

VIDAUS POLITIKOS GENERALINIS DIREKTORATAS
POLITIKOS DEPARTAMENTAS
EKONOMIKOS IR MOKSLINIŲ TYRIMŲ POLITIKA **A**

Ekonomikos ir pinigų politika

Užimtumas ir socialiniai reikalai

**Aplinka, visuomenės sveikata
ir maisto sauga**

Pramonė, moksliniai tyrimai ir energetika

Vidaus rinka ir vartotojų apsauga



**Skalūnų dujų ir skalūnų
alyvos gavybos poveikis
aplinkai ir žmonių
sveikatai**

ENVI



**VIDAUS POLITIKOS GENERALINIS DIREKTORATAS
A TEMINIS SKYRIUS. EKONOMIKA IR MOKSLO POLITIKA**

Skalūnų dujų ir skalūnų alyvos gavybos poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai

TYRIMAS

Anotacija

Šiame tyrime aptariamas galimas hidraulinio ardymo poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai. Kiekybiniai duomenys ir kokybinis poveikis dėstomas pagal JAV patirtį, nes skalūnų dujų gavyba Europoje dar tik pradedama, o JAV turi daugiau kaip 40 metų patirtį ir yra padariusi daugiau kaip 50 000 grėžinių. Kritiškai įvertinus esamą literatūrą ir atlikus nuosavus skaičiavimus, įvertinamas ir išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis. Apžvelgiami su hidraulinio ardymo veikla susiję Europos teisės aktai ir pateikiamos rekomendacijos tolesniam darbui. Atsižvelgiant į dabartinę tradiciniu būdu išgaunamų dujų pasiūlą ir galimą jos raidą ateityje, aptariami galimi dujų išteklių ir būsimas skalūnų dujų prieinamumas.

Šis dokumentas užsakė Europos Parlamento Aplinkos, visuomenės sveikatos ir maisto saugos komitetas.

AUTORIAI

Stefan LECHTENBÖHMER, Vupertalio klimato, aplinkos ir energetikos institutas
Matthias ALTMANN, *Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH*
Sofia CAPITO, *Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH*
Zsolt MATRA, *Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH*
Werner WEINDRORF, *Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH*
Werner ZITTEL, *Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH*

ATSAKINGASIS ADMINISTRATORIUS

Lorenzo VICARIO
Teminis skyrius. Ekonomika ir mokslo politika
Europos Parlamentas
B-1047 Briuselis
E. paštas Poldep-Economy-Science@europarl.europa.eu.

KALBOS

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

APIE REDAKCIJĄ

Norėdami susisiekti su teminiu skyriumi arba užsisakyti mėnesinį naujienlaiškį, rašykite adresu
Poldep-Economy-Science@europarl.europa.eu.

Rankraštis užbaigtas 2011 m. birželio mėn.
Briuselis, © Europos Parlamentas, 2011 m.

Šis dokumentas pateiktas internete adresu
<http://www.europarl.europa.eu/activities/committees/studies.do?language=EN>.

ATSAKOMYBĖS PANAIKINIMO IŠLYGA

Už šiame dokumente pareikštas nuomones atsako tik autorius, jos nebūtinai atspindi oficialią Europos Parlamento poziciją.

Leidžiama kopijuoti ir versti nekomerciniais tikslais, jeigu nurodomas šaltinis, o leidėjas iš anksto informuojamas ir jam nusiunčiama kopija.

TURINYS

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	8
SANTRAUKA	9
1. ĮVADAS	12
1.1. Skalūnų dujos	12
1.1.1. Kas yra skalūnų dujos?	12
1.1.2. Naujausia netradicinės dujų gavybos raida	14
1.2. Skalūnų alyva	15
1.2.1. Kas yra skalūnų alyva ir uolienu porose susikaupusi alyva?	15
1.2.2. Naujausia uolienu porose susikaupusios alyvos gavybos raida	16
2. POVEIKIS APLINKAI	17
2.1. Hidraulinis ardymas ir galimas jo poveikis aplinkai	17
2.2. Poveikis kraštovaizdžiui	19
2.3. Į orą išmetami teršalai ir dirvožemio tarša	21
2.3.1. Per įprastas operacijas į orą išmetami teršalai	21
2.3.2. Teršalai iš sprogusių gręžinių arba po avarių gręžybos aikštelėse	23
2.4. Paviršinis ir požeminis vanduo	24
2.4.1. Vandens sunaudojimas	24
2.4.2. Vandens tarša	25
2.4.3. Nuotekų šalinimas	27
2.5. Žemės drebjimai	28
2.6. Cheminės medžiagos, radioaktyvumas ir poveikis žmonių sveikatai	28
2.6.1. Radioaktyviosios medžiagos	28
2.6.2. Naudotinos medžiagos	29
2.6.3. Poveikis žmonių sveikatai	32
2.7. Galima ilgalaikė ekologinė nauda	32
2.8. Pavojaus aptarimas viešose diskusijose	33
2.9. Išteklių sunaudojimas	34
3. ŠILTNAMIO EFEKTĄ SUKELIANČIŲ DUJŲ PUSIAUSVYRA	36
3.1. Skalūnų dujos ir uolienu porose susikaupusios dujos	36
3.1.1. Šiaurės Amerikos patirtis	36
3.1.2. Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis	40
3.1.3. Neišspręsti klausimai	43
3.2. Uolienu porose susikaupusi alyva	43
3.2.1. Europos patirtis	43
4. ES REGLAMENTAVIMO SISTEMA	44

4.1. Specialios kasybos pramonės direktyvos	44
4.2. Nespecialios direktyvos (dėl aplinkos ir žmonių sveikatos)	46
4.2.1. Pagrindiniai kasybos pramonės keliami pavojai, aptarti ES direktyvose	46
4.2.2. Konkretūs skalūnų dujų ir uolienuų porose susikaupusios alyvos keliami pavojai, aptarti ES direktyvose	48
4.3. Spragos ir neišspręsti klausimai	54
5. IŠTEKLIŲ PRIEINAMUMAS IR VAIDMUO MAŽO ANGLIES DIOKSIDO KIEKIO TECHNOLOGIJŲ EKONOMIKOJE	57
5.1. Įvadas	57
5.2. Skalūnų dujų ir naftos telkinių dydis ir išsidėstymas, palyginti su įprastais telkiniais	58
5.2.1. Skalūnų dujos	58
5.2.2. Skalūnų alyva ir uolienuų porose susikaupusi alyva	61
5.3. JAV skalūnų dujų telkinių eksploatavimo analizė	64
5.3.1. Gręžinio gavybos išeiga pirmąjį mėnesį	64
5.3.2. Tipiški gavybos modeliai	64
5.3.3. Gręžinio numatomas galutinis išgavimas (EUR)	65
5.3.4. Kai kurie JAV pavyzdžiai	65
5.3.5. Didžiųjų Europos skalūnų dujų telkinių pagrindiniai parametrai	67
5.3.6. Hipotetinio telkinio eksploatavimas	68
5.4. Skalūnų dujų gavybos vaidmuo kuriant mažo anglies dioksido kiekio technologijų ekonomiką ir siekiant ilgalaikių išmetamo CO₂ kiekio mažinimo tikslų	68
5.4.1. Tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavyba Europoje	68
5.4.2. Tikėtina netradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos svarba Europos dujų tiekimo srityje	69
5.4.3. Skalūnų dujų gavybos vaidmuo siekiant ilgalaikio išmetamo CO ₂ kiekio mažinimo tikslų	70
6. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	71
LITERATŪROS ŠALTINIAI	74
PRIEDAS. PERSKAIČIAVIMO KOEFICIENTAI	81

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

AKRAfrikos, Karibų ir Ramiojo vandenyno šalys

ac-ftakro pėda (1 akro pėda = 1215 m²)

ADRSutartis dėl pavojingų krovinių tarptautinio vežimo keliais

AGSArkanzaso geologiniai tyrimai

GPGBGeriausias prieinamas gamybos būdas

bblBarelis (159 litrai)

bcmMilijardas m³

BREFGeriausio prieinamo gamybos būdo pamatiniai dokumentai

CBMAnglių klodo metanas

COAnglies monoksidas

CO₂Anglies dioksidas

DDarsis (laidumo vienetas)

PAVPoveikio aplinkai vertinimas

ESEuropos Sąjunga

EURNumatomas galutinis išgavimas (alyvos kiekis, kuris, kaip manoma, galutinai išgautas)

GbGigabarelis (10⁹ bbl)

ŠESDŠiltnamio efektą sukeliančios dujos

GIPDujų vietoje išteklių, dujų skalūne esantis dujų kiekis

TEATarptautinė energetikos agentūra

TIPKTaršos integruota prevencija ir kontrolė

kmKilometras

ktKilotona

GCAGyvavimo ciklo analizė

mMetras

m³Kubinis metras

MJMegadžaulis

MMscfMilijonas standartinių kubinių pėdų

MtMilijonas tonų

MWKasybos atliekos

NEEINe energijos gavybos pramonė

NMVOCLakieji organiniai ne metano junginiai

NORMGamtinės radioaktyviosios medžiagos (dažnai trumpinama ir N.O.R.M.)

NO_xAzoto oksidas

OGPTarptautinė naftą ir dujas išgaunančių įmonių asociacija

PA DEPPensilvanijos aplinkos apsaugos departamentas

PLTAPensilvanijos žemės patikos asociacija

PMDalelės

ppbDalys vienam milijardui

ppmDalys vienam milijonui

ScfStandartinė kubinė pėda (1000 Scf = 28,3 m³)

SO₂Sieros dioksidas

SPENaftos inžinierių bendrija

TCEQTeksaso aplinkos kokybės komisija

Tm³Tera kubinis metras (10¹² m³)

TOCBendras organinės anglies kiekis

JKJungtinė Karalystė

JT EEKJungtinių Tautų Europos ekonomikos komisija

US-EIAJungtinių valstijų energetikos informacijos administracija

USGSJungtinių valstijų geologiniai tyrimai

VOCLakieji organiniai junginiai

WEOPasaulio energetikos apžvalga

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Tipiškas gręžybai, hidrauliniam ardymui ir gręžiniams įrengti naudojamų stacionarių dyzelinių variklių į orą išmetamų konkrečių teršalų kiekis.....	23
2 lentelė. Vandens poreikis skalūnų dujų gavybai įvairiuose gręžiniuose (m ³).....	25
3 lentelė. Pasirinktos medžiagos, naudojamos kaip ardymo skysčių cheminiai priedai Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje.....	31
4 lentelė. Apytikslis gamtinių dujų gavybai naudojamų medžiagų kiekis ir sunkvežimių eismas [NYCDEP 2009].....	34
5 lentelė. Metano, išmetamo per grįžtamąjį skystį keturiuose netradiciniu būdu išgaunamų gamtinių dujų gręžiniuose, kiekis	37
6 lentelė. ŠESD, išmetamų skalūnų dujų žvalgyimo, gavybos ir apdorojimo procesuose, kiekis, susijęs su išgaunamų dujų žemutine šilumine verte (ŽŠV)	39
7 lentelė. ŠESD, išmetamų elektros gamyboje CCGT naudojant iš įvairių GD šaltinių išgautas gamtines dujas, kiekis, palyginti su išmetamomis elektros gamybai naudojant anglį, skaičiuojant g CO ₂ ekvivalentu vienai elektros energijos kWh	42
8 lentelė. Visos ES direktyvos, specialiai skirtos kasybos pramonei	45
9 lentelė. Svarbiausi naudingųjų iškasenų gavybai taikomi teisės aktai	47
10 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl vandens apsaugos.....	49
11 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl aplinkos apsaugos.....	50
12 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl saugos darbe.....	51
13 lentelė. Svarbi direktyva dėl apsaugos nuo radiacijos.....	52
14 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl atliekų.....	52
15 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl cheminių medžiagų ir su jomis susijusių avarių....	53
16 lentelė. Tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos ir rezervų vertinimas, palyginti su skalūnų dujų ištekliais (dujų ištekliai vietoje ir techniškai išgaunami skalūnų dujų ištekliai); GIP = dujų vietoje ištekliai; bcm = mlrd. m ³ (pradiniai duomenys keičiami į kubinius metrus: 1000 SCF = 28,3 m ³)	59
17 lentelė. Didžiųjų JAV skalūnų dujų telkinių vertinimo parametrai (pradiniai duomenys keičiami: 1000 SCF = 28,3 m ³ ir 1 m = 3 pėdos)	60
18 lentelė. Europos skalūnų alyvos išteklių sąmata (Mt).....	62
19 lentelė. Didžiųjų Europos skalūnų dujų telkinių pagrindinių parametrų vertinimas (pradiniai matų vienetai keičiami į SI sistemos vienetus ir suapvalinami)	67

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Galimi į orą išmetamų teršalų, į vandenį ir dirvožemį patenkančių kenksmingų medžiagų ir gamtinių radioaktyviųjų medžiagų (NORM) šrautai	19
2 paveikslas. Uolienu porose susikaupusių dujų gręžyba smiltainiuose	20
3 paveikslas. Ardymo skysčio, naudojamo gręžinyje <i>Goldenstedt Z23</i> Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje, sudėtis.....	30
4 paveikslas. Skalūnų dujų žvalgyimo, gavybos ir apdorojimo procesų išmetamas CH ₄	37
5 paveikslas. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų, išmetamų skalūnų ir uolienu porose susikaupusių dujų gavybos, paskirstymo ir deginimo procesuose, kiekis, palyginti su išmetamomis tradicinės gamtinių dujų ir anglies gavybos procesuose.....	41
6 paveikslas. Kasybos pramonės struktūra	46
7 paveikslas. Svarbiausios ES direktyvos, kuriomis reglamentuojamas kasybos atliekų tvarkymas	47
8 paveikslas. Pasaulinės skalūnų alyvos gavybos diagrama; pradiniai matų vienetai keičiami tokiu santykiu: 1 tona naftingųjų skalūnų lygi 100 litrų skalūnų alyvos	63
9 paveikslas. <i>Fayetteville</i> skalūnų dujų telkinio Arkanzaso valstijoje gavybos mastas	66
10 paveikslas. Tipiškas skalūnų telkinio eksploatavimas, įrengiant po vieną naują gręžinį per mėnesį	68

SANTRAUKA

REKOMENDACIJOS

- Išsamios direktyvos, kurioje būtų įtvirtinta Europos kasybos teisė, nėra. Viešai prieinamos, visapusiškos ir išsamios Europos skalūnų dujų ir uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos reglamentavimo sistemos analizės dar nėra atlikta ir tai turėtų būti padaryta.
- Dabartinė ES hidraulinio ardymo, kuris yra svarbiausias skalūnų dujų ir uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos elementas, reglamentavimo sistema turi ne vieną spragą. Svarbiausia, kad nustatyta riba, nuo kurios turi būti atliekamas hidraulinio ardymo veiklos angliavandenilių gavyboje poveikio aplinkai vertinimas, yra daug aukštesnė negu aktualu bet kokiai galimai šios srities pramonės veiklai, todėl turėtų būti gerokai sumažinta.
- Ardymo veiklai ir galimam jos poveikiui paviršiniam vandeniui skiriant ypatingą dėmesį reikėtų iš naujo įvertinti Vandens pagrindų direktyvos taikymo sritį.
- Atliekant gyvavimo ciklo analizę (GCA) ir pasitelkiant išsamią sąnaudų ir naudos analizę būtų galima įvertinti bendrą naudą visuomenei ir piliečiams. Visose 27 ES valstybėse narėse turėtų būti taikomas suderintas požiūris, kuriuo remdamosi atsakingos valdžios institucijos atliktų GCA vertinimus ir aptartų juos su visuomene.
- Reikėtų įvertinti, ar apskritai turėtų būti uždrausta įpurškimui naudoti toksiškas chemines medžiagas. Reikėtų bent jau viešai atskleisti visas planuojamas naudoti chemines medžiagas, o leidžiamų naudoti cheminių medžiagų skaičius turėtų būti apribotas ir jų naudojimas stebimas. Statistiniai duomenys apie įpurkštų medžiagų kiekį ir projektų skaičių turėtų būti renkami Europos lygmeniu.
- Regionų valdžios institucijoms turėtų būti suteikta daugiau teisių priimti sprendimus dėl leidimų vykdyti projektus, apimančius hidraulinį ardymą. Priimant šiuos sprendimus turėtų būti privalomas visuomenės dalyvavimas ir GCA vertinimai.
- Tais atvejais, kai suteikiami leidimai vykdyti projektus, turėtų būti privaloma stebėti paviršinio vandens srautus ir išlakas.
- Europos lygmeniu turėtų būti renkami ir nagrinėjami statistiniai duomenys apie avarijas ir skundus. Tais atvejais, kai suteikiami leidimai vykdyti projektus, nepriklausoma institucija turėtų rinkti ir svarstyti skundus.
- Dėl sudėtingo galimo hidraulinio ardymo poveikio ir pavojaus aplinkai bei žmonių sveikatai turėtų būti apsvaistyta galimybė Europos lygmeniu priimti naują direktyvą, kurioje būtų visapusiškai reglamentuojami visi šios srities klausimai.

Poveikis aplinkai

Neišvengiamas skalūnų dujų ir uolienu porose susikaupusios alyvos gavybos poveikis – užimamas didelis žemės plotas – gręžybos aikštelės, sunkvežimių stovėjimo ir manevravimo vietos, įranga, dujų perdirbimo ir transportavimo infrastruktūra, privažiavimo keliai. Didelį poveikį gali kelti teršalų išlakos, požeminio vandens tarša nekontroliuojamais dujų ar skysčio srautais po sprogimų ar išsiliejimų, nutekančiu ardymo skysčiu ir nekontroliuojamomis nuotekomis. Ardymo skystyje yra pavojingų medžiagų, be to, grįžtamajame skystyje yra sunkiųjų metalų ir radioaktyviųjų medžiagų iš telkinio. JAV patirtis rodo, kad įvyksta daug avarių, kurios gali būti kenksmingos aplinkai ir žmonių sveikatai. Užregistruoti teisinių reikalavimų pažeidimai būdingi maždaug 1–2 proc. visų gręžybos leidimų. Daugelis šių avarių įvyksta dėl netinkamo įrangos naudojimo arba jos nesandarumo. Be to, pranešama, kad netoli dujų gręžinių požeminis vanduo užteršiamas metanu, dėl kurio kraštutiniais atvejais sprogsa gyvenamieji pastatai, ir kalio chloridu, dėl kurio druskėja geriamasis vanduo. Poveikis didėja plėtojant skalūnų telkinius, kuriuose daroma daug gręžinių – iki šešių gręžybos aikštelių viename km².

Išmetamų ŠESD kiekis

Momentinės metano išlakos vykstant hidraulinio ardymo procesams gali turėti didžiulį poveikį šiltnamio efektą sukeliančių dujų pusiausvyrai. Dabartiniais vertinimais, netradiciniu būdu išgaunant gamtines dujas gaunamas 18–23 g CO₂ ekvivalentas vienam MJ. Išlakos metanui skverbiantis į vandeningąjį horizontą dar neįvertintos. Nepaisant to, konkretaus projekto išlakos gali skirtis dešimt kartų, nelygu, kiek metano susidaro gręžinyje.

Atsižvelgiant į keletą veiksnių, išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių skalūnų dujų kiekis, palyginti su jų energijos kiekiu, yra toks pat mažas, koks susidaro ilgais atstumais transportuojant tradicines dujas, arba toks pat didelis, koks susidaro iš kietosios anglies per visą gyvavimo ciklą nuo išgavimo iki sudeginimo.

ES reglamentavimo sistema

Kasybos teisės tikslas – bendra teisinė kasybos veiklos sistema. Siekiama sudaryti sąlygas, kad šis pramonės sektorius klestėtų, užtikrinti energijos tiekimą ir pakankamą sveikatos ir aplinkos apsaugą bei saugą. ES lygmeniu visapusiškos kasybos reglamentavimo sistemos nėra.

Nepaisant to, galioja keturios specialiai kasybai skirtos direktyvos. Be to, yra daug specialiai kasybai neskirtų direktyvų ir reglamentų, turinčių poveikį gavybos pramonei. Daugiausia dėmesio skiriant aplinkos ir žmonių sveikatos klausimų reglamentavimo aktams, įvardytos 36 aktualiausios direktyvos toliau nurodytose teisės aktų srityse: vandens, aplinkos apsaugos, darbo saugos, apsaugos nuo radiacijos, atliekų, cheminių medžiagų ir su jomis susijusių avarių.

Kadangi aktualių įvairių sričių teisės aktų labai daug, konkretus hidraulinio ardymo keliamas pavojus nepakankamai reglamentuotas. Nustatytos devynios didžiosios spragos: 1. nėra kasybos pagrindų direktyvos, 2. Poveikio aplinkai vertinimo (PAV) direktyvoje nurodyta nepakankama riba, nuo kurios reikia atlikti gamtinių dujų gavybos poveikio aplinkai vertinimą, 3. neprivaloma deklaruoti pavojingų medžiagų, 4. nereikia gauti leidimo žemėje liekančioms cheminėms medžiagoms, 5. hidraulinio ardymo klausimu nėra geriausio prieinamo gamybos būdo pamatinių dokumentų (BREF), 6. nepakankamai apibrėžti nuotekų valymo reikalavimai, o vandentvarkos įrenginių pajėgumų tikriausiai nepakaks, jeigu bus uždraustas įpurškimas ir išleidimas po žeme, 7. nepakankamas visuomenės dalyvavimas priimant sprendimus regioniniu lygmeniu, 8. Vandens pagrindų direktyva nepakankamai veiksminga ir 9. neprivaloma GCA.

Skalūnų dujų išteklių prieinamumas ir vaidmuo mažo anglies dioksido kiekio technologijų ekonomikoje

Netradiciniu būdu išgaunamų dujų prieinamumo galimybės turi būti vertinamos kartu su tradicinių dujų gavybos aplinkybėmis:

- Europos dujų gavyba jau keletą metų smarkiai mažėja ir manoma, kad iki 2035 m. ji sumažės dar 30 proc. arba daugiau;
- manoma, kad Europoje paklausa iki 2035 m. toliau didės;
- jeigu šios tendencijos taps tikrove, neišvengiamai išaugs gamtinių dujų importas;
- nėra jokios garantijos, kad bus galima užsitikrinti papildomą maždaug 100 mlrd. m³ per metus importą.

Netradiciniu būdu išgaunamų dujų išteklių Europoje per maži, kad turėtų bent kiek apčiuopiamą įtaką šioms tendencijoms. Tai dar aktualiau todėl, kad taikant tipiškus gavybos būdus bus galima išgauti tik tam tikrą dalį šių išteklių. Be to, netradiciniu būdu išgaunamų dujų išmetamų ŠESD kiekis daug didesnis negu tradicinių dujų atveju. Projektų sąnaudos didės ir bus vėluojama juos įgyvendinti ir dėl aplinkosaugos reikalavimų. Dėl to dar labiau sumažės galimas poveikis.

Labai tikėtina, kad investicijos į skalūnų dujų projektus gali turėti labai trumpalaikį poveikį (jeigu apskritai jį turės) dujų pasiūlai, kuris gali duoti neigiamų rezultatų, nes gali sudaryti įspūdį, kad dujų tiekimas užtikrintas, o tuo metu vartotojus reikėtų skatinti sumažinti šią priklausomybę taupymu, efektyvumo didinimo priemonėmis ir pakaitalais.

Išvados

Dabar, kai būsimums operacijoms itin svarbu tvarumas, galima abejoti, ar po žeme įpurkšti toksiškas medžiagas turėtų būti leidžiama, ar draudžiama, nes dėl tokios praktikos sumažėtų galimybių vėliau panaudoti užterštą sluoksnį (pvz., geoterminiais tikslais) arba šių galimybių apskritai neliktų, be to, ilgalaikis poveikis dar nėra ištirtas. Aktyvioje skalūnų dujų gavybos vietoje į kvadratinį metrą įpurškiama apie 0,1-0,5 litro cheminių medžiagų.

Tai dar aktualiau todėl, kad galimi skalūnų dujų išteklių per maži, kad turėtų pastebimą poveikį dujų pasiūlai Europoje.

Dabartinės naftos ir dujų žvalgybos bei gavybos teisės turėtų būti iš naujo įvertintos atsižvelgiant į tai, kad galima atitinkama nauda nekompensuoja pavojaus ir žalos aplinkai, nes konkreči dujų gavyba labai maža.

1. ĮVADAS

Šiame tyrime¹ apžvelgiama netradicinė angliavandenilių gavyba ir galimas jos poveikis aplinkai. Daugiausia dėmesio skiriama būsimai veiklai Europos Sąjungoje. Šis tyrimas daugiausia apima skalūnų dujų vertinimus, trumpai paliečiant skalūnų alyvos ir uolienų porose susikaupusias alyvos klausimus.

Pirmame skyriuje trumpai apžvelgiami gavybos technologijų ypatumai, daugiausia hidraulinio ardymo procesas. Tada trumpai apžvelgiama JAV patirtis, nes tai – vienintelė šalis, kurioje hidraulinis ardymas vis didesniu mastu naudojamas jau daug dešimtmečių.

Antrame skyriuje nagrinėjamas išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis, susijęs su gamtinėmis dujomis, išgaunamomis hidraulinio ardymo metodais. Apžvelgiami esami vertinimai ir pateikiama nuosava analizė.

Trečiame skyriuje apžvelgiama teisinė ES lygmens sistema, aktuali hidrauliniam ardymui. Apžvelgus teisinę sistemą, apimančią kasybos teisės aktus, daugiausia dėmesio skiriama aplinkos ir žmonių sveikatos apsaugos direktyvoms. Bendrais bruožais išdėstomi ir aptariami teisės aktų trūkumai galimo hidraulinio ardymo poveikio aplinkai srityje.

Ketvirtame skyriuje pateikiami išteklių vertinimai ir aptariamas galimas skalūnų dujų gavybos poveikis dujų pasiūlai Europoje. Todėl nagrinėjama JAV patirtis išgaunant skalūnų dujas ir pagal bendrus gavybos būdų ypatumus pateikiami tipiško skalūnų telkinio eksploataavimo metmenys. Europos dujų gavybos ir paklausos srityje aptariamas tikėtinas skalūnų dujų gavybos vaidmuo dabartinės gavybos ir pasiūlos sąlygomis, jas ekstrapoliuojant į kitus dešimtmečius.

Paskutiniame skyriuje daromos išvados ir pateikiamos rekomendacijos, kaip valdyti konkretų hidraulinio ardymo keliamą pavojų.

1.1. Skalūnų dujos

1.1.1. Kas yra skalūnų dujos?

Tam tikromis sąlygomis iš jūrų nuosėdų organinių junginių susidaro geologiniai angliavandenilių telkiniai. Tradiciniu būdu išgaunama nafta ir dujos atsiranda termochemiškai skylant organinei medžiagai nuosėdų uolienose, vadinamosiose šaltinio uolienose. Šioms uolienoms kylant po kitomis telkiniais šilo vidutiniškai 30 °C kas kiekvieną km ir pasiekus 60 °C organinė medžiaga suskilo į naftą, o vėliau – į dujas. Skilimo laipsnį lėmė gylis, temperatūra ir poveikio laikas. Kuo aukštesnė temperatūra ir ilgesnis poveikio laikas, tuo labiau skilo sudėtingos organinės molekulės, o galiausiai jos suskilo į paprasčiausią sudedamąją dalį metaną, turintį vieną anglies ir 4 vandenilio atomus.

¹ Už kritišką peržiūrą ir naudingas pastabas dėl 4 skyriaus (ES reglamentavimo sistema) dėkojame dr. Jürgenui Glückertui (*Heinemann & Partner Rechtsanwälte*, Esenas, Vokietija) ir D. Teßmeriui (*Rechtsanwälte Philipp-Gerlach + Teßmer*, Frakfurtas, Vokietija).

Dėkojame už produktyvias diskusijas su prof. W. Blendingeriu, Jeanu Laherrere'u ir Jeanu-Marie Bourdaire'u.

Nelygu, koks geologinis telkinys, susidarę skysti arba dujiniai angliavandeniliai ištrūko iš šaltinio uolienos ir daugiausia migravo aukštyje į poringus ir laidžius sluoksnius, kuriuos turėjo dengti nelaidi uoliena, vadinamasis izoliacinis sluoksnis, kad susidarytų angliavandenilių sankaupa. Šios angliavandenilių sankaupos ir sudaro tradicinius naftos ir dujų telkinius. Gana didelis naftos kiekis, buvimas kelių kilometrų gylyje ir lengvas prieinamumas nuo žemės paviršiaus lemia tai, kad juos lengva išgauti darant gręžinius.

Kai kurios angliavandenilių sankaupos glūdi labai neporingose ir nelaidžiose rezervuarinėse uolienose. Šie dariniai vadinami uolienų porose susikaupusia alyva arba uolienų porose susikaupusiomis dujomis. Paprastai laidumas yra 10–100 kartų mažesnis negu tradiciniuose telkiniuose.

Angliavandeniliai gali būti dideliais kiekiais susikaupę uolienose, kurios iš esmės visiškai nėra rezervuarinės, veikia skalūnai ir kitos labai grynos smulkios uolienos, kuriose sankaupoms reikalinga erdvė atsiranda dėl mažų įtrūkimų ir labai mažų porų. Tokios uolienos itin nelaidžios. Tai vadinama skalūnų dujomis arba skalūnų alyva. Jose nėra brandžių angliavandenilių, tik pirmtakas, vadinamas kerogenu, kurį cheminiuose įrenginiuose galima paversti sintetinė žaliavine nafta.

Trečioji netradiciniu būdu išgaunamų dujų grupė – anglių klodo metanas, glūdintis anglies telkinių porose.

Nelygu, kokie telkinio ypatumai, dujas įvairiomis proporcijomis sudaro įvairios sudedamosios medžiagos, įskaitant metaną, anglies dioksidą, vandenilio sulfidą, radioaktyvųjį radoną ir kt.

Visiems netradiciniams telkiniams bendra tai, kad dujų arba naftos kiekis konkrečiame uolienos tūryje, palyginti su tradiciniais telkiniais, mažas, be to, jie pasklidę dideliame dešimčių tūkstančių kvadratinė kilometrų plote ir juose labai mažas laidumas. Todėl tai naftai ar dujoms išgauti reikalingi specialūs metodai. Be to, dėl mažo angliavandenilių kiekio šaltinio uolienose iš gręžinio išgaunama daug mažiau negu tradiciniuose telkiniuose, todėl ekonomiškai vykdyti gavybą daug sunkiau. Netradicinės ne pačios dujos, o gavybos metodai. Šiems metodams reikia sudėtingų technologijų, daug vandens ir įpurkšti priedus, kurie gali būti kenksmingi aplinkai.

Nėra aiškių tradicinių ir netradicinių dujų ar naftos telkinių skirtumų. Veikia kalbama apie tai, kad nuolat pereinama nuo tradicinės dujų ar naftos gavybos iš labai poringų ir laidžių telkinių, kuriuose didelis konkrečių dujų kiekis, prie uolienų porose susikaupusių dujų telkinių, kurių rezultatyvumo rodikliai blogesni, o tada prie skalūnų dujų gavybos iš neporingų ir labai nelaidžių telkinių, kuriuose konkrečių dujų kiekis mažas. Ypač ne visada aiškus tradicinės ir uolienų porose susikaupusių dujų gavybos skirtumas, nes anksčiau šie du metodai pagal oficialius statistinius duomenis nebuvo išskiriami. Pereinant nuo pirmųjų gavybos metodų prie naujausių didėja ir neišvengiamas šalutinis poveikis vandens naudojimui, aplinkai ir kt. Pavyzdžiui, kiekvienam vieno gręžinio hidraulinio ardymo procesui uolienų porose susikaupusių dujų telkiniuose paprastai reikia kelių šimtų tūkstančių litrų vandens kartu su pagalbinėmis priemonėmis ir cheminėmis medžiagomis, o hidrauliniame ardyme skalūnų dujų telkiniuose vienam gręžiniui sunaudojama keletas milijonų litrų vandens. [ExxonMobil 2010]

1.1.2. Naujausia netradicinės dujų gavybos raida

Šiaurės Amerikos patirtis

Kadangi tradiciniai dujų telkiniai Jungtinėse Valstijose jau išnaudoti, įmonės vis labiau priverstos daryti gręžinius ne tokiuose produktyviuose telkiniuose. Pradžioje gręžiniai buvo daromi netoli esančiuose tradiciniuose, tačiau šiek tiek mažesnio laidumo telkiniuose ir dujos buvo išgaunamos iš jų. Šio laipsniško perėjimo laikotarpiu gręžinių padaugėjo, o konkretus išgaunamas kiekis sumažėjo. Buvo išžvalgoma vis daugiau tankių telkinių. Šis etapas prasidėjo aštuntajame dešimtmetyje. Statistiniai duomenys apie uolienuų porose susikaupusių dujų telkinių gręžinius nebuvo išskirti iš tradicinių išteklių, nes nebuvo aiškaus kriterijaus, kaip juos vienus nuo kitų atskirti.

Nuo to laiko, kai pradėta diskutuoti apie klimato kaitą, siekiama sumažinti išmetamo metano kiekį. Nors teoriniai anglių klodo metano (CBM) išteklių milžiniški, jų įnašas JAV praėjusiais dešimtmečiais augo lėtai ir 2010 m. siekė 10 proc. Dėl nevienodos įvairių anglių naudojimo režimų raidos vienos JAV valstijos šį energijos šaltinį atrado anksčiau negu kitos. Dešimtąjį dešimtmetį Naujoji Meksika buvo didžiausia anglių klodo metano gamintoja. Tačiau 1997 m. pasiekė aukščiausią tašką, toliau plėtojamą perėmė Koloradas (aukščiausias taškas 2004 m.) ir Vajomingas, kuris dabar yra didžiausias CBM gamintojas.

Mažiausiai perspektyvų teikiantys dujų telkiniai plėtojami vėliausiai. Tai – skalūnų dujų telkiniai, kurie beveik nelaidūs arba bent jau ne tokie laidūs kaip kiti dujų turintys dariniai. Juos pradėta plėtoti padarius technologinę pažangą horizontalios gręžybės ir hidraulinio ardymo srityje naudojant cheminius priedus, tačiau turbūt dar svarbiau, kad angliavandenilių pramonės, įskaitant hidraulinį ardymą, veiklos vykdytojai 2005 m. Energetikos politikos įstatymu [EPA 2005] atleisti nuo Saugaus geriamojo vandens įstatymo [SDWA 1974] vykdymo. 2005 m. Energetikos politikos įstatymo 322 straipsniu leista hidrauliam ardymui netaikyti pagrindinių EPA nuostatų.

Ankstyvoji veikla pradėta jau prieš keletą dešimtmečių, aštuntajame dešimtmetyje išvysčius Bosjė skalūnus, o dešimtajame – Antrimo skalūnus. Tačiau greitai skverbtis į skalūnų dujų telkinius pradėta apie 2005 m. išvysčius Barneto skalūnus Teksase. Ten per 5 metus padaryta beveik 15 000 gręžinių. Šalutinis šios ekonominės sėkmės istorijos padarinys – tam tikros nedidelės įmonės, pvz., *Chesapeake*, *XTO* ir kitos, kurios atliko gręžybą. Įmonės augo sulig šiuo ūkio šakos pakilimu ir tapo ne vieno milijardo dolerių vertės įmonėmis, pritraukusiomis *ExxonMobil*, *BHP Billiton* ir kitų panašių didelių įmonių dėmesį. 2009 m. *XTO* už daugiau kaip 40 mlrd. USD buvo parduota įmonei *ExxonMobil*, 2011 m. *Chesapeake* savo *Fayetteville* turta pardavė už 5 mlrd. USD.

Šiuo laikotarpiu piliečiams ir regioniniams politikams vis labiau aiškėjo įvairus šalutinis poveikis aplinkai. Garsiausios diskusijos vyko dėl *Marcellus* skalūnų, nes šis telkinys apima didelę Niujorko valstijos dalį. Įtariama, kad jo plėtojimas prieštarauja teritorijai, iš kurių Niujorko miestui tiekiamas vanduo, apsaugai. Šiuo metu JAV Aplinkos apsaugos agentūra atlieka su netradiciniu būdu išgaunamų dujų telkiniams plėtoti pasirinkta technologija – hidraulinio ardymo – susijusio pavojaus tyrimą. Šio tyrimo rezultatai tikriausiai bus paskelbti 2012 m. [EPA 2009].

Raida Europoje

Europoje ši raida, palyginti su JAV, vėluoja keletą dešimtmečių. Uolienų porose susikaupusių dujų telkiniai hidraulinio ardymo būdu Vokietijoje plėtojami jau apie 15 metų (Ziologene), tačiau labai mažu mastu. Bendras Europoje netradiciniu būdu išgaunamų dujų kiekis yra maždaug keletas milijonų m³ per metus, palyginti su keliais šimtais milijardų m³ per metus JAV [Kern 2010]. Vis dėlto nuo 2009 m. pabaigos ši veikla plečiama. Dauguma žvalgybos koncesijų suteikta Lenkijoje [WEO 2011, p. 58], tačiau atitinkama veikla pradėta ir Austrijoje (Vienos baseine), Prancūzijoje (Paryžiaus baseine ir Pietryčių baseine), Vokietijoje ir Nyderlanduose (Šiaurės jūros-Vokietijos baseine), Švedijoje (Skandinavijos regione) ir Jungtinėje Karalystėje (Šiaurės ir Pietų naftos sistemoje). Pvz., 2010 m. spalio mėn. Vokietijos Šiaurės Reino-Vestfalijos žemės kasybos institucija suteikė leidimus žvalgyti² 17 000 km² apimantį plotą, pusę žemės teritorijos.

Paskatintas informacijos iš JAV, visuomenės pasipriešinimas šiems projektams greitai augo. Pavyzdžiui, Prancūzijoje Nacionalinė Asamblėja paskelbė šios grėžybės moratoriumą ir uždraudė hidraulinį ardymą. Siūlomą įstatymą gegužės mėn. priėmė Nacionalinė Asamblėja, bet Senatas jo nepatvirtino. Prancūzijos pramonės ministras siūlo kitokį įstatymą, kuriuo hidraulinis ardymas būtų leidžiamas tik moksliniais tikslais ir jį griežtai kontroliuotų iš teisės aktų leidėjų, vyriausybės atstovų, NVO ir vietos piliečių sudarytas komitetas [Patel 2011]. Birželio mėn. Senatas patvirtino šį pakeistą įstatymą.

Vokietijos Šiaurės Reino-Vestfalijos žemėje nerimą išreiškė ir hidrauliniui ardymui pasipriešino projektų poveikį jaučiantys piliečiai, beveik visų partijų vietos politikai ir vandens tiekimo institucijų atstovai bei mineralinio vandens įmonės. Šiaurės Reino-Vestfalijos žemės parlamentas irgi pažadėjo taikyti moratoriumą, kol bus įgyta daugiau žinių. Pirmasis žingsnis – vandens apsaugai suteikti ne mažesnę svarbą nei kasybos įstatymams ir užtikrinti, kad leidimai nebūtų suteikti nepritarus vandentvarkos institucijoms. Diskusijų procesas dar nebaigtas. Taigi, aktyviausiai dalyvaujanti įmonė *ExxonMobil* pradėjo atvirą dialogą piliečiams rūpimiems klausimams aptarti ir galimam poveikiui įvertinti.

1.2. Skalūnų alyva

1.2.1. Kas yra skalūnų alyva ir uolienų porose susikaupusi alyva?

Kaip ir skalūnų dujas, skalūnų alyvą sudaro šaltinio uolienos porose suspausti angliavandeniliai. Pati nafta dar nėra visiškai susiformavusi ir vadinama kerogenu. Norint paversti kerogeną nafta, jį reikia kaitinti iki 450 °C. Todėl skalūnų alyvos gamyba panašesnė į tradicinę skalūnų kasybą, vėliau juos kaitinant. Ankstyvo panaudojimo atvejų būta daugiau nei prieš 100 metų. Šiandien vienintelė šalis, kurios didelę energijos balanso dalį (~50 proc.) sudaro skalūnų alyva, yra Estija.

Labai dažnai kerogenas yra susimaišęs su jau susiformavusios naftos sluoksniais dariniuose, esančiuose tarp nelaidžių šaltinio uolienų. Ši nafta priskiriama uolienų porose susikaupusiai alyvai, tačiau labai dažnai susiskirstymas neaiškus, o viena rūšis į kitą pereina laipsniškai formuodamasi. Grynos būklės uolienų porose susikaupusi alyva yra susiformavusi nafta, suspausta nelaidžios neporingos uolienos sluoksniuose. Taigi, uolienų porose susikaupusiai alyvai išgauti iš esmės būtina taikyti hidraulinio ardymo metodus.

² „Aufsuchungserlaubnis“

1.2.2. Naujausia uolienu porose susikaupusios alyvos gavybos raida

JAV

Pirmuosius netradicinio alyvos išgavimo iš skalūnų projektus Šiaurės Amerikoje pradėta įgyvendinti maždaug 2000 m., kai pradėti plėtoti Bakeno skalūnai, esantys Šiaurės Dakotoje bei Montanoje ir apimantys daugiau kaip 500 000 km² plotą [Nordquist 1953]. Bakeno telkinyje yra daug kerogeno turinčių skalūnų, o tarp jų – uolienu porose susikaupusios alyvos sluoksniai.

Prancūzija / Europa

Skalūnų alyva išgaunama ne tik Estijoje – į Paryžiaus baseiną Prancūzijoje vėl atkreiptas dėmesys, kai nedidelė įmonė *Toreador* įsigijo žvalgyimo licencijas ir paskelbė, kad šiame baseine pradeda plėtoti uolienu porose susikaupusios alyvos rezervuarus hidraulinio ardymo būdu darydama daug gręžinių. Kadangi baseinas apima didelį plotą, įskaitant Paryžių ir vynuogynų gausią teritoriją netoli Šampanės, kilo pasipriešinimas, nors tradiciniai naftos gręžiniai šiame baseine daromi jau maždaug 50 metų. [Leteurtrois 2011]

2. POVEIKIS APLINKAI

SVARBIAUSIOS IŠVADOS

- Neišvengiamas poveikis – užimamas žemės plotas: gręžybės aikštelės, sunkvežimių stovėjimo ir manevravimo vietos, įranga, dujų perdirbimo ir transportavimo infrastruktūra, privažiavimo keliai.
- Didelį poveikį gali kelti teršalų išlakos, požeminio vandens tarša nekontroliuojamais dujų ar skysčio srautais po sprogimų ar išsiliejimų, nutekančiu ardymo skysčiu ir nekontroliuojamomis nuotekomis.
- Ardymo skystyje yra pavojingų medžiagų, be to, grįžtamajame skystyje yra sunkiųjų metalų ir radioaktyviųjų medžiagų iš telkinio.
- JAV patirtis rodo, kad įvyksta daug avarių, kurios gali būti kenksmingos aplinkai ir žmonių sveikatai. Užregistruoti teisinių reikalavimų pažeidimai būdingi maždaug 1–2 proc. visų gręžybės leidimų. Daugelis šių avarių įvyksta dėl netinkamo įrangos naudojimo arba jos nesandarumo.
- Pranešama, kad netoli dujų gręžinių požeminis vanduo užteršiamas metanu, dėl kurio kraštutiniais atvejais sprogsta gyvenamieji pastatai, ir kalio chloridu, dėl kurio druskėja geriamasis vanduo.
- Poveikis didėja plėtojant skalūnų telkinius, kuriuose daroma daug gręžinių (iki šešių gręžinių viename km²).

2.1. Hidraulinis ardymas ir galimas jo poveikis aplinkai

Tankūs angliavandenilių turintys geologiniai dariniai turi bendrą savybę – mažą laidumą. Todėl skalūnų dujų, uolienų porose susikaupusių dujų ir net anglių klodo metano išgavimo metodai gana panašūs. Nepaisant to, jie skiriasi kiekybiškai. Kadangi skalūnų dujų telkiniai – patys nelaidžiausi dariniai, norint prieiti prie dujų porų reikia daugiausia pastangų. Todėl plėtojant šiuos telkinius kyla didžiausias poveikio aplinkai pavojus. Tačiau nuo laidžių darinių – tradicinių dujų telkinių – nuolat pereinama prie uolienų porose susikaupusių dujų, o tada prie beveik nelaidžių dujų skalūnų.

Bendra savybė – gręžinių ir porų kontaktą reikia didinti dirbtinai. Tai atliekama vadinamuoju hidrauliniu ardymu, kuris kartais vadinamas „stimuliacija“ arba trumpai – *fracing* arba *fracking*.

Galimas ir poveikis biologinei įvairovei, nors šiuo metu jis dokumentuose neužfiksuotas.

1 pav. parodytas tipiško gręžinio skerspjuvis. Gręžimo bokštas gręžia vertikaliai į dujų sluoksnį. Nelygu, koks to sluoksnio storis, daromi tik vertikalūs gręžiniai arba jie pasukami horizontalia kryptimi, kad kontaktas su dujų sluoksniu būtų kuo mažesnis.

Sluoksnyje siekiant prasiskverbti pro apvaskalą išsprogdinami maži įtrūkimai. Šie įtrūkimai dirbtinai išplečiamai pripildant juos spaudimo veikiamu vandeniu. Dirbtinių įtrūkimų skaičius, jų ilgis ir padėtis sluoksnyje (horizontali arba vertikali) priklauso nuo telkinio savybių. Nuo šių savybių priklauso dirbtinių įtrūkimų ilgis, gręžinių išdėstymas (vertikalūs gręžiniai daromi tankiau negu horizontalūs) ir vandens sunaudojimas.

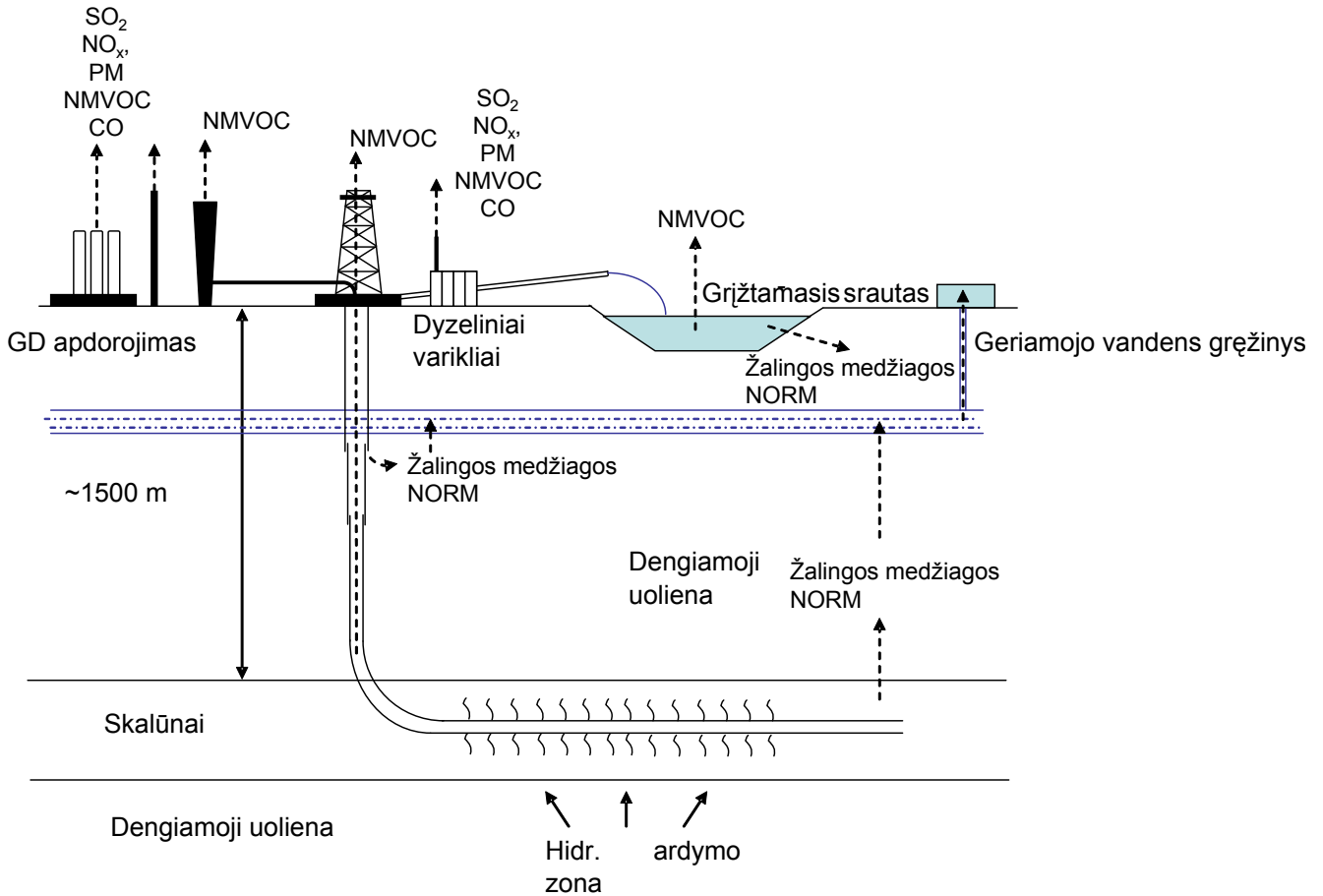
Spaudimo veikiamas vanduo atveria įtrūkimus ir leidžia pasiekti kuo daugiau porų. Sumažinus spaudimą, su sunkiaisiais ar radioaktyviaisiais metalais iš uolienos darinio susimaišęs vanduo grįžta į paviršių kartu su dujomis. Į vandenį įmaišomos pagalbinės priemonės, paprastai smėlio granulės. Jos veikia kaip krumpļiai, kad įtrūkimai liktų atviri ir būtų galima išgauti dar daugiau dujų. Šis mišinys papildomas cheminėmis medžiagomis,

kad pagalbinė medžiaga vienodai pasiskirstytų sudarydama gelį – taip sumažinama trintis, o galiausiai ardymo proceso pabaigoje gelio struktūra suyra, kad skystis galėtų grįžti.

Taip iš 1 pav. galima nustatyti galimą poveikį aplinkai. Šis poveikis – tai:

- Užimamas kraštovaizdis, nes gręžimo bokštų aikštelėms reikia erdvės – techninei įrangai, skysčiui laikyti, be to, jų pristatymui reikalingi privažiavimo keliai.
- Oro tarša ir triukšmas, nes įrangą varo vidaus degimo varikliai, su skysčiais (ir nuotekomis) kenksmingos medžiagos gali išgaruoti į orą, o dažnai važinėjantys sunkvežimiai gali išmesti lakiuosius organinius junginius, kitus oro teršalus ir kelti triukšmą.
- Vanduo gali būti užterštas cheminėmis ardymo proceso medžiagomis ir nuotekomis iš telkinio, kuriame yra sunkiųjų metalų (pvz., arseno arba gyvsidabrio) arba radioaktyviųjų dalelių. Tarša į žemę ir paviršinį vandenį gali patekti įvykus sunkvežimių avarijoms, nutekėjus medžiagoms iš surinkimo linijų, nuotekų rezervuarų, kompresorių ir kt., įvykus išsiliejimams po avarijų (pvz., fontanu ištryškus ardymo skysčiui ar nuotekoms), pažeidus sutvirtinimus ir vamzdžius ar tiesiog nekontroliuojamai liejantis požeminiams srautams dėl dirbtinių ar natūralių įtrūkimų telkiniuose.
- Hidraulinio ardymo proceso sukelti žemės drebėjimai arba į žemę patenkančios nuotekos.
- Iš požeminių sluoksnių patekusių radioaktyviųjų dalelių kaupimasis.
- Galiausiai atlikus šių operacijų sąnaudų ir naudos analizę turi būti įvertintas milžiniškas gamtos ir techninių išteklių sunaudojimas, palyginti su išgaunamų dujų ar alyvos kiekiu.
- Galimas ir poveikis biologinei įvairovei, nors šiuo metu jis dokumentuose neužfiksuotas.

1 paveikslas. Galimi į orą išmetamų teršalų, į vandenį ir dirvožemį patenkančių kenksmingų medžiagų ir gamtinių radioaktyviųjų medžiagų (NORM) srautai



Šaltinis: nuosavas šaltinis, grindžiamas [SUMI 2008]

2.2. Poveikis kraštovaizdžiui

Šiaurės Amerikos patirtis

Norint išplėtoti dujų skalūnus, reikalingos gręžybos aikštelės techninei įrangai saugoti, sunkvežimiai su kompresoriais, cheminės medžiagos, pagalbinės medžiagos, vanduo ir nuotekų konteineriai, jeigu jie nepristatomi iš vietinių vandens gręžinių ir nuotekos renkamos rezervuaruose.

Tipiškas kelių gręžinių aikštelės dydis Pensilvanijoje vykstant gręžimo ir ardymo darbams yra apie 4–5 akrai (16 200–20 250 m²). Po dalinio atkūrimo vidutinis gavybos aikštelės dydis gali būti 1–3 akrai (4 050–12 150 m²). [SGEIS 2009]

Palyginti, jeigu tokį plotą (~10 000 m²) užimtų saulės energijos jėgainė, per metus būtų galima pagaminti apie 400 000 kWh elektros energijos³, atitinkančios maždaug 70 000 m³ gamtinių dujų per metus, jeigu jos 58 proc. efektyvumu būtų paverčiamos elektros energija. Iš Barneto skalūnų (Teksasas, JAV) gręžinių komplekso vieno gręžinio pirmaisiais metais paprastai išgaunama apie 11 mln. m³, tačiau devintaisiais metais – tik apie 80 000 m³, o dešimtaisiais – apie 40 000 m³ [Quicksilver 2005]. Priešingai negu iškastinės energijos gavyboje, saulės energijos jėgainės elektrą gamina daugiau negu 20 metų.

³ Saulės spinduliavimas: 1000 kWh / m² per metus; našus fotovoltinis elementas: 15 proc.; produktyvumo santykis: 80 proc.; elemento plotas: 33 proc. žemės ploto

Pasibaigus saulės kolektoriaus naudojimo trukmei jį galima pakeisti nauju nenaudojant papildomos žemės.

Gręžybos aikšteles skalūnų arba uolienų porose susikaupusių dujų telkiniams plėtoti reikia statyti labai tankiai. JAV gręžinių išdėstymas priklauso nuo valstijos reglamentavimo nuostatų. Tipiškas tradicinių telkinių išdėstymas JAV yra vienas gręžinys 640 akrų (1 gręžinys 2,6 km). Barneto skalūnų telkiniuose tipiškas išdėstymas pradžioje buvo sumažintas iki vieno gręžinio 160 akrų (1,5 gręžinio viename km²). Vėliau buvo leista daryti vadinamuosius „pripildymo gręžinius“ – jie buvo daromi 40 akrų atstumu (~6 gręžiniai viename km²). Atrodo, kad tokia daugumos intensyviai plėtojamų skalūnų telkinių eksploatavimo praktika. [Sumi 2008; SGEIS 2009]

Iki 2010 m. pabaigos Barneto skalūnuose padaryta beveik 15 000 gręžinių, o bendras skalūnų telkinys plyti 13 000 km² plote [RRC 2011; ALL-consulting 2008]. Taip gaunamas bendras gręžinių tankumas – 1,15 gręžinio viename km².

2 pav. parodyti uolienų porose susikaupusių dujų gavybos gręžiniai JAV. Uolienų porose susikaupusių dujų gavybos atveju gręžiniai yra paviršinės gręžybos aikštelės, turinčios iki 6 gręžinių vienoje aikštelėje. Išdėstymas tankesnis negu Barneto skalūnų atveju, nes dauguma uolienų porose susikaupusių dujų gręžinių daromi vertikalčiai.

2 paveikslas. Uolienų porose susikaupusių dujų gręžyba smiltainiuose



Šaltinis: EcoFlight nuotrauka, leidus SkyTruth – www.skytruth.org

Gręžybos aikštelės sujungtos su sunkvežimių keliais, taip sunaudojama dar daugiau žemės. JAV aikštelėse plotas naudojamas ir atliekų rezervuarams, kuriuose surenkami nuotekų srautai prieš juos pašalinant, išvežant sunkvežimiu ar išpumpuojant vamzdynu. Šie plotai dar neįtraukti į pirmiau pateiktus gręžybos aikštelių dydžio metmenis. Juos įtraukus dujų gavybos operacijų plotas lengvai gali padvigubėti.

Išgautos dujos turi būti transportuojamos į paskirstymo tinklus. Kadangi iš daugumos gręžinių išgaunama mažai dujų ir gavyba vis mažėja, labai dažnai dujos saugomos gręžybės aikštelėje ir periodiškai pakraunamos į sunkvežimius. Jeigu gręžinių tinklas pakankamai tankus, pastatomi surinkimo tinklai su kompresorinėmis. Sandėliavimo ar transporto rūšies pasirinkimas ir sprendimas, ar linijos bus tiesiamos virš žemės, ar po žeme, priklauso nuo konkrečių projektų parametrų ir nuo taikytinų reglamentavimo nuostatų.

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis ir neatsakyti klausimai

Vadovaudamasi atitinkamais įstatymais ir administraciniais aktais, leidimą įrengti gręžybės aikšteles suteikia kasybos institucijos (žr. 4 skyrių). Jos gali nustatyti minimalų leidžiamą gręžinių išdėstymą. Taip gali būti vadovaujama JAV praktika skalūnų telkinio plėtojimą pradėti gręžinius išdėstant rečiau, o tankumą didinti vėliau, kai gręžiniai vis labiau išnaudojami. Kaip bendrais bruožais išdėstyta 5 skyriuje, tipiškas dujų išteklių kiekis daugumos Europos skalūnų telkiniuose tikriausiai panašus į JAV Barneto arba *Fayetteville* skalūnų telkiniuose išgaunamą kiekį.

Užbaigti gręžiniai turi būti sujungti su surinkimo tinklais. Ar šios linijos bus statomos virš žemės, ar po ja, priklausys nuo atitinkamų reglamentavimo nuostatų ir ekonominių sumetimų. Šioje srityje turėtų būti pritaikytos ir galbūt suderintos galiojančios reglamentavimo nuostatos.

2.3. Į orą išmetami teršalai ir dirvožemio tarša

Teršalų šaltiniai gali būti šie:

- sunkvežimių ir gręžybės įrangos išmetami teršalai (triukšmas, dalelės, SO₂, NO_x, NMVOC ir CO);
- gamtinių dujų apdorojimo ir transportavimo proceso išmetami teršalai (triukšmas, dalelės, SO₂, NO_x, NMVOC ir CO);
- iš nuotekų rezervuarų garuojančios cheminės medžiagos;
- dėl išsiliejimų ir gręžinių sprogimų išmetami teršalai (pasklinda gręžybės ar ardymo skysčiai kartu su dalelėmis iš telkinio).

Gręžybės įrangai eksploatuoti sunaudojama daug kuro, kurį deginant išmetamas CO₂. Be to, gaminant, apdorojant ir transportuojant gali pasitaikyti momentinių metano, šiltnamio efektą sukeliančių dujų, išlakų. Jos įvertinamos tolesniame 4 skyriuje, skirtame išmetamoms šiltnamio efektą sukeliančioms dujoms.

2.3.1. Per įprastas operacijas į orą išmetami teršalai

Šiaurės Amerikos patirtis

Daugybė skundų apie žmonių ligas ir gyvūnų nugaishimo atvejus aplink nedidelį Dišo miestą Teksase privertė miesto merą užsakyti nepriklausomo konsultanto tyrimą, per kurį būtų ištirtas dujų gavybos operacijų poveikis oro kokybei mieste ir aplink jį [Michaels 2010 ir ten pateiktos nuorodos]. Nors skundų gaunama ir iš kitų vietų, apie tyrimus Diše nuorodų daugiausia. Kadangi tame regione nėra kitos pramoninės veiklos, manoma, kad gamtinių dujų gavyba mieste ir aplink jį yra vienintelis šio poveikio šaltinis.

2009 m. atlikto tyrimo išvadose patvirtinta, kad „aplinkos ore ir (arba) gyvenamosiose teritorijose yra didelė kancerogeninių ir neurotoksinių junginių koncentracija“. Toliau: „... laboratorinės analizės duomenimis, daugelis šių patikrintų junginių buvo žinomų žmonėms kenksmingų kancerogenų metabolitai ir remiantis TECQ nuostatomis viršijo ir trumpalaikį, ir ilgalaikį patikros lygį. Ypatingą nerimą kelia junginiai, galintys sukelti katastrofą, kaip apibrėžta TECQ [Teksaso aplinkos kokybės komisijos]“. [Wolf 2009]

Tyrimo duomenimis, „miesto valdžiai buvo pateikta daug skundų dėl nuolatinio triukšmo ir vibracijos, sklindančios nuo kompresorinių, taip pat dėl bjauraus kvapo“. Tyrime teigiama, kad „ypatingą rūpestį“ kelia „pranešimai apie sunkias kumeliukų ligas ir keletą nugaišimo atvejų 2007–2008 m. dėl nežinomų priežasčių“. [Wolf 2009].

Regionas aplink Dalasą-Fortą Vortą irgi pajuto didžiulį Barneto skalūnų telkinių gamtinių dujų grėžybės poveikį oro kokybei, kaip teigiama [Michaels 2010]. 2009 m. atliktas visapusiškas tyrimas „Gamtinių dujų gavybos išmetami teršalai Barneto skalūnų teritorijoje ir galimybės atlikti ekonomiškus patobulinimus“. [Armendariz 2009] Remiantis analize, pagal išmetamųjų teršalų kiekį gerokai pirmauja penkios iš tirtų 21 apygardų, kuriose vykdoma beveik 90 proc. visos gamtinių dujų ir naftos gavybos. Pavyzdžiui, apskaičiuota, kad iš šių penkių apygardų sklindančių smogą sudarančių junginių kiekis 2009 m. vasarą pasiekė aukščiausią 165 tonų per dieną tašką, palyginti su 191 tonomis per dieną iš visų minėtų 21 apygardų naftos ir dujų šaltinių (įskaitant transportą) išmetamų teršalų. [Armendariz 2009] Taigi, vidutiniai valstijos rodikliai byloja tai, kad penkiose aktyviausiose apygardose į orą išmetamų teršalų kiekis daug didesnis už vidurkį ir todėl oro kokybė bloga.

Teksaso aplinkos kokybės komisija (TCEQ) parengė stebėsenos programą, iš dalies patvirtindama, kad iš grėžybės įrangos ir saugyklų rezervuarų prasiskverbia neįprastai daug angliavandenilių turintys garai, o kai kuriose vietovėse – didelis benzeno kiekis [Michaels 2009]. 2010 m. sausio mėn. TCEQ paskelbė vidaus memorandumą dėl savo stebėsenos programos. Kai kurios svarbiausios išvados [TCEQ 2010]:

- „Aptikta, kad viename momentiniame *Devon Energy* gamtinių dujų grėžinio viršūnės mėginyje trisdešimt penkių cheminių medžiagų lygis viršija deramas trumpalaikes lyginamąsias vertes, o benzeno koncentracija – 15 000 ppb.“ Šis oro mėginys, paimtas arti grėžinio viršūnės – 5 pėdų atstumu nuo šaltinio, buvo panaudotas kaip orientacinis.
- Be grėžinio viršūnėje paimtame mėginyje aptiktos benzeno koncentracijos, vienoje iš 64 stebimų vietų buvo nustatyta, kad benzeno koncentracija viršija trumpalaikį lyginamąjį sveikatos srities rodiklį – 180 ppb.
- Toksikologijos skyrius susirūpinęs dėl teritorijų, kuriose, kaip nustatyta, benzeno koncentracija viršija ilgalaikį lyginamąjį sveikatos srities rodiklį – 1,4 ppb. „Nustatyta, kad ilgalaikį lyginamąjį sveikatos srities rodiklį benzeno koncentracija viršija 21 stebimoje vietoje.“

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

Teksase aptinkamos aromatinių junginių, pvz., benzeno ir ksileno, išlakos dažniausiai išmetamos gamtinių dujų spaudimo ir apdorojimo procesuose, kur sunkesnės sudedamosios dalys išleidžiamos į atmosferą. ES šių medžiagų išmetimas ribojamas teisės aktais.

Gręžybos ir išgavimo procesuose, ko gero, naudojamos tos pačios mašinos su dyzeliniais varikliais, tad ir į orą jos išmeta tuos pačius teršalus. 1 lentelėje parodytas iš gręžybai, hidrauliniam ardymui ir gręžiniams įrengti naudojamų stacionarių dyzelinių variklių į orą išmetamų teršalų kiekis, grindžiamas duomenimis apie dyzelinių variklių išmetamus teršalus [GEMIS 2010], dyzelinio kuro poreikis ir Barneto skalūnų telkinių gamtinių dujų išėiga, kurios prielaida daroma [Horwarth et al 2011].

1 lentelė. Tipiškas gręžybai, hidrauliniam ardymui ir gręžiniams įrengti naudojamų stacionarių dyzelinių variklių į orą išmetamų konkrečių teršalų kiekis

	Variklio mechaninei išėigai tenkantis išmetamieji teršalai [g/kWh _{mech}]	Variklio sunaudojamam kuro kiekiui tenkantis išmetamieji teršalai [g/kWh _{diesel}]	Gamtinių dujų išėigai iš gręžinio tenkantis išmetamieji teršalai [g/kWh _{NG}]
SO ₂	0,767	0,253	0,004
NO _x	10,568	3,487	0,059
PM	0,881	0,291	0,005
CO	2,290	0,756	0,013
NM _{VOC}	0,033	0,011	0,000

Rekomenduojama apriboti ne tik išmetamųjų teršalų veiksmus, bet ir bendrą jų poveikį, nes plėtojant skalūnų telkinį su vienu arba netgi daugiau gręžinių viename kvadratiname kilometre keletu gręžybos aikštelių išmetami teršalai kaupsis. Reikia riboti ir stebėti plėtojant telkinį išmetamus teršalus, o vėliau, kai padaugėja surinkimo linijų, riboti ir stebėti dujų apdorojimo ir transportavimo išmetamus teršalus.

Šiuos aspektus reikėtų įtraukti į diskusijas dėl atitinkamų direktyvų, pvz., pasiūlymo dėl Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos, kuria iš dalies keičiama Direktyva 97/68/EB dėl variklių, įrengiamų ne kelių mobiliosiose mašinos, dujinių ir kietųjų dalelių teršalų kiekiu.

2.3.2. Teršalai iš sprogusių gręžinių arba po avarių gręžybos aikštelėse

Šiaurės Amerikos patirtis

JAV patirtis rodo, kad įvyko keletas didelių gręžinių sprogimų. Dauguma jų užfiksuota dokumentuose [Michaels 2010]. To nuorodų sąrašo ištraukos:

- 2010 m. birželio 3 d. Klirfildo apygardoje, Pensilvanijoje, sprogu gręžiniui į orą per 16 valandų ištryško ne mažiau kaip 35 000 galonų nuotekų ir gamtinių dujų.
- 2010 m. birželio mėn. sprogu dujų gręžiniui Maršalo apygardoje, Vakarų Virdžinijoje, į lignoninę pateko septyni sužeisti darbuotojai.
- 2010 m. balandžio 1 d. Atlaso gręžybos aikštelėje užsidegė ir rezervuaras, ir karjeras, kuriame buvo laikomas hidraulinio ardymo skystis. Liepsnos buvo bent 100 pėdų (33 m) aukščio ir 50 pėdų (15 m) pločio.

Visais minėtais atvejais atitinkamoms įmonėms buvo skirtos baudos. Paaiškėjo, kad šios avarijos daugiausia susijusios su netinkamomis operacijomis, kurias atliko arba neišmokyti darbuotojai, arba jos buvo atliktos netinkamais veiksmais. Be to, atrodo, kad konkrečių įmonių praktika labai skiriasi. Kitos avarijos išvardytos tolesniuose poskyriuose.

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

Siekiant kuo labiau sumažinti išsiliejimo pavojų Europoje, rekomenduojama taikyti griežtas reglamentavimo nuostatas ir griežtai kontroliuoti, kaip jų laikomasi. Konkrečiai rekomenduojama Europos lygmeniu surinkti statistinius duomenis apie avarijas, išnagrinėti avarijų priežastis ir padaryti atitinkamas išvadas. Jeigu konkrečios įmonės turi itin neigiamą istoriją, galima svarstyti galimybę joms nebesuteikti žvalgyimo ar gavybos teisių. Šie atvejai Europos Parlamente aptariami diskutuojant apie naftos ir dujų eksploatavimą jūroje. 2011 m. liepos mėn. Pramonės, mokslinių tyrimų ir energetikos komitete bus balsuojama dėl pranešimo savo iniciatyva šiuo klausimu.

2.4. Paviršinis ir požeminis vanduo

2.4.1. Vandens sunaudojimas

Tradiciniu būdu gręžiant gręžinio kanalą gražto galvai atvėsinti bei sutepti ir gręžiant susidarančiam purvui pašalinti sunaudojama daug vandens. Hidraulinio ardymo procese gręžiniui stimuliuoti, kai įtrūkimams susidaryti įpurškiamas spaudimo veikiamas vanduo, vandens sunaudojama apie dešimt kartų daugiau.

Teksaso vandentvarkos tarybos pavedimu atliktas išsamus vandens poreikio Barneto skalūnų telkiniams plėtoti tyrimas [Harden 2007]. Šiame tyrime apžvelgiama literatūra, kurioje aprašomas konkretus vandens sunaudojimas: senesniems necementuotiems horizontaliems gręžiniams, kuriuose naudojama tik viena ardymo pakopa, reikėjo apie 4 MGal (~15 mln. litrų) vandens. Naujesniuose cementuotuose gręžiniuose ardymas paprastai atliekamas keletu pakopų ir iš karto keliuose pragręžimo sektoriuose. Tipiškas atstumas tarp dviejų ardymo pakopų tame pačiame horizontaliame gręžinyje yra 400–600 ft (130–200 m). Paprastai horizontalus gręžinys turi apie 3 ardymo pakopas, tačiau tai neprivaloma. Remiantis maždaug 400 gręžinių statistine analize, tipiškas vandens sunaudojimas ardymui vandeniui yra 2000–2400 gal/ft (25–30 m³/m) [Grieser 2006], o ardymui slidžiuoju vandeniui, kuris pastaruoju metu naudojamas dažniau, kai atstumas yra horizontaliosios gręžinio dalies ilgis – apie 3900 gal/ft (~42 m³/m). [Schein 2004]

Šiame 2007 m. tyrime taip pat pateikti vandens sunaudojimo Barneto skalūnų žvalgyimo darbams 2010 ir 2025 m. scenarijai. Skaičiuojama, kad 2010 m. vandens poreikis – 10 000–20 000 ac-ft (12–24 mln. m³), o iki 2020 m. jis padidės iki 5 000–20 000 ac-ft (6–24 mln. m³), nelygu, kokia žvalgyimo veikla bus vykdoma.

2 lentelėje išvardyti neseniai gauti duomenys apie tipiškus naujus gręžinius. Apytikriai didėjant poreikiui, atrodo, kad Barneto skalūnų telkiniuose realu tikėtis 15 000 m³ vienam gręžiniui. Remiantis šiais duomenimis, 2010 m. naujai išplėtotuose 1146 gręžiniuose (žr. 4 skyrių) 2010 m. vandens sunaudota apie 17 mlrd. litrų. Tai atitinka minėtą prognozę 2010 metams. Šį sunaudojimą reikia palyginti su visų kitų vartotojų sunaudotu kiekiu, kuris yra apie 50 mlrd. litrų [Harden 2007]. Šiam palyginimui pasitelktas vandens sunaudojimas tose apygardose, kuriose vykdyta daugiausia gręžybės (Dentono, Hudo, Džonsono, Parkerio, Taranto ir Vaiso).

2 lentelė. Vandens poreikis skalūnų dujų gavybai įvairiuose gręžiniuose (m3)

Vieta / regionas	Iš viso (vienam gręžiniui)	Tik ardymui	Šaltinis
Barneto skalūnai	17 000		Chesapeake Energy 2011
Barneto skalūnai	14 000		Chesapeake Energy 2011
Barneto skalūnai	Nėra duomenų	4500-13 250	Duncan 2010
Barneto skalūnai	22 500		Burnett 2009
Horn Horno upės baseinas (Kanada)	40 000		PTAC 2011
Marcellus skalūnai	15 000		Arthur et al. 2010
Marcellus skalūnai	1500–45 000	1135–34 000	NYCDEP 2009
Utikos skalūnai, Kvebekas	13 000	12 000	Questerre Energy 2010

Be to, skalūnų dujoms išgauti daromuose gręžiniuose ardymą gali tekti atlikti keletą kartų per jų naudojimo laiką. Kiekvienai papildomai ardymo operacijai gali prireikti daugiau vandens negu ankstesniajai [Sumi 2008]. Kai kuriais atvejais ardymas gręžiniuose atliekamas iki 10 kartų [Ineson 2010].

2.4.2. Vandens tarša

Šiaurės Amerikos patirtis

Vanduo gali būti užterštas:

- iš atliekų ar saugyklų rezervuarų išsiliejus gręžybės šlamui – grįžtamajam skysčiui ir sūriam tirpalui, dėl kurio vanduo užteršiamas ir druskėja;
- įvykus išsiliejimams arba avarijoms vykdant veiklą paviršiuje, t. y. dėl skysčio nuotėkių, išsiliejimų iš nuotekų vamzdžių arba rezervuarų, neprofesionalaus įrangos naudojimo arba senos įrangos;
- skysčiui nutekėjus iš netinkamai sucementuotų gręžinių;
- įvykus išsiliejimams per geologinius darinius – per natūralius arba dirbtinius įtrūkimus ar kanalus.

Beje, dauguma skundų prieš hidraulinį ardymą susiję su galima požeminio vandens tarša. Iš esmės dėmesys skiriamas ne tik konkreitiems išsiliejimo atvejams ir avarijoms, bet ir ardymo skysčių ar metano išsiveržimui iš gilesnių darinių.

Išsami analizė 2008 m. atlikta Garfildo apygardai Kolorade. „Kolorado naftos ir dujų apsaugos komisija“ registruoja pranešimus apie išsiliejimus naftos ir dujų gavybos veikloje. 2003 m. sausio – 2008 m. kovo mėn. laikotarpiu nurodoma iš viso 1549 išsiliejimai. [COGCC 2007; nurodyta Witter 2008] Dvidešimties procentų išsiliejimų atveju buvo užterštas vanduo. Pažymėtina, kad išsiliejimų daugėjo. Pavyzdžiui, 2003 m. Garfildo apygardoje pranešta apie penkis išsiliejimus, o 2007 m. – jau apie 55.

Tolesniame požeminio vandens taršos tyrime nurodyta: „egzistuoja tendencija, kad požeminio vandens mėginiuose per praėjusius septynerius metus daugėjo metano, pagal laiką sutampanti su didesniu Mamo įlankos telkinyje įrengtų dujų gręžinių skaičiumi. Prieš gręžybą metano rodiklis požeminiame vandenyje natūralioje aplinkoje buvo mažesnis negu 1 ppm, išskyrus biogeninio metano, būdingo tik tvenkiniams ir tėkmių dugnui, atvejus. ... Metano mėginių izotopų duomenys rodo, kad dauguma didesnės metano koncentracijos pavyzdžių yra termogeninės kilmės. Tuo pat metu, kai didėjo metano koncentracija, požeminio vandens gręžiniuose daugėjo chlorido ir tai galima susieti su dujų gręžinių skaičiumi.“ [Thyne 2008] Akivaizdu, kad teritorija ir laikas aiškiai sutampa: metano koncentracija didesnė teritorijose, kuriose tankiau įrengti gręžiniai, ir ji didėjo tuo pat metu, kai daugėjo ir gręžinių.

Naujesnio [Osborne 2011] tyrimo duomenimis patvirtinama, kad šios išvados darytinos ir dėl vandeningųjų horizontų, dengiančių šiaurės rytų Pensilvanijos ir šiaurinės Niujorko valstijos dalies *Marcellus* bei Utikos skalūnų telkinius. Aktyvios dujų gavybos vietose vidutinė metano koncentracija geriamojo vandens gręžiniuose buvo 19,2 mg/l, maksimali koncentracija – net 64 mg/l, o tokia koncentracija jau kelia sprogimo pavojų. Foninė koncentracija panašios geologinės struktūros kaimyniniuose regionuose, kuriuose dujų gavyba nevykdoma, buvo 1,1 mg/l. [Osborn 2011]

Iš viso užregistruota daugiau kaip 1000 skundų dėl geriamojo vandens taršos. Pranešime, kuris, kaip jame teigiama, grindžiamas Pensilvanijos aplinkos apsaugos departamento duomenimis, nurodoma 1614 valstijos naftos ir dujų gavybos teisės aktų pažeidimų per *Marcellus* skalūnų telkinio gręžybės operacijas dvejų su puse metų laikotarpiu [PLTA 2010] ir „labai tikėtina, kad“ dviejų trečdalių pažeidimų atveju „padaryta žala aplinkai“. Kai kurie iš jų įtraukti į [Michaels 2010].

Įspūdingiausia dokumentuose užfiksuota avarija buvo gyvenamojo namo sproginimas, sukeltas gręžybės operacijų ir vėliau į namo vandens sistemą patekusio metano [ODNR 2008]. Gamtos išteklių departamento pranešime nurodyti trys veiksniai, dėl kurių sprogo namas: i) netinkamai užcementuotas gavybos vamzdis, ii) sprendimas gręžinyje atlikti hidraulinį ardymą neišsprendus netinkamo vamzdžio užcementavimo problemos, ir, svarbiausia, iii) 31 dienos laikotarpis po ardymo, kuriuo žiedinė erdvė tarp paviršiaus ir gavybos vamzdžio buvo „daugiausia izoliuota“ (cituojiama pagal [Michaels 2010]).

Dažniausiai būtų galima įrodyti vandens taršą metanu ar chloridu, o įrodyti, kad pateko benzeno ar kitų ardymo skysčių, įmanoma retai. Vis dėlto 2009 m. Vajomingo aplinkos apsaugos agentūrai paėmus geriamojo vandens mėginius aptikta cheminių medžiagų, plačiai naudojamų hidrauliniame ardyme: „VIII regionas šį mėnesį paskelbė vietos gyventojų prašymu paimtų vandens mėginių Vajomingo Paviljone rezultatus – 11 iš 39 tikrintų gręžinių buvo gręžybės teršalų, o trijuose iš tų tikrintų gręžinių buvo cheminės medžiagos 2-butoksietanolio (2-BE), kuris žinomas kaip hidraulinio ardymo skysčių sudedamoji dalis, taip pat metano, dyzelino tipo organinių medžiagų ir angliavandenilių, žinomų kaip adamantanai.“ [EPA 2009]

Daugeliu atvejų įmonėms už valstijos įstatymų pažeidimus jau skirtos baudos. Pavyzdžiui, įmonė *Cabot Oil & Gas* iš Pensilvanijos aplinkos apsaugos departamento gavo raštą, kuriame teigiama: „*Cabot* leido dujoms iš žemesnių telkinių patekti į gelą požeminį vandenį“. [Lobbins 2009]

Remiantis istoriniais Niujorko valstijos duomenimis, apskaičiuotas avarijų rodiklis – 1–2 proc. [Bishop 2010] Jis atrodo tikėtinas. Nepaisant to, minėtieji daugiau kaip 1600 pažeidimų vien Pensilvanijai priklausančioje *Marcellus* skalūnų telkinio dalyje byloja, kad avarijų daug daugiau, nes vertinami iki 2010 m. ten padaryti 2300 gręžinių.

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

Atrodo, kad dauguma avarijų ir nuotėkių į požeminį vandenį kyla dėl netinkamo įrangos naudojimo, kurio būtų galima išvengti. JAV reglamentavimo nuostatos galioja, bet operacijų stebėseną ir priežiūrą gana prasta, galbūt dėl nepakankamo valdžios institucijų biudžeto ar dėl kitų priežasčių. Todėl pagrindinė problema – ne reguliavimo trūkumas, o jo vykdymas atliekant tinkamą priežiūrą. Turi būti užtikrinta, kad geriausia patirtis būtų ne tik žinoma, bet ir visuotinai taikoma.

Be to, lieka tam tikras pavojus, kad metanas ar kitos cheminės medžiagos į požeminį vandenį prasiskverbs neaptiktais kanalais (pvz., senuose nebenaudojamuose, bet neregistruotuose netinkamai užcementuotuose gręžiniuose arba pasitvirtinus neprognozuojamam pavojui dėl žemės drebėjimų ir kt.).

2.4.3. Nuotekų šalinimas

Didelio spaudimo veikiami ardymo skysčiai įpurškiami į geologinius darinius. Panaikinus spaudimą ardymo skysčio, metano, įvairių junginių ir papildomo telkinio vandens mišinys grįžta į paviršių. Šį vandenį reikia surinkti ir tinkamai pašalinti. Pramonės šaltinių duomenimis, 20–50 proc. vandens, naudojamo hidrauliniame ardyme dujų gręžiniuose, grįžta į paviršių. Dalis šio vandens perdirbama ir naudojama ardymui būsimuose gręžiniuose. [Questerre Energy 2010] Kitų šaltinių duomenimis, į paviršių grįžta 9–35 proc. [Sumi 2008]

Šiaurės Amerikos patirtis

Atrodo, kad Šiaurės Amerikoje tinkamas nuotekų šalinimas – didelė problema. Pagrindinė problema – milžiniškas nuotekų kiekis ir netinkama nuotekų valymo įrenginių konfigūracija. Nors perdirbimas galimas, tačiau dėl jo didėtų projekto sąnaudos. Pranešama apie daugelį su netinkamu šalinimu susijusių problemų. Pavyzdžiui:

- 2010 m. rugpjūčio mėn. Pensilvanijoje įmonei *Talisman Energy* buvo skirta bauda už 2009 m. įvykusį išsiliejimą, per kurį į šlapynę ir Vebje įlanką, nutekančią į šaltavandenių žuvų buveinę Tiogos upę, pateko daugiau kaip 4200 galonų (~16 m³) hidraulinio ardymo nuotekų skysčio. [Talisman 2011]
- 2010 m. sausio mėn. įmonei *Atlas Resources* skirta bauda už aplinkosaugos įstatymų pažeidimus 13 gręžinių aikštelių pietvakarių Pensilvanijoje, JAV. *Atlas Resources* neįgyvendino deramų erozijos ir nuosėdų kaupimosi kontrolės priemonių ir tai buvo drumzlinų nuotekų išsiliejimo priežastis. Be to, *Atlas Resources* į žemę išleido dyzeliną ir hidraulinio ardymo skysčius. *Atlas Resources* turi daugiau kaip 250 leidimų eksploatuoti *Marcellus* gręžinius. [PA DEP 2010]
- Įmonei *Range Resources* skirta bauda už 2009 m. spalio 6 d. išsiliejusius 250 barelių (~40 m³) atskiesto hidraulinio ardymo skysčio. Išsiliejimo priežastis – lūžusi perdavimo linijos jungtis. Skystis nutekėjo į Brušo upelio intaką Haupvelo miestelyje, Pensilvanijoje. [PA DEP 2009]

- 2010 m. įmonei *Atlas Resources* Pensilvanijoje skirta bauda už tai, kad leido hidraulinio ardymo skysčiui iš nuotekų karjero išsiliėti ir užteršti aukštos kokybės vandens baseiną Vašingtono apygardoje. [Pickels 2010]
- Tris dujų gręžinius turinčioje gręžybės aikštelėje Trojoje, Pensilvanijoje, įmonė *Fortune Energy* neteisėtai išleido nuotekas į drenažo griovį ir per augmenijos gausią teritoriją jos pasiekė Cukraus įlankos intaką (cituojiama pagal [Michaels 2010]).
- 2010 m. birželio mėn. Vakarų Virdžinijos aplinkos apsaugos departamentas paskelbė pranešimą, kuriame daroma išvada, kad 2009 m. rugpjūčio mėn. įmonė *Tapo Energy* išleido nežinomą su gręžyba susijusių naftos pagrindo medžiagų kiekį į Bakai įlanką Dodridžo apygardoje. Per išsiliejimą užterštas trijų mylių ilgio įlankos segmentas (cituojiama pagal [Michaels 2010]).

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

Šį kartą vanduo užterštas irgi dėl netinkamos praktikos. Todėl privaloma šiuos klausimus išspręsti labai griežtai. Avarijų atliekant hidraulinio ardymo operacijas jau įvyko ir Europoje, tarkime, Vokietijoje. Pavyzdžiui, 2007 m. buvo nuotėkių iš nuotekų vamzdžių uolienu porose susikaupusių dujų telkinyje *Söhlingen* Vokietijoje. Požeminis vanduo užterštas benzenu ir gyvsidabriu. Nors atitinkama Žemutinės Saksonijos kasybos agentūra (*Landesbergbehörde*) informuota tinkamai, visuomenė avariją pastebėjo tik 2011 m., kai įmonė pradėjo keisti žemės ūkio dirvožemį, į kurį buvo nutekėję skysčiai. [NDR 2011; Kummetz 2011]

2.5. Žemės drebėjimai

Gerai žinoma, kad hidraulinis ardymas gali sukelti mažus žemės drebėjimus – maždaug 1–3 balų pagal Richterio skalę. [Adusckin 2000] Pavyzdžiui, Arkanzase, JAV, mažų žemės drebėjimų pastaraisiais metais padaugėjo dešimt kartų. [AGS 2011] Kilo nerimas, kad juos kelia sparčiai plečiama gręžyba *Fayetteville* skalūnų telkinyje. Be to, Forto Vorto regione nuo 2008 m. įvyko bent 18 mažų žemės drebėjimų. Vien Kleburno mieste 2009 m. birželio ir liepos mėn. įvyko 7 žemės drebėjimai, o tai vietovė, kurioje iki tol žemės drebėjimų nebuvo užregistruota 140 metų. [Michaels 2010]

2011 m. balandžio mėn. mažas žemės drebėjimas (1,5 balo pagal Richterio skalę) įvyko Blekpuolio mieste, Jungtinėje Karalystėje, o 2011 m. birželio mėn. įvyko didesnis (2,5 balo pagal Richterio skalę). Įmonė *Cuadrilla Resources*, žemės drebėjimo teritorijoje vykdžiusi hidraulinio ardymo operacijas, jas nutraukė ir užsakė šio reikalo tyrimą. Ji paskelbė, kad, jeigu bus įrodytas žemės drebėjimų ryšys su jos gręžybės veikla, operacijos bus nutrauktos. [Nonnenmacher 2011]

2.6. Cheminės medžiagos, radioaktyvumas ir poveikis žmonių sveikatai

2.6.1. Radioaktyviosios medžiagos

Gamtinės radioaktyviosios medžiagos (vadinamosios N.O.R.M.) sudaro bet kokį geologinį darinį, tačiau jų dalis (ppm–ppb) labai menka. Dauguma juodųjų skalūnų JAV turi 0,0016–0,002 proc. urano. [Swanson 1960]

Vykstant hidrauliniam ardymui, šios gamtinės radioaktyviosios medžiagos – uolienoje aptinkamas uranas, toris ir radis – su nuotekomis patenka į paviršių. Kartais specialiais tikslais radioaktyviosios dalelės įpurškiamos su skysčiais (pvz., kaip izotopų žymekliai). N.O.R.M. per uolienu įtrūkimus gali patekti ir į požeminį bei paviršinį vandenį. Paprastai N.O.R.M. kaupiasi vamzdžiuose, rezervuaruose ir karjeruose.

Kiekviename skalūnų telkinyje radioaktyviųjų medžiagų kiekis kitoks. Pvz., *Marcellus* skalūnuose radioaktyviųjų dalelių daugiau negu kituose geologiniuose telkiniuose. Apdorojant dujas N.O.R.M. gali pasitaikyti kaip radono dujos gamtinių dujų tėkmėje.

Radonas skyla iki 210Pb (švino izotopo), tada iki 210Bi (bismuto izotopo), 210Po (polonio izotopo) ir galiausiai iki stabilaus 206Pb (švino).

Radono skilimo elementai kaip plėvelė nusėda ant vidinio įleidimo vamzdžių, apdorojimo bloką, siurblių ir vožtuvų, daugiausia susijusių su propileno, etano ir propano apdorojimo srautais, paviršiais. Kadangi radioaktyviosios medžiagos susikaupia ant naftos ir dujų telkinių įrangos, didžiausią naftos ir dujų N.O.R.M. poveikio pavojų patiria darbuotojai, pjaustantys naftos telkinių vamzdžius, šalinantys uolienas iš rezervuarų bei karjerų ir atnaujinantys dujų apdorojimo įrangą. [Sumi 2008]

Šiaurės Amerikos patirtis

Onodagos apygardoje, Niujorko valstijoje, 210 namų patalpų ir rūsių ore buvo matuojama radioaktyviosios medžiagos radono (²²²Rn) koncentracija. Visų *Marcellus* skalūnų teritorijoje esančių namų patalpų ore ²²²Rn koncentracija viršijo 148 Bq/m³, o vidutinė koncentracija šiuose namuose buvo 326 Bq/m³⁴ – t. y. daugiau negu JAV aplinkos apsaugos agentūros (EPA) „veiksmų lygis“ 148 Bq/m³ (t. y. lygis, nuo kurio namų savininkams rekomenduojama bandyti sumažinti radono koncentraciją). Vidutinis radono lygis patalpose JAV yra 48 Bq/m³. [Sumi 2008] Koncentracijai ore padidėjus 100 Bq/m³ 10 proc. padidėja plaučių vėžio pavojus. [Zeeb et al 2009]

Uolienų nuopjovos iš *Marcellus* skalūnų dujų telkinio labai radioaktyvios (25 kartus radioaktyvesnės negu paviršiaus fonas). Iš dalies atliekos paskleistos dirvožemyje. 1999 m. atlikus dirvožemių matavimus gauta ¹³⁷Cs (radioaktyviojo cezio izotopo) koncentracija – 74 Bq vienam dirvožemio kg. [NYDEC 2010] ¹³⁷Cs naudojamas geologinio darinio analizei skalūnų dujų žvalgyboje.

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

Gamtinių radioaktyviųjų medžiagų (N.O.R.M.) yra ir Europoje. Todėl Europoje dėl N.O.R.M. gali kilti tos pačios problemos. Vis dėlto N.O.R.M. kiekis įvairiose vietovėse skirtingas. Todėl radioaktyviųjų dalelių aktualumą reikia vertinti kiekviename konkrečiame skalūnų ir uolienų porose susikaupusių dujų baseine atskirai.

Dėl šios priežasties prieš suteikiant bet kokį gavybos leidimą reikėtų išsiaiškinti konkretaus tiriamo skalūnų telkinio kerno mėginio sudėtį.

2.6.2. Naudotinos medžiagos

Ardymo skystį sudaro apie 98 proc. vandens bei smėlio ir 2 proc. cheminių priedų. Cheminiai priedai – tai toksiškos, alergeninės, mutageninės ir kancerogeninės medžiagos.

Šiaurės Amerikos patirtis

Dėl komercinių paslapčių priedų sudėtis visuomenei atskleidžiama ne visapusiškai. [Wood et al 2011] Niujorko valstijai parengus 260 medžiagų sąrašo analizę gauti šie rezultatai:

- 58 iš 260 medžiagų turi vieną arba daugiau savybių, galinčių kelti susirūpinimą.
- 6 medžiagos yra viename iš prioritetinių medžiagų 1–4 sąrašų – 1 sąrašė, o Europos Komisija paskelbė, kad į šiame sąrašė esančias medžiagas dėl jų galimo poveikio žmonėms arba aplinkai reikia nedelsiant atkreipti dėmesį: akrilamidą, benzeną, etilo benzeną, izopropilbenzeną (kumėną), naftaleną, tetranatrio etilendiamintetraacetatą.
- Viena medžiaga (naftalenas bis (1-metiletilas) šiuo metu tiriama kaip patvari, bioakumuliacinė ir toksiška (PBT).

⁴ Iš pikokiuri vienam litrui perskaičiuota į Bq/m³, 1 Ci = 3,7 10¹⁰ Bq

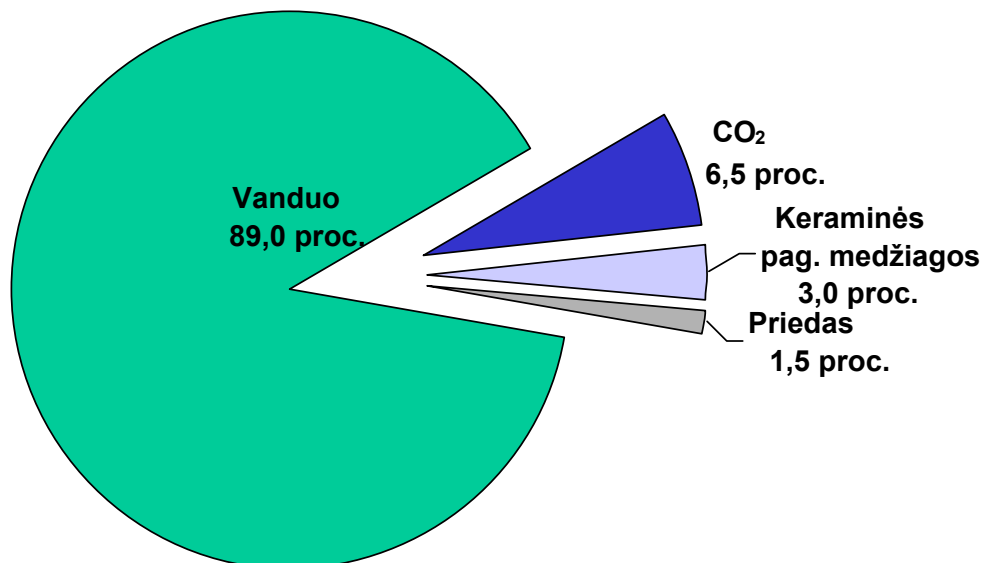
- 2 medžiagos (naftalenas ir benzenas) yra pirmajame 33 prioritetinių medžiagų sąraše, nustatytame Vandens pagrindų direktyvos (VPD) 2000/60/EB X priede – dabar Direktyvos 2008/105/EB II priede („Prioritetinių medžiagų sąrašas“)
- 17 medžiagų klasifikuojamos kaip toksiškos vandens organizmams (ūminis ir (arba) lėtinis toksiškumas).
- 38 medžiagos klasifikuojamos kaip ūminiai toksinai (žmonių sveikatai), pvz., 2-butoksietanolis.
- 8 medžiagos klasifikuojamos kaip žinomi kancerogenai, pvz., benzenas (GHS klasifikacija: Carc. 1A) ir akrilamidas, etileno oksidas ir įvairūs naftos pagrindo tirpalai, turintys aromatinių medžiagų (GHS⁵ klasifikacija: Carc. 1B).
- 6 medžiagos klasifikuojamos kaip įtariami kancerogenai (Carc. 2), pvz., hidroksilamino hidrochloridas.
- 7 medžiagos klasifikuojamos kaip mutageninės (Muta. 1B), pvz., benzenas ir etileno oksidas.
- 5 medžiagos klasifikuojamos kaip turinčios poveikį reprodukcijai (Repr. 1B, Repr. 2).

2-butoksietanolis (taip pat vadinamas etileno glikolio monobutilo eteriu) dažnai naudojamas kaip cheminis priedas. [Bode 2011], [Wood et al 2011] Jis toksiškas net esant gana mažam poveikiui. 2-butoksietanolio pusėjimo trukmė gamtiniame paviršiniame vandenyje siekia nuo 7 iki 28 dienų. Esant tokiam lėtam biologinio skilimo tempui, tiesioginį sąlytį su skystu arba dujiniu 2-butoksietanolio žmonės gali patirti jo nurydami, įkvėpdami, per odą ir akis, kai užterštas vanduo pasiekia paviršių. Aerobiniam biologiniam skilimui reikia deguonies, o tai reiškia, kad kuo giliau 2-butoksietanolis įpurškiamas į požeminius sluoksnius, tuo ilgiau jis išlieka. [Colborn 2007]

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

3 pav. parodyta ardymo skysčio (6405 m³), naudojamo uolienų porose susikaupusių dujų gręžinyje *Goldenstedt Z23* Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje, sudėtis.

3 paveikslas. Ardymo skysčio, naudojamo gręžinyje *Goldenstedt Z23* Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje, sudėtis



⁵ Pasaulinė suderinta cheminių medžiagų klasifikavimo ir ženklavimo sistema

Ardymo skystyje yra 0,25 proc. toksiškų medžiagų, 1,02 proc. medžiagų, kenksmingų arba toksiškų žmonių sveikatai (iš jų 0,77 proc. klasifikuojamos kaip kenksmingos „Xn“, o 0,25 proc. – kaip ūmiai toksiškos „T“), ir 0,19 proc. medžiagų, kenksmingų aplinkai. Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje, esančiame gręžinyje *Goldenstedt Z23* iš viso naudota apie 65 m³ (daugiau negu dvi 40 t didžiausios leidžiamosios apkrovos ir 26 t naudingosios apkrovos autocisternos) žmonių sveikatai kenksmingų medžiagų, iš kurių apie 16 t yra ūmiai kenksmingos medžiagos.

Dažnai išsami cheminių priedų sudėtis yra slapta ir todėl neskelbiama. Viena iš medžiagų yra tetrametilamonio chloridas, kuris yra toksiškas ir kenksmingas geriamajame vandenyje, net jeigu jo išleidžiama mažai. Remiantis [Bode 2011], Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje, kaip cheminiai priedai hidrauliniui ardymui naudojami 2-butoksietanolis, 5-chloro-2-metil-4-izotiazolin-3-vienas, 2-metilizotiazol-3(2H)-vienas ir kitos panašios toksiškos medžiagos.

3 lentelė. Pasirinktos medžiagos, naudojamos kaip ardymo skysčių cheminiai priedai Žemutinėje Saksonijoje, Vokietijoje

CAS numeris	Medžiaga	Formulė	Poveikis sveikatai	GHS klasifikacija
111-76-2	2-butoksietanolis	C ₆ H ₁₄ O ₂	toksiška	GHS07
26172-55-4	5-chloro-2-metil-4-izotiazolin-3-vienas	C ₄ H ₄ ClNOS	toksiška	GHS05 GHS08 GHS09
2682-20-4	2-metilizotiazol-3(2H)-vienas	C ₄ H ₅ NOS	toksiška	GHS05 GHS08 GHS09
9016-45-9	Nonilfenolio etoksilatas	C _m H _{2m+1} - C ₆ H ₄ OH(CH ₃ CH ₂ O) _n	toksiška	GHS05 GHS07 GHS09
75-57-0	Tetrametilamonio chloridas	C ₄ H ₁₂ ClN	toksiška	GHS06 GHS07

Šaltinis: GHS: Pasaulinė suderinta sistema (GHS)

Be to, hidraulinis ardymas gali daryti poveikį žemiau paviršiaus esančių gamtinių toksiškų medžiagų, pvz., gyvsidabrio, švino ir arseno, judėjimui. Šios medžiagos gali tam tikrais kanalais nutekėti į požeminius geriamojo vandens šaltinius, jeigu įtrūkimai išeis už tikslinio darinio ribų arba jeigu veikiant hidraulinio ardymo spaudimui bus pažeistas gavybos vamzdis arba cementas aplink gręžimo kanalą. Kitos toksiškos medžiagos gali susidaryti vykstant sudėtingoms biogeocheminėms reakcijoms su ardymo skysčiui naudojamais cheminiais priedais. [EPA 2011]

Gamtinių toksiškų medžiagų aptinkama ir grįžtamajame skystyje. Žinios, ar dabartiniai apdorojimo procesai veiksmingi norint tinkamai pašalinti tam tikras grįžtamojo skysčio nuotekas ir vandenyje susidariusias medžiagas, yra ribotos. [EPA 2011]

2.6.3. Poveikis žmonių sveikatai

Galimą poveikį sveikatai daugiausia sukelia atitinkami į orą arba vandenį išmetami teršalai. Tai – dažniausiai galvos skausmas ir ilgalaikis lakiųjų organinių junginių poveikis. Požeminio vandens tarša gali būti pavojinga, kai užterštas vanduo pasiekia gyventojus. Pavyzdžiui, kai maži vaikai dažnai prausiami užterštu vandeniu, gali kilti alergijų ir sutrikti sveikata. Be to, rūpestį kelia nuotekų karjerai ir per sprogimus išsilieję skysčiai, nes jie gali patekti ant odos.

Šiaurės Amerikos patirtis

Be galimo poveikio sveikatai, tikrasis poveikis sveikatai ir tiesioginis jo ryšys su hidraulinio ardymo veikla dokumentuose užfiksuojami retai. Paprastai sąrašo viršuje – pranešimai apie galvos skausmą.

Netoli Dišo bendruomenės Teksase, JAV, dokumentuose užfiksuota kumeliukų ligų ir nugaišimo atvejų, kaip jau nurodyta 0 skyriuje. [Wolf 2009]

Toliau cituojami du kraštutiniai pavyzdžiai, nes jie gana gerai užfiksuoti dokumentuose, nors ryšio su dujų grėžyba ir negalima įrodyti. Pirmasis užfiksuotas raštiškame liudijime JAV parlamentiniam priežiūros ir vyriausybės reformos komitetui:

„Man paskambino moteris [Laura Amos] iš Kolorado valstijos Garfildo apygardos Silto miestelio ir teigė, kad jai susiformavo labai retas antinksčių auglys, tad teko pašalinti ir auglį, ir antinksčio liauką. Vienas iš 2-BE [2-butoksietanolio] poveikio rūšių – antinksčių augliai. Ji man sakė, kad gyvena 900 pėdų atstumu nuo veikiančios dujų grėžybos aikštelės, kurioje dažnai vykdomas hidraulinis ardymas. Per vieną iš ardymo epizodų išsiliejo jos name esantis šulinys. Ji taip pat pradėjo pasakoti apie kitų netoli jos gyvenančių žmonių sveikatos problemas“. [Colborn 2007]

ir:

„Rugpjūčio mėn. viduryje [2008 m.] Kolorado diskusijos suintensyvėjo, kai per naujienas pranešta, kad Kolorado valstijos Durango greitosios pagalbos slaugė Cathy Behr vos nemirė suteikusi pagalbą grėžinio darbininkui, aplietam išsiliejusiu ardymo skysčiu įmonės *BP* gamtinių dujų grėžinyje. C. Behr tą žmogų nurengė ir sukimšo jo drabužius į plastikinius maišus. Po kelių dienų C. Behr gulėjo kritinės būklės ir jai grėsė keletu organų disfunkcija.“ [Lustgarten 2008]

2.7. Galima ilgalaikė ekologinė nauda

Išskyrus galimą išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio sumažinimą, akivaizdžios galimos ilgalaikės ekologinės skalūnų dujų gavybos naudos nėra. Minėtąjį išmetamų dujų kiekį galima sumažinti, jeigu taršesni iškastiniai išteklių, ypač anglis ir nafta, bus pakeisti skalūnų dujomis, o įrodyta, kad skalūnų dujos visoje kuro grandinėje išmeta mažiau šiltnamio efektą sukeliančių dujų negu anglis ir nafta. 3 skyriaus rezultatai rodo, kad taip gali ir nebūti arba sumažėjimas gali būti mažas. Iš 5 skyriaus rezultatų matyti, kad skalūnų dujos prie Europos energijos tiekimo gali prisidėti labai mažai arba nereikšmingai.

Pirmesniuose skirsniuose aprašytas poveikis rodo, kad su skalūnų dujų gavyba susiję įvairūs dideli pavojai aplinkai. Todėl negalima teigti, kad pavojus mažesnis, palyginti su tradicinėmis naftos ir dujų gavybos operacijomis, įskaitant atsitiktinės didelio masto taršos, kaip, pvz., pastarosios katastrofos Meksikos įlankoje atveju, pavojų. Reikia pabrėžti, kad pavojaus rūšys, pavojaus tikimybė ir galimas poveikis kiekybiškai ir kokybiškai skirtingi. Išsamus vertinimas nėra šios analizės objektas.

2.8. Pavojaus aptarimas viešose diskusijose

Viešose diskusijose apie hidraulinį ardymą pateikiami argumentai, kuriais siekiama sumenkinti pirmiau aprašytą poveikio aplinkai vertinimą. Tai – šie argumentai:

- *Įrodytos avarijos ir pažeidimai įvyko dėl netinkamos įmonių praktikos – tai daugiausia nedidelės įmonės, nevykdančios veiklos Europoje. Galima teigti, kad šiuo politiniu argumentu pabrėžiama nepriklausomos galimų pavojų ir hidraulinio ardymo operacijų poveikio stebėsenos svarba.*
- *Požeminio vandens tarša metanu kilo dėl gamtinės metano koncentracijos, po žeme skylant biogeniniam metanui. Atlikus mokslinę izotopų sudėties analizę ir statistinę didėjančios metano koncentracijos ir gausėjančios ardymo veiklos ryšio analizę [vienareikšmiškai](#) įrodyta, kad požeminį vandenį užteršia iškastinis metanas iš geologinių telkinių.*
- *Nėra aiškių įrodymų, kad požeminio vandens tarša susijusi su hidraulinio ardymo veikla. Akivaizdu, kad labai sudėtinga įrodyti tiesioginį konkrečios taršos ir konkrečios veiklos ryšį. Nepaisant to, yra atvejų, kai tokių įrodymų rasta, be to, daugeliu atvejų ryšys įrodomas netiesioginiais įrodymais...*
- *Jeigu bus naudojama naujausia technologija ir išmokyti darbuotojai, iš JAV veiklos žinomų avarijų ir problemų Europoje bus galima išvengti ir jų bus išvengta. Svarbus šios analizės tikslas – įvertinti galimą poveikį ir pavojų, kad Europa jų išvengtų. Nepaisant to, reikėtų pažymėti, kad būtini reikalavimai bus įgyvendinti tam tikromis sąnaudomis ir stabdys plėtrą, todėl skalūnų dujų gavyba gali tapti ekonomiškai nepatraukli, o įnašas į bendrą energijos kiekį gali sumažėti iki nereikšmingai mažo lygio.*
- *Likusysis (mažas) pavojus turi būti suderintas su ekonomine šalių vidaus gamtinių dujų telkinių plėtojimo nauda. Skalūnų dujų gavybos ekonomika nėra šios analizės objektas. Nepaisant to, reikėtų pažymėti, kad hidraulinio ardymo veikla daug brangesnė negu tradicinė gavyba. Ekonominis Europos skalūnų dujų gavybos plėtojimo patrauklumas dar neįrodytas. Kaip būtina gavybos leidimų suteikimo sąlyga turėtų būti atlikta kiekvieno gręžinio sąnaudų ir naudos analizė, apimanti visus GCA aspektus.*

2.9. Išteklių sunaudojimas

Šiaurės Amerikos patirtis

4 lentelėje apibendrinamos gamtinių dujų gavybai naudojamos medžiagos ir sunkvežimių eismas.

4 lentelė. Apytikslis gamtinių dujų gavybai naudojamų medžiagų kiekis ir sunkvežimių eismas [NYCDEP 2009]

Veikla	Medžiaga / atliekos	Kiekis ⁽¹⁾	Atitinkami sunkvežimių reisai
Viena gręžybos aikštelė, bendras gręžinio ilgis 1500–4000 m, gylis 900–2100 m ir horizontalus ilgis 600–1800 m, 6 colių diametro gavybos vamzdis ir 8 colių diametro gręžinio kanalas. Horizontalus vamzdis įtvirtintas, bet nesucementuotas.			
Vietos prieinamumas ir gręžybos aikštelės statyba	Išnaikinti augalai ir žemės darbai	0,8–2,0 ha teritorija ir reikiami privažiavimo keliai	20–40
Gręžinio konfigūravimas	Įranga		40
Gręžybai naudojamos cheminės medžiagos	Įvairios cheminės medžiagos		
Gręžybai naudojamas vanduo	Vanduo	Maždaug 40–400 m ³	5–50
Gavybos vamzdis	Vamzdis	2100–4600 m (60–130 t) vamzdis	25–50
	Cementas (skiedinys)	14–28 m ³	5–10
Gręžybos išpjovos	Uoliena / žemė / telkinio medžiagos	71–156 m ³	Priklauso nuo to, kas bus daroma su išpjovomis
Gręžybos nuotekos	Gręžybos telkiniai, į kuriuos patenka nuotekos	Maždaug 40–400 m ³	5–50
Stimuliacijos konfigūravimas	Įranga		40
Prasiskverbimas pro apvalką	Sprogmenys	Vienas ~25 g, užtaisų, užtaisų skaičius, tenkantis horizontalaus vamzdžio ilgiui, neapskaičiuotas	
Ardymo skystis vanduo	Vanduo	11 355–34 065 m ³	350–1 000
Ardymo skystis cheminės medžiagos	Įvairios cheminės medžiagos	Daroma prielaida, kad 1–2 proc. ardymo skysčio tūrio sudaro 114–681 m ³ cheminių medžiagų	5–20
Ardymo nuotekos skysčio	Grįžusios ardymo skysčio nuotekos	11 355–34 065 m ³	350–1000
Gręžybos aikštelės užbaigimas	Įranga		10
Dujų surinkimas	Susikaupęs vanduo	Vidurkis – 57 m ³ per metus vienam gręžiniui	2–3
Iš viso sunkvežimių reisų vienam gręžiniui			800–daugiau kaip 2000

(1) JAV vienetai, paversti metriniais vienetais

Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

Pagal iki šiol turimą informaciją galima daryti išvadą, kad išteklių sunaudojimas, energijos poreikis (ir atitinkamas išmetamų ŠESD kiekis – žr. 3 skyrių) skalūnų dujų telkiniams plėtoti didesnis negu plėtojant tradicinius gamtinių dujų telkinius. Gamtinių dujų išėigos iš vieno gręžinio diapazonas didelis – ji svyruoja daugiau nei dešimt kartų. Taigi, konkrečių išteklių ir energijos sunaudojimas bei atitinkamas išmetamų ŠESD kiekis vienam išgaunamų gamtinių dujų m³ svyruoja daugiau nei dešimt kartų. Todėl, norint gauti aktualius ir patikimus duomenis, reikia atlikti individualią kiekvieno skalūnų dujų telkinio analizę.

3. ŠILTNAMIO EFEKTĄ SUKELIANČIŲ DUJŲ PUSIAUSVYRA

SVARBIAUSIOS IŠVADOS

- Momentinės metano išlakos turi didžiulį poveikį šiltnamio efektą sukeliančių dujų pusiausvyrai.
- Dabartiniais vertinimais, netradiciniu būdu išgaunant gamtines dujas gaunamas netiesiogiai išmetamų ŠESD 18–23 g CO₂ ekvivalentas vienam MJ.
- Galimos išlakos metanui skverbiantis į vandeningąjį horizontą dar neįvertintos.
- Nepaisant to, konkretaus projekto išlakos gali skirtis dešimt kartų, nelygu, kiek metano iš viso susidaro gręžinyje.
- Atsižvelgiant į keletą veiksnių, išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių skalūnų dujų kiekis, palyginti su jų energijos kiekiu, yra toks pat mažas, koks susidaro ilgais atstumais transportuojant tradicines dujas, arba toks pat didelis, koks susidaro iš kietosios anglies per visą gyvavimo ciklą nuo išgavimo iki sudeginimo.

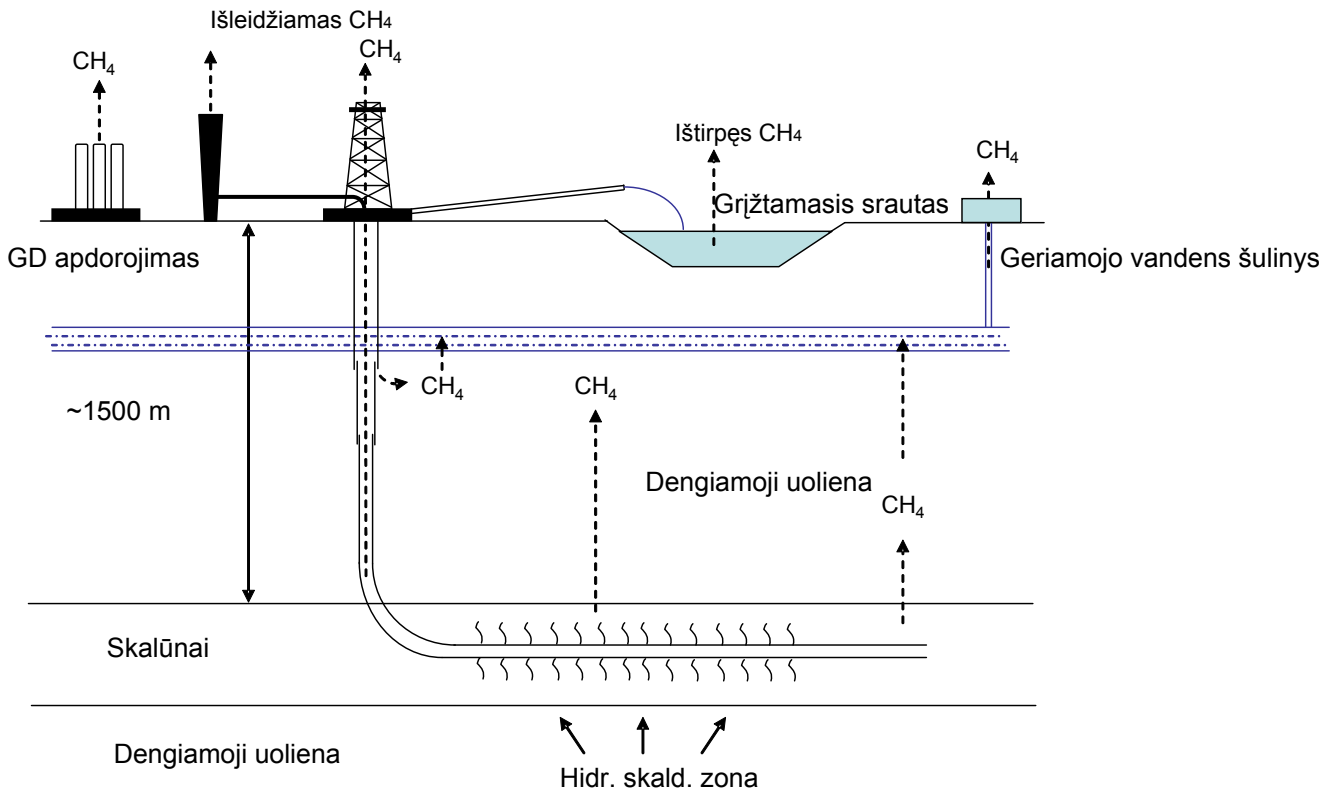
3.1. Skalūnų dujos ir uolienuų porose susikaupusios dujos

3.1.1. Šiaurės Amerikos patirtis

CO₂ išmetamas vykstant degimo procesams dujų turbinose, dyzeliniuose varikliuose ir katiluose, reikalinguose skalūnų dujų žvalgymui, gavybai ir apdorojimui. Nelygu, kiek CO₂ yra išgautose gamtinėse dujose, jų apdorojimo etape gali būti išmetamas su degimu nesusijęs CO₂. CO₂ kiekis išgautose dujose gali siekti 30 proc. [Goodman et al 2008], tada vienam išgautų dujų MJ tektų apie 24 g išmetamo CO₂.

Be to, išmetamas metanas, kurio pasaulinio atšilimo potencialas sudaro 25 g CO₂ ekvivalento vienam g CH₄ (Tarpvyriausybines klimato kaitos komisijos duomenimis, 100 metų laikotarpiui). Žvalgymo ir plėtojimo etapu metanas išmetamas atliekant gręžybą (išleidžiant netoli paviršiaus esančias dujas) ir po hidraulinio ardymo proceso grįžtant skysčiui ir ištraukiant kaištį. Per gavybos ir apdorojimo procesą metanas nuteka iš vožtuvų ir kompresorių, jis nuteka valant skystį (pašalinant atskirtus skysčio angliavandenilius) ir apdorojant gamtines dujas. Be to, metanas gali patekti iš apgadintų gręžinio kanalų. Skaičiuojama, kad JAV apie 15–25 proc. gręžinių nėra sandarūs.

4 paveikslas. Skalūnų dujų žvalgymo, gavybos ir apdorojimo procesų išmetamas CH₄



Šaltinis: nuosavas šaltinis pagal [SUMI 2008] Skalūnų dujų žvalgymas ir gavybos plėtojimas (pradinė gręžyba ir užbaigimas), apimantis skysčio gręžimo procedūrą, daug prisideda prie bendro išmetamo metano kiekio. 5 lentelėje parodytas keturiuose netradiciniu būdu išgaunamų dujų gręžiniuose per grįžtamąjį skystį išmetamo metano kiekis.

5 lentelė. Metano, išmetamo per grįžtamąjį skystį keturiuose netradiciniu būdu išgaunamų gamtinių dujų gręžiniuose, kiekis

Baseinas	Per skystį kiekis [10 ³ CH ₄]	Per grįžtamąjį išmetamas naudojimo kiekis [10 ³ m ³ išgaunamas kiekis]	Per gręžinio laiką dujų	Per grįžtamąjį skystį išmetamo dalis nuo dujų kiekio, per naudojimo laiką	Per grįžtamąjį skystį išmetamas kiekis g CO ₂ eq/MJ (1)
Haynesville (Luizianos skalūnai)	6 800	210 (75)		3,2 proc.	20,1
Barnet (Teksaso skalūnai)	370	35		1,1 proc.	6,6
Piceance (Koloradas, smėlinė uoliena)	710	55		1,3 proc.	7,9
Uinta (Juta, smėlinė uoliena)	255	40		0,6 proc.	3,8

(1) 25 g CO₂ ekvivalento vienam g CH₄ (Tarpvyriausybines klimato kaitos komisijos duomenimis, 100 metų laikotarpiui).

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

Iš 5 lentelėje nurodytų keturių netradiciniu būdu išgaunamų dujų gręžinių grįžtamojo skysčio išmetamo metano kiekis atitinka 1,6 proc. išgautų gamtinių dujų. Be to, atliekant ištraukimą po hidraulinio ardymo išmetamas metano kiekis, atitinkantis maždaug 0,3 proc. išgautų gamtinių dujų, todėl iš viso per gavybą ir plėtojimą išmetama 1,9 proc. metano. Siekiant sumažinti išmetamo metano kiekį, dalį jo galima sugaudyti ir sudeginti. Paprastai galima sugaudyti ir sudeginti apie 50 proc. išmetamo metano. Be to, [Howarth et al 2011] su metano nuotėkiais susijusį kiekį perskaičiuojant į energetinius metano nuostolius daroma prielaida, kad metano dalis išgaunamose gamtinėse dujose yra 78,8 proc.

Pažymėtina, kad konkretus gręžyboje naudojamuose deginimo procesuose išmetamų ŠESD kiekis daug priklauso nuo gamtinių dujų, kurias galima išgauti, kiekio. Gręžyboje naudojamuose deginimo procesuose išmetamo CO₂ kiekis priklauso nuo gręžinio kanalo gylio. Kuo mažesnė gamtinių dujų išeiga iš gręžinio, tuo didesnis išmetamų ŠESD kiekis vienam išgaunamų gamtinių dujų MJ. *Haynesville* Luizianos skalūnuose [Howarth et al 2011] nurodytas per gręžinio naudojimo laiką išgaunamų gamtinių dujų kiekis yra nepaprastai didelis (210 mln. m³ vietoj 35–55 mln. m³, išgaunamų, kaip nurodyta, kituose skalūnų ir uolienuų porose susikaupusių dujų telkiniuose). [Cook et al 2010] duomenimis, vidutiniškai per gręžinio naudojimo laiką *Haynesville* Luizianos skalūnuose išgaunama apie 75 mln. m³, o ne 210 mln. m³, kaip nurodyta [Howarth et al 2011]. Jeigu 75 mln. m³ yra realistiškas kiekis, o grįžtamojo skysčio išmetamo metano kiekis būtų pastovus, konkretus išmetamo metano kiekis būtų 9,0 proc., o ne 3,2 proc., kaip nurodyta 5 lentelėje. Grįžtamojo skysčio išmetamų ŠESD kiekis *Haynesville* Luizianos skalūnuose padidėtų nuo 20 g/MJ iki maždaug 57 g/MJ išgaunamų gamtinių dujų.

6 lentelėje parodytas JAV apskaičiuotas skalūnų dujų ir uolienuų porose susikaupusių dujų žvalgymo, gavybos ir apdorojimo procesuose išmetamų ŠESD kiekis⁶. Grįžtamojo skysčio išmetamo metano kiekis (įtrauktas į „užbaigimo“ etapą išmetamo metano kiekį), apskaičiuotas pagal 5 lentelėje nurodytų gręžinių vidurkį.

⁶ CO₂ ir CH₄ kiekis paverstas iš literatūroje pateikto g C į g.

6 lentelė. ŠESD, išmetamų skalūnų dujų žvalgymo, gavybos ir apdorojimo procesuose, kiekis, susijęs su išgaunamų dujų žemutine šilumine verte (ŽŠV)

	CO ₂ [g/MJ]	CH ₄ [g/MJ]	N ₂ O [g/MJ]	g CO ₂ eq/MJ (1)
Vietos išvalymas:				
Trikdymas	0,018	-	-	0,018
Žemės išvalymas	0,018	<0,01	<0,01	0,018
Išteklių sunaudojimas	0,550	<0,01	-	0,550
Žvalgymas ir plėtojimas:				
Gręžyboje (bokšte ir hydr. ardymo procese) naudojamas deginimas	0,660 (0,878)	<0,01	<0,01	0,827 (1,045)
Gręžyboje naudojamas deginimas (mobilus)	0,293 (0,493)	<0,01	<0,01	0,460 (0,660)
Užbaigimas (50 proc. sudeginimas, 50 proc. išleidimas per vožtuvą)	0,733 (1,145)	0,254 (0,417)	-	7,077 (11,578)
Dujų gavyba:				
Deginimas	2,089	-	-	2,089
Sūrus tirpalas	-	<0,01	-	
Įvairios momentinės išlakos	-	0,147	-	3,673
Apdorojimas:				
Deginimas	1,905	<0,01	-	2,239
Momentinės išlakos	0,330	0,027	-	0,998
Iš viso	6,60 (7,43)	0,454 (0,618)	0,00	17,9 (22,9)

(1) 25 g CO₂ ekvivalento vienam g CH₄ (Tarpvyriausybinių klimato kaitos komisijos duomenimis, 100 metų laikotarpiui). Reikšmės skliaustuose apskaičiuotos esant mažesnei išeigai *Haynesville* Luizianos skalūnuose pagal Cook et al. 2010. Šaltinis: [Cook et al 2010], [Howarth et al 2011]

Jeigu *Haynesville* Luizianos skalūnuose išgaunamų dujų išeiga būtų tokia, kokia nurodyta [Cook et al 2010], o grįžtamojo skysčio išmetamo metano kiekis būtų pastovus, bendras skalūnų dujų žvalgymo, gavybos ir apdorojimo procesuose išmetamų ŠESD kiekis keturiuose netradiciniu būdu išgaunamų dujų gręžiniuose padidėtų nuo 17,9 g/MJ iki 22,9 g/MJ.

Be to, metanas gali nutekėti į požeminio vandens išteklius. Šiaurės rytų Pensilvanijoje ir Niujorko valstijos šiaurėje esančių *Marcellus* ir Utikos skalūnų telkinių vandeninguosiuose horizontuose esama geriamojo vandens taršos metanu, susijusios su ardymo veikla, įrodymų [Osborn et al 2011]. Šis metanas į atmosferą gali patekti ir naudojant vandenį, tada išmetamų ŠESD kiekis dar padidėtų. Šios išlakos, taip pat gręžimo procese per vožtuvus išmetamo metano kiekis į 6 lentelę neįtraukti.

Ohajuje, JAV, per šulinius gamtinės dujos pateko į namus. Džiogos apygardos Beinbridžo miestelyje sprogo namas. Per sprogimą name buvę du gyventojai nesužeisti, bet namas gerokai apgadintas. [ODNR 2008] Todėl galima daryti išvadą, kad nemažas metano kiekis gali patekti į požeminį vandenį ir taip galiausiai į atmosferą.

Jeigu išgaunamų gamtinių dujų CO₂ dalis didesnė nei pagal 6 lentelėje daromą prielaidą, gamtinių dujų apdorojimo etapu išmetamo CO₂ kiekis būtų didesnis (iki 23,5 g/MJ vietoj 0,33 g/MJ, kai CO₂ dalis – 30 proc.). Kadangi metano dalis būtų 70 proc., o ne 78,8 proc., kaip nurodyta [Howarth et al 2011], visos kitos vertės irgi padidėtų ir gauta vertė būtų 43,3 g/MJ, o ne 17,9 g/MJ.

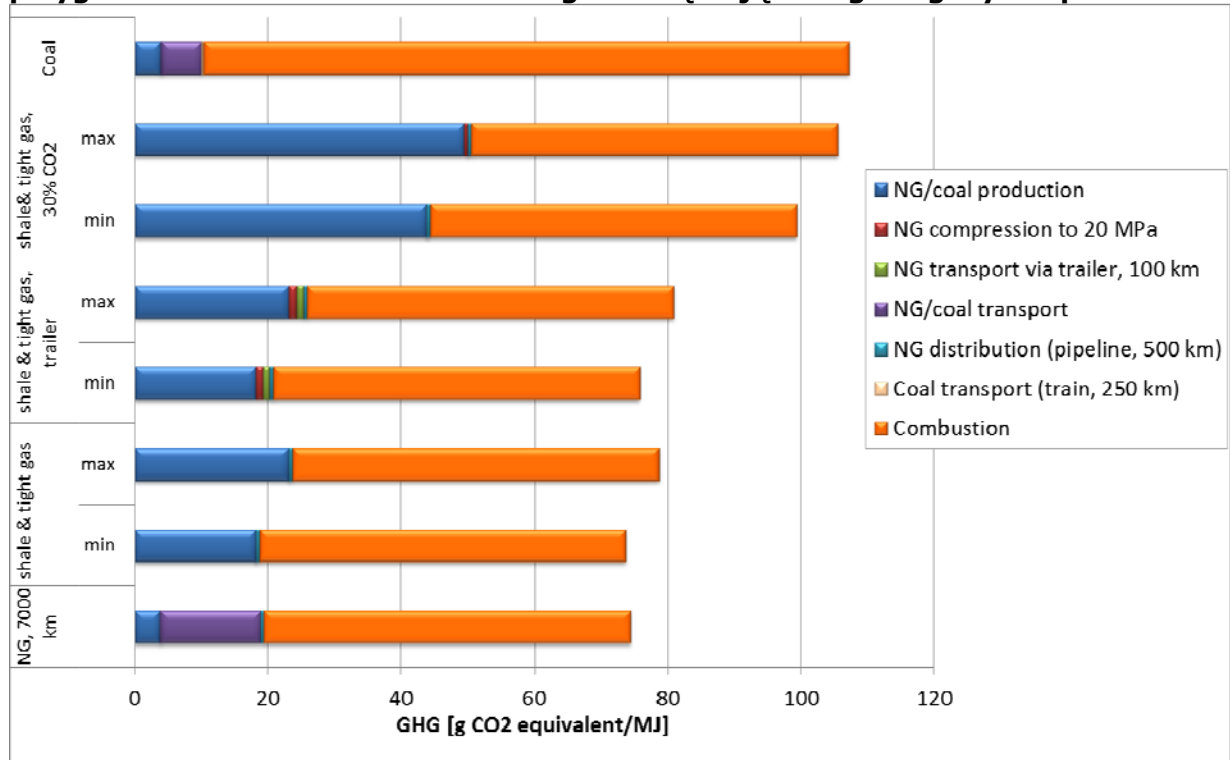
Kitas klausimas, į kurį reikia atsižvelgti – gamtinių dujų perdavimas iš gręžinio į gamtinių dujų tinklą. Kai gamtinių dujų išeiga iš vieno gręžinio maža, suslėgtos gamtinės dujos vežamos sunkvežimiu naudojant suslėgtųjų gamtinių dujų priekabą.

3.1.2. Perkėlimo galimybės Europos sąlygomis

ES vykdomi keli netradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos projektai. Ardymas taikomas ne tik skalūnų dujų, bet ir anglių klodo metano bei uolienu porose susikaupusių dujų gavybai. Pavyzdžiui, įmonė *ExxonMobil* planuoja išgauti anglių klodo metaną Šiaurės Reine-Vestfalijoje, Vokietijoje.

5 pav. pateikiamas apytiksliai apskaičiuotas skalūnų ir uolienu porose susikaupusių dujų plėtojimo, gavybos, paskirstymo ir deginimo procesuose išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis. Nelygu, kokia prielaida pasirenkama, bendras mažiausias uolienu porose susikaupusių ir skalūnų dujų gavybos išmetamų ŠESD kiekis panašus į tradiciniu būdu išgautų ir ilgais atstumais transportuojamų dujų išmetamų ŠESD kiekį, o didžiausias – panašus į kietos anglies gavybos išmetamų ŠESD kiekį.

5 paveikslas. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų, išmetamų skalūnų ir uolienuų porose susikaupusių dujų gavybos, paskirstymo ir deginimo procesuose, kiekis, palyginti su išmetamomis tradicinės gamtinių dujų ir anglies gavybos procesuose



Šaltinis: nuosavas šaltinis

Jeigu būtų išvengta metano nuotėkių į požeminį vandenį ir jeigu būtų daroma prielaida, kad skalūnų dujos deginamos kombinuoto ciklo dujų turbinų (CCGT) jėgainėje esant 57,5 proc. efektyvumui, bendras gamtinių dujų tiekimo ir naudojimo procesų išmetamų ŠESD kiekis būtų 460 g / kWh elektros energijos (skalūnų dujų gavyba: 113,5 g / kWh elektros energijos; GD paskirstymas: 3,6 g / kWh elektros energijos; deginimas: 344,3 g/kWh elektros energijos), darant prielaidą, kad skalūnų dujų gavyboje išmetama tiek pat ŠESD kiek ir JAV. Jeigu išgaunamų dujų CO₂ dalis būtų 30 proc., o konkretus grįžtamojo skysčio išmetamo metano kiekis būtų didesnis dėl mažesnės gamtinių dujų išėigos, bendras išmetamų ŠESD kiekis padidėtų iki maždaug 660 g / kWh elektros energijos. Palyginimui: naudojant tolimaisiais dujotiekiais (7000 km) tiekiamas gamtines dujas elektrai gaminti ŠESD kiekis yra 470 g / kWh elektros energijos. Naujoje anglies garo turbinų (ST) jėgainėje deginant anglį iš Australijos, esant 46 proc. efektyvumui, ŠESD kiekis yra 850 g / kWh elektros energijos.

7 lentelė. ŠESD, išmetamų elektros gamyboje CCGT naudojant iš įvairių GD šaltinių išgautas gamtines dujas, kiekis, palyginti su išmetamomis elektros gamybai naudojant anglį, skaičiuojant g CO₂ ekvivalentu vienai elektros energijos kWh

	CCGT (skalūnų dujos ir uolienu porose susikaupusios dujos)		CCGT (skalūnų dujos ir uolienu porose susikaupusios dujos, vežamos priekabose)		CCGT (skalūnų dujos ir uolienu porose susikaupusios dujos, 30 proc. CO ₂)		CCGT (GD, 7000 km dujotiekis)	Anglies ST
GD / anglies gavyba	113,5	144,6 ⁽¹⁾	113,5	144,6 ⁽¹⁾	274,1	309,1 ⁽¹⁾	24,1	31,1
GD deginimas iki 20 MPa	-	-	7,2	7,7	-	3,6	-	-
GD vežimas priekaboje, 100 km	-	-	6,2	6,2	-	-	-	-
GD / anglies vežimas	-	-	-	-	-	-	94,0	47,7
GD perdavimas (dujotiekiu, 500 km)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	-
Anglies vežimas (traukiniu, 250 km)	-	-	-	-	-	-	-	2,3
Deginimas	344,3	344,3	344,3	344,3	344,3	344,3	344,3	772,8
Iš viso	461	493	475	506	622	661	466	854

⁽¹⁾ Viršutinė vertė – didesnis išmetamo metano kiekis dėl mažesnės gamtinių dujų išėigos negu nurodyta [Howarth et al 2011]

Priežastis, kodėl [Howarth et al 2011] ir [Osborn et al 2011] nurodomas didžiulis JAV skalūnų dujų tiekimo ir naudojimo procesuose išmetamų ŠESD kiekis, ta, kad transportuojant, saugant ir paskirstant gamtines dujas JAV išmetamas itin didelis metano kiekis (1,4–3,6 proc., pridėdant 7,0–18,0 g CO₂ ekvivalentą vienam MJ prie 17,9 g/MJ iš 6 lentelės), daugiausia dėl prastos JAV įrangos kokybės. Be to, įskaičiavus į vandenį nutekėjusį metaną ir gręžimo procese per vožtuvus išleistą metaną galima gauti daug didesnį išmetamų ŠESD kiekį negu aprašyta pirmiau.

Tradiciniu būdu išgaunamų dujų atveju metano nuotėkiai ES paprastai mažesni negu JAV dėl geresnės įrangos (dujotiekių, vožtuvų sandarumo ir kt.). O netradiciniu būdu išgaunamų dujų atveju nežinoma, ar konkrečiuose procesuose išmetamų ŠESD kiekis ES mažesnis negu JAV, o jei mažesnis, tai kiek. Ardymo procesui būdinga rizika, kad metanas nutekės į geriamąjį vandenį ir atitinkamai į atmosferą (kaip atsitikdavo JAV).

Ekspertų teigimu, Vokietijoje siekiant sumažinti metano nuotėkių ir vandens taršos toksiškomis medžiagomis riziką privaloma stebėti gręžinio kanalo užcementavimą. Be to, įgyvendinant projektus Šiaurės Reine-Vestfalijoje, Vokietijoje, grįžtamajam skysčiui planuojama naudoti uždaras sistemas, o ne atvirus rezervuarus. Todėl Europoje galėtų būti realistiškas [Horwarth et al 2011] nurodytas variantas „50 proc. sudeginama, 50 proc. išleidžiama per vožtuvą“, pasirinktas išmetamų ŠESD kiekiui apskaičiuoti, kaip parodyta 6 lentelėje.

3.1.3. Neišspręsti klausimai

Pažymėtina, kad vertinant skalūnų ir uolienuų porose susikaupusių dujų gavybos išmetamųjų teršalų kiekį daug neapibrėžtumo, nes trūksta patikimų duomenų. Kiekvienas gręžinys kitoks ir geriausi gręžiniai (apie kuriuos daugiausia duomenų) bus plėtojami pirmiausia. Taigi, paskelbtais duomenimis linkstama pervertinti vidutinį iš gręžinio susigražinamo metano kiekį.

Iš ardymo proceso į vandenį ir atitinkamai į atmosferą nutekancio metano kiekio nustatymas – irgi dar neišspręstas klausimas.

3.2. Uolienuų porose susikaupusi alyva

Tradicinės naftos gavybos ir uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos skirtumas ne visada gerai apibrėžtas; nuo tradicinės naftos gavybos prie uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos pereinama laipsniškai. Pavyzdžiui, esama tradicinių žaliavinės naftos telkinių, kur naftos išgavimui padidinti taikomas hidraulinis ardymas. Kadangi uolienuų porose susikaupusiai alyvai išgauti taikomas hidraulinis ardymas, iš grįžtamojo skysčio gali išsiskirti metanas, kaip ir skalūnų dujų bei uolienuų porose susikaupusių dujų atveju. Viešai prieinamų duomenų apie uolienuų porose susikaupusių alyvos gavyboje išsiskiriantį metaną nėra.

3.2.1. Europos patirtis

Uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos nereikia palyginti su skalūnų alyvos gavyba. Estijoje naftingieji skalūnai kasami nuo 1921 m. (ir atvirame karjere, ir po žeme). Skalūnų alyva išgaunama taikant vadinamąjį „distiliavimą“, kuris iš tikrųjų yra pirolizės procesas, o per jį gaunama skalūnų alyva ir skalūnų dujos. O uolienuų porose susikaupusi alyva gaunama darant gręžinius ir taikant hidraulinį ardymą.

Paryžiaus baseine, Prancūzijoje, iš 2000 gręžinių išgauta 5 mln. barelių alyvos, atitinkančių 2500 barelius vienam gręžiniui. [Anderson 2011] Tai buvo tradicinė naftos gavyba netaikant hidraulinio ardymo. Vertinant pagal išgautos žaliavinės naftos ŽŠV, 2500 barelių alyvos, išgautos iš gręžinio per visą jo naudojimo laiką, turi maždaug tiek pat energijos, kiek 0,5 mln. Nm³ gamtinių dujų.

Jeigu Paryžiaus baseinas būtų laikomas tipišku uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos baseinu, iš vieno gręžinio išgaunamas energijos kiekis būtų daug žemesnis negu skalūnų dujų energijos kiekis (0,4 mln. Nm³ vietoj 35 mln. Nm³ vienam gręžiniui Barneto Teksaso skalūnuose). Jeigu šie gręžiniai būtų tipiški uolienuų porose susikaupusios alyvos gręžiniai, bendras gręžybės ir ardymo procesuose išmetamų ŠESD kiekis būtų didesnis negu tradicinėje naftos gavyboje ir didesnis negu skalūnų ir uolienuų porose susikaupusių dujų gavyboje.

4. ES REGLAMENTAVIMO SISTEMA

SVARBIAUSIOS IŠVADOS

- ES (pagrindų) direktyvos, kurioje būtų reglamentuojama kasybos veikla, nėra.
- Viešai prieinamos, visapusiškos ir išsamios Europos skalūnų dujų ir uolienų porose susikaupusios alyvos gavybos reglamentavimo sistemos analizės dar nėra atlikta.
- Dabartinė ES hidraulinio ardymo reglamentavimo sistema turi ne vieną spragą. Svarbiausia, kad nustatyta riba, nuo kurios turi būti atliekamas hidraulinio ardymo veiklos gamtinių dujų ir uolienų porose susikaupusios alyvos gavyboje poveikio aplinkai vertinimas, yra daug aukštesnė negu aktualu bet kokiai galimai šios srities pramonės veiklai, todėl turėtų būti gerokai sumažinta. Todėl reikėtų iš naujo įvertinti Vandens pagrindų direktyvos taikymo sritį.
- Turi būti atlikta išsami ir visapusiška pavojingų medžiagų, naudojamų hidrauliniam ardymui, deklaravimo reikalavimų analizė.
- Atliekant gyvavimo ciklo analizę (GCA) ir pasitelkiant išsamią sąnaudų ir naudos analizę būtų galima įvertinti bendrą naudą kiekvienai valstybei narei ir piliečiams.

Šio skyriaus tikslas – apžvelgti dabartinę reglamentavimo sistemą, kurią sudaro ES teisės aktai:

- dėl skalūnų dujų, uolienų porose susikaupusių dujų ir uolienų porose susikaupusios alyvos gavybos,
- taip pat siekiant išsiaiškinti, ar yra nuostatų, kuriomis galima apsisaugoti nuo konkrečių pavojų, dėl šios veiklos galinčių kilti aplinkai ir žmonių sveikatai.

4.1 skyriuje aptariamos keturios Europos direktyvos, reglamentuojančios kasybos veiklą. Tolesniame 4.2 skyriuje pateikiama dar dešimties direktyvų, kurios nurodomos šiuolaikinėje literatūroje ir yra susijusios su kasybos veikla, apžvalga. Šio skyriaus antroje dalyje (4.2.2 skyrius) pagrindinis dėmesys skiriamas maždaug 40 direktyvų, susijusių su skalūnų dujų ir uolienų porose susikaupusios alyvos gavybos keliamais pavojais. Galiausiai aptariamos devynios pagrindinės galiojančių ES teisės aktų spragos. Šios spragos susijusios su pavojais, kurie atliekant hidraulinį ardymą gali kilti aplinkai, vandens ištekliams ir žmonių sveikatai. Kai kurie atspindi sunkumus, su kuriais susidurta JAV, o kai kurie šiuo metu aptariami ES valstybėse narėse.

4.1. Specialios kasybos pramonės direktyvos

Kasybos teisės tikslas – teisinė sistema siekiant sudaryti sąlygas, kad šis pramonės sektorius klestėtų, užtikrinti energijos tiekimą ir pakankamą sveikatos ir aplinkos apsaugą bei saugą.

ES lygmeniu visapusiškos kasybos reglamentavimo sistemos nėra. [Safak 2006] Šiuo metu kasybos teisė iš esmės yra valstybių narių atsakomybė, o daugumoje šalių galiojantys teisės aktai yra istoriniai, todėl nebūtinai atspindi šių laikų reikalavimus. [Tiess 2011] Europos Komisijos interneto svetainėje Įmonių ir pramonės generalinio direktorato skyrelyje nurodytas metalų, mineralų ir žaliavų pramonės sektorius ir pažymėta, kad yra tik trys direktyvos, specialiai skirtos kasybos pramonei. [EC 2010 MMM]. 8 lentelėje šios trys direktyvos papildomos ketvirtąja direktyva pagal U. Kullmanną [Kullmann 2006].

8 lentelė. Visos ES direktyvos, specialiai skirtos kasybos pramonei

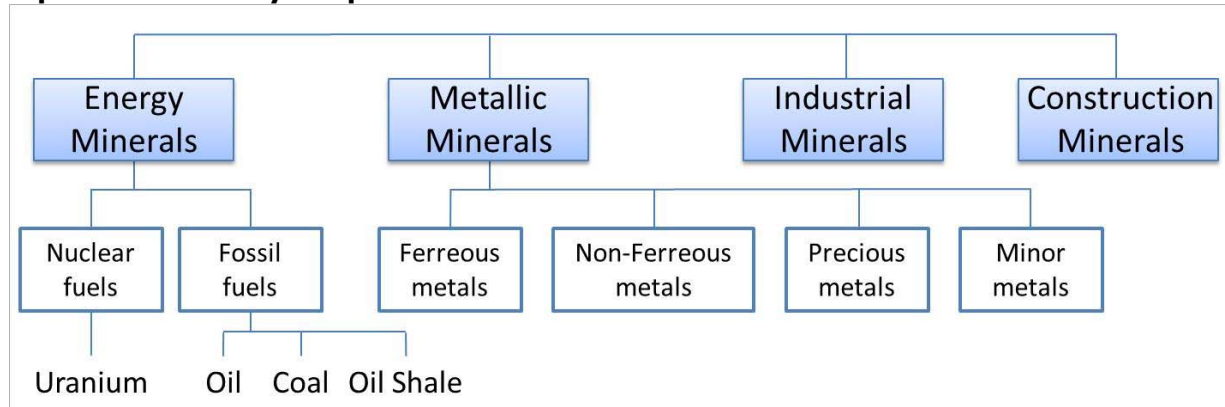
Direktyva	Kasybos srities direktyvos
2006/21/EB	Direktyva dėl kasybos pramonės atliekų tvarkymo Kasybos atliekų direktyva
1992/104/EEB	Direktyva dėl būtiniausių darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos gerinimo reikalavimų, taikomų naudingųjų iškasenų antžeminės ir požeminės gavybos įmonėse (dvyliktoji atskira direktyva, kaip numatyta Direktyvos 89/391/EEB 16 straipsnio 1 dalyje)
1992/91/EEB	Direktyva dėl būtiniausių darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos gerinimo reikalavimų, taikomų naudingųjų iškasenų gavybos mechaniniais gręžiniais įmonėse (vienuoliktoji atskira direktyva, kaip numatyta Direktyvos 89/391/EEB 16 straipsnio 1 dalyje)
1994/22/EB	Direktyva dėl leidimų žvalgyti, tirti ir išgauti angliavandenilius išdavimo ir naudojimosi jais sąlygų

Šaltinis: [EC 2010, Kullmann 2006]

Šalutinis hidraulinio ardymo produktas – kancerogenais, biocidais, radioaktyviuoju radonu ir kitomis pavojingomis cheminėmis medžiagomis užterštas didelis kiekis vandens (žr. 2.6 skyrių). Kasybos atliekų direktyva – pagrindinis teisės aktas, kuriuo siekiama užtikrinti, kad šis besikaupiantis pavojingų medžiagų mišinys būtų tvarkomas saugiai. Hidrauliniame ardyme, kaip ir bet kuriai kitai gręžimo veiklai, atlikti reikalingi darbuotojų valdomi sunkieji įrenginiai. Teisiniai darbuotojų, dirbančių kasybos srityje, saugos ir sveikatos apsaugos aspektai apibrėžti dar dviejose direktyvose, kaip nurodyta 8 lentelėje. Ketvirtojoje kasybos direktyvoje apibrėžiamas valstybių narių suverenitetas suteikiant angliavandenilių išteklių žvalgyimo licencijas.

Be šių direktyvų, galioja dar keli teisės aktai, kuriuose aptariama būtent konkurencinga aplinka, pvz., naujų valstybių narių vidaus rinkų atvėrimas. Kaip pavyzdį galima pateikti deklaraciją dėl naftingųjų skalūnų rinkos Estijoje restruktūrizavimo: 12003T/AFI/DCL/08. Kadangi šio tyrimo objektas – teisinė sistema, susijusi su pavojais, kurie gali kilti aplinkai ir žmonių sveikatai, rinkų reguliavimas čia plačiau neanalizuojamas.

6 paveikslas. Kasybos pramonės struktūra



Šaltinis: [Papoulias 2006]

Teisiniu požiūriu kasybos pramonė, kaip parodyta 6 pav., gali būti skirstoma į dvi kategorijas:

- ne energijos gavybos pramonė (NEEI), kurioje naudojami metalų mineralai, pramoninės paskirties mineralai ir statyboms naudojamos naudingosios iškasenos, ir
- pramonė, kurioje naudojamos energetinės mineralinės medžiagos (įskaitant skalūnų dujas ir uolienų porose susikaupusią alyvą).

Nusistovėjusi praktika rodo, kad Europos Komisijos teisės aktuose ir jos darbe pagrindinis dėmesys skiriamas NEEI, todėl gamtinių dujų naudojimas nėra plačiau analizuojamas [EC NEEI].

4.2. Nespecialios direktyvos (dėl aplinkos ir žmonių sveikatos)

Yra daug direktyvų ir reglamentų, kuriais nėra specialiai reglamentuojama kasybos veikla, tačiau kurie turi įtakos kasybos pramonei. Šioje dalyje pagrindinis dėmesys skiriamas norminiams aktams, susijusiems su aplinka ir žmonių sveikata. 4.2 dalyje apžvelgiama literatūra, kurioje aptariamos svarbiausios (nuo septynių iki dvylikos) direktyvos ir reglamentai, taip pat remiamasi išsamia ir gerai struktūrizuota šimtų ES norminių aktų duomenų baze. Iki šiol nėra literatūros šaltinio, kuriame būtų analizuojama ES reglamentavimo sistema – šio tyrimo objektas; todėl 4.2.2 dalyje pateikti duomenys yra nuodugnaus tyrimo rezultatas. Apie 40 direktyvų yra hidraulinio ardymo saugos aspektų.

4.2.1. Pagrindiniai kasybos pramonės keliami pavojai, aptarti ES direktyvose

Kaip nurodyta 4.1 skyriuje, yra tik keturios ES direktyvos, kuriose nustatyti konkretūs kasybos pramonei taikomi reikalavimai. Nepaisant to, yra ir kitų teisės aktų, visų pirma taikomų aplinkos, sveikatos ir saugos sritims, kuriuose aptarti ir kasybos pramonės klausimai [Safak 2006].

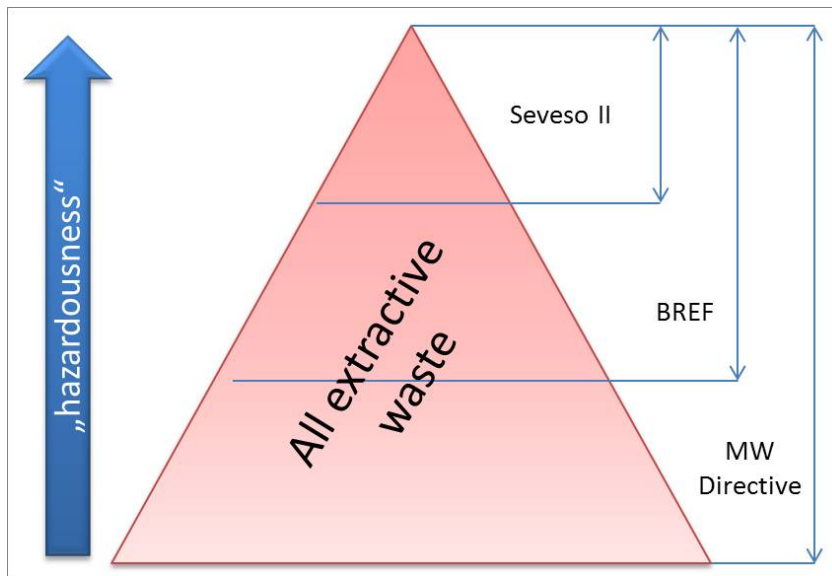
9 lentelėje nurodyta daugelis bendro pobūdžio teisės aktų, taikomų įvairiose srityse.

9 lentelė. Svarbiausi naudingųjų iškasenų gavybai taikomi teisės aktai

Svarbiausi naudingųjų iškasenų gavybai taikomi teisės aktai	
Kasybos atliekų direktyva	<i>Natura 2000</i>
Aplinkos oro kokybės direktyva	Požeminio vandens direktyva
Geriausių prieinamų gamybos būdų (GPGB) informaciniai dokumentai (BRAf)	Buveinių ir paukščių direktyvos
Seveso II direktyva	Aplinkos oro strategija
PAV direktyva	Vandens pagrindų direktyva
REACH reglamentas	Atsakomybės už žalą aplinkai direktyva

Svarbus aspektas tas, kad kasybos direktyvose kasybos veikla nebūtinai reglamentuojama griežtai. Dėl praeityje įvykusių didelių nelaimių šiuo metu priimami teisės aktai, kuriuose kasybos veikla, ypač susijusi su pavojingų cheminių medžiagų naudojimu, reglamentuojama griežčiau. 7 pav. pavaizduota, kad Kasybos atliekų direktyvos taikymo sritis yra daug platesnė negu, pvz., Seveso II direktyvos⁷ [Papoulias 2006].

7 paveikslas. Svarbiausios ES direktyvos, kuriomis reglamentuojamas kasybos atliekų tvarkymas



Šaltinis: [Papoulias 2006]

⁷ Šiuo metu Seveso II direktyva persvarstoma.

Naujausioje literatūroje nurodoma tiek teisės aktų, susijusių su kasybos veikla:

- 7 teisės aktai [EC 2010 Grantham ir Schuetz 2010],
- 9 teisės aktai [Weber 2006],
- iki 18 teisės aktų [Hejny 2006],
- 12 teisės aktų [Kullmann 2006].

Kita vertus, sudarytas išsamus ES aplinkos teisės aktų rinkinys, suskirstytas pagal temas [UWS GmbH]. Vien su atliekomis susijusiai veiklai skirtų Europos Sąjungos teisės aktų sąrašą sudaro 36 direktyvos, reglamentai, rekomendacijos ir kiti panašūs dokumentai. Iš viso šį rinkinį tikriausiai sudaro šimtai dokumentų, kuriuose nagrinėjami įvairūs aplinkos aspektai.

Vertinant dabartinę ES reglamentavimo sistemą, skirtą hidrauliniam ardymui, vertėtų pabrėžti, kad sąrašai, kuriuos sudaro daugiausia 12 direktyvų, nėra pakankamai išsamūs, o šimtų norminių dokumentų rinkinys yra pernelyg gausus. Nepaisant to, kai kurie sąrašai buvo specialiai sudaryti tam, kad būtų galima pateikti ES reglamentavimo sistemos dėl skalūnų dujų naudojimo apžvalgą, pvz., [Schuetz 2010] buvo sudarytas šių septynių direktyvų sąrašas:

1. Vandens pagrindų direktyva
2. Požeminio vandens direktyva
3. REACH reglamentas
4. *Natura 2000*
5. Poveikio aplinkai vertinimo direktyva
6. Atliekų pagrindų direktyva
7. Aplinkos triukšmo direktyva

4.2.2. Konkretūs skalūnų dujų ir uolienu porose susikaupusios alyvos keliami pavojai, aptarti ES direktyvose

Keletas pavojų, kuriuos kelia skalūnų dujų, uolienu porose susikaupusių dujų ir uolienu porose susikaupusios alyvos naudojimas, iš esmės yra tokie patys, kaip ir pavojai, su kuriais susiduriama naudojant įprastinius energijos šaltinius. Todėl galiojančiuose teisės aktuose iš tikrųjų aptarta ganėtinai daug pavojų. Nepaisant to, naudojant netradiciniu būdu išgaunamas dujas, kyla neįprastų pavojų grėsmė. Šie pavojai gali būti nevisiškai aptarti teisės aktuose ir gali atsirasti dėl:

- hidrauliniame ardyme naudojamo didžiulio kiekio cheminių medžiagų,
- pasirinktų cheminių medžiagų, įskaitant toksiškas, kancerogenines ir mutagenines medžiagas, ir aplinkai kenksmingų medžiagų, naudojamų kaip ardymo skysčių priemaišos (pvz., biocidai),
- atgaline srove tekančio vandens, užteršto radioaktyviosiomis medžiagomis, pvz., radonu ir uranu ir kitomis paviršinėmis medžiagomis (pvz., sunkiaisiais metalais), kiekio,
- didelio skaičiaus gręžybos aikštelių,
- infrastruktūros, pvz., surenkamųjų vamzdynų tinklo,
- didelio kiekio vandens, naudojamo ardymo skysčiui,
- galimo didelio kiekio metano išlakų įrengiant gręžinius.

Išsamesnė informacija apie konkrečius pavojus pateikiama 2 skyriuje. Toliau pateiktas 36 svarbiausių ES direktyvų sąrašas – tai išskirtinė galimybė atlikti tolesnius išsamius tyrimus.

Kiekvienoje lentelėje direktyvos išdėstytos pagal svarbą. Ne visos šios direktyvos šiuo metu galioja dėl greičiausiai užtrukusio (tinkamo) jų perkėlimo į nacionalinę teisę. Pirmieji tyrimai apie chemines medžiagas, naudojamas hidrauliniame ardyme JAV [Waxman 2011], yra tinkamas pagrindas išnagrinėti ES teisės aktų tinkamumą naudoti chemines medžiagas.

Dažniausiai didelį susirūpinimą kelia galimas neigiamas hidraulinio ardymo poveikis vandens kokybei. Esminės problemos yra tokios (žr. 0 skyrių):

- nuolatinis hidraulinio ardymo procesas: cheminės medžiagos, patenkančios po žeme ir galinčios pasiekti vandeningąjį horizontą;
- atliekant hidraulinį ardymą įvykstančios avarijos: dėl įtrūkimų įrangoje cheminės medžiagos gali tiesiogiai patekti į gruntinius ir paviršinius vandenis;
- atsižvelgiant į gręžinių skaičių, suvartojamas didelis kiekis gėlo vandens (žr. 2 lentelę).

10 lentelėje pateikiamos šešios svarbiausios vandens apsaugos direktyvos, kurios taikomos arba turėtų būti taikomos vykdant hidraulinio ardymo veiklą. Į jas reikėtų atsižvelgti, atliekant išsamesnę analizę.

10 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl vandens apsaugos

	Direktyva	Pavadinimas
1.	2000/60/EB	Direktyva, nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus (Vandens pagrindų direktyva)
2.	1980/68/EEB	Direktyva dėl požeminių vandenų apsaugos nuo taršos tam tikromis pavojingomis medžiagomis (panaikinta Direktyva 2000/60/EB, kuri įsigalioja nuo 2013 m. gruodžio 22 d.)
3.	2006/118/EB	Direktyva dėl požeminio vandens apsaugos nuo taršos ir jo būklės blogėjimo
4.	1986/280/EEB	Tarybos direktyva dėl tam tikrų pavojingų medžiagų, įtrauktų į Direktyvos 76/464/EEB priedo I sąrašą, išleidimo ribinių verčių ir siektinų kokybės standartų
5.	2006/11/EB	Direktyva dėl tam tikrų į Bendrijos vandenį išleidžiamų pavojingų medžiagų sukeltos taršos (kodifikuota redakcija)
6.	1998/83/EB	Direktyva dėl žmonių vartojimui skirtos vandens kokybės

Vandens užteršimo pavojus neatsiejamai susijęs su aplinkos užteršimo pavojumi. Šios pavojaus rūšys sudaro ekologinio pavojaus poaibį, kurį galima suskirstyti į šias grupes:

- Į žemės paviršių išmetami teršalai
 - geriamojo ir gruntinio vandens užteršimas
 - žemės užteršimas
- Į orą išmetami teršalai
 - transporto priemonių išmetami teršalai
 - triukšmas
 - cheminės medžiagos
- Avarijos už veiklos vykdymo vietos ribų
 - vežimas keliais
 - atliekų sąvartynai

Šiame sąrašė pagrindinis dėmesys skiriamas poveikiui aplinkai įprastinėmis veiklos sąlygomis. Be abejo, visose išvardytose srityse kyla ir avarijų pavojus. 11 lentelėje pateikiamos devynios svarbiausios direktyvos, kuriose aptariamas poveikis įprastinėmis ir avarijų sąlygomis.

11 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl aplinkos apsaugos

	Direktyva	Pavadinimas
7.	2010/75/ES	Direktyva dėl pramoninių išmetamų teršalų (taršos integruotos prevencijos ir kontrolės) TIPK direktyva
8.	2008/1/EB	Direktyva dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (kodifikuota redakcija)
-	Sprendimas 2000/479/EB	Komisijos sprendimas 2000/479/EB dėl Europos išmetamųjų teršalų registro (EPER) įgyvendinimo pagal Tarybos direktyvos 96/61/EB dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (TIPK) 15 straipsnį. A1 priedas. Teršalų, skelbtinų jiems viršijus slenkstinę vertę, sąrašas.
9.	1985/337/EEB	Direktyva dėl tam tikrų valstybės ir privačių projektų poveikio aplinkai PAV direktyva
10.	2003/35/EB	Direktyva, nustatanti visuomenės dalyvavimą rengiant tam tikrus su aplinka susijusius planus ir programas ir iš dalies keičianti Tarybos direktyvas 85/337/EEB ir 96/61/EB dėl visuomenės dalyvavimo ir teisės kreiptis į teismus
11.	2001/42/EB	Direktyva dėl tam tikrų planų ir programų pasekmių aplinkai vertinimo Strateginio poveikio aplinkai vertinimo direktyva (SPAV direktyva)
12.	2004/35/EB	Direktyva dėl atsakomybės už aplinkos apsaugą siekiant išvengti žalos aplinkai ir ją ištaisyti (atlyginti)
13.	1992/43/EEB	Direktyva dėl natūralių buveinių ir laukinės faunos bei floros apsaugos Natura 2000
14.	1979/409/EEB	Direktyva dėl laukinių paukščių apsaugos
15.	1996/62/EB	Direktyva dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo

Hidraulinis ardymas neatsiejamai susijęs su sunkiaisiais įrenginiais (žr. 2.3 skyrių) ir pavojingomis cheminėmis medžiagomis. Piliečiams ir darbuotojams, kurie kasdien dirba su šiais įrenginiais ir pavojingomis medžiagomis, turi būti užtikrinta kasdienė apsauga. Priimtose išsamios ES saugos darbe direktyvos. 12 lentelėje pateikiamos devynios svarbios direktyvos, kuriose reglamentuojama kasybos pramonės darbuotojų, dirbančių su pavojingomis cheminėmis medžiagomis, apsauga.

12 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl saugos darbe

	Direktyva	Pavadinimas
16.	1989/391/EEB	Direktyva dėl priemonių darbuotojų saugai ir sveikatos apsaugai darbe gerinti nustatymo
17.	1992/91/EEB	Direktyva dėl darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos gerinimo būtiniausių reikalavimų, taikomų naudingųjų iškasenų gavybos mechaniniais gręžiniais įmonėse
18.	1992/104/EEB	Direktyva dėl būtiniausių darbuotojų saugos ir sveikatos apsaugos gerinimo reikalavimų, taikomų naudingųjų iškasenų antžeminės ir požeminės gavybos įmonėse
19.	2004/37/EB	Direktyva dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos, susijusios su kancerogenų arba mutagenų poveikiu darbe (kodifikuota redakcija)
20.	1991/322/EEB	Direktyva dėl orientacinių ribinių verčių nustatymo įgyvendinant Tarybos direktyvą 80/1107/EEB dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos, susijusios su cheminių, fizinių ir biologinių veiksnių poveikiu darbe
21.	1993/67/EEB	Direktyva, nustatanti medžiagų, apie kurias pranešta pagal Tarybos direktyvą 67/548/EEB, rizikos žmonėms ir aplinkai įvertinimo principus
22.	1996/94/EB	Direktyva, nustatanti antrąjį orientacinių ribinių verčių sąrašą, įgyvendinant Tarybos direktyvą 80/1107/EEB dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos, susijusios su cheminių, fizinių ir biologinių veiksnių poveikiu darbe
23.	1980/1107/EEB	1980 m. lapkričio 27 d. Tarybos direktyva dėl darbuotojų apsaugos nuo rizikos, susijusios su cheminių, fizinių ir biologinių veiksnių poveikiu darbe
24.	2003/10/EB	Direktyva dėl būtiniausių sveikatos ir saugos reikalavimų, susijusių su fizinių veiksnių (triukšmo) keliamo rizika darbuotojams

Daugumoje uolienų yra gamtinių radioaktyviųjų medžiagų (N.O.R.M.). Daugeliu atvejų gamtinių dujų sudėtyje yra radioaktyviojo radono – urano irimo produkto. Tarptautinė naftą ir dujas išgaunančių įmonių asociacija (OGP) neigiamą šalutinį gamtinių dujų naudojimo poveikį apibūdina taip:

„Radonas – radioaktyviosios dujos, kurio įvairiais kiekiais yra gamtinių dujų, naftos ir dujų sudėtyje. Jei nėra gamtinių dujų, radonas išstipsta (lengvųjų) angliavandenilių ir vandeninės fazėje. Kai išgaunamas kartu su nafta ir dujomis, radonas įprastomis sąlygomis išsiskiria po dujų srauto. [...] Šalinant NORM atliekas turi būti laikomasi galiojančių teisės aktų, susijusių su radioaktyviųjų atliekų šalinimu.“ [OGP 2008]

Radono yra ne tik gamtinių dujų sudėtyje, bet ir dideliuose kiekiuose atgaline srove tekančio vandens, susidarancio hidraulinio ardymo procese. Priimta Euratomo direktyva, kurioje pagrindinis dėmesys skiriamas N.O.R.M. taikomiems saugos standartams:

13 lentelė. Svarbi direktyva dėl apsaugos nuo radiacijos

	Direktyva	Pavadinimas
25.	1996/29/Euratom	Direktyva, nustatanti pagrindinius darbuotojų ir plačiosios visuomenės sveikatos apsaugos nuo jonizuojančiosios spinduliuotės saugos standartus. N.O.R.M. (gamtinių radioaktyviųjų medžiagų) direktyva

Kaip minėta 4.1 skyriuje, Atliekų direktyvoje ypač atsižvelgiama į ypatingus kasybos pramonės poreikius. Šiuo atveju svarbu dar keletas direktyvų ir ypač kai kurie sprendimai, kuriuose nustatytos ribinės vertės (išsamesnė informacija apie atliekų tvarkymą pateikiama 2 skyriuje). Šios keturios direktyvos ir keturi sprendimai išvardyti 14 lentelėje. Papildomus teisės aktus dėl kasybos atliekų, įskaitant finansines garantijas, galima rasti Europos Komisijos interneto svetainėje, skirtoje kasybos atliekų klausimams. [EC 2011 MW]

14 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl atliekų

	Direktyva	Pavadinimas
26.	2006/21/EB	Direktyva dėl kasybos pramonės atliekų tvarkymo ir iš dalies keičianti Direktyvą 2004/35/EB Kasybos atliekų direktyva
-	Komisijos sprendimas 2009/359/EB	Sprendimas, kuriuo papildoma inertinių atliekų apibrėžtis įgyvendinant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2006/21/EB dėl kasybos pramonės atliekų tvarkymo 22 straipsnio 1 dalies f punktą.
27.	2006/12/EB	Direktyva dėl atliekų Atliekų pagrindų direktyva
28.	1999/31/EB	Direktyva dėl atliekų sąvartynų
-	Komisijos sprendimas 2000/532/EB	Sprendimas, pakeičiantis Sprendimą 94/3/EB, kuriuo pagal kelias direktyvas sudaromas (pavojingų) atliekų sąrašas
-	Komisijos sprendimas 2009/360/EB	Sprendimas, kuriuo baigiami nustatyti Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2006/21/EB dėl kasybos pramonės atliekų tvarkymo techniniai atliekų apibūdinimo reikalavimai
-	Komisijos sprendimas 2009/337/EB	Sprendimas dėl atliekų įrenginių klasifikavimo kriterijų nustatymo pagal Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2006/21/EB dėl kasybos pramonės atliekų tvarkymo III priedą.
29.	Sprendimas 2002/1600/EB	Sprendimas, nustatantis šeštąją Bendrijos aplinkosaugos veiksmų programą (6 straipsnio 2 dalies b punktas: „...sukuriant papildomas priemones, padėsiančias išvengti didelių nelaimingų atsitikimų grėsmės, ypač kylančios dėl vamzdynų, kasybos, pavojingų medžiagų pervežimo jūra, bei parengiant priemones dėl kasybos atliekų..“)

Pirmas išsamus mokslinis tyrimas „Cheminės medžiagos, naudojamos hidraulinio ardymo procese“ paskelbtas JAV 2011 m. balandžio mėn. Vienas iš šio tyrimo rezultatų – nustatyta naudojamų cheminių medžiagų kiekybė ir kokybė:

„2005–2009 m. laikotarpiu 14 naftos ir dujų paslaugų įmonių, atlikdamos hidraulinį ardymą, naudojo daugiau nei 2 500 produktų, kurių sudėtyje buvo 750 cheminių medžiagų ir kitų sudedamųjų dalių. Iš viso 2005–2009 m. laikotarpiu šios įmonės sunaudojo 780 mln. galonų hidraulinio ardymo produktų, neskaitant gręžiniuose naudojamą vandenį.“
[Waxman 2011]

Tarp šių 750 cheminių medžiagų buvo keletas pavojingų oro teršalų ir žmogaus organizmui kenksmingų kancerogenų, naudotų dideliais kiekiais. 15 lentelėje pateikiamos aštuonios svarbiausios Europos direktyvos dėl cheminių medžiagų naudojimo, įskaitant teisės aktus, kuriais siekiama užkirsti kelią avarijoms.

15 lentelė. Svarbios ES direktyvos dėl cheminių medžiagų ir su jomis susijusių avarių

	Direktyva	Pavadinimas
30.	Reglamentas Nr. 1907/2006	Reglamentas dėl cheminių medžiagų registracijos, įvertinimo, autorizacijos ir apribojimų (REACH), įsteigiantis Europos cheminių medžiagų agentūrą
-	JT EEK/TRANS/215 ⁸	Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komisija (JT EEK): Europos sutartis dėl pavojingų krovinių tarptautinio vežimo keliais. ADR įsigaliojo 2011 m. sausio 1 d.
31.	1996/82/EB	Direktyva dėl didelių, su pavojingomis medžiagomis susijusių avarių pavojaus kontrolės Seveso II direktyva
32.	2003/105/EB	Direktyva, iš dalies keičianti Tarybos direktyvą 96/82/EB dėl didelių, su pavojingomis medžiagomis susijusių avarių pavojaus kontrolės (ši direktyva šiuo metu persvarstoma). [Svarbiausi atvejai, kurie įtraukti į šios direktyvos taikymo sritį, yra pavojus, kylantis vykdant laikymo ir apdorojimo veiklą kasybos pramonėje, taip pat dėl pirotechninių ir sprogių medžiagų ir amonio nitrato bei amonio nitrato trąšų laikymo.]
33.	1991/689/EEB	Direktyva dėl pavojingų atliekų
34.	1967/548/EEB	Direktyva dėl įstatymų ir kitų teisės aktų, reglamentuojančių pavojingų medžiagų klasifikavimą, pakavimą ir ženklimą etiketėmis, suderinimo
35.	1999/45/EB	Direktyva dėl pavojingų preparatų klasifikavimą, pakavimą ir ženklimą reglamentuojančių valstybių narių įstatymų ir kitų teisės aktų nuostatų derinimo
36.	1998/8/EB	Direktyva dėl biocidinių produktų tiekimo rinkai.

⁸ Visos Europos Sąjungos valstybės narės yra Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komisijos (JT EEK) narės. Čia išvardyti alternatyvūs ginčų sprendimo būdai, nes šiomis aplinkybėmis jie itin svarbūs.

4.3. Spragos ir neišspręsti klausimai

Daugybė teisinių aspektų, kurie daro poveikį kasybos projektams, jau rodo, kad šiuo metu galiojantys teisės aktai nebūtinai pritaikyti prie konkrečių kasybos pramonės reikalavimų. Ypač skalūnų dujų ir uolienų porose susikaupusios alyvos žvalgymas ir gavyba kelia naujų problemų.

Pirma spraga. Kasybos pramonės investicijų saugumas

Šiuo metu kasybos pramonėje susiduriama su problemomis dėl netobulų teisės aktų, kaip pabrėžė Tomas Chmal (*Partner at White & Case*) per skalūnų dujų gamintojų iš Rytų Europos konferenciją, vykusią 2011 m. Varšuvoje, Lenkijoje:

„Lenkija – tradiciškai dujas vartojanti šalis, tačiau Geologijos ir kasybos įstatyme nėra minimas hidraulinis ardymas ar horizontalus gręžimas. Į naują šiuo metu svarstomą įstatymą šie klausimai taip pat nėra įtraukti.“ [NGE 2011]

Kaip minėta 4.1 skyriaus pradžioje, nacionalinės teisės aktai dažnai grindžiami istoriniais poreikiais, ir nėra priimta Europos kasybos pagrindų direktyva. Kaip matyti iš citatos, dėl to kyla tam tikrų problemų. Todėl tolesniuose tyrimuose turėtų būti įvertintas kasybos pagrindų direktyvos poreikis ir galima taikymo sritis.

Antra spraga. Aplinkos ir žmonių sveikatos apsauga

Direktyvos 97/11/EB, iš dalies keičiančios PAV direktyvą, I priede nustatyta 500 000 m³ gavybos iš gamtinių dujų gręžinių per dieną riba, kurią viršijus privaloma atlikti poveikio aplinkai vertinimą. [EIA cod]⁹ Skalūnų dujų gavyba neviršija šios ribos, todėl poveikio aplinkai vertinimai nėra atliekami [Teßmer 2011]. Kadangi šiuo metu planuojama persvarstyti PAV direktyvą, siekiant pašalinti šią spragą į I priedą turėtų būti įtraukti projektai, įskaitant hidraulinį ardymą, neatsižvelgiant į gavybos ribas, arba ribinė vertė turėtų būti sumažinta (pvz., iki 5 000 arba 10 000 m³ pradinio gavybos masto per dieną).

Trečia spraga. Pavojingų medžiagų deklarasavimas

Pirmo JAV atlikto tyrimo išvadose pateikiamas beveik išsamus hidrauliniame ardyme naudojamų cheminių medžiagų sąrašas. [Waxman 2011]. JAV patirtis rodo, kad pačios gavybos įmonės negali tiksliai nurodyti, kokias chemines medžiagas naudoja. Chemijos pramonėje siūlomi įvairūs priedai, bet ne visais atvejais pakankamai nurodomos jų sudedamosios dalys dėl tariamų prekybos paslapčių. Šiuo atžvilgiu turi būti atliktas galiojančių teisės aktų dėl privalomo pavojingų medžiagų deklaravimo ir susijusių hidrauliniame ardyme leidžiamų naudoti cheminių medžiagų ribinių verčių vertinimas.

Ši tema svarbi aptariant bent jau šias tris (ir galbūt kitas) direktyvas:

- REACH reglamentas: 2012 m. Komisija turi atlikti REACH reglamento vertinimą, kuris suteikia galimybę patobulinti šiuo metu galiojančius teisės aktus.
- Vandens kokybės direktyva: tie patys aspektai svarbūs vertinant Direktyvą 98/83/EB dėl žmonių vartojimui skirto vandens kokybės. 2011 m. planuojama pateikti iniciatyvą dėl šios direktyvos.
- Šiuo metu persvarstoma Seveso II direktyva. Direktyva turėtų būti persvarstyta, atsižvelgiant į konkrečius naujus pavojus, susijusius su hidrauliniu ardymu, ir turėtų būti nustatytas reikalavimas dėl išsamaus cheminių medžiagų, dėl kurių gali kilti avarijos, deklaravimo.

⁹ Tai Europos Sąjungos neoficiali kodifikuota Poveikio aplinkai vertinimo direktyvos redakcija.

Ketvirta spraga. Žemėje liekančių cheminių medžiagų patvirtinimas

Po hidraulinio ardymo žemėje lieka pavojingų cheminių medžiagų mišinys. Laikui bėgant šios cheminės medžiagos gali nekontroliuojamai ir nenuspėjamai išplisti. [Teßmer 2011] Teigiama, kad naudojant chemines medžiagas, kurios iš dalies lieka žemėje, turėtų būti gautas patvirtinimas, atsižvelgiant į galimą ilgalaikį jų poveikį.

Penkta spraga. Nėra priimta geriausio prieinamo gamybos būdo (GPGB) pamatinių dokumentų, skirtų hidrauliniam ardymui

Europos TŪPK biuras skelbia geriausio prieinamo gamybos būdo (GPGB) pamatinius dokumentus. „Kiekviename dokumente paprastai pateikiama informacija apie tam tikrą ES pramonės / žemės ūkio sektorių, šiuose sektoriuose naudojamus gamybos būdus ir procesus, išmetamųjų teršalų ir suvartojimo lygius, geriausių prieinamų gamybos būdų nustatymą, geriausius prieinamus gamybos būdus ir naujausius gamybos būdus.“ [EC BREF] Teisėkūros institucijos nacionaliniu ir tarptautiniu lygmenimis gali jais remtis ir įtraukti juos į priimamus teisės aktus ir nuostatas. Kol kas dokumentas dėl hidraulinio ardymo nėra priimtas. Atsižvelgiant į hidraulinio ardymo keliamą pavojų aplinkai ir žmonių sveikatai, reikėtų apsvarstyti, ar nereikia apibrėžti suderintų šio sudėtingo proceso reikalavimų GPGB pamatiniame dokumente dėl hidraulinio ardymo.

Šešta spraga. Vandens perdirbimo įrenginių pajėgumai

JAV pranešta apie problemas, kilusias dėl nuotekų valymo įrenginių vandens perdirbimo pajėgumų išleidžiant vandenį į upes. 2008 m. spalio mėn. bendras ištirpusių kietųjų medžiagų lygis viršijo nustatytus vandens kokybės standartus Monongahilos upėje, todėl dujų gręžybos nuotekų lygis, kurį leista priimti, sumažintas nuo 20 proc. iki 1 proc. vandens srauto per dieną. [NYC Riverkeeper]

Dėl atsargumo turėtų būti reikalaujama atlikti išankstinį nuotekų įrenginių pajėgumų ištyrimą.¹⁰

Septinta spraga. Visuomenės dalyvavimas priimant sprendimus regioniniu lygmeniu

Vyrauja bendra tendencija, kad piliečiai reikalauja daugiau dalyvavimo teisių priimant sprendimus dėl pramoninių projektų, kurie daro poveikį aplinkai ir, tikėtina, žmonių sveikatai. Vienas iš pagrindinių siūlomų pakeitimų persvarstant Seveso II direktyvą yra toks:

„Sustiprinti nuostatas dėl galimybės visuomenei susipažinti su informacija apie saugą, dalyvauti priimant sprendimus ir naudotis teise kreiptis į teismą, taip pat pagerinti informacijos surinkimo, tvarkymo, prieinamumo ir dalijimosi ja būdus.“ [EC 2011 S]

Pramoniniai projektai, kaip antai skalūnų dujų ar uolienuų porose susikaupusios alyvos gavyba, turinti, tikėtina, reikšmingą poveikį aplinkai ir gyventojams, turėtų būti viešai apsvarstyti, taikant leidimo išdavimo procedūrą.

Aštunta spraga. Vandens pagrindų direktyvos ir susijusių teisės aktų veiksmingumas

Vandens pagrindų direktyva įsigaliojo 2000 m. Kadangi tuo metu hidraulinis ardymas nebuvo plačiai svarstomas, nebuvo atsižvelgta ir į su juo susijusį pavojų. Prioritetinių medžiagų sąrašas persvarstomas kas ketverius metus; kitas persvarstymas vyks 2011 m. Direktyva turėtų būti iš naujo įvertinta, atsižvelgiant į galimybę veiksmingai apsaugoti vandens kokybę nuo avarijų ir reguliuoti įprastas operacijas, kurios yra neatsiejama hidraulinio ardymo dalis.

¹⁰ Direktyva dėl kasybos pramonės atliekų tvarkymo bus suderinta, kai bus pakeistos nuostatos dėl draudimo apsaugos tvarkos.

Devinta spraga. Gyvavimo ciklo analizės (GCA) privalomumas

Europos Komisija aktyviai skatina taikyti gyvavimo ciklo analizę ir *Life Cycle* interneto svetainėje nurodo:

„Pagrindinis gyvavimo ciklo analizės tikslas – išvengti naštos perkėlimo. Tai reiškia poveikio mažinimą viename gyvavimo ciklo etape, ar tai būtų geografinis regionas, ar didelio poveikio kategorija, kartu padedant išvengti padidėjimo kitur.“ [EC LA]

Tai visų pirma taikytina hidrauliniams ardymui, kai konkrečiuose geografiniuose regionuose daromas didelis poveikis, turint omenyje bent jau grėžinių skaičių kvadratiname kilometre ir reikiamą infrastruktūrą. Vertinant bendrą naudą visuomenei, ypač reikėtų atsižvelgti į tai, kad sąnaudų ir naudos analizė turi būti privalomai įtraukta į kiekvieną projektą, remiantis plataus masto GCA (įskaitant išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ir išteklių vartojimą).

5. IŠTEKLIŲ PRIEINAMUMAS IR VAIDMUO MAŽO ANGLIES DIOKSIDO KIEKIO TECHNOLOGIJŲ EKONOMIKOJE

SVARBIAUSIOS IŠVADOS

- Daugelis Europos šalių turi skalūnų dujų išteklių, bet tik nedidelis dujų vietoje išteklių kiekis gali būti paversta atsargomis ir galiausiai panaudota gamyboje.
- Nedidelio konkrečių dujų kiekio skalūnų išteklių rezervai driekiasi dideliuose plotuose. Todėl gavybos norma vienam gręžiniui yra daug mažesnė nei įprastinių gamtinių dujų gavybos atveju. Plečiant skalūnų dujų gavybą reikia išgręžti daug gręžinių, ir tai daro atitinkamą poveikį kraštovaizdžiui, vandens suvartojimui ir apskritai aplinkai.
- Pirmaisiais metais skalūnų dujų gręžinių gavyba sumažėja 85 proc. Paprastai regioninė gavyba sparčiai didėja, tačiau netrukus sumažėja. Po keleto metų visi nauji gręžiniai naudojami senesnių gręžinių gavybos sumažėjimui kompensuoti. Sustojus naujų gręžinių plėtrai, nedelsiant sumažėja ir bendra gamyba.
- Net radikali skalūnų dujų gavybos plėtra Europoje geriausiu atveju galėtų prisidėti prie Europos dujų tiekimo tik vienaženkliai procentu. Dėl to neišnyks vyraujanti mažėjančios vidaus gamybos ir didėjančio priklausymo nuo importo tendencija. Jos įtaka išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekiui Europoje ir toliau išliks nedidelė, galbūt nereikšminga arba jos visai nebus, jei daugiau perspektyvių projektų bus neįgyvendinta dėl klaidingų paskatų ir signalų.
- Regionų lygmeniu skalūnų dujų gavybos atliekamas vaidmuo gali būti didesnis, pvz., Lenkijoje, kuri turi didelius skalūnų dujų išteklius ir labai mažą dujų poreikį (~ 14 mlrd. m³ dujų per metus), iš kurių 30 proc. jau išgaunama šalies viduje.
- Naftingųjų skalūnų telkiniuose Paryžiaus baseine taip pat yra didelis kiekis uolienuų porose susikaupusios alyvos. Iš šio telkinio nafta išgaunama daugiau nei 50 metų. Kadangi pirminis išgautos naftos kiekis greitai suvartojamas, tolesnei gavybai reikia išgręžti daug horizontalių gręžinių (iki 6 ar daugiau viename km²), kuriuose galima atlikti hidraulinį ardymą

5.1. Įvadas

Šiame skyriuje vertinami galimi skalūnų dujų, skalūnų alyvos ir uolienuų porose susikaupusios alyvos išteklių ir apibūdinamas jų tikėtinas vaidmuo Europos dujų sektoriuje. Kadangi Europoje vis dar trūksta skalūnų dujų pramonės plėtojimo patirties, teiginiai apie šios pramonės ateitį tam tikru mastu yra spėjamojo pobūdžio.

Siekiant kuo labiau išvengti neaiškumų, apibūdinami ir analizuojami JAV patirties pavyzdžiai stengiantis suvokti tipiškus skalūnų dujų pramonės ypatumus. Remiantis šia patirtimi, sudaromas hipotetinis gavybos modelis, kuris pritaikomas prie Europoje susiklosčiusios padėties. Nors kiekybiniai duomenys gali skirtis, kokybiniai ypatumai gali padėti geriau suprasti galimą skalūnų dujų vaidmenį.

Pirmame poskyryje pateikiamas naujausias Europos skalūnų dujų išteklių ir telkinių vertinimas. Šį vertinimą atliko Jungtinių Valstijų energetikos informacijos administracija [US-EIA 2011]. Į vertinimą įtraukiami kai kurie JAV skalūnų dujų gavybos pagrindiniai

parametrai. Šiame poskyryje taip pat pateikiama Europos skalūnų alyvos telkinių apžvalga ir apibūdinami istoriniai pasaulio skalūnų alyvos gavybos aspektai, susiejant juos su uolienu porose susikaupusios alyvos gavyba, nes šie ištekliai dažnai painiojami. Be to, pateikiama trumpa uolienu porose susikaupusios alyvos pramonės plėtojimo Paryžiaus baseine Prancūzijoje apžvalga. Kadangi labai svarbu suprasti tipiškus skalūnų dujų gavybos modelius, pagrindiniai JAV pramonės pokyčiai analizuojami atskirame poskyryje, kuris užbaigiamas hipotetiniu skalūnų dujų pramonės plėtojimo modeliu, pasižyminčiu įprastomis savybėmis sparčiai mažėjant atskiriems gręžiniams. Kartu pateikiama ir išsamesnė Europos skalūnų dujų pramonės analizė. Galiausiai pateikiama keletas išvadų, susijusių su galimu skalūnų dujų gavybos vaidmeniu mažinant išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį.

5.2. Skalūnų dujų ir naftos telkinių dydis ir išsidėstymas, palyginti su įprastais telkiniais

5.2.1. Skalūnų dujos

Europos skalūnų dujų išteklių vertinimas

Angliavandenilių gavybos produktai klasifikuojami į išteklius ir rezervus. Papildomai klasifikuojant atsižvelgiama į struktūros geologinio tikrumo laipsnį (spėjamas, galimas, nurodytas, numanomas, išmatuotas, įrodytas), taip pat techninius ir ekonominius aspektus. Išteklių vertinimas paprastai yra daug žemesnės kokybės nei rezervo vertinimas, nes jis grindžiamas kur kas siauresne geologinių duomenų analize. Nors ir neprivaloma, ištekliai paprastai matuojami remiantis dujų vietoje ištekliais (GIP), o rezervai apskaičiuojami darant prielaidas apie jų išgavimą bendromis techninėmis ir ekonominėmis sąlygomis. Paprastai iš tradiciniu būdu išgaunamų dujų telkinių išgaunama 80 proc. GIP, nors, atsižvelgiant į geologinių sąlygų sudėtingumą, šis intervalas gali svyruoti nuo 20 proc. iki daugiau nei 90 proc. Netradiciniu būdu išgaunamų dujų telkinių gavybos norma daug mažesnė. Todėl skalūnų dujų ištekliai neturi būti painiojami su gamtinių dujų rezervais. Remiantis turima patirtimi, nustatyta tik 5–30 proc. tikimybė, kad per ateinančius keletą dešimtmečių apskaičiuoti geologinių dujų ištekliai bus paversti išgaunamais dujų rezervais.

16 lentelėje pateikiami tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos („2009 m. gavyba“) ir rezervų („Patvirtinti tradiciniu būdu išgaunamų dujų rezervai“) statistiniai duomenys. Šie duomenys palyginami su planuojamais išgauti skalūnų dujų ištekliais. Išteklių statistiniai duomenys paimti iš neseniai Jungtinių Valstijų energetikos informacijos administracijos atlikto vertinimo. [US-EIA 2011] Pagal apibrėžtį, patvirtinti dujų rezervai turėtų būti išgaunami iš esamų ar planuojamų pastatyti gręžinių dabartinėmis ekonominėmis ir techninėmis sąlygomis. Giluminių skalūnų dujų išteklių prognozės grindžiamos apytikriais geologiniais parametrais, kaip antai telkinio eksploatavimu, sluoksnio storiu, poringumu ir dujų tūriu ir kt. Šie duomenys atskirai patikrinami eksperimentiniu būdu, tačiau daugeliu atvejų tai tik apytikriai didelio masto skaičiavimai. Duomenys apie dujų vietoje išteklius pateikiami 4 stulpelyje („Skalūnų dujų GIP“).

Techniškai išgaunami skalūnų dujų ištekliai – tai dujų kiekiai, kuriuos galima išgauti pagal skaičiavimus, taikant esamas technologijas, jeigu telkinį galima nuolat eksploatuoti. Padalijus planuojamus techniškai išgaunamų skalūnų dujų išteklius iš dujų vietoje išteklių gaunamas išgaunamų dujų koeficientas, arba išeiga. Šie duomenys pateikiami paskutiniame stulpelyje („Planuojamas dujų išgavimo koeficientas“). US-EIA apskaičiavo, kad vidutiniškai dujų vietoje išteklių ir techniškai išgaunamų dujų išteklių išgavimo koeficientas, arba išeiga, yra 25 proc. Įprastiniai JAV matavimo vienetai keičiami į Tarptautinės vienetų sistemos (SI) vienetus.¹¹

¹¹ Lentelė su perskaiciavimo koeficientais pateikta priede.

16 lentelė. Tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos ir rezervų vertinimas, palyginti su skalūnų dujų ištekliais (dujų ištekliai vietoje ir techniškai išgaunami skalūnų dujų ištekliai); GIP = dujų vietoje ištekliai; bcm = mlrd. m³ (pradiniai duomenys keičiami į kubinius metrus: 1000 SCF = 28,3 m³)

Valstybė	2009 m. gavyba (1), mlrd. m ³ 2009 m. (1) [bcm]	Patvirtinti tradiciniu būdu išgaunamų dujų rezervai [bcm] (1)	Skalūnų dujų GIP [bcm] (2)	Techniškai išgaunami skalūnų dujų ištekliai [bcm] (2)	Planuojamas dujų išgavimo koeficientas (2)
Prancūzija	0,85	5,7	20 376	5 094	25 proc.
Vokietija (2010 m. duomenys)	15,6 (13,6)	92,4 (81,5)	934	226	24,2 proc.
Nyderlandai	73,3	1 390	1 868	481	25,7 proc.
Norvegija	103,5	2 215	9 424	2 349	24,9 proc.
JK	59,6	256	2 745	566	20,6 proc.
Danija	8,4	79	2 604	651	25 proc.
Švedija	0	0	4 641	1 160	25 proc.
Lenkija	4,1	164	22 414	5 292	23,6 proc.
Lietuva	0,85	0	481	113	23,5 proc.
Iš viso 27 ES valstybės narės +Norvegija	266	4202	65 487	16 470	~25 proc.

Šaltinis: (2) US-EIA (2011), (1) 2010 m. Pasaulio energetikos statistinė apžvalga

Vertinant tokių išteklių sąmatų svarbą, naudinga atlikti kai kurių pagrindinių JAV skalūnų dujų telkinių analizę, nes Europos patirtis plėtojant skalūnų dujų pramonę vis dar nedidelė. Tik tam tikra techniškai išgaunamų skalūnų dujų išteklių dalis bus paversta rezervais ir laikui bėgant iš jų bus gaminamos dujos, nes papildomi ribojimai mažina galimybę naudotis visais skalūnų telkiniais. Pvz., paviršiaus geografija, saugomos teritorijos (kaip antai geriamojo vandens rezervuarai, laukinių gyvūnų rezervatai, nacionaliniai parkai) arba tiesiog tankiai apgyvendintos vietovės riboja galimybę naudotis skalūnų telkiniais. Todėl toliau pateikiamas trumpas JAV patirties šioje srityje palyginimas siekiant suprasti, iš kokios išgaunamų dujų išteklių dalies vėliau gali būti gaminamos dujos. Iš dalies galima pasimokyti iš istorinių tendencijų ir pirmesnių išvadų analizės, net jei vykdoma veikla dar nėra nutraukta. Remiantis JAV patirtimi šioje srityje, visai įmanoma, kad per artimiausius kelis dešimtmečius bus galiausiai išgauta gerokai mažiau nei 10 proc. dujų vietoje išteklių.

Didžiųjų JAV skalūnų dujų telkinių išteklių vertinimas ir kai kurie pagrindiniai parametrai

JAV turi ilgametę patirtį, nes per daugiau nei dvidešimt metų eksploatavo daugiau nei 50 000 gręžinių. 17 lentelėje pateikti didžiųjų JAV skalūnų dujų telkinių pagrindiniai parametrai. Šie parametrai – tai naudojamas plotas, gylis ir skalūnų storis, taip pat bendras organinės anglies kiekis (TOC). TOC ir uolienų poringumas – tai dujų kiekio skalūnų telkinyje matas. Remiantis šiais duomenimis, dujų vietoje išteklius ir išgaunamų dujų išteklius Europoje vertina įmonė *ALL Consulting*. Šie duomenys kartu su apskaičiuota vieno gręžinio gavybos išeiga paimti iš įmonės *ALL Consulting* [ALL consulting 2008].

Jie palyginami su pastarojo meto pokyčiais, pvz., bendra gavyba iki 2011 m. ir vieno gręžinio gavybos išeiga 2010 m.

Vieno gręžinio gavybos išeiga 2010 m. (žr. 17 lentelės paskutinę eilutę) beveik tiksliai atitinka prognozes, pateiktas *Barnett* ir *Fayetteville* skalūnų dujų telkiniuose įgyvendinamiems projektams. Anksčiau eksploatuoti pradėtame *Antrim* skalūnų dujų telkinyje pastebima daug mažesnė vieno gręžinio gavybos išeiga nei prognozuota, o neseniai pradėtas eksploatuoti *Haynesville* skalūnų dujų telkinys kol kas turi daug geresnius vieno gręžinio gavybos išeišgos rodiklius. Šie aspektai bus išsamiau aptarti vėliau.

17 lentelė. Didžiųjų JAV skalūnų dujų telkinių vertinimo parametrai (pradiniai duomenys keičiami: 1000 SCF = 28,3 m³ ir 1 m = 3 pėdos)

Skalūnų dujų baseinas	Matavimo vienetai	<i>Antrim</i>	<i>Barnett</i>	<i>Fayetteville</i>	<i>Haynesville</i>
Apskaičiuotas plotas	km ²	30 000	13 000	23 000	23 000
Gylis	km	0,2–0,7	2,1–2,8	0,3–2,3	3,5–4,5
Bendras storis	m	4–25	30–200	7–70	70–100
TOC	proc.	1–20	4,5	4–9,8	0,5–4
Bendras poringumas	proc.	9	4–5	2–8	8–9
Dujų vietoje ištekliai	Mio m ³ /km ²	70	720	65	880
Dujų vietoje ištekliai	Tm ³	2,2	9,3	1,5	20,3
Išgaunami dujų ištekliai	Tm ³	0,57	1,2	1,2	7,1
Išeiga	proc.	26	13	80	35
Bendra gavybos išeiga (2011 m. sausio mėn.)	Tm ³	0,08	0,244	0,05	0,05
Apytikslė vieno gręžinio gavybos išeiga (2008 m.)	1000 m ³ per dieną gręžinyje	3,5–5,7	9,6	15	18–51
Vieno gręžinio gamtinių dujų gavybos išeiga (2010 m.)	1000 m ³ per dieną gręžinyje	~1	9,5	21,8	~90

Šaltinis: Arthur (2008)

Bendra šių skalūnų gavyba ir jų istorinės tendencijos yra rodiklis, kuriuo remiantis galima spręsti, ar bus priartėta prie numatyto išgaunamų dujų išteklių kiekio, ar ne. Pirmiausia vertėtų pažymėti, kad *Antrim* skalūnų dujų telkinį eksploatuojant beveik 30 metų tik 14 proc. išgaunamų dujų išteklių, arba 3,5 proc. dujų vietoje išteklių, paverčiama dujomis, nors telkinys viršijo savo maksimalaus išgavimo ribą jau 1998 m.

Akivaizdu, kad galima tikėtis tik nedidelio išgaunamų išteklių papildymo, nes gavybos rodikliai jau dešimtį metų mažėja 4–5 proc. per metus. Net *Barnett* skalūnų dujų telkinyje viršyta maksimalaus išgavimo riba 2010 m. pradžioje [Laherrere 2011], kai 20 proc. išgaunamų dujų išteklių, arba 2,5 proc. dujų vietoje išteklių, buvo panaudota dujų gamyboje. Regis, maksimali gavybos riba *Fayetteville* skalūnų dujų telkinyje pasiekta 2010 m. gruodžio mėn. (žr. 9 pav.), kai apie 4 proc. išgaunamų dujų išteklių, arba 3 proc. dujų vietoje išteklių, panaudota dujų gamyboje. Tik *Haynesville*, vėliausiai pradėto eksploatuoti skalūnų dujų telkinio, eksploatuojamo dvejus metus, gavybos rodikliai vis dar sparčiai auga. Šiuo metu mažiau nei 0,1 proc. išgaunamų dujų išteklių, arba 0,02 proc. dujų vietoje išteklių, išgaunama šiame skalūnų dujų telkinyje.

Šie svarstymai rodo, kad mažiau nei 5 proc. geologinių dujų išteklių bus išgaunama *Antrim* skalūnų dujų telkinyje, ir atitinkamai apie 5–6 proc. *Barnett* ir *Fayetteville* skalūnų dujų telkiniuose. Tik *Haynesville* skalūnų dujų telkinyje galima tikėtis tolesnio gavybos normų didėjimo, tačiau šiuo metu dar per anksti daryti galutines išvadas.

5.2.2. Skalūnų alyva ir uolienų porose susikaupusi alyva

Iš pirmiau pateiktos skalūnų dujų telkinių geologinės istorijos taip pat matyti, kokia buvo alyvos skalūnų atsiradimo pradžia; skiriasi tik tai, kad naftingųjų skalūnų sudėtyje esantys angliavandeniliai yra ankstyvame naftos formavimosi etape, todėl vadinami kerogenu. Kad kerogenas virstų nafta, jis turi būti kaitinamas iki 350–450 °C temperatūros. Geologai vadina šią temperatūrą naftos susidarymo faze. Šaltinio uolienos brandos būseną lemia organinių medžiagų sudėtį ir kaitinimo procese išgaunamą kerogeno ar net žaliavinės naftos dalį. Todėl bet kuris skalūnų alyvos darinys gali pasižymėti individualiomis savybėmis, kurios turi įtakos jos išgavimui. Daugeliu atvejų siekiant kaitinimo būdu paversti nebrandų kerogeną į žaliavinę naftą nesubrendusio skalūno apdirbimas reikalauja milžiniškų energetinių, ekonominių ir technologinių pastangų, o aplinkai atitinkamai daromas neigiamas poveikis.

Apskritai naftingųjų skalūnų ištekliai yra didžiuliai, pasauliniu lygmeniu tikriausiai viršijantys tradicinės naftos rezervus. Europos išteklių sąmata pateikiama 18 lentelėje. Naftingieji skalūnai išgaunami dešimtmečius, o kartais ir ištisus šimtmečius. Bet dėl menkų gavybos rezultatų šių telkinių vaidmuo niekada nebuvo svarbus, ir jų eksploatavimas buvo sustabdytas, kai atsirado geresnių alternatyvų. Todėl šių išteklių sąmatos yra tik apytikslė jų nustatymo priemonė. Šiuo metu tik Estija išgauna naftą iš naftingųjų skalūnų ir jos išgavimo rodikliai yra 350 kt naftos per metus. [WEC 2011]

18 lentelė. Europos skalūnų alyvos išteklių sąmata (Mt)

Valstybė	Ištekliai (WEC, 2010 m.) [Gb]	Ištekliai (WEC, 2010 m.) [Mt]
Austrija	0,008	1
Bulgarija	0,125	18
Estija	16,286	2 494
Prancūzija	7	1 002
Vokietija	2	286
Vengrija	0,056	8
<i>Italija</i>	73	10 446
Liuksemburgas	0,675	97
Lenkija	0,048	7
Ispanija	0,28	40
Švedija	6,114	875
<i>JK</i>	3,5	501
ES	109,1	15 775

Šaltinis: [WEC 2010]

Uolienuų porose susikaupusios alyvos išteklių duomenys labai netikslūs, ir neretai jų iš viso nėra, nes šie ištekliai įtraukiami į tradiciniu būdu išgaunamos naftos išteklių statistiką. Be to, daug kerogeno turintys naftingieji skalūnai maišomi su žaliavine nafta porose ir sluoksniuose esant mažam laidumui. Mišinio sudėtis priklauso nuo to, ar savo geologinėje istorijoje kerogeno dalis šaltinio uolienoje perėjo naftos susidarymo fazę, ar ne. Šios naftos gavyba patenka į uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos kategoriją, nors ši gavyba vyksta tarp naftingųjų skalūnų. Pvz., Paryžiaus baseine yra didžiulis naftingųjų skalūnų telkinys.

Tačiau šiuo metu įgyvendinant svarbius projektus visas dėmesys sutelkiamas į uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybą šiame telkinyje. [Leteurtriois et al. 2011]

Paryžiaus baseinas (Šiaurės Prancūzijos žemuma) yra aplink Paryžių Prancūzijoje, jo forma – ovali, nusidriekusi 500 km rytų–vakarų ašimi ir 300 km šiaurės–pietų ašimi. Bendras plotas – apie 140 000 km². [Raestadt 2004] Į rytus nuo Paryžiaus naftingieji sluoksniai yra arčiau žemės paviršiaus. [Leteurtriois et al. 2011] Pirmas gręžinys buvo išgręžtas 1923 m. Šeštajame ir septintajame dešimtmečiais naftos įmonių susidomėjimas didėjo, ir buvo išgręžta daug žvalgybinių naftos gręžinių, aptikta keletas mažesnių telkinių, tačiau tik apie 3 proc. šių ankstyvųjų gręžinių buvo panaudoti komercijos tikslais. [Kohl 2009] Antrasis gavybos pakilimo etapas prasidėjo devintajame dešimtmetyje dėl dviejų naftos kainų šuolių, kai seisminiai sunkvežimiai važiavo net į Paryžiaus Eliziejaus laukus, kad iširtų geologinę žemės sandarą po Paryžiumi. Tuo metu buvo surasta keletas didesnių tradiciniu būdu išgaunamos naftos telkinių. Iš viso nuo 1950 m. iš daugiau nei 800 Paryžiaus naftos baseino gręžinių išgauta apie 240 mln. barelių naftos. Eksploatuojamuose gręžiniuose buvo naudojami tradiciniai naftos gavybos metodai, kai nenaudojamas hidraulinis ardymas.

Neseniai kilo susidomėjimas, kai po senų žvalgybos protokolų analizės nedidelė įmonė *Toreador* paskelbė pirmus apytikslius vertinimus apie, tikėtina, daug naftos turintį baseiną žemiau Paryžiaus iki pat Šampanės regiono, kuriame gausu vynuogynų. *Toreador* sutelkė savo komercinę veiklą Prancūzijoje ir bendradarbiauja su *Hess Corporation* dėl skalūnų telkinio eksploatavimo. [Schaefer 2010] Planuojama, kad eksploatuojant baseiną ir išgaunant naftą bus svarbus hidraulinis ardymas.

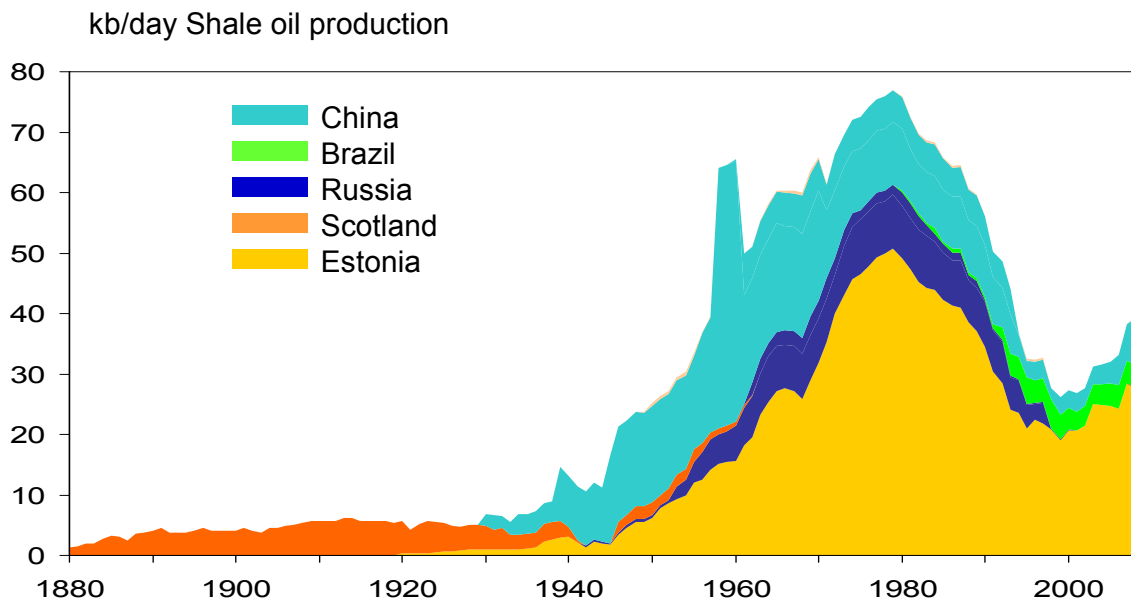
Teigiama, kad darinyje yra iki 65 gb naftos ar net daugiau. [Kohl 2009] Tačiau šie skaičiai nėra patvirtinti nepriklausomų ekspertų, todėl turėtų būti vertinami atsargiai.

Reikėtų pažymėti, kad už didelių plėtros planų visada slypi komerciniai interesai, kurių tikslas – milžiniški kiekiai išteklių, todėl jie turėtų būti vertinami itin apdairiai. Dažnai šie duomenys – tai apytiksliai vertinimai, kurie yra pernelyg optimistiški ir neatspindi sunkumų, todėl gali apsunkinti gavybos procesą. Šiuo metu beveik neįmanoma surinkti pakankamai informacijos, kad būtų galima įvertinti tikrą šio skalūnų telkinio dydį ir gavybos perspektyvas, nes literatūroje galima aptikti ir optimistiškų, [Schaefer 2010] ir skeptiškų nuomonių [Kohl 2009]. Horizontalių gręžinių eksploatavimas naudojant hidraulinį ardymą dideliu mastu gali būti šios srities naujovė. Manoma, kad viename kvadratiname kilometre yra apie 5 mln. barelių geologinių naftos atsargų, kurios gali būti eksploatuojamos naudojant horizontalius gręžinius. Remiantis optimistiškomis prognozėmis, tipiška vieno gręžinio gavybos išeiga pirmąjį mėnesį turėtų būti 400 barelių naftos per dieną, tačiau vėliau gavyba mažėja 50 proc. per metus. [Schaefer 2010]

Šiek tiek panašus, nors kai kuriais aspektais ir skirtingas, darinys yra *Bakken* skalūnų telkinys, esantis JAV, kur iš naftingųjų skalūnų darinio išgaunama uolienu porose susikaupusi alyva.

8 pav. pavaizduota istorinė skalūnų alyvos gavybos raida pasaulyje nuo 1880 m. Skalūnų alyva išgaunama Prancūzijoje net nuo 1830 m. Gavyba sustojo 1959 m. [Laherrere 2011] Tačiau išgaunamos alyvos kiekis yra per mažas, kad atsispindėtų diagramoje. Paveiksle naftingieji skalūnai keičiami į skalūnų alyvą pagal 100 litrų alyvos arba 0,09 tonos alyvos kiekį, gautą iš vienos skalūnų tonos.

8 paveikslas. Pasaulinės skalūnų alyvos gavybos diagrama; pradiniai matų vienetai keičiami tokiu santykiu: 1 tona naftingųjų skalūnų lygi 100 litrų skalūnų alyvos



Source: 1880-2000: WEC 2010, Data for 2005, 2007 and 2008, WEC 2007, 2009 and 2010
Other Data interpolated by LBST

Šaltinis: [WEC 2007, 2009, 2010], kai kurie 2001–2005 m. duomenys yra LBST sąmatos

5.3. JAV skalūnų dujų telkinių eksploatavimo analizė

5.3.1. Gręžinio gavybos išeiga pirmąjį mėnesį

Bendros bet kurio skalūnų dujų telkinio savybės yra šios:

- mažas laidumas (nuo šimto tūkstančių iki milijono kartų mažesnis nei tradiciniuose telkiniuose) [Total 2011],
- mažas konkrečių dujų kiekis viename tūrio vienetu, ir
- didelis skalūnų telkinio plotas.

Gręžiniai gręžiami skalūnų, kurių sudėtyje yra dujų, telkiniuose. Siekiant padidinti sąlyčio paviršiaus plotą tarp porų, kurių sudėtyje yra dujų, ir gręžinio, atliekant hidraulinį ardymą sukuriama įvairūs įtrūkimai. Tačiau vis tiek, palyginti su tradiciniuose gręžiniuose išgaunamu dujų tūriu, bendras šiuose gręžiniuose išgaunamas dujų tūris yra santykinai mažas.

Todėl, palyginti su tradiciniu būdu išgaunamų dujų telkinių gręžiniais, pirminė šių gręžinių gavybos išeiga labai maža. Be to, pagrindinis gavybos įmonių tikslas – pirmiausia eksploatuoti daugiausia skalūnų dujų turinčias telkinių dalis. Pvz., pirmiausia išgręžtų vertikalių *Barnett* skalūnų dujų telkinio gręžinių viso pirmojo mėnesio eksploatavimo įprastinė mėnesio išeiga buvo 700 000 m³ (25 mln. kubinių pėdų). Vėliau ši išeiga sumažėjo iki apie 400 000 m³ (15 mln. kubinių pėdų) per mėnesį vėliausiai išgręžtuose gręžiniuose. [Charpentier 2010]

Neseniai USGS patvirtinta, kad iš visų ištirtų gręžinių vidutinė vertikalių gręžinių viso pirmojo mėnesio išeiga buvo mažiau nei 700 000 m³ per mėnesį. Vienintelė išimtis – *Bossier* skalūnų dujų telkinys, kurio pirminė gręžinių gavybos išeiga buvo keturis kartus didesnė (2,8 mln. m³ per mėnesį). Tačiau šis telkinys pradėtas eksploatuoti dar prieš 40 metų, ir tai tik patvirtina, kad iš anksčiau pradėtų eksploatuoti telkinių išgaunama daugiausia atsargų.

Vidutiniškai pirminė horizontalių gręžinių gavybos išeiga yra aukštesnė nei kitų gręžinių. *Barnett* ir *Fayetteville* skalūnų dujų telkiniuose ji siekia 1,4 mln. m³ per mėnesį (50 mln. kubinių pėdų). Tik vėliausiai pradėto eksploatuoti *Haynesville* skalūnų telkinio pirminė gręžinių gavybos išeiga yra neįprastai aukšta, t. y. 7–8 mln. m³ per mėnesį (apie 260 mln. kubinių pėdų). Tačiau dėl šio skalūnų dujų telkinio geologinių parametrų jau ir anksčiau tikėtasi aukštos pirminės gręžinių gavybos išeigos (žr. 17 lentelę).

5.3.2. Tipiški gavybos modeliai

Pirminis slėgis, atsirandantis atlikus hidraulinį ardymą, yra daug didesnis už savaiminį klodo slėgį. Atlikus hidraulinį ardymą slėgis išleidžiamas. Tai sukelia greitą nuotekų (po hidraulinio ardymo atsirandančių nuotekų), kurias sudaro visos judančios sudėtinės dalys ir klodo tarša, įskaitant pačias gamtines dujas, srovės grįžimą. Kadangi, palyginti su klodo dydžiu, tekanti srovė yra gana didelė, klodo slėgis sparčiai krinta. Tai lemia itin staigų šio modelio gavybos mažėjimą. Tradiciniu būdu išgaunamų dujų telkinių gavybos mastas sumažėja keletu procentų per metus, o skalūnų dujų telkinių – keletu procentų per mėnesį. Kai kurių JAV skalūnų telkinių istorinė analizė rodo, kad pirminis gręžinių gavybos masto rodiklis yra daug mažesnis, o vėliau gavyba mažėja kur kas labiau negu tradicinių telkinių. Paprastai per pirmuosius metus gavybos mastas sumažėja 50 ar 60 proc. ir net daugiau. [Cook 2010] Patirtis rodo, kad vėliausiai pradėto eksploatuoti *Haynesville* skalūnų dujų telkinio gavybos mastas pirmaisiais telkinio eksploatavimo metais sumažėjo 85 proc., o antraisiais – 40 proc. Netgi po devynerių eksploatavimo metų gavybos masto mažėjimas vis dar siekia 9 proc. [Goodrich 2010] Regis, *Haynesville* skalūnų dujų telkinį eksploatuojančios įmonės stengiasi kuo skubiau iš jo išgauti skalūnų dujas.

5.3.3. Gręžinio numatomas galutinis išgavimas (EUR)

Remiantis statistine gavybos masto analize galima įvertinti gręžinio numatomą galutinį išgavimą lyginant skirtingus skalūnų telkinius. Ankstyvajame *Barnett* skalūnų telkinyje įrengtų vertikalių gręžinių galutinė bendra gavyba vertinama apie 30 mln. m³ dujų per metus. Naujuose gręžiniuose šie rodikliai padidėjo dvigubai, iki 60 mln. m³ dujų per metus; šiuo atveju ir horizontalių, ir vertikalių gręžinių rodikliai vienodi. Daugumos kitų skalūnų dujų telkinių (*Fayetteville*, *Nancos*, *Woodford*, *Arkoma* baseino) dujų gavybos masto rodikliai yra kur kas mažesni ir sudaro apie 30 mln. m³ arba mažiau. Tik seniai pradėtame eksploatuoti *Bossier* skalūnų dujų telkinio atskirų gręžinių galutinė dujų gavyba siekė 90 mln. m³ dujų. *Haynesville* skalūnų dujų telkinio viename gręžinyje išgaunamos galutinės bendros dujų gavybos mastas yra vidutiniškai 75 mln. m³ dujų. [Cook 2010]

5.3.4. Kai kurie JAV pavyzdžiai

Antrim skalūnų dujų telkinys Mičigano valstijoje išgręžtas vos kelių šimtų metrų gylyje. Todėl telkinys pradėtas eksploatuoti neilgai trukus, ir nauji gręžiniai pradėti gręžti palyginti greitai. 1998 m. pasiekti maksimalūs dujų gavybos masto rodikliai. Vėliau jie mažėja 4–4,5 proc. per metus, nors nauji gręžiniai vis dar gręžiami ir šiuo metu.

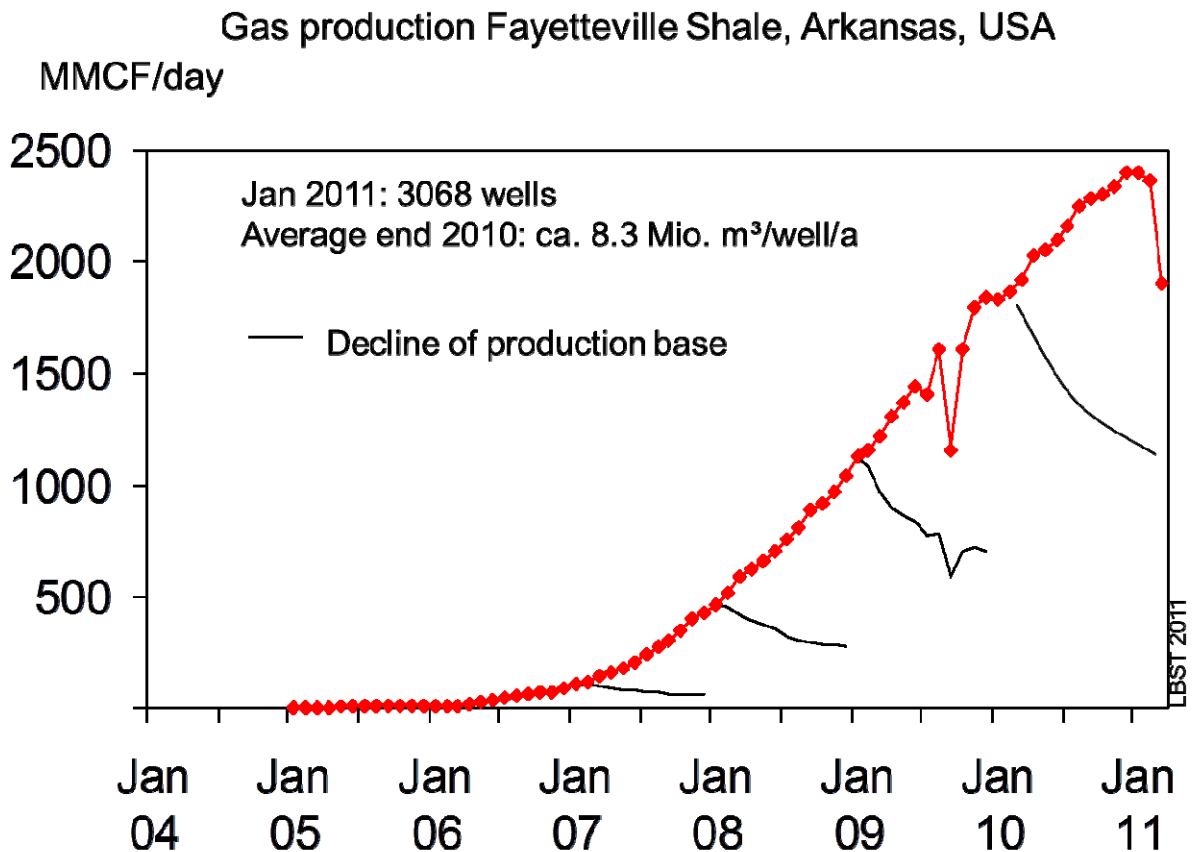
Kai tik 2005 m. JAV parlamentas priėmė Švarios energijos aktą, kuriuo panaikinti 1974 m. Švaraus geriamojo vandens akte numatyti angliavandenilių gręžimo apribojimai, *Barnett* skalūnų dujų telkinio eksploatavimo darbai paspartėjo. Per kelerius metus dujų gavybos mastas išaugo iki 51 mlrd. m³ dujų 2010 m. eksploatuojant beveik 15 000 gręžinių. Vidutiniškai 13 000 km² skalūnų dujų telkinio ploto viename kvadratiname kilometre išgręžiamas vienas gręžinys, tačiau tuose telkinio plotuose, kuriuose gausu išteklių, viename kvadratiname kilometre išgręžiami daugiau nei penki gręžiniai. Dėl spartaus eksploatavimo 2010 m. šiame skalūnų dujų telkinyje pasiekti maksimalūs dujų gavybos masto rodikliai.

Nors buvo išgręžta papildomai 2 000 gręžinių, tai neužkirto kelio dujų gavybos mažėjimo pradžiai. 2010 m. pabaigoje vidutinė vieno gręžinio gavybos išeiga buvo 3,4 mln. m³ dujų per metus.

Nuo 2005 m. pradėtas eksploatuoti ir *Fayetteville* skalūnų dujų telkinys. Nors šio telkinio plotas ir dujų gavybos mastas mažesni, jame nustatytas tipiškas gavybos modelis, pavaizduotas 9 pav. Juodos linijos rodo mažėjančią bazinę gavybą tuo atveju, jei metams bėgant neįrengiami nauji gręžiniai.

Mažėjantys bendri bazinės gavybos rodikliai atspindi aukštą gavybos mažėjimą, kai *Fayetteville* skalūnų dujų telkinyje per mėnesį gavybos mastas sumažėja 5 proc. 2009 m. rugsėjo mėn. ir 2011 m. kovo mėn. gavyba sumažėjo dėl to, kad vienoje skalūnų dujų telkinio dalyje esantys gręžiniai buvo uždaryti dėl prastų oro sąlygų. Analizuojant individualius gręžinio modelius, matyti, kad *Fayetteville* skalūnų dujų telkinyje didžiausi dujų gavybos rodikliai pasiekti 2010 m. gruodžio mėn. 2010 m. pabaigoje vidutinis vieno gręžinio gavybos mastas buvo apie 8 mln. m³ dujų per metus.

9 paveikslas. Fayetteville skalūnų dujų telkinio Arkansaso valstijoje gavybos mastas



Data: State of Arkansas, Oil and Gas Commission, May 2011
<http://www.aogc.state.ar.us/Favprodinfo.htm>

Šaltinis: nuosavas šaltinis [Arkansas 2009]

1993 m. nedidelė įmonė *Chesapeake*, kurios metinė apyvarta 13 mln. dolerių, smarkiai padidino pelną pradėjusi eksploatuoti Fayetteville skalūnų dujų telkinį. [Chesapeake 2010] Dėl skalūnų dujų pramonės ekonominio pakilimo iki 2009 m. įmonės apyvarta išaugo iki daugiau nei 5 mlrd. dolerių. Pernai įmonė visą savo turta, turėtą Fayetteville skalūnų dujų telkinio teritorijoje, pardavė įmonei *BHP Billiton* už 5 mlrd. dolerių. [Chon 2011]

Haynesville skalūnų dujų telkinys pradėtas eksploatuoti vėliausiai. 2010 m. šis telkinys tapo daugiausia skalūnų dujų išgaunančiu telkiniu JAV, kurio dujų gavyba viršijo net *Barnett* skalūnų telkinyje išgaunamų dujų kiekį. Spartų skalūnų dujų gavybos padidėjimą iš esmės lėmė aukštesnis pirmojo mėnesio vieno gręžinio gavybos masto rodiklis, kuris siekė net 7–8 mln. m³ išgaunamų dujų kiekį viename gręžinyje. Didesnės dujų gavybos jau iš anksto tikėtasi dėl kitokių to telkinio geologinių parametrų, o eksploatavimo darbai buvo atliekami siekiant per kuo trumpesnį laiką išgauti kuo daugiau skalūnų dujų. Kaip jau minėta, vėliau nustatytas precedento neturintis 85 proc. dujų gavybos masto mažėjimas pirmaisiais metais.

5.3.5. Didžiųjų Europos skalūnų dujų telkinių pagrindiniai parametrai

19 lentelėje pateikti kai kurie didžiųjų Europos skalūnų dujų telkinių pagrindiniai parametrai. Žvalgomojo gręžimo plotas yra daug mažesnis nei bendras skalūnų dujų telkinio plotas, nes būna pritaikyti kai kurie atmetimo kriterijai. Į tai turi būti atsižvelgta, kai konkretūs dujų vietoje išteklių duomenys lyginami su 17 lentelėje pateiktais duomenimis, kur palyginimui panaudoti viso skalūnų dujų telkinio parametrai. Dujų vietoje išteklių (GIP) viename kvadratiname kilometre leidžia apskaičiuoti, kiek dujų atsargų gali būti išgaunama iš vieno skalūnų dujų telkinio gręžinio.

Bendras organinės anglies kiekis rodo, koks yra skalūnų dujų telkinio dujinis faktorius, svarbus atliekant išteklių vertinimą. Remiantis šiuo dujiniu faktoriumi ir sluoksnio storio parametru lengviau nustatyti, ar eksploatuoti labiau tinka vertikalūs gręžiniai, ar horizontalūs, jų išdėstymo plotą ir optimalų gręžinių tankumą.

Remiantis šiais argumentais, Rytų Europos skalūnų dujų telkiniai Lenkijoje eksploatavimo prasme turėtų būti patys perspektyviausi, nes jų dujų vietoje išteklių gavybos masto rodikliai didžiausi. Nors kitų skalūnų dujų telkinių plotas yra daug didesnis, jų gręžinių naudingumo rodikliai kur kas mažesni. Tai reiškia, kad konkrečios priemonės, kurių imamasi siekiant išgauti daugiau dujų, neišvengiamai daro atitinkamą poveikį žemės naudojimui, vandens paklausai ir kt.

Atsižvelgiant į šiuos aspektus, labai tikėtina, kad beveik visų Europos skalūnų dujų telkinių, išskyrus telkinius, esančius Lenkijoje ir galbūt Skandinavijoje, dujų gavybos masto rodikliai yra panašūs į JAV esančių *Fayetteville* ar *Barnett* skalūnų dujų telkinių ar net mažesni.

19 lentelė. Didžiųjų Europos skalūnų dujų telkinių pagrindinių parametrų vertinimas (pradiniai matų vienetai keičiami į SI sistemos vienetus ir suapvalinami)

Regionas	Baseinas / telkinys	Gręžimo plotas (km ²)	Bendras storis (m)	TOC (proc.)	GIP (Mio m ³ /km ²) (2)
Lenkija	Baltijos	8 846	95	4	1 600
Lenkija	Liublino	11 660	70	1,5	900
Lenkija	Palenkės	1 325	90	6	1 600
Prancūzija	Paryžiaus	17 940	35	4	300
Prancūzija	Pietryčių	16 900	30	3,5	300
Prancūzija	Pietryčių	17 800	47	2,5	630
Vidurio Europa	Poseidonijos	2 650	30	5,7	365
Vidurio Europa	<i>Namurian</i>	3 969	37	3,5	600
Vidurio Europa	<i>Wealden</i>	1 810	23	4,5	290
Skandinavija	<i>Alum</i>	38 221	50	10	850
JK	<i>Bowland</i>	9 822	45	5,8	530
JK	<i>Liassic</i>	160	38	2,4	500

Šaltinis: US-EIA (2011)

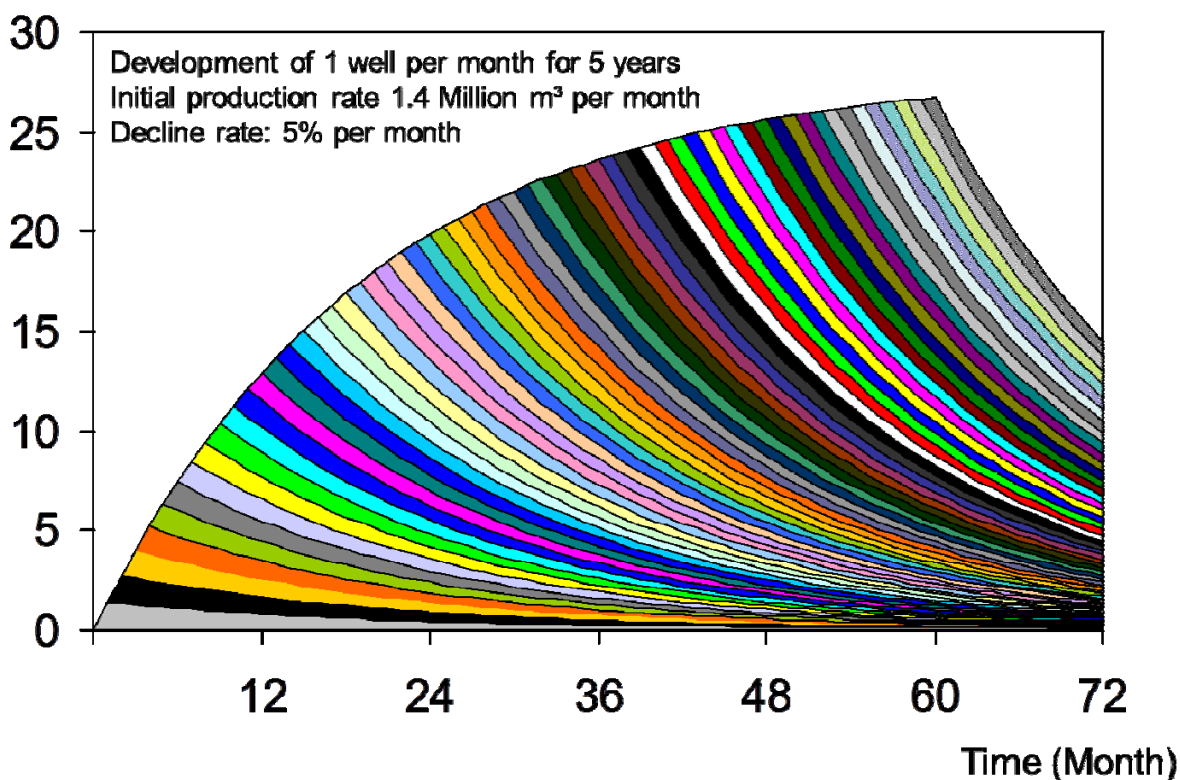
5.3.6. Hipotetinio telkinio eksploatavimas

Pagrindinis skirtumas tarp skalūnų dujų gavybos ir tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos – spartus gręžinių gavybos mažėjimas. Hipotetinio telkinio eksploatavimo planą galima sudaryti taikant identiškus gavybos modelius. 10 pav. parodyti tokio scenarijaus skaičiavimų rezultatai apskaičiuojant gavybos mastą skalūnų dujų telkinyje, kai kiekvieną mėnesį įrengiamas naujas gręžinys. Panaudoti duomenys panašūs į *Barnett* skalūnų dujų telkinio duomenis, kai tipiška dujų atsargų gavyba yra 1,4 mln. m³ dujų per metus, o gavybos masto mažėjimas siekia 5 proc. per mėnesį. Po penkerių metų įrengta 60 gręžinių, iš kurių išgaunama apie 27 mln. m³ dujų per mėnesį ir 325 mln. m³ dujų per metus. Dėl staigaus gavybos sumažėjimo veikiančiuose gręžiniuose po penkerių metų vieno gręžinio gavybos išeiga sumažėja iki 5 mln. m³ dujų per metus.

Siekiant įvertinti skalūnų dujų gavybos poveikį Europos dujų pramonei naudojamas toliau nurodytas eksploatavimo scenarijus.

10 paveikslas. Tipiškas skalūnų telkinio eksploatavimas, įrengiant po vieną naują gręžinį per mėnesį

Million m³/Month



Šaltinis: nuosavas

5.4. Skalūnų dujų gavybos vaidmuo kuriant mažo anglies dioksido kiekio technologijų ekonomiką ir siekiant ilgalaikių išmetamo CO₂ kiekio mažinimo tikslų

5.4.1. Tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavyba Europoje

Gamtinių dujų gavyba Europos Sąjungoje pasiekė didžiausius gavybos rodiklius jau 1996 m., kai vieno gręžinio gavybos išeiga buvo 235 mlrd. kubinių metrų per metus. 2009 m. tradiciniu būdu išgaunamų dujų gavyba sumažėjo 27 proc. iki 171 mlrd. kubinių metrų per metus. Kartu dujų suvartojimas išaugo nuo 409 mlrd. kubinių metrų per metus 1996 m. iki 460 mlrd. kubinių metrų 2009 m.; taigi, dujų suvartojimas išaugo 12 proc. Todėl vidaus dujų gavybos dalis sumažėjo nuo 57 proc. iki 37 proc.

Įskaitant Norvegiją, didžiausi dujų gavybos rodikliai pasiekti 2004 m. ir jie sudarė 360 mlrd. cm^3 per metus, o 2009 m. sumažėjo iki 275 mlrd. cm^3 per metus (-11 proc.). Dujų importas iš ne ES šalių ir ne Norvegijos padidėjo nuo 37 proc. 2004 m. iki 40 proc. 2009 m. [BP 2010]

Remiantis Tarptautinės energetikos agentūros 2011 m. Pasaulio energetikos apžvalgoje pateiktomis prognozėmis, tolesnė dujų gavyba sumažės iki 90 mlrd. cm^3 per metus 2035 m., arba, įskaitant Norvegiją, iki 127 mlrd. cm^3 per metus.

Prognozuojama, kad gamtinių dujų poreikis kasmet išaugs 0,7 proc., ir 2035 m. sieks 667 mlrd. cm^3 dujų per metus. [WEO 2011] Neišvengiamai atotrūkis tarp paklausos ir mažėjančio vidaus tiekimo ateityje privers ES padidinti dujų importą iki daugiau nei 400 mlrd. cm^3 per metus 2035 m., ir importuojamų dujų dalis sieks 60 proc.

5.4.2. Tikėtina netradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos svarba Europos dujų tiekimo srityje

Tarptautinės energetikos agentūros (TEA) specialioje 2011 m. Pasaulio energetikos apžvalgoje pagrindinis dėmesys skiriamas galimam netradicinių gamtinių dujų išteklių vaidmeniui. Netradicinių gamtinių dujų išteklių eksploatavimo srityje tikriausiai pirmaus Lenkija, kuriai, kaip manoma, priklauso 1,4–5,3 trln. cm^3 skalūnų dujų [WEO 2011], daugiausia jų yra šalies šiaurinėje dalyje. Iki 2011 m. vidurio Lenkijai jau bus suteiktos 86 netradiciniu būdu išgaunamų dujų žvalgyimo licencijos.

Tačiau 2011 m. WEO įžvelgiama nemažai kliūčių, kurios turės būti įveiktos: „Kadangi turės būti įrengta palyginti daug gręžinių, gali būti sudėtinga iš vietos valdžios institucijų ir bendruomenių gauti leidimą atlikti darbus. Didelio kiekio nuotekų tvarkymas ir šalinimas taip pat gali apsunkinti projektų vykdymą. Be to, trečiosios šalies teisė naudotis vamzdyno infrastruktūra pareikalaus vidaus politikos reformos.“ Tačiau, nepaisant to, manoma, kad skalūnų dujų pramonės galimybės yra didelės: „Nepaisant techninių, aplinkosaugos ir reguliavimo kliūčių, skalūnų dujų pramonė atveria pakankamai daug galimybių, kad būtų iš esmės pakeista Lenkijos energetikos padėtis.“ [WEO 2011]

Nepaisant šių pastabų, apžvalgoje teigiama, kad skalūnų dujų gavybos poveikis Europai bus nedidelis. Manoma, kad vidutiniškai vidaus dujų gavyba, įskaitant tradiciniu ir netradiciniu būdu išgaunamas dujas, mažės 1,4 proc. per metus.

Toliau vertinant pagrindinį scenarijų, kuris grindžiamas pirmiau aptartais dujų gavybos masto rodikliais, aptariamos pastangos, kurių prireiks siekiant išgauti galimus skalūnų dujų išteklius ir panaudoti juos gamyboje. Be to, aptariama, koks bus didžiausias gręžimo procesų, kurie gali būti vykdomi skalūnų dujų telkiniuose, poveikis. Tai reiškia, kad netradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos potencialas tikriausiai bus nepakankamas siekiant iš esmės pakeisti mažėjančius Europos dujų gavybos rodiklius.

Europoje yra apie 100 gręžimo bokštų [Thornhäuser 2010]. Darant prielaidą, kad vienas gręžinys išgręžiamas per tris mėnesius, per metus Europoje gali būti išgręžta daugiausia 400 gręžinių. Tai reikštų, kad visi gręžimo bokštai būtų naudojami gręžti tik skalūnų dujų telkiniuose, nors ne visi bokštai šiam tikslui tinka, o kiti gręžiniai būtų įrengiami. Toliau darant prielaidą, kad pirmojo mėnesio vieno gręžinio gavybos išeiga yra 1,4 mln. m^3 , reikštų, kad po 5 metų būtų įrengta 2 000 gręžinių, kurių bendra išeiga būtų 900 mln. m^3 dujų per mėnesį, arba 11 mlrd. m^3 dujų per metus. Dujų gavybos modelio rodikliai būtų panašūs į tuos, kurie parodyti 10 pav., tačiau proporcingai didesni dėl didesnio skaičiaus gręžinių. Per kitus dešimtmečius šių gręžinių indėlis į Europos dujų gavybos augimą būtų tik 5 proc., arba sudarytų 2–3 proc. dujų paklausos. Net jei tokia pačia sparta būtų įrengiami papildomi 400 gręžinių per metus, tolesnė dujų gavyba padidėtų tik nedaug, nes dėl staigaus mažėjimo, jei naujų gręžinių įrengimas būtų sustabdytas, gavybos mastas sumažėtų beveik 50 proc. per metus.

5.4.3. Skalūnų dujų gavybos vaidmuo siekiant ilgalaikio išmetamo CO₂ kiekio mažinimo tikslų

Kaip jau aptarta, reikia atsižvelgti į techninius, geologinius ir aplinkosaugos aspektus, ir beveik neįmanoma, kad net radikali skalūnų dujų telkinių eksploatavimo plėtra galėtų turėti didelę įtaką Europoje ateityje mažinant išmetamų CO₂ dujų kiekį.

Kaip minėta, JAV skalūnų dujų pramonės sėkmę iš dalies nulėmė Švarios energijos aktas, priimtas 2005 m., kuriuo sumažinti aplinkosaugos apribojimai. Net radikalus ir pigus skalūnų dujų telkinių eksploatavimas dešimtyje tūkstančių grėžinių tik 10 proc. padidino JAV gamtinių dujų gavybą.

Kol kas hidraulinis ardymas JAV susilaukia prieštarų vertinimų. Dėl aplinkos apsaugos apribojimų tolesnio skalūnų dujų telkinių eksploatavimo galimybės gali būti sparčiai sumažintos, kaip aprašyta pramonės tyrime, kurį atliko įmonė *Ernst & Young*: „Pagrindinis veiksnys, kuris gali riboti prognozuojamą skalūnų dujų gavybos augimą – tai nauji aplinkosaugos teisės aktai“, – o toliau nurodoma: „JAV Aplinkos apsaugos agentūra šiuo metu atlieka išsamų tyrimą, siekdama išsiaiškinti, kokį poveikį vandens kokybei ir visuomenės sveikatai daro hidraulinis ardymas. Jei dėl atlikto tyrimo išvadų hidraulinis ardymas bus uždraustas ar smarkiai apribotas, investicijos į skalūnų dujų eksploatavimo plėtrą gali greitai nutrūkti.“ [Ernst&Young 2010]

Net radikali skalūnų dujų telkinių eksploatavimo plėtra gali tik keliais procentais padidinti Europos dujų gavybos mastą. Labai tikėtina, kad dėl ilgų parengiamųjų laikotarpių per artimiausius 5–10 metų skalūnų dujų gavybos mastas taps visai nereikšmingas.

Tačiau atsižvelgiant į šiuos argumentus dar nereikia atmesti galimybės, kad tam tikras skalūnų dujų kiekis negalėtų būti išgaunamas regioniniu lygmeniu.

Darant prielaidą, kad aplinkosaugos apribojimai padidins sąnaudas ir sumažins skalūnų dujų telkinių eksploatavimo plėtros tempą, skalūnų dujų gavyba Europoje dujų pramonės atžvilgiu liks beveik visai nereikšminga.

Europos dujų gavyba mažėja jau keletą metų iš eilės. Šio mažėjimo nesustabdys netradiciniu būdu išgaunamų dujų eksploatavimo plėtra. Net ir pramonės tyrimuose įžvelgiama, kad skalūnų dujų gavyba labai nedaug ir lėtai prisideda prie Europos dujų paklausos poreikių tenkinimo ir sudaro ne daugiau nei kelis procentus esamos dujų paklausos. [Korn 2010]

Todėl netradiciniu būdu išgaunamų dujų gavybos sektoriaus Europoje galimybės yra nepakankamos, kad būtų sumažinti Europos gamtinių dujų importo poreikiai. Padėtis Lenkijoje galėtų būti laikoma išimtimi. Šioje valstybėje minėto sektoriaus poveikis gali būti reikšmingas, nes dabartinis nedidelis dujų gavybos mastas yra 4,1 mlrd. m³ ir sudaro apie 30 proc. mažos vidaus rinkos paklausos, kuri yra 13,7 mlrd. m³. [BP 2010]

Dėl didėjančios paklausos kituose pasaulio regionuose ir dėl bazinės dujų gavybos mažėjimo Rusijoje negalima atmesti galimybės, kad per ateinančius du dešimtmečius gamtinių dujų importas į Europą neišgaus tiek, kiek to reikalauja gamtinių dujų paklausa. Tokiu atveju Europos politika, skirta dujų paklausai didinti, atneštų priešingus rezultatus. Tinkamos prisitaikymo priemonės būtų nuolatinis bendros dujų paklausos mažinimas tinkamomis paskatomis. Labai tikėtina, kad investicijos į skalūnų dujų eksploatavimo projektus gali atnešti priešingus rezultatus nei tikimasi, nes jų daromas poveikis dujų tiekimui vidaus rinkoje gali būti trumpalaikis ir ribotas, o jų siunčiami signalai vartotojams ir rinkoms gali būti klaidingi, būtent išliktų didelė priklausomybė nuo išteklių, ir tai būtų nepateisinama tiekimo užtikrinimo atžvilgiu. Neišvengiamas spartesnis tiekimo mažėjimas tik pablogintų padėtį, nes sutrumpėtų naujų įrenginių diegimo laikotarpiai, o milžiniškos investicijos, kurios būtų skiriamos šiems projektams finansuoti ir priklausomybei mažinti, galėtų būti panaudotos kuriant pereinamąsias technologijas.

6. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Europoje galiojančiuose kasybos teisės aktuose ir susijusiose taisyklėse, kuriomis reguliuojama kasybos veikla, neatsižvelgiama į konkrečius hidraulinio ardymo veiklos aspektus. Europos Sąjungos valstybėse narėse taisyklės, susijusios su kasybos veikla, smarkiai skiriasi. Daugeliu atvejų pirmenybė teikiama kasybos srities interesams, o ne piliečių teisėms, ir vietos valdžios institucijos dažnai negali daryti įtakos galimiems kasybos projektams ar kasybos sritims, nes leidimus išduoda nacionalinės vyriausybės ir jų valdžios institucijos.

Kintančiomis socialinėmis ir techninėmis sąlygomis, kai klimato kaitos klausimai ir perėjimas prie tvarios energetikos sistemos yra svarbiausi prioritetai ir kai didinamas visuomenės dalyvavimas regioniniu ir vietos lygmenimis, nacionaliniai interesai kasybos veiklos atžvilgiu ir regionų bei vietos valdžios institucijų, taip pat nukentėjusių gyventojų interesai turi būti vertinami iš naujo.

Būtina tokio vertinimo sąlyga turėtų būti naujiems projektams taikoma privaloma gyvavimo ciklo analizė, įskaitant poveikio aplinkai analizę. Tik visapusiška sąnaudų ir naudos analizė yra tinkamas pagrindas sprendžiant, kurie projektai yra svarbūs ir pateisinami.

Hidraulinio ardymo technologijų daromas poveikis JAV pramonei yra didelis, ir šiuo metu tai vienintelė šalis, turinti kelių dešimtmečių patirties šioje srityje ir ilgalaikių statistinių duomenų.

Skalūnų dujų eksploatavimo technologijoms būdingos savybės, kurios iš dalies neišvengiamai daro neigiamą poveikį aplinkai, iš dalies kelia didelį pavojų, jei technologijos naudojamos netinkamai, ir iš dalies kelia didelį pavojų aplinkai ir žmonių sveikatai net ir tuo atveju, jei technologijos naudojamos tinkamai.

Neišvengiamas neigiamas skalūnų dujų pramonės poveikis – besaikis žemės išteklių eikvojimas ir dideli kraštovaizdžio pokyčiai, nes siekiant išgauti susikaupusias dujas reikia skaldant dideliu mastu apdoroti šaltinio uolienas, ir tam reikalingas didelis gręžinių tankumas. Gręžybos aikštelės – JAV yra iki 6 ar net daugiau gręžybos aikštelių viename kvadratiniam kilometre – turi būti paruoštos, įrengtos ir sujungtos su keliais, kuriais galėtų važiuoti didelio galingumo transporto priemonės. Veikiantys gręžiniai turi būti sujungti žemo pralaidumo surinkimo linijomis, taip pat turi būti įrengti valymo įrenginiai, kurie atskirtų nuotekas ir chemines medžiagas, sunkiuosius metalus arba radioaktyviąsias sudėtines dalis nuo išgaunamų dujų, prieš jas išpumpuojant į esamą dujų tinklą.

Dėl netinkamo įrangos naudojimo gali kilti avarijų pavojus, pvz., kad iš gręžinio ištrykš po hidraulinio ardymo atsirandančios nuotekos, pratekės nuotekos ar iš saugyklų ar vamzdžių nutekės skysčiai, dėl netinkamai naudojamų ar blogai pritvirtintų gręžinio dujų vamzdžių bus užterštas požeminis vanduo. Šių pavojų tikimybę galima sumažinti arba tikriausiai visai išvengti priimant tinkamas technines direktyvas, atsargiai naudojant įrenginius ir valdžios institucijoms atliekant priežiūrą. Tačiau visos šios saugumo priemonės padidina projekto sąnaudas ir lėtina eksploatavimą. Todėl avarijų pavojus išauga dėl didėjančio ekonominio spaudimo ir poreikio paspartinti eksploatavimą. Didesniam skaičiui gręžinių reikalinga didesnė priežiūra ir stebėseną.

Galiausiai šiokį tokį pavojų kelia nekontroliuojamas ardymas, kuris sukelia nekontroliuojamą ardymo skysčių ar netgi pačių gamtinių dujų kaupimąsi. Pvz., gerai žinoma, kad hidraulinis ardymas gali sukelti nedidelius žemės drebėjimus, nes šio proceso metu natūraliai susidariusiuose įtrūkimuose gali susikaupti dujos ar skysčiai.

JAV patirtis rodo, kad įvyksta daug avarijų. Labai dažnai įmonės už padarytus pažeidimus didelėmis baudomis baudžia valdžios institucijos. Kartais šios avarijos įvyksta dėl kiaurų ar sugedusių įrenginių, kartais dėl nevykusių bandymų taupyti išlaidas ir laiką, o kartais dėl

blogai pritvirtintų gręžinio dujų vamzdžių ir požeminio vandens užteršimo per neaptiktas angas.

Dabar, kai būsimums operacijoms itin svarbu tvarumas, galima abejoti, ar po žeme įpurkšti toksiškas medžiagas turėtų būti leidžiama, ar draudžiama, nes dėl tokios praktikos sumažėtų galimybių vėliau panaudoti užterštą sluoksnį (pvz., geoterminiais tikslais) arba šių galimybių apskritai neliktų, be to, ilgalaikis poveikis dar nėra ištirtas. Aktyvioje skalūnų dujų gavybos vietoje į kvadratinį metrą įpurškiama apie 0,1–0,5 litro cheminių medžiagų.

Išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis iš gamtinių dujų dažniausiai yra mažesnis nei iš kitų iškastinio kuro rūšių ir lygus apytiksliai 200 g CO₂ ekvivalento per vieną kilovatvalandę. Dėl žemo dujų išgavimo lygio iš vieno gręžinio ir momentinio metano praradimo, didesnių eksploatavimo plėtros pastangų ir žemo pralaidumo surinkimo linijų bei kompresorių išmetamų teršalų kiekis išgaunant skalūnų dujas dažniausiai yra didesnis negu tradiciniu būdu išgaunamų dujų telkiniuose. Nepaisant to, JAV patirties vertinimas negali būti tiesiog perkeltas Europai. Vis dar trūksta realistiško projekto duomenų vertinimo. Šiame tyrime atliktas vertinimas gali būti laikomas pirmu žingsniu siekiant atlikti tokią išsamią analizę.

Galiojančiuose ES teisės aktuose nustatytas reikalavimas atlikti poveikio aplinkai vertinimą tik tada, kai vieno gręžinio gavybos mastas viršija 500 000 m³ per dieną. Ši riba pernelyg aukšta – neatsižvelgiama į realią skalūnų dujų gręžinių, kuriuose paprastai iš pradžių išgaunama kelios dešimtys tūkstančių kubinių metrų, padėtį. Poveikio aplinkai vertinimas, į kurį įsitrauktų ir visuomenė, turėtų būti privalomas kiekvienam gręžiniui.

Regionų valdžios institucijos turėtų turėti teisę apsaugoti aplinkos apsaugos požiūriu pažeidžiamas vietas (pvz., geriamojo vandens apsaugos zonas, kaimus, ariamosios žemės plotus ir kt.) nuo galimos hidraulinio ardymo veiklos. Be to, regionų valdžios institucijoms turėtų būti suteiktas didesnis savarankiškumas priimti sprendimus dėl draudimo ar leidimo vykdyti hidraulinį ardymą jų teritorijoje.

Dabartinės naftos ir dujų žvalgybos bei gavybos teisės turėtų būti iš naujo įvertintos dėl šių priežasčių:

- Europos dujų gavyba jau keletą metų smarkiai mažėja ir manoma, kad iki 2035 m. ji sumažės dar 30 proc. arba daugiau;
- manoma, kad Europoje paklausa iki 2035 m. toliau didės,
- jeigu šios tendencijos taps tikrove, neišvengiamai išaugs gamtinių dujų importas;
- nėra jokios garantijos, kad bus galima užsitikrinti papildomą maždaug 100 mlrd. m³ per metus importą.

Netradiciniu būdu išgaunamų dujų išteklių Europoje yra per maži, kad turėtų bent kiek apčiuopiamą įtaką šioms tendencijoms. Tai dar aktualiau todėl, kad taikant tipiškus gavybos būdus bus galima išgauti tik tam tikrą dalį šių išteklių. Projektų sąnaudos didės ir bus vėluojama juos įgyvendinti ir dėl aplinkosaugos reikalavimų. Dėl to dar labiau sumažės galimybės toliau plėtoti šią sritį.

Nors galima rasti argumentų, kodėl reikėtų leisti vykdyti hidraulinį ardymą, tačiau vargu ar galima patvirtinti, kad jis padėtų sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį. Priešingai, labai tikėtina, kad investicijos į skalūnų dujų projektus gali turėti labai trumpalaikį poveikį (jeigu apskritai jį turės) dujų pasiūlai, kuris gali duoti neigiamų rezultatų, nes gali sudaryti įspūdį, kad dujų tiekimas užtikrintas, o tuo metu vartotojus reikėtų skatinti sumažinti šią priklausomybę taupymu, efektyvumo didinimo priemonėmis ir pakaitalais.

REKOMENDACIJOS

- Išsamios direktyvos, kurioje būtų įtvirtinta Europos kasybos teisė, nėra. Viešai prieinamos, visapusiškos ir išsamios Europos skalūnų dujų ir uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos reglamentavimo sistemos analizės dar nėra atlikta ir tai turėtų būti padaryta.
- Dabartinė ES hidraulinio ardymo, kuris yra svarbiausias skalūnų dujų ir uolienuų porose susikaupusios alyvos gavybos elementas, reglamentavimo sistema turi ne vieną spragą. Svarbiausia, kad nustatyta riba, nuo kurios turi būti atliekamas hidraulinio ardymo veiklos angliavandenilių gavyboje poveikio aplinkai vertinimas, yra daug aukštesnė negu aktualu bet kokiai galimai šios srities pramonės veiklai, todėl turėtų būti gerokai sumažinta.
- Ardymo veiklai ir galimam jos poveikiui paviršiniam vandeniui skiriant ypatingą dėmesį reikėtų iš naujo įvertinti Vandens pagrindų direktyvos taikymo sritį.
- Atliekant gyvavimo ciklo analizę (GCA) ir pasitelkiant išsamią sąnaudų ir naudos analizę būtų galima įvertinti bendrą naudą visuomenei ir piliečiams. Visose 27 ES valstybėse narėse turėtų būti taikomas suderintas požiūris, kuriuo remdamosi atsakingos valdžios institucijos atliktų GCA vertinimus ir aptartų juos su visuomene.
- Reikėtų įvertinti, ar apskritai turėtų būti uždrausta įpurškimui naudoti toksiškas chemines medžiagas. Reikėtų bent jau viešai atskleisti visas planuojamas naudoti chemines medžiagas, o leidžiamų naudoti cheminių medžiagų skaičius turėtų būti apribotas ir jų naudojimas stebimas. Statistiniai duomenys apie įpurkštų medžiagų kiekį ir projektų skaičių turėtų būti renkami Europos lygmeniu.
- Regionų valdžios institucijoms turėtų būti suteikta daugiau teisių priimti sprendimus dėl leidimų vykdyti projektus, apimančius hidraulinį ardymą. Priimant šiuos sprendimus turėtų būti privalomas visuomenės dalyvavimas ir GCA vertinimai.
- Tais atvejais, kai suteikiami leidimai vykdyti projektus, turėtų būti privaloma stebėti paviršinio vandens srautus ir išlakas.
- Europos lygmeniu turėtų būti renkami ir nagrinėjami statistiniai duomenys apie avarijas ir skundus. Tais atvejais, kai suteikiami leidimai vykdyti projektus, nepriklausoma institucija turėtų rinkti ir svarstyti skundus.
- Dėl sudėtingo galimo hidraulinio ardymo poveikio ir pavojaus aplinkai bei žmonių sveikatai turėtų būti apsvaistoma galimybė Europos lygmeniu priimti naują direktyvą, kurioje būtų visapusiškai reglamentuojami visi šios srities klausimai.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

- Aduschkin V.V., Rodionov V.N., Turuntaev S., Yudin A. (2000). Seismicity in the Oilfields, Oilfield Review Summer 2000, Schlumberger, URL: http://www.slb.com/resources/publications/industry_articles/oilfield_review/2000/or2000sum01_seismicity.aspx
- AGS (2011). Arkansas Earthquake Updates, internet-database with survey of earthquakes in Arkansas, Arkansas Geological Survey. 2011. URL: <http://www.geology.ar.gov/geohazards/earthquakes.htm>
- Arthur J. D., Bruce P.E., Langhus, P. G. (2008). An Overview of Modern Shale Gas Development in the United States, ALL Consulting. 2008. URL: <http://www.all-llc.com/publicdownloads/ALLShaleOverviewFINAL.pdf>
- Anderson S. Z. (2011). Toreador agrees interim way forward with French Government in Paris Basin tight rock oil program. February 2011
- Arkansas (2011). Fayetteville Shale Gas Sales Information, Oil and Gas Division, State of Arkansas, URL: <http://www.aogc.state.ar.us/Fayproinfo.htm>
- Arkansas Oil and Gas Commission. (2011). January 2011. URL: <http://www.aogc.state.ar.us/Fayproinfo.htm>
- Armendariz AI (2009). Emissions from Natural Gas Production in the Barnett Shale Area and Opportunities for Cost-Effective Improvements, AI. Armendariz, Department of Environmental and Civil Engineering, Southern Methodist University, Dallas, Texas, ordered by R. Alvarez, Environmental Defense Fund, Austin, Texas., Version 1.1., January 26, 2009
- Arthur J. D., Bohm B., Coughlin B. J., Layne M. (2008). Hydraulic Fracturing Considerations for Natural Gas Wells of the Fayetteville Shale. 2008
- Blending W. (2011). Stellungnahme zu Unkonventionelle Erdgasvorkommen: Grundwasser schützen - Sorgen der Bürger ernst nehmen - Bergrecht ändern (Antr Drs 15/1190) - Öffentliche Anhörung des Ausschusses für Wirtschaft, Mittelstand und Energie am 31.05.2011. Landtag Nordrhein-Westfalen, 20. Mai 2011
- Bode, J. (2011). Antwort der Landesregierung in der 96. und 102. Sitzung des Landtages der 16. Wahlperiode am 21. Januar und 17. März 2011 auf die mündlichen Anfragen des Abgeordneten Ralf Borngreber (SPD) – Drs. 16/3225 Nr. 18 und 16/3395 Nr. 31. Niedersächsischer Landtag – 16. Wahlperiode, Drucksache 16/3591. April 2011
- BP (2010). BP Statistical Review of World Energy, June 2010. URL: <http://www.bp.com>
- Charpentier (2010). R.R. Charpentier, T. Cook, Applying Probabilistic Well-Performance Parameters to Assessments of Shale-Gas Resources, U.S. Geological Survey Open-File Report 2010-1151, 18p.
- Chesapeake (2010). Annual reports, various editions, Chesapeake corp., URL: <http://www.chk.com/Investors/Pages/Reports.aspx>
- Chesapeake Energy, Water use in deep shale gas exploration I, May 2011
- Chesapeake Energy, Water use in deep shale gas exploration II, May 2011
- Chon (2011). G. Chon, R.G. Matthews. BHP to buy Chesapeake Shale Assets, Wallstreet Journal, 22nd February 2011, URL: <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703800204576158834108927732.html>
- COGCC (2007). Colorado Oil and Gas Conservation Commission, Oil and Gas Accountability Project

-
- COGCC Garfield Colorado County IT Department. Gas Wells, Well Permits&Pipelines, Including Public Lands, Western Garfield County, Colorado, Glenwood Springs, Colorado: Composed Utilizing Colorado Oil and Gas Conservation Commission Well Site
 - Colborn T. (2007). Written testimony of Theo Colborn, PhD, President of TEDX, Paonia, Colorado, before the House Committee on Oversight and Government Reform, hearing on The Applicability of Federal Requirements to Protect Public Health and the Environment from Oil and Gas Development, October 31, 2007.
 - Cook (2010). Cook, Troy and Charpentier, Assembling probabilistic performance parameters of shale-gas wells: US-Geological Survey Open-File Report 2010-1138, 17p.
 - D.B. Burnett Global Petroleum Research Institute, Desalination of Oil Field Brine, 2006
 - Duncan, I., Shale Gas: Energy and Environmental Issues, Bureau of Economic Geology, 2010
 - EC 2010 Grantham: European Commission – Enterprise and Industry (Grantham J., Owens C., Davies E.) (2010). Improving Framework Conditions for Extracting Minerals for the EU. July 2010. URL: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/best-practices/sust-full-report_en.pdf [6.6.2011]
 - EC 2010 MMM: European Commission, Sector “Mining, metals and minerals”. Reference Documents. (last update: 31/10/2010). URL: http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/metals-minerals/documents/index_en.htm [6.6.2011]
 - EC 2011 MW: European Commission – Environment. Summary of EU legislation on mining waste, studies and other relevant EU legislation. Last updated: 18/02/2011, URL: <http://ec.europa.eu/environment/waste/mining/legis.htm> [6.6.2011]
 - EC 2011 S: European Commission – Environment, Last updated: 19/01/2011, URL: <http://ec.europa.eu/environment/seveso/review.htm> [5.6.2011] Review of Seveso II until June 2015
 - EC BREF: EC European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/> [6.6.2011]
 - EC LCA: European Commission – Joint Research Centre – Institute for the Environment and Sustainability: Life Cycle Thinking and Assessment. URL: http://lct.jrc.ec.europa.eu/index_jrc [16.6.2011]
 - EC NEEI: European Commission (2010). Natura 2000 Guidance Document. Non-endergy mineral extraction and Natura 2000. July 2010. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/nee_i_n2000_guidance.pdf [16.6.2011]
 - EIA cod: Publications Office of the European Union (2009). Council Directive of 27 June 1985 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment – including amendments. This document is meant purely as a documentation tool and the institutions do not assume any liability for its contents. June 2009. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1985L0337:20090625:EN:PDF> [10.6.2011]

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

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

<http://www.riverkeeper.org/wp-content/uploads/2010/09/Fractured-Communities-FINAL-September-2010.pdf> [16.6.2011]

- ODNR (2008). Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio. Ohio Department of Natural Resources, Division of Mineral Resources Management, September 1, 2008.
- OGP International Association of Oil & Gas Producers (2008). Guidelines for the management of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in the oil and gas industry. September 2008
- Ohio Department of Natural Resources (ODNR), Division of Mineral Resources Management. (2008). Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio. September 2008
- Osborn St. G., Vengosh A., Warner N. R., Jackson R. B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. April 2011
- PA DEP (2009). Proposed Settlement of Civil Penalty Claim, Permit Nos. 37-125-23165-00, Pennsylvania Department of Environmental Protection, September 23, 2009, URL: http://s3.amazonaws.com/propublica/assets/natural_gas/range_resources_consent_assessment090923.pdf
- PA DEP (2010). Department of Environmental Protection fines Atlas \$85000 for Violations at 13 Well sites, January 7, 2010, URL: <http://www.portal.state.pa.us/portal/server.pt/community/newsroom/14287?id=2612&typeid=1>
- Papoulias F. (European Commission, DG Environment) (2006). The new Mining Waste Directive towards more Sustainable Mining. November 2006. URL: <http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/taieux/presentations/Mining%20waste%20dir%20-%20Tallinn%2030-11-06.pdf> [6.6.2011]
- Patel 2011. French Minister Says "Scientific" Fracking Needs Strict Control, Tara Patel, Bolooombnerg News, 1st June 2011, see at <http://www.bloomberg.com/news/2011-06-01/french-minister-says-scientific-fracking-needs-strict-control.html>
- Penn State, College of Agricultural Science. (2010). Accelerating Activity in the Marcellus Shale: An Update on Wells Drilled and Permitted. May 2010. URL: <http://extension.psu.edu/naturalgas/news/2010/05/accelerating-activity>
- Petroleum Technology Alliance Canada (PTAC). (2011). Evolving Water Use Regulations British Columbia Shale Gas. 7th Annual Spring Water Forum May 2011
- Pickels, M. (2010). Moon's Atlas Energy Resources fined \$85K for environmental violations, January 09, 2010, URL: http://www.pittsburghlive.com/x/dailycourier/s_661458.html#ixzz1Q1X8kCXz
- PLTA (2010). Marcellus Shale Drillers in Pennsylvania Amass 1614 Violations since 2008, Pennsylvania Land Trust Association (PLTA), September 1, 2010, URL: <http://conserveland.org/violationsrpt>
- Quicksilver. (2005). The Barnett Shale: A 25 Year "Overnight" Success. May 2005
- Raestadt (2004). Nils Raestadt. Paris Basin – The geological foundation for petroleum, culture and wine, GeoExpoPro June 2004, p. 44-48, URL: http://www.geoexpo.com/sfiles/7/04/6/file/paris_basin01_04.pdf
- Resnikoff M. (2019). Memo. June 2010. URL: http://www.garyabraham.com/files/gas_drilling/NEWSNY_in_Chemung/RWMA_6-30-10.pdf
- RRC (2011) see Texas Railroad Commission (2011)

- Safak S. (2006). Discussion and Evaluation of Mining and Environment Laws of Turkey with regard to EU Legislation. September 2010. URL: <http://www.belgeler.com/blg/lgt/discussion-and-evaluation-of-mining-and-environment-laws-of-turkey-with-regard-to-eu-legislation-turk-maden-ve-cevre-kanunlarinin-avrupa-birligi-mevzuatiyla-karsilastirilmesi-ve-degerlendirilmesi> [6.6.2011]
- Schaefer (2010). Keith Schaefer, The Paris Basin Oil Shale Play, Oil and Gas Investments Bulletin, 30th December 2010, see at <http://oilandgas-investments.com/2010/investing/the-paris-basin-oil-shale-play/>
- Schein G.W., Carr P.D., Canan P.A., Richey R. (2004). Ultra Lightweight Proppants: Their Use and Application in the Barnett Shale: SPE Paper 90838 presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 26-29 September, Houston, Texas.
- Schuetz M (European Commission: Policy Officer Indigenous Fossil Fuels) (2010). Schiefergas: Game-Changer für den europäischen Gasmarkt? October 2010
- SDWA (1974). Safe Drinking Water Act, codified generally at 42 U.S.C. 300f-300j-25, Public Law 93-523, see art. 1421(d).
- SGEIS (2009) Supplemental Generic Environmental Impact Statement (SGEIS) prepared by the New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC), Division of Mineral Resources on the Oil, Gas and Solution Mining Regulatory Program, Well Permit Issuance for Horizontal Drilling and High-Volume Hydraulic Fracturing to Develop the Marcellus Shale and Other Low-Permeability Gas Reservoirs, Draft September 2009, URL: <http://dec.ny.gov/energy/45912.html>, and Final Report 2010, URL: <http://www.dec.ny.gov/energy/47554.html>
- Stapelberg H. H. (2010). Auf der Suche nach neuem Erdgas in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Oktober 2010
- Sumi L. (2008). Shale gas: focus on Marcellus shale. Report for the Oil & Gas Accountability Project/ Earthworks. May 2008
- Swanson V.E. (1960). Oil yield and uranium content of black shales, USGS Series Numbered No. 356-A, URL: <http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp356A>
- Sweeney M. B, McClure S., Chandler S., Reber C., Clark P., Ferraro J-A., Jimenez-Jacobs P., Van Cise-Watta D., Rogers C., Bonnet V., Shotts A., Rittle L., Hess S. (2010). Marcellus Shale Natural Gas Extraction Study - Study Guide II - Marcellus Shale Natural Gas: Environmental Impact. January 2010
- Talisman (2011). A list of all notices of violations by Talisman received from the PA DEP, are listed at URL: http://www.talismanusa.com/how_we_operate/notices-of-violation/how-were-doing.html
- TCEQ (2010). Health Effects Review of Barnett Shale Formation Area Monitoring Projects including Phase I (August 24-28, 2009), Phase II (October 9-16, 2009), and Phase III (November 16-20, 2009): Volatile Organic Compound (VOCs), Reduced Sulfur Compounds (RSC), Oxides of Nitrogen (NOx), and Infrared(IR) Camera Monitoring, Interoffice Memorandum, Document Number BS0912-FR, Shannon Ethridge, Toxicology Division, Texas Commission on Environmental Quality, January 27, 2010.
- Teßmer D. (2011). Stellungnahme Landtag NRW 15/621 zum Thema: "Unkonventionelle Erdgasvorkommen: Grundwasser schützen – Sorgen der Bürger ernst nehmen – Bergrecht ändern". Report on legal framework concerning exploitation of shale gas. May 2011.
- Texas Rail Road Commission (RRC). (2011). URL: <http://www.rrc.state.tx.us/>

-
- Thonhauser (2010): G. Thonhäuser. Presentation at the Global Shale Gas Forum, Berlin, 6-8th September 2010, Cited in "The Drilling Champion of Shale gas", Natural Gas for Europe, URL: <http://naturalgasforeurope.com/?p=2342>
 - Thyne G. (2008). Review of Phase II Hydrogeologic Study, Prepared for Garfield County, December 20, 2008, URL: http://cogcc.state.co.us/Library/Presentations/Glenwood_Spgs_HearingJuly_2009/GlenwoodMasterPage.html
 - Tiess G. (2011). Legal Basics of Mineral Policy in Europe – an overview of 40 countries. Springer, Wien, New York.
 - Total (2011). The main sources of unconventional gas, internet presentation of Total. URL: <http://www.total.com/en/our-energies/natural-gas-/exploration-and-production/our-skills-and-expertise/unconventional-gas/specific-fields-201900.html> [15.06.2011]
 - United States Environmental Protection Agency (EPA), Office of Research and Development. (2011). Draft Plan to Study the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources. February 2011
 - US EIA, (2011). World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the US, US- Energy Information Administration, April 2011. URL: <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/?src=email>
 - UWS Umweltmanagement GmbH. All relevant legislation on german and european level concerning environmental protection, security at work, emissions, etc. URL: http://www.umwelt-online.de/recht/wasser/ueber_eu.htm [6.6.2011]
 - Waxman H., Markey E., DeGette D. (United States House of Representatives Committee on Energy and Commerce) (2011). Chemicals Used in Hydraulic Fracturing. April 2011. URL: <http://democrats.energycommerce.house.gov/sites/default/files/documents/Hydraulic%20Fracturing%20Report%204.18.11.pdf> [6.6.2011]
 - Weber L. (2006). Minerals Policy in Austria in the Framework of EU Legislation. Presentation at TAIEX-Meeting Tallinn 2006. URL: http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/taix/presentations/Taix_tallinn_weber.pdf [6.6.2011]
 - WEC (2010). 2010 Survey of Energy Resources, World Energy Council, London, 2010, URL: www.worldenergy.org
 - WEO (2011). World Energy Outlook 2011, special report: Are we entering a golden age of gas?, International Energy Agency, Paris, June 2011, URL: http://www.worldenergyoutlook.org/golden_age_gas.asp
 - Witter R., Stinson K., Sackett H., Putter S. Kinney G. Teitelbaum D., Newman L. (2008). Potential Exposure-Related Human Health Effects of Oil and Gas Development: A White Paper, University of Colorado Denver, Colorado School of Public Health, Denver, Colorado, and Colorado State University, Department of Psychology, Fort Collins, Colorado, September 15, 2008.
 - Wolf (2009). Town of Dish, Texas, Ambient Air Monitoring Analysis, Final Report, prepared by Wolf Eagle Environmental, September 15, 2009, URL: www.wolfeagleenvironmental.com
 - Wood R., Gilbert P., Sharmina M., Anderson K. (2011). Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. January 2011
 - Zeeb H., Shannoun F. (2009). WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. World Health Organization (WHO) 2009

PRIEDAS. PERSKAIČIAVIMO KOEFICIENTAI

Lentelė. JAV matavimo vienetų sistema

Vienetas	SI sistemos vienetai
1 colis	2,54 cm
1 pėda	0,3048 m
1 jardas	0,9144 m
1 mylia	1,609344 km
1 kvadratinė pėda	0,09290341 m ²
1 akras	4 046,873 m ²
1 kubinė pėda	28,31685 L
1 kubinis jardas	0,7645549 m ³
1 akrinė pėda	1 233,482 m ³
1 JAV galonas	3,785412 L
1 naftos barelis	158,9873 L
1 bušelis	35,23907 L
1 svaras	453,59237 g
1 mažoji tona	907,18474 kg
Farenheitas (F)	$(5/9) * (F - 32) \text{ } ^\circ\text{C}$
1 britų šilumos kiekio vienetas (BTU)	1055,056 J

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

VIDAUS POLITIKOS GENERALINIS DIREKTORATAS

POLITIKOS DEPARTAMENTAS EKONOMIKOS IR MOKSLINIŲ TYRIMŲ POLITIKA **A**

Funkcija

Politikos departamentai – tai mokslinių tyrimų skyriai, teikiantys specializuotas konsultacijas komitetams, tarpparlamentinėms delegacijoms ir kitoms parlamentinėms įstaigoms.

Politikos sritys

- Ekonomikos ir pinigų politika
- Užimtumas ir socialiniai reikalai
- Aplinka, visuomenės sveikata ir maisto sauga
- Pramonė, moksliniai tyrimai ir energetika
- Vidaus rinka ir vartotojų apsauga

Dokumentai

Apsilankykite Europos Parlamento interneto svetainėje:
<http://www.europarl.europa.eu/studies>

FOTOGRAFIJŲ AUTORYSTĖS PRIPAŽINIMAS:
iStock International Inc.

