonizovaný přístup, na jehož základě by příslušné orgány mohly provádět své analýzy životního cyklu a projednávat je s veřejností.
- Mělo by být posouzeno, zda by mělo být obecně zakázáno používání jedovatých chemických látek pro vstřikování. Všechny používané chemické látky by měly být alespoň veřejně známy, počet povolených chemických látek by měl být omezen a jejich používání by mělo být sledováno. Na evropské úrovni by měly být shromažďovány údaje o vstřikovaném množství a o počtu projektů.
- Regionální orgány by měly být podporovány, aby přijímaly rozhodnutí týkající se povolování projektů, jejichž součástí je hydraulická těžba. U těchto rozhodnutí by měla být povinná účast veřejnosti a posouzení formou analýzy životního cyklu.
- Je-li uděleno povolení, mělo by být povinné sledování povrchových vod a emisí do ovzduší.
- Na evropské úrovni by měly být shromažďovány a analyzovány statistiky o nehodách a stížnosti. Nezávislé orgány by měly shromažďovat a přezkoumávat stížnosti u povolených projektů.
- Vzhledem ke komplikovanosti možného vlivu hydraulické těžby na životní prostředí a na lidské zdraví a jeho rizik by mělo být zváženo vypracování nové směrnice na evropské úrovni, která by komplexně upravovala všechny aspekty v této oblasti.

Dopady na životní prostředí

Nevyhnutelným dopadem těžby břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží je velký zábor půdy vzhledem k vrtným plochám, parkovacím a manévrovacím plochám pro nákladní vozy, vybavení, zařízení na zpracování a přepravu plynu a přístupové komunikace. Závažnými možnými dopady jsou emise znečišťujících látek do ovzduší, znečištění podzemních vod z nekontrolovaných úniků plynů nebo kapalin v důsledku výbuchů nebo jejich rozlití, průsaků těžební kapaliny a nekontrolovaného vypouštění odpadních vod. Těžební kapaliny obsahují nebezpečné látky a zpětně vytékající kapaliny obsahují navíc těžké kovy a radioaktivní materiály z ložiska. Zkušenosti z USA ukazují, že dochází k mnoha nehodám, které mohou poškozovat životní prostředí a lidské zdraví. Porušení právních požadavků jsou zaznamenána u 1–2 procent veškerých povolení k těžbě. Řada těchto nehod je způsobena nesprávným používáním zařízení nebo jeho prosakováním. V blízkosti plynových vrtů je navíc zaznamenáno znečištění podzemních vod metanem, jež vede v krajních případech k výbuchům obytných budov, a chloridem draselným, což vede k salinizaci pitné vody. Tyto dopady se zesilují tím, že rozvoj těžby je velmi hustý, až šest vrtných ploch na km².

Emise skleníkových plynů

Příležitostné emise metanu z hydraulické těžby mohou mít velký vliv na rovnováhu skleníkových plynů. Stávající hodnocení uvádí 18 až 23 g ekvivalentu CO2 na MJ z těžby a zpracování zemního plynu z nekonvenčních ložisek. Emise způsobené průnikem metanu do vodních zdrojů ještě nejsou zhodnoceny. Emise z konkrétního projektu však mohou až desetinásobně kolísat v závislosti na produkci metanu z vrtu.

V závislosti na několika faktorech jsou emise skleníkových plynů z břidlicového plynu ve vztahu k jeho obsahu energie stejně nízké, jako u plynu z konvenčních ložisek dopravovaného na dlouhé vzdálenosti, nebo stejně vysoké, jako emise z uhlí po celý životní cyklus od těžby ke spálení.

Předpisový rámec EU

Cílem těžebního práva je vytvořit obecný právní rámec pro těžební činnost. Cílem je podpořit prosperující průmyslové odvětví, zajistit dodávky energie a zabezpečit dostatečnou ochranu zdraví, bezpečnosti a životního prostředí. Na úrovni EU neexistuje žádný komplexní těžební rámec.

Existují však čtyři směrnice vypracované konkrétně pro oblast těžby. Kromě toho existuje velké množství směrnic a nařízení, které nejsou určeny konkrétně pro odvětví těžby, ale dotýkají se těžebního průmyslu. Zaměření na regulační akty týkající se životního prostředí a lidského zdraví odhalilo 36 nejdůležitějších směrnic z následujících oblastí práva: voda, ochrana životního prostředí, bezpečnost na pracovišti, ochrana před radioaktivním zářením, odpady, chemikálie a s nimi spojené nehody.

Vzhledem k množství příslušných právních předpisů z různých oblastí nejsou specifická rizika hydraulické těžby dostatečně pokryta. Bylo zjištěno devět zásadních nedostatků: 1. neexistence rámcové těžební směrnice, 2. nedostatečná hranice ve směrnici o posuzování vlivu na životní prostředí pro těžbu zemního plynu, 3. nepovinné informování o nebezpečných materiálech, 4. není požadováno schvalování chemických látek přetrvávajících v půdě, 5. neexistence odkazu na nejlepší dostupnou technologii při hydraulické těžbě, 6. nedostatečně definované požadavky na zpracování odpadní vody, pravděpodobně nedostatečné kapacity na úpravu vody, má-li být zakázáno podzemní vstřikování a likvidace, 7. nedostatečná účast veřejnosti při rozhodování na regionální úrovni, 8. nedostatečná účinnost rámcové směrnice o vodě a 9. nepovinná analýza životního cyklu.

Dostupnost zdrojů břidlicového plynu a jeho úloha v nízkouhlíkovém hospodářství

Na potenciál dostupnosti plynu z nekonvenčních zdrojů je třeba hledět v souvislosti s produkcí plynu z konvenčních zdrojů:

- evropská produkce plynu již několik let prudce klesá a předpokládá se, že do roku 2035 klesne nejméně o dalších 30 procent;
- předpokládá se, že evropská poptávka do roku 2035 vzroste;
- pokud se tyto trendy potvrdí, nevyhnutelně vzroste dovoz zemního plynu;
- v žádném případě není zaručeno, že lze uskutečnit další požadovaný dovoz v řádu nejméně 100 miliard m³ ročně.

Nekonvenční zdroje plynu v Evropě jsou příliš malé na to, aby zásadně ovlivnily tyto trendy. Tím spíše, že typické způsoby produkce umožní vytěžit jen určitou část těchto zdrojů. Emise skleníkových plynů z dodávek plynu z nekonvenčních zdrojů jsou navíc výrazně vyšší než z dodávek plynu z konvenčních zdrojů. Závazky v oblasti životního prostředí rovněž zvýši projektové náklady a zpozdí jejich rozvoj. To ještě více sníží případný dopad.

Velmi pravděpodobné je, že investice do projektů těžby břidličného plynu, pokud vůbec nějaké budou, by mohly mít krátkodobý vliv na dodávky plynu, což by mohlo být kontraproduktivní, neboť by vyvolaly dojem zajištěných dodávek plynu v době, kdy by mělo být spotřebitelům naznačeno, že by tato závislost měla být snížena pomocí úspor, opatření na zvýšení účinnosti a náhrady suroviny.

Závěry

V době, kdy je pro budoucí činnost klíčová udržitelnost, lze zpochybnit, zda by mělo být povoleno vstřikování jedovatých chemických látek do podloží, nebo zda by mělo být zakázáno, neboť tento postup by mohl omezit nebo vyloučit jakékoli pozdější využití znečištěných vrstev (např. ke geotermálním účelům) a dlouhodobé dopady nejsou prozkoumány. V oblasti aktivní těžby břidlicového plynu dochází ke vstřikování 0,1–0,5 litrů chemických látek na čtvereční metr.

Platí to tím spíše, že případné oblasti těžby břidlicového plynu jsou příliš malé na to, aby měly zásadní vliv na evropskou situaci v zásobování plynem.

SSoučasný převládající průzkum a těžba ropy a plynu by měly být přehodnoceny z hlediska skutečnosti, že rizika pro životní prostředí a zátěž nejsou vyváženy možným odpovídajícím prospěchem, neboť konkrétní produkce plynu je velmi nízká.

1. ÚVOD

Tato studie+[1] přináší přehled nekonvenčních činností v těžbě uhlovodíků a jejich případného dopadu na životní prostředí. Je zaměřena na budoucí činnosti v Evropské unii. Hodnocení této studie se soustředí převážně na břidlicový plyn a krátce se dotýká i břidličné ropy a ropy z nepropustného podloží.

První kapitola přináší stručný přehled typických rysů výrobních technologií, zejména procesu hydraulické těžby. Následuje stručný přehled zkušeností z USA, neboť je to jediná země, kde se tato metoda používá stále častěji ve velké míře již po mnoho desetiletí.

Druhá kapitola se zaměřuje na hodnocení emisí skleníkových plynů, které souvisí se zemním plynem získávaným metodou hydraulické těžby. Přezkoumávají se stávající hodnocení a jsou rozšířena o vlastní analýzu.

Ve třetí kapitole se přezkoumává legislativní rámec na úrovni EU, který se dotýká hydraulické těžby. Po přezkumu legislativního rámce týkajícího se těžebního práva se tato kapitola dále soustředí na směrnice na ochranu životního prostředí a lidského zdraví. Jsou zdůrazněny a projednány legislativní nedostatky týkající se možných dopadů hydraulické těžby na životní prostředí.

Čtvrtá kapitola se zabývá hodnocením zdrojů a pojednává o možném dopadu těžby břidlicového plynu na evropské dodávky plynu. Z tohoto důvodu se v této kapitole analyzují zkušenosti z produkce břidlicového plynu v USA a k nástinu typického vývoje v oblasti břidlicového plynu se používají obecné charakteristiky výrobních postupů. Co se týče evropské produkce plynu a poptávky po něm, je zde projednána pravděpodobná úloha těžby břidlicového plynu ve vztahu ke stávající produkci a poptávce s extrapolacemi do příštích desetiletí.

Poslední kapitola přináší závěry a uvádí doporučení, jak vyřešit specifická rizika hydraulické těžby.

1.1. Břidlicový plyn

1.1.1. Co je to břidlicový plyn?

Geologické uhlovodíkové útvary jsou tvořeny organickými složkami mořských sedimentů za zvláštních podmínek. Ropa a plyn z konvenčních zdrojů jsou výsledkem termochemického krakování organického materiálu v sedimentárních horninách, v takzvaných zdrojových horninách. Jak se tyto útvary dostávaly níže pod jiné horniny, zahřívaly se v průměru o 30 °C na každý kilometr, a organický materiál se při dosažení teploty přibližně 60 °C rozložil na ropu a později na plyn. Hloubka, teplota a doba expozice byly určující pro stupeň rozkladu. Čím vyšší byla teplota a čím delší byla expozice, tím složitější organické molekuly byly krakovány, a nakonec se rozložily na nejjednodušší složku metanu s jedním uhlíkovým a čtyřmi vodíkovými atomy.

[1] Oceňujeme kritické čtení a užitečné komentáře Dr. Jürgena Glückerta (Heinemann & Partner Rechtsanwälte, Essen, Německo) a pana Teßmera (advokátní kancelář Philipp-Gerlach + Teßmer, Frankfurt, Německo) ke kapitole 4.

Oceňujeme také plodné diskuse s profesorem Blendingerem, Jeanem Laherrerem a Jean-Marie Bourdairem a jejich cenné poznámky.

V závislosti na geologickém útvaru unikaly vznikající tekuté nebo plynné uhlovodíky ze zdrojové horniny a pohybovaly se obvykle směrem vzhůru do pórovité a propustné vrstvy, která musela být hned nato zakryta nepropustnou horninou, takzvanou plombou, aby vzniklo nahromadění uhlovodíků. Toto nahromadění uhlovodíků vytváří konvenční ropná a plynová pole. Díky relativně vysokému obsah ropy, poloze několik kilometrů pod povrchem a snadnému přístupu lze tyto uhlovodíky snadno těžit pomocí vrtů.

Některá nahromadění uhlovodíků se vytvořila v ložiscích s málo pórovitou a málo propustnou horninou. V takovém případě se nazývají ropa z nepropustného podloží nebo plyn z nepropustného podloží. Propustnost je obvykle 10–100krát menší než u konvenčních polí.

Uhlovodíky mohou být rovněž uloženy ve velkých objemech v horninách, které nejsou ložiskovými horninami, ale jde o břidlice a další jemnozrnné horniny, v nichž je prostor k ukládání tvořen malými puklinami a velmi drobně pórovitými prostory. Takové horniny jsou neobyčejně málo propustné. Jde o břidlicový plyn a břidličnou ropu. V břidličné ropě nejsou vyzrálé uhlovodíky, ale jejich předstupeň zvaný kerogen, který lze v chemickém provozu přeměnit na syntetickou ropu.

Třetí skupinou plynů z nekonvenčních ložisek je uhelný metan, který je obsažen v pórech uhelných ložisek.

V závislosti na vlastnostech ložiska plyn obsahuje různé složky v různých poměrech, včetně metanu, oxidu uhličitého, sirovodíku, radioaktivního radonu atd.

Pro všechna nekonvenční ložiska platí, že obsah plynu nebo ropy v poměru k hornině je malý ve srovnání s konvenčními poli, že jsou rozptýlena po velké ploše o rozměrech desítek tisíc kilometrů čtverečních a že propustnost je velmi malá. Pro těžbu ropy nebo plynu jsou proto nutné zvláštní metody. Vzhledem k malému obsahu uhlovodíků ve zdrojové hornině je navíc těžba z jednotlivých vrtů menší než na konvenčních polích, takže jejich hospodárná produkce je mnohem náročnější. Nekonvenční je nejen plyn samotný, ale i metody těžby. Tyto metody vyžadují pokročilé technologie, velké množství vody a vstřikování přísad, které mohou poškozovat životní prostředí.

Mezi konvenčními a nekonvenčními ložisky plynu nebo ropy nejsou žádné velké rozdíly. Existuje spíše plynulý přechod mezi konvenční produkcí plynu nebo ropy z polí s vysokým specifickým obsahem plynu, vysokou pórovitostí a propustností přes pole břidlicového plynu z ložisek s horšími výkonnostními parametry až po těžbu břidlicového plynu z ložisek s nízkým specifickým obsahem plynu, malou pórovitostí a velmi malou propustností. Nejsou vždy zcela jasné zejména rozdíly mezi konvenční produkcí plynu a produkcí s horšími parametry, neboť oficiální statistiky dříve tyto dvě metody přesně nerozlišovaly. V tomto řetězci těžebních metod narůstají i nevyhnutelné vedlejší účinky, jako je používání vody, ekologická rizika atd. Hydraulická těžba v horninách s horšími parametry vyžaduje například statisíce litrů vody na každý vrt v kombinaci s propanty a chemickými látkami a hydraulická těžba v břidličných horninách spotřebuje několik milionů litrů vody na každý vrt. [ExxonMobil 2010]

1.1.2. Nejnovější vývoj nekonvenční těžby plynu

Zkušenost ze Severní Ameriky

Vzhledem k vyčerpanosti oblastí konvenční těžby plynu ve Spojených státech jsou společnosti stále více nuceny provádět vrty v méně produktivních horninách. V počátcích dosahovaly vrtné plochy až do blízkosti konvenčních hornin a produkce probíhala v méně propustných horninách. V průběhu tohoto postupného přechodu se počet vrtů zvýšil, zatímco objem konkrétní produkce se snížil. Byly prozkoumávány stále nepropustnější horniny. Tato etapa byla zahájena v 70. letech minulého století. Vrty v horninách s horšími výkonnostními parametry nebyly rozlišeny ve statistikách konvenční těžby, neboť neexistovalo žádné jasné kritérium, které by je odlišovalo.

Od okamžiku, kdy byla zahájena diskuse o změně klimatu, je cílem omezení emisí metanu. I když je teoretický zdroj uhelného metanu (CBM) obrovský, jeho podíl v USA rostl za posledních dvacet let jen pomalu, až v roce 2010 dosáhl přibližně 10 procent. Vzhledem k nerovnoměrnému vývoji těžby uhlí některé státy USA tento zdroj energie objevily rychleji než ostatní. V 90. letech minulého století bylo největším producentem uhelného metanu Nové Mexiko. Jeho vrcholná produkce z roku 1997 byla však vystřídána rozvojem těžby v Coloradu s vrcholem v roce 2004 a ve Wyomingu, který je v současné době největším producentem uhelného metanu.

Vyhlídky v souvislosti s plynem jsou v poslední době velmi slibné. Jde o ložiska břidličného plynu, která jsou téměř nepropustná, nebo přinejmenším méně propustná než jiné horniny obsahující plyn. Jejich rozvoj byl umožněn technologickým pokrokem v horizontálním vrtání a v hydraulické těžbě za použití chemických přísad na straně jedné, ale pravděpodobně ještě více vyjmutím činností v rámci odvětví těžby uhlovodíků formou hydraulické těžby ze zákona o bezpečnosti pitné vody (Safe Drinking Water Act [SDWA 1974]), jak bylo stanoveno zákonem o energetické politice z roku 2005 (Energy Policy Act [EPA 2005]). V oddíle 322 zákona o energetické politice z roku 2005 byla hydraulická těžba vyjmuta z nejvýznamnějších pravidel EPA.

První těžba byla zahájena již před několika desítkami let v břidličných horninách v oblasti Bossier v 70. letech minulého století a v břidličných horninách v oblasti Antrim v 90. letech minulého století. K rychlému rozvoji oblastí těžby břidličného plynu však došlo okolo roku 2005 díky rozvoji oblasti Barnett v Texasu. Za pět let zde bylo provedeno téměř 15 000 vrtů. Vedlejším účinkem tohoto hospodářského úspěchu je selekce malých společností, jako Chesapeake, XTO a dalších, které prováděly vrty. Tyto společnosti se v období boomu rozrostly na multimiliardářské společnosti přitahující pozornost velkých firem, jako jsou ExxonMobil nebo BHP Billiton. Firma XTO byla v roce 2009 prodána za více než 40 miliard USD firmě ExxonMobil, firma Chesapeake prodala v roce 2011 svá aktiva ve Fayetteville za 5 miliard USD.

V V mezidobí se občané a regionální politici stále více seznamovali s vedlejšími účinky na životní prostředí. Nejdůrazněji se diskutovalo o oblasti těžby Marcellus, neboť tato oblast pokrývá velké části státu New York. Vypadá to, že rozvoj této oblasti je v rozporu s ochranou území s chráněnými vodními zdroji města New York. US Environmental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí, USA) provádí v současné době studii rizik spojených s hydraulickou těžbou, což je technologie používaná při rozvoji nekonvenční těžby na plynových polích. Výsledky této studie budou pravděpodobně zveřejněny v roce 2012 [EPA 2009].

Evropský vývoj

V Evropě je tento vývoj oproti USA zpožděn o několik desetiletí. Hydraulická těžba břidlicového plynu probíhá v Německu (Söhlingen) přibližně 15 let, i když na velmi nízké úrovni. Celkový objem evropské produkce plynu z nekonvenčních zdrojů je v řádech několika milionů m³ ročně, zatímco v USA jde o několik stovek miliard m³ ročně [Kern 2010]. Od roku 2009 se však tato činnost rozšiřuje. Většina těžebních koncesí je udělena v Polsku [WEO 2011, s. 58], ale příslušné činnosti byly zahájeny i v Rakousku (vídeňská pánev), ve Francii (pařížská pánev a jihovýchodní pánev), v Německu a v Nizozemsku (Severní moře – německá pánev), ve Švédsku (skandinávská oblast) a ve Spojeném království (Northern and Southern Petroleum System). Německý státní orgán pro těžební činnost spolkové země Severní Porýní-Vestfálsko vydal například povolení k průzkumu[2] na území o velikosti 17 000 km², což je polovina rozlohy této země.

Odpor veřejnosti proti těmto projektům, aktivovaný informacemi z USA, rychle vzrostl. Národní shromáždění ve Francii například zavedlo moratorium na vrty a zakázalo hydraulickou těžbu. V květnu prošel navrhovaný zákon národním shromážděním, ale senát jej neschválil. Francouzský ministr průmyslu navrhl odlišný zákon, který by povolil hydraulickou těžbu jen pro vědecké účely, pod přísnou kontrolou výboru složeného ze zákonodárců, zástupců vlády, nevládních organizací a místních občanů [Patel 2011]. Tento upravený zákon byl v červnu senátem schválen.

V Severním Porýní-Vestfálsku v Německu se postižení občané, místní politici z téměř všech politických stran a zástupci vodohospodářských orgánů a společností minerálních vod vyjádřili své obavy o hydraulické těžbě. Zemský parlament Severního Porýní-Vestfálska se rovněž zavázal přijmout moratorium, dokud nebudou k dispozici podrobnější informace. První krok byl postavit ochranu vody na stejnou úroveň jako těžební zákony, a zajistit, aby nebyla vydávána povolení bez souhlasu vodohospodářských orgánů. Diskuse ještě neskončila. I společnost ExxonMobil, která je do této činnosti zapojena nejvíce, zahájila otevřený dialog s cílem projednat obavy občanů a posoudit možný dopad.

1.2. Břidličná ropa

1.2.1. Co je to ropa z nepropustného podloží?

Stejně jako břidlicový plyn sestává břidličná ropa z uhlovodíků zachycených v pórech zdrojové horniny. Ropa samotná je ve stavu zvaném kerogen, což je předstupeň ropy. Kerogen je třeba zahřát až na 450 °C, aby se změnil na ropu. Poprvé byl použit již před více než 100 lety. Jedinou zemí s vysokým podílem břidličné ropy v energetické bilanci je dnes Estonsko (~50 %).

Kerogen se v horninách mezi zdrojovými horninami s nízkou propustností často mísí s vrstvami již vyzrálé ropy. Této ropě se říká ropa z nepropustného podloží, i když rozlišení je často nejasné a přechod je plynulý podle toho, jak se mění vyzrálost ropy. V surovém stavu je ropa z nepropustného podloží vyzrálou ropou zachycenou ve vrstvách nepropustné horniny s nízkou pórovitostí. Těžba ropy z nepropustného podloží tak obecně vyžaduje techniku hydraulické těžby.

[2] „Aufsuchungserlaubnis"

1.2.2. Nejnovější vývoj těžby ropy z nepropustného podloží

USA

Projekty nekonvenční produkce ropy z ropné břidlice byly jako první zahájeny v Severní Americe okolo roku 2000 společně s rozvojem břidličné oblasti Bakken, která leží v Severní Dakotě a v Montaně na území o rozloze více než 500 000 km² [Nordquist 1953]. V oblasti Bakken se vyskytují břidlice bohaté na kerogen a mezi nimi vrstvy ropy z nepropustného podloží.

Francie/Evropa

Vedle produkce břidličné ropy v Estonsku si nově získala pozornost pařížská pánev ve Francii, kde malá společnost Toreador získala těžební licence a oznámila, že pomocí řady vrtů a hydraulické těžby zahajuje využívání ložisek ropy z nepropustného podloží v této pánvi. Vzhledem k tomu, že pánev se rozkládá na velkém území, včetně Paříže a vinařské oblasti poblíž Champagne, vznikl proti tomuto projektu odpor navzdory skutečnosti, že tato pánev se využívá ke konvenční těžbě ropy již přibližně 50 let. [Leteurtrois 2011]

2. DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

KLÍČOVÁ ZJIŠTĚNÍ

- Nevyhnutelným dopadem je zničení oblasti vrtnými plochami, parkovacími a manévrovacími plochami pro nákladní vozy, vybavením, zařízením na zpracování a přepravu surovin a přístupovými komunikacemi.
- Závažnými možnými dopady jsou emise znečišťujících látek do ovzduší, znečištění podzemních vod z nekontrolovaných úniků plynů nebo kapalin v důsledku výbuchů nebo jejich rozlití, průsaků těžební kapaliny a nekontrolovaného vypouštění odpadních vod.
- Těžební kapaliny obsahují nebezpečné látky a zpětně vytékající kapaliny obsahují navíc těžké kovy a radioaktivní materiály z ložiska.
- Zkušenosti z USA ukazují, že dochází k mnoha nehodám, které mohou poškozovat životní prostředí a lidské zdraví. Porušení právních požadavků jsou zaznamenána u 1–2 procent veškerých povolení k těžbě. Řada těchto nehod je způsobena nesprávným používáním zařízení nebo jeho prosakováním.
- V blízkosti plynových vrtů je zaznamenáno znečištění podzemních vod metanem, jež vede v krajních případech k výbuchům obytných budov, a chloridem draselným, což vede k salinizaci pitné vody.
- Tyto dopady se zesilují tím, že rozvoj těžby je velmi hustý (až šest vrtných ploch na km²).

2.1. Hydraulická těžba a její možné dopady na životní prostředí

Tvrdým geologickým útvarům obsahujícím uhlovodíky je společná jejich nízká propustnost. Z tohoto důvodu jsou výrobní postupy při těžbě břidlicového plynu, plynu z hornin s horšími parametry a dokonce i uhelného metanu velmi podobné. Na kvantitativní úrovni se však liší. Úsilí nezbytné k proniknutí do pórů obsahujících plyn je největší u útvarů obsahujících břidlicový plyn, neboť jsou zdaleka nejméně propustné. ProProto využívání těchto útvarů s sebou nese nejvyšší riziko dopadů na životní prostředí. Existuje však plynulý přechod z propustných útvarů obsahujících konvenční ložiska plynu přes plyn z hornin s horšími parametry k téměř nepropustným břidlicím obsahujícím plyn.

Obecnou charakteristikou je skutečnost, že kontakt mezi vrtem a póry je třeba uměle posílit. To se provádí takzvanou hydraulickou těžbou, které se někdy říká „stimulace", nebo krátce „fracing" nebo „fracking".

- Mohlo by dojít k dopadům na biologickou rozmanitost, přestože v současné době není zjištěna.

Obrázek 1 ukazuje průřez typickým vrtem. Vrtná souprava vrtá vertikálně do vrstvy obsahující plyn. V závislosti na tloušťce vrstvy se vrtají jen vertikální vrty, nebo se z nich stávají i horizontální vrty, aby docházelo k maximálnímu kontaktu s vrstvou plynu.

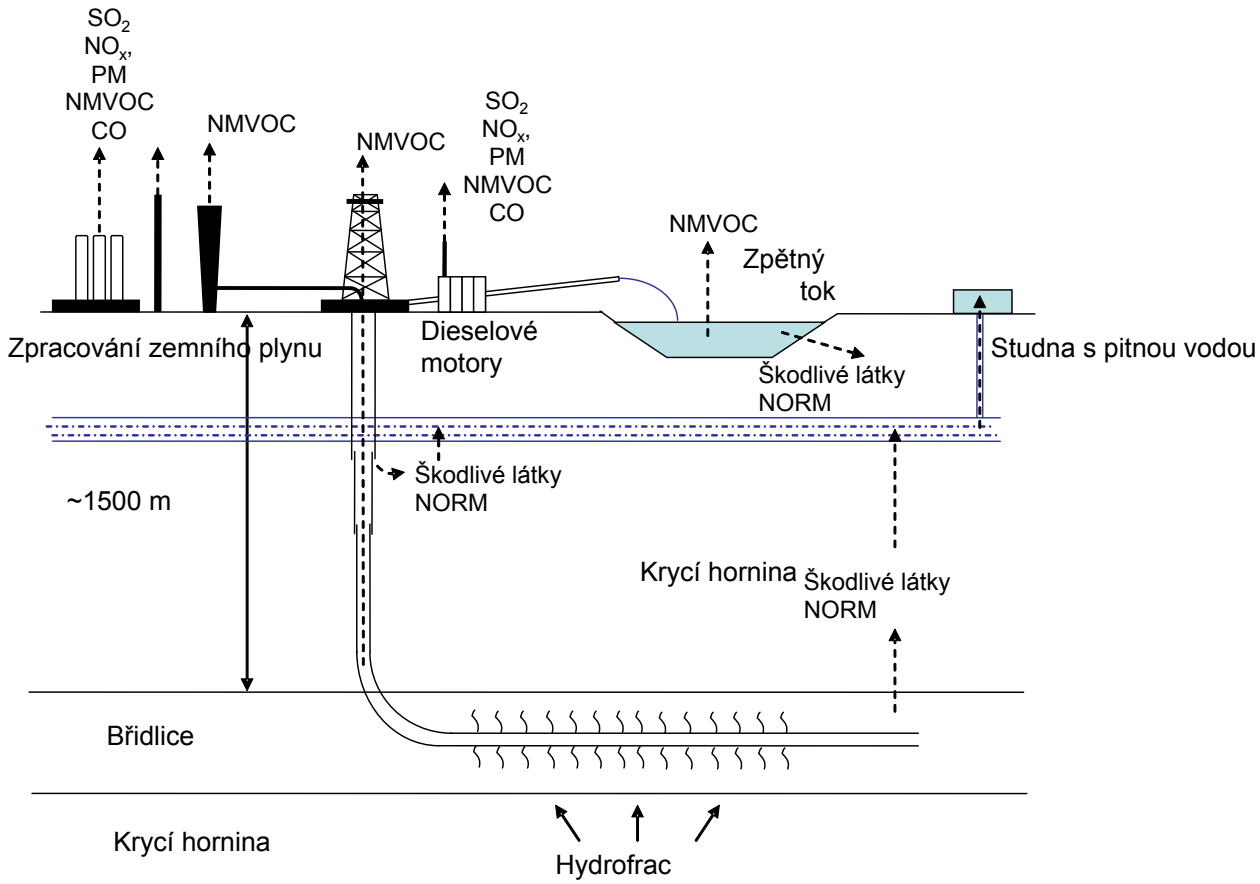
Na prolamování malých prasklin proražením pláště se uvnitř vrstvy používají výbušniny. Tyto praskliny se uměle rozšiřují tak, že se naplní tlakovou vodou. Počet umělých prasklin, jejich délka a jejich umístění ve vrstvě (horizontální nebo vertikální) závisí na podrobných charakteristikách útvaru. Tyto podrobnosti mají vliv na délku umělých prasklin, na rozestupy vrtů (vertikální vrty jsou vrtány hustěji než horizontální vrty) a na spotřebu vody.

Tlakovou vodou se otevírají praskliny a získává se přístup k co největšímu počtu pórů. Jakmile se sníží tlak, odpadní voda smíšená s těžkými nebo radioaktivními kovy z horniny odtéká zpět na povrch společně s plynem. S vodou se mísí propanty, obvykle zrnka písku. Ty působí jako zpevnění, které udržuje praskliny otevřené a umožňuje další těžbu plynu. Do této směsi se přidávají chemické látky, aby bylo dosaženo homogenního rozložení propantu tak, že se vytvoří gel snižující tření, a při ukončení procesu prolamování prasklin se rozláme i gelová struktura a odteče zpět s tekutinou.

Z obrázku 1 lze zjistit možné dopady na životní prostředí v průběhu tohoto procesu. Těmi jsou:

- Zničení krajiny, neboť vrtné plochy potřebují prostor pro technické vybavení, skladování kapalin a přístupové cesty pro jejich dodávky.
- Znečištění ovzduší a hluk, neboť strojní zařízení jsou poháněna spalovacími motory, z kapalin (i odpadních vod) se mohou do ovzduší vypařovat škodlivé látky, nákladní automobily s hustým provozem mohou vypouštět těkavé organické sloučeniny, další látky znečišťující ovzduší a hluk.
- Voda může být znečištěna chemickými látkami z hydraulické těžby, ale i z odpadní vody z ložisek obsahujících těžké kovy (např. arzén nebo rtuť) nebo radioaktivní částice. Možnými způsoby průniku do podzemních nebo povrchových vod mohou být nehody nákladních automobilů při transportu, průsaky z kolektorů, nádrže s odpadní vodou, kompresory atd., látky rozlité při nehodách (např. defekt s proudem vytékající těžební kapaliny nebo odpadní vody), poškození cementace a opláštění nebo prostě nekontrolovaný podpovrchový únik umělými nebo přírodními prasklinami v útvarech hornin.
- Zemětřesení způsobená hydraulickou těžbou nebo vstřikováním odpadní vody.
- Mobilizace radioaktivních částic z podloží.
- Na závěr je nutné posoudit formou analýzy nákladů a přínosů těchto činností obrovské vyčerpání přírodních a technických zdrojů s ohledem na vytěžitelný plyn nebo ropu.
- Mohlo by dojít k dopadům na biologickou rozmanitost, přestože v současné době není zjištěna.

Obrázek 1: Případné proudění emisí znečišťujících ovzduší, škodlivých látek do vody a půdy a přirozeně se vyskytujících radioaktivních materiálů (NORM)



Zdroj: vlastní zdroj na základě [SUMI 2008]

2.2. Dopady na krajinu

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Využívání břidlic obsahujících plyn vyžaduje vrtné plochy umožňující uskladnění technického vybavení, nákladních automobilů s kompresory, chemikálií, propantů, vody a nádrží na odpadní vodu, není-li čerpána z místních vodních vrtů a zachycována do vodních nádrží.

Typická rozloha vrtné plochy s několika vrty v Pensylvánii v průběhu vrtání a těžby je 4–5 akrů (16 200–20 250 m²). Po částečné restauraci může mít produkční plocha rozlohu mezi 1–3 akry (4050–12 150 m²). [SGEIS 2009]

Pro srovnání, pokud by taková plocha (~10 000 m²) byla osazena solární elektrárnou, bylo by možné ročně[3] vyprodukovat 400 000 kWh, což by odpovídalo přibližně 70 000 m³ zemního plynu ročně v případě, že by byl přeměněn na elektrickou energii při 58% účinnosti. Obvyklá produkce plynu z vrtů v oblasti Barnett (Texas, USA) dosahuje až 11 milionů m³ na vrt v prvním roce, ale jen 80 000 m³ v devátém roce a 40 000 m³ v desátém roce [Quicksilver 2005].

[3] Solární záření: 1000 kWh na m² a rok; účinnost fotovoltaického panelu: 15 %; výkonnost: 80 %; plocha panelů: 33 % pozemku.

Solární elektrárny vyrábí, na rozdíl od těžby fosilních zdrojů energie, elektrickou energii více než 20 let. Na konci své životnosti může být solární elektrárna nahrazena novou eletrárnou bez dalších požadavků na půdu.

Využívání útvarů obsahujících břidlicový plyn vyžaduje hustou síť vrtných ploch. V USA závisí hustota vrtů na předpisech daného státu. Obvyklá hustota na konvenčních polích v USA je jeden vrt na 640 akrů (1 vrt na 2,6 km²). V břidličné oblasti Barnett byla obvyklá hustota na počátku omezena na jeden vrt na 160 akrů (1,5 vrtů na km²). Později byly povoleny takzvané „výplňové vrty", které byly vrtány v rozmezí 40 akrů (~6 vrtů na km²). Zdá se, že je to obvyklá praxe při intenzivním využívání ve většině břidlicových oblastí. [Sumi 2008; SGEIS 2009]

Koncem roku 2010 bylo v oblasti Barnett téměř 15 000 vrtů, přičemž celá břidličná oblast se rozkládá na území 13 000 km² [RRC 2011; ALL-consulting 2008]. Průměrná hustota vrtů je tedy 1,15 vrtu na km².

Obrázek 2 ukazuje těžbu plynu v oblasti s horšími výkonnostními parametry v USA. Při této těžbě plynu se jedná o povrchové vrtné plochy, kde se nachází až 6 vrtů na každé ploše. Hustota je větší, než v břidličné oblasti Barnett, neboť většina těchto vrtů je vertikálních.

Obrázek 2: Těžba plynu v oblasti s horšími výkonnostními parametry

Zdroj: Fotografie: EcoFlight, laskavostí SkyTruth – www.skytruth.org

Vrtné plochy jsou propojeny silnicemi pro nákladní dopravu, což ještě zvyšuje plochu zabrané půdy. V USA jsou pozemky zabírány i na nádrže s odpadní vodou, v nichž se shromažďuje zpětně odtékající odpadní voda před likvidací nebo před odvozem nákladními vozy nebo potrubím.

Tyto plochy nejsou zahrnuty do výše uvedených rozměrů vrtných ploch. Při jejich zahrnutí by se plocha půdy zabrané k těžbě plynu mohla snadno zdvojnásobit.

Po vytěžení musí být plyn dopraven do distribučních sítí. Vzhledem k tomu, že většina vrtů má malou a stále klesající výkonnost, plyn se často skladuje na vrtné ploše a pravidelně se nakládá na nákladní vozy. Je-li hustota vrtů dostatečná, budují se sběrné sítě s kompresorovými stanicemi. Na konkrétních parametrech projektů a na platných předpisech závisí, jaký se zvolí způsob přepravy a zda jsou komunikace vybudovány na povrchu nebo pod zemí.

Možnost přenosu do evropských podmínek a otevřené otázky

Povolení na vrtné plochy udělují těžební orgány na základě příslušných zákonů a právních předpisů (viz kapitola 4). V předpisech mohou být stanoveny minimální rozestupy vrtů. Postup se může řídit praxí v USA, kdy je těžba zahájena s většími rozestupy vrtů a jejich hustota se zvyšuje s tím, jak se vrty vyčerpávají. Jak je uvedeno v kapitole **5**, obvyklé množství plynových vrtů na plochu ve většině evropských břidličných oblastí je pravděpodobně srovnatelné s břidličnými oblastmi Barnett nebo Fayetteville v USA.

Hotové vrty musí být vzájemně propojeny sběrnými sítěmi. Na příslušných předpisech a hospodářských úvahách závisí, zda jsou tyto komunikace budovány na povrchu nebo pod zemí. Stávající předpisy v této oblasti by měly být přizpůsobeny a případně i harmonizovány.

2.3. Emise látek znečišťujících ovzduší a znečištění půdy

Tyto emise pocházejí teoreticky z následujících zdrojů:

- emise z nákladních vozů a z vrtných zařízení (hluk, částice, SO_2, NO_x, NMVOC a CO);
- emise ze zpracování zemního plynu a z přepravy (hluk, částice, SO_2, NO_x, NMVOC a CO);
- těkavé emise chemikálií z nádrží odpadní vody;
- emise z rozlitých a vytékajících kapalin (rozptýlení těžebních kapalin v kombinaci s částicemi z ložiska.

Provoz vrtných zařízení vyžaduje velké množství paliva, při jehož spalování dochází k emisím CO_2. Při produkci, zpracování a přepravě plynu může docházet i k příležitostným emisím metanu, skleníkového plynu. Těmito emisemi se zabývá následující kapitola 4, která je věnována emisím skleníkových plynů.

2.3.1. Látky znečišťující ovzduší z běžného provozu

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Mnoho stížností na lidská onemocnění a dokonce i případy úmrtí zvířat v okolí malého města Dish v Texasu donutily starostu města, aby nezávislému konzultantovi zadal provedení studie týkající se kvality ovzduší a dopadu těžby plynu ve městě a v jeho okolí [Michaels 2010 a v něm uvedené reference]. Přestože jsou podobné stížnosti hlášeny i z jiných míst, šetření ve městě Dish jsou nejreprezentativnější. Vzhledem k tomu, že v tomto regionu není žádný jiný průmysl, má se za to, že těžba zemního plynu ve městě a v jeho okolí je jediným zdrojem těchto dopadů.

Studie provedená v srpnu 2009 potvrdila „přítomnost vysokých koncentrací karcinogenních a neurotoxických sloučenin v ovzduší nebo v obytných budovách". A dále: „…Mnohé z těchto laboratorně odhalených sloučenin byly metabolity známých lidských karcinogenů a krátkodobě i dlouhodobě překračovaly kontrolní hranice stanovené v předpisech TCEQ. Pozornost je třeba věnovat zejména těm sloučeninám, které mohou způsobit katastrofu, jak stanoví TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). [Wolf 2009]

Podle studie bylo rovněž „městu podáno mnoho stížností týkajících se neustálého hluku a vibrací způsobených kompresorovými stanicemi a odporného zápachu". Podle studie „je třeba věnovat zvláštní pozornost zprávám o těžce nemocných mladých koních a několikerému uhynutí s neznámou etiologií v letech 2007–2008". [Wolf 2009]

Rovněž oblast v okolí Dallasu-Fort Worthu utrpěla dramatické dopady na kvalitu ovzduší v důsledku těžby v oblasti Barnett [Michaels 2010]. V roce 2009 byla zveřejněna komplexní studie nazvaná „Emise z produkce zemního plynu v břidličné oblasti Barnett a možnosti hospodárné nápravy". [Armendariz 2009] Podle analýzy má pět ze zkoumaných 21 okresů, v nichž probíhá téměř 90 % činností spojených s těžbou ropy a zemního plynu, jasně na svědomí emise. Bylo například spočítáno, že ve vrcholném létě 2009 bylo množství sloučenin vytvářejících smog pocházejících z těchto pěti okresů 165 tun denně oproti 191 tunám emisí ze zdrojů ropy a plynu (včetně dopravy) denně ve vrcholném létě v těchto 21 okresech. [Armendariz 2009] Za průměrnými hodnotami za celý stát se tak skrývá skutečnost, že v pěti nejaktivnějších okresech jsou emise látek znečišťujících ovzduší mnohem vyšší, než je průměr, což vede ke špatné kvalitě ovzduší.

Výbor pro kvalitu životního prostředí státu Texas (TCEQ) zavedl monitorovací program, který částečně potvrzuje, že z vrtných zařízení a ze skladovacích nádrží uniká mimořádně vysoké množství uhlovodíkových výparů a v některých místech značné množství benzenu [Michaels 2009]. V lednu 2010 TCEQ zveřejnila úřední memorandum o svém programu monitorování. Zde jsou některá hlavní zjištění [TCEQ 2010]:

- „V jednom vzorku ze zásobníku odebraném v blízkosti vrtu zemního plynu u Devon Energy bylo zjištěno 35 chemických látek překračujících příslušné krátkodobé srovnávací hodnoty s koncentrací benzenu 15 000 ppb". Tento vzorek vzduchu z blízkosti vrtu – 5 stop od zdroje – byl odebrán jako referenční vzorek.
- Kromě koncentrace benzenu ve vzorku odebraném v blízkosti vrtu bylo množství benzenu překračující krátkodobou zdravotní srovnávací hodnotu 180 ppb zjištěno na jednom ze 64 monitorovacích stanovišť.
- Toxikologické oddělení si dělá starosti s oblastmi, kde byl zjištěn benzen v množství překračujícím dlouhodobou zdravotní srovnávací hodnotu 1,4 ppb. „Benzen byl zjištěn v množství překračujícím dlouhodobou zdravotní srovnávací hodnotu na 21 monitorovacích stanovištích".

Přenositelnost do evropských podmínek

Emise aromatických sloučenin, jako je benzen a xylen, které byly pozorovány v Texasu, pocházejí převážně z procesu komprese a zpracování plynu, kdy jsou těžší složky vypouštěny do ovzduší. V EU jsou emise těchto látek omezeny právními předpisy.

Zařízení používaná pro vrtání a těžbu, jako jsou dieselové motory, jsou pravděpodobně stejná, stejně jako látky znečišťující ovzduší vypouštěné těmito zařízeními. Tabulka 1 ukazuje emise látek znečišťujících ovzduší ze stacionárních dieselových motorů při vrtání, hydraulické těžbě a dokončení vrtů. Základem jsou údaje o emisích z dieselových motorů [GEMIS 2010], požadavky na motorovou naftu a výtěžek zemního plynu předpokládaný pro oblast Barnett v [Horwarth a ostatní 2011].

Tabulka 1: Obvyklé specifické emise látek znečišťujících ovzduší ze stacionárních dieselových motorů používaných pro vrtání, hydraulickou těžbu a dokončení

	Emise na mechanický výkon motoru **[g/kWh$_{mech}$]**	Emise na vstupní objem paliva **[g/kWh$_{diesel}$]**	Emise na produkční kapacitu vrtu **[g/kWh$_{NG}$]**
SO_2	0,767	0,253	**0,004**
NOx	10,568	3,487	**0,059**
PM	0,881	0,291	**0,005**
CO	2,290	0,756	**0,013**
NMVOC	0,033	0,011	0,000

Doporučuje se, aby byl kromě emisních faktorů omezen i jejich celkový dopad, neboť emise z více vrtných ploch se znásobí, jestliže bude na ložisku prováděn další jeden nebo dokonce více dalších vrtů na km². Emise při těžbě je třeba omezit a monitorovat, stejně jako emise při pozdějším zpracování a přepravě plynu, kdy se přidává řada sběrných komunikací.

Tyto aspekty by měly být zahrnuty do diskusí o příslušných směrnicích, např. o návrhu směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se mění směrnice 97/68/ES o emisích plynných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze spalovacích motorů určených pro nesilniční pojízdné stroje.

2.3.2. Znečišťující látky z výbuchů nebo nehod v místech vrtů

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Zkušenosti z USA ukazují, že došlo k několika závažným výbuchům. Většina z nich je zdokumentována v [Michaels 2010]. Zde je výňatek z tohoto referenčního seznamu:

- Dne 3. června 2010 došlo k výbuchu v Clearfield County v Pensylvánii, při němž se rozlilo nejméně 35 000 galonů odpadní vody a zemní plyn prýštil do ovzduší 16 hodin.
- V červnu 2010 skončilo v důsledku výbuchu plynového vrtu v Marshall County v Západní Virginii sedm zraněných dělníků v nemocnici.
- Dne 1. dubna 2010 byla nádrž a otevřená jáma používaná na skladování kapaliny z hydraulické těžby na vrtné ploše Atlas zachvácena požárem. Plameny sahaly přinejmenším do výše 100 stop (33 metrů) v šíři 50 stop (15 metrů).

Ve všech uvedených případech byly příslušné společnosti pokutovány. Ukazuje se, že příčinou těchto nehod je většinou nesprávné zacházení se zařízením, a to buď neškoleným personálem, nebo z důvodu nesprávného chování. Kromě toho se zdá, že mezi jednotlivými společnostmi jsou značné rozdíly. V následujících podkapitolách jsou uvedeny další nehody.

Přenositelnost do evropských podmínek

Doporučuje se přísná regulace a přísné monitorování, aby se v Evropě předešlo nehodám. Konkrétně se doporučuje shromažďovat statistické údaje o nehodách na evropské úrovni, analyzovat příčiny nehod a vyvozovat příslušné důsledky. V případě, že některé společnosti mají negativní výsledky, lze uvažovat o jejich vyloučení z další možnosti provádět průzkum nebo výrobu. V Evropském parlamentu se o těchto případech jedná v souvislosti s šelfovou těžbou ropy a plynu. V červnu 2011 se bude ve Výboru pro průmysl, výzkum a energetiku hlasovat o zprávě z vlastního podnětu.

2.4. Povrchové a podzemní vody

2.4.1. Spotřeba vody

Při konvenčním vrtání se spotřebuje velké množství vody na chlazení vrtné hlavice a na odstraňování bahna z vrtu. Přibližně desetkrát více vody se spotřebuje při hydraulické těžbě na stimulaci vrtu vstřikováním tlakové vody, která vytvoří praskliny.

Texas Water Development Board provedl komplexní studii týkající se potřeby vody při těžbě v břidličné oblasti Barnett [Harden 2007]. V této studii je uveden přehled literatury týkající se konkrétní spotřeby vody: na starší nevybetonované jednostupňové vrty bylo potřeba přibližně 4 MGal (~15 milionů litrů) vody. U novějších horizontálních vrtů se obvykle provádí vícestupňové lámání horniny v několika perforačních klastrech. Obvyklý rozestup mezi dvěma stupni ve stejném horizontálním vrtu je 400–600 stop (130–200 m). Horizontální vrt je obvykle třístupňový, což ale není povinné. Výsledkem statistické analýzy přibližně 400 vrtů je obvyklá spotřeba 2000–2400 galonů na stopu (25–30 m³/m) při průlomu prasklin pomocí vody [Grieser 2006] a přibližně 3900 galonů na stopu (~42 m³/m) při rychlém průlomu prasklin, který se používá v poslední době, kde se vzdálenost rovná délce tvořené horizontální částí vrtu.ý [Schein 2004]

Studie z roku 2007 obsahuje i scénáře spotřeby vody při těžbě v oblasti Barnett v roce 2010 a v roce 2025. Na rok 2010 se spotřeba vody odhadovala na 10 000–20 000 ac-ft (12–24 milionů m³) s dalším vývojem spotřeby do roku 2025 na 5 000–20 000 ac-ft (6–24 milionů m³) v závislosti na budoucí těžební činnosti.

Tabulka 2 přináší nejnovější údaje týkající se obvyklých nových vrtů. V oblasti Barnett se zdá být realistických zhruba 15 000 m³ na každý vrt. Na základě těchto údajů by 1146 nových vrtů v roce 2010 (viz kapitola 4) přineslo spotřebu přibližně 17 miliard litrů v roce 2010. To je v souladu s výše uvedenou předpovědí do roku 2010. Spotřebu je třeba porovnat se spotřebou všech ostatních spotřebitelů, která dosáhla přibližně 50 miliard litrů [Harden 2007]. K tomuto srovnání byla použita spotřeba vody v okresech, kde se převážně prováděly pomocí vrty (Denton, Hood, Johnson, Parker, Tarrant a Wise).

Tabulka 2: Spotřeba vody v různých vrtech při těžbě břidlicového plynu (m^3)

Místo/Oblast	Celkem (na vrt)	Jen prorážení	Zdroj
Barnett	17000		Chesapeake Energy 2011
Barnett	14000		Chesapeake Energy 2011
Barnett	údaje nejsou k dispozici	4500 –13250	Duncan 2010
Barnett	22500		Burnett 2009
Pánev Horn River (Kanada)	40000		PTAC 2011
Marcellus	15000		**Arthur et al. 2010**
Marcellus	1500 – 45000	1135 – 34000	NYCDEP 2009
Utica, Québec	13000	12000	Questerre Energy 2010

Vrty na těžbu břidlicového plynu mohou být navíc po dobu svého využívání prolamovány několikrát. Každé další prolamování může vyžadovat více vody než předchozí [Sumi 2008]. V některých případech jsou vrty prolamovány až desetkrát [Ineson 2010].

2.4.2. Znečištění vody

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Případné znečištění vody může být způsobeno:

- vylitím bahna z vrtu, zpětným odtokem vody a solným roztokem z kalů nebo z nádrží na skladování odpadní vody způsobujícím znečištění vody a salinizaci;
- průsaky nebo nehodami při povrchových činnostech, například prosakující potrubí nebo nádrže na těžení kapaliny nebo odpadní vodu, neodborné zacházení se zařízením nebo staré zařízení;
- průsaky z nedostatečně provedeného vybetonování vrtů;
- průsaky geologickými útvary přirozenými nebo uměle vytvořenými prasklinami nebo cestami.

Většina stížností na hydraulickou těžbu uvádí právě možné znečištění spodních vod. Středem pozornosti je kromě vylití kapalin a nehod právě pronikání kapalin používaných při těžbě nebo pronikání metanu z hlubších útvarů.

V roce 2008 byla provedena podrobná analýza za okres Garfield v Coloradu. Colorado Oil and Gas Conservation Commission vede záznamy o nahlášených nehodách způsobených rozlitím kapalin při těžbě ropy a plynu. Za období od ledna 2003 do března 2008 bylo nahlášeno celkem 1549 nehod způsobených rozlitím kapalin. [COGCC 2007; odkaz ve Witter 2008] Ve dvaceti procentech těchto nehod došlo ke znečištění vody. Za povšimnutí stojí, že počet nehod způsobených rozlitím kapalin se zvyšoval. Zatímco v roce 2003 bylo například v okresu Garfield nahlášeno pět takových nehod, v roce 2007 jich bylo 55.

V následné studii o znečištění spodních vod bylo zjištěno, že „existuje postupný trend, kdy se během posledních sedm let zvyšuje obsah metanu ve vzorcích spodní vody, který se kryje se zvyšujícím se počtem plynových vrtů instalovaných v oblasti Mamm Creek Field. Přirozené hodnoty metanu ve spodních vodách před prováděním vrtů byly nižší než 1 ppm kromě případů biogenního metanu, který se omezuje na dno vodních nádrží a vodních toků.

Izotopické údaje týkající se vzorků metanu ukazují, že většina vzorků se zvýšeným obsahem metanu je termogenního původu. Společně se zvyšující se koncentrací metanu byl ve studnách spodní vody zjištěn vyšší výskyt chloridu, který může souviset s počtem plynových vrtů. [Thyne 2008] Existuje pochopitelně jasná místní a časová souvislost: množství metanu je vyšší v oblastech s větší hustotou vrtů a jeho množství se časem zvyšovalo v souvislosti s rostoucím počtem vrtů.

AAktuálnější studie [Osborne 2011] potvrzuje tato zjištění ve vodních zdrojích ležících v břidličných útvarech Marcellus a Utica v severní Pensylvánii a v severní části státu New York. V oblastech s aktivní těžbou plynu byla průměrná koncen trace metanu ve studnách pitné vody 19,2 mg/litr s maximálními hodnotami až 64 mg/litr, kde hrozí nebezpečí výbuchu. Koncentrace v sousedních regionech s podobnou geologickou stavbou, kde se plyn netěží, byla 1,1 mg/litr. [Osborn 2011]

Celkově bylo zaznamenáno více než 1000 stížností týkajících se znečištění pitné vody. Zpráva, která se údajně opírá o záznamy Oddělení pro ochranu životního prostředí státu Pennsylvánie (Pennsylvania Department of Environmental Protection), uvádí za douapůlleté období 1614 případů porušení státních zákonů zabývajících se plynem a ropou při provádění vrtů v oblasti Marcellus, přičemž dvě třetiny z nich „pravděpodobně poškozují životní prostředí". Některé z nich jsou uvedeny v [Michaels 2010].

Nejpůsobivější zdokumentovanou nehodou byl výbuch obytného domu způsobený prováděním vrtů a následným průnikem metanu do vodovodního systému v domě [ODNR 2008]. Ve zprávě Department of Natural Resources byly zjištěny tři faktory, které vedly k výbuchu v domě: i) nedostatečné vybetonování těžebního pláště, ii) rozhodnutí pokračovat v hydraulické těžbě z vrtu, aniž by bylo řešeno nedostatečné vybetonování pláště, a zejména iii) 31denní období po hydraulické těžbě, během něhož byl kruhový prostor mezi povrchem a těžebním opláštěním „většinou uzavřen" (citováno z [Michaels 2010]).

Ve většině případů lze prokázat znečištění metanem nebo chloridy i v případě, že průnik benzenu nebo jiných těžebních kapalin lze prokázat zřídka. Sběr vzorků, který prováděla Agentura pro ochranu životního prostředí v roce 2009 ze studní pitné vody ve Wyomingu, odhalil chemické látky, které se často používají při hydraulické těžbě: „Oblast VIII zveřejnila v tomto měsíci výsledky sběru vzorků ze studní v oblasti Pavillion ve Wyomingu, které si vyžádali místní obyvatelé. V 11 z 39 kontrolovaných studní byly odhaleny znečišťující látky z těžebních vrtů, a to včetně 2-butoxyetanolu (2-BE), známé součásti kapalin používaných při hydraulické těžbě, ve třech kontrolovaných studních, a včetně metanu, organických látek z motorové nafty a uhlovodíku známého jako adameantenes". [EPA 2009]

V mnoha případech jsou již společnosti pokutovány za porušení zákonů daného státu. Společnost Cabot Oil & Gas obdržela například oznámení od Oddělení pro ochranu životního prostředí státu Pennsylvánie (Pennsylvania Department of Environmental Protection), v němž se uvádí: „Společnost Cabot způsobila nebo umožnila průnik plynu ze spodních vrstev do sladké podzemní vody". [Lobbins 2009]

Na základě historických údajů byla ve státu New York odhadována frekvence nehod na 1 až 2 procenta. [Bishop 2010] Tento údaj je věrohodný. Výše uvedených 1600 případů porušení předpisů jen v pensylvánské části oblasti Marcellus však napovídá, že frekvence nehod je v poměru k 2300 vrtům, které zde byly provedeny do konce roku 2010, mnohem vyšší.

Přenositelnost do evropských podmínek

K většině nehod a průniků do spodních vod dochází pravděpodobně v důsledku nesprávného zacházení se zařízením, čemuž by se dalo předejít. V USA existují předpisy,

ale monitorování provozu a dohled jsou dosti slabé, například z důvodu nedostatku finančních prostředků v rozpočtech veřejných orgánů, nebo z jiných důvodů. Základním problémem tedy nejsou nedostatečné předpisy, ale jejich vymáhání odpovídajícím dozorem. Musí být zaručeno, aby nejlepší osvědčené postupy byly nejen k dispozici, ale aby byly také obecně uplatňovány.

Kromě toho panuje určité riziko, že metan nebo jiné chemické látky proniknou do spodních vod neznámou cestou (např. starými opuštěnými a neevidovanými vrty s nedostatečným vybetonováním, v důsledku nepředvídatelného nebezpečí spojeného se zemětřesením atd.).

2.4.3. Likvidace odpadních vod

Těžební kapalina se vstřikuje do geologických útvarů pod vysokým tlakem. Jakmile je tlak snížen, odtéká zpět na povrch směs těžební kapaliny, metanu, jiných složek a další vody z ložiska. Tuto vodu je třeba shromažďovat a vhodným způsobem likvidovat. Podle zdrojů z tohoto odvětví se přibližně 20–50 % vody používané k hydraulické těžbě vrací na povrch jako zpětný tok. Část této vody se recykluje a používá se do dalších vrtů. [Questerre Energy 2010] Podle jiných zdrojů se nazpět na povrch vrací 9–35 % vody. [Sumi 2008]

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Zdá se, že odpovídající likvidace odpadní vody je v Severní Americe důležitým tématem. Hlavním problémem je velké množství odpadní vody a nevhodné uspořádání čističek. Přestože Přestožeby recyklace byla možná, zvýšilo by to náklady na projekt. Je hlášeno mnoho problémů souvisejících s nevhodnou likvidací vody, například:

- V srpnu 2010 byla pokutována společnost Talisman Energy v Pensylvánii za to, že v roce 2009 vypustila více než 4200 galonů (~16 m³) zpětně vyteklé kapaliny použité při hydraulické těžbě do mokřin a přítoků Webier Creek, který se vlévá do řeky Tioga, jež je sladkovodní rybolovnou oblastí. [Talisman 2011]
- V lednu 2010 byla pokutována společnost Atlas Resources za porušení zákonů v oblasti životního prostředí na 13 vrtech v jihozápadní Pensylvánii v USA. Společnost Atlas Resources nezavedla řádná kontrolní opatření proti erozi a sedimentaci, což vedlo k úniku kalů. Společnost Atlas Resources navíc vypustila motorovou naftu a kapaliny používané při hydraulické těžbě do půdy. Společnost Atlas Resources je držitelem více než 250 povolení k vrtům v oblasti Marcellus. [PA DEP 2010]
- Dne 6. října 2009 byla pokutována společnost Range Resources za vypuštění 250 barelů (~40 m³) zředěné kapaliny používané při hydraulické těžbě. Důvodem rozlití kapaliny byl prasklý spoj na přepravním potrubí. Kapalina prosákla do přítoků Brush Run v Hopewell Township v Pensylvánii. [PA DEP 2009]
- V roce 2010 byla pokutována společnost Atlas Resources v Pensylvánii za to, že nezabránila přetoku kapaliny používané při hydraulické těžbě z jámy určené na odpadní vodu, což vedlo ke znečistění vysoce kvalitní vody v povodí ve Washington County. [Pickels 2010]
- Na vrtné ploše s třemi plynovými vrty v oblasti Troy v Pensylvánii společnost Fortune Energy nezákonně vypustila kapalinu zpětně vyteklou z vrtu do drenážní strouhy a do oblasti porostlé vegetací. Tato kapalina později dosáhla až přítoků Sugar Creek (citace podle [Michaels 2010]).

- V červnu 2010 zveřejnil Department of Environmental Protection (DEP) Západní Virginie zprávu, v níž dospěl k závěru, že v srpnu 2009 společnost Tapo Energy vypustila neznámé množství ropných materiálů z provádění vrtů do přítoků Buckeye Creek v Doddridge County. Vypuštěná kapalina znečistila potok v délce tří mil (citace podle [Michaels 2010]).

Přenositelnost do evropských podmínek

K většině těchto případů znečištění zde opět dochází v důsledku nesprávného zacházení se zařízením. Proto je naprosto nutné vážně se touto problematikou zabývat. I v Evropě, například v Německu, již došlo k nehodám při hydraulické těžbě. Například v roce 2007 došlo k průsaku vody z potrubí na odpadní vodu z pole Söhlingen, kde se těží plyn z ložisek s horšími výkonnostními parametry. Došlo tak ke znečištění spodních vod benzenem a rtutí. Přestože agentura pro těžbu v Dolním Sasku („Landesbergbehörde") byla řádně informována, veřejnost se o nehodě dozvěděla až v roce 2011, kdy společnost začala nahrazovat zemědělskou půdu v místech, kde kapalina prosákla do země. [NDR 2011; Kummetz 2011]

2.5. Zemětřesení

Je dobře známo, že hydraulická těžba může vyvolat slabá zemětřesení o síle 1–3 stupně Richterovy stupnice. [Aduschkin 2000] Například v Arkansasu v USA se počet slabých zemětřesení v posledním roce zvýšil desetkrát. [AGS 2011] Vznikly obavy, že tato zemětřesení jsou způsobována rychlým zvýšením těžební činnosti v břidličné oblasti Fayetteville. I v oblasti Fort Worth bylo od prosince 2008 zaznamenáno nejméně 18 slabých zemětřesení. Jen ve městě Cleburne, tedy v oblasti, kde po předchozích 140 let nebylo zaznamenáno žádné zemětřesení, došlo od června do července 2009 k sedmi zemětřesením. [Michaels 2010]

V dubnu 2011 došlo ve městě Blackpool ve Spojeném království ke slabému zemětřesení (1,5 stupně Richterovy stupnice), po němž následovalo silnější zemětřesení v červnu 2011 (2,5 stupně Richterovy stupnice). Společnost Cuadrilla Resources, která prováděla hydraulickou těžbu v oblasti, v níž došlo k zemětřesení, zastavila svou činnost a nechala záležitost vyšetřit. Oznámila, že v případě, že bude prokázána souvislost mezi zemětřesením a její těžební činností, svou činnost ukončí. [Nonnenmacher 2011]

2.6. Chemické látky, radioaktivita a dopad na lidské zdraví

2.6.1. Radioaktivní látky

Ve všech geologických útvarech jsou obsaženy přirozeně se vyskytující radioaktivní látky (takzvané N.O.R.M.), i když jen v velmi malém množství v rozmezí ppm až ppb. Většina černé břidlice v USA obsahuje uran v množství 0,0016–0,002 procent. [Swanson 1960]

Při hydraulické těžbě jsou tyto přirozeně se vyskytující radioaktivní látky jako uran, thorium a radium, které jsou vázány v horninách, vyneseny na povrch společně se zpětně odtékající kapalinou. Radioaktivní částice jsou někdy vstřikovány s kapalinami pro zvláštní účely (např. jako trasovací látka). N.O.R.M. se také často dostávají prasklinami v hornině do spodních a povrchových vod. N.O.R.M. se obvykle hromadí v potrubí, v nádržích a v jamách.

V jednotlivých břidličných oblastech se množství radioaktivních látek liší. V břidličné oblasti Marcellus se například vyskytuje více radioaktivních částic než v jiných geologických útvarech. Při těžbě plynu se N.O.R.M. mohou objevit v proudu zemního plynu ve formě radonu. Radon se rozpadá na 210Pb (izotop olova), poté na 210Bi (izotop vizmutu), 210Po (izotop polonia) a nakonec na stabilní 206Pb (olovo).

Částice z rozpadu radonu se ukládají jako povlak na vnitřním povrchu přívodního potrubí, napouštěcích jednotek, čerpadel a ventilů používaných zejména při zpracování propylenu, etanu a propanu. Vzhledem k tomu, že radioaktivní látky se koncentrují na zařízeních pro těžbu ropy a plynu, je riziko expozice těmto látkám z ropy a plynu největší u pracovníků, kteří rozřezávají a vyprazdňují potrubí dopravující ropu na těžebních polích, odstraňují pevné látky z nádrží a jam a renovují zařízení na zpracování plynu. [Sumi 2008]

Zkušenosti ze Severní Ameriky

V okresu Onondaga ve státě New York byla radioaktivní látka radon (222Rn) naměřena ve vzduchu v interiéru v základech 210 domů. Všechny tyto domy postavené na břidlici v oblasti Marcellus měly vnitřní hodnoty 222Rn vyšší než 148 Bq/m³ a průměrná koncentrace v těchto domech byla 326 Bq/m³[4], což dvakrát přesahuje tzv. zásahovou úroveň 148 Bq/m³ stanovenou americkou Agenturou pro ochranu životního prostředí (tj. úroveň, při níž se majitelům domů doporučuje, aby se snažili snížit koncentraci radonu). Průměrná hodnota radonu v interiéru je v USA 48 Bq/m³. [Sumi 2008] Zvýšení o 100 Bq/m³ vzduchu vede ke zvýšení výskytu rakoviny plic o 10 %. [Zeeb et al 2009]

Úlomky hornin z těžby břidlicového plynu v oblasti Marcellus jsou vysoce radioaktivní (25krát více než prostředí na povrchu). Odpad je částečně rozptýlen po půdě. Měření půdy v roce 1999 ukázalo, že koncentrace 137Cs (radioaktivního izotopu cesia) je 74 Bq na kilogram půdy. [NYDEC 2010] 137Cs se používá k analýze geologických útvarů při průzkumu břidlicového plynu.

Přenositelnost do evropských podmínek

Přirozeně se vyskytující radioaktivní látky (N.O.R.M.) jsou i v Evropě. Proto může v Evropě nastat stejný problém s N.O.R.M. Množství N.O.R.M. se ale v jednotlivých lokalitách liší. Je tedy třeba vyhodnotit relevanci radioaktivních částic v každé jednotlivé pánvi s břidlicovým plynem a plynem z hornin s horšími výkonnostními parametry.

Z tohoto důvodu by mělo být před vydáním povolení k těžbě zveřejněno složení hlavního vzorku konkrétní zkoumané břidlice.

2.6.2. Používané chemické látky

Kapalina používaná k těžbě osahuje obvykle 98 % vody a písku a 2 % chemických přísad. Mezi chemické přísady patří toxické, alergenní, mutagenní a karcinogenní látky.

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Z důvodu obchodního tajemství není složení přísad veřejnosti plně dostupné. [Wood et al 2011] Analýza seznamu 260 látek, který předložil stát New York, shrnuje následující výsledky:

- 58 z 260 látek má jednu nebo více vlastností, které mohou vzbouzet obavy.
- 6 látek je uvedeno na seznamu 1 ze seznamů prioritních látek 1–4, kde Evropská unie zveřejnila látky, které vyžadují okamžitou pozornost vzhledem k jejich možným dopadům na člověka nebo na životní prostředí: akrylamid, benzen, etylbenzen, isopropylbenzen (kumen), naftalen, tetrasodium etylendiamintetraacetát.
- Jedna látka (naftalen bis (1-metyletyl) se v současné době prověřuje jako perzistentní, bioakumulativní a toxická (PBT).
- Dvě látky (naftalen a benzen) jsou uvedeny v prvním seznamu 33 prioritních látek v příloze X rámcové směrnice o vodě 2000/60/ES – nyní příloha II směrnice o prioritních látkách (směrnice 2008/105/ES).

[4] Převedeno z picocurie na litr na Bq na m³, 1 Ci = 3,7 1010 Bq.

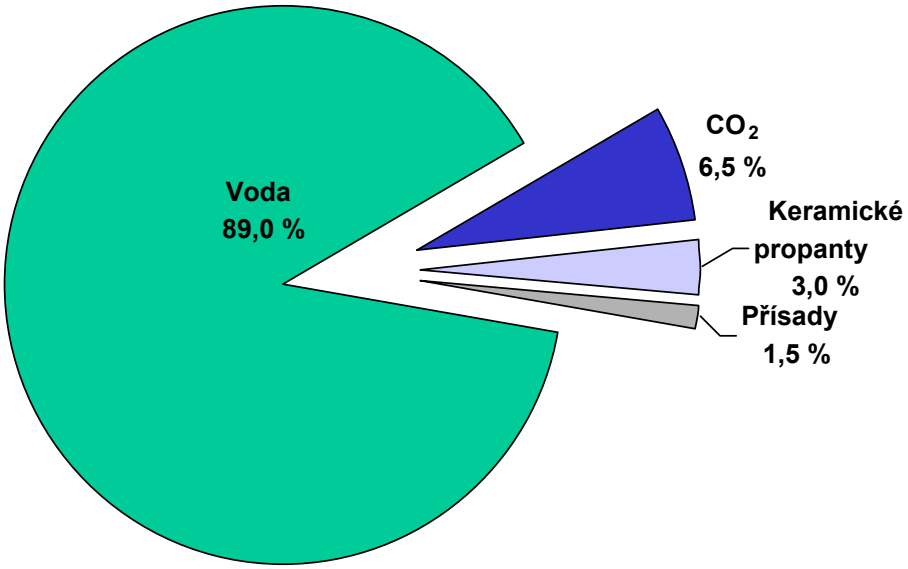
- 17 látek je klasifikováno jako látky toxické pro vodní organismy (akutně nebo chronicky).
- 38 látek je klasifikováno jako akutní toxiny (pro lidské zdraví), například 2-butoxyetanol.
- 8 látek je klasifikováno jako známé karcinogeny, například benzen (třídění GHS: karc. 1A) a akrylamid, etylenoxid a různá rozpouštědla na bázi ropy obsahující aromatické látky (třídění GHS[5]:karc. 1B).
- 6 látek je klasifikováno jako podezřelé karcinogeny (karc. 2), například hydroxylamin hydrochlorid.
- 7 látek e klasifikováno jako mutagenní (muta. 1B), například benzen a etylenoxid.
- 5 látek je klasifikováno jako látky mající vliv na reprodukci (repr. 1B, repr. 2).

2-butoxyetanol (zvaný též etylenglykol monobutyléter) je často používán jako chemická přísada. [Bode 2011], [Wood et al 2011] Je toxický při relativně nízké expozici. Poločas rozpadu 2-butoxyetanolu v přírodních povrchových vodách je 7 až 28 dní. Vzhledem k tomu, že biologická odbouratelnost je pomalá, mohou lidé, divoká zvěř a domácí zvířata přijít do přímého styku s 2-butoxyetanolem při požití potravy, vdechnutím, dermální sorpcí a očima v jeho kapalné formě nebo ve formě páry, jestliže se voda uzavřená v hloubce dostane na povrch. Aerobní biologická odbouratelnost vyžaduje kyslík, což znamená, že čím hlouběji se 2-butoxyetanol vstřikuje do podloží, tím déle vydrží. [Colborn 2007]

Přenositelnost do evropských podmínek

Obrázek 3 ukazuje složení kapaliny používané k těžbě (6405 m³) z ložiska s horšími výkonnostními parametry Goldenstedt Z23 v Dolním Sasku v Německu.

Obrázek 3: Složení kapaliny používané k těžbě z ložiska Goldenstedt Z23 v Dolním Sasku v Německu



Kapalina používaná k těžbě obsahuje 0,25 % toxických látek, 1,02 % látek, které jsou škodlivé nebo toxické pro lidské zdraví (kde 0,77 % je klasifikováno jako škodlivé „Xn" a 0,25 % je klasifikováno jako akutně toxické „T"), a 0,19 % látek škodlivých pro životní prostředí.

[5] Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemických látek.

Ve vrtu Goldenstedt Z23 v Dolním Sasku v Německu bylo použito celkem 65 m³ (více než dvě cisterny o hrubé hmotnosti 40 t a o čisté užitečné hmotnosti 26 t) látek, které jsou škodlivé pro lidské zdraví, z toho přibližně 16 t akutně toxických látek.

Podrobné složení chemických přísad je často tajné a není zveřejňováno. Jednou z látek je tetrametylamoniumchlorid, který je toxický a škodlivý pro pitnou vodu již v malých množstvích. Podle [Bode 2011] se toxické látky jako 2-butoxyetanol, 5-chloro-2-metyl-4-isothiazolin-3-jedna a 2-metylisotiazol-3(2H)-jedna používají jako chemické přísady při hydraulické těžbě v Dolním Sasku v Německu.

Tabulka 3: Vybrané látky používané jako chemické přísady do kapalin používaných k těžbě v Dolním Sasku v Německu

Číslo CAS	Látka	Vzorec	Působení na zdraví	Klasifikace GHS
111-76-2	2-butoxyetanol	$C_6H_{14}O_2$	toxický	GHS07
26172-55-4	5-chloro-2-metyl-4-isothiazolin-3-jedna	C_4H_4ClNOS	toxický	GHS05 GHS08 GHS09
2682-20-4	2-metylisothiazol-3(2H)-jedna	C_4H_5NOS	toxický	GHS05 GHS08 GHS09
9016-45-9	nonylfenol-etoxylát	C_mH2_{m+1}-$C_6H_4OH(CH_3CH_2O)_n$	toxický	GHS05 GHS07 GHS09
75-57-0	tetrametyl-amoniumchlorid	$C_4H_{12}ClN$	toxický	GHS06 GHS07

Zdroj: GHS: Globálně harmonizovaný systém (GHS)

Hydraulická těžba může navíc ovlivňovat mobilitu přirozeně se vyskytujících toxických látek přítomných v podpovrchových vrstvách, jako je rtuť, olovo a arzenik. Pokud se praskliny rozšíří i mimo cílový útvar nebo pokud se opláštění nebo vybetonování vrtu zhroutí pod tlakem vyvíjeným při hydraulické těžbě, mohou tyto látky proniknout do podzemního zdroje pitné vody. Složitými biochemickými reakcemi s chemickými přísadami používanými při těžbě mohou vznikat další toxické látky. [EPA 2011]

Přirozeně se vyskytující toxické látky lze nalézt i ve zpětně vytékající kapalině. Znalosti týkající se účinnosti stávajících úpravy vody pro odpovídající odstraňování některých vyplavených a vzniklých složek vyskytujících se ve vodě jsou omezené. [EPA 2011]

2.6.3. Dopad na lidské zdraví

Případné účinky na lidské zdraví jsou způsobeny zejména dopady příslušných emisí vypouštěných do ovzduší nebo do vody. Jedná se převážně o bolest hlavy a o dlouhodobé účinky těkavých organických sloučenin. Znečištění spodních vod může být nebezpečné, pokud obyvatelé přijdou do styku se znečištěnou vodou. Pokud se například malé děti často myjí znečištěnou vodou, může to mít vliv na alergie a na zdraví. U U nechráněné pokožky jsou důvodem ke znepokojení i jámy s odpadní vodou a kapaliny z výbuchů.

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Mimo případných účinků jsou skutečné účinky na zdraví a jejich přímá souvislost s hydraulickou těžbou málokdy zdokumentovány. Na seznamu účinků se zpravidla na prvním místě objevují zprávy o bolestech hlavy.

Jak bylo již uvedeno v kapitole 2.3., v blízkosti obce Dish v Texasu v USA bylo zaznamenáno onemocnění a úhyn mladých koní. [Wolf 2009]

Dále jsou citovány dva extrémní případy, neboť ty jsou velmi dobře zdokumentovány, přestože nelze prokázat souvislost s těžbou plynu. První je uveden v písemném svědectví zaslaném House Committee on Oversight and Government Reform v USA:

„Žena [Laura Amosová] z obce Silt v okresu Garfield v Coloradu mi telefonovala, že se u ní objevil velice vzácný nádor nadledvinek a tento nádor a žláza nadledvinek jí musely být odstraněny. Jedním z účinků 2-BE [2-butoxyetanolu] byly nádory nadledvinek. Řekla mi, že žije ve vzdálenosti 900 stop od aktivního plynového vrtu, kde často probíhá těžba. Při jedné těžbě vybuchla její domácí studna. Popisovala i zdravotní problémy dalších osob žijících nedaleko ní". [Colborn 2007]

a:

„V polovině srpna [2008] se v Coloradu zintenzivnila diskuse, když vyšly najevo informace, že Cathy Behrová, zdravotní sestra na pohotovosti v městě Durango v Coloradu, málem zemřela poté, co ošetřila hledače ropy, který byl zasažen vylitou kapalinou používanou k těžbě u vrtné soupravy na těžbu zemního plynu patřící společnosti BP. Behrová tohoto muže svlékla a jeho šaty dala do plastových pytlů… O několik dní později ležela Behrová v kritickém stavu s mnohonásobným selháváním orgánů". [Lustgarten 2008]

2.7. Možný dlouhodobý ekologický přínos

Neexistuje žádný zřejmý možný dlouhodobý přínos těžby břidlicového plynu, kromě případného snížení emisí skleníkových plynů. K tomu může dojít v případě, že silně znečišťující fosilní zdroje, zejména uhlí a ropa, budou nahrazeny břidlicovým plynem, a že se ukáže, že těžba břidlicového plynu s sebou nese nižší emise skleníkových plynů v celém palivovém řetězci než uhlí a ropa. Závěry kapitoly 3 svědčí o tom, že tomu tak patrně není, nebo jen do omezené míry. Závěry kapitoly 5 svědčí o tom, že břidlicový plyn může jen málo nebo okrajově přispět k dodávkám energie v Evropě.

Dopady popsané ve výše uvedených oddílech ukazují, že s těžbou plynu je spojena řada vážných rizik pro životní prostředí. Není tak možné argumentovat nižším rizikem oproti konvenční těžbě ropy a plynu, včetně rizika nepředvídaného rozsáhlého znečištění, jako byla nedávná katastrofa v Mexickém zálivu. Zde je třeba zdůraznit, že druhy rizik, jejich pravděpodobnost a možný dopad, jsou kvantitativně i kvalitativně odlišné. Podrobné zhodnocení jde nad rámec této analýzy.

2.8. Diskuse o rizicích v rámci veřejných debat

Ve veřejných debatách o hydraulické těžbě, jejichž cílem je oslabit výše popsané hodnocení dopadu na životní prostředí, se uvádí řada argumentů. Patří k nim:

- *K prokázaným nehodám a porušení předpisů dochází v důsledku nesprávného postupu společností, převážně malých společností, které nejsou zapojeny do evropských aktivit.* Tento politický argument se může jevit jako zdůrazňování významu nezávislého monitorování možných rizik a dopadů hydraulické těžby.
- *Znečištění spodních vod metanem vzniká v důsledku přirozeného obsahu metanu při rozkladu biogenního metanu v podzemí.* Odborná analýza složení izotopů a statistická analýza vzájemných vztahů mezi zvyšujícím se množstvím metanu a intenzivnější hydraulickou těžbou jednoznačně dokazují, že znečištění spodní vody metanem je způsobeno fosilním metanem z geologických útvarů.
- *Neexistuje žádný jasný důkaz, že znečištění spodních vod má spojitost s hydraulickou těžbou.* Je samozřejmě velmi složité prokázat přímou souvislost mezi konkrétním znečištěním a jednotlivými činnostmi. Existují však některé případy, kdy byl takový důkaz nalezen, a existuje řada případů, kdy nepřímé důkazy ukazují na vzájemnou souvislost…
- *Moderní technologie a školený personál dnes i v budoucnosti v Evropě umožní vyhnout se nehodám a problémům známým z USA.* Hlavním cílem této analýzy je posoudit možné dopady a možná rizika, aby se jich Evropa mohla vyvarovat. Je však třeba poznamenat, že nezbytné požadavky vyžadují určité náklady a zpomalují rozvoj, čímž se těžba břidlicového plynu může stát ekonomicky nezajímavou a její energetický příspěvek se může stát marginální.
- *Zbývající (malá) rizika těžby na domácích plynových polích musí být vyvážena hospodářskými přínosy.* Ekonomická stránka těžby břidlicového plynu je nad rámec této analýzy. Je však třeba zdůraznit, že hydraulická těžba je mnohem nákladnější než konvenční těžba. Ekonomická přitažlivost těžby břidlicového plynu v Evropě ještě nebyla prokázána. Pro každý vrt musí být provedena analýza nákladů a přínosů, včetně všech aspektů analýzy životního cyklu, jako nezbytný předpoklad vydání povolení k těžbě.

2.9. Spotřeba zdrojů

Zkušenosti ze Severní Ameriky

Tabulka 4 přináší souhrnný přehled pohybu materiálu a nákladních vozů při činnostech spojených s těžbou zemního plynu.

Tabulka 4: Odhadované množství materiálu a nákladních vozů pro činnosti spojené s těžbou zemního plynu [NYCDEP 2009]

Činnost	Materiál/odpad	Množství (1)	Počet souvisejících jízd nákladních vozidel
Vrtná plocha s jedním vrtem s celkovou délkou 1500 až 4000 m s hloubkou 900 až 2100 m a délkou laterálních vrtů 600 až 1800 m s šestipalcovým provozním pláštěm a osmipalcovou vrtnou sondou. Laterální vrty mají bednění, ale nejsou vyspárovány.			
Přístup na stanoviště a stavba vrtné plošiny	Vykácená vegetace a zemní práce	Stanoviště 0,8 až 2,0 ha a podle potřeby přístupové cesty	20 až 40
Instalace vrtné soupravy	Vybavení		40
Těžební chemikálie	Různé chemikálie		
Voda používaná k vrtání	Voda	40 až 400 m³	5 až 50
Opláštění	Potrubí	2100 až 4600 m (60 až 130 t) opláštění	25 až 50
	Cement (malta)	14 až 28 m³	5 až 10
Prolamování vrtu	Kámen/půda/materiál geologického útvaru	71 až 156 m³	Závisí na dalším využití prasklin
Odpadní voda z vrtu	Odpad z vrtných polí	40 až 400 m³	5 až 50
Stimulace	Vybavení		40
Prolomení opláštění	Výbušné látky	Jedna nálož ~25 g, neexistuje odhad počtu náloží na délku nebo do laterálních vrtů	
Voda používaná k prolamování prasklin	Voda	11 355 až 34 065 m³	350 až 1000
Chemické látky z kapaliny používané k prolamování prasklin	Různé chemikálie	Odhaduje se, že 1 až 2 % objemu kapaliny používané k prolamování prasklin, tedy 114 až 681 m³, tvoří chemikálie	5 až 20
Odpadní voda z prolamování prasklin	Odpadní kapaliny z prolamování prasklin	11 355 až 34 065 m³	350 až 1000
Kompletace vrtné plochy	Vybavení		10
Shromažďování plynu	Použitá voda	Průměrně 57 m³ ročně na vrt	2 až 3
Celkem odhadovaných jízd nákladních automobilů na vrt			800 až více než 2000

(1) americké jednotky převedené na metrické jednotky

Přenositelnost do evropských podmínek

Doposud dostupné informace vedou k závěru, že spotřeba zdrojů a energetické nároky (a s nimi spojené emise skleníkových plynů – viz kapitola 3) na těžbu břidlicového plynu na plynovém poli jsou vyšší než na těžbu zemního plynu na konvenčním poli. Pokud jde

o výnos zemního plynu na vrt, existují velké, více než desetinásobné rozdíly. Konkrétní spotřeba zdrojů a energie a s nimi spojené emise skleníkových plynů na m³ vytěženého zemního plynu se více než desetinásobně liší. Pro každý útvar obsahující břidlicový plyn je tedy třeba provést konkrétní hodnocení, aby byly získány relevantní a spolehlivé údaje.

3. BILANCE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ

KLÍČOVÁ ZJIŠTĚNÍ

- Prchavé emise metanu mají velký dopad na bilanci skleníkových plynů.
- Stávající hodnocení uvádí 18 až -23 g ekvivalentu CO2 na MJ jako nepřímé emise skleníkových plynů z těžby a zpracování zemního plynu z nekonvenčních ložisek.
- Případné emise způsobené průnikem metanu do vodních zdrojů ještě nejsou zhodnoceny.
- Emise z konkrétního projektu však mohou až desetinásobně kolísat v závislosti na celkové produkci metanu z vrtu.
- V závislosti na několika faktorech jsou emise skleníkových plynů z břidlicového plynu ve vztahu k jeho obsahu energie stejně nízké, jako u plynu z konvenčních ložisek dopravovaného na dlouhé vzdálenosti, nebo stejně vysoké jako emise z uhlí po celý životní cyklus od těžby ke spálení.

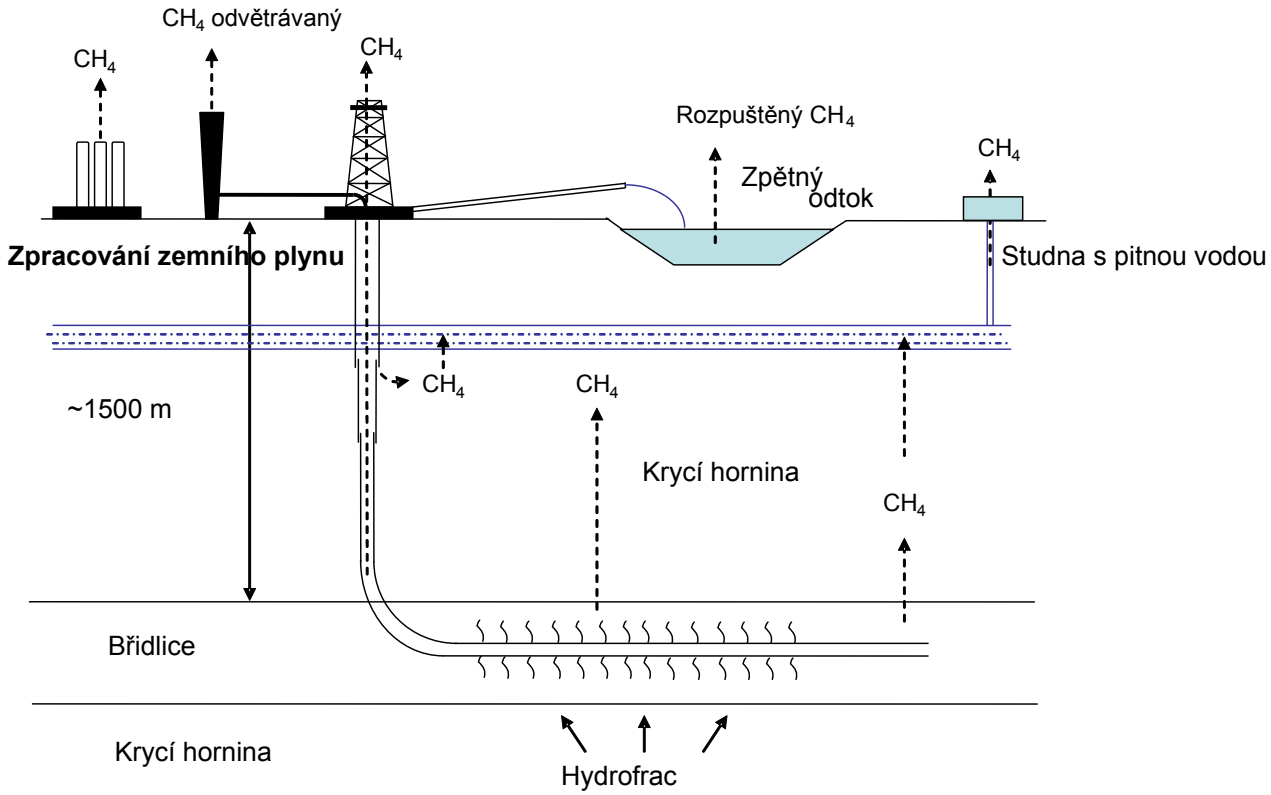
3.1. Břidlicový plyn

3.1.1. Zkušenosti ze Severní Ameriky

Emise CO_2 se uvolňují v průběhu spalování v plynových turbínách, dieselových motorech a kotlích nutných k průzkumu, těžbě a zpracování břidlicového plynu. Při zpracování zemního plynu může docházet k emisím CO_2, které nepocházejí ze spalování, v závislosti na obsahu CO_2 ve vytěženém zemním plynu. Obsah CO_2 ve vytěženém plynu může dosahovat až 30 % [Goodman et al 2008], což může vést k specifickým emisím v objemu 24 g CO_2 na MJ vytěženého plynu.

Dále dochází k vypouštění metanu, který má potenciál globálního oteplování 25 g ekvivalentu CO_2 na g CH_4 (podle IPCC s časovým horizontem 100 let). Během průzkumu a těžby se uvolňují emise metanu při provádění vrtů (ventilace mělce uloženého plynu), při zpětném odtoku těžebních kapalin z hydraulické těžby a při vyvrtávání ucpávek po hydraulické těžbě. V průběhu fáze těžby a zpracovávání uniká metan z ventilů a z kompresorů, během vykládky kapalin (vykládka jednotlivých kapalných uhlovodíků) a během zpracování zemního plynu. Metan může dále unikat i z poškozených vrtů. Odhaduje se, že v USA přibližně 15 až 25 % vrtů je netěsných.

Obrázek 4: Emise CH_4 z průzkumu, těžby a zpracování břidlicového plynu



Zdroj: vlastní zdroj na základě [SUMI 2008] Průzkum a těžba břidlicového plynu (počáteční provádění vrtů a kompletace), která zahrnuje zpětný odtok kapalin, přispívá velkou měrou k celkovým emisím metanu. Tabulka 5 ukazuje emise metanu z zpětného odtoku kapalin ve čtyřech nekonvenčních vrtech.

Tabulka 5: Emise metanu ze zpětně odtékajících kapalin na čtyřech nekonvenčních plynových vrtech

Pánev	Emise během zpětného odtoku [10^3 m³ CH_4]	Produkce vrtu po dobu životnosti [10^6 m³]	Emise ze zpětného odtoku jako % z produkce během životnosti	Emise ze zpětného odtoku v g ekvivalentu CO_2/MJ (1)
Haynesville (ložiska břidlice v Louisianě)	6,800	210 *(75)*	3,2 %	20,1
Barnet (ložiska břidlice v Texasu)	370	35	1,1 %	6,6
Piceance (písčiny v Coloradu)	710	55	1,3 %	7,9
Uinta (písčiny v Utahu)	**255**	**40**	**0,6 %**	**3,8**

(1) 25 g CO_2 připadajícího na g CH_4 v časovém horizontu 100 let na základě hodnot IPCC

Zdroj: [Cook et al 2010], [Howarth et al 2011]

Průměrné emise metanu ze zpětné odtékajících kapalin na všech čtyřech nekonvenčních vrtech v tabulce 5 dosahují až 1,6 % vytěženého zemního plynu. Vyvrtávání, které se navíc provádí po hydraulické těžbě, způsobuje emise metanu v objemu 0,3 % vytěženého zemního plynu, což znamená celkové emise metanu v objemu 1,9 % z průzkumu a těžby plynu. Metan může být částečně zachycován a spalován, aby se snížily jeho emise. Přibližně 50 % metanu z emisí je obvykle možno zachycovat a spalovat. Pro konverzi ztrát metanu souvisejících s objemem na ztráty metanu souvisejících s energií [Howarth et al 2011] navíc předpokládá, že obsah metanu ve vytěženém zemním plynu je 78,8 %.

Je třeba poznamenat, že konkrétní emise skleníkových plynů ze spalování během provádění vrtů výrazně závisí na množství zemního plynu, který je možné vytěžit. Objem CO_2 spáleného během provádění vrtů závisí na hloubce vrtání. Čím je výnos zemního plynu z vrtu nižší, tím jsou vyšší emise skleníkových plynů na MJ vytěženého zemního plynu. V ložisku břidlice v Haynesville v Louisianě je produkce zemního plynu po dobu životnosti vrtu, kterou uvádí [Howarth et al 2011], překvapivě vysoká (210 milionů m³ namísto 35 až 55 milionů m³ uváděných u dalších polí břidlicového plynu). Podle [Cook et al 2010] je střední hodnota produkce po dobu životnosti vrtu v ložisku břidlice v Haynesville v Louisianě přibližně 75 milionů m³, nikoli 210 milionů m³, které uvádí [Howarth et al 2011]. Je-li 75 milionů m³ realistických a emise metanu ze zpětně odtékající kapaliny by byly konstantní, dosahovaly by konkrétní emise metanu 9,0 %, nikoli 3,2 % uváděných v tabulce 5. Emise skleníkových plynů ze zpětně odtékající kapaliny v ložisku břidlice v Haynesville v Louisianě by vzrostly z přibližně 20 g/MJ na přibližně 57 g/MJ vytěženého zemního plynu.

Tabulka 6 ukazuje emise skleníkových plynů z průzkumu, těžby a zpracování břidlicového plynu, které byly vyhodnoceny v USA[6]. Emise metanu ze zpětně odtékající kapaliny (které jsou zahrnuty do emisí metanu z „dokončování") jsou odvozeny z průměru u vrtů uvedených v tabulce 5.

[6] Převedeno z g C pro CO_2 a CH_4 uváděných v literatuře na g CO_2 a CH_4.

Tabulka 6: Emise z průzkumu ložisek břidlicového plynu, jeho těžby a zpracování ve vztahu k výhřevnosti (LHV) vyrobeného plynu

	CO_2 [g/MJ]	CH_4 [g/MJ]	N_2O [g/MJ]	g CO_2 eq/MJ (1)
Vyklizení naleziště:				
Rušení	0,018	-	-	0,018
Vyklizení terénu	0,018	<0,01	<0,01	0,018
Spotřeba zdrojů	0,550	<0,01	-	0,550
Průzkum a rozvoj:				
Spalování při provádění vrtů (RIG a FRAC)	0,660 *(0,878)*	<0,01	<0,01	0,827 (1,045)
Spalování při provádění vrtů (pojízdné soupravy)	0,293 *(0,493)*	<0,01	<0,01	0,460 (0,660)
Vystrojení vrtu (50 % hoření, 50 % ventilace)	0,733 *(1,145)*	0,254 *(0,417)*	-	7,077 (11,578)
Výroba plynu:				
Spalování	2,089	-	-	2,089
Solná nádrž	-	<0,01	-	
Různé prchavé látky	-	0,147	-	3,673
Zpracování:				
Spalování	1,905	<0,01	-	2,239
Prchavé látky	0,330	0,027	-	0,998
Celkem	6,60 *(7,43)*	0,454 *(0,618)*	0,00	17,9 *(22,9)*

(1) 25 g CO_2 připadajícího na g CH_4 v časovém horizontu 100 let na základě hodnot IPCC uvedených v závorkách: vypočteno podle nižšího výnosu těžby v Haynesville podle Cook a kol. 2010. Zdroj: [Cook a kol., 2010], [Howarth a kol., 2011]

Pokud by výpočet vycházel z údajů o výnosu těžby břidlicového plynu v Haynesville ve státě Lousiana [Cook a kol., 2010] a pokud by množství emisí metanu ze zpětně vytékající vody zůstávalo neměnné, celkový objem emisí skleníkových plynů vznikajících při průzkumu ložisek břidlicového plynu, jeho těžbě a zpracování by se u souboru čtyř druhů nekonvenčních zdrojů zemního plynu zvýšil ze 17,9 g/MJ na 22,9 g/MJ.

Kromě toho může docházet také k únikům metanu do zdrojů podzemní vody. V akviferech, které se nacházejí ve vrstvách nad břidlicovými masivy v oblastech Marcellus a Utica v severovýchodní Pensylvánii a na severu státu New York, dochází v důsledku hydraulického štěpení k prokazatelné kontaminaci pitné vody metanem. Tento metan se může při používání vody rovněž uvolňovat do atmosféry, což může vést k dalším emisím skleníkových plynů. Tyto emise a ani emise metanu vznikající při ventilaci během vrtání nejsou zahrnuty v tabulce 6.

V americkém státě Ohio se zemní plyn dostával do domácností vodními studnami. V Bainbridge Township v okrese Geauga jeden dům vybuchl. Dva obyvatelé tohoto domu, kteří v něm v době výbuchu byli přítomni, nebyli zraněni, dům byl však značně poškozen. [ODNR 2008] Z toho lze vyvozovat, že do podzemní vody a následně pak i do atmosféry může tímto způsobem unikat značné množství metanu.

Bude-li obsah CO_2 ve vytěženém zemního plynu vyšší než obsah v tabulce 6, zvýší se emise CO_2 vznikající ve fázi zpracování zemního plynu (při 30% obsahu CO_2 z 0,33 g/MJ až na 23,5 g/MJ). Jelikož obsah metanu by byl 70 %, a neodpovídal by tak uvedeným 78,8 % [Howarth a kol., 2011], zvýšily by se i všechny ostatní hodnoty, takže by výsledná hodnota nebyla 17,9 g/MJ, nýbrž by se pohybovala kolem 43,3 g/MJ.

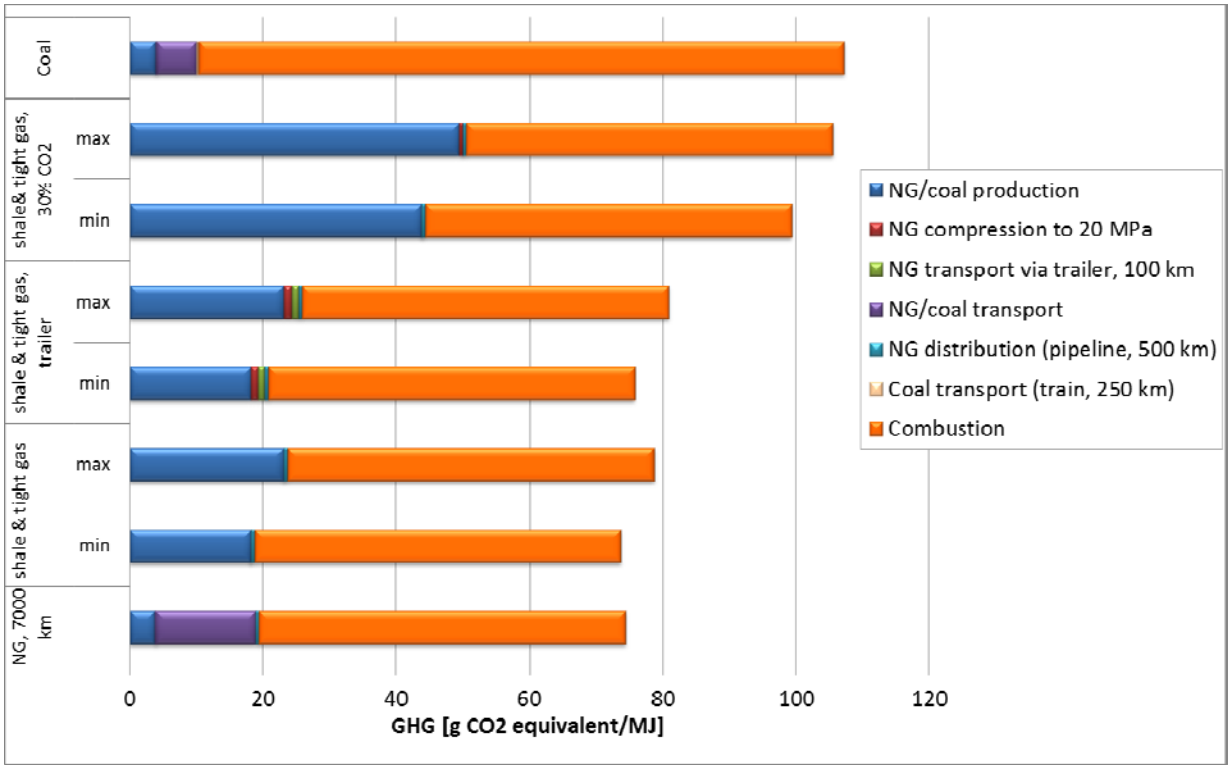
Další věc, kterou je třeba vzít v úvahu, je přeprava zemního plynu z naleziště do plynárenské rozvodné sítě. Je-li objem vytěženého zemního plynu z jednoho ložiska malý, převáží se zemní plyn ve stlačené formě nákladními vozy s tahačem na stlačený zemní plyn (CNG).

3.1.2. Přenositelnost do evropských podmínek

V EU existuje několik projektů zaměřených na nekonvenční zdroje zemního plynu. Štěpení se nepoužívá pouze při těžbě břidlicového plynu, ale také při těžbě metanu z uhelného podloží a zemního plynu zadrženého v omezeně plynopropustných horninách. Společnost ExxonMobil například plánuje získávat metan z uhelného podloží v Severním Porýní-Vestfálsku v Německu.

Emise skleníkových plynů z přípravy, těžby, distribuce a spalování břidlicového plynu podle výše uvedených odhadů jsou znázorněny na obrázku 5. Podle zvolených východisek má břidlicový plyn na spodní hranici podobný celkový objem emisí skleníkových plynů jako konvenční zemní plyn dopravovaný na velké vzdálenosti, na horní hranici má emise skleníkových plynů téměř stejné jako antracit.

Obrázek 5: Emise skleníkových plynů vznikající při výrobě, distribuci a spalování břidlicového plynu ve srovnání s konvenčním zemním plynem a uhlím



Zdroj: vlastní zdroj

Pokud by bylo zabráněno unikání metanu do podzemní vody a pokud by byl břidlicový plyn spalován v elektrárně s kombinovanou plynovou turbínou (CCGT) s účinností 57,5 %, pak by za předpokladu, že objem emisí skleníkových plynů při výrobě břidlicového plynu bude stejný jako ve Spojených státech, byl celkový objem emisí skleníkových plynů vznikajících v souvislosti s dodáváním a používáním zemního plynu 460 *g* na kWh elektrické energie (výroba břidlicového plynu: 113,5 g/kWh elektrické energie; distribuce zemního plynu: 3,6 g/kWh elektrické energie; spalování: 344,3 g/kWh elektrické energie). Pokud by obsah CO_2 ve vytěženém plynu činil 30 % a specifické emise metanu vznikající při zpětném vytékání vody byly vlivem nižších výnosů zemního plynu vyšší, pak by se celkový objem emisí skleníkových plynů zvýšil přibližně na 660 g/kWh elektrické energie. Pro srovnání: výroba elektřiny za využití zemního plynu dopravovaného potrubím na velké vzdálenosti (7000 km) by vedla k emisím přibližně 470 g na kWh elektrické energie. Při spalování australského uhlí v moderní tepelné elektrárně s parní turbínou o účinnosti 46 % dosahuje množství emisí přibližně 850 g na kWh elektrické energie.

Tabulka 7 : Emise skleníkových plynů vznikající při dodávkách elektřiny vyráběné v elektrárnách s kombinovanou plynovou turbínou (CCGT) z různých zdrojů zemního plynu ve srovnání s dodávkami elektřiny vyráběné z uhlí, uvedené v g CO_2 připadajícího na kWh elektrické energie

	CCGT (břidl. a zemní plyn zadržený v horninách)		CCGT (břidl. a zemní plyn zadržený v horninách, tahač)		CCGT (břidl. a zemní plyn zadržený v horninách, 30 % CO_2)		CCGT (zemní plyn, 7000 km)	Parní turbína, uhlí
Výroba zemního plynu/uhlí	113,5	144,6 (1)	113,5	144,6 (1)	274,1	309,1 (1)	24,1	31,1
Stlačování zemního plynu na 20 MPa	-	-	7,2	7,7	-	3,6	-	-
Přeprava zemního plynu pomocí tahačů, 100 km	-	-	6,2	6,2	-	-	-	-
Přeprava zemního plynu/uhlí	-	-	-	-	-	-	94,0	47,7
Distribuce zemního plynu (potrubí, 500 km)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	-
Přeprava uhlí (vlakem, 250 km)	-	-	-	-	-	-	-	2,3
Spalování	344,3	344,3	344,3	344,3	344,3	344,3	344,3	772,8
Celkem	**461**	**493**	**475**	**506**	**622**	**661**	**466**	**854**

(1) Horní hranici představují specifické emise metanu, které jsou vyšší v důsledku nižšího objemu vytěženého zemního plynu oproti uvedeným hodnotám [Howarth a kol., 2011].

Důvodem velmi vysokých emisí skleníkových plynů vznikajících v souvislosti s dodáváním a používáním břidlicového plynu ve Spojených státech (jsou téměř stejně vysoké jako emise vznikající při dodávání a používání uhlí), které uvádějí [Horwarth a kol., 2011] a [Osborn a kol., 2011], je skutečnost, že ve Spojených státech vznikají mimořádně vysoké emise metanu při přepravě, skladování a distribuci zemního plynu (1,4 až 3,6 %, což k 17,9 g/MJ uvedených v tabulce 6 přidává dalších 7,0 až 18,0 g CO_2 připadajícího na MJ), což je dáno hlavně špatnou kvalitou vybavení ve Spojených státech. Úniky metanu do podzemní vody a zahrnutí emisí metanu vznikajících při ventilaci v průběhu vrtání mohou nicméně objem emisí skleníkových plynů ve srovnání s výše uvedenými údaji ještě výrazně zvýšit.

V případě konvenčního zemního plynu jsou úniky metanu v EU díky lepšímu vybavení (utěsněnost potrubí, ventilů atd.) obecně nižší než v USA. Co se týče procesů specificky spojených se získáváním nekonvenčního plynu, není známo, zda a do jaké míry jsou emise skleníkových plynů v EU nižší než ve Spojených státech. S procesem štěpení je spojeno riziko uvolnění metanu do pitné vody a následně i do atmosféry (jak k tomu došlo ve Spojených státech).

Podle znaleckých posudků je v Německu povinné sledování stavu cementace vrtů, čímž se snižuje riziko úniku metanu a kontaminace podzemní vody toxickými látkami. V projektech, které se mají uskutečnit v Severním Porýní-Vestfálsku v Německu, se dále také počítá s tím, že pro zpětně vytékající vodu se budou používat uzavřené systémy, nikoli otevřené nádrže. V Evropě by tedy varianta „50 % hoření, 50 % ventilace", kterou pro emise skleníkových plynů uvedené v tabulce 6 vybral [Horwarth a kol., 2011], mohla představovat reálnou možnost.

3.1.3. Otevřené otázky

Je třeba poznamenat, že v otázce údajů o emisích z výroby břidlicového plynu a zemního plynu panuje vzhledem k nedostatku spolehlivých údajů značná nejistota. Každý vrt je jiný a nejlepší vrty (z nichž pochází nejvíce údajů) se budou rozvíjet jako první. Uveřejněné údaje proto průměrné množství vytěžitelného metanu z vrtu spíše nadhodnocují.

Otevřenou otázkou dosud zůstává rovněž vyhodnocení množství metanu, který se během procesu štěpení uvolní do vody a následně i do atmosféry.

3.2. Ropa z nepropustného podloží

Rozdíl mezi těžbou konvenční ropy a těžbou ropy z nepropustného podloží není vždy jednoznačně vymezen; přechod mezi těžbou konvenční ropy a těžbou ropy z nepropustného podloží je postupný. Existují například pole konvenční surové ropy, kde se za účelem zvýšení její těžby používá hydraulického štěpení. Jelikož se při výrobě ropy z nepropustného podloží používá metoda hydraulického štěpení, může při zpětném odtékání vody docházet k emisím metanu stejně jako při těžbě břidlicového plynu. O emisích metanu, k nimž dochází při těžbě ropy z nepropustného podloží, neexistují žádné veřejně dostupné údaje.

3.2.1. Zkušenosti v Evropě

Těžbu ropy z nepropustného podloží nelze zaměňovat s těžbou břidličné ropy. V Estonsku se roponosné břidlice těží od roku 1921 (z otevřených šachet i formou podzemní těžby). Břidličná ropa se získává metodou tzv. odplynění (angl. retorting), což je ve skutečnosti určitý typ pyrolýzy, při níž vzniká břidličná ropa a břidlicový plyn. Ropa z nepropustného podloží se oproti tomu těží prostřednictvím vrtů a za použití hydraulického štěpení.

Ve Francii bylo v pařížské pánvi vytěženo 5 milionů barelů ropy ze 2000 vrtů, což odpovídá 2500 barelů ropy z jednoho vrtu. [Anderson, 2011] Jednalo se o těžbu konvenční ropy, při níž se nepoužívalo metody hydraulického štěpení. Z hlediska výhřevnosti (LHV) této vytěžené surové ropy představuje 2500 barelů ropy získaných z jednoho vrtu za celou dobu jeho životnosti přibližně totéž množství energie jako 0,5 milionu Nm^3 zemního plynu.

Pokud by se pařížská pánev považovala za typický příklad těžby ropy z nepropustného podloží, pak by množství energie, které lze získat z jednoho vrtu, bylo mnohem nižší, než je tomu v případě břidlicového plynu (0,4 milionu Nm^3 namísto 35 milionů Nm^3 z jednoho vrtu, jako je tomu v případě texaské břidlice v lokalitě Barnett). Pokud tyto vrty slouží jako typický příklad ropy z nepropustného podloží, pak by celkové emise skleníkových plynů z provádění vrtů a hydraulického štěpení byly vyšší, než je tomu v případě těžby konvenční ropy, a byly by také vyšší, než je tomu v případě těžby břidlicového plynu.

4. PRÁVNÍ RÁMEC EU

KLÍČOVÁ ZJIŠTĚNÍ

- Neexistuje žádná evropská (rámcová) směrnice, která by regulovala těžební aktivity.
- Veřejně přístupná, komplexní a podrobná analýza evropského právního rámce upravujícího těžbu břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží nebyla dosud provedena.
- Ve stávajícím právním rámci EU pro hydraulické štěpení chybí řada úprav. Především je však hranice, kdy je nutno provést posouzení činností využívajících hydraulického štěpení při těžbě zemního plynu a ropy z nepropustného podloží z hlediska jejich vlivu na životní prostředí stanovena tak, že je vysoko nad úrovní jakékoli možné průmyslové činnosti, a měla by být proto podstatně snížena. Spolu s tím by měl být znovu posouzen rozsah působnosti rámcové směrnice o vodě.
- Je nutno provést podrobnou a komplexní analýzu požadavků týkající se prohlášení o nebezpečných látkách používaných při hydraulickém štěpení.
- Důkladný rozbor nákladů a přínosů, provedený v rámci analýzy životního cyklu (LCA), by mohl představovat způsob, jak posoudit celkový přínos pro jednotlivé členské státy a jejich občany.

Cílem této kapitoly je podat přehled současného regulačního rámce právních předpisů EU, které se týkají:

- těžby břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží, a
- toho, zda tento rámec obsahuje ustanovení, která v dostatečné míře zajišťují ochranu před zvláštními riziky pro životní prostřední a lidské zdraví, která mohou být s těmito aktivitami spojena.

V kapitole 4.1 jsou představy čtyři evropské směrnice, které se specificky zaměřují na těžební aktivity. Následující kapitola 4.2 podává ve své první části přehled další 10 směrnic zmiňovaných v současné literatuře jako předpisy, které se týkají těžebních aktivit. Druhá část této kapitoly (kapitola 4.2.2) se zaměřuje na zhruba čtyřicet směrnic, které se týkají rizik souvisejících specificky s břidlicovým plynem a ropou z nepropustného podloží. V závěru je uvedeno devět hlavních nedostatků v současných právních předpisech EU. Jedná se o specifická rizika pro životní prostředí, vodu a lidské zdraví, která mohou být spojena s hydraulickým štěpením. Některé odrážejí potíže, které vznikly ve Spojených státech, některé jsou předmětem diskuse, která v současnosti probíhá v členských státech EU.

4.1. Směrnice vztahující se specificky na oblast těžebního průmyslu

Účelem těžebních právních předpisů je vytvořit právní rámec, který umožní prosperující průmyslové odvětví a spolehlivé dodávky energie, a zabezpečí dostatečnou ochranu zdraví, bezpečnosti a životního prostředí.

Na úrovni EU neexistuje žádný komplexní těžební rámec. [Safak, 2006] Za těžební právní předpisy do značné míry nesou odpovědnost členské státy, přičemž ve většině zemí je tato legislativa zastaralá a neodráží nutně dnešní požadavky. [Tiess, 2011] Generální ředitelství Evropské komise pro podniky a průmysl má odbor, který se jmenuje „Kovy, minerály, suroviny", na jehož webových stránkách se uvádí, že pouze tři směrnice se zabývají specificky těžební průmyslem [EK 2010 MMM]. Tyto tři směrnice jsou uvedeny v tabulce 8 společně s jednou další, čtvrtou směrnicí, doplněnou podle [Kullmann, 2006].

Tabulka 8:Všechny směrnice EU specificky zaměřené na odvětví těžebního průmyslu

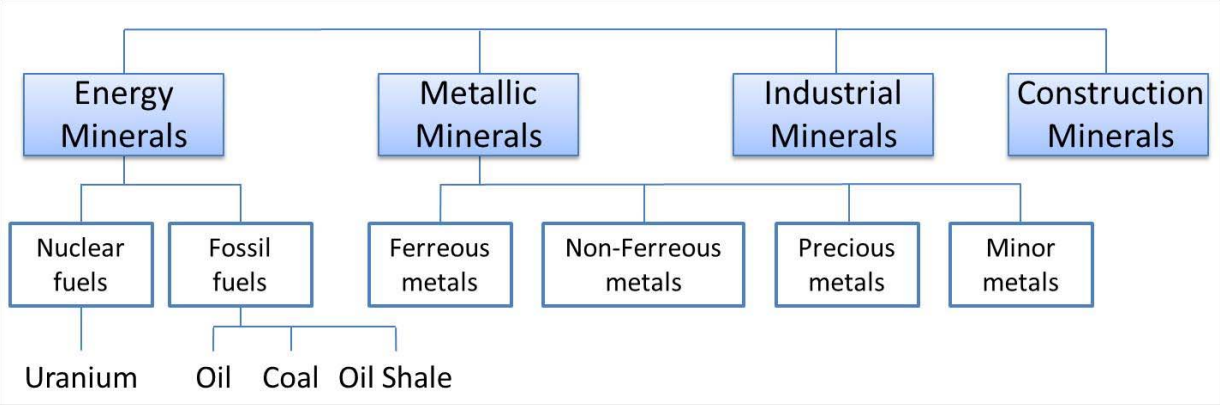
Směrnice	Směrnice pro těžební průmysl
2006/21/ES	Směrnice o nakládání s odpady z těžebního průmyslu **Směrnice o odpadech z těžby**
1992/104/EHS	Směrnice o minimálních požadavcích na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců v povrchovém a hlubinném těžebním průmyslu (dvanáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)
1992/91/EHS	Směrnice o minimálních požadavcích na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců v těžebním vrtném průmyslu (jedenáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS)
1994/22/ES	Směrnice o podmínkách udělování a užívání povolení k vyhledávání, průzkumu a těžbě uhlovodíků

Zdroj: [EK 2010, Kullmann 2006]

Vedlejším produktem hydraulického štěpení je velké množství vody kontaminované karcinogenními látkami, biocidy, radioaktivním radonem a dalšími nebezpečnými chemickými látkami (viz kap. 2.6.). Pro bezpečné nakládání s touto směsí, jejíž množství se zvětšuje, má zásadní význam směrnice o odpadech z těžby. Stejně jako pro všechny hlavní vrtné činnosti jsou i pro hydraulické štěpení nezbytná těžká strojní zařízení, jejichž obsluhu zajišťují pracovníci. Právní stránky bezpečnosti a zdraví pracovníků v těžebním prostředí jsou definovány ve dvou dalších směrnicích, uvedených v tabulce 8. Čtvrtá směrnice týkající se specificky oblasti těžby upravuje svrchované postavení členských států v otázce vydávání povolení k průzkumu uhlovodíků.

Kromě těchto směrnic existuje také několik aktů, které vyjasňují především podmínky hospodářské soutěže, např. otevření domácích trhů nových členských států. Příkladem může být Prohlášení o restrukturalizaci trhu s břidličnou ropou v Estonsku: 12003T/AFI/DCL/08. Vzhledem k tomu, že předmětem této studie je právní rámec týkající se možných rizik pro životní prostředí a lidské zdraví, nebude se otázkou regulace trhů dále zabývat.

Obrázek 6: Struktura těžebního průmyslu



Zdroj: [Papoulias 2006]

Z právního hlediska zahrnuje těžební průmysl, jehož strukturu znázorňuje obrázek 6, dvě kategorie:

- neenergetická těžební odvětví (angl. zkr. NEEI – non-energy extractive industries) zabývající se těžbou rud a hornin s využitím v průmyslu a ve stavebnictví, a
- odvětví zabývající se těžbou energetických surovin (mezi něž patří břidlicový plyn a ropa z nepropustného podloží).

Právní předpisy a práce Evropské komise se často výslovně zaměřuje na NEEI, a nezahrnují proto těžbu zemního plynu [EC NEEI]

4.2. Směrnice s obecnějším zaměřením (na životní prostředí a lidské zdraví)

Existuje velké množství směrnic a nařízení, která nejsou určena konkrétně pro odvětví těžby, ale dotýkají se těžebního průmyslu. Tato kapitola se zaměřuje na regulační předpisy týkající se životního prostředí a lidského zdraví. V kapitole 4.2.1. je uveden výsledek průzkumu odborné literatury, která udává sedm až dvanáct nejvýznamnějších směrnic, a odkazy na komplexní a dobře strukturovanou databázi obsahující stovky regulačních předpisů EU. K tématu regulačního rámce EU v rozsahu této studie neexistují dosud žádné literární prameny. Co se týče bezpečnostních aspektů spojených s hydraulickým štěpením, bylo nalezeno přibližně 40 směrnic, které jsou v této otázce relevantní.

4.2.1. Směrnice EU upravující obecná rizika spojená s těžbou

Jak se uvádí v kapitole 4.1., existují pouze čtyři směrnice EU, které se zabývají specifickými požadavky těžebního průmyslu. Zejména v oblasti životního prostředí, zdraví a bezpečnosti však existují některé další právní předpisy, které se také týkají otázek spojených s těžbou [Safak 2006].

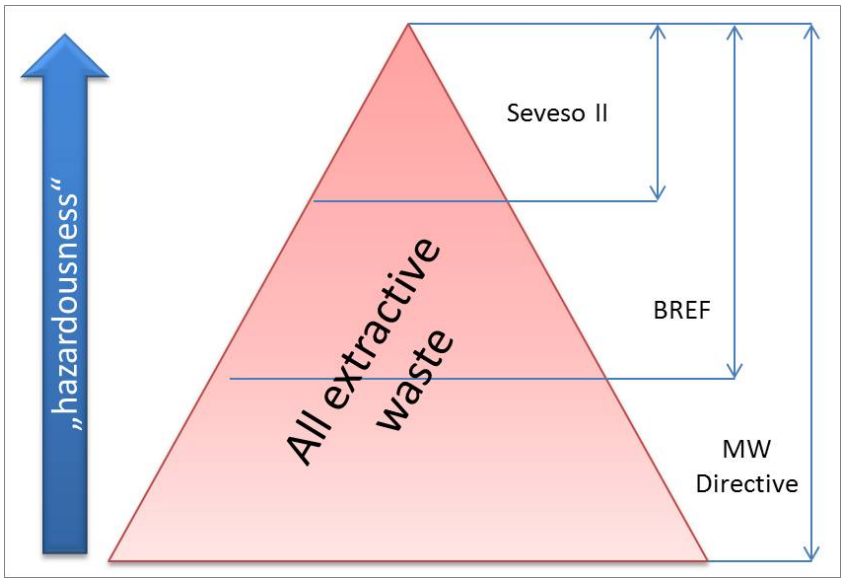
Tabulka 9 podává základní přehled o různých obecných právních předpisech z různých oblastí

Tabulka 9: Nejdůležitější právní předpisy týkající se odvětví těžebního průmyslu

Nejdůležitější právní předpisy týkající se odvětví těžebního průmyslu	
Směrnice o odpadech z těžby	Natura 2000
Kvalita vnějšího ovzduší	Směrnice o podzemních vodách
Referenční dokument o BAT (nejlepších dostupných technikách)	Směrnice o ochraně přírodních stanovišť a ptactva
Seveso II	Strategie pro vnějšího ovzduší
Směrnice EIA	Rámcová směrnice o vodě
REACH	Odpovědnost za životní prostředí

Důležité je, že směrnice vztahující se konkrétně na oblast těžby nejsou nutně těmi nejpřísnějšími předpisy. V důsledku velkých nehod, k nimž došlo v minulosti, platí nyní, zejména v oblasti nebezpečných chemických látek, přísnější předpisy. Obrázek 7 znázorňuje, že směrnice o odpadech z těžby má mnohem širší oblast působnosti než například směrnice Seveso II[7] [Papoulias 2006].

Obrázek 7: Nejdůležitější směrnice EU vztahující se na odpady z těžby



Zdroj: [Papoulias 2006]

[7] Směrnice Seveso II je v současnosti předmětem přezkumu.

Pro účely těžby jsou v současné literatuře uváděny jako významné následující počet legislativních aktů:

- 7 položek [EK 2010 Grantham a Schuetz 2010],
- 9 položek [Weber 2006],
- až 18 položek [Hejny 2006],
- 12 položek [Kullmann 2006].

Na druhé straně existuje vynikající ucelený soubor veškeré environmentální legislativy EU, roztříděné podle témat [UWS GmbH]. UU evropských právních předpisů týkajících se pouze oblasti odpadu se uvádí 36 směrnic, nařízení, doporučení atd. Celkem tento soubor čítá pravděpodobně stovky dokumentů o aspektech souvisejících s životním prostředím.

KK posouzení stávajícího regulačního rámce EU, který se zaměřuje na hydraulické štěpení, nejsou seznamy, které obsahují až 12 směrnice, vyčerpávající, zatímco soubor stovek regulačních dokumentů je naopak příliš encyklopedický. Některé z těchto seznamů byly nicméně sestaveny s tím, aby podávaly přehled o evropském regulačním rámci týkajícím se těžby břidlicového plynu, např. [Schuetz 2010], který uvádí sedm následujících směrnic:

1. Rámcová směrnice o vodě
2. Směrnice o podzemní vodě
3. REACH
4. Natura2000
5. EIA
6. Rámcová směrnice o odpadech
7. Směrnice o hluku

4.2.2. Rizika spojená specificky s těžbou břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží, na něž se vztahují směrnice EU

Určitý počet možných rizik spojených s těžbou břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží se v zásadě nijak neliší od konvenčních zdrojů energie. Velký počet rizik proto není v rámci stávající legislativy dostatečným způsobem řešen. Nekonveční plyn je nicméně spojen s nekonvenčními riziky. Dostatečně řešena rizika, která mohou být spojena s:

- velkým množstvím chemických látek používaným během procesu hydraulického štěpení,
- zvoleným složením chemických látek, které zahrnuje toxické, karcinogenní a mutagenní látky a látky škodlivé pro životní prostředí používané jako aditiva do štěpných kapalin (např. biocidy),
- množstvím zpětně vytékající vody, které je kontaminováno radioaktivními látkami, jako je radon, uran a další dodatečné podpovrchové materiály (např. těžké kovy),
- velkým počtem vrtných míst,
- infrastrukturou, např. sběrnou potrubní sítí,
- velkým počtem vody používaným pro štěpnou kapalinu, a
- potenciálně vysokým množstvím emisí metanu vznikajícím při vystrojení vrtu.

Další upřesňující informace o zvláštních rizicích naleznete v kapitole **2**. Následující shrnutí 36 nejdůležitějších směrnic EU představuje jedinečný základ pro další detailní výzkum.

Směrnice jsou v každé tabulce roztříděny podle svého významu. Vzhledem k možným zpožděním s (náležitým) provedením v rámci vnitrostátního práva se může stát, že některé z těchto směrnic nenabyly k dnešnímu datu účinnosti. První studie o chemických látkách používaných při hydraulickém štěpení ve Spojených státech [Waxman 2011] poskytují pevný základ pro zkoumání toho, do jaké míry jsou evropské právní úpravy týkající se chemických látek vhodné.

V souvislosti s hydraulickým štěpením jsou hlavním předmětem obav obvykle jeho možné důsledky na kvalitu vody. Jedná se zejména o tyto kritické momenty (viz kapitola 2.4.2.):

- Pravidelné využívání procesu štěpení: v půdě zůstávají chemické látky, které mohou proniknout do akviferů.
- Nehody během hydraulického štěpení: praskliny v instalovaném zařízení umožňují přímé úniky do podzemní i povrchové vody.
- Velmi vysoká spotřeba čisté vody, jejíž množství závisí na počtu vrtů (viz tabulka 2).

V tabulce 10 je uvedeno šest nejdůležitějších směrnic týkajících se vody, které by se měly pravděpodobně vztahovat i na činnosti spojené s hydraulickým štěpením. Pro účely důkladnější analýzy by tyto směrnice měly být vyhodnoceny.

Tabulka 10: Příslušné evropské směrnice o vodě

	Směrnice	Název
1.	2000/60/ES	Směrnice, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (rámcová směrnice o vodě)
2.	1980/68/EHS	Směrnice o ochraně podzemních vod před znečišťováním některými nebezpečnými látkami (zrušená směrnicí 2000/60/ES s účinností od 22. prosince 2013)
3.	2006/118/ES	Směrnice o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu
4.	1986/280/EHS	Směrnice Rady o mezních hodnotách a jakostních cílech pro vypouštění některých nebezpečných látek uvedených v seznamu I přílohy směrnice 76/464/EHS
5.	2006/11/ES	Směrnice o znečišťování některými nebezpečnými látkami vypouštěnými do vodního prostředí Společenství (kodifikované znění)
6.	1998/83/ES	Směrnice o jakosti vody určené k lidské spotřebě.

Riziko znečištění vody je neodlučně spjato s rizikem znečištění životního prostředí. Tato rizika tvoří určitou podskupinu celkových environmentálních rizik, kterou lze rozčlenit zhruba do těchto oblastí:

- Půdní emise
    - kontaminace pitné a podzemní vody
    - kontaminace půdy
- Emise do ovzduší
    - Spaliny
    - Hluk
    - Chemické látky
- Nehody mimo provozní oblasti
    - Doprava na silnicích
    - Skládky odpadu

Tento seznam se týká vlivů na životní prostředí za předpokladu, že jsou dodrženy řádné provozní podmínky. Ve všech těchto oblastech je ovšem také riziko nehod. V tabulce 11 je uvedeno devět nejvýznamnějších směrnic upravujících tyto vlivy za řádných a mimořádných podmínek.

Tabulka 11: Příslušné směrnice EU o ochraně životního prostředí

	Směrnice	Název
7.	2010/75/EU	Směrnice o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění) **Směrnice IPPC** (angl. zkr. integrated pollution prevention and control)
8.	2008/1/ES	Směrnice o integrované prevenci a omezování znečištění (kodifikované znění)
-	Rozhodnutí 2000/479/ES	Rozhodnutí o vytvoření Evropského registru emisí znečišťujících látek (EPER) podle článku 15 směrnice Rady 96/61/ES o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC) Příloha A1: Seznam znečišťujících látek vykazovaných při překročení mezních hodnot
9.	1985/337/EHS	Směrnice o posuzování vlivů na životní prostředí **Směrnice EIA** (angl. zkr. Environmental Impact Assessment)
10.	2003/35/ES	Směrnice o účasti veřejnosti na vypracovávání některých plánů a programů týkajících se životního prostředí a o změně směrnic Rady 85/337/EHS a 96/61/ES, pokud jde o účast veřejnosti a přístup k právní ochraně
11.	2001/42/ES	Směrnice o posuzování vlivů některých plánů a programů na životní prostředí **Směrnice o strategickém posuzování vlivů na životní prostředí (SEA)**
12.	2004/35/ES	Směrnice o odpovědnosti za životní prostředí v souvislosti s prevencí a nápravou škod na životním prostředí
13.	1992/43/EHS	Směrnice o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin **Natura 2000**
14.	1979/409/EHS	Směrnice o ochraně volně žijících ptáků
15.	1996/62/ES	Směrnice o posuzování a řízení kvality vnějšího ovzduší

Hydraulické štěpení se neobejde bez používání těžkých strojních zařízení (viz kapitola 2.3.) a nebezpečných chemikálií. Chráněni musí být jak občané, tak i pracovníci, kteří s těmito látkami a stroji každodenně pracují. Bezpečnost práce upravuje několik komplexních směrnic EU. Tabulka 12 obsahuje seznam devíti důležitých směrnic o ochraně pracovníků, zvláště pak pracovníků v těžebních průmyslu, kteří nakládají s nebezpečnými chemickými látkami.

Tabulka 12: Příslušné směrnice EU o bezpečnosti práce

	Směrnice	Název
16.	1989/391/EHS	Směrnice o zavádění opatření pro zlepšení **bezpečnosti a ochrany zdraví** zaměstnanců při práci.
17.	1992/91/EHS	Směrnice o minimálních požadavcích na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců v těžebním vrtném průmyslu
18.	1992/104/EHS	Směrnice o minimálních požadavcích na zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců v povrchovém a hlubinném těžebním průmyslu
19.	2004/37/ES	Směrnice o ochraně zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí karcinogenům nebo mutagenům při práci (kodifikované znění)
20.	1991/322/EHS	Směrnice o stanovení směrných limitních hodnot prováděním směrnice Rady 80/1107/EHS o ochraně zaměstnanců před riziky spojenými s expozicí chemickým, fyzikálním a biologickým činitelům při práci
21.	1993/67/EHS	Směrnice, kterou se stanoví zásady posuzování rizik pro člověka a životní prostředí u látek oznámených v souladu se směrnicí Rady 67/548/EHS
22.	1996/94/ES	Směrnice o stanovení druhého seznamu směrných limitních hodnot k provedení směrnice Rady 80/1107/EHS o ochraně pracovníků před riziky spojenými s expozicí chemickým, fyzikálním a biologickým činitelům při práci
23.	1980/1107/EHS	Směrnice Rady ze dne 27. listopadu 1980 o ochraně pracovníků před riziky spojenými s expozicí chemickým, fyzikálním a biologickým činitelům při práci
24.	2003/10/ES	Směrnice o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (hluk)

Většina skalních útvarů obsahuje tzv. přírodní radioaktivní materiály (angl. zkr. NORM – „naturally occurring radioactive materials"). Ve většině případů je v zemním plynu obsažen radioaktivní radon, který vzniká rozpadem uranu. Mezinárodní sdružení producentů ropy a zemního plynu (OGP) charakterizuje tento negativní vedlejší účinek těžby zemního plynu následujícím způsobem:

„Radon je radioaktivní plyn, který je v různém množství přítomen v zemním plynu v ropných a plynových formách. Není-li přítomen zemní plyn, radon se rozkládá na (lehkou) uhlovodíkovou a vodní složku. Pokud se dostává na povrch spolu s ropou a plynem, váže se obvykle na plyn. […] Nakládání s odpadem obsahujícím přírodní radioaktivní materiály (NORM) se musí řídit platnými právními předpisy, které se týkají nakládání s radioaktivním odpadem". [OGP 2008]

Radon není obsažen pouze v zemním plynu, ale také ve vodě, která poté, co je provedeno hydraulické štěpení, ve velkém množství vytéká zpět. Existuje směrnice Evropského společenství pro atomovou energii (Euratom), která se konkrétně zaměřuje na bezpečnostní normy týkající se přírodních radioaktivních materiálů.

Tabulka 13: Příslušná směrnice o ochraně před radioaktivním zářením

	Směrnice	Název
25.	1996/29/Euratom	Směrnice, kterou se stanoví základní bezpečnostní standardy na ochranu zdraví pracovníků a obyvatelstva před riziky vyplývajícími z ionizujícího záření **Směrnice NORM** (přírodní radioaktivní materiály)

Jak je zmíněno v části 4.1., existuje směrnice o odpadech, která tuto problematiku řeší se zvláštním ohledem na podmínky těžebního průmyslu. V této souvislosti je důležitých několik dalších směrnic a zejména pak několik rozhodnutí, jež definují mezní hodnoty (bližší informace o problematice odpadu najdete v kapitole 2). Tyto čtyři směrnice a čtyři rozhodnutí jsou uvedeny v tabulce 14. Další právní předpisy o odpadech z těžby, včetně otázky finančních záruk, lze najít na internetových stránkách Evropské komise, které jsou věnovány problematice odpadů z těžby. [EC 2011 MW]

Tabulka 14: Příslušné evropské směrnice o odpadech

	Směrnice	Název
26.	2006/21/EC	Směrnice o nakládání s odpady z těžebního průmyslu a o změně směrnice 2004/35/ES **Směrnice o odpadech z těžby**
-	Rozhodnutí Komise 2009/359/ES	Rozhodnutí, kterým se doplňuje definice inertního odpadu v rámci provádění čl. 22 odst. 1 písm. f) směrnice 2006/21/ES o nakládání s odpady z těžebního průmyslu
27.	2006/12/ES	Směrnice o odpadech **Rámcová směrnice o odpadech**
28.	1999/31/ES	Směrnice o skládkách odpadů
-	Rozhodnutí Komise 2000/532/ES	Rozhodnutí, kterým se stanoví seznam (nebezpečných) odpadů ve smyslu několika směrnic (a kterým se nahrazuje rozhodnutí 94/3/ES)
-	Rozhodnutí Komise 2009/360/ES	Rozhodnutí, kterým se doplňují technické požadavky pro popis vlastností odpadu stanovené směrnicí 2006/21/ES o nakládání s odpady z těžebního průmyslu
-	Rozhodnutí Komise 2009/337/ES	Rozhodnutí, kterým se určují kritéria pro klasifikaci zařízení pro nakládání s odpady v souladu s přílohou III směrnice 2006/21/ES o nakládání s odpady z těžebního průmyslu
29.	Rozhodnutí 2002/1600/ES	Rozhodnutí o šestém akčním programu Společenství pro životní prostředí (Čl. 6 odst. 2 písm. b): „…vývoj dalších opatření napomáhajících předcházení rizikům vážných havárií, zejména s důrazem na rizika spojená s produktovody, dobýváním nerostných surovin, námořní přepravou nebezpečných látek, jakož i vývoj opatření v souvislosti s odpadem vznikajícím při dobývání nerostných surovin…“)

V dubnu 2011 byla ve Spojených státech uveřejněna první souhrnná studie o „chemických látkách používaných při hydraulickém štěpení". Jedním z výsledků této studie je kvantita a kvalita používaných chemických látek:

„V letech 2005–2009 použilo 14 společností poskytujících ropné a plynařské služby více než 2500 produktů pro hydraulické štěpení, které obsahovaly 750 chemických látek a dalších složek. Tyto společnosti použily v letech 2005–2009 celkem 780 milionů galonů produktů pro hydraulické štěpení – kromě vody dodané v místě vrtu". [Waxman 2011]

Mezi těmito 750 chemickými látkami byl určitý počet nebezpečných látek znečišťujících ovzduší a lidských karcinogenů, kterých se používalo ve velkých objemech. V tabulce 15 je uvedeno osm nejdůležitějších evropských směrnic týkajících se nakládání s chemickými látkami, včetně právních předpisů vztahujících se na předcházení nehodám.

Tabulka 15: Příslušné směrnice EU o chemických látkách a s nimi souvisejících nehodách

	Směrnice	Název
30.	Nařízení č. 1907/2006	Nařízení o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (**REACH**), o zřízení Evropské agentury pro chemické látky
-	ECE/TRANS/215[8]	Evropská hospodářská komise OSN (angl. zkr. ECE – United Nations Economic Commission for Europe): Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí. (angl. zkr. ADR – Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road). **ADR** platí od 1. ledna 2011.
31.	1996/82/ES	Směrnice o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek **Směrnice Seveso II**
32.	2003/105/ES	Směrnice, kterou se mění směrnice Rady 96/82/ES (směrnice Seveso II) o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek (v současnosti je tato směrnice předmětem přezkumu) [Nejdůležitější změny v rozsahu působnosti této směrnice představuje rozšíření oblasti její působnosti tak, aby pokryla rizika vyplývající ze skladovacích a zpracovatelských činností v těžebním průmyslu, skladování a výroby pyrotechniky a výbušnin a skladování dusičnanu amonného a hnojiv na jeho bázi.]
33.	1991/689/EHS	Směrnice o nebezpečných odpadech
34.	1967/548/EHS	Směrnice o sbližování právních a správních předpisů týkajících se klasifikace, balení a označování nebezpečných látek
35.	1999/45/ES	Směrnice o sbližování právních a správních předpisů členských států týkajících se klasifikace, balení a označování nebezpečných přípravků
36.	1998/8/ES	Směrnice o uvádění biocidních přípravků na trh

[8] Všechny členské státy Evropské unie jsou zároveň členskými zeměmi UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). ADR je zde uvedena proto, že je v této souvislosti velmi důležitá.

4.3. Nedostatky a nevyřešené otázky

Již samo množství právních hledisek, která se uplatňují na těžební projekty, naznačuje, že současná legislativa nemusí vždy nutně odpovídat specifickým požadavkům těžebního průmyslu. Nové výzvy představuje zejména průzkum a těžba břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží.

NeNedostatek 1 – Zabezpečení investic v těžebním průmyslu

Těžební průmysl se v současnosti potýká s problémy, které vznikají v důsledku nedostatečné legislativy, jak to na konferenci *Břidlicový plyn ve východní Evropě 2011* ve Varšavě vyjádřil Tomas Chmal, partner společnosti White & Case:

„Polsko je tradičně plynařská země, geologické a těžební právní předpisy však neříkají nic o hydraulickém štěpení či provádění horizontálních vrtů. Ani nový zákon, o kterém se nyní jedná, se touto oblastí nezabývá." [NGE 2011]

Jak již bylo řečeno na začátku kapitoly 4.1., vnitrostátní zákony často vycházejí z historických potřeb a v oblasti těžby neexistuje žádná evropská rámcová směrnice. A tento stav, jak je patrné z uvedené citace, představuje problém. V rámci dalšího šetření by proto měla být vyhodnocena potřeba a možná oblast působnosti rámcové směrnice o těžbě.

Nedostatek 2 – Ochrana životního prostředí a lidského zdraví

Směrnice 97/11/ES, kterou se mění směrnice EIA v příloze I vymezuje pro vrty zemního plynu jako mezní objem denní těžby 500,000 m³, při jeho překročení vzniká povinnost provést posouzení vlivů na životní prostředí. [EIA kod. zn.][9] Těžba břidlicového plynu dosud tohoto mezního objemu nedosahuje, takže posouzení EIA se v tomto případě neprovádějí [Teßmer 2011]. Vzhledem k tomu, že se v současné době zvažuje možnost revize směrnice EIA, projekty využívající hydraulické štěpení by s ohledem na vyřešení tohoto nedostatku měly být zařazeny do přílohy I nezávisle na mezním objemu výroby nebo by tato mezní hodnota měla být snížena (např. na 5000 nebo 10 000 m³ za den počátečního objemu těžby).

Nedostatek 3 – Prohlášení o nebezpečných materiálech

První americká studie předkládá téměř úplný seznam chemický látek používaných při hydraulickém štěpení. [Waxman 2011] Zkušenosti ze Spojených států ukazují, že samotné těžařské společnosti nemusí nutně vědět, které chemické látky ve skutečnosti používají. Chemický průmysl nabízí řadu aditiv, s ohledem na údajná obchodní tajemství však v některých případech dostatečně jasně neuvádí všechny jejich složky. S ohledem na to by měly být vyhodnoceny současné právní předpisy týkající se povinného prohlášení a souvisejících povolených mezních hodnot chemických látek používaných při hydraulickém štěpení.

Toto téma se týká přinejmenším následujících tří směrnic, ale může se týkat i některých dalších:

- REACH: v roce 2012 má Komise provést hodnocení nařízení REACH, což představuje možnost k úpravě stávající legislativy.
- Kvalita vody: tytéž aspekty se týkají i směrnice 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Iniciativa, která se má touto směrnicí zabývat, je plánována na rok 2011.

[9] Jedná se o neoficiální kodifikované znění směrnice EIA vydané Evropskou unií.

- Seveso II je v současnosti předmětem přezkumu. Revize této směrnice by měla vzít v úvahu nová specifická rizika spojená s hydraulickým štěpením a stanovit povinnost předkládat podrobné prohlášení o tom, jaké látky by mohly uniknout v případě nehod.

Nedostatek 4 – Schválení chemických látek zůstávajících v půdě

Po ukončení hydraulického štěpení zůstává v půdě směs nebezpečných látek. Pohyb těchto chemických látek v prostoru a čase probíhá nekontrolovatelným a nepředvídatelným způsobem. [Teßmer 2011] navrhuje, že použití chemických látek, jejichž část zůstane v půdě, by mělo podléhat schválení, které by zohlednilo možné dlouhodobé účinky.

Nedostatek 5 – O hydraulickém štěpení nebyl dosud vydán žádný BREF (referenční dokument o nejlepších dostupných technikách)

Evropská kancelář IPPC uveřejňuje referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách (BAT). „Každý dokument obsahuje obecně informace o daném průmyslovém/zemědělském odvětví v EU, technologiích a procesech používaných v tomto odvětví, stávajících hodnotách emisí a spotřeby, technologiích, u kterých se zvažuje jejich zařazení mezi BAT, nejlepší dostupné technologie (BAT) a nové technologie". [EC BREF] Zákonodárné orgány na národní a mezinárodní úrovni mohou na tyto dokumenty odkazovat a začleňovat je do zákonů a ustanovení. O hydraulickém štěpení neexistuje dosud žádný podobný dokument. Vzhledem k rizikům, které hydraulické štěpení představuje pro životní prostředí a lidské zdraví je třeba zvážit, zda by bylo vhodné pro tento komplikovaný proces stanovit jednotné požadavky formou BREF o hydraulickém štěpení.

Nedostatek 6 – Kapacita zařízení na úpravu vody

Ve Spojených státech byly hlášeny problémy s úpravou vody vypouštěné z čistíren odpadních vod do řek. V říjnu 2008 překročilo celkové množství rozpuštěných látek v řece Monongahela normy pro kvalitu vody, a povolený objem odpadních vod z plynových vrtů byl proto z 20 % snížen na 1 % denního průtoku. [NYC Riverkeeper]

Jako preventivní opatření by měl být požadován předběžný rozbor kapacity zařízení na úpravu vody.[10]

Nedostatek 7 – Účast veřejnosti při rozhodování na regionální úrovni

U občanů převažuje obecná tendence vyžadovat větší právo na účast při rozhodování o průmyslových projektech, které mají dopad na životní prostředí a případně i na lidské zdraví. Jednou z hlavních změn, k nimž došlo v rámci revize směrnice Seveso II, je:

„Posílit ustanovení týkající se přístupu veřejnosti k informacím o bezpečnosti, účasti na rozhodování a přístupu k právní ochraně a zlepšit způsob shromažďování, spravování, zpřístupňování a sdílení informací". [EK 2011 S]

Průmyslové projekty, jako je těžba břidlicového plynu nebo ropy z nepropustných podloží, které mohou mít významný dopad na životní prostředí a místní obyvatele, by měly být v rámci schvalovacího postupu předmětem veřejné konzultace.

[10] Směrnice o nakládání s odpady z těžebního průmyslu bude upravena poté, co dojde ke změně nařízení týkajících se pojištění.

Nedostatek 8 – Právní účinnost rámcové směrnice o vodě a souvisejících právních předpisů

Rámcová směrnice o vodě nabyla účinnosti v roce 2000. Jelikož hydraulické štěpení v té době nepředstavovalo žádné významné téma, není v této směrnici zohledněno hydraulické štěpení a s ním spojená rizika. Seznam prioritních látek se přezkoumává každé čtyři roky; příští přezkum se má konat v roce 2011. Směrnice by měla být přehodnocena tak, aby umožňovala účinnou ochranu vody před nehodami vznikajícími při hydraulickém štěpení i jeho běžným provozem.

Nedostatek 9 – Zavedení povinné analýzy životního cyklu (angl. zkr. LCA – Life Cycle Analysis)

Evropská komise podporuje provádění analýz životního cyklu, na svých internetových stránkách věnovaných problematice životního cyklu uvádí:

„Klíčovým cílem myšlenky životního cyklu je předejít přenášení zátěže na druhé. To znamená minimalizovat dopady v určité fázi životního cyklu, v určitém zeměpisném regionu nebo určité kategorií dopadů a současně přispět k tomu, aby se tyto dopady nenahromadily v jiné oblasti". [EC LA]

To platí zejména pro hydraulické štěpení, které má ve specifických zeměpisných regionech výrazné dopady, což je dáno v neposlední řadě i počtem vrtů na km² a potřebnou infrastrukturou. Zvážena by měla být i možnost zavedení povinné analýzy nákladů a přínosů, která by byla založena na komplexní LCS (zahrnující emise skleníkových plynů a spotřebu surovin), zpracované zvlášť pro každý jednotlivý projekt s cílem doložit celkový společenský přínos.

5. DOSTUPNOST A ÚLOHA V NÍZKOUHLÍKOVÉM HOSPODÁŘSTVÍ

KLÍČOVÁ ZJIŠTĚNÍ

- Zdroje břidlicového plynu má řada evropských zemí, ale pouze malé množství tohoto plynu lze získat do zásoby a vyrábět.
- Plynonosné břidlice se nacházejí na rozsáhlých územích, ale plyn je v nich obsažen jen v malém množství. Podíl vytěženého plynu na jeden vrt je proto mnohem nižší, než je tomu při těžbě konvenčního zemního plynu. K tomu, aby se těžba břidlicového plynu rozvinula do větších rozměrů, je nezbytné velké množství vrtů, což má odpovídající dopady na krajinu, spotřebu vody a životní prostředí vůbec.
- Pokles produkce vrtů břidlicového plynu je v prvním roce až 85 %. Typický průběh regionální produkce vykazuje rychlý vzestup, ale také rychlý pokles. Po několika letech klesne produkce starých vrtů natolik, že je musí úplně nahradit vrty nové. Jakmile se přestanou dělat nové vrty, celková produkce upadá.
- I kdyby se v Evropě těžba z plynonosných břidlic rozvíjela agresivním způsobem, nedosahoval by její podíl na dodávkách evropského plynu ani v nejlepším případě řádově více než několika procent. Těžba břidlicového plynu nezvrátí postupující trend, kdy klesá domácí produkce a zvyšuje se závislost na dovozu. Její vliv na evropské emise skleníkových plynů bude minimální, ne-li zcela zanedbatelný, nebo by dokonce mohl být i negativní, pokud by vlivem špatných pobídek a signálů byly opomenuty jiné slibnější projekty.
- Na regionální úrovni může mít břidlicový plyn významnější roli, např. v Polsku, které má rozsáhlé zdroje břidlicového plynu a velmi nízkou poptávku po plynu (~14 bcm/r), přičemž již dnes 30 % plynu pochází z tuzemských zdrojů.
- Roponosné břidlice v pařížské pánvi obsahují rovněž velké množství ropy z nepropustného podloží. Ropa se z tohoto podloží vyrábí už více než 50 let. Ropa, která byla snadněji vyrobitelná, je již spotřebována, a další těžba by si proto vyžádala velký počet horizontálních vrtů (až 6 nebo i více vrtů na km²) za použití hydraulického štěpení.

5.1. Úvod

V této kapitole jsou zhodnoceny potenciální zdroje břidlicového plynu a ropy a ropy z nepropustného podloží a je charakterizována jejich pravděpodobná úloha v evropském plynárenském odvětví. Vzhledem k tomu, že zkušenosti s rozvinutou výrobou břidlicového plynu v Evropě stále chybí, jsou tyto prognózy do jisté míry spekulativní.

Aby tyto nejistoty byly co nejmenší, jsou zde uvedeny a analyzovány zkušenosti ze Spojených států, aby byly tak vyjasněny typické rysy rozvoje těžby břidlicového plynu. Na základě těchto zkušeností je nastíněna hypotetická výrobní křivka, která je přizpůsobena evropským podmínkám. Kvantitativní údaje se mohou lišit, ale kvalitativní chování může přispět k lepšímu pochopení možné úlohy břidlicového plynu.

První podkapitola shrnuje poslední dostupné posouzení zdrojů nacházejících se v evropských ložiskách břidlicového plynu. Toto posouzení bylo provedeno americkou EIA (= Energy Information Administration) [US-EIA 2011]. Obsahuje specifikaci některých klíčových parametrů amerických břidlic. Tato podkapitola přináší rovněž přehled evropských břidličných nalezišť a historický přehled světové produkce břidličné ropy s několika odkazy na těžbu ropy z nepropustného podloží, protože oba druhy ropy bývají často zaměňovány. Uveden je zde rovněž stručný přehled rozvoje těžby ropy z nepropustného podloží v pařížské pánvi ve Francii.

Vzhledem k zásadnímu významu, který má pochopení typických výrobních křivek těžby břidlicového plynu, je v rámci zvláštní podkapitoly shrnujícím způsobem představena analýza hlavních vývojových trendů ve Spojených státech, v závěru je nastíněn model hypotetického vývoje těžby z břidlicových ložisek, který ukazuje typický průběh s rychlým poklesem produkce jednotlivých vrtů. Tato analýza je uvedena do souvislosti s podrobnější analýzou evropských břidlic. V závěru jsou vyvozeny určité důsledky týkající se možného významu výroby břidlicového plynu pro snižování objemu emisí CO_2.

5.2. Rozloha a poloha nalezišť břidlicového plynu a břidličné ropy ve srovnání s konvenčními nalezišti

5.2.1. Břidlicový plyn

Posouzení zdrojů evropských plynonosných břidlic

Uhlovodíkové bohatství lze rozdělit na zdroje a zásoby. Další klasifikace se řídí stupněm geologické spolehlivosti dané formace (spekulativní, možné, odhadované, vysuzované, změřené, prokázané) a technologickými a hospodářskými aspekty. Odhad množství zdrojů má obecně mnohem nižší kvalitu než odhad zásob, protože vychází z mnohem méně spolehlivé analýzy geologických údajů. Přestože takový postup není povinný, množství zdrojů se obvykle měří metodou GIP (angl. „gas-in-place"), zatímco v případě zásob se již bere v úvahu, jaké jsou za běžných technických a hospodářských podmínek možnosti jejich čerpání. Na konvenčních nalezištích zemního plynu se typicky vytěží 80 % celkového objemu plynu nalezeného v daném místě (GIP), i když v závislosti na celkových geologických podmínkách se tento podíl může pohybovat v rozmezí 20 % a více než 90 %. Podíl vytěženého plynu z nekonvenčních nalezišť je mnohem nižší. Zdroje břidlicového plynu proto nelze zaměňovat se zásobami plynu. Na základě dosavadních zkušeností je pravděpodobné, že během několika příštích desetiletí bude možné odhadované zdroje nalezeného plynu (GIP) transformovat do podoby využitelných plynových zásob pouze z 5–30 %.

V tabulce 16 je znázorněna výroba konvečního zemního plynu (Výroba v roce 2009) a jeho zásoby (Prokázané zásoby konvenčního zemního plynu). Tyto údaje jsou srovnány s předpokládaným množstvím zdrojů břidlicového plynu. Zdrojové údaje jsou převzaty z nedávného hodnocení, které provedla americká EIA. [US-EIA 2011] Podle definice by prokázané zásoby zemního plynu měly být vytěžitelné prostřednictvím již existujících nebo plánových vrtů za stávajících hospodářských a technických podmínek. Objem zdrojů břidlicového plynu nalezeného v daném místě je odhadem založeném na přibližných geologických parametrech, jako je rozloha naleziště a síla vrstvy, propustnost a množství plynu na jednotku objemu atd. Tyto údaje jsou zčásti experimentálně ověřené, ve většině případů se však jedná o hrubé odhady prováděné ve velkém měřítku. Tyto údaje, týkající se plynu nalezeného v daném místě, jsou uvedeny ve čtvrtém sloupci (Břidlicový plyn GIP).

Jako technicky vytěžitelné zdroje břidlicového plynu se označují objemy plynu, které lze podle odhadů zpracovat za použití stávajících technologií a za předpokladu rozsáhlého rozvoje těžby na daném nalezišti. Faktor využití či vydatnosti představuje podíl předpokládaného množství technicky vytěžitelných zdrojů břidlicového plynu chápaný v poměru k množství plynu nalezeného na daném místě. Tyto údaje se nacházejí v posledním sloupci (Předpokládaný faktor využití). Podle předpokladů americké EIA je tento faktor využití či vydatnosti v průměru 25 % celkového množství plynu nalezeného v daném místě, které představují technicky vytěžitelné zdroje. Původní jednotky používané ve Spojených státech jsou převedeny na jednotky SI.[11]

Tabulka 16: Posouzení výroby a zásob konvenčního plynu ve srovnání se zdroji břidlicového plynu (plynu nalezeného v daném místě (GIP) i technicky vytěžitelnými zdroji břidlicového plynu); GIP = plyn nalezený v daném místě; bcm = miliarda kubických metrů (původní údaje jsou převedeny na m³ podle vzorce 1000 Scf = 28,3 m³)

Stát	Výroba v roce 2009 (1) [bcm] 2009 (1) [bcm]	Prokázané zásoby konvenčního zemního plynu [bcm] (1)	Břidlicový plyn GIP [bcm] (2)	Technicky vytěžitelné zdroje břidlicového plynu [bcm] (2)	Předpokládaný faktor využití (2)
Francie	0,85	5,7	20,376	5,094	25 %
Německo (údaje za rok 2010)	15,6 (13,6)	92,4 (81,5)	934	226	24,2 %
Nizozemsko	73,3	1,390	1,868	481	25,7 %
Norsko	103,5	2,215	9,424	2,349	24,9 %
Spojené království	59,6	256	2,745	566	20,6 %
Dánsko	8,4	79	2,604	651	25 %
Švédsko	0	0	4,641	1,160	25 %
Polsko	4,1	164	22,414	5,292	23,6 %
Litva	0,85	0	481	113	23,5 %
EU 27 + Norsko celkem	**266**	**4202**	**65,487**	**16,470**	**~25 %**

Zdroj: (2) US-EIA (2011), (1) BP (2010)

KK posouzení použitelnosti těchto odhadů zdrojů se jeví jako užitečná analýza některých významných nalezišť plynonosných břidlic ve Spojených státech, protože zkušenosti s rozvojem těžby plynu z těchto břidlic jsou v Evropě stále ještě v počátcích. Zásoby se budou tvořit a postupně využívat pro výrobu pouze z určité části technicky vytěžitelných zdrojů břidlicového plynu, protože zpřístupnění celého objemu břidlicových zdrojů je omezeno dalšími faktory. Využití břidlicových zdrojů brání například povrchová geografie, chráněné oblasti (např. nádrže pitné vody, přírodní rezervace, národní parky) nebo hustě osídlené oblasti.

[11] Tabulka s převodovými koeficienty je uvedena v příloze.

Z tohoto důvodu zde uvádíme i stručné srovnání se zkušenostmi získanými ve Spojených státech, na jehož základě lze vidět, jak velké poměrné množství vytěžitelných zdrojů lze ve výsledku využít pro výrobu. Zčásti se lze poučit také z minulých vývojových trendů a jejich extrapolace, i když tyto aktivity dosud neskončily. Vycházíme-li ze zkušeností získaných ve Spojených státech, je možné, že ve výsledku může být pro výrobu v několika příštích desetiletích využito výrazně méně než 10 % celkového objemu plynu nalezeného v daném místě.

Posouzení zdrojů plynonosných břidlic na významných nalezištích ve Spojených státech a některé klíčové parametry

Spojené státy mají dlouholetou zkušenost z více než 50 000 vrtů, které provedly během posledních více než 20 let. V tabulce 17 jsou uvedeny některé klíčové parametry hlavních nalezišť plynonosných břidlic ve Spojených státech. Jedná se o rozlohu oblasti, hloubku a sílu břidlicové vrstvy a celkový obsah organického uhlíku (angl. zkr. TOC = „total organic carbon content"). TOC spolu s propustností horniny je měřítkem obsahu plynu v břidlici. Společnost ALL Consulting na základě těchto údajů odhadla množství plynu v daném místě a množství vytěžitelných zdrojů v Evropě. Tyto údaje jsou spolu s odhadovaným objemem výroby na jeden vrt převzaty z [ALL consulting 2008]. Jsou srovnány s nedávnými vývojovými trendy, jako je objem kumulativní výroby do roku 2011 a objem výroby na jeden vrt v roce 2010.

Objem výroby na jeden vrt v roce 2010 (viz tabulka 17, poslední řádek) se téměř shoduje s hodnotami předpovídanými v případě projektů břidlicových vrtů v Barnettu a Fayetteville. Břidlicové vrty v Antrimu, kde se začalo těžit už dříve, vykazují podle předpovědi mnohem menší objem výroby na jeden vrt, zatímco břidlicové vrty v Haynesville, kde byla těžba zahájena nejpozději, mají objem výroby dosud větší. Níže jsou tyto aspekty probrány podrobněji.

Tabulka 17: Posouzení vývoje těžby na hlavních nalezištích plynonosných břidlic v USA (původní údaje jsou převedeny podle vzorce 1000 Scf= 28,3 m³ a 1 m = 3 ft)

Naleziště plynonosných břidlic	Jednotky	Antrim	Barnett	Fayetteville	Haynesville
Odhadovaná rozloha	km²	30000	13,000	23,000	23,000
Hloubka	Km	0,2–0,7	2,1–2,8	0,3–2,3	3,5–4,5
Čistá síla vrstvy	M	4–25	30–200	7–70	70–100
TOC	%	1–20	4,5	4–9,8	0,5–4
Celková propustnost	%	9	4–5	2–8	8–9
GIP	mil. m³/km²	70	720	65	880
GIP	Tm³	2,2	9,3	1,5	20,3
Vytěžitelné zdroje	Tm³	0,57	1,2	1,2	7,1
Vydatnost	%	26%	13%	80%	35%
Kum. výroba (leden 2011)	Tm³	0,08	0,244	0,05	0,05
Odhadovaný objem výroby (2008)	1000 m³/den/vrt	3,5–5,7	9,6	15	18–51
Skutečný objem výroby (2010)	1000 m³/den/vrt	~1	9,5	21,8	~90

Zdroj: Arthur (2008)

Na základě kumulativního objemu výroby plynu z těchto břidlicových zdrojů a jejich historických trendů lze určit, zda je možné reálně předpokládat, že se jejich extrapolace bude či nebude blížit odhadovanému množství zdrojů. Na první pohled je zřejmé, že po téměř 30 letech rozvoje těžby v břidlicovém nalezišti v Antrimu je zde vyráběno pouze 14 % z celkového množství vytěžitelných zdrojů, resp. 3,5 % z celkového množství plynu nacházejícího se v daném místě (GIP), i když výrobního maxima toto vrtné pole dosáhlo v roce 1998. Do budoucna lze patrně počítat pouze s okrajovým navyšováním objemu, protože objem výroby zde už 10 let každoročně klesá o 4–5 %. Také břidlicové vrty v Barnettu dosáhly svého výrobního maxima začátkem roku 2010 [Laherrere 2011], kdy zde bylo vyrobeno 20 % z celkového množství vytěžitelných zdrojů, resp. 2,5 % GIP. Ve Fayettesville dosáhly svého maxima patrně v prosinci roku 2010 (viz obr. 9), kdy zde byla vyrobena přibližně 4 % z celkového množství vytěžitelných zdrojů, resp. 3 % GIP. Pouze v Haynesville, kde se těžba břidlicového plynu začala rozvíjet nejpozději, objem výroby po 2 letech rozvoje stále prudce stoupá. V současnosti se na tomto břidlicovém nalezišti těží méně než 0,1 % z celkového množství vytěžitelných zdrojů, resp. 0,02 % GIP.

Z toho lze usuzovat, že v antrimských břidlicových vrtech bude vyrobeno méně než 5 % GIP, v Barnettu a Fayetteville to bude přibližně 5–6 %. Pouze v Haynesville lze stále ještě očekávat zvyšování výroby s tím, že podíl vytěženého plynu by zde mohl být o něco vyšší – dělat konečné závěry by však bylo předčasné.

5.2.2. Břidličná ropa a ropa z nepropustného podloží

Výše uvedená geologická historie ložisek břidlicového plynu se vztahuje rovněž na počátky těžby břidličné ropy, ovšem s tím rozdílem, že uhlovodíky z roponosných břidlic se nacházejí v nevyzrálém stavu olejnatého skupenství nazývaného kerogen. Aby bylo možné tento kerogen transformovat na ropu, je nutné ho zahřát na teplotu až 350–450 °C. Geologové tento teplotní interval označují jako „ropné okno". Vyzrálost ložiskové horniny má určující vliv na složení organického materiálu a množství kerogenu nebo i surové ropy, která je výsledným produktem uvedeného tepelného procesu. Každé ložisko břidličné ropy proto může vykazovat své individuální charakteristiky, které mohou mít vliv na jeho výrobní vlastnosti. Tepelná transformace nevyzrálého kerogenu na surovou ropu ve většině případů vyžaduje v důsledku nevyzrálosti břidlice obrovské energetické, hospodářské a technologické nasazení, které má odpovídající vedlejší účinky na životní prostředí.

Zdroje břidličné ropy jsou obecně řečeno nesmírně rozsáhlé a ve světovém měřítku pravděpodobně přesahují zásoby konvenční ropy. Odhady evropských zdrojů jsou uvedeny v tabulce 18. Ropa z břidlicových nalezišť se vyrábí již celá desetiletí a v některých případech i staletí. Avšak vzhledem k jejich malé vydatnosti nenabyla tato naleziště nikdy většího významu a poté, co začaly být dostupné lepší alternativy, se jejich rozvoj zastavil. Odhady těchto zdrojů proto představují pouze hrubé měřítko jejich výskytu. V současnosti vyrábí ropu z roponosných břidlic o objemu 350 kt ročně pouze Estonsko. [WEC 2010]

Tabulka 18: Odhadované evropské zdroje břidličné ropy (v Mt)

Stát	Dostupné zdroje (WEC 2010) [Gb]	Dostupné zdroje (WEC 2010) [Mt]
Bulharsko	0,125	18
Estonsko	16,286	2,494
Francie	7	1,002
Itálie	73	10,446
Lucembursko	0,675	97
Maďarsko	0,056	8
Německo	2	286
Polsko	0,048	7
Rakousko	0,008	1
Spojené království	3,5	501
Španělsko	0,28	40
Švédsko	6,114	875
EU	109,1	15,775

Zdroj: [WEC 2010]

Údaje o zdrojích ropy z nepropustného podloží jsou velmi nejisté a často ani nejsou dostupné, protože jsou zahrnuty do statistik týkajících se konvenční ropy. Také ropné břidlice, které jsou bohaté na kerogen, obsahují v pórech a mezivrstvách s nízkou propustností příměs surové ropy. Povaha směsi závisí na tom, jestli část tohoto kerogenu obsaženého v ložiskové hornině ve své geologické minulosti prošla nebo neprošla ropným oknem. Těžba této ropy spadá do kategorie výroby ropy z nepropustného podloží, ačkoli se nachází ve vrstvách mezi ropnými břidlicemi. Rozsáhlé vrstvy roponosných břidlic se například nacházejí v pařížské pánvi.

Významné součastné projekty se nicméně zaměřují na těžbu ropy z nepropustného podloží v těchto břidlicových vrstvách. [Leteurtrois a kol. 2011]

Pařížská pánev se nachází ve Francii, na jih od Paříže a v jejím okolí. Má přibližně oválný půdorys o délce 500 km od východu na západ a 300 km od severu na jih. Její celková rozloha činí zhruba 140 000 km². [Raestadt 2004] Na východní části pařížského ropného pole se roponosné vrstvy vyskytují blíže k povrchu. [Leteurtrois a kol. 2011] První vrt byl proveden v roce 1923. V 50. a 60. letech minulého století zájem ropných společností stoupal. Bylo provedeno mnoho průzkumných vrtů, byla objevena některá menší ropná pole, ale pouze 3 % z těchto raných vrtů měla komerční význam. [Kohl 2009] Druhá fáze rozkvětu nastala v osmdesátých letech v návaznosti na dvě ropné krize, které způsobily cenový otřes, přičemž seizmické vozy tehdy projížděly i po Champs Elyseés a zkoumaly také strukturu geologického podloží Paříže. Bylo tehdy objeveno několik větších konvenčních ropných polí. Celkově bylo v pařížské pánvi od roku 1950 vytěženo z více než 800 vrtů přibližně 240 Mb ropy. Ve všech případech se jednalo o konvenční způsob těžby ropy bez použití hydraulického štěpení.

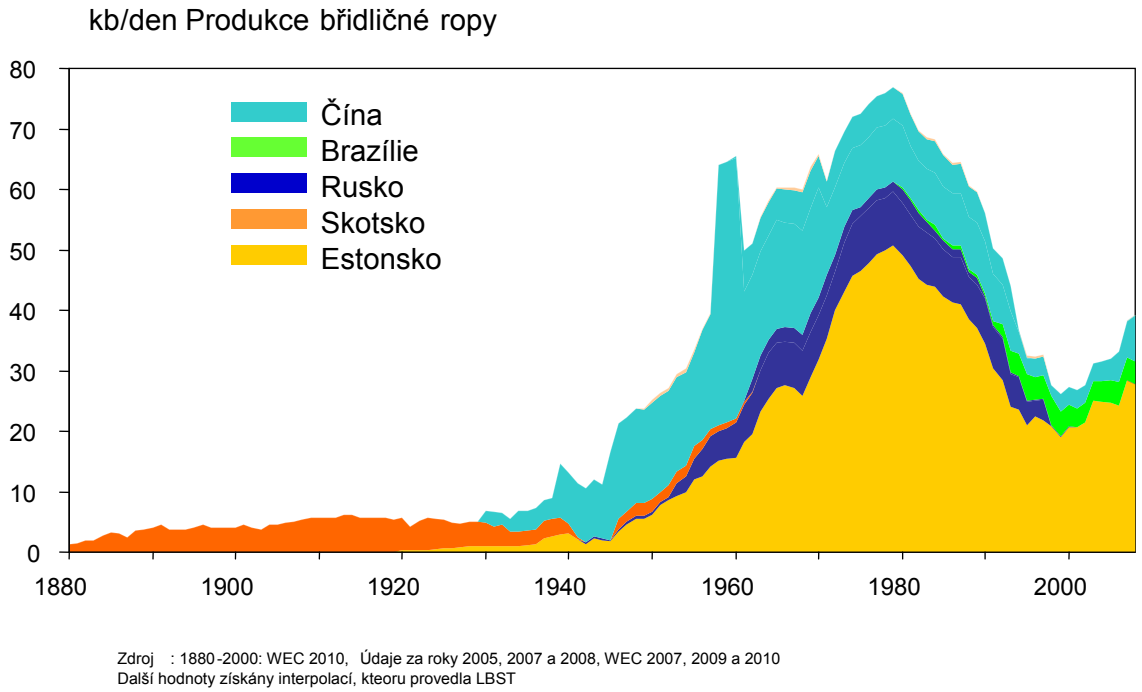
Pozornost v nedávné době vzbudila jedna menší společnost, Toreador, které na základě analýzy starších protokolů o geologických průzkumech oznámila své první odhady o tom, že ropná pánev by se mohla prostírat od jižního okraje Paříže až k vinařské oblasti Champagne. Společnost Toreador zaměřila své obchodní aktivity na Francii, přičemž jejím partnerem pro rozvoj těžby v břidlicových oblastech se stala společnost Hess Corp. [Schaefer 2010] Hlavní roli při rozvoji těžby ropy v pařížské pánvi má hrát hydraulické štěpení. V této geologické oblasti se má údajně nacházet až 65 gigabarelů (Gb) ropy nebo dokonce ještě více. [Kohl 2009] Tyto údaje ovšem nejsou potvrzeny z nezávislých zdrojů, a je k nim proto třeba přistupovat obezřetně.

Je třeba rovněž poznamenat, že za velkými plány rozvoje těžby, kdy lze údajně počítat s velkým množstvím zdrojů, jsou vždy obchodní zájmy, což je proto třeba posuzovat velmi opatrně. Tato čísla často vycházejí z hrubých optimistických odhadů, které nezohledňují možné problémy, jež mohou případné těžbě bránit. V současnosti je téměř nemožné shromáždit dostatek informací, na jejichž základě by bylo možné posoudit skutečnou rozlohu tohoto břidlicového naleziště a jeho výrobní potenciál, protože v literatuře se lze setkat jak s entuziastickými [Schaefer 2010], tak skeptickými [Kohl 2009] názory. Novinkou může být plán používat v pařížské pánvi ve velkém měřítku horizontálních vrtů s hydraulickým štěpením. Odhaduje se, že na km² se na tomto místě nachází 5 Mb ropy, kterou lze těžit za použití horizontálních vrtů. Optimistický názor je takový, že objem výroby na jeden vrt by měl v typickém případě dosáhnout během prvního měsíce výroby úrovně 400 barelů za den a každý další rok by se pak snižoval o 50 %. [Schaefer 2010]

Do jisté míry podobné, i když v některých aspektech odlišné, jsou roponosné břidlice v Bakkenu ve Spojených státech, kde se produkuje ropa z nepropustného podloží, obsažená v roponosných břidlicích.

Na obrázku 8 je znázorněn historický vývoj celosvětové produkce břidličné ropy od roku 1880. Ve Francii se břidličná ropa vyráběla dokonce už od roku 1830. V roce 1959 těžba skončila. [Laherrere 2011] Objem vytěžené ropy je však velmi malý, takže se v grafu nijak neprojevuje. K obrázku uveďme, že roponosná břidlice se na břidličnou ropu transformuje za předpokladu, že obsah ropy v ní dosahuje 100 l, tj. 0,09 t ropy na tunu břidlice.

Obrázek 8:Světová produkce břidličné ropy; původní jednotky jsou převedeny (1 tuna roponosné břidlice = 100 l břidličné ropy)



Zdroj: [WEC 2007, 2009, 2010], Některé údaje za roky 2001–2005 a 2007 jsou odhady LBST.

5.3. Analýza výsledků výroby břidlicového plynu ve Spojených státech amerických

5.3.1. Objem výroby v prvním měsíci těžby

Všechna ložiska břidlicového plynu lze společně charakterizovat:

- nízkou propustností (stotisíckrát až milionkrát menší než na konvenčních nalezištích [Total 2011]),
- nízkým objemem požadovaného zemního plynu na jednotku objemu, a
- velkou rozlohou břidlicové vrstvy.

Vrty pronikají do břidlice, která obsahuje plyn. Za účelem rozšíření styčného povrchu mezi průlinami obsahujícími plyn a vrtem se za pomoci hydraulického štěpení vytvářejí různé trhliny. Celkový využitelný objem je však i přesto ve srovnání s konvenčními vrty malý.

Původní objem výroby je tudíž ve srovnání s vrty na nalezištích konvenčního plynu velmi malý. Svou těžbu se navíc společnosti zaměřují napřed na ta břidlicová pole, která slibují největší výnos. Typická produkce prvních vertikálních vrtů na břidlicových polích v Barnettu dosahovala během prvního celoměsíčního provozu 700 000 m³ (25 MMcf) za měsíc. U vrtů, které byly provedeny nejaktuálněji, se tento objem snížil přibližně na 400 000 m³ (15 MMcf) za měsíc. [Charpentier 2010]

Nedávný průzkum, který provedla USGS, potvrdil názor, že průměrná celoměsíční produkce vertikálních vrtů v prvním měsíci provozu, vypočítaná jako průměr všech zkoumaných vrtů, činí méně něž 700 000 m³ za měsíc. Jedinou výjimku představuje břidlicové pole v Bossier, které vykazovalo čtyřnásobný počáteční objem výroby (2,8 milionu m³ za měsíc). Těžba zde ovšem začala již téměř před 40 lety, což potvrzuje, že na nejvydatnějších polích se těží nejdříve.

Horizontální vrty vykazují v průměru vyšší počáteční objem výroby. Na břidlicových polích v Barnettu či Fayetteville činil tento objem 1,4 milionu m³ za měsíc (50 MMcf). Jedině břidlicové pole v Haynesville, kde se začalo těžit nejpozději, vykazuje neobvykle vysoký počáteční objem výroby, která zde dosahuje 7–8 milionů m³/měsíc (~260 MMcf). Vyšší počáteční objem výroby se však vzhledem ke geologickým parametrům tohoto břidlicového pole očekával již předtím (viz tabulka 17).

5.3.2. Typické výrobní křivky

Počáteční tlak, který vznikne vlivem štěpení, je mnohem vyšší než přirozený tlak v ložisku. Poté, co je provedeno štěpení, se tento tlak uvolní. To vede k rychlému odtékání odpadní vody (štěpné vody), která obsahuje všechny uvolněné složky a příměsi obsažené v ložisku, včetně zemního plynu samého. V důsledku toho, že objem odtékající vody je v porovnání s rozlohou ložiska vysoký, tlak uvnitř ložiska velmi rychle klesá. Výsledkem je prudce klesající výrobní křivka. Zatímco v případě konvenčních nalezišť zemního plynu se tento pokles pohybuje v řádu několika procent za rok, produkce plynu z plynonosných břidlic klesá rychlostí několika procent za měsíc. Z analýzy několika břidlicových nalezišť ve Spojených státech je patrné, že počáteční objem výroby je mnohem menší a že následující pokles je pak mnohem prudší, než je tomu v případě konvenčních nalezišť. Během prvního roku dosahuje pokles výroby typicky 50, 60 nebo více procent. [Cook 2010] Zkušenosti ukazují, že v Haynesville, kde se s těžbou břidlicového plynu začalo nejpozději, pokles výroby v první roce činil 85 % a ve druhém roce 40 %. I po devíti letech se míra poklesu drží stále na 9 %. [Goodrich 2010] Zdá se, že společnosti v Haynesville se snaží výrobu optimalizovat tak, aby plyn vytěžily co nejrychleji.

5.3.3. Odhadová maximální výtěžnost (angl. zkr. EUR – „estimated ultimate recovery") z jednoho vrtu

Statistická analýza výrobních křivek umožňuje spočítat odhadovanou maximální výtěžnost z jednoho vrtu a srovnat jednotlivá naleziště. První vertikální vrty v nalezišti břidlicového plynu v Barnettu mají odhadovanou maximální výtěžnost (EUR) přibližně 30 milionů m³. U nových vrtů se tato hodnota zdvojnásobila na 60 milionů m³, a to jak v případě vertikálních, tak i horizontálních vrtů. Většina ostatních břidlicových polí (Fayetteville, Nancos, Woodford, arkomská pánev) vykazuje mnohem menší objemy plynu, které se blíží ke 30 milionům m³ nebo jsou nižší. Pouze na nalezišti břidlicového plynu v Bossier, kde se začalo těžit velmi brzy, dosahoval maximální objem výroby plynu připadající na jeden vrt až 90 milionů m³. Na nalezištích břidlicového plynu v Haynesville se odhadované kumulované objemy výroby pohybují mezi oběma uvedenými hodnotami, v průměru kolem 75 milionů m³ z jednoho vrtu. [Cook 2010]

5.3.4. Několik příkladů z USA

Naleziště v Antrimu ve státě Michigan se jako jediné nachází několik stovek metrů pod povrchem země. Těžba zde byla zahájena velmi brzy a rychle zde přibývalo nových vrtů. V roce 1998 dosáhla zdejší výroba svého vrcholu. Od té doby klesá za rok o 4–4,5 %, i když i nyní se ještě provádějí nové vrty.

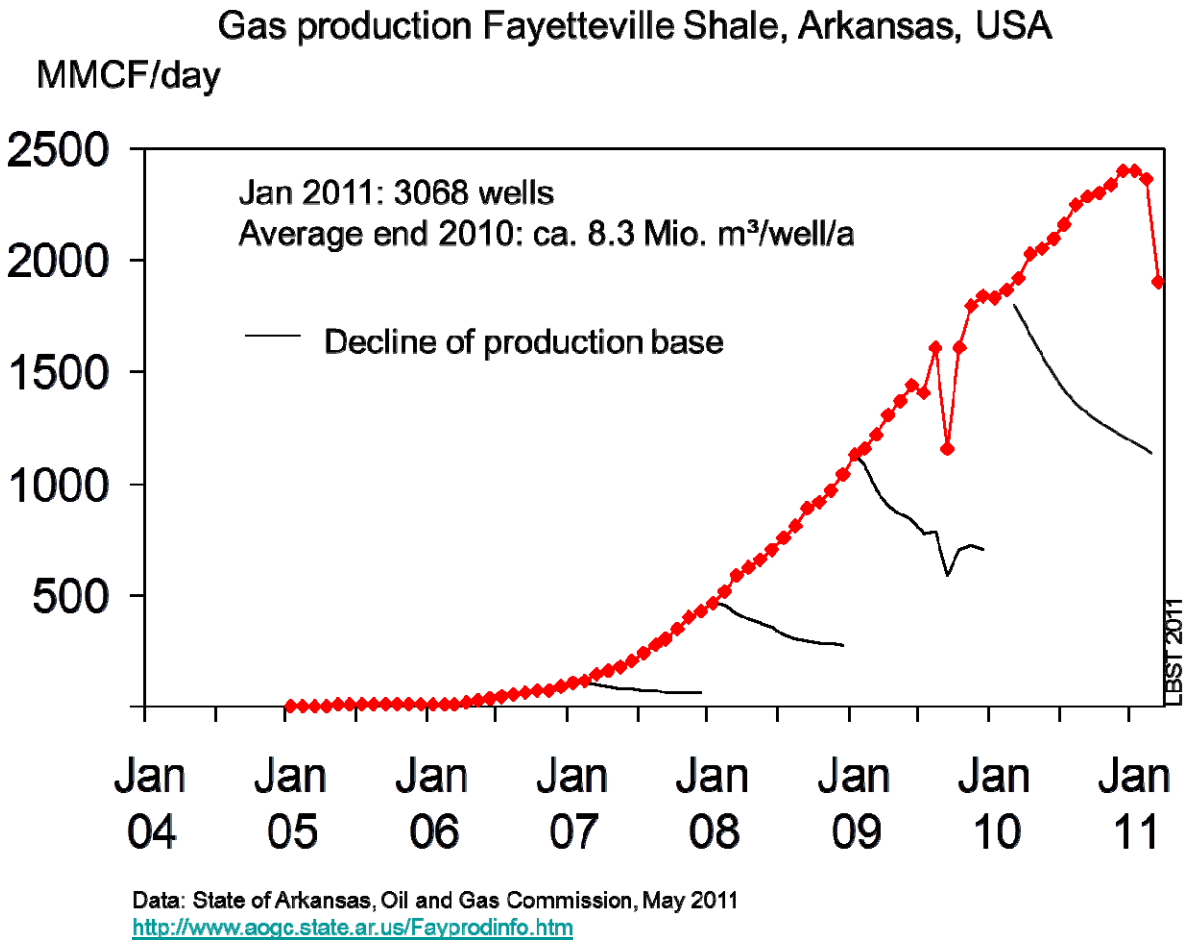
Zároveň s tím, jak parlament Spojených států přijal v roce 2005 zákon o čisté energii, jímž byla těžba uhlovodíků vyňata z působnosti omezení, která ukládá zákon o zabezpečení pitné vody z roku 1974, došlo ke zvýšení těžby na nalezišti v Barnettu. Během několika let dosáhla v roce 2010 zdejší produkce 51 miliard m³ získaných těžbou z 15 000 vrtů. V průměru připadá na území o rozloze 13 000 km² 1 vrt na km², i když v oblastech s vyhlídkou většího výnosu se na km² nachází i více než 5 vrtů. Vzhledem k rychlému rozvoji těžby bylo na tomto poli dosaženo výrobního vrcholu v roce 2010.

Přestože v roce 2010 bylo provedeno dalších více než 2000 vrtů, nebylo ani tímto způsobem možné zabránit nastupujícímu poklesu výroby. Na konci roku 2010 činil typický objem výroby z jednoho vrtu 3,4 milionu m³ za rok.

Také v nalezišti břidlicového plynu ve Fayetteville se začalo těžit v roce 2005. Má sice menší rozlohu a vydatnost, vykazuje však typickou výrobní křivku, která je znázorněna na obr. 9. Černými čarami je vyznačen pokles základní výroby, pokud by během dalších let nebyly provedeny žádné nové vrty.

Kumulativní pokles základní výroby odráží vysokou míru poklesu, která ve Fayetteville činí 5 % za měsíc. Propady, k nimž došlo v září 2009 a v březnu 2011, byly způsobeny uzavřením vrtů v jedné části těžebního pole v důsledku velmi nepříznivých meteorologických podmínek. Na základě analýzy výrobních křivek jednotlivých vrtů se jeví jako velmi pravděpodobné, že svého výrobního vrcholu dosáhlo naleziště ve Fayetteville v prosinci 2010. Průměrný objem výroby na konci roku 2010 činil přibližně 8 milionů m³/rok z jednoho vrtu.

Obrázek 9: Produkce břidlicového plynu v nalezišti Fayetteville ve státě Arkansas



Zdroj: vlastní zdroj na základě [Arkansas 2009]

V roce 1993 získala v těžbě břidlicového plynu na nalezišti ve Fayetteville významné postavení společnost Chesapeake, malá společnost s obratem 13 milionů USD. [Chespeake 2010] Po prudkém rozmachu těžby břidlicového plynu se její obrat zvýšil natolik, že v roce 2009 dosahoval více než 5 miliard USD. V minulém roce prodala tato společnost veškerý svůj majetek ve Fayetteville za 5 miliard USD společnosti BHP Billiton. [Chon 2011]

Nejpozději se začalo těžit na nalezišti v Haynesville. V roce 2010 se z něj stalo pole s největší produkcí břidlicového plynu v USA, které předčilo i naleziště v Barnettu. Rychlý vzestup výroby je dán především vyšším počátečním objemem výroby, který v prvním měsíci dosahoval 7–8 milionů m³ z jednoho vrtu. Vzhledem k odlišným geologickým parametrům tohoto pole a strategii co nejrychlejší těžby plynu se také očekával vyšší počáteční objem výroby. Jak již bylo zmíněno, po tomto nárůst nastal v prvním roce prudký 85% pokles.

5.3.5. Klíčové parametry hlavních evropských nalezišť plynonosných břidlic

V tabulce 19 jsou specifikovány některé klíčové parametry hlavních plynonosných břidlic v Evropě. Zkoumaná oblast s vyhlídkami na využití je mnohem menší než celková rozloha břidlicových nalezišť, protože se zde již uplatňuje řada vylučovacích kritérií. To je třeba mít na zřeteli při srovnávání údajů o obsahu plynu v daném místě na jednotku rozlohy s údaji obsaženými v tabulce 17, kde se srovnává celková rozloha břidlicových polí. Množství plynu nacházejícího se v daném místě (GIP) na km² představuje měřítko toho, kolik plynu by bylo možné vyprodukovat z jednoho vrtu.

Celkový obsah organického uhlíku (TOC) představuje měřítko toho, jaký je obsah plynu v břidlici, což je relevantní pro odhad zdrojů. Společně se sílou vrstvy je také určující pro určení toho, zda je vhodnější provádět vertikální nebo horizontální vrty, zda mají být prováděny nové vrty a jaká je optimální hustota vrtů.

Na základě těchto hledisek se jako nejslibnější evropské naleziště jeví východoevropské břidlice v Polsku, které vykazují největší objemy plynu nacházejícího se v daném místě. Další břidlicová pole jsou sice mnohem rozlehlejší, ale mají mnohem nižší vydatnost. Z toho vyplývá, že konkrétně zaměřená snaha o zahájení produkce tohoto plynu se podstatně zvyšuje s odpovídajícími dopady na využívání půdy, spotřebu vody atd.

V této souvislosti je velmi pravděpodobné, že téměř všechny evropské břidlice, vyjma Polska a snad i Skandinávie, budou nejspíš vykazovat objemy těžby a zásoby, kterou budou srovnatelné s břidlicovými nalezišti ve Fayetteville či Barnettu v USA.

Tabulka 19: Posouzení klíčových parametrů hlavních nalezišť plynonosných břidlic (původní údaje převedeny na jednotky SI a zaokrouhleny)

Region	Pánev / Břidlice	Využitelná oblast (km²)	Čistá síla vrstvy (m)	TOC (%)	GIP (mil. m³/km²) (2)
Polsko	Baltské moře	8846	95	4	1600
Polsko	Lublin	11660	70	1,5	900
Polsko	Podlasie	1325	90	6	1600
Francie	Paříž	17940	35	4	300
Francie	jihovýchod	16900	30	3,5	300
Francie	jihovýchod	17800	47	2,5	630
Střední Evropa	Posidonia	2650	30	5,7	365
Střední Evropa	Namurian	3969	37	3,5	600
Střední Evropa	Wealden	1810	23	4,5	290
Skandinávie	Alum	38221	50	10	850
Spojené království	Bowland	9822	45	5,8	530
Spojené království	Liassic	160	38	2,4	500

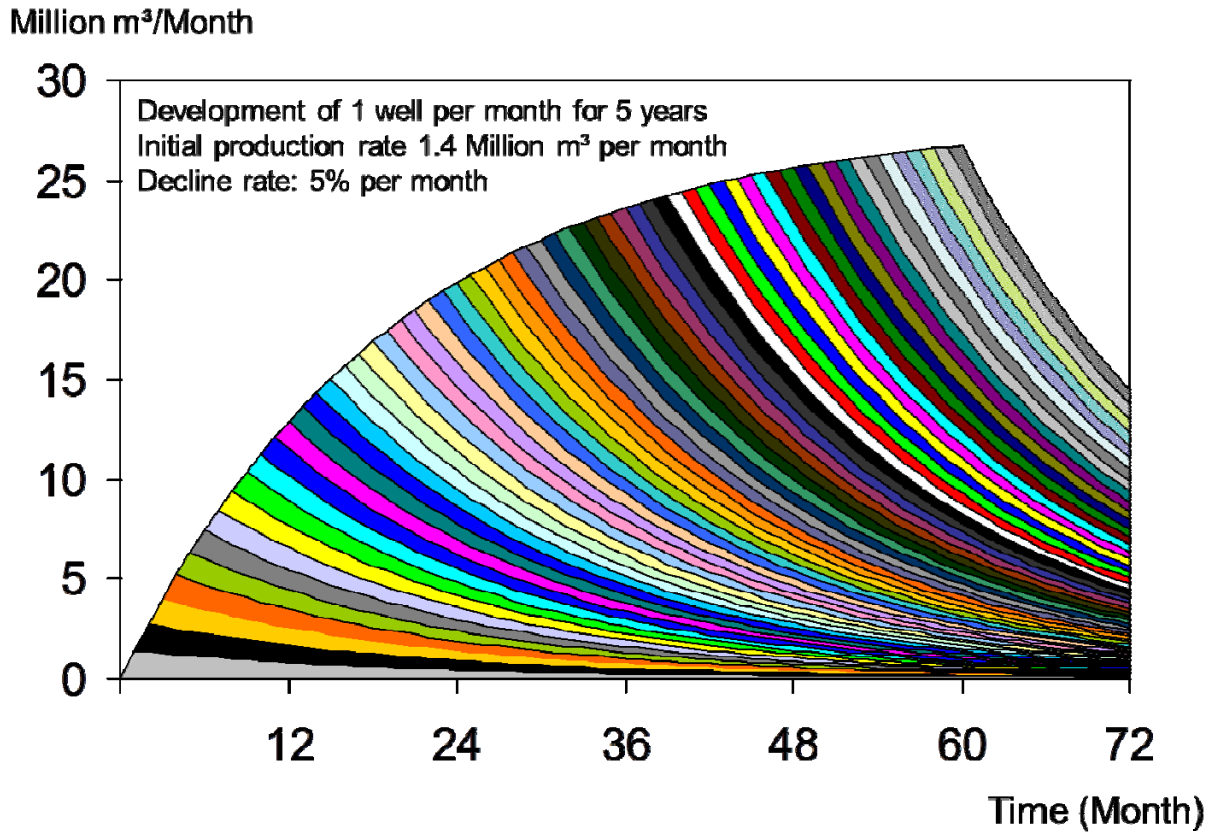
Zdroj: US-EIA (2011)

5.3.6. Hypotetický průběh těžby

Hlavním rysem odlišujícím výrobu břidlicového plynu od výroby konvenčního plynu je prudký pokles produkce jednotlivých vrtů. Hypotetický průběh těžby břidlicového plynu lze vytvořit složením velkého množství identických výrobních křivek. Na obr. 10 jsou znázorněny výsledky takového modelového propočtu, který skládá výrobní křivky v rámci jednoho břidlicového naleziště a nový vrt, který je zde každý měsíc proveden. Vychází se z toho, že tyto údaje odpovídají údajům z břidlicového naleziště v Barnettu, kde typický objem výroby v prvním měsíci těžby dosahoval 1,4 milionu m³ a v každý měsíc pak klesal o 5 %. Po 5 letech je propojeno 60 vrtů, které produkují přibližně 27 milionů m³/měsíc, resp. 325 milionů m³/rok. PoPo prudkém poklesu produkce jednotlivých vrtů se průměrný objem výroby z jednoho vrtu sníží po 5 letech na 5 milionů m³ za rok.

Z tohoto těžebního scénáře vychází následující odhad dopadu výroby břidlicového plynu na evropský plynařský trh.

Obrázek 10: Typický průběh těžby počítající s prováděním nových vrtů při stálém objemu těžby připadajícím na jeden vrt za měsíc



Zdroj: vlastní zdroj

5.4. Úloha těžby břidlicového plynu v přechodu na nízkouhlíkové hospodářství a dlouhodobé snižování emisí CO_2

5.4.1. Produkce konvenčního plynu v Evropě

Produkce zemního plynu v EU dosáhla svého vrcholu v roce 1996, kdy její objem činil 235 bcm za rok. V roce 2009 poklesla již o 27 % na úroveň 171 bcm/rok. Zároveň s tím se spotřeba zemního plynu zvýšila z 409 bcm v roce 1996 na 460 bcm v roce 2009, což je nárůst o 12 %. Podíl domácí produkce zemního plynu tudíž poklesl z 57 % na 37 %.

Při započtení Norska nastal vrchol výroby v roce 2004, kdy její objem dosahoval 306 bcm/rok, a v roce 2009 se objem výroby snížil na 275 bcm/rok (-11%). Objem dovozu ze zemí mimo EU a Norsko vzrostl z 37 % v roce 2004 na 40 % v roce 2009. [BP 2010]

Podle posledního vydání světové energetické prognózy (World Energy Outlook) Mezinárodní energetické agentury se očekává další pokles výroby až na úroveň pod 90 bcm/rok v roce 2035 nebo – při započtení Norska – na 127 bcm/rok.

Očekává se rovněž, že spotřeba zemního plynu se bude i nadále zvyšovat každoročně o 0,7 %, takže v roce 2035 dosáhne 667 bcm/rok. [WEO 2011] Rozdíl mezi poptávkou a klesající domácí nabídkou se tak bude nevyhnutelně zvětšovat, což bude EU nutit ke zvyšování dovozu, jehož objem by měl v roce 2035 přesahovat úroveň 400 bcm/rok, což odpovídá 60% podílu dovozu.

5.4.2. Pravděpodobný význam produkce nekonvenčního plynu pro evropské dodávky plynu

Zvláštní vydání světové energetické prognózy Mezinárodní energetické agentury na rok 2011 se zaměřuje na to, jakou roli může sehrát nekonveční zemní plyn. Vedoucí postavení v těžbě nekonvenčního zemního plynu bude mít pravděpodobně Polsko, které podle odhadů vlastní 1,4–5,3 Tcm břidlicového plynu [WEO 2011], převážně na severu země. Do poloviny roku 2011 udělilo Polsko 86 licencí k provádění průzkumu nalezišť nekonvenčního plynu.

Podle WEO 2011 je tu však určitý počet překážet, které je nutno překonat: „Vzhledem k tomu, že je třeba provést poměrně velký počet vrtů, může být získání povolení od místních orgánů a obcí spojeno s problémy. Projekty může komplikovat i úprava a likvidace velkých objemů odpadní vody. Zpřístupnění potrubní infrastruktury třetím stranám bude vyžadovat reformu domácí politiky". I přesto je tu spatřován velký potenciál: „Bez ohledu na technické, environmentální a právní překážky může břidlicový plyn zásadním způsobem změnit polskou energetickou scénu". [WEO 2011]

I přes tato vyjádření však bude mít podle této zprávy produkce břidlicového plynu pro Evropu jen okrajový význam. Průměrný pokles domácí produkce plynu, zahrnující konvenční i nekonveční plyn, by měl činit 1,4 % za rok.

Následující výpočet základního scénáře, který se zakládá na zmiňovaných výrobních křivkách, naznačuje, jak velké úsilí je třeba vyvinout, mají-li být eventuální zdroje břidlicového plynu transformovány tak, aby je bylo možné využít pro výrobu. Naznačuje rovněž maximální vliv vrtů, které mohou být prováděny v plynonosných břidlicích. Podtrhuje se tak tvrzení, že nekonvenční plyn pravděpodobně nepostačí k tomu, aby nastal obrat v klesající evropské produkci plynu.

V Evropě je k dispozici přibližně 100 vrtných souprav [Thornhäuser 2010]. Za předpokladu, že průměrná doba jednoho vrtu jsou 3 měsíce, je v Evropě možné provést za rok maximálně 400 vrtů. To by předpokládalo, že všechny vrtné soupravy budou využity pouze k provádění vrtů v plynonosných břidlicích. Pro tento účel se však hodí jen některé soupravy a vrty se navíc provádějí i na jiných místech. Budeme-li dále předpokládat, že objem výroby v prvním měsíci je 1,4 milionu m³, tak po 5 letech by bylo provedeno 2000 vrtů, jejichž celkových výtěžek by činil 900 milionů m³/měsíc, resp. 11 miliard m³/rok. Výrobní křivka by se podobala křivce na obrázku 10, ovšem s tím, že by svým měřítkem odpovídala většímu počtu vrtů. Tyto vrty by se na evropské produkci plynu v průběhu několika příštích desetiletí podílely méně než 5 %, resp. by představovaly 2–3 % spotřeby plynu. I kdyby objem těžby rostl i nadále tímto tempem (400 nových vrtů za rok), produkce plynu by se tím zvýšila jen v okrajové míře, protože vlivem prudkého poklesu výroby by se její objem snížil téměř o 50 % za rok, pokud by nebyly prováděny nové vrty.

5.4.3. Význam produkce břidlicového plynu pro dlouhodobé snižování emisí CO_2

Vzhledem ke všem výše uvedeným technickým, geologickým i environmentálním aspektům je téměř nemožné, aby měl rozvoj těžby břidlicového plynu, a to i rozvoj agresivní, nějaký významnější vliv na budoucí emise CO_2 v Evropě.

Jak již bylo uvedeno, úspěch produkce břidlicového plynu v USA byl zčásti umožněn tím, že zákon o čisté energii z roku 2005 stanovil méně přísná environmentální omezení. Ale i tento agresivní a levný rozvoj těžby, kdy bylo provedeno několik desítek tisíc vrtů, přispěl do celkového objemu výroby zemního plynu ve Spojených státech pouhými 10 %.

Mezitím se v USA stalo předmětem sporů používání hydraulického štěpení. Environmentální omezení by mohla rozvoj těžby břidlicového plynu velmi rychle utlumit, jak se uvádí v jedné průmyslové studii, kterou vypracovala společnost Ernst&Young: „Hlavním faktorem, který pravděpodobně zbrzdí plánovaný růst produkce břidlicového plynu, je nová environmentální legislativa", a dále: „Americká Agentura pro ochranu životního prostředí v současnosti provádí rozsáhlou studii o dopadech hydraulického štěpení na kvalitu vody a veřejné zdraví. Bude-li na základě zjištění, k nimž dojde tato studie, hydraulické štěpení ze zákona zakázáno nebo bude výrazně omezeno, může se stát, že investice do rozvoje těžby břidlicového plynu vyschnou." [Ernst&Young 2010]

Agresivní rozvoj výroby břidlicového plynu v Evropě by mohl zvýšit evropskou produkci plynu nanejvýš o několik procent. Vzhledem k dlouhým prováděcím lhůtám lze s největší pravděpodobností očekávat, že během příštích 5–10 let bude mít tato produkce téměř zanedbatelný význam.

Tato tvrzení ovšem nevylučují, že určité významné množství plynu lze vyrábět na regionální úrovni.

S ohledem na environmentální omezení vedoucí ke zvyšování nákladů a snižování rychlosti rozvoje zůstane produkce břidlicového plynu v Evropě téměř okrajovou záležitostí.

Evropská produkce plynu klesá už několik let. Rozvoj těžby nekonvenčního plynu tento pokles nezastaví. Také podle průmyslových studií se má podíl produkce břidlicového plynu na evropské nabídce plynu zvyšovat velmi pomalu a nepřekročí úroveň několika procent spotřeby. [Korn 2010]

Produkce nekonvenčního plynu v rámci Evropy proto nemůže snížit evropskou potřebu dovážení zemního plynu. Nemusí to však platit pro Polsko. Zde by mohla mít produkce nekonvenčního plynu viditelný dopad, protože současný nízký objem výroby, který činí 4,1 bcm, uspokojí přibližně 30 % nízké domácí poptávky ve výši 13,7 bcm. [BP 2010]

Vzhledem ke zvyšující se poptávce po plynu v jiných regionech světa a klesající základní produkci v Rusku nelze vyloučit, že dovážení zemního plynu do Evropy nebude v příštích dvou desetiletích možné zvyšovat tak, jak by si to žádaly prognózy evropské poptávky. Evropská politika podporující zvyšování poptávky po plynu by v takovém případě byla kontraproduktivní. Jako odpovídající adaptační opatření se jeví trvalé snižování celkové spotřeby plynu pomocí vhodných pobídek. Investice do projektů v oblasti těžby břidlicového plynu by velmi pravděpodobně měly zcela protichůdný efekt, protože by mohly mít krátký, ale jen omezený vliv na domácí nabídku plynu a rovněž proto, že by představovaly výrazný signál pro spotřebitele a trhy, že lze i nadále setrvávat ve stavu závislosti na surovinovém zdroji v míře, které neodpovídají zajištěné dodávky, a která proto není odůvodněná. Nevyhnutelný rychlejší pokles by situaci zhoršil, protože by omezil využitelné lhůty pro zavedení náhradních řešení a protože by na tyto projekty a na udržování této závislosti byly vynaloženy obrovské investice, které by mohly být lépe využity na přechodové technologie.

6. ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Stávající těžební zákony v Evropě a související právní předpisy týkající se těžebních aktivit nezohledňují zvláštní aspekty spojené s používáním hydraulického štěpení. V právních předpisy vztahujících se na oblast těžby jsou mezi jednotlivými členskými státy EU významné rozdíly. V řadě případů mají těžební práva větší váhu než práva občanů a místní politické orgány často nemají vliv na případné projekty či místa těžby, protože jejich schvalování je věcí národních či státních vlád a jejich orgánů.

V měnícím se společenském a technologickém prostředí, v němž mezi nejvyšší priority patří otázky změny klimatu a přechod na udržitelný energetický systém a v němž má stále silnější význam veřejná účast na regionální i místní úrovni, musí být národní zájmy v oblasti těžebních aktivit a zájmy regionálních a místních orgánů státní správy, jakož i zájmy dotčených obyvatel, přehodnoceny.

Nezbytnou podmínkou takového hodnocení by měla být analýza životního cyklu, která by musela být povinně vypracována u nových projektů a která by zahrnovala analýzu vlivů na životní prostředí. Řádným východiskem pro posouzení vhodnosti jednotlivých projektů a jejich odůvodněnosti může být pouze úplná analýza nákladů a přínosů.

Technologie hydraulického štěpení má významné dopady v USA, které jsou v současnosti jedinou zemí, jež má v tomto oboru mnohaleté zkušenosti a dlouhodobé statistické záznamy.

Technologie těžby břidlicového plynu se částečně vyznačuje tím, že má nevyhnutelné dopady na životní prostředí, zčásti tím, že s sebou nese značné riziko v případě, že se tato technologie nepoužívá přiměřeným způsobem, a zčásti může být v případě, že je používána náležitě, spojena také s vysokým rizikem environmentálních škod a hrozbou pro lidské zdraví.

Jedním z nevyhnutelných dopadů je obrovská spotřeba půdy a významné změny v krajině, protože má-li dojít ke štěpení ložiskové horniny v dostatečně velkém měřítku, aby se uvolnil přístup k zadržovanému plynu, musí být hustota vrtů velmi vysoká. Jednotlivé vrtné rampy – v USA připadá podle nahlášených údajů až 6 nebo i více vrtných ramp na km² – musí být připraveny, vybaveny a propojeny sítí silnic určených pro těžkou nákladní dopravu. Produkční vrty musí být propojeny sběrným potrubím s nízkou průchodností, které však musí být vybaveno čisticími jednotkami, jež od produkovaného plynu oddělí odpadní vodu a chemické látky, těžké kovy či radioaktivní příměsi, protože teprve poté může být tento plyn vpuštěn do stávající plynové sítě.

Nevhodné zacházení s sebou může nést rizika, mezi něž patří nehody, např. výbuch a rozlití štěpné vody, úniky z nádrží či potrubí s odpadní vodou či štěpnou kapalinou, kontaminace podzemní vody v důsledku nepatřičného zacházení či neodborně provedeného cementování pláště vrtu. Tato rizika lze snížit a pravděpodobně jim lze i předcházet prostřednictvím technických směrnic, pečlivého zacházení a dohledu ze strany veřejných orgánů. Všechna tato bezpečnostní opatření však zvyšují projektové náklady a zpomalují rychlost těžby. Riziko nehod se tudíž zvyšuje se stoupající ekonomickým tlakem a s potřebou co nejrychlejšího dokončení těžby. Čím větší počet vrtů připadá na určitou časovou jednotku, tím větší úsilí je nutno vynaložit na vykonávání dohledu a sledování činnosti.

Jisté riziko je konečně neoddělitelně spjato s nekontrolovaným štěpením, které nekontrolovatelným způsobem uvádí do pohybu štěpenou kapalinu, nebo dokonce samotný zemní plyn. Je například dobře známo, že hydraulickým štěpením lze způsobit menší zemětřesení, protože štěpení uvádí do pohybu plyn či kapaliny, které pak proudí „přirozeně" vzniklými trhlinami.

Zkušenosti z USA dokládají, že v praxi dochází k řadě nehod. Veřejné orgány musí velmi často ukládat společnostem pokuty za porušování předpisů. Tyto nehody jsou částečně způsobeny špatně utěsněným či špatně fungujícím zařízením, částečně i nevhodnými postupy, které mají ušetřit čas a náklady, zčásti v důsledku neodborně vyrobeného pláště vrtů a zčásti i v důsledku kontaminace podzemní vody, kterou způsobily neodhalené úniky.

V době, kdy je pro budoucí činnost nejdůležitější udržitelnost, si lze klást otázku, zda by mělo být povoleno vstřikování jedovatých chemických látek do podloží, nebo zda by mělo být zakázáno, protože tento postup by mohl omezit nebo vyloučit jakékoli pozdější využití znečištěných vrstev (např. k geotermálním účelům) a protože jeho dlouhodobé dopady nejsou prozkoumány. V oblasti aktivní těžby břidlicového plynu dochází ke vstřikování 0,1–0,5 litrů chemických látek na čtvereční metr.

Emise skleníkových plynů, které se uvolňují ze zemního plynu, jsou při cca 200 g CO_2 na kWh obvykle nižší než emise z jiných fosilních paliv. V důsledku nižší výtěžnosti v přepočtu na jeden vrt, únikům prchavého metanu, větší obtížnosti těžby a nízké průchodnosti sběrného potrubí a kompresorů jsou emise, které vznikají specificky při výrobě břidlicového plynu, vyšší než emise z konvenčních vrtů zemního plynu. Hodnocení vycházející z praxe ve Spojených státech nicméně není jednoduše přenositelné na evropské podmínky. Realistické hodnocení, které by bylo založeno na projektových údajích, stále chybí. Hodnocení provedené v této studii lze chápat jako první krok k této analýze.

Stávající evropský legislativní rámec vyžaduje posouzení vlivů na životní prostředí pouze v případě, že objem produkce daného vrtu překročí 500 000 m³ za den. Tato hranice je stanovena příliš vysoko a opomíjí skutečnost, že objem produkce vrtů břidlicového plynu se na začátku pohybuje typicky v řádu několika desítek tisíc m³ za den. Posouzení vlivů na životní prostředí za účasti veřejnosti by proto mělo být prováděno pro každý vrt.

Regionální orgány by měly mít právo vyloučit možnost, aby v citlivých oblastech (např. ochranná pásma pitné vody, vesnice, ornou půdu atd.) byly prováděny aktivity spojené s hydraulickým štěpením. Měla by být mimoto posílena i autonomie regionálních orgánů v rozhodování o vydávání zákazů či povolení hydraulického štěpení na jejich území.

Stávající výsady umožňující provádět průzkum a produkci ropy a plynu musí být přehodnoceny s ohledem na to, že:

- evropská produkce plynu již několik let prudce klesá a předpokládá se, že do roku 2035 poklesne nejméně o dalších 30 procent;
- předpokládá se, že evropská poptávka do roku 2035 vzroste;
- pokud se tyto trendy potvrdí, nevyhnutelně vzroste dovoz zemního plynu;
- v žádném případě není zaručeno, že lze uskutečnit další dovoz v řádu nejméně 100 miliard m³ ročně.

Nekonvenční zdroje plynu v Evropě jsou příliš malé na to, aby tyto trendy zásadně ovlivnily. Platí to tím spíše, že typické způsoby produkce umožní vytěžit jen určitou omezenou část těchto zdrojů. Závazky v oblasti životního prostředí rovněž zvýši projektové náklady a zpozdí jejich rozvoj. To ještě více sníží jejich případný přínos.

Pro povolení hydraulického štěpení mohou být různé důvody, avšak jen zřídkakdy se jako jeden z těchto důvodů uvádí, že pomáhá snižovat emise skleníkových plynů. Je naopak velmi pravděpodobné, že investice do projektů těžby břidličného plynu by mohly mít pokud vůbec nějaký, tedy krátkodobý vliv na dodávky plynu, což by mohlo být kontraproduktivní, neboť by tak mohl vzniknout dojem zajištěných dodávek plynu v době, kdy by spotřebitelé měli dostat signál, že by tato závislost měla být snížena pomocí úspor, opatření na zvýšení účinnosti a náhrady suroviny.

DOPORUČENÍ

- Neexistuje žádná komplexní směrnice, která by upravovala evropské těžební právo. Veřejně přístupná, komplexní a podrobná analýza evropského právního rámce upravujícího těžbu břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží není dostupná a měla by být provedena.
- Současný evropský regulační rámec týkající se hydraulického štěpení, které je hlavním prvkem těžby břidlicového plynu a ropy z nepropustného podloží, má řadu nedostatků. Především je však hranice, kdy je nutno provést posouzení činností využívajících hydraulického štěpení při těžbě uhlovodíků z hlediska jejich vlivu na životní prostředí stanovena tak, že je vysoko nad úrovní jakékoli možné průmyslové činnosti, a měla by být proto podstatně snížena.
- Měla by být přehodnocena oblast působnosti rámcové směrnice o vodě se zvláštním zaměřením na hydraulickou těžbu a její možné dopady na povrchovou vodu.
- Důkladný rozbor nákladů a přínosů, provedený v rámci analýzy životního cyklu (LCA), by mohl představovat způsob, jak posoudit celkový přínos pro společnost a její občany. V celé EU 27 by měl být uplatněn nově vypracovaný harmonizovaný přístup, na jehož základě by příslušné orgány mohly provádět své analýzy životního cyklu a projednávat je s veřejností.
- Mělo by být posouzeno, zda by mělo být obecně zakázáno používání jedovatých chemických látek pro vstřikování. Všechny používané chemické látky by měly být alespoň veřejně známy, počet povolených chemických látek by měl být omezen a jejich používání by mělo být sledováno. Na evropské úrovni by měly být shromažďovány údaje o vstřikovaném množství a o počtu projektů.
- Mělo by být posíleno postavení regionálních orgánů, aby mohly přijímat rozhodnutí týkající se povolování projektů, jejichž součástí je hydraulická těžba. U těchto rozhodnutí by měla být povinná účast veřejnosti a posouzení formou analýzy životního cyklu.
- Je-li uděleno povolení, mělo by být povinné sledování povrchových vod a emisí do ovzduší.
- Na evropské úrovni by měly být shromažďovány a analyzovány statistiky o nehodách a stížnosti. Nezávislé orgány by měly shromažďovat a přezkoumávat stížnosti u povolených projektů.
- Vzhledem ke komplikovanosti možného vlivu hydraulického štěpení na životní prostředí a na lidské zdraví a jeho rizik by mělo být zváženo vypracování nové směrnice na evropské úrovni, která by komplexně upravovala všechny aspekty této oblasti.

ODKAZY

- Aduschkin V.V., Rodionov V.N., Turuntaev S., Yudin A. (2000). Seismicity in the Oilfields, Oilfield Review Summer 2000, Schlumberger, URL: http://www.slb.com/resources/publications/industry_articles/oilfield_review/2000/or2000sum01_seismicity.aspx
- AGS (2011). Arkansas Earthquake Updates, internet-database with survey of earthquakes in Arkansas, Arkansas Geololigical Survey. 2011. URL: http://www.geology.ar.gov/geohazards/earthquakes.htm
- Arthur J. D., Bruce P.E., Langhus, P. G. (2008). An Overview of Modern Shale Gas Development in the United States, ALL Consulting. 2008. URL: http://www.all-llc.com/publicdownloads/ALLShaleOverviewFINAL.pdf
- Anderson S. Z. (2011). Toreador agrees interim way forward with French Government in Paris Basin tight rock oil program. February 2011
- Arkansas (2011). Fayetteville Shale Gas Sales Information, Oil and Gas Division, State of Arkansas, URL: http://www.aogc.state.ar.us/Fayprodinfo.htm
- Arkansas Oil and Gas Commission. (2011). January 2011. URL: http://www.aogc.state.ar.us/Fayprodinfo.htm
- Armendariz Al (2009). Emissions from Natural Gas Production in the Barnett Shale Area and Opportunities for Cost-Effective Improvements, Al. Armendariz, Department of Environmental and Civil Engineering, Southern Methodist University, Dallas, Texas, ordered by R. Alvarez, Environmental Defense Fund, Austin, Texas., Version 1.1., January 26, 2009
- Arthur J. D., Bohm B., Coughlin B. J., Layne M. (2008). Hydraulic Fracturing Considerations for Natural Gas Wells of the Fayetteville Shale. 2008
- Blendinger W. (2011). Stellungnahme zu Unkonventionelle Erdgasvorkommen: Grundwasser schützen - Sorgen der Bürger ernst nehmen - Bergrecht ändern (Antr Drs 15/1190) - Öffentliche Anhörung des Ausschusses für Wirtschaft, Mittelstand und Energie am 31.05.2011. Landtag Nordrhein-Westfalen, 20. Mai 2011
- Bode, J. (2011). Antwort der Landesregierung in der 96. und 102. Sitzung des Landtages der 16. Wahlperiode am 21. Januar und 17. März 2011 auf die mündlichen Anfragen des Abgeordneten Ralf Borngräber (SPD) – Drs. 16/3225 Nr. 18 und 16/3395 Nr. 31. Niedersächsischer Landtag – 16. Wahlperiode, Drucksache 16/3591. April 2011
- BP (2010).BP Statistical Review of World Energy, June 2010. URL: http://www.bp.com
- Charpentier (2010). R.R. Charpentier, T. Cook, Applying Probabilistic Well-Performance Parameters to Assessments of Shale-Gas Resources, U.S. Geological Survey Open-File Report 2010-1151, 18p.
- Chesakeape (2010). Annual reports, various editions, Chesapeake corp., URL: http://www.chk.com/Investors/Pages/Reports.aspx
- Chesapeake Energy, Water use in deep shale gas exploration I, May 2011
- Chesapeake Energy, Water use in deep shale gas exploration II, May 2011
- Chon (2011). G. Chon, R.G. Matthews. BHP to buy Chesapeake Shale Assets, Wallstreet Journal, 22nd February 2011, URL: http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703800204576158834108927732.html

- COGCC (2007). Colorado Oil and Gas Conservation Commission, Oil and Gas Accountability Project
- COGCC Garfield Colorado County IT Department. Gas Wells, Well Permits&Pipelines, Including Public Lands, Western Garfield County, Colorado, Glenwood Springs, Colorado: Composed Utilizing Colorado Oil and Gas Conservation Commission Well Site
- Colborn T. (2007). Written testimony of Theo Colborn, PhD, President of TEDX, Paonia, Colorado, before the House Committee on Oversight and Government Reform, hearing on The Applicability of Federal Requirements to Protect Public Health and the Environment from Oil and Gas Development, October 31, 2007.
- Cook (2010). Cook, Troy and Charpentier, Assembling probabilistic performance parameters of shale-gas wells: US-Geological Survey Open-File Report 2010-1138, 17p.
- D.B. Burnett Global Petroleum Research Institute, Desalination of Oil Field Brine, 2006
- Duncan, I., Shale Gas: Energy and Environmental Issues, Bureau of Economic Geology, 2010
- EC 2010 Grantham: European Commission – Enterprise and Industry (Grantham J., Owens C., Davies E.) (2010). Improving Framework Conditions for Extracting Minerals for the EU. July 2010. URL: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/best-practices/sust-full-report_en.pdf [6.6.2011]
- EC 2010 MMM: European Commission, Sector "Mining, metals and minerals". Reference Documents. (last update: 31/10/2010). URL: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/metals-minerals/documents/index_en.htm [6.6.2011]
- EC 2011 MW: European Commission – Environment. Summary of EU legislation on mining waste, studies and other relevant EU legislation. Last updated: 18/02/2011, URL: http://ec.europa.eu/environment/waste/mining/legis.htm [6.6.2011]
- EC 2011 S: European Commission – Environment, Last updated: 19/01/2011, URL: http://ec.europa.eu/environment/seveso/review.htm [5.6.2011] Review of Seveso II until June 2015
- EC BREF: EC European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, URL: http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ [6.6.2011]
- EC LCA: European Commission – Joint Research Centre – Institute for the Environment and Sustainability: Life Cycle Thinking and Assessment. URL: http://lct.jrc.ec.europa.eu/index_jrc [16.6.2011]
- EC NEEI: European Commission (2010). Natura 2000 Guidance Document. Non-endergy mineral extraction and Natura 2000. July 2010. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/neei_n2000_guidance.pdf [16.6.2011]
- EIA cod: Publications Office of the European Union (2009). Council Directive of 27 June 1985 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment – including amendments. This document is meant purely as a documentation tool and the institutions do not assume any liability for its contents. June 2009. URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1985L0337:20090625:EN:PDF [10.6.2011]

- EPA (2005). The relevant section 322 in the Energy Policy Act of 2005 explicitely states: ”Paragraph (1) of section 1421(d) of the Safe Drinking Water Act (U.S.C. 300h(d)) is amended to read as follows: (1) Underground injection. – The term underground injection – (A) means the subsurface emplacement of fluids by well injection; and (B) excludes – (i) the underground injection of natural gas for purposes of storage; and (ii) the underground injection of fluids or propping agents (other than diesel fuels) pursuant to hydraulic fracturing operations related to oil, gas, or geothermal production activities.” (see Public law 109 – 58 Aug 8 2005; Energy Policy Act of 2005, Subtitle C Production, Section 322, Page 102.
- EPA (2009). Discovery of “fracking” chemical in water wells may guide EPA review, Inside EPA, Environmental Protection Agency, August 21, 2009,
- Ernst&Young (2010) The global gas challenge, Ernst&Young, September 2010, page 4, URL: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/The_global_gas_challenge_2010/$FILE/The%20global%20gas%20challenge.pdf
- ExxonMobil (2010) H. Stapelberg. Auf der Suche nach neuem Erdgas in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen, Presentation at a hearing on a side event of the German Parliamentm, organized by the Bündnis90/Die Grünen, Berlin, 29th October 2010
- Gény (2010). Florence Gény (2010). Can Unconventional Gas be a Game Changer in European Gas Markets? The Oxford Institute for Energy Studies, NG 46, December 2010.
- Goodman W. R., Maness T. R. (2008). Michigan’s Antrim Gas Shale Play—A Two-Decade Template for Successful Devonian Gas Shale Development. September 2008
- Goodrich (2010) Goodrich Petroleum Corporation Presentation at the IPAA oil and gas investment symposium, New York, New York, 11th April 2010, URL: http://www.goodrichpetroleum.com/presentations/April2010.pdf
- Grieser B., Shelley B. Johnson B.J., Fielder E.O., Heinze J.R., and Werline J.R. (2006). Data Analysis of Barnett Shale Completions: SPE Paper 100674
- Hackl (2011). Personal communication with the responsible employee of a huge European reinsurance company. March 2011.
- Harden (2007). Northern Trinity/Woodbine GAM Assessment of Groundwater Use in the Northern Trinity Aquifer Due to Urban Growth and Barnett Shale Development, prepared for Texas Water Development Board, Austin Texas, TWDB Contract Number: 0604830613, URL: http://rio.twdb.state.tx.us/RWPG/rpgm_rpts/0604830613_BarnetShale.pdf
- Hejny H., Hebestreit C. (2006). EU Legislation and Good Practice Guides of Relevance for the EU Extractive Industry. December 2006. URL: http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/taiex/presentations/Paper%20Hejny%20TAIEX%202006%20Tallinn.pdf [6.6.2011]
- Howarth B., Santoro R., Ingraffea T. (2011) Developing Natural Gas in the Marcellus and other Shale Formations is likely to Aggravate Global Warming. March 2011
- Ineson, R. (INGAA Foundation) Changing Geography of North American Natural Gas, April 2008, Page 6]

- Kim Y.J., Lee H.E., Kang S.-A., Shin J.K., Jung S.Y., Lee Y.J. (2011). Uranium Minerals in black shale, South Korea, Abstract of Presentation to be held at the Goldschmidt 2011 Conference, Prague, August 14-19, URL: http://www.goldschmidt2011.org/abstracts/originalPDFs/4030.pdf
- Kohl (2009). The Paris oil shale basin – Hype or Substance?, K. Kohl, Energy and Capital, 23rd November 2009, URL: http://www.energyandcapital.com/articles/paris-basin-oil-shale/1014
- Korn (2010). Andreas Korn, Prospects for unconventional gas in Europe, Andreas Korn, eon-Ruhrgas, 5th February 2010, URL: http://www.eon.com/de/downloads/ir/20100205_Unconventional_gas_in_Europe.pdf
- Kullmann U. (Federal Ministry of Economics and Technology) (2006). European legislation concerning the extractive industries. URL: http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/taiex/presentations/European%20legislation%202006.pdf [6.6.2011]
- Kummetz D., Neun Lecks – null Information (nine leaks, zero information), taz, January 10, 2011, URL: http://www.taz.de/1/nord/artikel/1/neun-lecks-null-information/
- Laherrere (2011) Laherrère J.H. 2011 «Combustibles fossiles: donnees, fiabilite et perspectives» Ecole Normale Superieure CERES-04-02 Choix energetiques Paris 7 avril. URL : http://aspofrance.viabloga.com/files/JL_ENS_avril2011.pdf
- Leteurtrois J.-P., J.-L. Durville, D. Pillet, J.-C. Gazeau (2011). Les hydrocarbures de roche-mère en France, Rapport provisoire, Conseil général de l'énergie et des technologies, CGEIT n° 2011-04-G, Conseil général de l'environment et du développement durable, CGEDD n° 007318-01
- Lobbins C. (2009). Notice of violation letter from Craib Lobbins, PA DEP Regional Manager, to Thomas Liberatore, Cabotr Oil& Gas Corporation, Vice President, February 7, 2009.
- Louisiana Department of Natural Resources (LDNR). Number of Haynesville Shale Wells by Month. červen 2011
- Lustgarten A. (2008). Buried Secrets: Is Natural Gas Drilling Endangering U.S.Water Supplies?, Pro Publica,November 13, 2008.
- Michaels, C., Simpson, J. L., Wegner, W. (2010). Fractured Communities: Case Studies of the Environmental Impacts of Industrial Gas Drilling. September 2010
- NDR (2011). Grundwasser von Söhlingen vergiftet? News at Norddeutscher Rundfunk, January 10, 2011, 18.25 p.m., URL: http://www.ndr.de/regional/niedersachsen/heide/erdgas109.html
- New York City Department of Environmental Protection (NYCDEP). (2009). Rapid Impact Assessment report: Impact Assessment of Natural Gas Production in the New York City Water Supply Watershed. September 2009
- NGE 2011: Natural Gas for Europe, URL: http://naturalgasforeurope.com/shale-gas-regulatory-framework-work-progress.htm [6.6.2011]
- Nonnenmacher P. (2011). Bohrungen für Schiefergas liessen die Erde beben, Basler Zeitung, June 17, 2011.
- Nordquist (1953). "Mississippian stratigraphy of northern Montana", Nordquist, J.W., Billings Geological Society, 4th Annual Field Conference Guidebook, p. 68–82, 1953

- NYC Riverkeeper, Inc. (2010). Fractured Communities – Case Studies of the Environmental Impacts of Industrial Gas Drilling. p. 13. September 2010. URL: http://www.riverkeeper.org/wp-content/uploads/2010/09/Fractured-Communities-FINAL-September-2010.pdf [16.6.2011]
- ODNR (2008). Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio. Ohio Department of Natural Resources, Division of Mineral Resources Management, September 1, 2008.
- OGP International Association of Oil & Gas Producers (2008). Guidelines for the management of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in the oil and gas industry. September 2008
- Ohio Department of Natural Resources (ODNR), Division of Mineral Resources Management. (2008). Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio. September 2008
- Osborn St. G., Vengosh A., Warner N. R., Jackson R. B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. April 2011
- PA DEP (2009). Proposed Settlement of Civil Penalty Claim, Permit Nos. 37-125-23165-00, Pennsylvania Department of Environmental Protection, September 23, 2009, URL: http://s3.amazonaws.com/propublica/assets/natural_gas/range_resources_consent_assessment090923.pdf
- PA DEP (2010). Department of Environmental Protection fines Atlas $85000 for Violations at 13 Well sites, January 7, 2010, URL: http://www.portal.state.pa.us/portal/server.pt/community/newsroom/14287?id=2612&typeid=1
- Papoulias F. (European Commission, DG Environment) (2006). The new Mining Waste Directive towards more Sustainable Mining. November 2006. URL: http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/taiex/presentations/Mining%20waste%20dir%20-%20Tallinn%2030-11-06.pdf [6.6.2011]
- Patel 2011. French Minister Says "Scientific" Fracking Needs Struict Control, Tara Patel, Boloombnerg News, 1st June 2011, see at http://www.bloomberg.com/news/2011-06-01/french-minister-says-scientific-fracking-needs-strict-control.html
- Penn State, College of Agricultural Science. (2010). Accelerating Activity in the Marcellus Shale: An Update on Wells Drilled and Permitted. May 2010. URL: http://extension.psu.edu/naturalgas/news/2010/05/accelerating-activity
- Petroleum Technology Alliance Canada (PTAC). (2011). Evolving Water Use Regulations British Columbia Shale Gas. 7th Annual Spring Water Forum May 2011
- Pickels, M. (2010). Moon's Atlas Energy Resources fined $85K for environmental violations, January 09, 2010, URL: http://www.pittsburghlive.com/x/dailycourier/s_661458.html#ixzz1Q1X8kCXz
- PLTA (2010). Marcellus Shale Drillers in Pennsylvania Amass 1614 Violations since 2008, Pennsylvania Land Trust Association (PLTA), September 1, 2010, URL: http://conserveland.org/violationsrpt
- Quicksilver. (2005). The Barnett Shale: A 25 Year "Overnight" Success. May 2005
- Raestadt (2004). Nils Raestadt. Paris Basin – The geological foundation for petroleum, culture and wine, GeoExpoPro June 2004, p. 44-48, URL: http://www.geoexpro.com/sfiles/7/04/6/file/paris_basin01_04.pdf

- Resnikoff M. (2019). Memo. June 2010. URL: http://www.garyabraham.com/files/gas_drilling/NEWSNY_in_Chemung/RWMA_6-30-10.pdf
- RRC (2011) see Texas Railroad Commission (2011)
- Safak S. (2006). Discussion and Evaluation of Mining and Environment Laws of Turkey with regard to EU Legislation. September 2010. URL: http://www.belgeler.com/blg/lgt/discussion-and-evaluation-of-mining-and-environment-laws-of-turkey-with-regard-to-eu-legislation-turk-maden-ve-cevre-kanunlarinin-avrupa-birligi-mevzuatiyla-karsilastirilmasi-ve-degerlendirilmesi [6.6.2011]
- Schaefer (2010). Keith Schaefer, The Paris Basin Oil Shale Play, Oil and Gas Investments Bulletin, 30th December 2010, see at http://oilandgas-investments.com/2010/investing/the-paris-basin-oil-shale-play/
- Schein G.W., Carr P.D., Canan P.A., Richey R. (2004). Ultra Lightweight Proppants: Their Use and Application in the Barnett Shale: SPE Paper 90838 presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 26-29 September, Houston, Texas.
- Schuetz M (European Commission: Policy Officer Indigenous Fossil Fuels) (2010). Schiefergas: Game-Changer für den europäischen Gasmarkt? October 2010
- SDWA (1974). Safe Drinking Water Act, codified generally at 42 U.S.C. 300f-300j-25, Public Law 93-523, see art. 1421(d).
- SGEIS (2009) Supplemental Generic Environmental Impact Statement (SGEIS) prepared by the New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC), Division of Mineral Resources on the Oil, Gas and Solution Mining Regulatory Program, Well Permit Issuance for Horizontal Drilling and High-Volume Hydraulic Fracturing to Develop the Marcellus Shale and Other Low-Permeability Gas Reservoirs, Draft September 2009, URL: http://dec.ny.gov/energy/45912.html, and Final Report 2010, URL: http://www.dec.ny.gov/energy/47554.html
- Stapelberg H. H. (2010). Auf der Suche nach neuem Erdgas in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Oktober 2010
- Sumi L. (2008). Shale gas: focus on Marcellus shale. Report for the Oil & Gas Accountability Project/ Earthworks. May 2008
- Swanson V.E. (1960). Oil yield and uranium content of black shales, USGS Series Numbered No. 356-A, URL: http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp356A
- Sweeney M. B, McClure S., Chandler S., Reber C., Clark P., Ferraro J-A., Jimenez-Jacobs P., Van Cise-Watta D., Rogers C., Bonnet V., Shotts A., Rittle L., Hess S. (2010). Marcellus Shale Natural Gas Extraction Study - Study Guide II - Marcellus Shale Natural Gas: Environmental Impact. January 2010
- Talisman (2011). A list of all notices of violations by Talisman received from the PA DEP, are listed at URL: http://www.talismanusa.com/how_we_operate/notices-of-violation/how-were-doing.html
- TCEQ (2010). Health Effects Review of Barnett Shale Formation Area Monitoring Projects including Phase I (August 24-28, 2009), Phase II (October 9-16, 2009), and Phase III (November 16-20, 2009): Volatile Organic Compound (VOCs), Reduced Sulfur Compounds (RSC), Oxides of Nitrogen (NOx), and Ifrared(IR) Camera Monitoring, Interoffice Memorandum, Document Number BS0912-FR, Shannon Ethridge, Toxicology Division, Texas Commission on Environmental Quality, January 27, 2010.

- Teßmer D. (2011). Stellungnahme Landtag NRW 15/621 zum Thema: "Unkonventionelle Erdgasvorkommen: Grundwasser schützen – Sorgen der Bürger ernst nehmen – Bergrecht ändern". Report on legal framework concerning exploitation of shale gas. May 2011.
- Texas Rail Road Commission (RRC). (2011). URL: http://www.rrc.state.tx.us/
- Thonhauser (2010): G. Thonhäuser. Presentation at the Global Shale Gas Forum, Berlin, 6-8th September 2010, Cited in "The Drilling Champion of Shale gas", Natural Gas for Europe, URL: http://naturalgasforeurope.com/?p=2342
- Thyne G. (2008). Review of Phase II Hydrogeologic Study, Prepared for Garfield County, December 20, 2008, URL: http://cogcc.state.co.us/Library/Presentations/Glenwood_Spgs_HearingJuly_2009/GlenwoodMasterPage.html
- Tiess G. (2011). Legal Basics of Mineral Policy in Europe – an overview of 40 countries. Springer, Wien, New York.
- Total (2011). The main sources of unconventional gas, internet presentation of Total. URL: http://www.total.com/en/our-energies/natural-gas-/exploration-and-production/our-skills-and-expertise/unconventional-gas/specific-fields-201900.html [15.06.2011]
- United States Environmental Protection Agency (EPA), Office of Research and Development. (2011). Draft Plan to Study the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. February 2011
- US EIA, (2011). World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the US, US- Energy Information Administration, April 2011. URL: http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/?src=email
- UWS Umweltmanagement GmbH. All relevant legislation on german and european level concerning environmental protection, security at work, emissions, etc. URL: http://www.umwelt-online.de/recht/wasser/ueber_eu.htm [6.6.2011]
- Waxman H., Markey E., DeGette D. (United States House of Representatives Committee on Energy and Commerce) (2011). Chemicals Used in Hydraulic Fracturing. April 2011. URL: http://democrats.energycommerce.house.gov/sites/default/files/documents/Hydraulic%20Fracturing%20Report%204.18.11.pdf [6.6.2011]
- Weber L. (2006). Minerals Policy in Austria in the Framework of EU Legislation. Presentation at TAIEX-Meeting Tallinn 2006. URL: http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/taiex/presentations/Taiex_tallinn_weber.pdf [6.6.2011]
- WEC (2010). 2010 Survey of Energy Resources, World Energy Council, London, 2010, URL: www.worldenergy.org
- WEO (2011). World Energy Outlook 2011, special report: Are we entering a golden age of gas?, International Energy Agency, Paris, June 2011, URL: http://www.worldenergyoutlook.org/golden_age_gas.asp
- Witter R., Stinson K., Sackett H., Putter S. Kinney G. Teitelbaum D., Newman L. (2008). Potential Exposure-Related Human Health Effects of Oil and Gas Development: A White Paper, University of Colorado Denver, Colorado School of Public Health, Denver, Colorado, and Colorado State University, Department of Psychology, Fort Collins, Colorado, September 15, 2008.

- Wolf (2009). Town of Dish, Texas, Ambient Air Monitoring Analysis, Final Report, prepared by Wolf Eagle Environmental, September 15, 2009, URL: www.wolfeagleenvironmental.com
- Wood R., Gilbert P., Sharmina M., Anderson K. (2011). Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. January 2011
- Zeeb H., Shannoun F. (2009). WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. World Health Organization (WHO) 2009

PŘÍLOHA: PŘEVODNÍ KOEFICIENTY

Tabulka: Jednotky platné ve Spojených státech

Jednotka	Obdoba SI
1 palec (in)	2,54 cm
1 stopa (ft)	0,3048 m
1 yard (yd)	0,9144 m
1 míle (mi)	1,609344 km
1 čtverečná stopa (sq ft) či (ft^2)	0,09290341 m^2
1 akr	4046,873 m^2
1 kubická stopa (cu ft) či (ft3)	28,31685 L
1 kubický yard (cu yd) či (yd3)	0,7645549 m^3
1 akrová stopa (acre ft)	1233,482 m^3
1 americký galon (gal)	3,785412 L
1 barel ropy (bbl)	158,9873 L
1 bušel (bu)	35,23907 L
1 libra (lb)	453,59237 g
1 (krátká) tuna	907,18474 kg
stupeň Fahrenheita (F)	(5/9) * (F – 32)° C
1 britská tepelná jednota (BTU) či (Btu)	1055,056 J

Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/US_units_of_measurement

EVROPSKÝ PARLAMENT

GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ PRO VNITŘNÍ POLITIKY

TEMATICKÝ ODBOR A
HOSPODÁŘSKÁ A VĚDECKÁ POLITIKA

Úloha

Tematické odbory jsou odbornými odděleními, která poskytují výborům, meziparlamentním delegacím a jiným parlamentním orgánům specializované poradenství.

Oblasti politiky

- Hospodářství a měna
- Zaměstnanost a sociální věci
- Životní prostředí, veřejné zdraví a bezpečnost potravin
- Průmysl, výzkum a energetika
- Vnitřní trh a ochrana spotřebitelů

Dokumenty

Navštivte webové stránky Evropského parlamentu :
http://www.europarl.europa.eu/studies

FOTOGRAFIE:
iStock International Inc.