

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní obor : Chemie životního prostředí



**Břidlicový plyn a budoucnost jeho  
energetického využití**

*Slate gas and the future of its energy exploitation*

Bakalářská práce

Autor : Matěj Šindler

Vedoucí : RNDr. Rudolf Přibil, CSc.

Praha, 2016

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci – „Břidlicový plyn a budoucnost jeho energetického využití“ zpracoval samostatně a uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 25.8.2016

Podpis

# Abstrakt

V úvodní části bakalářské práce je představen pojem břidlicový plyn – co je to za druh plynu, proč se mu říká břidlicový apod. Detailně je zde rozebrána technologie těžby a získávání tohoto plynu. Další kapitola informuje o zásobách břidlicového plynu ve světě, jeho významu a plánovaných těžebních záměrech. Velmi významnou částí této práce je pohled na možnosti jeho využití v energetice, dopady těžby tohoto plynu, zejména na změny klimatu, zněčištění vod, půdy, dopady na obyvatelstvo, ale i další jevy, jako je například zemětřesení vyvolané těžbou břidlicového plynu. Poslední část tvoří kapitola o aktuální situaci těžby břidlicového plynu v České republice. Na závěr je celá situace ohledně těžby břidlicového plynu zhodnocena a je představen vlastní názor na tuto těžbu.

## Klíčová slova

Břidlicový plyn, nekonvenční plyn, zemní plyn, hydraulické štěpení (frakování), fosilní paliva, těžba plynu, břidlicová ložiska, paroplynová elektrárna

# **Abstract**

First part of bachelor thesis introduces the concept of shale gas - what is the nature of the gas, why it is called shale, etc. Then there is described the technology of mining and acquisition of gas. Another chapter informs about shale gas reserves in the world, its importance and the planned career intentions. Very important part of this work is to look at the impacts of extraction of this gas, in particular climate change, water and soil pollution, impacts on the population, but also other phenomena, such as earthquakes caused by the extraction of this shale gas. The last part is the chapter on the current situation of shale gas exploration in the Czech Republic. At the conclusion, the whole situation regarding shale gas is evaluated and my own views on this extraction are presented.

# **Keywords**

Shale gas, unconventional gas, natural gas, hydraulic fracturing, fossil fuels, gas extraction, shale deposits.

# Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, panu RNDr. Rudolfu Přibilovi, CSc. za možnost u něho tuto práci psát a jeho trpělivost. Zároveň chci poděkovat Michalovi Součkovi za poskytování inspirace a motivace práci dokončit a jeho otci Ing. Ivanu Součkovi CSc. za odbornou konzultaci. Děkuji!

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Břidlicový plyn a jeho těžba</b> .....	<b>3</b>
2.1	Těžba břidlicového plynu .....	6
2.1.1	Parametry důležité pro odhad zdrojů .....	6
2.1.2	Stručný postup těžby břidlicového plynu .....	7
2.1.3	Technický postup při otevírání nového ložiska .....	8
2.1.4	Technologie hydraulického štěpení (frakování) .....	10
2.1.5	Složení štěpicí kapaliny .....	12
<b>3</b>	<b>Břidlicový plyn ve světě</b> .....	<b>15</b>
3.1	Zásoby .....	15
3.2	Výhody zemního plynu .....	16
3.2.1	Paroplynové elektrárny .....	16
3.3	Těžba v Evropě .....	17
3.4	Závislost na fosilních palivech .....	22
<b>4</b>	<b>Dopady těžby břidlicového plynu</b> .....	<b>23</b>
4.1	Dopady na změnu klimatu .....	23
4.2	Dopady na investice do úspor energie a obnovitelných zdrojů .....	24
4.3	Dopady na životní prostředí .....	25
4.3.1	Vodní zdroje.....	25
4.3.2	Znečištění vody.....	25
4.4	Kontaminace půdy .....	27
4.5	Dopady na obyvatelstvo .....	28
4.6	Znečištění ovzduší .....	29
4.7	Zemětřesení a vibrace .....	30
<b>5</b>	<b>Břidlicový plyn v Evropě</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Aktuální vývoj břidlicového plynu v ČR</b> .....	<b>33</b>
6.1	Průzkum ložisek břidlicového plynu čelí odporu veřejnosti .....	34
6.2	Příprava moratoria i návrh zákona o zákazu hydraulického štěpení hornin.....	36
<b>7</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>38</b>
	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>39</b>
	<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>42</b>

# Seznam použitých symbolů a zkratek

NZPB	-	Nekonvenční zemní plyn z břidlic
IEA	-	Mezinárodní energetická agentura
EIA	-	Vyhodnocení vlivů na životní prostředí
EPA	-	Americká Agentura pro ochranu životního prostředí
NERV	-	Nezávislé ekonomické rady vlády
OZE	-	Obnovitelné zdroje energie
EU	-	Evropská unie
TPES	-	Spotřeba primárních energetických zdrojů
MND	-	Moravské naftové doly
MŽP	-	Ministerstvo životního prostředí
CHKO	-	Chráněná krajinná oblast
LNG	-	Zkapalněný zemní plyn

# 1 Úvod

Břidlicový plyn a technologie, které se používají k jeho těžbě – hydraulické štěpení neboli „frakování“ – se v posledních letech stalo často diskutovaným tématem.

Na jednu stranu je břidlicový plyn podporován jako bezpečný a čistý zdroj energie, který pomůže zlepšit energetickou bezpečnost a umožní nám přejít k nízkouhlíkové ekonomice. Mediální horečka kolem břidlicového plynu, jakožto „průlomového“ zdroje energie pro Evropu, má původ v USA, kde se tento zdroj v posledních desetiletích masivně rozvíjel.

Jak ukazuje intenzivní zájem průmyslu prozkoumat zásoby břidlicového plynu v Evropě, situace se rychle mění. To může být problém pro evropskou legislativu. Udrží krok s rozvojem těžby plynu a zajistí potřebnou ochranu našeho životního prostředí a zdraví?

Zkušenosti s těžbou ve Spojených státech ukazují, že dobývání plynu z břidlic provázejí vážné pochybnosti o ekologických a zdravotních dopadech. Nejvíce se mluví o ohrožení podzemních vod, o obrovské spotřebě vody při těžbě, o vlivu frakování na kvalitu ovzduší, o riziku zemětřesení nebo o vlivu na změnu klimatu, který může být podobný jako u uhlí.

Obavy vzbuzují rovněž dopady těžby břidlicového plynu na udržitelnou a čistou energetiku a zvláště pak možné utlumení investic do obnovitelných zdrojů. Břidlicový plyn je uhlíkaté palivo, jehož těžba vyžaduje velké finanční prostředky – je proto s podivem, jak může být průmyslem považován za „přechodové palivo“. Pravděpodobně jen posílí naši závislost na fosilních zdrojích.

Zároveň je stále jasnější, že schopnost Země a jejích ekosystémů pohlcovat skleníkové plyny bude vyčerpána dlouho před tím, než nám dojdou fosilní paliva. Pokud chceme splnit závazek a udržet nárůst průměrné globální teploty pod dvěma stupni Celsia, můžeme do poloviny století spálit pouze čtvrtinu známých zásob fosilních paliv.

Rozvoj těžby břidlicového plynu by podle Mezinárodní energetické agentury (IEA) znamenal, že emise CO<sub>2</sub> „povedou v dlouhodobém horizontu pravděpodobně ke zvýšení teploty o více než 3,5 stupně Celsia“.



Cílem této práce je podat přehledné informace o břidlicovém plynu – co je to vlastně za plyn, čím se liší od ostatních plynů. Popisuji zde, jak se tento plyn těží a jaký má tato těžba vliv na změny v energetice, životní prostředí, zejména na vodní zdroje, půdu, ale i obyvatelstvo. Také se v této práci věnuji situaci ohledně těžby břidlicového plynu v České republice, což je v posledních letech velmi aktuální téma, vzbuzující velkou pozornost.

## 2 Břidlicový plyn

Břidlicový plyn je nekonvenčním druhem zemního plynu, jenž je tvořen z většiny metanem (80%), etanem, propanem, butanem, pentanem a dalšími uhlovodíky. Nachází se v břidlicových horninách hluboko pod zemí, uvádí se hloubka 2 až 6 km. Označuje se jako „nekonvenční“<sup>1</sup> proto, v jakém geologickém prostředí se vyskytuje. Dalšími typy nekonvenčních zemních plynů jsou uhlovodíky z černouhelných slojí, z těsných skalních ložisek a hydráty metanu.[1] Břidlice je usazená hornina složená ze zhutnělého bahna, jílu a dalších jemnozrnných hornin. Její vlastnosti, křehkost a nepropustnost, však znesnadňují jeho těžbu. Póry obsahující plyn nejsou propojené. Proto byla v minulosti těžba nekonvenčních plynů považována za nepraktickou a neekonomickou.

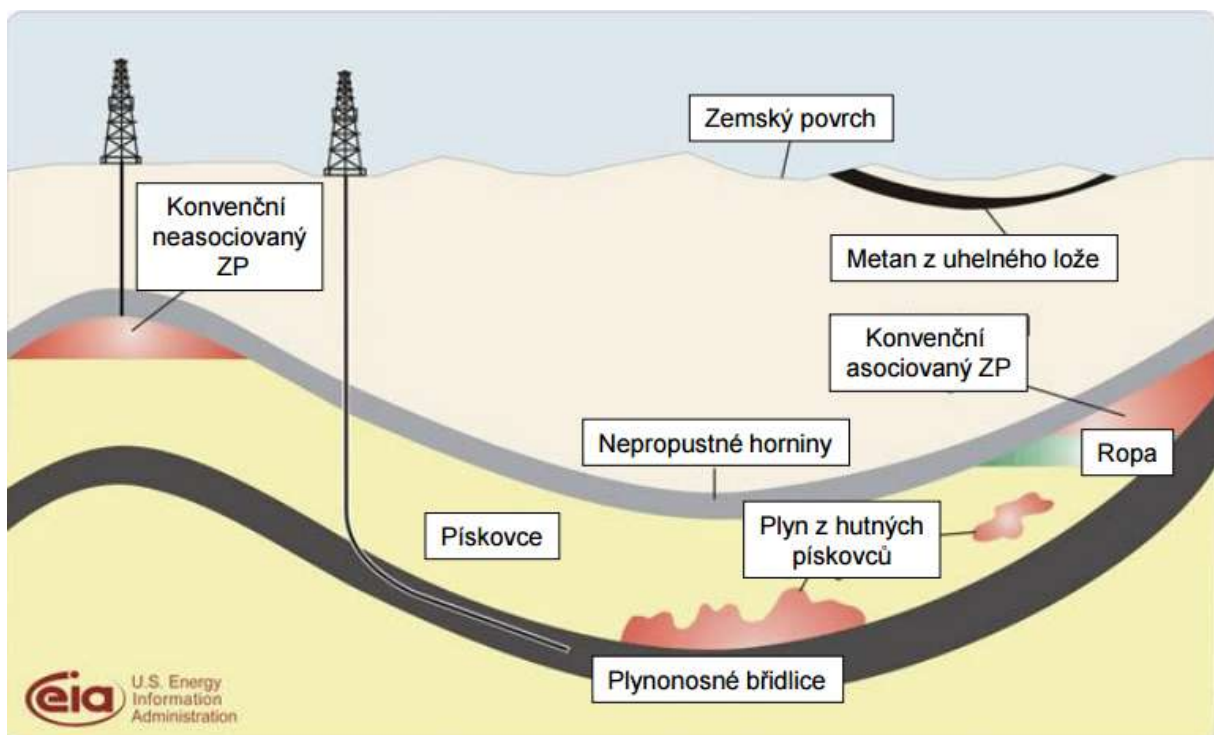
Geologické uhlovodíkové útvary jsou tvořeny organickými složkami mořských sedimentů vzniklých za zvláštních podmínek. Ropa a plyn z konvenčních zdrojů jsou výsledkem termochemického krakování organického materiálu v sedimentárních horninách, v takzvaných zdrojových horninách. Jak se tyto útvary dostávaly níže pod jiné horniny, zahřívaly se 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 to znamená metan s jedním uhlíkovým a čtyřmi vodíkovými atomy.

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 obsahu ropy, poloze několik kilometrů pod povrchem a snadnému přístupu lze tyto uhlovodíky snadno těžít pomocí vertikálních vrtů – tzv. konvenčních. 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

---

<sup>1</sup> „Nekonvenční plyn“ zahrnuje břidlicový plyn, metan z ložisek uhlí a plyn v těsných horninových formacích

ukládání tvořen malými puklinami a velmi drobně pórovitými prostory. Takové horniny jsou velmi málo propustné. Jde o břidlicový plyn a břidličnou ropu. V břidličné ropě nejsou vyvrálé 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 horniny 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 tedy nejen plyn samotný, ale i metody těžby. Tyto metody vyžadují pokročilé technologie, velké množství vody a vstřikování přísad, které mohou poškozovat životní prostředí. Hydraulická těžba v horninách s horšími parametry vyžaduje několik milionů litrů vody na každý vrt[2].



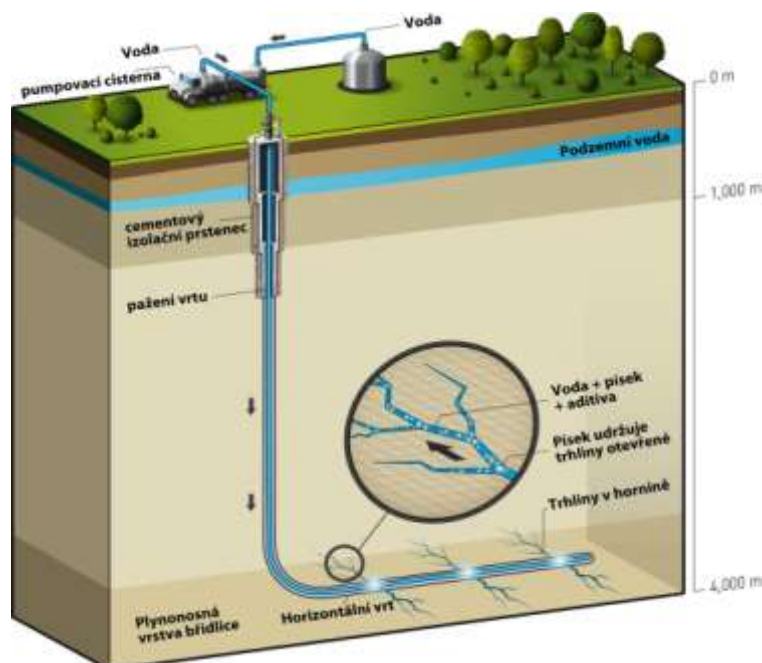
Obr. 1 Zjednodušené schematické znázornění typů zemního plynu dle druhu naleziště (Zdroj: EIA 2014)

## 2.1 Těžba břidlicového plynu

Břidlice jsou uloženy hluboko pod povrchem, uvádí se 2 – 6 km. Leží zvrásněné souběžně se zemským povrchem. Klasický vertikální vrt tedy zasahuje do břidlice jen velmi malou částí a byl by tudíž pro těžbu neúčinný. Z tohoto důvodu se využívá spojení vertikálního vrtu s horizontálním. U těžby plynu z břidlic je proto nutné, aby co nejdelší vrt procházel břidlicí, protože plyn se dá extrahovat jen v relativně blízkém okolí vrtu. Těžaři tedy nejprve vrtají vertikálně a v blízkosti vrstvy břidlice, přibližně 150m nad vrstvou břidlic hlavu vrtáku stočí do úhlu a pokračují v horizontálním vrtání samotnou břidlicí do vzdáleností i několika kilometrů.

Vytvořit samotný vrt ale nestačí, protože množství plynu uniklé z břidlic samovolně je velmi malé, jelikož plyn je zachycen v nepropustné hornině s malými póry. Je proto nutné v hornině vytvořit velké množství malých trhlin, které spojí póry obsahující plyn a umožní mu uniknout. Tomuto procesu se říká hydraulické štěpení nebo frakování.[3]

Při hydraulickém štěpení se do vrstvy břidlic pod tlakem napumpuje velké množství vody a písku s malou příměsí různých chemických přísad. Vysoký tlak vody v břidlici vytvoří trhliny, kam se dostane písek, jenž je podrží otevřené i po odčerpání vody a zemní plyn pak může takto vytvořeným systémem kanálek unikat vrtem vzhůru.



Obr. 2 Zjednodušené schematické znázornění procesu hydraulického štěpení (frakování) při těžbě břidlicového plynu (Zdroj: <http://energetika.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba>)

### 2.1.1 Parametry důležité pro odhad zdrojů

Stanovení geologické a ložiskové charakteristiky plynonosných pánví a jejich litostratigrafických vrstev<sup>2</sup> určuje, zda je prostředí vzniku mořské nebo sladkovodní. Dále záleží na hloubce, struktuře a tektonice, intervalech mocnosti plynodajných vrstev, obsahu organického materiálu (TOC), termálním vývoji, definici perspektivní oblasti pro každou formaci, výpočtu plochy hlavních vrstev plynodajných jílovců/břidlic, stanovení faktorů úspěšnosti/rizika – volný plyn, stanovení technicky vytěžitelných zásob s ohledem na použitou technologii (horizontální vrty, hydraulické štěpení, intenzifikace vrtů<sup>3</sup>) a úspěšnosti s přihlédnutím k mineralogickému složení (obsah křemene, karbonátů, jílové složky) a geologické stavbě.

Odhadovaná vytěžitelnost zdroje je stanovována podle toho, zda jílovcová/břidličná pánev a formace mají nízký obsah jílu, nízce, středně či vysoce komplikovanou geologickou stavbu, příznivé ložiskové vlastnosti (přetlak v jílovcové/břidličné formaci, vysoký obsah plynu v pórech) atd.

Plynonosné jílovce/břidlice se nalézají obvykle v hloubkovém intervalu 2 km až 6 km pod povrchem. V hloubkách pod 5 km roste riziko snížené propustnosti pro plyn a mnohem vyšších vrtných a těžebních nákladů. Oblasti zdrojů břidličného plynu mnohdy sousedí s konvenčními ložisky ropy a zemního plynu. Příznivým faktorem je sedimentace břidlic v mořském prostředí – obsahují více křehkých minerálů, než břidlice ze sladkovodního prostředí, jež obsahují více jílových minerálů dodávajících břidlicím plasticitu – lépe reagují na hydraulické štěpení při vlastní těžbě plynu.

Pokud tedy pánve a formace mají vysoké obsahy jílu nebo velkou složitost geologické stavby, jsou často kategorizovány jako neperspektivní a vyloučeny z odhadů množství břidlicového plynu. Je ale zřejmé, že následné, intenzivnější a na menší ploše provedené odhady mohou identifikovat příznivější oblasti pánví, takže části pánve, o kterých se v současnosti soudí, že jsou neperspektivní, mohou být vyhodnoceny jako potenciální zdroje břidlicového plynu. Podobně pokrok ve vrtné technice a hydraulickém štěpení může umožnit většímu počtu břidličných formací s velmi vysokým obsahem jílu efektivní stimulaci, a zařadit je tak mezi perspektivní oblasti NZPB.[4]

---

<sup>2</sup> „litostratigrafické vrstvy“ – vyjadřují vrstvy geologického vývoje určitého regionu

<sup>3</sup> „Intenzifikace vrtů“ – zvýšení výkonnosti

### 2.1.2 Stručný postup těžby břidlicového plynu

Různé firmy používají odlišné metody, ovšem základní kroky v procesu těžby jsou podobné. Ve vhodné lokalitě firma připraví prostor a zabezpečí jej před únikem použitých kapalin do okolí a půdy. Postaví cesty, infrastrukturu, zapojí elektřinu, zajistí zdroje vody a další zázemí. Zahlubí úvodní kolonu. Jedná se o jakési ochranné pažení o velkém průměru, 15 až 20 metrů hluboké, které zabrání sesouvání volných povrchových vrstev půdy a oddělí spodní vodu v okolí vrtu. Vyvrtají klasický svislý vrt. Pracuje se ve více fázích s postupně se zmenšujícím průměrem vrtné hlavice. Vrt se zajišťuje vsouváním ocelových trubek a cementováním pod tlakem. Při vrtání v hloubkách, v nichž se nalézají aquifery<sup>4</sup>, tedy zhruba do tří set metrů, se někdy nepoužívá obvyklá výplachová kapalina (obvykle suspenze bentonitu ve vodě), ale k odstraňování materiálu z vrtu slouží stlačený vzduch.

Pro dokonalé oddělení vrtu od aquiferů se v této fázi osadí do vrtu ocelová trubka, tedy technická kolona a zacementuje se. Pod tlakem napumpovaná cementová směs obklopí celý vrt a dokonale trubku utěsní.

Dál se pokračuje s vrtnou hlavicí o menším průměru a s použitím výplachové kapaliny, která chladí hlavici, vyplavuje odvrtný materiál a svým hydrostatickým tlakem stabilizuje vrt a brání průniku přítomných kapalin z okolí vrtu dovnitř.

Hloubka vrtu může být 1 až 6 kilometrů a svisle se vrtá až do hloubky asi 150 metrů nad břidlicovou vrstvou s plynem. Poté se vrták opět vytáhne a na konec se nasadí speciální hlavice, která umožní ohyb vrtu do oblouku přibližně v úhlu 90° a pokračování vrtu ve směru břidlicového souvrství.

Po skončení vrtání se opět vytáhne a do vrtu se zasune tenčí trubka (těžební kolona) a opět zacementuje. V blízkosti povrchu a v místech, kde se může vyskytovat podzemní voda, je vrt utěsněn sendvičem z několika ocelových trubek a vrstev cementu mezi nimi. Používá se až sedm vrstev, aby se vrt úplně izoloval od podzemních vod.

Do vrtu se vsune speciální zařízení, které v břidlici vytvoří pomocí malých náložek trhavinu sérii otvorů (puklin) a následně přijde na řadu zmíněné hydraulické štěpení, které tlakem vody trhliny rozšíří a rozvětví podél přirozených zlomů a slabších míst v hornině. Zrna písku ve vodě trhliny podepřou a zabrání jejich zavření po odčerpání vody.

---

<sup>4</sup> „Aquifer“ - podzemní vrstva zvodnělé propustné horniny, skalní vyvěřeliny nebo z různých materiálů - štěrk, písek nebo bahno



Kapalina použitá pro hydraulické štěpení se odčerpá zpět do nádrží na povrchu, podle potřeby se pročistí a znovu použije nebo se vhodným způsobem ekologicky likviduje. Nakonec se osadí potřebné těžební zařízení, postaví plynovod a může se začít s čerpáním plynu. Před transportem k uživateli se musí z plynu oddělit nežádoucí příměsi (voda, těžší uhlovodíky a další).

### 2.1.3 Technický postup při otevírání nového ložiska

Těžba začíná vybudováním kapacitní dopravní infrastruktury (pokud nelze využít již existující komunikace), která umožňuje těžkou nákladní dopravu. V místě vrtu je třeba připravit vrtnou základnu, která představuje zábor území o rozloze 1 až 3 hektary. V kopcovitých terénech vznikají velké antropogenní terasovité útvary. Průzkumné a následně těžební vrty mají standardně podobu průmyslového objektu sestaveného z mobilních buněk a kontejnerů účelově rozmístěných na vrtné základně, v jejímž středu dominuje minimálně jedna vrtná věž sestavená z robustní příhradové konstrukce, jejíž výška je obvykle vyšší než 50 m. Tato plocha je následně obvykle napojena na plynovod podzemním nebo povrchovým vedením. Vrtná věž i vrtná základna bývá z důvodu nepřetržitého provozu i z důvodu bezpečnosti letového provozu trvale osvětlena po celou dobu provádění vrtu až do doby demontáže vrtné věže. Vrtná věž bývá na vrtných základnách umístěna po dobu několika málo měsíců v případě jednoduchých vrtů, v případě svazkových vrtů pak obvykle déle než jeden rok.



Obr. 3 Vrtná základna s vrtnou věží, Marcellus Shale, USA (Zdroj : <http://energetika.tzb-info.cz/vytipime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba>)

Z důvodu minimalizace dopadů na obyvatelstvo bývají vrty umísťovány mimo současně zastavěné území do volné krajiny. Vlastní vrtání a zejména provoz při provádění hydraulického štěpení působí značný hluk, do okolí vrtu se může šířit zápach různých uhlovodíků, které vznikají spalováním nafty množstvím dieselových motorů pohánějícími technologické aparatury nutné k těžbě a které mohou také unikat zejména z technologie úpravy surového plynu, odpařování kapalných příměsí, nebo díky odpouštění surového (tzv. mokrého) plynu na počátku těžby. Zdrojem zápachu bývají také jímky či laguny na zachycení kontaminované vody, která se vrací zpět z vrtu na povrch po provedeném hydraulickém štěpení. Tyto nádrže bývají obvykle budovány poblíž vrtů. Nebezpečné průmyslové odpadní vody, které vznikají při použití technologie hydraulického štěpení ve velkých objemech řádu až desítek tisíc m<sup>3</sup> na 1 vrt, bývají v některých případech recyklovány a využívány na dalších vrtech nebo alespoň dočasně ukládány na lagunách, které obvykle dosahují plochy 0,25 až 1 hektaru a hloubky několik metrů. Mají podobu otevřené nádrže utěsněné plastovou fólií. Někdy bývají budovány i pro čistou vodu, která bude teprve pro technologii hydraulického štěpení použita. V územích, kde se provádí těžba, obvykle rovněž dochází k výstavbě plynovodů a kompresorových stanic, které představují další průmyslové objekty v krajině.

Na rozdíl od těžby konvenčních zdrojů zemního plynu je kvůli malé propustnosti zdrojové horniny zapotřebí umístit v krajině velké množství vrtů tak, aby horizontální vrty v hloubce co nejvíce a v co největší hustotě pokryly celou plynonosnou vrstvu. Pro efektivní využití plynových polí je při těžbě břidlicového plynu umísťováno až 6 vrtů na 1 km<sup>2</sup>, průměrná hustota vrtů na plynových polích v USA se pohybuje v rozmezí 1 vrt na 1,4–2,4 km<sup>2</sup>, což je dáno vlastnickými poměry a přirozenými překážkami. Při realizaci těžby mnohde docházelo k dodatečnému zahušťování vrtů oproti původním předpokladům pro ještě efektivnější vyčerpání ložiska. Menší počet vrtných základů je podmíněn těžbou pomocí svazkových vrtů, kdy je z jedné vrtné základny pomocí směrového vrtání provedeno až 16 jednotlivých vrtů. Vrtné základny pak bývají větší a hustota vrtů menší.[4][5]



#### 2.1.4 Technologie hydraulického štěpení (frakování)

Hydraulického štěpení je používáno v posledních několika desetiletích, horizontální vrtání se používá již od 40. let v různých hloubkách při těžbě na kontinentu i na moři a bylo takto provedeno přes milion vrtů.[4] Hydraulické štěpení se samostatně používá a používalo v ložiskovém inženýrství při intenzifikacích vrtů v průběhu těžby, např. při uskladňování plynu v podzemních zásobnících pro zlepšení parametrů vtláčecích vrtů, omezeně při těžbě uranu nebo při degazaci (těžba z již uzavřených hlubinných dolů).

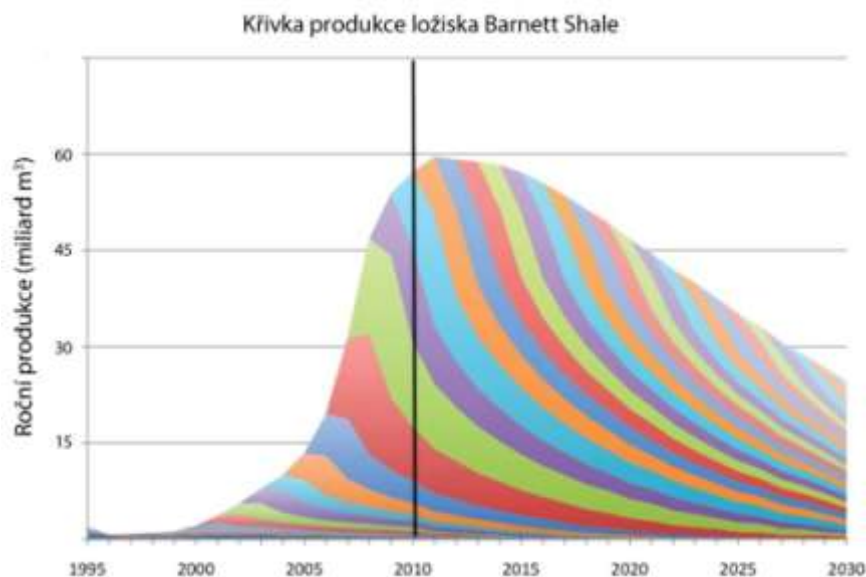
Při průzkumu NZPB v oblasti zhruba 1,5 km<sup>2</sup> je třeba průměrně odvrtat 16 vertikálních vrtů, každý umístěný na speciální vrtné základně. Alternativně se provádí 6–8 horizontální vrtů (často spíše více), které jsou všechny vrtány z jedné vrtné základny, což umožňuje redukci počtu těchto základen, četnost dopravy, náklady na jejich budování atd. Těmto vrtům předchází odvrtání testovacího vrtu včetně testu hydraulického štěpení na jednu vrstvu – úsek pro nastavení parametrů štěpení (objem vtláčené vody a chemikálií), ověření tlaků, hloubek atd. Testy jsou také obvykle zahájeny testem cementace, zapažení vrtu a jeho konstrukce. Lokalizace základen vrtů vyžaduje rovněž dobrou znalost geologie, tektoniky – obvykle na základě 2D, lépe však 3D seismického měření, která předchází konečné lokalizaci vrtu a jeho následnému vrtání.

Tento způsob těžby plynu v břidlicích, které ve většině případů představuje vrtání ve velkých hloubkách a tomu odpovídajících tlacích a teplotách, klade značné technologické a finanční nároky.

Těžba břidlicového plynu i ostatních nekonvenčních zdrojů nutně vyžaduje využívání technologie hydraulického štěpení, bez které by těžba nebyla efektivní a nevyplatila by se. Při něm se nejprve trhavinou iniciuje vznik puklin v hloubce podél horizontálních vrtů. Do těchto puklin se po několika fázích pod vysokým tlakem až 100 MPa vhání speciálně aditivovaná směs, jež je složena z 98 až 99,5 % vody a písku a dále obsahuje malá množství různých chemických přísad, jejichž složení se obvykle v průběhu štěpení obměňuje.

Přídavné chemikálie plní mnoho různých funkcí a jsou hlavním ekologickým problémem těžby. Více podrobností o složení štěpicí směsi bude zmíněno dále v textu.

Hydraulické štěpení se nedělá v celé délce vodorovné části najednou, ale po sekcích (zpravidla 8 až 12). Jednotlivé části se od sebe oddělují speciálními zátkami, které se nakonec odstraní. Hydraulické štěpení je náročný proces, pro který se používá poměrně složitá mobilní zařízení.



*Obr. 4 Odhadovaná křivka produkce ložiska břidlicového plynu (zde Barnett Shale v USA) včetně budoucí prognózy. Každá samostatná barevná oblast značí plyn vytěžený z nově otevřených vrtů v daném roce. (Zdroj : <http://energetika.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba>)*

Kapalina použitá pro hydraulické štěpení se poté odčerpá zpět do nádrží na povrchu, podle potřeby se pročistí a znovu použije nebo se vhodným způsobem ekologicky likviduje. Nakonec se osadí potřebné těžební zařízení, postaví plynovod a může se začít s čerpáním plynu.

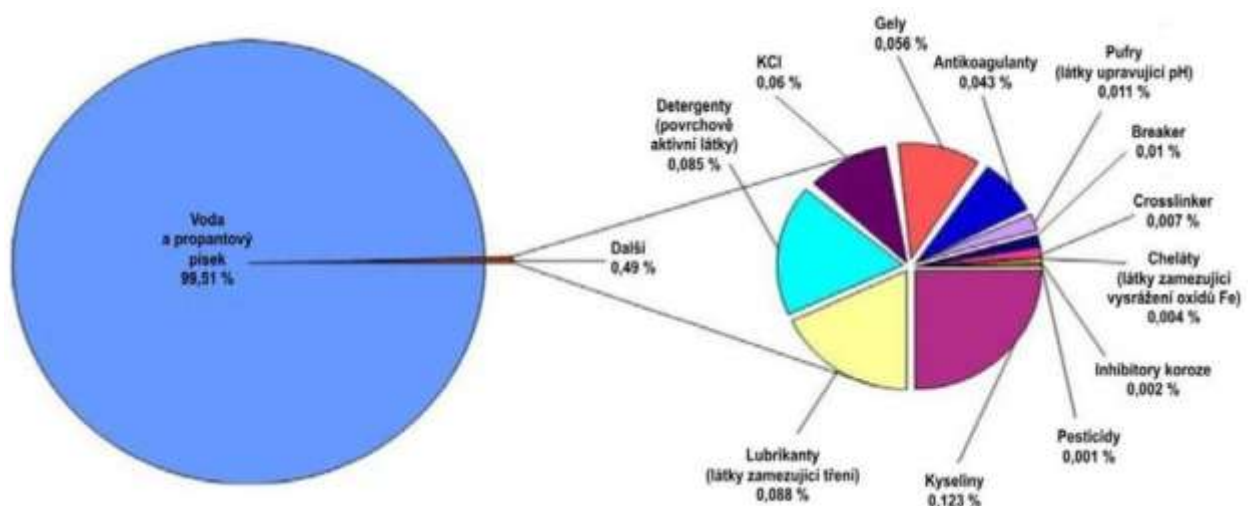
Z vrtné základny se postupně odstraní vrtná věž, většina dosud potřebného technického vybavení, odstraněny bývají i menší jámy na zpětný odtok frakční kapaliny z vrtu a na místě zůstává trvale záhlaví vrtu s ventily a nejnútnejší zařízení pro zpracování surového plynu (rafinaci), což představuje různé množství cisteren na kondenzát a různá technická zařízení, jejichž množství i velikost se místo od místa liší. Následně bývá cca polovina plochy vrtné základny rekultivována odstraněním zpevněného povrchu a zatravněním. K úplnému odstranění technického vybavení vrtu a konečné rekultivaci dojde až po skončení životnosti vrtu, která se obvykle udává v rozmezí 20–30 let.

### 2.1.5 Složení štěpicí kapaliny

K těžbě břidlicového plynu při hydraulickém štěpení je do jednotlivých vrtů zapotřebí napumpovat v průměru okolo 15 milionů litrů vody[6]. Objem použité vody se mění vrt od vrtu. Další voda je potřeba také k cementaci. Tato voda pochází většinou z přírodních nádrží, řek, jezer, ale může být také používána podzemní voda, voda ze studen, recyklovaná voda z jiného průmyslového použití. Záleží především na dostupnosti vodního zdroje a zachování životního prostředí a ochrany vodních zdrojů.

Pro přípravu štěpného roztoku je třeba dodání chemických látek o objemu v řádu minimálně desítek m<sup>3</sup> a stovky tun propanantového písku pro otevření trhlin. Po provedení hydraulického štěpení se zpět vrací 15–80 % objemu frakční vody, část chemických látek tedy zůstává trvale v podloží. Za dobu životnosti vrtu někdy dochází k opakování hydraulického štěpení (refrakování).

Chemické složení štěpicí kapaliny se určuje dle charakteru hornin na základě fyzikálních vlastností prostředí, tlaku, hloubky, teploty a vrtného zařízení atd. V procesu podpovrchového frakování za účelem uvolnění plynu se přidává do vody asi 0,5 – 1,5 % chemikálií podporujících průběh frakování. Jedná se především o látky snižující tření, látky zamezující korozi, látky likvidující mikroorganismy a další složky, např. gely a lubrikanty podporující viskozitu směsi ke snadnějšímu průtoku vody s propantem, k chlazení vrtné hlavice nebo ke kontrole tlaku ve vrtu[7].



Obr. 5 Složení štěpicí kapaliny používané k těžbě z ložiska Goldenstedt Z23 v Dolním Sasku v Německu (Zdroj : <http://energetika.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba>)

Propant je pevná látka, nejčastěji se využívá křemenný písek s přesnou zrnitostí. Je vháněn společně s vodou a chemikáliemi do vrtu, kde se dostává do puklin a kanálků. Po odčerpání kapaliny brání k opětovnému uzavření, ke kterému by došlo s poklesem tlaku. Takto zajišťuje pukliny průchodné a umožňuje plynu samovolně unikat vzhůru. Zrnitost zde hraje velkou roli. Puklina musí být dostatečně velká na to, aby jí mohla protékat plyn i ropa. Zároveň musí být jednotlivá zrna propantu dost pevná, aby udržela pukliny rozevřené. Uvádí se, že ideální průměr zrn propantu je 0,4 – 0,8 mm.

V USA bylo mezi lety 2005 až 2008 hlavními servisními olejářskými a plynařskými společnostmi použito více než 2500 chemických produktů, které obsahovaly 750 chemických látek a komponentů (US EPA, 2011). Podrobnější složení chemických aditiv používaných pro hydraulické štěpení pro jednotlivé vrty zveřejnily některé společnosti v USA až v nedávné době na internetových stránkách [www.fracfocus.org](http://www.fracfocus.org). Jinde však je stále předmětem chráněného průmyslového tajemství. Podle dat z Polského geologického institutu z roku 2011 u průzkumného vrtu v severním Polsku u obce Lebien dosahovaly chemické látky podílu 2,5 % objemu kapaliny pro hydraulické štěpení a v absolutním měřítku šlo o množství 462 m<sup>3</sup>. [8]

Zpět na povrch se vrací odpadní kapalina, která obsahuje nejen chemická aditiva dodaná před štěpením, ale i různé další chemikálie (zejména ropné látky, v některých případech i těžké kovy a radioaktivní látky), které získala v hloubce vrtu z okolního horninového prostředí.

Voda po hydraulickém štěpení s použitými chemikáliemi, propantovým pískem a dalšími vrtními substancemi je odčerpávána do přilehlých utěsněných odkališť, odkud je postupně odvážena k recyklaci v čističkách vody. Těžební firmy se někdy snaží objem této tekutiny minimalizovat odpařováním přímo z těchto nádrží. Do ovzduší tak unikají kromě vodní páry i různé těkavé látky.

V průběhu hydraulického štěpení se na povrch mohou dostat s vrtnou kapalinou také drobné úlomky hornin, představující materiál s nízkou přirozenou radioaktivitou, způsobenou především obsahem především uranu v rozmezí ppm až ppb. Se zemním plynem se na povrch dostávají radioaktivní izotopy radium 226 a 228. Pokud by tyto kapaliny zůstaly v odkalištích delší dobu, po odpaření a sedimentaci kalů, je třeba tuto radioaktivitu průběžně monitorovat.

V běžném procesu a při vrtání či těžbě jsou úrovně radioaktivity natolik nízké, že nepředstavují žádné ohrožení pro lidský život (podprahové hodnoty).

Těžební společnosti většinou nezveřejňují plné chemické složení frakovacích kapalin a bagatelizují rizika spojená s chemikáliemi, které využívají v procesu těžby. Říkají, že se jedná o běžné chemikálie využívané v domácích čistících prostředcích, kosmetice a potravinách, jejichž pozření nebo vdechnutí neohrožuje zdraví.[6]

Federální zákony ve Spojených státech nenařizují firmám zveřejňovat chemické složení frakovacích kapalin. V jedenácti státech, kde to vyhlášky nebo zákony nevyžadují, nemusí firmy zveřejňovat úplné složení. Od roku 2011 zveřejnily některé firmy složení kapalin dobrovolně na stránce FracFocus, webu, který spravují státní regulátoři. Ani tyto informace ale nejsou kompletní a v mnoha případech firmy porušují svou povinnost nahlásit používání nebezpečných chemických látek. [9]

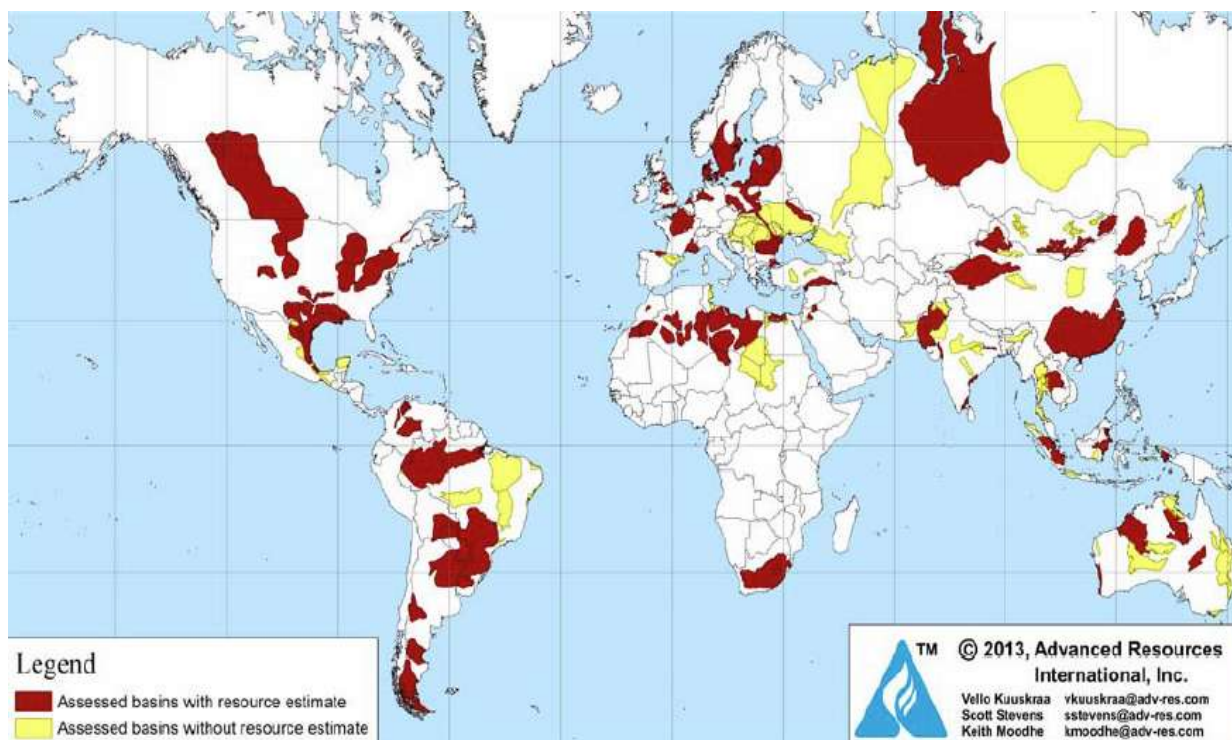
Agentura pro ochranu životního prostředí nyní vyšetřuje dopady frakování na kvalitu vody a na veřejné zdraví v návaznosti na řadu stížností a soudních žalob na snížení hodnoty nemovitostí, poškození zdraví a v jednom případě smrti 17 kusů dobytka, který se napil unikající frakovací kapaliny. Dále je v souvislosti s frakováním v USA registrováno více než 1000 stížností na kontaminaci pitné vody.[10]

I v Evropě už se při frakování odehrála celá řada nehod, včetně té v německém Söhlingenu v roce 2007, kdy byly zdroje podzemní vody znečištěny benzenem a rtutí po úniku kapalin z odpadního potrubí. Ačkoli měly úřady k dispozici oficiální informace, veřejnost se o nehodě dozvěděla až v roce 2011. Riziko utajených úniků toxinů do podzemních vod tak stále trvá. [11]

## 3 Břidlicový plyn ve světě

### 3.1 Zásoby

Společnost Advanced Resources International, Inc. v roce 2013 zmapovala všechna vytěžitelná ložiska břidličného plynu a ropy. Nacházení se na 95 pánvích a celkem 137 břidličných formacích. Největší zastoupení má USA, Čína, Argentina a další státy. [12]



Obrázek 6: Břidlicové formace ve světě, červeně označeny prozkoumané, žlutě neprozkoumané formace (zdroj : Advanced Resources International, Inc. EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment. 2013.)

Dle U.S. Energy Information Administration (US EIA 2013) by se zemní plyn mohl stát druhým nejdůležitějším zdrojem energie na světě. Předpovídá, že by se celosvětová poptávka mohla zvýšit o více než 50% mezi lety 2010 a 2035.

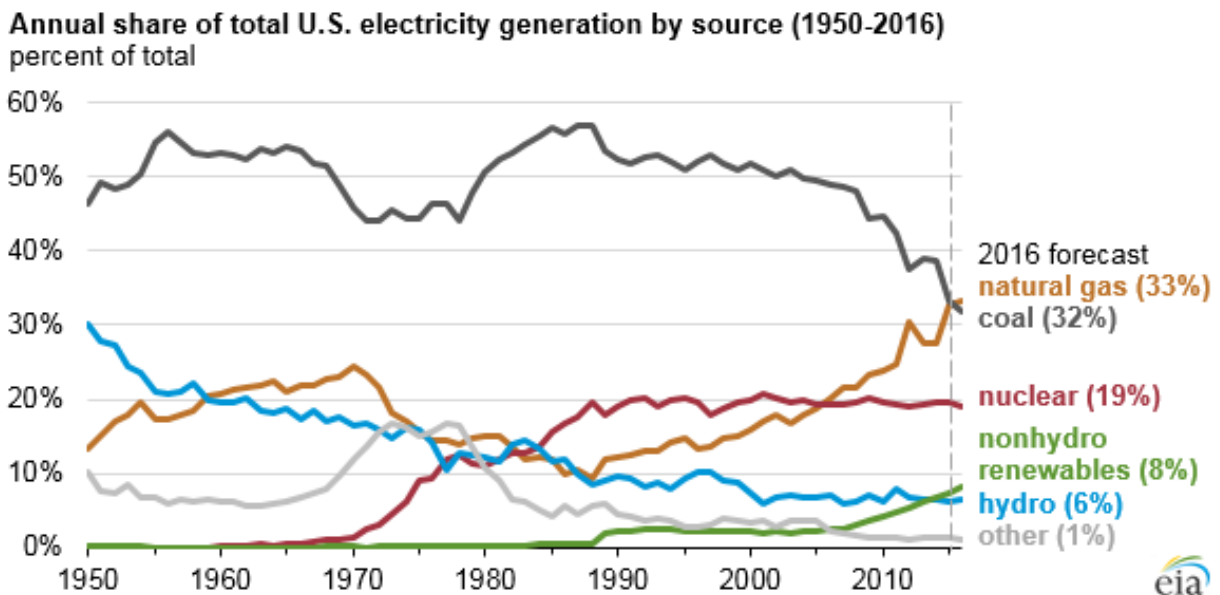
Největším producentem břidlicového plynu je v současné době USA, a tento sektor rozvíjí také Kanada a Čína. Nekonvenční plyn, včetně břidlicového, už teď tvoří více než polovinu domácí produkce plynu ve Spojených státech a v roce 2009 se USA díky břidlicovému plynu dokonce posunuly před Rusko v žebříčku největších dodavatelů plynu. Výsledkem byl pád cen plynu na globálním trhu.

EIA uvádí, že USA má zásoby vytěžitelného zemního plynu přibližně na 84 let při spotřebě z roku 2013. [13]



## 3.2 Výhody zemního plynu

Často je možné vidět srovnávání zemního plynu s uhlím jako zdroje elektrické energie. Po desetiletí bylo v USA hlavním zdrojem energie uhlí, ovšem nyní jej v prvenství nahradil zemní plyn.



*Obr. 7 : Celkový podíl zdrojů energie pro výrobu elektřiny v USA (zdroj : EIA 2016)  
Zde je dobře vidět, že v USA sestupný trend využívání uhlí jako zdroje pro výrobu elektřiny nahrazuje zemní plyn. Zastoupení ostatních zdrojů se během posledních 20 let výrazně nezměnilo.*

Je to způsobeno především nižší cenou zemního plynu, která poklesla díky těžbě břidličného plynu. Jak je vidět na obrázku (Obr. 7), elektrárny poháněné zemním plynem vyrábí 33% celkové elektrické energie v USA, zatímco zastoupení výroby uhelných elektráren stále klesá a nyní je na 32%. [14]

Dalším důvodem je potom rozdílná efektivita přeměny zdroje energie na elektřinu. Efektivita uhelných elektráren je pohybuje mezi 22 – 35%, což je způsobeno stářím technologií těchto elektráren, jež je v průměru 38 let. Paroplynové elektrárny jsou výrazně mladší, v průměru 12,5 roku a jejich efektivita se pohybuje mezi 40 – 50%, ale dle nejnovější výzkumů se hovoří dokonce o 60%ní efektivitě přeměny zdroje energie na elektřinu. [15][16]

### 3.2.1. Paroplynové elektrárny

Paroplynové elektrárny jsou založené na principu paroplynového cyklu (CCGT – combined – cycle gas turbine). Jedná se o dva oběhy spojené vzájemně spalínovým kotlem – plynový – Braytonův cyklus a termodynamický – Clausius – Rankinův cyklus. USA již hojně

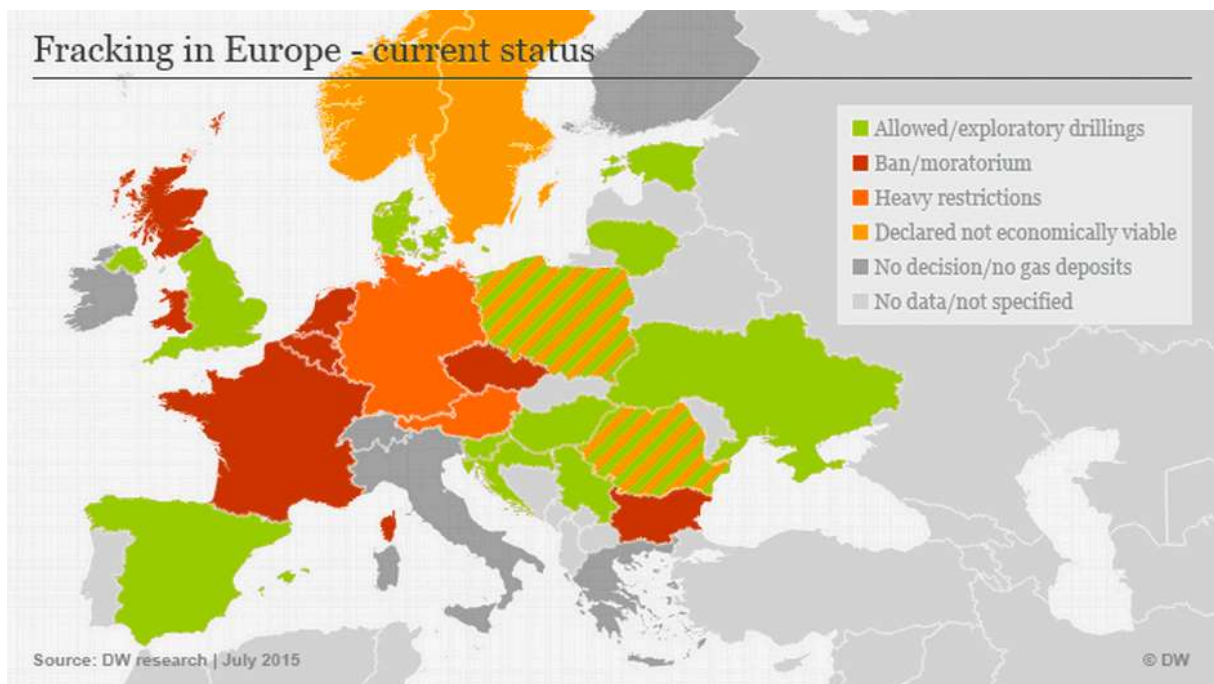
využívá těchto elektráren, které mají oproti uhelným elektrárnám výrazně nižší emise skleníkových plynů a neprodukují žádný popílek. Emise SO<sub>2</sub> mají nižší až o 70%.

Velmi důležitou roli má flexibilita paroplynových elektráren neboli schopnost uvedení do provozu během pár minut a regulace výkonu, díky čemuž může rychle stabilizovat elektrizační soustavu a reagovat na změny způsobné nestálou výrobou obnovitelných zdrojů.

Oproti ostatním zdrojům na fosilní paliva mají paroplynové elektrárny nižší investiční náklady, kratší dobu realizace a vyšší tepelnou účinnost. Doba výstavby se pohybuje v rozmezí 30 – 40 měsíců.[16][17]

Bohužel ovšem díky nízkým cenám za elektřinu se provoz paroplynových elektráren ve srovnání s uhelnými elektrárnami stává ekonomicky nevýhodným i přes svůj mnohem ekologičtější provoz. Využívají se tedy pouze jako regulační zdroje a čeká se na nárůst ceny elektřiny vlivem jejího nedostatku.

### 3.3 Těžba v Evropě



Obr. 8 : Státy Evropy a jejich postavení k hydraulickému frakování ( Zdroj: <http://www.dw.com/en/what-ever-happened-with-europes-fracking-boom/a-18589660>) Zelená představuje země, kde je frakování povoleno, oranžově velká omezení, popř. ekonomicky nerentabilní a rudě moratoria a úplné zákazy.



Zatímco USA má hojné množství zásob levného zemního plynu díky revoluci břidličného plynu, Evropská Unie je stále závislá na importu z cizích zemí. Určité státy mají značné zásoby břidličného plynu, ale ještě je třeba zjistit, jestli by těžba byla rentabilní. Většina analýz potvrzuje, že těžba v Evropě bude mnohem dražší než ve Spojených státech, což je způsobeno rozdílnou geologií, daleko větší hustotou obyvatelstva, které s těžbou nesouhlasí a zásahu do životního prostředí. Průzkum a vývoj bude trvat 5 – 15 let. V každém případě vytěžené množství plynu nezajistí Evropě soběstačnost a nezávislost, ale mohlo by snížit ceny plynu.

Zvýšená produkce břidlicového plynu v USA už takto snížila ceny plynu na trhu snížením poptávky po zkapalněném zemním plynu (LNG) . Dle analýz ovšem zůstane Rusko důležitým dovozcem zemního plynu pro Evropu.[18]

V Evropě bylo dosud uskutečněno asi 30 průzkumných vrtů, z toho dvě třetiny v Polsku. Zdroje nekonvenčního plynu se nacházejí zejména v Rakousku, Bulharsku, Dánsku, Francii, Německu, Nizozemsku, Polsku, Rumunsku, Švédsku a ve Velké Británii. Téměř polovina všech zásob je pravděpodobně v břidlicích. Přesný objem zásob nekonvenčního plynu v Evropě není znám, ačkoli IEA ho odhaduje na 35 bilionů metrů krychlových „technicky dosažitelného“ plynu. To je mnohem méně než v Severní Americe nebo Rusku. Pokud se ukáže, že tyto zásoby jsou také „ekonomicky dosažitelné“, vystačily by při současné výši spotřeby na 40 let. Náklady na těžbu ovlivňuje řada faktorů, nejen geologické podmínky.

Přípravy na těžbu nejvíce pokročily v Polsku a ve Velké Británii. Až do nedávna se uvádělo, že největší zásoby břidlicového plynu v Evropě má Polsko (29 %). Polsko dováží 70% plynu z Ruska.

Nad velikostí polských zásob se nicméně vznášejí otazníky a odhady musely být nedávno značně revidovány: místo uváděných 5 bilionů m<sup>3</sup> je to spíše 346 až 768 miliard m<sup>3</sup>. Přesnější odhady nejsou kvůli zastaralým datům možné.

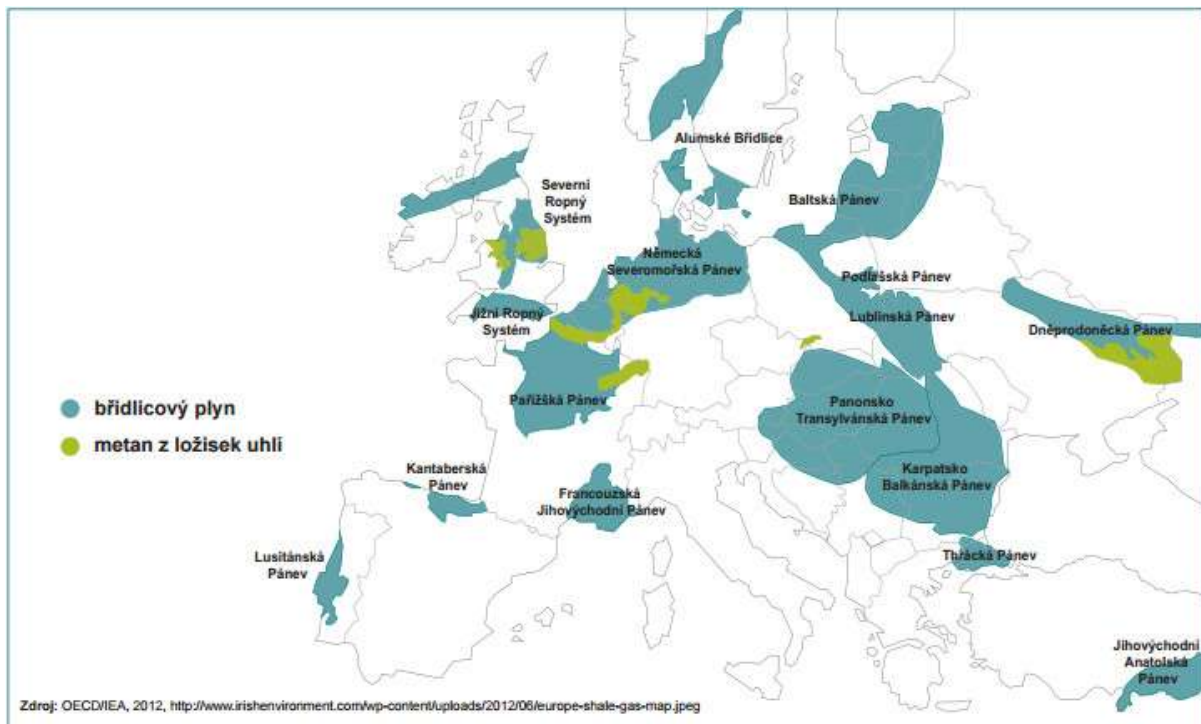
Polská vláda průzkum podporuje finančními pobídkami a vydala už přes 100 licencí. Čtvrtinu licencí získaly, poněkud překvapivě, ruské firmy. Průzkumu se účastní také americké firmy ExxonMobil, Chevron, Halliburton a další. Spolu se Chevronem se zapojila i malá firma 3 Legs Resources z ostrova Isle of Man. Polsko se chce stát jedničkou na evropském trhu s břidlicovým plynem, ale investice do jeho těžby nejspíše nepřinesou žádné podstatné výsledky v příštích 10 až 15 letech.

Ve směrnici o obnovitelných zdrojích energie se Polsko nicméně zavázalo, že do roku 2020 bude 15 % konečné spotřeby energie pokrývat obnovitelnými zdroji a do roku 2030 dokonce už celou pětinu. Světová rada pro větrnou energii odhaduje, že Polsko může do roku 2020 instalovat až 13 GW ve větrné energetice. To se však těžko stane, pokud bude země dávat peníze do břidlicového plynu.

Po přehodnocení polských zásob má zřejmě nejvíce břidlicového plynu v Evropě Francie (28 %). Je to ale také první země na evropském kontinentu, která se po rozsáhlých protestech veřejnosti rozhodla frakování zakázat.

Licence na průzkum těžby vydala francouzská vláda v březnu 2011, ale po masivních protestech byl průzkum pozastaven. Senát schválil zákaz frakování v červnu 2011. Frakování je ale stále dovoleno pro vědecké účely a nejasnosti v novém zákoně vzbuzují pochybnosti, zda průzkum, pokud se nazve jinak než frakování, přece jen není možný.

Německo má podobně jako Francie vhodné geologické podmínky pro břidlicový plyn, jeho zásoby se nalézají v šesti z 16 spolkových zemí. Odhaduje se ale, že technicky využitelné mohou být pouze 0,7 až 2,3 biliony m<sup>3</sup> plynu. Možnosti těžby plynu z břidlic a z uhelných slojí tu zkoumá mnoho velkých firem jako ExxonMobil, Gas de France (GDF Suez), RWE DEA a Wintershall. Také tady se potýkají s odporem veřejnosti.



Obr. 9 Hlavní zdroje nekonvenčního plynu v Evropě (Zdroj: [http://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/foee\\_shale\\_gas\\_report\\_czech.pdf](http://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/foee_shale_gas_report_czech.pdf))  
Z obrázku je zřejmé, že v Evropě se nachází značně rozsáhlá území obsahující nekonvenční uhlovodíky.

ExxonMobil začal s průzkumem v roce 2008 a vyvrtal šest vrtů v Dolním Sasku a Severním Porýní-Vestfálsku, celkem plánoval v letech 2010 až 2015 investovat kolem miliardy dolarů. Kvůli protestům ochránců životního prostředí ale spolková země Severní Porýní-Vestfálsko uvalila v březnu 2011 na průzkumné vrty moratorium a překazila Exxonu plány. Rozhodnutí ohledně budoucí těžby má padnout po zveřejnění odborné studie. Ta v září 2012 doporučila, aby vzhledem k možnému ohrožení životního prostředí průzkum nepokračoval do té doby, než budou probádány další souvislosti těžby.

Německé ministerstvo životního prostředí si také nechalo zpracovat studii o právních aspektech těžby břidlicového plynu, metanu z uhelných ložisek a frakování, která byla zveřejněna v dubnu 2012. Studie doporučila zakázat těžbu pomocí hydraulického štěpení v blízkosti zdrojů pitné vody a minerálních pramenů a provádět vyhodnocení vlivů na životní prostředí před zahájením nových vrtů.

Také Velká Británie má vhodné geologické podmínky pro břidlicový plyn, první pokusy o průzkum zásob ale musely být dočasně zastaveny poté, co vrtání vyvolalo v roce 2011 menší zemětřesení.

Odhady velikosti zásob plynu v Británii se značně liší – od 150 miliard m<sup>3</sup> (ekvivalent současné spotřeby plynu za půldruhého roku) až po 560 miliard m<sup>3</sup>. Největší ložiska se nacházejí v severozápadní Anglii, v pásmu od Lancashire po Humberside, dále pak v jihovýchodní Anglii, v jižním Welsu, středním Skotsku a v Severním Irsku.

Soukromá americká firma Cuadrilla Resources, jedna ze čtyř, které dostaly povolení k frakování, tvrdí, že jen v Lancashire objevila zásoby plynu o velikosti 5,6 bilionů m<sup>3</sup> (což by Británii vystačilo na 60 let). Nicméně existují pochybnosti, jaké množství půjde reálně vytěžit.

Právě průzkum firmy Cuadrilla v Lancashire zřejmě způsobil dva otřesy země a firma v květnu 2011 přerušila činnost. Zpráva britské vlády z dubna 2012 jasně popsala souvislost frakování se seismickou aktivitou, paradoxně ale dala pokračování průzkumu firmy Cuadrilla zelenou.

Cuadrilla se podílí na průzkumu zásob břidlicového plynu také ve Španělsku a Nizozemsku. Frakování se rozjíždí i ve Skotsku, kde firma Greenpark zkoumá zásoby metanu v uhelných ložiscích u Canonbie v oblasti Scottish Borders. Firma Dart Energy vrtá (horizontálně i vertikálně, ale bez použití frakování) s úmyslem těžit metan ve středním Skotsku. Tyto projekty jsou zatím ve zkušební fázi.

Průzkum břidlicových plynů probíhá také v Nizozemsku, Rakousku, Rumunsku a na Ukrajině. Plány těžebních společností v Bulharsku zastavilo v lednu 2012 moratorium na průzkum a v červnu 2012 bylo moratorium oznámeno v Dánsku, dvouletý zákaz platí také v České republice. V jižním Švédsku zkoumal zásoby břidlicového plynu ropný gigant Shell, ale kvůli geologickým podmínkám a silným protestům veřejnosti musel od plánů upustit.

### 3.4 Závislost na fosilních palivech

Spoléhat se na břidlicový plyn znamená posílit závislost státu na fosilních palivech, což vyžaduje například výstavbu nových plynových elektráren. Snižovat emise skleníkových plynů z těchto elektráren může teoreticky pomoci, protože rozdíl emisí uhelných a paroplynových elektráren je dost výrazný. Neustále se pracuje na zdokonalování a zvýšení účinnosti plynových elektráren zvaných combined-cycle gas turbine plant (CCGT), které se pomalu dostávají do popředí nejen v USA, kde již zaujímají první místo. Je to způsobeno především menším množstvím emisí vytvářených v plynových elektrárnách a díky inovacím a stáří uhelných elektráren, které mají menší efektivitu. Efektivita paroplynových elektráren se blíží k 60%. Širšímu využití plynových elektráren v Evropě a zejména v ČR brání vysoká cena plynu ve srovnání s levným uhlím. Například u Poděbrad stojí zbrusu nova plynová elektrárna, která není provozována z důvodu ceny plynu a slouží jen jako záloha při haváriích (viz nedávný výpadek jaderné elektrárny Dukovany).

## 4 Dopady těžby břidlicového plynu

Narůstající počet veřejných protestů v Evropě potvrzuje, že obavy z těžby břidlicového plynu existují. Zástupci některých firem se pokoušejí tyto obavy bagatelizovat, snahu veřejnosti vyjadřovat se k problémům životního prostředí a dalším vlivům těžby dokonce označili za přehnanou reakci. Přecejen se v Severní Americe těží od již 60 let bez výraznějších problémů, či katastrof a vzhledem k tomu, že spalováním uhlí se vytváří téměř dvojnásobné množství CO<sub>2</sub> než je tomu tak při spalování zemního plynu. Využívání zemního plynu místo uhlí povede k celkovému snížení emisí.

Uhlí při výrobě milionu Btu vytvoří v průměru 100 kg CO<sub>2</sub>

Zemní plyn při výrobě milionu Btu vytvoří v průměru cca 53 kg CO<sub>2</sub> [19]

Zvlášť důležité je zmínit, že podíl CO<sub>2</sub> na skleníkových plynech vytvořených lidskou činností USA tvořil 80,9% v roce 2014.[20]

Břidlicový plyn byl zpočátku ekology uvítán jako alternativa k uhlí, která má nízký obsah uhlíku. Postupem času se však začalo ukazovat, že tento plyn bude konkurovat také dalším obnovitelným zdrojům energie, a proto se začala zelená hnutí stavět proti plynu z břidlic.

Tato kapitola popisuje dopady břidlicového plynu na změnu klimatu i další problémy s dopady na zdraví i životní prostředí, jak je ukázaly dosavadní zkušenosti v USA i Evropě.

### 4.1 Dopady na změnu klimatu

Zastánci břidlicového plynu často tvrdí, že nabízí pozitivní přínos pro klima. Argumentují, že břidlicový plyn je vhodným typem paliva, které nám umožní přechod od fosilních paliv s vysokou uhlíkovou stopou k čistšímu energetickému mixu. Spalování plynu v elektrárnách vede k polovičním emisím oxidu uhličitého než spalování uhlí, což činí z břidlicového plynu ekologičtější palivo. Spalováním uhlí v průměru vytváříme 920 g CO<sub>2</sub>/kWh, kdežto při spalování zemního plynu se tvoří jen 400 g CO<sub>2</sub>/kWh. Je proto vhodnou změnou a dočasnou variantou ochrany klimatu. Naléhavost změny klimatu, které čelíme, je tak velká, že snížit emise z využívání uhlí o polovinu nestačí. Nedávná studie Evropské

komise, kterou vydalo Generální ředitelství pro klima, potvrdila, že uhlíková náročnost, poměr emisí skleníkových plynů k získané energii z těžby a spotřeby břidlicového plynu, je vyšší než u konvenčního zemního plynu. [21]

I přes ekonomickou krizi byly emise skleníkových plynů v roce 2010 nejvyšší v historii, koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře výrazně přesáhla hladinu 350 ppm, považovanou za nutnou pro zastavení nárůstu globální průměrné teploty na úrovni do 2 °C. Z toho vyplývají vážné důsledky pro způsob, jakým využíváme energii, neboť spotřeba energie neustále stoupá díky rozvoji a to znamená, že přechod k nízkouhlíkové ekonomice, který by závisel na plynu jako přechodovém palivu, není řešením problému. To ilustruje i Mezinárodní energetická agentura (IEA), která zjistila, že mezinárodní energetický mix s vysokým podílem zemního plynu by měl za výsledek nárůst koncentrací skleníkových plynů, kterému se snažíme zabránit.[22]

## **4.2 Dopady na investice do úspor energie a obnovitelných zdrojů**

Dopady podpory pro břidlicový plyn na sektor obnovitelných zdrojů je významným problémem, který může stát v cestě splnění klimatických cílů Evropské unie v roce 2020. Studie uvádějí, že investice do břidlicového plynu by měly negativní dopad na rozvoj obnovitelných zdrojů.

Stejně tak IEA zjistila, že dopady snižující se ceny plynu jako výsledku zvýšeného rozvoje břidlicového plynu, by mohly ohrozit vyhlídky nízkouhlíkových alternativ a vytvářet tlak na programy finanční podpory udržitelných zdrojů.

Ambiciózní cíl si stanovila skotská vláda, která chce do roku 2020 zajistit 100% potřeby elektřiny z obnovitelných zdrojů. [23]

Respektované mezinárodní instituce jako je IEA také uznávají problémy, které břidlicový plyn způsobuje ve vztahu k obnovitelným zdrojům. Nobuo Tanaka, výkonný ředitel IEA, řekl: „I když je plyn nejméně zatěžujícím fosilním palivem, je to stále fosilní palivo. Jeho zvýšené využívání by mohlo vytlačit obnovitelné zdroje bez uhlíkové zátěže. Expanze využívání plynu není zázračným řešením klimatické změny.“ To potvrdil hlavní ekonom IEA, Fatih Birol, který připustil: „Pokud by cena plynu klesala, vytvořilo by to velký

tlak na vlády, aby přehodnotily jejich existující strategie podpory obnovitelných zdrojů. Mnoho projektů obnovitelných zdrojů by mohlo být odloženo.“ [24]

Nutno ovšem podotknout, že obnovitelné zdroje z ekologického hlediska mají velkou podporu, ovšem nejčastěji zmiňované – větrná a solární energie nedokáže jako zdroj energie fungovat bez ustání. Slunce nesvítí a vítr nevaně 24 hodin denně, kdežto energie je spotřebována ustavičně. Proto tyto zdroje nemohou dokonale nahradit fosilní paliva.

## 4.3 Dopady na zdraví a životní prostředí

Těžba břidlicového plynu je spojena také s řadou problémů v oblasti dopadů na životní prostředí a zdraví. Studie EU ze srpna 2012 uvádí, že frakování přináší vysoká rizika znečištění podzemních vod, povrchových vod a ovzduší, má také negativní dopady na živé organismy a způsobuje hluk a zvýšení dopravy.

### 4.3.1 Vodní zdroje

K těžbě břidlicového plynu je třeba velkých objemů vody, což může v oblastech těžby potenciálně ohrozit její dodávky. Každá jednotlivá operace frakování vyžaduje až 15 milionů litrů vody. U jednom vrtu je přitom nutné uskutečnit až 12 operací frakování. Vysoká spotřeba vody je problémem zejména v oblastech, kde se jí už v současnosti nedostává nebo tam, kde může nastat nedostatek vody v budoucnosti díky změnám klimatu. Ze zkušeností USA lze ale říci, že to zdroje vody nijak zvláště neovlivní.

### 4.3.2 Znečištění vody

Trhliny se šíří vždy cestou nejmenšího odporu. Nelze je nijak ovládat. V procesu frakování je využívána řada toxických chemikálií, jejich množství a množství vhněné vody závisí na propustnosti hornin. Podle odhadů frakovacího průmyslu obsahuje vhněná kapalina typicky 98 – 99,5 % vody a 0,5 – 2 % dalších chemických složek.

Protože běžný vrt pro břidlicový plyn spotřebuje až 15 milionů litrů vody pro jedno frakovací ložisko. Objem chemikálií i u jediného vrtu je vysoký, ale v porovnání s celkovým množstvím vody i přesto zanedbatelný. Detaily složení a množství frakovací kapaliny jsou přitom často tajemstvím těžařů.



Riziko úniku těchto chemikálií do povrchových vod během frakování přináší zejména:

- úniky kalů z těžby, při zpětném toku, úniky ze skladovacích nádrží nebo při dopravě;
- netěsnosti nebo nehody způsobené neprofesionálními postupy nebo použitím starého vybavení;
- úniky z nedostatečného betonového těsnění vrtů
- podzemní úniky skrz přirozené i uměle vytvořené trhliny. Většina kapalin, využitých pro frakování (až 80 %) zůstává v podzemí a studie ukazují, že se mohou během několika málo let dostat až do přírodních zdrojů pitné vody, akviferů a pramenů. Většinou ovšem podzemní voda a akvifery bývají odděleny několika kilometry hornin od místa horizontálního vrtu.

Riziko znečištění přináší také proces čištění kapalin, které se vrací při zpětném toku. Čištění je nedokonalé a nedostatečné a nedokáže plně ošetřit ohromná množství vody obsahující toxické látky, těžké kovy a radioaktivní složky. Legislativa většiny států USA vyžaduje ukládat odpadní vodu do podzemních úložišť.

#### *Co víme o chemickém složení frakovacích kapalin?*

Těžební společnosti většinou bagatelizují rizika spojená s chemikáliemi, které využívají v procesu těžby. Tvrdí, že se jedná o běžné chemikálie využívané v domácích čistících prostředcích, kosmetice a potravinách, jejichž požití nebo vdechnutí neohrožuje zdraví. Pokud tomu tak skutečně je, je překvapující, že tyto firmy nezveřejňují plné chemické složení frakovacích kapalin. Ve většině případů se ale jedná o složky gelů (crosslink), především soli upravující měrnou hmotnost štěpících kapalin, povrchově aktivní látky, látky omezující tření (lubrikanty), anti-filtrační přísady, látky zajišťující biologickou stabilitu kapaliny (biocidy), látky upravující pH (pufry), anikolaguanty, emulgátory, inhibitory koroze a látky zamezující vysrážení chloridu Fe. Často se také přidávají kyseliny a kapaliny bránící bobtnání jílu. Obsah těchto příměsí se pohybuje do 1% celkového objemu štěpící kapaliny.

Chemické látky se tak staly žhavým tématem a jedním z hlavních argumentů proti hydraulickému štěpení, tvoří v současné praxi a při štěpení vodou cca 0,5% celkového objemu, což při objemu 10 milionu litrů představuje asi 50,000 litrů chemických látek, tedy přibližně 50 tun. Každá společnost používá jiné složení, ale zhruba jedna polovina těchto chemických látek je zdraví škodlivá a druhá polovina neškodná. Velmi rozumným požadavkem je tedy zveřejnění seznamu všech chemických přísad a jejich koncentrací od

těžařů jak je uzákoněno v USA zákonem. Ještě přísnějším, ale stále možným požadavkem by mohlo být nepoužívání některých zdraví škodlivých přísad v injektážích úplně. [25]

V jedenácti státech, kde to vyhlášky nebo zákony vyžadují, nemusí firmy zveřejňovat úplné složení. Od roku 2011 zveřejnily některé firmy složení kapalin dobrovolně na stránce FracFocus, webu, který spravují státní regulátoři. [25]

Ani tyto informace ale nejsou kompletní a v mnoha případech firmy porušují svou povinnost nahlásit používání nebezpečných chemických látek.

Agentura pro ochranu životního prostředí nyní vyšetřuje dopady frakování na kvalitu vody a na veřejné zdraví v návaznosti na řadu stížností a soudních žalob na snížení hodnoty nemovitostí, poškození zdraví a v jednom případě smrti 17 kusů dobytka, který se napil unikající frakovací kapalinou. Dále je v souvislosti s frakováním v USA registrováno více než 1000 stížností na kontaminaci pitné vody. [10]

I v Evropě už se při frakování odehrála celá řada nehod, včetně té v německém Söhlingenu v roce 2007, kdy byly zdroje podzemní vody znečištěny benzenem a rtutí po úniku kapalin z odpadního potrubí. Ačkoli měly úřady k dispozici oficiální informace, veřejnost se o nehodě dozvěděla až v roce 2011. Některé firmy prohlašují, že spotřebu vody by mohlo snížit vylepšení technologií při použití gelů a pěn. Tyto technologie jsou nicméně stále ve fázi testů a technologie těžby bude zřejmě nadále využívat toxické chemikálie. [11]

Data nasbíraná mezi roky 2010 a 2012 ukazují, že vrty v Pensylvánii vykazují nedostatky ve struktuře vrtů z 6-7%, což může způsobovat unikání metanu a vést k lokální kontaminaci. [26]

## 4.4 Kontaminace půdy

Proces vrtání a frakování má také vážné dopady na krajinu a znečištění může ovlivnit půdu a podloží jako důsledek:

- využití chemikálií, které mohou v podloží reagovat s přírodními nebezpečnými látkami
- znečištění zpětné vody přirozeně radioaktivními materiály a těžkými kovy, které se pak ukládají na povrchu

Stejně jako v jakémkoli procesu těžby může znečištění vzniknout také mnoha jinými způsoby, například při požáru nádrží a techniky na vrtech, explozích vrtů, dopravních nehodách, únicích metanu, zemního plynu a dalších chemických látek.

Kvůli velkému množství vrtů potřebných pro frakování zasahuje těžba celé velké oblasti. U každého vrtu je několik pump, odkalovacích nádrží s frakovací kapalinou vytlačenou zpět z vrtu, skladovací nádrže a kompresorové stanice. To vše má výrazný vizuální vliv na krajinu, vytváří hluk a může mít další dopady na místní obyvatele, zemědělce, přírodní prostředí a živé organismy. Proto se objevuje spousta protestů proti hydraulickému frakování. Existují ale i případy, kdy břidličný plyn z lidí udělal milionáře. Společnosti jsou ochotny majitelům pozemků zaplatit, aby u nich mohli těžit.

## 4.5 Dopady na obyvatelstvo

Vysoká hustota zalidnění v Evropě a pravděpodobná blízkost břidlicových vrtů k obydleným oblastem představují hrozbu pro životní prostředí, zdraví i bezpečnost. Ve Spojených státech, kde je hustota obyvatelstva v některých oblastech velmi nízká, nehrají často tyto hrozby žádnou roli, v zemi jako Nizozemí s 402 obyvateli na km<sup>2</sup> mohou být problémy mnohem vážnější [27].

V USA se také vyskytly obavy ze sociálních a ekonomických dopadů frakování na obce, které jsou vystaveny cyklu náhlého růstu a poté rychlého úpadku místní ekonomiky. Vybudování nového vrtu a navazující aktivity podpoří růst místní ekonomiky, s příchodem velkého počtu migrujících pracovníků do malých obcí ale vzniká také řada problémů. Nárůst počtu pracovních míst rychle skončí, vrt je brzy vytěžen, dělníci odcházejí a s ekonomická bublina splaskává. Zaměstnanci v tomto odvětví, většinou migrující dělníci se zkušenostmi z těžby břidlicového plynu „se přesouvají od jednoho nového vrtu k dalšímu, jak počet vrtů dále narůstá.“

## 4.6 Znečištění ovzduší

Důkazy o znečištění ovzduší vlivem technologie frakování pochází z USA. V oblastech těžby břidlicového plynu lze nalézt „zvýšené koncentrace“ benzenu a jiných potenciálně toxických uhlovodíků včetně ethylbenzenu, toluenu a xylenu. Ty mohou způsobovat podráždění očí, bolesti hlavy, dýchací potíže a vyšší riziko rakoviny.

Znečištění ovzduší je důsledkem zejména:

- spalování plynu z vrtů
- úniků z kompresorových stanic, kde je plyn stlačován pro dopravu v plynovodech
- výparů frakovacích chemikálií (ať už před, během nebo po jejich vhnění do vrtu, včetně výparů z odpadních vod)
- vypařování a těkavosti chemických látek, které se přirozeně vyskytují v horninovém podloží.

Agentura pro ochranu životního prostředí (EPA) vydala v dubnu 2012 novou legislativu, která omezuje znečišťování ovzduší z těžby ropy a plynu, včetně břidlicového, kvůli lobování zástupců těžebního průmyslu ale legislativa vstoupí v platnost až v roce 2015.

Znečištění ovzduší v Evropě je už v současnosti závažným problémem a neustále se řeší. Únik metanu je velmi závažnou hrozbou, jelikož se jedná o skleníkový plyn, jenž působí 25ti násobnou silou proti CO<sub>2</sub> a výrazně tak přispívá k oteplování Země.

- Únik metanu Kalifornie, Porter Ranch – únik začal 23.10.2015 a bylo evakuováno na 2000 domovů, uniklo obrovské množství metanu z podzemní zásobárny, do které proudí plyn ze 115 vrtů. Hovoří se o největším úniku plynu v historii USA.[28][29]

## 4.7 Zemětřesení a vibrace

V souvislosti s frakováním byla zaznamenána zvýšená seismická aktivita včetně menších zemětřesení. Otřesy jsou způsobeny zřejmě samotným procesem frakování nebo vháněním odpadní vody do vrtů. Veřejnost na řadě míst vyjadřuje obavy ze zemětřesení a upozorňuje na bezpečnostní rizika pro místní obyvatele i infrastrukturu.

Další příčinou seismické aktivity je znečištění podzemních vod, které svým chemickým působením otevírá nové trhliny v horninách.

Spojené státy registrují od roku 2008 čtyřnásobný nárůst počtu zemětřesení o síle 3 nebo více stupňů RichtEROVY stupnice v centrální oblasti země. Podle Úřadu pro přírodní zdroje v Ohiu jsou tato zemětřesení „téměř určitě“ způsobena využíváním podzemních prostor vrtů k ukládání odpadních vod z frakování. Odpadní voda působí v trhlínách hornin jako lubrikant, který usnadňuje jejich pohyby. Společnost Cuadrilla Resources, těžící frakovací metodou v Preese Hall ve Velké Británii, musela po dvou zemětřeseních o síle 1,5 a 2,3 stupňů zastavit v dubnu a květnu 2011 těžbu. Experti, kteří zemětřesení zkoumali, tvrdí, že bylo způsobeno procesem frakování. Nezávislá vědecká zpráva, kterou zadala britská vláda, potvrdila, že „zemětřesení bylo způsobeno přímým vháněním kapaliny“ během procesu frakování a došla k závěru, že „nelze zcela vyloučit možnost dalších otřesů“. I přesto autoři studie tvrdí, že při důsledné kontrole a regulaci může provozovatel vrtu pokračovat ve svých aktivitách. Podcenili tak jasná rizika, která mohla proběhlá zemětřesení způsobit - deformace těsnění a porušení integrity vrtů pravděpodobně povedou k únikům chemikálií z vrtu.[29]

## 5 Břidlicový plyn v Evropě

V Evropě jsou za energetiku zodpovědné jednotlivé členské státy a stejně jako v USA vidíme i zde různé přístupy, od plného zákazu v Bulharsku a ve Francii přes regionální moratoria v Německu až k silné podpoře břidlicového plynu v Polsku a na Ukrajině.

Opatrný postup zvolili v Dánsku, Rumunsku a v České republice, kde připravují legislativu limitující těžbu. V Nizozemí se vláda rozhodla počátek těžby odložit do doby, kdy budou známa všechna ekologická rizika. V Rakousku odložila ropná a plynová společnost OMW svůj plán těžby břidlicového plynu a vyčkává na komplexní studii o vlivu na životní prostředí od rakouské Federální agentury pro životní prostředí.

Na úrovni Evropské unie v současnosti neexistuje žádná legislativní úprava pro průzkum nebo těžbu nekonvenčních zdrojů plynu.

Těžba břidlicového plynu v EU nicméně spadá pod obecné evropské dohody a směrnice, včetně Smlouvy o EU (článek 191, Smlouva o fungování Evropské unie), která stanoví, že princip předběžné opatrnosti je klíčovým prvkem environmentální legislativy unie, spolu s principem znečišťovatel platí. Na těžbu břidlicového plynu se také vztahuje existující právní úprava a povolovací procesy hornictví a těžby uhlovodíků. Vztahuje se na ní také řada evropských směrnic, například Rámcová směrnice o vodě, Směrnice o posuzování dopadů na životní prostředí, Směrnice o odpadech z těžby a Regulační rámec pronakládání s chemickými látkami REACH. Tyto směrnice sice mají vliv na břidlicový průmysl, ne vždy ale berou v potaz specifické dopady frakování, jak nedávno potvrdilo i Generální ředitelství pro životní prostředí (viz níže).

V EU je proto nutné se blíže podívat, jak může stávající evropská legislativa na ochranu životního prostředí a v dalších oblastech regulovat také těžbu břidlicového plynu.

Zkušenost ukazuje, že aktivity spojené s břidlicovým plynem mohou způsobit závažné přeshraniční ekologické problémy, které nelze řešit v rámci nekonzistentní a potenciálně konfliktní legislativy na národní úrovni. Evropská komise nemá pravomoc plošně zakázat těžbu břidlicového plynu v unii, je ale její povinností vést legislativní proces a zajistit, že bude řádně uplatněn princip předběžné opatrnosti. Je nutné vyvarovat se amerického příkladu (vytvářet legislativu až poté, co se vyskytnou první ekologické problémy) a zajistit, aby v

každé evropské zemi platily adekvátní a konzistentní standardy regulace, prevence a monitorování těchto rizikových aktivit.

## 6 Aktuální vývoj břidlicového plynu v ČR

Česká republika spotřebuje cca 7,28 miliard metrů krychlových (bcm) zemního plynu ročně, což představuje 16 % TPES (spotřeba primárních energetických zdrojů). Velikost domácí konvenční produkce je zanedbatelná, na spotřebě se podílí zhruba 2 %, zbývajících 98 % je importováno. 78 % importu pochází z Ruska na základě kontraktu platného do roku 2035, zbývajících část je importováno z Norska (kontrakt do roku 2017).[30]

Domácí zásoby a těžba vypadají následovně: k roku 2010 je evidováno celkem 94 ložisek zemního plynu; těžných je 52 ložisek. Celkové zásoby činí 28,9 milionů m<sup>3</sup>, z toho bilanční zásoby činí 8,4 milionů m<sup>3</sup>. Většinu vytěžitelných zásob, téměř 88 %, tvoří zásoby uhelného metanu, který se získává těžbou z již uzavřených hlubinných dolů.

Na celkové produkci se zemní plyn získávaný tímto způsobem podílí téměř 23 %. Uhelne sloje jsou soustředěny v hornoslezské pánvi, odkud je plyn z jednotlivých lokalit pomocí více než 100 km dlouhé sítě plynovodů dodáván ke spotřebě místním odběratelům jako např. Mittal Steel. Program rozvoje zásob uhelného metanu byl zahájen v roce 1993 a ukončen v roce 2000. Během tohoto období bylo na ploše 800 km<sup>2</sup> provedeno 24 průzkumných vrtů v hloubkách mezi 300 až 1 460 m pod povrchem. Minimální prognózní zásoby uhelného metanu v pánvi činí více než 100 milionů m<sup>3</sup>. [31]



## 6.1 Průzkum ložisek břidlicového plynu čelí odporu veřejnosti

Vzhledem k rané fázi výzkumu a absenci přesnějších dat zatím není možné odhadovat celkové ani výtěžitelné zásoby. Na území ČR o průzkumné licence dosud požádaly společnosti BasGas Energia Czech s.r.o. a Cuadrilla Morava s.r.o., pobočky britských společností Hutton Energy a Cuadrilla Resource Holdings Ltd. Hutton Energy byla založena v červnu 2011 za účelem akvizice australské firmy BasGas Pty Ltd. of Australia, přičemž mateřská společnost byla přesunuta do Londýna.

Pokud jde o potenciální ložiska plynonosných břidlic, dosud bylo požádáno o tři průzkumné licence; všechny žádosti jsou stále ve fázi řízení. V případě firmy Basgas se jedná o průzkumná území „Trutnovsko“ o rozloze 777 km<sup>2</sup> (oblast Trutnovska, Náchodska a Broumovska) a „Berounka“ o rozloze 946 km<sup>2</sup>. Žádosti byly podány v lednu 2011. V případě firmy Cuadrilla se jedná o lokalitu mezi Přerovem, Vsetínem a Kopřivnicí (průzkumné území „Meziříčí“); žádost byla podána v září 2010. V případě území „Trutnovsko“ a „Meziříčí“ byla 9. prosince 2011 vydána kladná rozhodnutí MŽP; v případě území „Berounka“ rozhodnutí vydáno dosud nebylo.

Proti oběma rozhodnutím („Trutnovsko“ a „Meziříčí“) byly podány rozklady ze strany obcí, které nesouhlasily se stanovením průzkumného území. Svolány byly rovněž protesty; mj. v Náchodě, Broumově, Teplicích nad Metují, Adršpachu a Meziměstí. Odmítavé stanovisko zaujala také berounská radnice. Představitelé místních samospráv a obyvatelé se obávají především kontaminace spodních vod, znehodnocení krajiny a poškození turistiky. Negativní postoj zaujali rovněž představitelé krajských samospráv.

Průzkumné práce odmítá také správa dotčených CHKO (Polická pánev) a řada nevládních organizací a občanských sdružení, která v lednu 2012 utvořila zastřešující občanské sdružení koalice STOP HF, které sbírá podpisy k petici za zákaz užití hydraulického štěpení na území ČR a připravuje také petici pro Evropský parlament pro zákaz hydraulického štěpení v EU. K 14. říjnu petici podepsalo přes třicet tisíc signatářů. Zmiňovány jsou také další standardně uváděné námitky proti těžbě prostřednictvím metody hydraulického štěpení (spotřeba vody, seizmické otřesy, zvýšená doprava apod.). Mezi členy vědecké rady STOP HF jsou převážně odborníci v oblasti geologie a spřízněných disciplín.

Jednoznačně odmítavé stanovisko vůči průzkumným aktivitám, tentokrát na území „Berounka“, vydalo také dvacet dva vědeckých pracovníků upozornujících především na specifickou geologickou strukturu území, která „vylučuje úspěšné použití metody tzv. hydraulického štěpení“.



Obr. 7 Ložiska břidlicového plynu v ČR (Zdroj :

<http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1198542-stat-povolil-pruzkum-bridlicovych-lozisek-obce-se-bouri>)

## 6.2 Příprava moratoria i návrh zákona o zákazu hydraulického štěpení hornin

4. května 2012 ministerstvo oznámilo, že připravuje návrh moratoria na průzkum břidlicového plynu. Ministerstvo jej odůvodňuje nedokonalostí a zákonů o EIA a zejména horního zákona (44/1988) a zákona o geologických pracích (62/1988), kvůli jejichž zastaralosti by ČR mohla v budoucnu čelit arbitrážím. Kromě toho ministerstvo zmiňuje i nutnost „zohlednit základní veřejný zájem, kterým je ochrana zdrojů pitné vody, a také přírody a krajiny.“

3. září 2012 bylo moratorium (návrh usnesení vlády) odesláno do mezirezortního připomínkového řízení, vláda se jím původně měla zabývat v průběhu října 2012, avšak k předložení moratoria ze strany MŽP a projednání dosud nedošlo.

I tak je nicméně bráno jako neformálně platné, v současné době nejsou evidovány žádné další žádosti o průzkumné licence. Jako hlavní důvody potřeby pozastavení stanovování průzkumného území ministerstvo uvádí „technologickou podobnost průzkumu a těžby, vysokou spotřebu vody na vrt, riziko znečištění podzemních vod při technologické nekázni či havárii a znehodnocení krajinného rázu a zhoršení kvality ovzduší“. Moratorium předpokládá zastavení povolování nových průzkumů ložisek břidlicového plynu. Paralelně s moratoriem Ministerstva životního prostředí ČR je ve hře i návrh zákona senátora Petra Pakosty a dalších, kterým se zakazuje hydraulické štěpení hornin.

Návrh definuje hydraulické štěpení následovně: Metodami hydraulického štěpení hornin se rozumějí veškeré technické metody spočívající v zavedení štěpící kapaliny pod tlakem vyšším než 1 MPa pod zemský povrch za účelem štěpení hornin, a to obvykle za pomoci vertikálních a na ně navazujících horizontálních nebo jiných vrtů zasahujících pod úroveň kulturní vrstvy půdy, a to včetně metod obecně nazývaných technologie hydraulického rázu a technologie hydraulické destrukce, popř. jiné podobné technické metody obecně považované za metody hydraulického štěpení hornin a odporující účelu tohoto zákona.

Štěpící kapalinou se rozumí jakákoli směs vody nebo jiných účinných kapalných látek nebo gelů s jinými chemickými látkami, zejména písky nebo jinými mechanickými nebo organickými plnivy. (§ 3, odst. 1,2 návrhu senátního návrhu zákona 364/8).

V takovém znění zákon nicméně neovlivní pouze případnou těžbu břidlicového plynu, s níž Česká republika nemá zkušenosti, ale výrazně zasáhne i do fungování současného konvenčního ropného průmyslu.

Různé formy hydraulického štěpení se zde využívají již od 60. let - například při konstrukci podzemních zásobníků zemního plynu, či prakticky u všech konvenčních vrtů pro dosahování vyšší výtěžnosti.

## 7 Závěr

Jak nedávno prokázala Evropská komise, frakování je činnost s vysokou uhlíkovou náročností a s velkými riziky pro lidské zdraví a životní prostředí. Důkazy, potvrzené i přímo zainteresovaným průmyslem, ukazují, že proces těžby provázají nehody, které vážně ohrožují životní prostředí a zdroje vody.

Samozřejmě se nejedná o revoluci, ale domnívám se, že i přes všechny negativa je to krok kupředu. Jak je zmíněno v práci, zemní plyn má výrazně nižší emise než uhlí. Přechod na obnovitelné zdroje se zdá jako úžasný plán, ale má též své nedostatky. I při stavbě vodních elektráren, větrných turbín a dalších generátorů energie z obnovitelných zdrojů dochází k devastaci ekosystémů a ničení přírody. Dále je třeba zopakovat, že vítr nefouká bez přestání, slunce nesvítí 24 hodin denně všude a vody je občas také málo, tudíž je potřeba vyplnit tyto mezery, kdy nám obnovitelné zdroje nedokáží poskytnout dostatek energie, protože energie je spotřebována neustále. Přesně k tomu nám může posloužit zemní plyn.

Technologie se neustále posouvá vpřed a věřím, že nehody doprovázející hydraulické frakování se daří eliminovat podobně jako se daří zdokonalovat technologie při přeměně energie z obnovitelných zdrojů. Efektivita zde hraje zásadní roli. Snad se brzy dočkáme toho, že se využívání uhlí dostane do pozadí a upřednostní se ekologická řešení před ekonomickými. Jak je vidět, platí zde nepřímá úměra – ekologická řešení jsou drahá a levná řešení naopak neekologická.

# Seznam použité literatury

[1] **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 30 (2014) 1–28

Natural gas from shale formation – The evolution, evidences and challenges of shale gas revolution in United States Dostupné na WWW : [www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)

[2] **European parliament Policy department** : *Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health, ISO 690 a ISO 690-2 citace* [online] 2011 Dostupné z WWW:

<http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201107/20110715ATT24183/20110715ATT24183EN.pdf>

[3] **Nicholson, B., R.**, *An introduction to shale gas and hydraulic fracturing* 2015 [online] Dostupné z WWW: <http://www.nortonrosefulbright.com/knowledge/publications/129578/an-introduction-to-shale-gas-and-hydraulic-fracturing>

[4] **BUCHTA, T.** . *Břidlicový plyn – těžba ISO 690 a ISO 690-2 citace* [online]. [cit. 2016-05-02] Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-plynem/12610-bridlicovy-plyn-tezba>

[5] **Clark, C., Burnham, A., Harto, C., Horner, R.** *Hydraulic fracturing and shale gas production : Technology, Impacts, and Regulations* 2013

Dostupné z : [http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/anl\\_hydraulic\\_fracturing.pdf](http://www.afdc.energy.gov/uploads/publication/anl_hydraulic_fracturing.pdf)

[6] **PETROL. EXPLOR. DEVELOP.**, 2015, 42(6): 876–883. *Environmental impacts of hydraulic fracturing in shale gas development in the United States*

[7] *Fracking and water consumption* [online] 2015

zdroj: [http://www.sourcewatch.org/index.php/Fracking\\_and\\_water\\_consumption](http://www.sourcewatch.org/index.php/Fracking_and_water_consumption)

[8] **MUDr. Jiří Maštálka** *Shale gas – Energy hope or dirty business?* PDF 2013 zdroj WWW : <http://stophf.cz/wp-content/uploads/2013/08/SHALE-GAS-Energy-hope-or-dirty-business.pdf>

[9] **FracFocus.org** [online] 2016 *Hydraulic Fracturing : The Process* Dostupné z : <https://fracfocus.org/hydraulic-fracturing-how-it-works/hydraulic-fracturing-process>

- [10] **Bamberger, M., Oswald, R. E.**, Impacts of drilling on human and animal health NEW SOLUTIONS, Vol. 22(1) 51-77, 2012 zdroj WWW : [http://psehealthyenergy.org/data/Bamberger\\_Oswald\\_NS22\\_in\\_press.pdf](http://psehealthyenergy.org/data/Bamberger_Oswald_NS22_in_press.pdf)
- [11] **Matthias Altmann** *Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health* 2011
- [12] **Advanced Resources International, Inc.** *EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment*. 2013.
- [13] **EIA.** *How much natural gas does the United States have, and how long will it last?* 2015 [online] zdroj na WWW : <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=58&t=8>
- [14] **EIA.** *Natural gas expected to surpass coal in mix of fuel used od U.S. power generation in 2016* zdroj na WWW : <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=25392#>
- [15] **IEA. Macmillan, Antonyuk, Schwind,** *Gas to coal competition in U.S. Power sector* 2013
- [16] **Power Engineering International** *CCGT: Breaking the 60 per cent efficiency barrier* 2010 [online] zdroj WWW : <http://www.powerengineeringint.com/articles/print/volume-18/issue-3/features/ccgt-breaking-the-60-per-cent-efficiency-barrier.html>
- [17] **David Vobořil,** *Paroplynová elektrárna – princip funkce* 2015 [online] zdroj na WWW : <http://oenergetice.cz/typy-elektren/paroplynova-elektarna-princip-funkce/>
- [18] **European Parliament** *Shale gas and EU energy security* 2014 [online] zdroj WWW: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2014/542167/EPRS\\_BRI\(2014\)542167\\_REV1\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2014/542167/EPRS_BRI(2014)542167_REV1_EN.pdf)
- [19] **EIA 2016** *Carbon Dioxide Emission Coefficients* [online] zdroj WWW : [https://www.eia.gov/environment/emissions/co2\\_vol\\_mass.cfm](https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.cfm)
- [20] **EIA 2013** *What are the greenhouse gases and how do they affect the climate?* [online] zdroj WWW: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=81&t=11>
- [21] **IEA 2015** *CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion : Highlights*



- [22] **McKay, Stone, Department of Energy and Climate Change** *Potential Greenhouse Gas Emissions Associated with Shale Gas Extraction and Use* 2013
- [23] **Community Power** *Renewable energy Great Britain* [online] zdroj WWW:  
<http://www.communitypower.eu/cz/uk-cz.html>
- [24] **Euractiv.com Arthur Nelsen** *Shale gas strategy “not the optimum path”*: Fatih Birol 2012 [online] zdroj na WWW : <http://www.euractiv.com/section/energy/news/shale-gas-strategy-not-the-optimum-path-fatih-birol/>
- [23] **Benada, Dvořáková, Eisner a spol.** *Břidlicový plyn : Energetická revoluce?* 2012
- [25] **FracFocus.org** [online] 2016 *Chemical use in hydraulic fracturing* Dostupné z :  
<https://fracfocus.org/chemical-use/what-chemicals-are-used>
- [26] **Elizabeth Ridlington** *Fracking by the Numbers : Key Impacts of Dirty Drilling at the State and National Level* 2013
- [27] **Zeměpis.com** [online] 2016 *Státy podle hustoty zalidnění* zdroj WWW :  
<http://www.zemepis.com/hu.php>
- [28] **BBC News, Matt Grath,** *California methane leak “Largest in US history”* [online] 2016 Zdroj WWW : <http://www.bbc.com/news/science-environment-35659947>
- [29] **LiveScience, Tia Ghose,** *5 Facts to Know about the California Methane Leak* [online] 2015 zdroj WWW : <http://www.scientificamerican.com/article/5-facts-to-know-about-the-california-methane-leak/>
- [29] **Government UK** *Press Hall Shale Gas Fracturing* 2012 zdroj:  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/15745/5075-preese-hall-shale-gas-fracturing-review.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/15745/5075-preese-hall-shale-gas-fracturing-review.pdf)
- [30] **Spotřeba zemního plynu v ČR** [online] zdroj : <http://energetika.tzb-info.cz/117372-svaz-letosni-spotreba-plynu-v-cr-by-se-mohla-vratit-k-8-mld-m3>
- [31] **Těžba ropy a zemního plynu v České republice - historie a současnost** [online] zdroj : <http://oenergetice.cz/ropa/tezba-ropy-a-zemniho-plynu-v-ceske-republice-historie-a-soucasnost/>



## Seznam obrázků

- Obr. 1 Zjednodušené schematické znázornění typů zemního plynu dle druhu naleziště
- Obr. 2 Zjednodušené schematické znázornění procesu hydraulického štěpění (frakování) při těžbě břidlicového plynu
- Obr. 3 Vrtná základna s vrtnou věží, Marcellus Shale, USA
- Obr. 4 Odhadovaná křivka produkce ložiska břidlicového plynu (zde Barnett Shale v USA) včetně budoucí prognózy
- Obr. 5 Složení štěpicí kapaliny používané k těžbě z ložiska Goldenstedt Z23 v Dolním Sasku v Německu
- Obr. 6 Břidlicové formace ve světě
- Obr. 7 Celkový podíl zdrojů energie pro výrobu elektřiny v USA
- Obr. 8 Státy Evropy a jejich postavení k hydraulickému frakování
- Obr. 9 Hlavní zdroje nekonvenčního plynu v Evropě
- Obr. 10 Ložiska břidlicového plynu v ČR