

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA GEOENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD



Vliv břidlicových vrtů na životní prostředí v ČR

Bakalářská práce

Autor: Daniel Fanta

Vedoucí bakalářské práce: prof. RNDr. Jiří Frýda, Dr.

2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Jiřího Frýdy, Dr., a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, 6. dubna 2015

.....

Daniel Fanta

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. RNDr. Jiřímu Frýdovi, Dr. za poskytnutí odborných rad, věcné připomínky, ochotu a vstřícný přístup během zpracování této práce.

Velké poděkování náleží celé mé rodině a přítelkyni za podporu, trpělivost a povzbuzování po dobu mého studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou těžby břidlicového plynu ve vztahu k možnému negativnímu dopadu na životní prostředí. V úvodní části je v práci definována charakteristika břidlicového plynu, světové zásoby břidlicového plynu, pracovní postupy u průzkumných prací k ověření zásob plyných ložisek a pracovní postupy samotné těžby břidlicového plynu. V hlavní části se práce zabývá riziky a možnými negativními dopady na životní prostředí způsobené těžbou. Identifikace rizik vychází ze zkušeností s těžbou břidlicového plynu na území Spojených států amerických, ve kterých je těžba nejrozšířenější na světě. Další část práce je věnována zmapování geologického prostředí v České republice, přehledu platné legislativy ve vztahu k průzkumným vrtům za účelem ověření zásob břidlicového plynu a porovnáním těžebních podmínek ve Spojených státech amerických a těžebních podmínek v České republice. V závěrečné části práce je provedeno vyhodnocení dotazníkového šetření o veřejném mínění o problematice břidlicových vrtů na území České republiky.

Klíčová slova: břidlicový plyn, hydraulická těžba, životní prostředí, legislativa

Abstract

This thesis addresses the issue of shale gas in relation to potential negative impact on the environment. In the first part, following issues are determined: definition of characteristics of shale gas, world reserves of shale gas, working procedures for exploration works, of which purpose is to verify shale gas deposit reserves, and also operating procedures of shale gas extraction itself. The thesis determines the risks and potential negative effects on the environment caused by mining. Risk identification is based on experience with shale gas extraction in the United States where this activity is used the most extensively worldwide. Furthermore, it surveys the geological environment in the Czech Republic and current legislation in relation to exploratory drilling of which purpose is to verify shale gas reserves. It also compares extraction conditions in the United States and in the Czech Republic. In conclusion, questionnaire survey of public opinion on the issue of shale wells in the Czech Republic is assessed.

Keywords: shale gas, hydraulic mining, environment, legislation

Obsah

1	ÚVOD	8
2	DEFINICE A VZNIK BŘIDLICOVÉHO PLYNU	9
2.1	BŘIDLICOVÁ ROPA	9
2.2	KONVENČNÍ A NEKONVENČNÍ LOŽISKA PLYNU A ROPY	10
2.2.1	<i>Konvenční ložiska plynu</i>	10
2.2.2	<i>Nekonvenční ložiska plynu</i>	10
2.2.3	<i>Světové zásoby nekonvenčního plynu</i>	11
2.2.4	<i>Státy s nejvyšším odhadem zásoby břidlicového plynu</i>	11
3	GEOLOGICKÝ PRŮZKUM K VYTIPOVÁNÍ LOKALITY SE ZÁSOBOU BŘIDLIČNÉ PLYNU	13
3.1	POSTUP PŘI PROVÁDĚNÍ PRŮZKUMNÝCH GEOLOGICKÝCH PRACÍ	13
3.2	VZOROVÝ TECHNICKÝ POSTUP PŘI OTEVÍRÁNÍ NOVÉHO LOŽISKA	14
4.1	REGISTR CHEMICKÝCH LÁTEK PŘÍDÁVANÝCH DO SMĚSÍ PŘI HYDRAULICKÉ TĚŽBĚ	18
4.2	CÍLE TĚŽBY V EVROPĚ A POROVNÁNÍ PODMÍNEK TĚŽBY NEKONVENČNÍHO PLYNU V EVROPĚ A USA	19
5	MOŽNÉ DOPADY TĚŽBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ZKUŠENOSTI Z USA	21
5.1	HYDRAULICKÁ TĚŽBA A JEJÍ MOŽNÉ DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	21
5.2	ZKUŠENOST ZE SEVERNÍ AMERIKY - DOPADY TĚŽBY NA KRAJINU	22
5.3	ZKUŠENOSTI ZE SEVERNÍ AMERIKY - EMISE LÁTEK ZNEČIŠŤUJÍCÍ OVZDUŠÍ	23
5.3.1	<i>Těžební město Dish</i>	24
5.3.2	<i>Oblast Fort Worth</i>	24
5.4	ZKUŠENOST ZE SEVERNÍ AMERIKY - ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY Z VÝBUCHŮ NEBO NEHOD V MÍSTECH VRTŮ	26
5.5	ZKUŠENOSTI ZE SEVERNÍ AMERIKY – ZNEČIŠTĚNÍ PODZEMNÍCH I POVRCHOVÝCH VOD ..	28
5.6	ZKUŠENOST ZE SEVERNÍ AMERIKY – KONTAMINACE PŮDY	28
5.7	ZKUŠENOST ZE SEVERNÍ AMERIKY - ZEMĚTŘESEŇÍ	29
5.8	RADIOAKTIVNÍ LÁTKY	30
6	TĚŽBA BŘIDLICOVÉHO PLYNU NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	30
6.1	POPIS GEOLOGICKÉHO PROSTŘEDÍ V ČR	30
6.2	GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PRŮZKUMNÉHO ÚZEMÍ BEROUNKA	31
6.2.1	<i>Surovinové zhodnocení plynodajnosti hornin v území Berounka</i>	32
6.2.2	<i>Zhodnocení průzkumného území Berounka</i>	33
6.3	GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PRŮZKUMNÉHO ÚZEMÍ TRUTNOVSKO	33
6.3.1	<i>Surovinové zhodnocení plynodajnosti hornin v průzkumném území Trutnovsko a v navazujících dílčích pánvích</i>	34
6.3.2	<i>Závěrečné zhodnocení průzkumného území Trutnovsko</i>	35
6.4	GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA PRŮZKUMNÉHO ÚZEMÍ MEZIŘÍČÍ	35
6.4.1	<i>Surovinové zhodnocení plynodajnosti hornin v průzkumném území Meziříčí</i> ..	36
6.4.2	<i>Závěrečné zhodnocení průzkumného území Meziříčí</i>	37
6.5	ZHODNOCENÍ ČESKÉHO ÚZEMÍ K ZÁSOBÁM BŘIDLICOVÉHO PLYNU	37
7	LEGISLATIVA VE VZTAHU K NEKONVENČNÍM ZDROJŮM ZEMNÍHO PLYNU	38
7.1	LEGISLATIVA ŘÍDÍCÍ PRŮZKUMNÉ PRÁCE V ČESKÉ REPUBLICE	38
7.2	PRŮBĚH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ Z HLEDISKA LEGISLATIVY	39
8	VLIV GEOLOGICKÝCH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ V ČR ..	40

9	ODLIŠNOSTI PŘÍPADNÉ TĚŽBY BŘIDLICOVÉHO PLYNU V ČESKÉ REPUBLICE	41
10	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ VEŘEJNÉHO MÍNĚNÍ O PROBLEMATICE DOPADŮ TĚŽBY BŘIDLICOVÉHO PLYNU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ V ČESKÉ REPUBLICE	42
10.1	METODIKA.....	42
10.2	VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....	42
10.3	ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ.....	49
11	ZÁVĚR	50

1 Úvod

Těžba břidlicového plynu může být prostředkem k zabezpečení získání vlastních energetických zdrojů pro mnoho světových zemí, ale je potřeba zvážit i negativní důsledky, především dopady těžby na životní prostředí. Před zahájením každé těžby je potřeba provést nespočet průzkumných geologických prací a průzkumných vrtů k ověření a vyhledání vhodných zásob břidlicového plynu v dané lokalitě. Těžební vrty jsou velice citelným zásahem do krajiny a ohrožením životního prostředí, neboť dochází k hlubinným vrtům pod povrchem země, které mohou vyvolat zemětřesení či únik chemických látek, které jsou v rámci hydraulické těžby používány. Dalším možným negativním dopadem je devastace okolní krajiny, protože během těžební činnosti je potřeba vytvořit dostatečnou manipulační a skladovací plochu pro těžbu samotnou, ale i infrastrukturu pro nákladní automobily. Dopady těžby břidlicového plynu na životní prostředí jsou prokázány ze studií z již uskutečněných těžeb v Severní Americe, která má s těžbou břidlicového plynu mnoholeté zkušenosti. Každá světová země by měla důsledně zvážit, zda případnou těžbu břidlicového plynu realizovat za účelem uspokojení ekonomických statků i s ohledem na to, že zásoby břidlicového plynu nebyly doposud s přesností prokázány a prozatím se jedná odhady, které se rok o roku diametrálně mění a s vědomím, že dojde k nenávratné devastaci krajiny a znečištění životního prostředí, které může být důsledkem ohrožení života každého člověka.

TEORETICKÁ ČÁST

2 Definice a vznik břidlicového plynu

Břidlicový plyn je zemním plynem, který se těží nekonvenčním způsobem (frakování) a je tvořen z velké části metanem. Břidlicový plyn je hluboko v usazených horninách, které vznikly z nánosů bahna s příměsí organického materiálu na dně prehistorických moří. Tyto horniny jsou nazývány často jako černé břidlice pro svůj obsah organické hmoty. Břidlice se vyznačuje jemnou zrnitou a vrstevnatou strukturou, která neumožňuje úniku plynu vzhůru. Břidlicový plyn zůstává zachycený ve větší hloubce, než jsou umístěny plynové kapsy, ze kterých se až dosud zemní plyn těžil. Břidlice, které mají ekonomicky využitelné množství plynu, jsou si v mnoha ohledech podobné. Jsou bohaté na organický materiál (0,5 až 25 %) a zpravidla se jedná o olejonosné břidlice. Nacházejí se často hluboko pod povrchem země, kde při působení vysoké teploty, tlaku a času se materiál rozkládá a z většiny organického materiálu vzniká zemní plyn. Břidlice jsou dostatečně tvrdé a pevné, aby se v nich udržely otevřené póry. Část vytvořeného plynu se usazuje v přirozených zlomech, část se nachází v pórech a část se naváže na organický materiál. Plyn, který je ve zlomech, se uvolňuje ihned při těžbě. Plyn, který se navázal na organický materiál, se do vrtu uvolňuje postupně. V tomto smyslu se nijak zásadně neliší od hornin, z kterých vznikaly tradiční ložiska plynu a ropy. [1, 18]

2.1 Břidlicová ropa

Břidličnou ropu můžeme definovat jako usazenou horninu, která obsahuje kerogen, který je předstupeň ropy a může být přeměněn na ropu pyrolýzou. V průběhu pyrolýzy jsou ropné břidlice zahřívány na teplotu dosahující 450–500 °C bez přístupu kyslíku. Odhad světových zásob břidlicové ropy je porovnatelný se zásobami klasické ropy. Největším producentem těžby břidlicové ropy jsou Estonsko, Brazílie a Čína. Produkce těžby však klesá především z ekonomických a ekologických důvodů. Energetický zisk ze všech dosavadních metod přeměny na ropu je skoro nulový a navíc vznikají jedovaté, těžko odstranitelné odpady. [2, 18]

2.2 Konvenční a nekonvenční ložiska plynu a ropy

Mezi konvenčními a nekonvenčními ložisky plynu či ropy nevznikají zásadní rozdíly. Ložiska konvenčních a nekonvenčních plynů a ropy lze klasifikovat několika způsoby. Mezi základní charakteristiku patří identifikace místa vzniku plynu, způsob těžby a následné rozdělení na konvenční a nekonvenční ložiska podle následující charakteristiky. [2, 5]

2.2.1 Konvenční ložiska plynu

Vrty, které se používají v konvenčních ložiscích zemního plynu, těží plyn z pískovcových vrstev nebo z karbonátů, které obsahují plyn v komunikujících pórových prostorech umožňujících tok plynu do vrtu pod tlakem. Plyn v pórech může migrovat v propustných vrstvách a tím pádem v celém konvenčním ložisku. V těchto ložiscích má plyn většinou zdrojovou horninu v organicky bohatých jílovcích, které leží v blízkosti porézních a propustných pískovců nebo karbonátů. [5]

2.2.2 Nekonvenční ložiska plynu

K nekonvenčním typům ložisek zemního plynu patří ložiska v nízkopropustných píscích, hydrát metanu uložený v sedimentech mořského dna nebo trvale zmrzlé polární půdy, slojový metan těžený při důlní degazaci. Neexistují typické nekonvenční ložiska zemního plynu. Ložiska nekonvenčního plynu mohou být mělká a hluboká, vysokotlaká a nízkotlaká, vysokoteplotní a nízkoteplotní, homogenní i tektonicky porušená, pouze s jednou horninovou vrstvou, ale i multikolektorová. Optimální průzkum, ověřovacího vrtání, otvírky i těžby ložiska je závislý na konkrétních fyzikálních parametrech, ale i na ekonomickém hodnocení průzkumu a těžby těchto ložisek. Vrty, které se používají pro těžbu v nekonvenčních ložiscích, těží plyn z málo propustných vrstev s nízkou permeabilitou. Z důvodu nízké propustnosti hornin se používá hydraulického štěpení, jehož cílem je zvýšení primární propustnosti vrstev a možnosti těžby plynu z těchto hornin. [5]

2.2.3 Světové zásoby nekonvenčního plynu

Zásoby nekonvenčního plynu se celosvětově odhadují na 331 bilionů m³, ale odhadní údaje o zásobách se stále mění. Množství plynu, které by bylo možné skutečně vytěžit též nelze s přesností určit. Celosvětové odhadované množství zásob nekonvenčního plynu je téměř srovnatelné se zásobami plynu konvenčního, u kterého se odhadují zásoby na 421 bilionů m³. Americká agentura EIA (International Energy Agency) odhaduje, že břidlicový plyn zaujímá asi 208 bilionů m³ ze všech zásob nekonvenčního plynu a do roku 2030 může představovat až 7 % globálních dodávek plynu. [2, 7, 24]

Tabulka č. 1: Odhady světové zásoby technicky dostupného nekonvenčního plynu.

Země	Zásoby technicky dostupného nekonvenčního plynu
Čína	34 425 mld./m ³
Spojené státy americké	23 274 mld./m ³
Argentina	20 898 mld./m ³
Jižní Afrika	13 095 mld./m ³
Polsko	5 049 mld./m ³
Francie	4 860 mld./m ³
Norsko	2 241 mld./m ³

2.2.4 Státy s nejvyšším odhadem zásoby břidlicového plynu

Čína

V Číně je celková těžba i spotřeba břidlicového plynu velmi nízká, ale přesto tato země disponuje největšími zásobami břidlicového plynu na světě. Podle odhadů by bylo možno vytěžit mezi 30 - 36 mld. m³. V porovnání, se zásobou břidlicového plynu v USA, kde odhady dosahují 22 - 26 mld. m³. Čína sice disponuje největšími zásobami břidlicového plynu, ale díky složitému reliéfu krajiny jsou podmínky pro těžbu plynu velmi složité. Těžba břidlicového plynu v Číně by byla vysoce nákladná. V porovnání s USA se nachází ložiska plynu v hloubce 800 až 2600 m, čínský břidlicový plyn je ve větších hloubkách. Těžaři by museli vrtat do hloubek v rozmezí 1500 až 4000 m. Zatímco v USA břidlicová revoluce začala v rovinách Texasu, Severní Dakoty a Pensylvánie, ložiska břidlicového plynu v Číně se nacházejí v horském terénu, v horských pánvích. Místní zdroje jsou velmi omezené, část ložisek

se dokonce nachází na poušti, jinde je zase voda využívána k závlahám. Případná těžba břidlicového plynu by byla konkurentem místnímu zemědělství v potřebě užitkové vody. Ve Spojených státech se voda využitá k těžbě vypouští jako odpadní voda, v Číně by použitá voda musela být recyklována, tento krok by také vedl ke zvýšení nákladů těžby. Kromě přírodních podmínek Číny, tak podobně jako v řadě dalších zemí, hraje velkou roli nedostatečná infrastruktura. To platí i pro rozvoj konvenčního plynu. Čína postrádá na rozdíl od USA síť plynovodů pro dopravu vytěženého plynu, přístupové komunikace a logistické zázemí pro těžbu. [3]

USA

Odhadované zásoby břidlicového plynu USA sice neřadí na první místo v celosvětovém měřítku, ale ve zkušenostech v aktivní těžbě břidlicového plynu patří USA k absolutní špičce. Těžba břidlicového plynu v USA měla vysoký vliv při ekonomickém dopadu na cenu energii v USA, ale i v zemích Evropy. Mezi lety 2009 – 2010 byl zaznamenán pokles ceny o 25% v porovnání s dlouhodobým průměrem. Přínosy těžby břidlicového plynu nespočívaly pouze v prvenství v těžbě plynu, ale bylo vytvořeno přes dva miliony nových pracovních míst. [4,20]

Argentina

Argentina patří podle zveřejněných dat Americkou energetickou agenturou (EIA) k dubnu 2011 k třetí největší zásobě břidlicového plynu. Argentina plánuje stát se celosvětovým lídrem v těžbě břidlicového plynu. Těžba břidlicového vrtu je pro Argentinu klíčovým zlomem pro uspokojení vnitřní poptávky po energii. Argentina je momentálně výrazně závislá na dovozu fosilních paliv. V Argentině bylo doposud vybudováno asi 100 těžebních vrtů. Do plánované těžby se zapojily jak národní, tak i mezinárodní těžební společnosti. Oblast Chaco – Paranaense, která je nejvíce ohrožena případnou těžbou břidlicového plynu se rozléhá od Argentiny přes Brazílii, Uruguay, Paraguay až po Bolívii, tato oblast patří mezi nejvýznamnější zdroje pitné vody na světě: Guarani. [4]

Evropa

V Evropě se do poloviny roku 2012 uskutečnilo okolo 30 průzkumných vrtů. Přesný objem zásob nekonvenčního plynu v Evropě není znám, ačkoliv IEA zásobu

technicky vytěžitelného plynu odhaduje na 35 bil. m³. Nejvyšší počet průzkumných vrtů v Evropě zaznamenalo Polsko. Podle odhadů patří právě Polsko k oblastem s největší zásobou břidlicového plynu v Evropě. Polsko je závislé na dovozu plynu z Ruska, ale případnou těžbou břidlicového plynu by si zajistilo vlastní produkci energie a to až nejméně do roku 2030. Je nutné se zmínit o tom, že odhady zásob nekonvenčního plynu byly v Polsku výrazně nadhodnoceny a to i včetně odhadů technicky vytěžitelného plynu. Mezi další Evropské země s největším odhadem zásob patří Francie, Norsko, Německo a Ukrajina. [4]

3 Geologický průzkum k vytipování lokality se zásobou břidličné plynu

3.1 Postup při provádění průzkumných geologických prací

Průzkumné geologické práce jsou podmíněny několika postupnými kroky, které na sebe vzájemně navazují:

1. **Literární rešerše** je revize a posouzení stávajících a dostupných geologických a geofyzikálních dat, regionálních geologických studií, archivních dokumentů s vrtnými údaji, dokumenty s údaji o litostratigrafii, litologii a geochemii hornin. [5]
2. **Gravimetrické měření** se provádí ze studia tíhového pole Země, jehož projevem je zemská přitažlivost. Pro geologickou interpretaci se využívají hustotní rozdíly mezi jednotlivými horninami, tyto rozdíly se projevují odchylkou tíže od maximální hodnoty, tzv. tíhová anomálie, které jsou zaznamenány do map. Na základě zjištěných interpretací je možné hledat či potvrdit oblasti, kde se horniny vyklenují či tvoří pánve. [5, 6]
3. **Seismické měření** je založeno na rozdílných rychlostech šíření a absorpci pružných vln v různých horninách. Vlny se vyvolají výbuchem nebo vibrací. Rozdíl v elastických vlastnostech hornin způsobuje, že se vlny na rozhraních různých prostředí lámou nebo odrážejí a tak se dostávají k povrchu, kde se dají zaznamenat. Reflexní metody využívá vlny odražené, refrakční vlny lomené. [5]

4. **Svislý průzkumný vrt** se provádí do hloubky 2 až 3 kilometry pod povrch země za účelem odběru jádra, provedením karotážního měření a akustické sondáže. [5]
5. **Dynamický a testový test a aplikace technologických zkoušek** zahrnují aplikaci hydraulické štěpení na minimálním potřebném počtu úseků a testování štěpící kapaliny vhodného chemického složení. V této nezbytné fázi průzkumu může docházet k nevratné kontaminaci horninového prostředí cizorodými často i silně toxickými látkami. [5]

Hlavním cílem geofyzikálních a geologických průzkumů je nalézt vhodné struktury, které mohou tvořit určující lokalizaci pro výskyt ložiska plynu. U nekonvenčních ložisek plynu mohou vhodnou lokalizaci představovat břidlice, které můžeme definovat jako: jílovité horniny příslušného stáří, fyzikálních vlastností, mocnosti a uložení. Pro ekonomickou analýzu výnosnosti záměru případných průzkumných prací se posuzuje především počet vrtů, které je nutné provést k ověření zásob a tím i náklady s tím spojené. Dále je potřeba brát v úvahu i náklady potřebné pro otevření vhodného ložiska a náklady k vytěžení suroviny. Teprve až porovnáním všech uvedených údajů a analýz se lze rozhodnout, zda při nálezu vhodného ložiska provést průzkumný vrt. Každý průzkumný hlubinný vrt je finančně vysoce nákladný a proces rozhodování o tom, zda potenciál nalezeného ložiska je vyvážen i možným ekonomickým výnosem. V případě, že výsledky geologického průzkumu ukazují na vysokou pravděpodobnost výskytu plynu, obvykle následují první průzkumné vrty. [5,19]

3.2 Vzorový technický postup při otevírání nového ložiska

Americká společnost Chesapeake Energy Corporation zveřejnila vzorový postup při otevírání nového potencionální ložiska. Každá těžební společnost může postupovat trochu odlišně, ale základní a obecné kroky v průběhu těžby jsou podobné.

1. *„Ve vytipované lokalitě se zvýšenou zásobou břidlicového vrtu vytvoří těžební společnost prostor, který zabezpečí před únikem použitých kapalin do okolí a půdy. Následně postaví silnice, zapojí elektřinu, vyřeší zdroj vody a další nezbytné zázemí.*

2. *Těžební společnost zahloubí úvodní kolonu, což je jakési ochranné pažení o velikosti průměru, 15 až 20 metrů hluboké, které zabrání sesouvání volných povrchových vrstev půdy a oddělí spodní vodu v okolí vrtu.*
3. *Poté se provede horizontální vrt. Vrt se zajišťuje vsouváním ocelových trubek a cementováním. Vrty se provádějí v hloubkách okolo 300 m. V této hloubce se nachází tzv. aquifery, který je tvořen podzemní vrstvou zkapalněné horniny nebo materiálů jako je např. štěrk, písek nebo bahno). K těžbě se obvykle používá výplachová kapalina (suspenze bentonitu ve vodě) nebo při odstraňování materiálu z vrtu se využívá stlačený vzduch.*
4. *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.*
5. *Následně se pokračuje s vrtnou hlavicí o menším průměru a s použitím výplachové kapaliny, která slouží k chlazení hlavice, vyplavení odvrtného materiálu a svým hydrostatickým tlakem stabilizuje vrt a brání průniku přítomných kapalin z okolí vrtu dovnitř.*
6. *Hloubka vrtu může být přes 2 km a svisle se vrtá až do hloubky přibližně 100 m nad břidlicovou vrstvou s plynem. Pak se vrtná sestava vytáhne a na konec se nasadí speciální hlavice, která umožní ohyb vrtu do oblouku a pokračování vrtu ve směru břidlicového souvrství.*
7. *Po ukončení vrtání se speciální hlavice 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 tzv. sendvičem, který je tvořen z několika ocelových trubek a vrstev cementu mezi nimi. Obvykle se používá až sedm vrstev.*
8. *Poté se do vrtu vsune speciální zařízení, které ve vodorovné části v břidlici vytvoří pomocí malých náložek trhaviny sérii otvorů (puklin).*
9. *Pak přijde na řadu **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. 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 jsou nakonec odstraněny. Hydraulické štěpení je náročný proces, pro který se používá poměrně složitá mobilní zařízení, které je umístěné na mnoha automobilových návěsech.*

10. *Kapalina, která se používá pro hydraulické štěpení se odčerpá zpět do nádrží na povrchu, podle potřeby se pročistí a znovu použije. Nebo je možné kapalinu vhodným způsobem ekologicky likviduje.*
11. *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.“ [1]*

Uvedený postup popisuje ideální model, jak by měla těžba technicky probíhat. Zveřejněný postup už neřeší případné problémy a rizika, které se v průběhu těžby objevují, ať se jedná o kontaminaci podzemních vod či úniku termogenního metanu.[1]

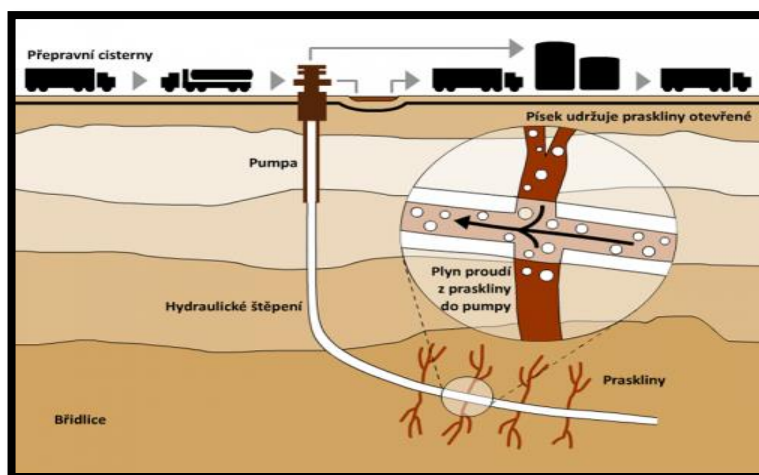
4 Těžba břidlicového vrtu

Tvrdé geologické útvary, které obsahují uhlovodíky, mají společností jednu vlastnost a to velice nízkou propustnost. Právě z důvodu nízké propustnosti a horších parametrů hornin jsou postupy při těžbě břidlicového plynu velmi podobné. Břidlicový plyn se těží pomocí hydraulické těžby, které se někdy říká „fracking“. Po určení tloušťky vrstvy se používají vertikální nebo horizontální vrty, cílem je dosáhnout maximálního kontaktu s vrstvou plynu. Vertikální vrty jsou 1 500 až 6 000 metrů hluboké. [4, 21]

Při prolamování malých prasklin za účelem proniknutím pláštěm se používají výbušniny. Praskliny se naplní tlakovou vodou a tím dojde k jejich rozšíření. Počet umělých prasklin, umístění a jejich délka ve vrstvě (horizontální nebo vertikální) podléhá podrobné charakteristice útvaru. Získané údaje budou mít vliv na délku umělých prasklin, určení rozestupů vrtů a na spotřebu vody. Použitím tlakové vody se otevírají praskliny a tím se získá přístup k co největšímu počtu pórů. V případě snížení tlaku, začne odpadní voda smíšená s těžkými a radioaktivními kovy z horniny odtékat zpět na povrch společně s plynem. Voda se mísí s propanty, které často tvoří zrnka písku. Zrnka písku mají za úkol působit jako zpevnění, aby došlo k udržení otevřených prasklin a tím umožnilo další těžbu plynu. Ve směsi se nacházejí i připadané chemické látky proto, aby bylo dosaženo homogenního rozložení propantu pro tvorbu gelu, který má za úkol snížit tření. Po ukončení těžebního procesu se gelová struktura

rozláme a odteče zpět s tekutinou. Grafické znázornění hydraulické těžby je uvedeno v obrázku č. 1.

Při těžbě břidlicového plynu je nutné zajistit vrtné plochy, které umožňují uskladnění technického vybavení, chemikálií a propantů, nákladních automobilů, vody a nádrží na odpadní vodu, pokud není čerpána z lokálních vodních vrtů a zachycena ve vodních nádržích. Těžební věž včetně manipulačního a skladového prostoru je znázorněn v obrázku č. 2. [4, 21, 24]



Obrázek č. 1: Znázornění těžebního procesu při získávání plynu z ložiska.



Obrázek č. 2: Těžební věž pro získání břidlicového plynu.

4.1 Registr chemických látek přidávaných do směsí při hydraulické těžbě

CAS - (**C**hemical **A**bstract **S**ervice) jedná se o databázi a zdroj informací o chemických sloučeninách, které se přidávají do směsí při hydraulické těžbě břidlicového plynu. Každá chemická sloučenina je označena identifikačním číslem specializované chemické databáze CAS. Databáze obsahuje více než 65 milionů organických a anorganických sloučenin a 63 milionů sekvencí. CAS spravuje databázi chemických sloučenin popsanych ve vědecké literatuře, v patentech a v publikacích od r. 1957 do současnosti. Příklad objemového složení hydraulického štěpného roztoku je uvedený v tabulce č. 2. [10, 11]

Tabulka č. 2: Objemové složení hydraulického štěpného roztoku.

Složka/ typ přísady	Příklad sloučeniny	Účel	Obsah (objem %)	Objem (l)
Voda	-	Přepravní médium	90,000	10 220 612
Výplňový materiál (propant)	Křemen, křemenný písek	Vyplnění prasklin v hornině k zajištění toku plynu	9,510	1 079 978
Kyselina	Kyselina chlorovodíková	Rozpouštění minerálů, iniciace prasklin	0,120	13 968
Omezovač tření	Polyakrylamid, minerální olej	Snižuje tření mezi roztokem a potrubím	0,088	9 993
Povrchově aktivní látka	Isopropanol	Zvyšuje viskozitu roztoku	0,085	9 653
Chlorid draselný	-	Vytvoření solanky (nemrznoucí směs)	0,060	6 814
Želírovací látka	Guma guar, hydroxyethylceluloza	Zahuštění roztoku a udržení propantu na svém místě	0,056	6 359
Inhibitor vodního kamene	Ethylenglykol	Zamezuje ukládání vodního kamene na stěnách potrubí	0,043	4 883
Látka na úpravu pH	Uhličitan sodný, uhličitan draselný	Udržuje efektivitu ostatních látek	0,011	1 249
Rozkládací látka	Peroxodisíran amonný	Umožňuje pozdější rozklad gelu	0,010	1 136
Nesíťovací látka	Boritan	Udržuje viskozitu roztoku se vzrůstající teplotou	0,007	795
Ochranná látka	Kyselina citronová	Zamezuje vysrážení oxidů kovů	0,004	454
Inhibitor koroze	N, N-dimethylformamid	Zabraňuje korozi potrubí	0,002	227
Biocid	Glutaraldehyd	Ničí baterie	0,001	114

4.2 Cíle těžby v Evropě a porovnání podmínek těžby nekonvenčního plynu v Evropě a USA

Těžba břidlicového plynu v USA se stala inspirací i pro Evropu. Mnoho energetických společností, ale i politických činitelů se snaží převzít a vylepšit fungující model těžby v USA a aplikovat ho v Evropě za účelem snížení závislosti evropských států na dovozech zemního plynu. Evropa v současnosti nemá takové zdroje ropy a plynu na to, aby byla schopna sama reagovat a uspokojit převyšující poptávku po energetických zdrojích.

Evropská rada s ohledem na stanovený cíl dosáhnout maximální soběstačnosti a zajistit bezpečné dodávky energie stále zdůrazňuje význam nekonvenčních zdrojů plynu, které by mohli změnit výhled pro zemní plyn v relativně krátkém čase. Aplikace těžby v americkém modelu na evropský trh vypovídá následující tabulka č. 3, která shrnuje zásadní odlišnosti odvětví v obou regionech. [12, 13, 14]

Tabulka č 3: Srovnání odlišností těžebních podmínek v USA a Evropě.

Těžba břidlicového vrtu v USA	Těžba břidlicového vrtu v Evropě
Vysoká domácí produkce	Omezená domácí produkce
Velké množství efektivních vrtů	Malé množství vrtů
Rozvinutá infrastruktura	Malé množství integrovaných energetických společností
Velké množství integrovaných energetických společností	Vysoké vstupní náklady
Rozsáhlá naleziště	Vyšší produkční náklady i náklady na vrt
Vlastnická práva	Zásoby se často nacházejí ve větší hloubce
Menší hustota obyvatelstva	Různorodé geologické formace
Liberalizovaný trh	Nutné vyvinout a přizpůsobit technologie

Přístup k vrtům a plynovodům	Velká hustota osídlení
Silný státní regulátor	Veřejné mínění
Spotové obchodování s komoditou	Nedostatek servisních firem
	Přísnější legislativa na ochranu životního prostředí

Z výše uvedené srovnávací tabulky vychází zjištění, že pokud má v Evropě dojít k rozvoji těžby břidlicových ložisek, musí být splněny základní podmínky. Tou nejzákladnější podmínkou je dosažení výrazného zlevnění samotného těžebního procesu. Břidlicový plyn se v Evropě nachází v hloubkách 2 500 až 4 000 metrů pod povrchem. V porovnání s USA, tam těžba probíhá z vrstev břidlice, která se nachází již 1 000 metrů pod povrchem země. Takovýto rozdíl má výrazný vliv na počáteční investici, podle odhadů by se vrty do hloubky v evropských poměrech pohybovaly přibližně okolo 150 - 200 miliónů korun, štěpení horniny na dalších přibližně 200 miliónů korun. Při takto vysokých vstupních nákladech by byla těžba v lokalitách, ve kterých není dostatečně velká zásoba břidlicového vrtu vysoce nerentabilní. Při porovnání příležitostí těžby v USA a Evropě vychází i fakt, že k těžbě břidlicového plynu jsou nutné dostatečné zkušenosti, a společnosti, které jimi disponují, je velmi omezený počet. USA je největším producentem ropy na celém světě. V těžebně určených oblastech, ve kterých těžba ropy probíhala, bylo provedeno mnoho průzkumných vrtů. Tím USA získala přehlednou a validní databázi o geologickém složení, vlastnostech hornin a přesnějších odhadů lokalit s výskytem břidlicového plynu. Na území USA již není potřeba dalších průzkumných vrtů, což výrazně snižuje počáteční investiční náklady na případnou těžbu. Evropská geologická databáze je výrazně detailnější, ale daný stát nesmí využívat tyto poznatky. Další případná komplikace při případné těžbě břidlicového plynu na evropském území je i to, že Evropa je hustě zalidněná oblast. Při každé těžbě je potřeba velkého manipulačního prostoru. Dalším nezbytným faktorem, který může hrát roli při úvahách, zda těžba břidlicového plynu může mít v Evropě šanci na úspěch, je institucionální a společenské prostředí. V USA se stala těžba břidlicového plynu neregulovatelným byznysem, tento fakt napomáhá i tomu, že v těžebním průmyslu našlo pracovní uplatnění tisíce lidí. Evropa je v tomto směru opatrnější, a to především kvůli případně možným dopadům na životní prostředí. Rozvoj

těžby břidlicového plynu v Evropě můžou ovlivnit jak spolky ekologického hnutí, ale hlavním bodem na kterém se může případná těžba zbrzdit či zastavit je komplikovaná evropská legislativa na ochranu životního prostředí. Případný zájemce o rozvoj těžby nekonvenčních ložisek v plynu v Evropě narazí na další problém a to dvojí regulace – na úrovni členských států a na úrovni Evropské unie. Tato situace může mít negativní vliv nejen na zvýšení transakčních nákladů, které jsou spojené s investicemi na polích Evropské unie, ale výrazně zvýšit celkové investiční riziko. Všechny výše uvedená možná rizika mohou výrazně ovlivňovat rozhodování případných zájemců o těžbu evropského břidlicového plynu, oproti ložiskům a těžebním podmínkám v jiných oblastech světa. [14, 20, 23]

5 Možné dopady těžby na životní prostředí a zkušenosti z USA

5.1 Hydraulická těžba a její možné dopady na životní prostředí

V průběhu procesu hydraulické těžby hrozí rizika dopady na životní prostředí v těchto oblastech:

- **Devastace krajiny**, která může být způsobena vysokým prostorovým nárokem na vrtnou plochu, která potřebuje prostor pro technické vybavení, skladování frakovacích kapalin a přístupovou infrastrukturu pro jejich dodávky. Tyto prostorové potřeby vyžadují značný zábor půdy.[2]
- **Znečištění ovzduší**, těžební zařízení je poháněno spalovacími motory, z kterých unikají škodlivé látky (spaliny) do ovzduší. Zvýšený provoz nákladních automobilů může mít za důsledek vypouštění či únik těkavých látek organické sloučeniny. [2]
- **Hluk**, nepřetržitý provoz mnoha výkonných kompresorů nutných pro frakování vytváří hluk, který do vzdálenosti několika set metrů převyšuje obvyklé hygienické normy. [2]
- **Znečištění vody**, může být zapříčiněno z procesu hydraulické těžby, nebo z odpadní vody z ložisek, které obsahují látky považované za

toxické. Případným únikem těchto kapalin je způsobená kontaminace hornového prostředí v podstatě navždy. Dále jsou v rámci hydraulické těžby používané látky, které mohou obsahovat těžké kovy jako je například arzén, rtuť nebo radioaktivní částice. Mezi nejvyšší rizika úniku chemických látek do podzemních či povrchových vod hrozí z případných nehod nákladních automobilů při manipulaci, průsaků z kolektorů, průsaků z nádrže s odpadní vodou, unikem látek rozlitých při nehodách, nekontrolovaným podpovrchovým únikem v útvarech hornin. [2]

- **Zemětřesení**, které může být způsobená hydraulickou těžbou nebo vstřikováním odpadní vody. [2]

5.2 Zkušenost ze Severní Ameriky - dopady těžby na krajinu

Pro těžbu břidličného plochu jsou vysoké nároky na těžební a manipulační plochy pro uskladnění technického vybavení, vybudování nádrží na odpadní vodu a infrastrukturu pro nákladní automobily. [2, 15]

V USA se hustota těžebních vrtů řídí podle předpisu státu, ve kterém těžba probíhá. Typická hustota na konvenčních polích v USA je 640 akrů, což představuje 2,6 km² na jeden vrt. V břidlicové oblasti Barnett byla hustota 160 akrů na jeden vrt (1,5 vrtů na km²). Později však byly povoleny takzvané „výplňové vrty“, které byly vrtány v rozmezí 40 akrů (6 vrtů na km²). Tento postup je obvyklou praxí při intenzivním využívání ve většině břidlicových oblastí. Na konci roku 2010 bylo v břidličné oblasti Barnett provedeno téměř 15 000 vrtů, přičemž celá břidličná oblast se rozkládá na území o výměře 13 000 km². Průměrná hustota vrtů dosáhla 1,15 vrtu na km². [2, 15]

Všechny vrtné plochy propojují silnice pro nákladní dopravu co má za důsledek zvýšení zabrané půdy. V USA se pozemky využívají pro vybudování nádrží s odpadní vodou, v nichž se zpětně odtékající odpadní voda shromažďuje před likvidací, odvodem potrubím nebo před odvozem nákladními vozy. Výměra manipulačních ploch není zahrnuta do výše uvedených rozměrů vrtných ploch. Pokud by se nároky na manipulační plochu započítaly do celkových potřebných ploch pro těžební vrt, výměra zabrané půdy by se snadno zdvojnásobila.

Obrázek č. 3 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 1 km². [2, 15]



Obrázek č. 3: Hustota těžební plochy při těžbě břidlicového plynu v USA.

5.3 Zkušenosti ze Severní Ameriky - emise látek znečišťující ovzduší

Těžební vrtné zařízení vyžaduje vysoké množství spotřeby paliva, při jehož spalování může dojít k úniku emisí, nejčastěji CO₂. Při produkci, zpracování a manipulaci plynu může dojít i k příležitostnému úniku emisí metanu, skleníkového plynu. Důkazy o znečištění ovzduší vlivem technologického frakování pochází z USA. Bylo zjištěno, že oblastech těžby břidlicového plynu se nachází zvýšená koncentrace benzenu a dalších potenciálně toxických uhlovodíků, včetně ethylbenzemu, toluenu a xylenu. Zvýšená koncentrace těchto látek může způsobovat podráždění očí, bolesti hlavy, dýchací potíže a vyšší riziko rakoviny. [2]

Znečištění ovzduší je nejčastější důsledek zejména:

- Spalování plynu z vrtů.
- Úniku z kompresorových stanic, ve kterých je plyn stlačován pro dopravu v plynovodech.
- Výparů frakovacích chemikálií během procesu těžby.
- Vypařování a těkavosti chemických látek, které se přirozeně vyskytují v horninovém podloží.

5.3.1 Těžební město Dish

V malém městečku Dish v Texasu byl zaznamenán zvýšený počet zaslaných stížností ke starostovi města, které upozorňovaly na lidská onemocnění a dokonce i na úmrtí zvířat v okolí města. Stížnosti donutili starostu, aby zadal nezávislému konzultantovi vypracování studie k ověření kvality ovzduší a dopadu těžby plynu ve městě a v jeho okolí. V regionu města Dish nejsou žádné jiné formy těžebního průmyslu, takže se má za to, že těžba zemního plynu je jediným zdrojem těchto dopadů. Vypracovaná studie v roce 2009 potvrdila „přítomnost vysokých koncentrací karcinogenních a neurotoxických sloučenin v ovzduší a v obytných budovách“. Ze studie je patrné, že mnohé z laboratorně odhalených sloučenin byly metabolity známým lidských karcinogenů a dlouhodobě i krátkodobě překračovaly kontrolní hranice stanové v předpisech TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). [2,]

Z vypracované studie dále vyplývá, že bylo rovněž „*městu podáno mnoho stížností týkajících se neustálého hluku a vibrací způsobených kompresorovými stanicemi a odporného zápachu*“. [2]

5.3.2 Oblast Fort Worth

V důsledku těžby v oblasti Barnett utrpěla oblast Fort Worthu, která se nachází v okolí Dallasu dramatické dopady na kvalitu ovzduší. V roce 2009 vyšla studie nazvaná „Emise z produkce zemního plynu v břidlicové oblasti Barnett a možnosti hospodárné nápravy“. Ze studie vyplývá, že 5 z prověřovaných 21 okresů, v nichž probíhalo téměř 90 % činností spojené s těžbou ropy a zemního plynu má na svědomí únik emisí. V rámci vypracované studie byl i výpočet, že z těchto 5 okresů bylo množství sloučenin vytvářejících smog 165 tun denně oproti 191 tunám emisí ze zdrojů ropy a plynu (včetně dopravy) denně ve vrcholném létě v těchto 21 okresech. Za průměrnými hodnotami za celý stát je tak ukryta skutečnost, že v pěti nejaktivnějších okresech jsou emise látek znečišťujících ovzduší daleko vyšší, než je měřený průměr, což vede ke špatné kvalitě ovzduší. [2]

TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality) zavedl monitorovací program, který částečně potvrzuje, že z těžebních zařízení a ze skladovacích nádrží uniká vysoké množství uhlovodíkových výpadů a v některých místech značné množství benzenu. TCEQ v lednu v roce 2009 zveřejnila úřední

memorandum o svém minirovacím programu Mezi hlavní zjištění patří TCEQ patří:

- „V jednom vzorku ze zásobníku odebrán 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.“ [2]
- „Kromě koncentrace benzenu ve vzorku odebraném v blízkosti vrtu bylo množství benzenu překračující krátkodobou zdravotní srovnávací hodnotu 180 ppb zjištěno na jednom z 64 monitorovacích stanovišť.“ [2]
- „Toxikologické oddělení si dělá starosti s oblastmi, kde byl zjištěn benzen v množství překračujícím dlouhodobou zdravotní srovnávací 1,4 ppb. „Benzen byl zjištěn v množství překračujícím dlouhodobou zdravotní srovnávací hodnotu na 21 monitorovacích stanovišť.“ [2]

Pozorování bylo zjištěno, že emise aromatických sloučenin, jako je xylen a benzen, pocházejí převážně z procesu komprese a zpracování plynu při kterém jsou těžší složky vypouštěny do ovzduší. Zařízení, které se používá pro vrtání a samotnou těžbu, jako jsou dieslové motory, jsou s největší pravděpodobností stejná jako látky znečišťující ovzduší ze stacionárních dieslových motorů při vrtání, hydraulické těžbě a dokončení vrtů. Základem je získání údajů o emisích z dieslových motorů a požadavky na motorovou naftu.

V tabulce č. 4 jsou vyznačeny specifické emise látek znečišťující ovzduší ze stacionárních dieslových motorů používaných pro vrtání, hydraulickou těžbu a dokončení. [2]

Tabulka č. 4: Specifické emise látek znečišťující ovzduší ze stacionárních dieslových motorů používaných při vrtání, hydraulické těžbě a dokončení.

Látka	Emise na mechanický výkon motoru (g/kWh _{mech.})	Emise na vstupní objem paliva (g/kWh _{diesel})	Emise na produkční kapacitu vrtu (g/kWh _{NG})
Oxid siřičitý (SO ₂)	0,767	0,253	0,004
Oxid dusíku (NO _x)	10,568	3,487	0,059
Pevné prachové částice (PM)	0,881	0,291	0,005
Oxid uhelnatý (CO)	2,290	0,756	0,013

Nemethanové těkavé organické sloučeniny (NMVOC)	0,033	0,011	0,000
--	-------	-------	-------

5.4 Zkušenost ze Severní Ameriky - znečišťující látky z výbuchů nebo nehod v místech vrtů

Zkušenosti z USA dokazují, že v rámci těžebních procesů došlo k několika závažným výbuchům. Zveřejněné zprávy dokládají, že nejzávažnější nehody se staly:

- „Dne 3. června 2010 došlo k výbuchu v Clearfield Country v Pensylvánii, při němž se rozlilo nejméně 35 000 galonů odpadní vody a zemní plyn prýštil do ovzduší 16 hodin.“ [2]
- „V červnu 2010 skončilo v důsledku výbuchu plynového vrtu v Marshall Country v Západní Virginii sedm zraněných dělníků v nemocnici“ [2]
- „Dne 1. dubna 2010 byla nádrž a otevřená jáma používaná na skladování kapaliny z hydraulické těžby na vrtné ploše Atlas zachváčena požárem. Plameny sahaly přinejmenším do výše 33 metrů v šíři 15 metrů.“ [2]

Za výše uvedené nehody byly těžební společnosti pouze pokutovány. Nehody mohly být zapříčiněny nesprávných zacházením se zařízením, a to buď z důvodu nedostatečně proškoleným personálem, nebo z důvodu nesprávného chování. [2]

Spotřeba vody

Při vrtání je zvýšená spotřeba velkého množství vody na chlazené vrtné hlavice a při odstraňování bahna z vrtu. Až desetkrát více vody se spotřebuje při hydraulické těžbě na stimulaci vrtu vstřikováním tlakové vody, která vytvoří praskliny.

TWDB (Texas Water Development Board) vypracoval studii týkající se spotřeby vody při těžbě v břidličné oblasti Barnett. Studie uvádí přehled literatury, která se týká konkrétní spotřeby vody. Na starších nevybetonovaných jednostupňových vrtech bylo potřeba přibližně 4 MGal (15 milionů litrů) vody. U nových horizontálních vrtů se často provádí vícestupňové límání horniny v několika performačních klastrech. Obvyklý rozestup mezi dvěma stupni ve

stejném horizontálním vrtu je 400- 600 stop (130 – 200 m). Horizontální vrt je třístupňový, což ale není povinné. Z Výsledků statistické analýzy přibližně 400 vrtů vychází, že obvyklá spotřeba 2 000 – 2 400 galonů na stopu (25-30 m³/m) při průlomu prasklin pomocí vody a přibližně 3 900 galonů na stopu (42 m³/m) při rychlém průlomu prasklyn, který se používá v poslední době, kde se vzdálenost rovná délce tvořené horizontální částí vrtů. [2, 23]

Další studie z roku 2007 obsahuje i odhady 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 5000 – 20 000 ac – ft (6-24 milionů m³) v závislosti na budoucí těžební činnosti. [2, 23]

V tabulce č. 5 jsou uvedeny nejnovější údaje týkající se obvyklých nových vrtů. V oblasti těžební oblasti Barnett se zdá být realistických zhruba 15 000 m³ na každý vrt. Z těchto údajů vyplývá, že by 1 146 nových vrtů v roce 2010 přineslo spotřebu přibližně 17 miliard litrů vody. Spotřebu vody je potřeba porovnat se spotřebou vody všech ostatních spotřebitelů, který dosáhla přibližně 50 miliard litrů. Ke srovnání byla použita spotřeba vody v okresech, kde se prováděly pomocí vrty. [2, 23]

Tabulka 5: Spotřeba vody v různých vrtech při těžbě břidlicového plynu (m³).

Místo/Oblast	Celková spotřeba vody na 1 vrt	Spotřeba vody na prorážení	Zdroj
Barnett (USA)	17 000 m ³	-	Chesapeake Energy 2011
Barnett (USA)	140 00 m ³	-	Chesapeake Energy 2011
Barnett (USA)	22 500 m ³	-	Burnett 2009
Pánev Horn River (Kanada)	40 000 m ³	-	PTCA 2011
Marcellus (USA)	15 000 m ³	-	Arthur et al. 2010
Marcellus (USA)	15 00 m ³ – 450 000 m ³	1135 m ³ – 34 000 m ³	NYCDEP 2009
Utica, Québec	13 000 m ³	12 000 m ³	Questerre Energy 2010

5.5 Zkušenosti ze Severní Ameriky – Znečištění podzemních i povrchových vod

Nejvyšší rizika znečištění podzemních i povrchových vod z těžebních procesů hrozí:

- Zpětným odtokem vody a solným roztokem vzniklý z kalů, nebo odtokem z nádrží určených pro uskladnění odpadní vody, které mohou způsobit znečištění vody a salinizaci, vylitím bahna z vrtu.
- Průsaky či případnými nehodami při povrchových činnostech, prosakujícím potrubím, nádrží na těžení kapaliny nebo odpadní vodu, neodborné zacházení se zařízením nebo používání zastaralého zařízení.
- Průsaky z nedostatečně provedeného vybetonování vrtů.
- Průsaky geologickými útvary přirozenými nebo uměle vytvořenými prasklinami nebo cestami.

V roce 2008 byla vypracována analýza, která se týkala okresu Garfield v Coloradu. Americká společnost Colorado Oil and Gas Conservation Commission vede veškeré záznamy o nahlášených nehodách způsobených rozlitím kapalin při těžbě ropy a plynu. V období od ledna 2003 do března 2008 bylo evidováno 1 549 nehod, které bylo způsobeno rozlitím kapaliny. V 1/5 těchto nehod došlo ke znečištění vody. Za pozornost stojí, že počet nehod způsobených rozlitím kapalin měl zvyšující tendenci. V roce 2003 bylo například v okresu Garfield nahlášeno pět nehod, ale o dva roky později, tedy v roce 2007 jich bylo hlášeno již 55 nehod. [2]

Studii o znečištění spodních vod bylo dále zjištěno, že zvyšuje trend, kdy se během posledních sedmi let výrazně zvyšuje obsah metanu v odebraných vzorcích spodních vody, který se kryje se zvyšujícím se počtem plynových vrtů instalovaných v oblasti Mamm Vreek 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. [2]

5.6 Zkušenost ze Severní Ameriky – kontaminace půdy

Těžba břidlicového plynu vrtáním a frakováním může mít vážné dopady na krajinu a znečištění či kontaminaci půdy. Znečištění může vzniknout v rámci těžby vzniknout mnoha způsoby například požárem nádrží a těžební techniky nebo při explozích vrtů, dopravních nehodách, uních metanu, zemního plynu či dalších

nebezpečných chemických látek. K velkému množství vrtů je těžba rozložena do velké oblasti. U každého vrtu se nachází několik pump, odkalovacích nádrží s frakovací kapalinou vytlačenu zpět z vrtu. Tímto dochází k výraznému vizuálnímu vlivu na dotčenou krajinu, která v případě znečištění může mít negativní dopady na místní obyvatele, zemědělce, přírodní prostředí a živé organismy. Mezi základní důsledky patří: [4]

- Využití chemikálií, které mohou v půdním podloží reagovat s přírodními nebezpečnými látkami,
- Znečištění zpětné vody přirozeně radioaktivními materiály a těžkými kovy, které se pak ukládají na povrchu. [4]

V březnu v roce 2012 byla publikována reportáž v magazínu Rolling Stone o *explozi vrtu v Chesapeake*.

„V dubnu 2011 došlo k masivní explozi vrtu v Chesapeake v Pensylvánii. Jednalo se o stejnou událost, která se před dvěma lety stala na ropné plošině BP v Mexickém zálivu, jen místo ropy šlo o břidlicový plyn. Obruba vrtací hlavy praskla a z vrtu několik dní nekontrolovatelně tryskala toxická voda. Než se podařilo proud zastavit, muselo být evakuováno 7 rodin a 38 000 litrů frakovací kapaliny uniklo do okolních polí a potoků. Stáť Pensylvanie udělil firmě maximální možnou pokutu ve výši 250 000 dolarů“ [4]

5.7 Zkušenost ze Severní Ameriky - zemětřesení

Proces hydraulické těžby může způsobit zemětřesení, které může dosahovat síly 1 – 3 stupně Richterovy stupnice. Zemětřesení je způsobeno samotným procesem frakování nebo vstřikováním odpadní vody do vrtů.

Spojené státy registrují od roku 2008 až čtyřnásobný nárůst počtu zemětřesení v centrální oblasti země o síle 3 a více stupňů Richterovy stupnice. Podle vyjádření Úřadu pro přírodní zdroje v Ohio jsou tato zemětřesení „téměř určitě“ způsobena využíváním podzemních vrtů k ukládání odpadních vod z frakování. Odpadní voda pak v trhlinách hornin působí jako lubrikant, který usnadňuje jejich pohyby.

Zemětřesení, které mohlo být způsobeno těžící frakovací metodou se událo i na evropském území. Stalo se v dubnu v roce 2011 ve městě Blackpool ve Spojeném království, kde ze začátku došlo ke slabému zemětřesení o síle 1,5 stupně Richterovi stupnice, ale následovaly další otřesy, které byly podstatně

silnější a dosahovaly až 2,5 stupňů Richterovi stupnice. Těžební společnost, které těžební práce prováděla, svou činnost okamžitě zastavila a nechala celou záležitost vyšetřit. Britská vláda zadala vypracovat nezávislou vědeckou studii, která potvrdila, že „zemětřesení bylo způsobeno přímým vhněním kapaliny“ během procesu frakování došla k závěru, že „nelze zcela vyloučit možnost dalších otřesů“. I přesto toto upozornění autoři studie tvrdí, že při důsledné kontrole a regulaci může těžební společnost pokračovat v dalších těžebních aktivitách. Tento krok může být podceněním rizika, která mohla proběhla zemětřesení způsobit a to především v poškození těsnění a poškozením integrity vrtů, které mohou vést k únikům chemikálii z vrtu. [2, 4]

5.8 Radioaktivní látky

Všechny geologické útvary obsahují přirozeně se vyskytující radioaktivní látky. Mezi nejčastější zástupce patří uran, thorium a radium. Tyto látky jsou vynášeny za pomoci vstříkované aktivity a následně se hromadí v odpadních nádržích. Obsah radioaktivních látek se liší podle lokalit, ve kterých těžba probíhá. Největší riziko hrozí pracovníkům, kteří čistí potrubí, odstraňují pevné látky z nádrží či opravují zařízení pro těžbu plynu. [2]

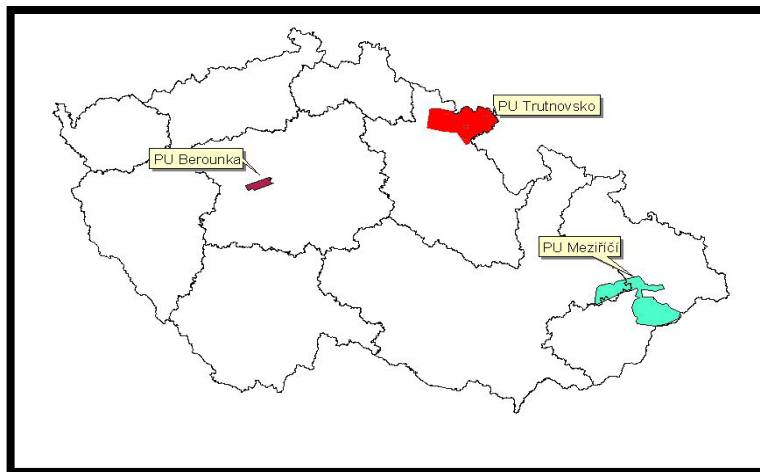
6 Těžba břidlicového plynu na území České republiky

6.1 Popis geologického prostředí v ČR

Území České republiky patří z geologického hlediska ke dvěma zcela rozdílným jednotkám. Převažující většina našeho území je tvořena starším (variským) Českým masivem a jeho platformním pokryvem, ve východní části republiky zasahuje na naše území okraj Západních Karpat. Karpatská část našeho území se od Českého masívu odlišuje zejména určující rolí mladých (alpinských) horotvorných pohybů v geologické minulosti. [2]

Do současné doby byly podány tři žádosti podle zákona o geologických pracích č. 62/1988 Sb. v platném znění o stanovení průzkumného území pro vyhledávání a průzkum ložisek ropy a zemního plynu vázané na břidlicová

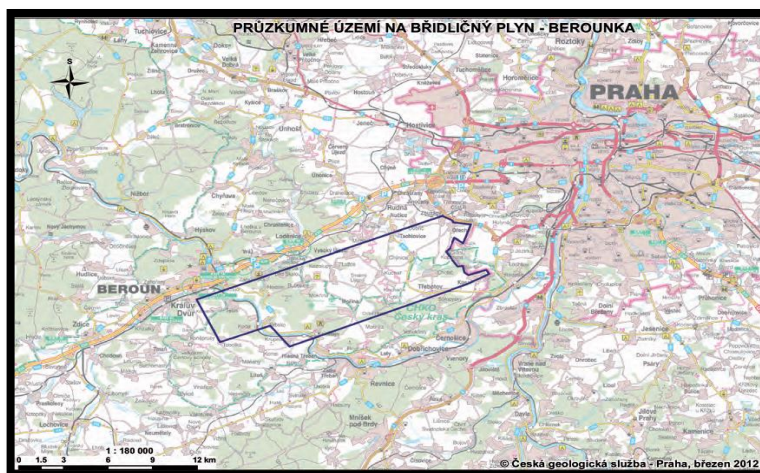
souvrství. Žádosti o průzkumné práce na se týkaly průzkumného území Berounska, Trutnovska a Meziříčí. [2]



Obrázek č. 4: Označení území v ČR, na které byly podány žádosti o průzkumné vrty.

6.2 Geologická charakteristika průzkumného území Berounka

Průzkumné území Berounka (obrázek č. 5) se rozkládá na ploše o výměře 92, 63 km² a jeho ohraničení probíhá přibližně po linii těchto sídelných katastrálních celků: Zbuzany, Beroun, Měňany, Srbsko, Karlštejn, Kosoř a Ořech. Vymezené průzkumné území je umístěno i do oblasti Českého krasu. [2]



Obrázek č. 5: Vyznačením průzkumného území Berounka

Dotčené území Berounka je extrémně zranitelným horninovým prostředím, které se přitom vyznačuje jako mimořádně přírodovědecky cenné. Tato oblast patří do několika klasických, celosvětově uznávaně významných území, území, které bylo intenzivně zkoumáno již od konce 18. století, včetně několika etap geologického mapování. Oblast je se širokou mezinárodní podporou navržena na kandidaturu pro UNESCO Geopark. Geologické poměry průzkumného území Berounka jsou výrazně komplikované jak horninovým složením, tak i tektonickou stavbou. [2]

6.2.1 Surovinové zhodnocení plynodajnosti hornin v průzkumném území Berounka

Spodní paleozoikum Českého masivu obsahuje potenciální zásoby plynodajné jílovce, která se nachází v pražské pánvi, zejména v siluru a spodním devonu, částečně také v ordoviku. Podloží kambrium a proterozoikum, které jsou také součástí barrandienského bloku, ale již mimo pražskou pánev, jsou chudší na organický uhlík a tím nízké naděje na ložiskové zdroje.

Výsledky komplexního naftově-hydrochemického zhodnocení vrtu Tobolka – 1, vrt o celkové hloubce 2, 712 m udávají, že organické substance disperzně rozptýlené v horninách zastižených vrtem Tobolka – 1 nejsou paleozoické horniny z hlediska naftově-geochemického perspektivní. Výjimku z toho tvoří 250 metrů mocného vinického souvrství v hloubce 1 948,3 – 2 203,4 metrů se zvýšeným obsahem organické substance a pokročilým stupněm migrace bitumenů. Hodně pokročilá karbonifikační metamorfóza organické hmoty vinického souvrství připouští pozitivní hodnocení za předpokladu geneze uhlovodíků. Zajímavé nálezy bitumenů v horninách širšího okolí vrtu jsou známy již z doby Joachima Barranda. Ropomatečné a plynodajné indicie byly nalezeny v dutinkách tufů vinických břidlic. Dnešní potencionální produktivnost vinického souvrství je možná jen důsledkem přeměny kerogenu. Ze zveřejněných dat z průzkumného vrtu se dá konstatovat, že celá uvedená analýza je do značné míry založena na specifických podmínkách vrtu Tobolka – 1, který mapuje místní složitou tektonickou situaci a není obrazem celé pánve. Publikovaná data mnoha autorů ukazují, že nálezy bitumenů jsou průběžně od wenlocku po bázi Lochkova a jsou vázané převážně na diagenetické uzavřeniny, z okolních hornin většina

bitumenů migrovala ven a to po celém území Barrandienu. Tyto horniny se vyskytují v malých hloubkách a vystupují na povrch. [2]

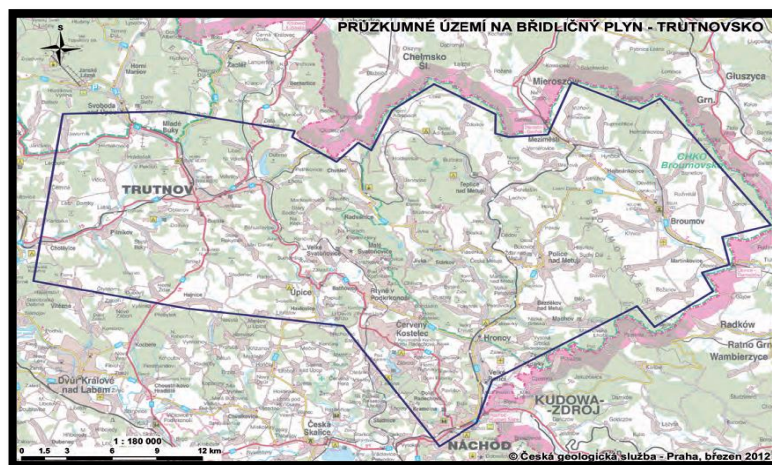
6.2.2 Zhodnocení průzkumného území Berounka

Průzkumné území Berounka je umístěno ve vysoce rizikovém území s mimořádně faciálně rozrůzněným horninovým prostředím, výrazným a doposud ne zcela jasným tektonickým porušením a intenzivním zvrásněním, které je mimořádně extrémně zranitelné případnými antropogenními zásahy. Přírodní charakter území je v celosvětovém měřítku unikátem a jeho narušením České republiky vznikly nevyčíslitelné ztráty. Na organickou hmotu bohaté břidlice mají prokazatelně zvýšen obsah uranu a těžkých kovů. Území má členitou morfologii, je intenzivně zkrasovělé, s předpokládaným obsahem podzemní vody, která se nachází v minimální hloubce 500 m pod terénem, s řadou tektonických poruch zasahujících podstatně hlouběji. Chování takto extrémně variabilního a komplikovaného horninového prostředí při sebemenším negativním antropogenním zatížení nelze spolehlivě predikovat. [2]

6.3 Geologická charakteristika průzkumného území Trutnovsko

Průzkumné území Trutnovsko se rozléhá mezi Hostinným a Broumovem. Zastihuje vnitrosudetskou a podkrkonošskou permokarbonskou pánve, které jsou odděleny významnou hronovsko-poříčskou poruchou, která má přesmykový charakter. Sedimenty obou pánví jsou tektonicky postiženy středně velkým a drobnějším systémem radiální tektoniky. Jihovýchodní část obou zmíněných geologických jednotek je překryta křídovými sedimenty polické pánve.

V části průzkumného území ve vnitrosudetstské pánvi jsou se nachází v minulosti těžená ložiska černého uhlí a prognózní zdroje černého uhlí. Uhelné sloje se vyskytují ve vnitrosudetstské pánvi ve vrstvách starších, obecně karbonského až spodnopermského stáří. V detailu potom ve vrstvách lampertických, dolsko-žďáreckých, svatoňovických, jíveckých a verněřovických (verněřovický obzor). [2]



Obrázek č. 6: Vyznačení průzkumného území Trutnovsko.

6.3.1 Surovinové zhodnocení plynodajnosti hornin v průzkumném území Trutnovsko a v navazujících dílčích pánvích

V dřívější době proběhla těžba ložisek na území Trutnovska, která byla zaevidována v Bilanci zásob České republiky s nebilančními. Zdroje uhelných slojů se nacházejí v hloubce 1 200 metrů pod povrchem. V průzkumném území Trutnovsko probíhala těžba ve dvou dolech. Prvním důl nesl název Zdeněk Nejedlý v Malých Svatoňovicích a druhý důl se jmenoval Kateřina v Radvanicích, ukončení těžby proběhlo v letech 1991 a 1994. Zdejší uhelné sloje vnitrosudetské pánve jsou z větší části humutové a místy obohacené mědí a uranem. V severozápadní části podkrkonošské pánve mezi obcemi Košťálov a Jimelnice se nalézají spodnopermské hořlavé bituminózní břidlice, které byly v průběhu 19. století místech těženy a následně se využívaly pro vpálení k hnojení polí a v kombinaci s uhlím k výrobě svítiplynu. Průzkumem bylo zjištěno, že mocnost hlavní využitelné sloje je mezi 0,65 – 3,65 metrů a je umístěna v hloubce 0 až 600 metrů pod povrchem. Průzkumem bylo dále zjištěno 35 547 kt nebilančních vyhledaných zásob a ca 310 kt zásob prognózních bituminózních břidlic. Bituminózní břidlice, které jsou vázané na rudnický a kalenský obzor se nachází ve spodnopermsém vrchlabském souvrství podkrkonošské pánve. Rudnický obzor je tvořený prachovci a slínovci až vápenci a může dosahovat mocnosti od 40 do 60 metrů. Polohy černých živičných slínovců jsou ve starší literatuře označeny jako tzv. hořlavé lupky, které mohou dosahovat mocnosti od 1 do 5 metrů a jsou plošně rozšířeny. Kalenský obzor se vyznačuje menší mocností a má i menší plošný rozsah. Odhadované zásoby bituminózních břidlic jsou vypočteny v rozsahu 1 382 700 kt a průměrná mocnost

dosahuje 3 metrů. Při přepočtu na měrné palivo to je 345, 7 mil. t. Pro energetické využití není surovina příliš vhodná, pro příznivější parametry by naznačovalo chemické zpracování. Nejvýznamnější ložiskovou jednotkou je v ní produktivní syřenovské souvrství. [2]

6.3.2 Závěrečné zhodnocení průzkumného území Trutnovsko

Zájmové území zasahuje do Chráněné krajinné oblasti Broumovsko a se severní části i do Krkonošského národního parku, kde podléhá speciálnímu ochrannému režimu. V průzkumném území Trutnovsko leží Chráněná oblast přirozené akumulace vod a Polická pánev. Do zájmového území zasahuje i Východočeská křída a dále se zde nachází řada ochranných pásem vodních zdrojů, která jsou využívána pro veřejné zásobování pitnou vodou, a ochranná pásma minerálních vod (Bělověs a Hronov). Specifický problém mohou představovat opuštěné těžební revíry radvanického a svatoňovického uhelného revíru, které jsou v současné době pokryty Chráněným ložiskovým územím (CHLÚ) Radvanice v Čechách a CHLÚ Rтынě. Z významnému střetu zájmů v oblasti polické pánve je možno doporučit při stanovení průzkumného území Trutnovsko podmínku, která představuje vyloučení technických prací s výjimkou povrchových geofyzikálních metod. [2]

6.4 Geologická charakteristika průzkumného území Meziříčí

Území vytyčené městy Hranice, Nový Jičín, Valašské Meziříčí, Vsetín je označeno jako průzkumné území Meziříčí. Území má rozlohu 945,7 km² a pokrývá rozhraní kraje Zlínského, Moravskoslezského a Olomouckého.

Průzkumné území Meziříčí se nachází na území severomoravského bloku. Nejvýznamnějším strukturním prvkem je zde rožnovsko-súlovský zlomový systém směru, oddělující mělkou a hlubokou část základny. Hluboká část základny byla ověřena pouze vrtem Jablůnka-1 a celková mocnost sedimentů, včetně flyšového pásma, zde činí přes 6 kilometrů. Malenicko-hornoslezská kra se naopak řadí k nejlépe prozkoumaným územím v České republice. Z hlediska dostupnosti pro provedení vrtu pro získání některých energetických surovin se může jevit jako perspektivní. Východní část území připadá k Hornoslezské pánvi, kde význam mají uhelná ložiska a metan na ně navázaný. Na západnější části, až po oblast kry Maleníku, proběhl průzkum pro ověření výskytu plynu a možnosti budování jeho podzemních zásobníků. [2]



Obrázek č. 7: Vyznačení průzkumného území Meziříčí.

6.4.1 Surovinové zhodnocení plynodajnosti hornin v průzkumném území Meziříčí

V průzkumné oblasti Valašskomeziříčska představuje možnou matečnou horninu pro břidličný plyn především menilitové souvrství o mocnosti 50 – 150 metrů, které se vyskytuje v jednotce podslezské a slezské a které má podle geochemických ukazatelů charakter ropomatečných hornin. Spolu s menilitovými rohovci se vyskytují i bělošedé jílovité vápence, hnědé, bělavě navětrávající jílovce destičkovitě nebo šupinkovitě odlučné, někdy s rybími šupinami a kůstkami. Menilitové souvrství je tvořeno hlubokomořskými sedimenty stáří spodního až středního oligocénu, převážně jílovci a jílovými břidlicemi, s obsahem 30–40 % minerálu illitu, dále je zastoupen montmorillonit, až 20 % křemene a karbonáty. Typický je obsah pyritu (0,8–5 %) a zvýšené množství uranu, vanadu a molybdenu. Obsah organické hmoty dosahuje 1,1–10,3 % – to odpovídá 1,4–13,1 % hořlaviny (pro těžbu břidličného plynu postačuje více než 1,5 % obsahu organické hmoty), zcela převládá kerogen. Co se týče dosavadní prozkoumanosti území, chybí detailní analýza pozice dílčích šupin menilitového souvrství, strukturní analýza napěťového pole a rozložení tepelné zralosti v dílčích šupinách, chybí údaje o štěpnosti, obsahu sorbovaného plynu v kerogenu a v jílových minerálech a o řadě dalších fyzikálních vlastností zdrojových i nadložních hornin. Z výsledků podrobného popisu stávajících vybraných vrtů hlubších než 300 metrů ležících v průzkumném území Meziříčí na nekonvenční zemní plyn z břidlic, s ohledem na zastižení menilitového souvrství, jejich popis a chemicko-technologické vyhodnocení, vyplývá, že bylo v předmětném průzkumném území celkem zrevidováno 19 profilů vrtů hlubokých od 282 metrů do

1 712 metrů. Z dostupných výsledků lze konstatovat, že s ohledem na účel průzkumných prací (vyhledávání uhlí, ropy, plynu, nerudní suroviny – vápence, hydrogeologické práce) nebyla v popisu profilu většiny vrtů věnována náležitá pozornost petrografii, litologii anebo stratigrafii plynonosných horizontů, popř. menilitového souvrství, které by představovalo potenciální oblast pro další průzkum. V ojedinělých případech bylo možno provést výběr vrtů se zastiženým menilitovým horizontem, avšak výsledky vrtných prací nedosáhly očekávaná zadání. [2]

6.4.2 Závěrečné zhodnocení průzkumného území Meziříčí

Tím, že dosud nebyly provedeny průzkumné práce a vrty, lze v průzkumném území Meziříčí jen obtížně vyhodnotit možnost těžby plynu a její rizika. Na základě dosud provedených vrtných prací a provedeném zmapování území je možné potvrdit, že sedimenty menilitového souvrství netvoří těsnou masu horniny a může zde docházet k únikům z těžného ložiska. Na základě stanovených kritérií a provedeného hodnocení bylo zjištěno, že na území se mohou nacházet zásoby nekonvenčního plynu z břidlic a jde tedy o vhodnou oblast pro provedení průzkumných prací. Mapováním bylo ale také zjištěno, že geologická stavba obsahuje zlomová porušení, provrásnění a především tektonické poruchy menilitového souvrství, které souvrství dělí do několika dílčích těles. Posouzením geologické stavby hornin je možné konstatovat, že nejen těžba, ale i průzkum na nekonvenční plyn z břidlic je v tomto území nevhodná. Možnou variantou je posouzení alespoň dílčí části území, k tomu bude ale nutné doplnit údaje popisující geologickou stavbu a fyzikální složení nadložních i zdrojových hornin. Zahájení průzkumných prací vybraného dílčího území by mělo být ale závislé na možných dopadech průzkumu na životní prostředí. Výsledek případně provedených průzkumných prací bude ale vždy ovlivněn geologickou strukturou v průzkumném území Meziříčí tvořenou převážně jílovcí, které mohou mít nevhodné vlastnosti pro proces hydraulického štěpení. [2]

6.5 Zhodnocení Českého území k zásobám břidlicového plynu

V závěrečném zhodnocení průzkumných prací, lze shrnout, že z vypracovaných studií vyplývá, že Česká republika nedisponuje takovou zásobou

břidlicového plynu a nelze očekávat, že v navržených průzkumných oblastech se nachází významnější zdroje plynu. Případné negativní dopady těžby břidlicového plynu na české životní prostředí a českou krajinu jsou vyšší hrozbou, než případný ekonomický zisk těžebních společností a nepatrný ekonomický přínos pro Českou republiku.

7 Legislativa ve vztahu k nekonvenčním zdrojům zemního plynu

7.1 Legislativa řídící průzkumné práce v České republice

Provádět průzkumné práce k ověření ložisek vyhrazených nerostů může podle zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů provádět fyzická nebo právnická osoba a to za předpokladu, že veškeré průzkumné práce bude řídit odpovědná osoba, která disponuje osvědčením o odborné způsobilosti. Společnost, která by chtěla provádět vyhledávání a průzkum případných ložisek nerostů, včetně ověření jejich zásob, musí podle § 4 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích ve znění pozdějších předpisů požádat Ministerstvo životního prostředí (MŽP) o vydání stanovění k průzkumnému území. Jestliže je žádost schválena a je vydáno rozhodnutí o stanovení či nestanovení průzkumného území, které v případě vydaného kladného stanoviska bude obsahovat: hranice průzkumného území, nerost, na jehož vyhledávání a průzkum stanovuje a podmínky k prováděným práce a maximální dobu platnosti průzkumného území. Na řízení o stanovení průzkumného území pro vyhledávání a průzkum ložisek ropy nebo zemního plynu se vztahují zvláštní ustanovení, které jsou uvedeny v zákoně č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů. Stanovisko k vytyčení průzkumného území není územních rozhodnutím, ale stanovuje společnosti výhradní právo k vyhledávání nerostu v daném území.

V průběhu realizace prováděných prací za účelem průzkumu ložisek vyhrazených nerostů musí příslušná organizace respektovat podle § 22 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů zájmy chránění podle zvláštních právních předpisů. K nim patří zákony:

- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.
- Zákon č. 164/2001 Sb., o přírodních léčivých zdrojích, zdrojích přírodních minerálních vod, přírodních léčebných lázních a lázeňských místech (lázeňský zákon), v platném znění.
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění.
- Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, v platném znění.

Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů, stanoví v ustanovení § 4b povinnost každoroční úhrady za plochu vymezeného průzkumného území. Tato úhrada je příjmem obcí, na jejichž katastrech je průzkumné území stanoveno.

V případě, že organizace, která provádí průzkumné práce opakovaně nebo závažně poruší povinnosti stanovené zákonem č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů, může MŽP okamžitě stanovené průzkumné území zrušit.

V případě, že podaná žádost o průzkumné práce je v rozporu se státní surovinovou politikou, státní politikou životního prostředí, zájmy obrany státu, zahraničními závazky státu nebo pokud další veřejný zájem převýší zájem na dalším průzkumu a následném využití výhradního ložiska vydá MŽP zamítavé stanovisko. [2]

7.2 Průběh průzkumných prací z hlediska legislativy

Probíhající geologické práce v průzkumném území představují následnou odbornou technickou činnost, kterou upravuje zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, v platném znění, a specifická vyhláška č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, v platném znění. Vzhledem k tomu, že v průběhu geologických průzkumných prací u nekonvenčních ložisek z břidlic může docházet k nebezpečným vlivům, např. únik chemických kapalin, úniky plynů, kontaminace spodních vod a kontaminace půdy, je při stanovení průzkumného území potřeba zavést speciální opatření, které musí organizace, ještě před zahájením prací prokázat a to prokázáním technické a finanční způsobilosti žadatele.

Veškeré opatření umožní posoudit, zda připravovaný záměr může či nemůže mít negativní vliv na životní prostředí a zda je nutné jeho další posuzování dle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Evropská komise uvádí, že zjišťovací řízení je nutné i pro průzkumné projekty, ve kterých množství vytěženého zemního plynu nepřekročí 500 000 m³ za den. Zejména pak u záměrů, které zahrnují průzkumné vrty velkých hloubek, hraje posouzení vlivů na životní prostředí dle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů v povolovacím řízení průzkumů „nekonvenčních ložisek uhlovodíků“ hlavní roli, protože zajišťuje, že environmentální důsledky záměrů budou brány v potaz ještě před konečným vydáním rozhodnutí o vlastních průzkumných geologických pracích. [2]

8 Vliv geologických průzkumných prací na životní prostředí v ČR

Každý zásah do krajiny v rámci průzkumných geologických prací za účelem hledání ložisek a zásob břidlicového plynu bude mít negativní dopad na životní prostředí v České republice. Nejviditelnějším rizikem je případná devastace místní krajiny, která bude zničena z důvodu vysoké prostorové potřeby pro těžbu a manipulační plochy pro automobily. Skrytými riziky je případná kontaminace spodních vod, zapříčiněna únikem chemických látek, které se směšují společně s vodou při hydraulické těžbě. Dalším vysokým rizikem je kontaminace půdy a geologického prostředí obecně. To může být zapříčiněno stejně jako kontaminace spodních vod únikem chemických látek v hydraulické těžbě, ale případnými výbuchy těžebních průzkumných vrtů či nedostatečnou manipulací nebezpečnými látkami. Další rizika spočívají ve vyvolání zemětřesení a nadměrného hluku ze strojního těžebního zařízení. Všechny zmíněná rizika a negativní dopady na životní prostředí jsou prokázány ze studií a zkušeností s těžbou břidlicového plynu ze zahraničí, především ze Spojených států amerických, ale v případě zemětřesení jsou důkazy i ze Spojeného království.

9 Odlišnosti případné těžby břidlicového plynu v České republice

- a) **Geologické – Geologické** – v navrhovaných průzkumných územích v České republice je množství bitumenních břidlic nízké a jejich struktura složitá. Vrstvy bitumenních břidlic v USA mívají mocnost až 100 m a táhnou se na kilometry daleko, vrstvy těchto břidlic v České republice mívají až na pár výjimek mocnost 30 cm – 10 m a jsou silněji zvrásněné a tektonicky porušené. Udržet těžební část vrtu v břidlicových vrstvách by tak bylo mnohem náročnější, výtěžnost by byla nižší a rizika vyšší. Metoda hydraulického štěpení byla vyvinuta pro neobydlené krajiny se specifickou geologií a pro Českou republiku je nevhodná: případné havárie a veškeré potenciální znečištění podzemních vod by bylo téměř nemožné sanovat..
- b) **Legislativní** – úřady v České republice nejsou na technologické postupy těžby připravené. Není prozatím jasné, jak a kým by se monitorovalo vypouštění frakčních kapalin a jak by těžební společnosti ručily za případné způsobení škod. Bylo by riskantní opakovat chyby v praxi, kdy úřady vycházejí pouze z dat, které poskytují samotné těžbařské společnosti a nemají prostředky ani pravomoci pro ověření jejich věrohodnosti.
- c) **Ekologické** – během posuzování rizik z hlediska životní prostředí, které se provádí na základě zkušenosti v USA, je vhodné vzít v úvahu fakt, že těžbařské společnosti v minulosti postupovaly tak rychle, že kontrolní úřady nestihly před zahájením těžby odebrat vzorky a proto mají problém dokázat případnou kontaminaci.[17]

PRAKTICKÁ ČÁST

10 Dotazníkové šetření veřejného mínění o problematice dopadů těžby břidlicového plynu na životní prostředí v České republice

10.1 Metodika

Metoda dotazníkového šetření byla provedena formou online elektronického dotazníku, který byl zveřejněn na internetových stránkách www.vyplnto.cz. Tato dotazníková metoda umožňovala rychlé a automatické shromažďování dat s potenciálem oslovit velké množství respondentů v krátkém čase. Cílem dotazníkové šetření bylo ověřit občanskou informovanost o problematice těžby břidlicového plynu na území České republiky. Cílovou skupinou byly všichni občané České republiky.

Dotazník obsahoval základních 7 otázek. V dotazníku byly zvoleny uzavřené otázky, tedy otázky kde si respondent mohl vybrat s nabídky předem definovaných odpovědí. Uzavřené otázky byly zvoleny proto, aby respondentovy zajišťovaly jasný a časově nenáročný způsob odpovědi. První tři otázky se týkaly vstupní charakteristiky respondentů, následující otázky byly již zaměřeny na problematiku dopadů těžby břidlicového plynu na životní prostředí. V jednotlivých odpovědích u otázek č. 5 a č. 6 se kromě správných odpovědí nacházely i cíleně odpovědi chybné či nepřesné. Tento krok byl učiněn pro následný detailnější přehled, zda má laická veřejnost přehled o zkoumané problematice.

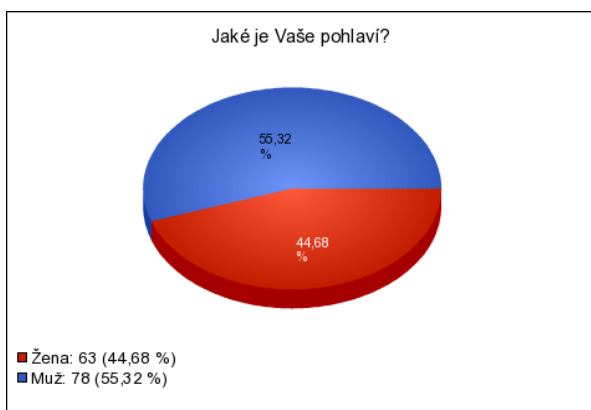
10.2 Vyhodnocení dotazníkové šetření

Zveřejněný dotazníkový průzkum o veřejném mínění k problematice dopadu těžby břidlicových plynů na životní prostředí ČR bylo vyplněno celkem 141 respondenty. Jednotlivé vyhodnocení otázek shrnuje níže uvedený přehled.

1. Jaké je Vaše pohlaví?

Povinná otázka, respondent musel zvolit jednu z nabízených odpovědí.

Odpověď	Počet	Lokálně %
Muž	78	55,32 %
Žena	63	44,68 %



Z výše uvedených odpovědí vyplývá, že dotazníkové šetření bylo vyplněno nepatrně více muži (55,32 %) než ženami (44,68 %). [26]

2. Do jaké věkové kategorie patříte?

Povinná otázka, respondent musel zvolit jednu z nabízených odpovědí.

Odpověď	Počet	Lokálně %
27 - 40	66	46,81 %
41 - 70	43	30,5 %
15 - 26	32	22,7 %

Z odpovědí je patrné, že nejvíce odpověděli respondenti ve věkové kategorii 27 - 40 let (46,81 %), druhou odpovídající věkovou kategorií byly respondenti od 41 - 70 let (30,5 %) a nejméně odpovídali občané ve věku 15 - 26 let (22,7 %). [26]



3. Do jaké velikostní kategorie spadá obec, ve které žijete?

Povinná otázka, respondent musel zvolit jednu z nabízených odpovědí.

Odpověď	Počet	Lokálně %
Nad 15 000 - 100 000 obyvatel	48	34,04 %
Nad 1 000 - 15 000 obyvatel	46	32,62 %
Nad 100 000 obyvatel	25	17,73 %
Do 1 000 obyvatel	22	15,6 %

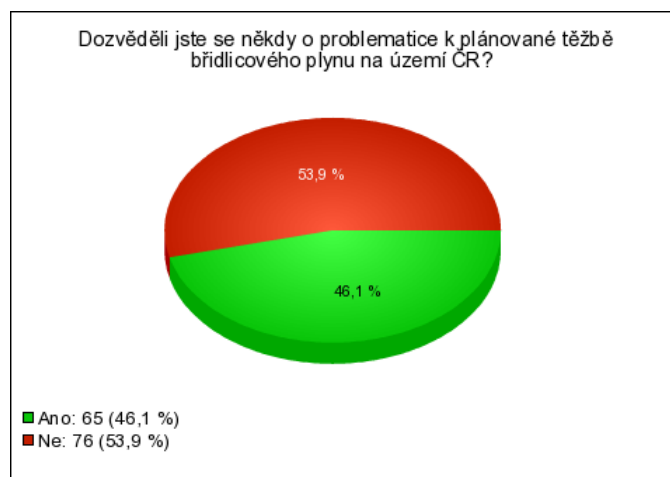


Ze zaznamenaných odpovědí vychází, že většina respondentů spadá do středně velkého města v České republice. Nejvyšší počet respondentů spadá do velikostní kategorie obce nad 15 000 do 100 000 obyvatel (34, 04 %), o dvě procenta méně respondentů spadá do kategorie nad 1 000 – 15 000 obyvatel (32, 62 %), respondenti, kteří spadají do kategorie nad 100 000 obyvatel vyplnilo dotazník (17, 73 %) a nejméně respondentů pocházelo z obcí do 1 000 obyvatel (15, 6 %). [26]

4. Dozvěděli jste se někdy o problematice k plánované těžbě břidlicového plynu na území ČR?

Povinná otázka, respondent musel zvolit jednu z nabízených odpovědí.

Odpověď	Počet	Lokálně %
Ne	76	53,9 %
Ano	65	46,1 %

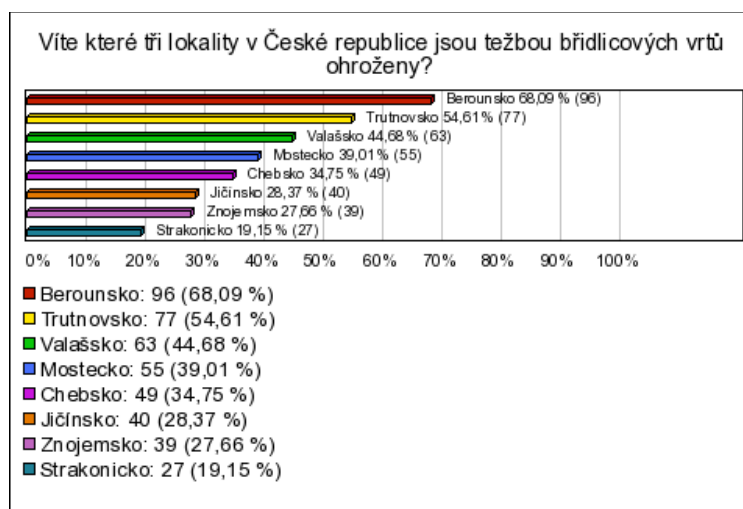


Na otázku, zda se respondenti někdy dozvěděli o problematice k plánované těžbě břidlicového plynu na území ČR, převyšovala odpověď, že ne (53,9 %), oproti odpovědi, že ano (46,1 %). Toto zjištění je poněkud zásadní, neboť je zde patrné, že česká veřejnost není dostatečně informována o případných rozsáhlých záměrech, které jsou s těžbou břidlicového plynu spojené. Vzhledem k tomu, že těžba břidlicového plynu je vysoce riziková pro negativní dopady na životní prostředí bude nezbytné, aby případné úvahy či vize o případné těžbě byly šířeny mezi širokou veřejností. [26]

5. Víte, které tři lokality v České republice jsou těžbou břidlicových vrtů ohroženy?

Povinná otázka, respondent musel zvolit alespoň některou z nabízených odpovědí (min. 3).

Odpověď	Počet	Lokálně %
Berounsko	96	68,09 %
Trutnovsko	77	54,61 %
Valašsko	63	44,68 %
Mostecko	55	39,01 %
Chebsko	49	34,75 %
Jičínsko	40	28,37 %
Znojensko	39	27,66 %
Strakonicko	27	19,15 %

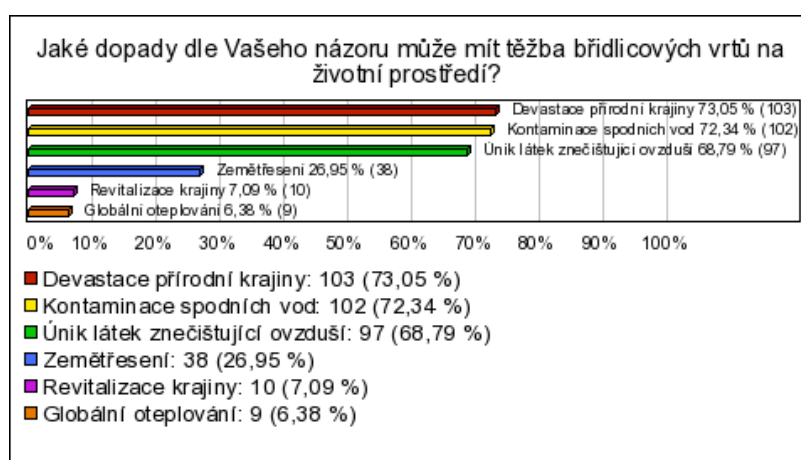


U této otázky měli respondenti povinnost označit minimálně tři lokality v České republice, které jsou těžbou břidlicového plynu nejvíce ohroženy. Záměrně zde byly na výběr uvedeny i lokality, kde těžba momentálně nehrozí. Z výsledků vyplývá, že respondenti mají dostatečné podvědomí o tom, že nejvíce jsou ohroženy lokality Berounska (68,09 %), Trutnovska (54,61 %) a Valašska (44,68 %), neboť právě tyto tři lokality, které respondenti nejvíce označovali, jsou nejvíce ohroženým územím pro případnou těžbu břidlicového plynu. [26]

6. Jaké dopady dle Vašeho názoru může mít těžba břidlicových vrtů na životní prostředí?

Povinná otázka, respondent musel zvolit alespoň některou z nabízených odpovědí (min. 2).

Odpověď	Počet	Lokálně %
Devastace přírodní krajiny	103	73,05 %
Kontaminace spodních vod	102	72,34 %
Únik látek znečišťující ovzduší	97	68,79 %
Zemětřesení	38	26,95 %
Revitalizace krajiny	10	7,09 %
Globální oteplování	9	6,38 %

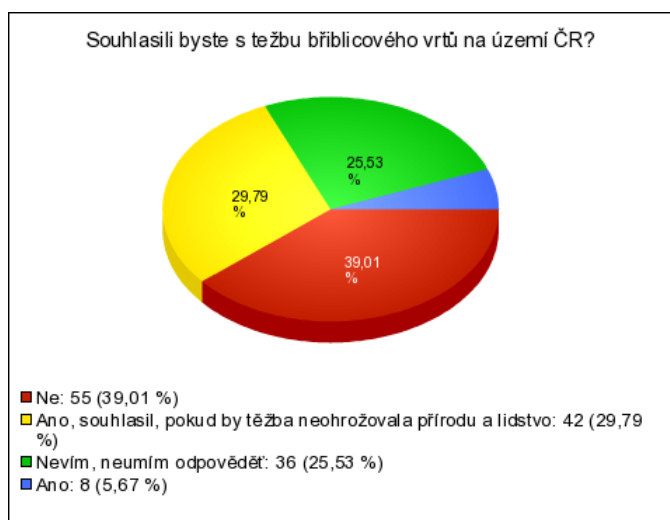


V případě otázky, jaké mohou být dopady na životní prostředí z těžby břidlicového plynu, museli respondenti vyplnit alespoň dvě odpovědi. Z výsledků vyplývá zjištění, že respondenti mají výrazně jasno, jaké ohrožení životního prostředí by mohla těžba způsobit, mezi nejčastější odpovědi patřilo: devastace krajiny (73,05 %), kontaminace spodních vod (72,34 %), únik látek znečišťující ovzduší (68,79 %). [26]

7. Souhlasili byste s těžbou břidlicového vrtů na území ČR?

Povinná otázka, respondent musel zvolit jednu z nabízených odpovědí.

Odpověď	Počet	Lokálně %
Ne	55	39,01 %
Ano, souhlasil, pokud by těžba neohrožovala přírodu a lidstvo	42	29,79 %
Nevím, neumím odpovědět	36	25,53 %
Ano	8	5,67 %



Výsledky dokazují, že většina respondentů by s případnou těžbou nesouhlasila (39,01 %), téměř čtvrtina respondentů by s těžbou souhlasila, ale za podmínky, že by těžba neohrožovala přírodu a lidstvo (29,79 %), neumí odpovědět 25,53 % respondentů a pouze 5,67 % respondentů by s těžbou souhlasila. [26]

10.3 Závěrečné zhodnocení dotazníkového šetření

Cílem dotazníkové šetření bylo ověřit, nakolik jsou občané informováni a jaké mají vědomosti o těžbě břidlicového plynu a jeho případných dopadů na životní prostředí v České republice. Výsledky dotazníkového šetření, lze shrnout do dvou základních zjištění. Prvním zjištěním bylo, že převyšující polovina respondentů se ihned u první přímé dotazníkové otázky vyjádřila, že se nikdy nedozvěděla o problematice případné těžby břidlicového plynu na území České republiky, ale u následujících otázek u kterých byly předem definované odpovědi, respondenti dokázali téměř vždy označit či vybrat odpovědi správné. Z toho plyne druhé zjištění dotazníkového šetření, že v případě větší detailnosti a přesnosti kladených otázek si široká veřejnost dokáže sama udělat základní přehled o dané problematice.

11 Závěr

V této bakalářské práci jsem se snažil shrnout problematiku těžby břidlicového plynu a identifikovat možná negativní rizika, která by mohla zapříčinit ohrožení životního prostředí v České republice. V bakalářské práci jsem zjistil, že těžba břidlicového plynu má negativní dopady na životní prostředí v několika oblastech, jako je znečištění ovzduší, kontaminace půdy, kontaminace spodních vod, zemětřesení, devastace krajiny a to vše může zapříčinit samotné ohrožení každého člověka, neboť všechny zmíněné oblasti jsou důležité pro život na Zemi. Všechny tyto negativní vlivy na životní prostředí způsobené těžební činností břidlicového plynu jsou potvrzeny z vypracovaných studií, které vychází především z těžebních oblastí ve spojených státech amerických, ve kterých je těžba břidlicového plynu nejrozsáhlejší na světě. Práce dále shrnuje geologické prostředí na území České republiky, které je dotčeno žádostmi o provedení průzkumných vrtů. Ze zjištění vyplývá, že případná těžba břidlicového plynu na území České republiky se jeví jako vysoce riziková a to především s ohledem na geologickou strukturu prostředí, ale i na neprokázané dostatečné zásoby břidlicového plynu proto, aby případná těžba břidlicového plynu byla rentabilní pro těžební společnosti a byla přínosem pro další ekonomický rozvoj České republiky. V případě zahájení těžby břidlicového plynu za aktuálních geologických a legislativních podmínek v České republice by místo pozitivních přínosů těžby výrazně převyšovalo riziko vlivů negativních a to především na nevratnou devastaci krajiny, kterou je Česká republika celosvětově známá. Posledním cílem bakalářské práce byl průzkum veřejného mínění o informovanosti k problematice břidlicových vrtů na území České republiky. Z vyhodnocených výsledků vyplývá, že každý druhý občan někdy slyšel, že by případná těžba mohla probíhat i v Česku. S ohledem na identifikovaná rizika, která by těžba břidlicového plynu mohla způsobit na české krajině a životním prostředí je toto zjištění poněkud znepokojivé, neboť by každý občan České republiky měl být dostatečně seznámen s každým takovým záměrem, který by mohl citelně ohrožovat jeho život, anebo životy dalších generací. Z vyhodnocených dotazníků dále vyplývá, že občané správně identifikovaly jaké oblasti v České republice jsou případnou těžbou dotčeny, ale i jaké negativní dopady by případná těžba na životní prostředí mohla mít. V závěrečném hodnocení jasně vyplývá fakt, že převážná většina občanů by s případnou těžbou břidlicového plynu nesouhlasila, popřípadě souhlasila, ale za předpokladu, že by těžba neohrožovala životní prostředí v České republice. Pouze zlomek občanů by s těžbou souhlasilo i s vědomím všech rizik.

Seznam literatury a použitých zdrojů:

1. Jak se těží břidlicový plyn, online: <http://www.nazeleno.cz/energie/jak-se-tezi-bridlicovy-plyn.aspx>, cit. 5.1.2015.
2. LECHTENBÖHMER, L. et al. (2011). Impacts of shale gas and gas oil extraction on the environment and on human health. Study of European Parliament, Brussels. 85 p. IP/A/ENVI/ST/2011-07.
3. Čína, budoucnost patří plynu, online: <http://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/11367-cina-budoucnost-patri-plynu>, cit. 7.1.2015.
4. AITKEN, G. et al. (2012). Shale gas – Unconventional and unwanted: the case against shale gas. Friends of the Earth Europe, Bruxelles. 30 p.
5. DVOŘÁKOVÁ, V. et al. (2012). Podkladový materiál pro ministra životního prostředí k problematice nekonvenčního zemního plynu z břidlic a podzemního zplyňování uhlí. Česká geologická služba, Praha. 70 s.
6. MACHÁČEK, J. (2001). Aplikace geofyzikálních metod v geotechnickém inženýrství a souvisejících oborech. ČVUT, Fakulta stavební, Praha. s. 1-21. ISBN 80-01-02354-0.
7. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outsider the United States. (2013). U.S. Energy Information Administration (EIA), Washington, DS. 730 p.
8. Fracking fracas, online: <http://whyfiles.org/2011/fracking-fracas/>, cit. 4.2.2015.
9. BENADA, S. et al. (2012). Břidlicový plyn: Energetická revoluce?. CEP – Centrum pro ekonomiku a politiku, Praha. 171 s. ISBN 978-80-87460-12-2.
10. A division of the American Chemical Society, online: <http://www.cas.org/>, cit. 8.2.2015.
11. Příklad objemového složení hydraulického štěpení roztoku, online: <http://stophf.cz/wp-content/uploads/2012/04/TABLE-4.-AN-EXAMPLE-OF-THE-VOLUMETRIC-COMPOSITION-OF-HYDRAULIC-FRACTURING-FLUID11.pdf>, cit. 16.2.2015.
12. KOSTITSYNA, K. VOŠTA, M. (2013). Břidlicový plyn jako energetická alternativa EU. Fakulta mezinárodních vztahů Vysoké školy ekonomické v Praze.

13. KUHN, M., UMBACH, F. (2011). Strategic Perspectives of Unconventional Gas: A Game Changer with implication for EU Energy Security. EUCERS Strategy paper, Volume 01.
14. CHVALKOVSKÁ, J. MEJSTRÍK, M. (2012). Budoucnost těžby nekonvenčních zdrojů zemního plynu v Polsku a její důsledky pro střední Evropu. EEIP, a.s., Praha. 83 s.
15. VOŠTA, M. et al. (2008). Energetická náročnost: determinanta změn toků fosilních paliv a implikace pro EU a ČR. Professional Publishing, Příbram. 173 s. ISBN 978-80-86946-93-2.
16. DVOŘÁKOVÁ, V. et al. (2001). Nekonvenční zemní plyn z břidlic. Česká geologická společnost, Brno. 68 s.
17. KOZDERKA, J. (2014). Proč je málo pravděpodobné, že by břidlicový plyn mohl vyřešit energetickou otázku, online: <http://energetika.tzb-info.cz/11859-proc-je-malo-pravdepodobne-ze-by-bridlicovy-plyn-mohl-vyresit-energetickou-otazku>, cit. 2.3.2015.
18. RAO, V. (2012). Shale gas: the promise and the peril. Research Triangle Institute Press, New York. 184 p. ISBN 978-1-934831-10-6.
19. Břidlicový plyn – energetický ráj nebo frakovací peklo, online: <http://vasevec.parlamentnilisty.cz/vip-blogy/bridlicovy-plyn-%E2%80%93-energeticky-raj-nebo-frakovaci-peklo>, cit. 3.3.2015.
20. O těžbě břidlicového plynu v USA, online: <http://www.enviweb.cz/clanek/regeo/101400/o-tezbe-bridlicoveho-plynu-v-usa>, cit. 25.2.2015.
21. Technika a technologie hlubinného vrtání , online: <http://geologie.vsb.cz/TECHHLDOB/hlubinneVrtani/vrtani/proplachVrtu.html>, cit. 15.2.2012.
22. Environmental Aspects on Unconventional Fossil Fuels, online: http://ec.europa.eu/environment/integration/energy/unconventional_en.htm, cit. 15.2.2015.
23. SPEIGHT, J. (2013). Shale gas production processes. Gulf Professional Publishing, Utah. 170 p. ISBN 978-0-12-404571-2.
24. Shale gas development, online: <http://danielyergin.com/shale-gas-development/>, cit. 23.3.2015.

25. Focus on shale gas, online: <http://www.total.com/en/energies-expertise/oil-gas/exploration-production/strategic-sectors/unconventional-gas/shale-gas-1?%FFbw=klu+dge1%FF>, cit. 15.3.2015.
26. Fanta, D. – Vliv břidlicových vrtů na životní prostředí na území ČR (výsledky průzkumu), 2015. Dostupné online na <http://47681.vyplnto.cz>

Seznam použitých obrázků:

- Obr. č. 1: Znázornění těžebního procesu při získávání plynu z ložiska.
- Obr. č. 2: Těžební věž pro získávání břidlicového plynu.
- Obr. č. 3: Hustota těžební plochy při těžbě břidlicového plynu v USA.
- Obr. č. 4: Označení území v ČR, na které byly podány žádosti o průzkumné vrty.
- Obr. č. 5: Vyznačení průzkumného území Berounka.
- Obr. č. 6: Vyznačení průzkumného území Trutnovsko.
- Obr. č. 7: Vyznačení průzkumného území Meziříčí.

Seznam použitých tabulek:

- Tab. č. 1: Odhady světové zásoby technicky dostupného nekonvenčního plynu.
- Tab. č. 2: Objemové složení hydraulického štěpení roztoku.
- Tab. č. 3: Srovnání odlišností těžebních podmínek v USA a Evropě.
- Tab. č. 4: Specifické emise látek znečišťující ovzduší ze stacionárních dieselových motorů používaných při vrtání, hydraulické těžbě a dokončení.
- Tab. č. 5: Spotřeba vody v různých vrtech při těžbě břidlicového plynu (m³).