



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT

Kildagaasi ja –õli tootmismahud ja turud

Elektroenergeetika õppekava

Energiasüsteemide õppetool

Magistritöö

Õppetooli juhataja

dotsent Jako Kilter

Juhendaja

professor Arvi Hamburg

Lõpetaja

Elise Kopelman

Tallinn 2016

Töö kaitsmine

Lõputöö on kaitstud 2016. a hindele

Kaitsmiskomisjoni esimees (nimi ja allkiri)_____

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks elektroenergeetika erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Lõpetaja (allkiri ja kuupäev) _____

Lõputöö kokkuvõte

Autor: Elise Kopelman

Lõputöö liik: Magistritöö

Töö pealkiri: KILDAGAASI JA –ÕLI TOOTMISMAHUD JA TURUD

Kuupäev: 23.05.2016

69 lk

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Energeetikateaduskond

Instituut: Elektroenergeetika instituut

Õppetool: Energiasüsteemide õppetool

Töö juhendaja: professor Arvi Hamburg

Sisu kirjeldus:

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on uurida, millised on kildagaasi ja kildaõli varud maailmas, tootmismahud täna ja tulevikus ning võimalikud turud kildagaasile. Kildagaasi võimalike turgude väljaselgitamiseks on töös uuritud olulisemate hinnakomponentide osakaalu ja muutuseid, mis kildagaasi tootmisega kaasnevad, sh kulused puurkaevule ning tootmisega kaasnevaid tegevuskulusid. Lisaks on analüüsitud, kuidas tänane infrastruktuur toetab kildagaasi sisenemist uutele turgudele ning millised võimalused on gaasi transportimiseks. Töö lõpus tuuakse välja Balti riikide ja Soome regionaalse LNG terminali põhjendus.

Antud uurimustöö koostamine on vajalik, kuna Euroopa Liit on võtnud selge suuna üleminekule madala CO₂-heitega majandusele. Maagaasi nähakse peamise alternatiivina elektri, eeskätt bilansienergia tootmises ja transpordisektoris täna kasutatavatele fossiilkütustele. Kuna Euroopasse toimub maagaasi import peamiselt torujuhtmete kaudu ja paljuski sõltuvalt ühest gaasitarnijast, siis on energiajulgeoleku ja varustuskindluse seisukohalt äärmiselt oluline tagada erinevate gaasitarnijate ja -allikate olemasolu.

Järelduste tegemiseks on käesolevas magistritöös allikatena kasutatud mitmesuguseid internetiallikatest pärinevaid raporte ja aruandeid. Lisaks internetiallikatele on olulise informatsiooni allikatena kasutatud Euroopa Komisjoni, *Energy Information*

Administration, IHS poolt koostatud uuringuid ning aastaaruandeid. Teadusartikleid on kasutatud ScienceDirect andmebaasist.

Uurimustöö tulemustest selgub, et kildagaasi ja kildaõli tootmine levib järgnevate aastakümnete jooksul ka teistesse maailma piirkondadesse, peale USA. Euroopa huvi ei ole hakata esialgu ise kildagaasi tootma, küll aga rajatakse massiliselt juurde vastuvõtutermine, mis võimaldavad suuremahulisi gaasitarneid USAst Euroopasse. Sõltuvalt LNG osatähtsuse suurenemisega on suund ka maagaasile maailmaturu hinna kujunemisel. Lähtudes poliitilistest sündmustest minevikus, on energiapuuduse tagamise seisukohalt äärmiselt vajalik Euroopa gaasitarbijate mitmekesistamine ning Balti riikide ja Soome LNG regionaalse terminali olemasolu.

Märksõnad: kildagaas, kildaõli, tootmismahud, hind, tootmiskulud, energiapuudus, potentsiaalsed turud, kütuse transport, vedeldatud maagaas (LNG), LNG terminal

Summary of the Diploma Work

<i>Author:</i> Elise Kopelman	<i>Kind of the work:</i> Master's thesis
<i>Title:</i> Production volumes and markets of shale gas and tight oil	
<i>Date:</i> 23.05.2016	69 pages
<i>University:</i> Tallinn University of Technology <i>Faculty:</i> Power Engineering <i>Department:</i> Electrical Power Engineering <i>Chair:</i> High Voltage Engineering	
<i>Tutor(s) of the work:</i> Professor Arvi Hamburg	
<p><i>Abstract:</i></p> <p>The aim of this master thesis is to examine, how big are the reserves of shale gas and tight oil in the world, the production volumes of today and in the future and the potential markets for shale gas. For the identification of potential markets for shale gas the thesis researched the proportions and changes of the most important price components, which accompany the production of shale gas, including the cost of production of driven wells and associated operational costs. In addition, the thesis has observed how does the infrastructure of today favour the entering of shale gas to new markets and what are the possibilities of transportation of the gas. At the end of the thesis, the justification of the regional terminal to the Baltic states and Estonia will be presented.</p> <p>The research is important, because, the European Union has taken a quite clear direction for the transition to low-carbon economy. Natural gas is seen as the main alternative to the fossil fuels used in the generation of electricity today. As the import of natural gas to Europe takes place mainly through pipelines and is in many ways depending on a single gas supplier, then it is very vital from the stance of energy security to provide various sources of gas suppliers.</p> <p>To draw conclusions, the present master thesis has used various reports and statements of the European Commission and other different energy enterprises. The research articles are used from the database of ScienceDirect. In addition to the internet sources, the <i>Energy Information Administration</i> has been used as an important source of information, surveys</p>	

and annual reports compiled by IHS.

The research results indicate, that the production of shale gas and tight oil will spread to other parts of the world, besides USA in the upcoming decades. Europe is not interested in the production of shale gas itself initially, but there are constructions of massive receiving terminals being built, which will enable large-scale deliveries of gas from USA to Europe. Depending on the growth of the LNG importance there is a direction to the formation of world price of natural gas. On the basis of the political events in the past, it is critical for the energy security to diversify the European gas suppliers and for Estonia, the existence of regional LNG terminal.

Key words:

Shale gas, tight oil, production volumes, price, production costs, energy security, potential markets, transportation, liquefied natural gas (LNG), LNG terminals

Sisukord

Lõputöö ülesanne.....	10
Teema põhjendus:	10
Töö eesmärk:	11
Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:.....	11
Lähteandmed:	12
Eessõna	13
Lühendite ja sümbolite loetelu	14
Sissejuhatus.....	15
1. Kildagaasi ja kildaõli varud	17
1.1 Kildagaasi ja –õli varud.....	17
1.2 Tänapäevased kildagaasi ja kildaõli tootmismahud	19
1.3 Kildagaasi ja kildaõli tootmiskaotuste prognoos	21
2. Kildagaasi ja kildaõli tootmistehnoloogia	25
2.1 Hüdrauliline frakkimine	25
2.2 Vedela lämmastiku kasutamine frakkimisel	27
3. Kildagaasi ja kildaõli tootmise maksumus.....	28
3.1 Kulud puurkaevule USAs.....	29
3.2 Kildagaasi ja –õli tootmisega kaasnevad tegevuskulud USAs.....	30
3.3 Kildagaasi tootmiskulud Euroopas.....	31
3.4 Kildaõli vs toornafta tootmiskulud.....	32
4. Kildagaasi ja –õli võimalikud turud	34
4.1 Kildagaasi ja –õli võimalikud turud	34
4.1.1 Aasia turg	36
4.1.2 Euroopa turg	36
4.1.3 Kariibi ja Kesk-Ameerika turud	38
4.1.4 Turg maagaasi vedelikele.....	38
4.1.5 Transpordisektor kui uus turg gaasile	39
4.2 Transpordiskeemid ja infrastruktuur	39

4.2.1	<i>Infrastruktuur</i>	39
4.2.2	<i>Transport</i>	40
4.3	Vastuvõtuterminalid	41
5.	Kildagaasi ja -õli konkurentsivõime	44
5.1	Konkurentsivõime madala maagaasi ja nafta hinna juures	44
5.2	Konkurents torugaasiga.....	45
6.	Olulisus energiajulgeoleku tagamisel	47
7.	LNG regionaalse terminali, asukohaga Eestis, põhjendatus	51
	Lõputöö kokkuvõte	55
	Kirjandus	59
	Lisad	65
L.1.	Tehniliselt kättesaadavad kildagaasi ja kildaõli varud.....	65
L.2.	Kildagaasi puuraukude jaotus Euroopas	67
L.3.	USA maagaasi eksport riigiti, miljonites kuupjalgades	68

Lõputöö ülesanne

Lõputöö teema:	Kildagaasi ja –õli tootmismahud ja turud
Üliõpilane:	Elise Kopelman, 144154
Lõputöö juhendaja:	Arvi Hamburg
Õppetool:	Energiasüsteemide õppetool
Õppetooli juhataja:	Jako Kilter
Lõputöö esitamise tähtaeg:	27.05.2016

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Õppetooli juhataja (allkiri)

Teema põhjendus:

Iga aastaga kasvab maailmas energiavajadus. Gaasi ja nafta roll selle katmisel on märkimisväärne. Kuna ühel hetkel fossiilkütuste vajalikud varud lõpevad või on põhjuseks kõrged hinnad või energiasõltuvus ebastabiilsetest tarnijatest, on eelkõige USA otsinud alternatiive traditsioonilisel viisil toodetud maagaasi ja nafta asendamiseks kildagaasi ja kildaõliga.

Käesolev teema on aktuaalne eelkõige põhjusel, et elame kiiresti muutuv ja ebastabiilses poliitilises keskkonnas, kus energiajulgeolek ja energia hind omab kõigi jaoks olulist rolli. Kuna Euroopasse toimub maagaasi import peaaesjalikult torujuhtmete kaudu ja paljuski sõltuvalt ühest gaasitarnijast, siis on energiajulgeoleku seisukohalt äärmiselt oluline tagada erinevate gaasitarnijate ja -allikate olemasolu. Euroopa gaasivarud on piiratud ja Taanis, Hollandis ammendumisel, seetõttu on eelkõige Euroopa ülesanne mitmekesistada tarneaallikaid. USA prioriteet on suurendada kodumaiste kütuste osakaalu ja avardada selle ekspordivõimalusi. Kildagaasi ja –õli varude ammutamise tehnoloogia on viimasel kümnendil märkimisväärselt arenenud ja muutunud traditsioonilise tootmistehnoloogiaga konkurentsivõimeliseks, mis võimaldab võtta kasutusele suured leiukohad ning tekitada globaalselt uus turusituatsioon.

USAs on kildagaasi revolutsiooni tagajärjel langenud gaasi hind oluliselt Euroopast madalamale. Kuna riikide suundumus on varustuskindluse suurendamisele, energiajulgeolekule ning konkurentsivõimelise energia hinna tagamisel tarbijale, siis on taastuvate energiaallikate kasutamise suurendamise kõrval üheks suunaks mittekonventsionaalsete kütuste kasutamine.

Esimesest kildagaasi vaimustusest on tänaseks mõned aastad mööda läinud. Sellega seoses on oluline analüüsida, kuidas on kildagaasi ja –õli tootmismahud muutunud, milline on nende hinnavõrdlus traditsioonilisel tootmistehnoloogial toodetud nafta- ja gaasihindadega ning milliseks võib turumaht kujuneda tulevikus. Seejuures on vajalik analüüsida kildanafta ja –gaasi hinnakujunduse komponentide osakaalu ja muutusi, võimalike turgude olemasolu ja laienemisvõimalusi.

Vaadeldavate kütuseliikide konkurentsivõime avaldab olulist mõju elektritootmisele ja seda just taastuvatel energiaressursidel baseeruva juhusliku elektritoodanguga elektrisüsteemis kiireltkäivituva bilansienergia tootmiseks. Samuti transpordisektoris nii keskkonda kui tarbimismahtu arvestades on kildagaas kas LNG või surugaasi olekus perspektiivsed kütused ja miks mitte ka biogaasituru ettevalmistajateks.

Informatsioon võimalike kütuseliikide turukõlblikkuse kohta on vajalik nii riigile energiapoliitika kujundamisel kui investorile investeerimisotsuste kavandamisel.

Töö eesmärk:

Töö eesmärgiks on uurida, millised on kildagaasi ja –õli varud, tootmismahud täna ja tulevikus ning võimalikud turud.

Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

1. Kus ja millised on kildagaasi ja –õli varud?
2. Milline on täna kildagaasi ja –õli tootmistehnoloogia?
3. Millised on kildagaasi ja –õli tootmismahud täna ja prognoos tulevikuks.
4. Hinnakomponentide osakaal ja võimalikud muutused.
5. Kildagaas ja –õli võimalikud turud, transpordiskeemid ja -tehnoloogia, vastuvõtuterminalid.
6. Konkurents torugaasiga.
7. Olulisus energiajulgeoleku tagamisel.

8. LNG regionaalse terminali põhjendus.

Lähteandmed:

- Teadusartiklid internetiandmebaasidest
- Erinevate energeetikaorganisatsioonide poolt avaldatud aruanded ja raportid
- Statistika

Eessõna

Antud magistritöö teema valik oli ajendatud autori isiklikust huvist maagaasi ja kütusesektori vastu. Magistritöö teema ja pealkirja formuleerimisel oli abiks Tallinna Tehnikaülikooli energeetikaosakonna professor Arvi Hamburg.

Töö autor soovib tänada juhendajat, Arvi Hamburgi, kes suunas ja abistas magistritöö kirjutamise vältel.

Elise Kopelman

Sütiste tee 26 – 14, Tallinn 13411

+372 58 181 205

Elise.kopelman@gmail.com

Lühendite ja sümbolite loetelu

Kuupjalg - üks kuupjalg on ligikaudu võrdeline 0.02831685 kuupmeetriga [1]

Btu – British Thermal Unit – energia hulk, mis võrdub 1055 J [2]

mmBtu – üks miljon Btu

Maagaasivedelikud – vedelad või veeldatud süsivesinikud. Maagaasivedelike hulka kuuluvad etaan, propaan, butaan, isobutaan, pentaan [3]

LNG – Liquefied Natural Gas - veeldatud maagaas

CNG – Compressed Natural Gas - kokku surutud maagaas [4]

Sissejuhatus

Globaalse rahvaarvu kasvuga ning sellega parallelselt areneva tööstussektoriga kasvab maailma energiavajadus iga aastaga. Järgnevate aastakümnete jooksul on tarvis järjest rohkem energiat, et võimaldada maailma majanduse kasvu. Euroopa Liit on võtnud selge suuna üleminekule madala CO₂-heitega majandusele. Eesmärgiks on seatud kasvuhoonegaaside vähendamine 80 – 95% võrreldes 1990.a. Seatud eesmärki aitab saavutada eelkõige puhtam energiatootmine ning energiaefektiivsus. Analüütikute hinnangul kaetakse tulevikus energiavajadus peamiselt maagaasi ja taastuvate energiaallikatega. Maagaasi kasutamise kasv saab olla märkimisväärne, kuna seda toetab tänane keskkonnapoliitika.

Kuna Euroopasse toimub maagaasi import peaaesjalikult torujuhtmete kaudu ja paljuski sõltuvalt ühest gaasitarnijast, siis on energiapuuduse seisukohalt äärmiselt oluline tagada erinevate gaasitarnijate ja -allikate olemasolu. Euroopa gaasivarud on piiratud ja Taanis, Hollandis ammendumisel, seetõttu on eelkõige Euroopa ülesanne mitmekesistada tarneaallikaid. Kuna riikide suundumus on varustuskindluse suurendamisele, energiapuudusele ning konkurentsivõimelise energia hinna tagamisele tarbijale, siis on taastuvate energiaallikate kasutamise suurendamise kõrval üheks suunaks mittekonventsionaalsete kütuste kasutamine.

Ameerika Ühendriigid on olnud aastaid gaasi importija rollis. Viimaste aastate jooksul on pilt oluliselt muutunud. Seda eelkõige põhjusel, et avastatud on suured kildaalad ning kildagaasi ja kildaõli on hakatud gaasivajaduse rahuldamiseks tootma. Täna on USA prioriteet suurendada kodumaiste kütuste osakaalu ja avardada selle ekspordivõimalusi. Kildaenergia buum on levinud ka Euroopasse, kus on uuritud kildaenergia varusid ning tootmisvõimalusi. Kuna Euroopa Liidu poliitika suundumuseks on energiaefektiivsuse kasv, puhtam tootmine ning energiapuuduse tagamine, siis saab olla variandiks hakata tootma kildagaasi. Hetkel nähakse Euroopa Liidu riikides kildagaasi tootmisele rohkelt vastuargumente.

Olukorra tõttu, kus energiapuudus on esiplaanil, tuleb otsida uusi võimalusi, kuidas katta kodumaist gaasivajadust. Kindlasti on siinkohal äärmiselt oluline gaasi hind, mida tarbija maksma peab. Euroopa Liidu riikides kasutatakse kõige enam gaasi elektri tootmiseks ning tööstussektoris, mis tähendab, et kulud kütusele on nendes sektorites äärmiselt olulised, mõjutades suuresti ettevõtete ja riigi investeerimisotsuseid, sh ka finants- ja tootmisprognoose.

Tänane turuolukord on võrreldes paari aasta tagusega oluliselt muutunud. Kui veel mõned aastad tagasi ulatus naftabarreli hind 140 USD, siis tänaseks on olukord kardinaalselt muutunud ning hind kõigub 45 USD/barrel juures. Sellest tulenevalt on vajadus vaadata, millised on kildagaasi ja kildaõli tootmiskulud ning kuivõrd konkurentsivõimeline ja kasumlik neid tänases turuolukorras toota on.

Sellest tulenevalt on käesoleva magistritöö eesmärgiks uurida, millised on kildagaasi ja kildaõli varud maailmas, tootmismahud täna ja tulevikus ning võimalikud turud. Töö käigus püütakse leida vastused küsimustele, mis on seotud kildagaasi ja kildaõli teadaolevate varude ja mahtudega. Vaadatakse, millised on enamlevinud tehnoloogiad kildagaasi tootmiseks. Samuti uuritakse, kuidas kujuneb kildagaasi hind, sh milliseid hinnakomponente see sisaldab. Analüüsitakse, millised on potentsiaalsed turud kildagaasile ja -õlile. Samuti on oluline uurida, kas tänane infrastruktuur ja transpordivõimalused toetavad ülemaailmseid gaasitarneid. Kuna lõpptarbija jaoks on oluline hind, siis on vajalik uurida, kas ja millistel tingimustel on veeldatud maagaas konkurentsivõimeline torugaasiga ning milline roll on kildagaasil energiajulgeoleku tagamisel. Töö lõpus püütakse leida põhjandatus regionaalsele LNG terminalile, asukohaga Eestis. Magistritöö kirjutamisel on allikatena kasutatud peamiselt erinevate energiavaldkonnas tegelevate ettevõtete poolt välja antud raporte, uuringuid ja statistikat. Kasutatud teadusartiklid pärinevad ScienceDirect andmebaasist.

Magistritöös olev teema on käesoleval ajal väga asjakohane, kuna elame kiiresti muutuv ja ebastabiilses poliitilises keskkonnas, kus energiajulgeolek ja energia hind omab kõigi jaoks olulist rolli. Täna on Venemaal võimalus gaasihindadega manipuleerida, kuna omab olulist turuosa. Balti riikide jaoks on energiajulgeolek väga suure olulisusega, kuna valdavalt tarnitakse gaasi ühest riigist. Samuti annab põhjust muretsemiseks Venemaa ja Ukraina vahelised lahkkelid. Kuna Ukraina on oluline transiitriik, siis on siinkohal tervel Euroopal põhjust muret tunda. Samuti on maagaas leidmas järjest enam kasutust transpordisektoris ning sellest tulenevalt on asjakohane uurida, millised arenguvõimalused antud vallas eksisteerivad.

Käesolev töö on jagatud teemade järgi kaheksasse peatükki ning töö sisaldab lisasid.

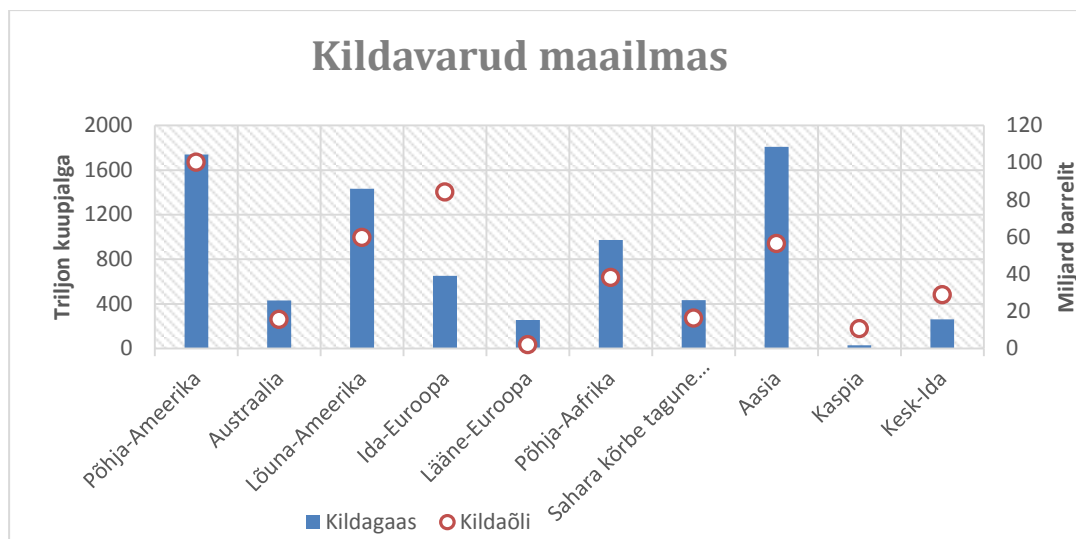
Tallinna Tehnikaülikoolis on kirjutatud varasemalt lõputöösid maagaasi turge ja tururegulatsioone käsitletavatel teemadel. Mittekonventsionaalsete kütuste, täpsemalt kildagaasi ja kildaõli tootmismahute, konkurentsivõimet ja võimalikke turge puudutavatel teemadel ei ole Tallinna Tehnikaülikoolis autorile teadaolevalt kirjutatud. Sellest tulenevalt on teema käsitus Tallinna Tehnikaülikoolis esmakordne.

1. Kildagaasi ja kildaõli varud

Kildagaasist on saanud USA märkimisväärselt oluline maagaasi allikas viimase kümnendi jooksul. Sellest tulenevalt on levinud huvi kildaenergia vastu ka mujale maailmasse. Kildagaasi ja –õli potentsiaal on maailmas väga suur. Iga aastaga lisandub uut informatsiooni uutest leiukohtadest. 2013. aasta *Energy Information Administration* hinnangu kohaselt on maailmas teadaolevalt kasutatavat kildagaasi varu 7576,6 triljonit kuupjalga ja kildaõli varu 418,9 miljardit barrelit. Alljärgnevalt käsitletakse tehniliselt kättesaadavaid varusid. Tehniliselt kättesaadavad varud hõlmavad gaasi ja õli mahtusid, mida on võimalik kätte saada olemasoleva tehnoloogiaga, jättes välja majanduslikud aspektid nagu gaasi ja õli hinnad ning tootmiskulu. [5]

1.1 Kildagaasi ja –õli varud

Kildagaasi ja kildaõli varud ei ole maailmas jaotunud ühtlaselt. 2013. aastal koostatud USA *Energy Information Administration* raport hindas 41 riigi kildagaasi ja –õli tehniliselt kättesaadavaid varusid. Kuigi paljudes riikides on uuritud kildaenergia potentsiaalset varu, on ainult vähesed riigid seda tootma hakanud. Joonisel 1 on toodud andmed kildaenergia ressurssidest maailmas. Lisas 1 on toodud kildagaasi ja kildaõli varud riigiti. Selgelt joonistub välja, et kõige enam on kildagaasi varu Põhja –Ameerikas, Aasias ning Lõuna – Ameerikas. Euroopas puuduvad nii suured varud, kuigi potentsiaal on olemas ka siin. Euroopa riikidest omab kõige suuremaid kildagaasi varusid Venemaa, Poola ja Prantsusmaa. Kaks kolmandikku tehniliselt kättesaadavatest kildaõli varudest on koondunud Venemaale, USAsse, Hiinasse, Argentiinasse, Liibüasse ja Venetsueelasse. [5]



Joonis 1 Kildagaasi ja -õli tehniliselt kättesaadavad varud maailmas [5]

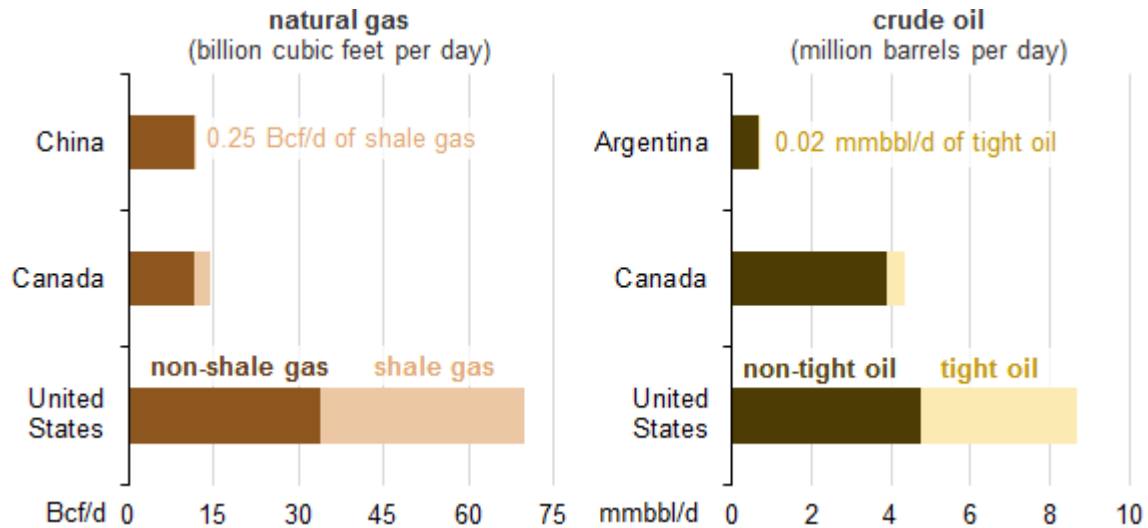
Kaks kolmandikku tehniliselt kättesaadavatest kildagaasi varudest on koondunud Ameerika Ühendriikidesse, Hiinasse, Argentiinasse, Kanadasse ja Mehhikosse. Hiinal on maailma kõige suurem kildagaasi varu ning seetõttu püüavad paljud globaalsed ettevõtted alustada seal piirkonnas gaasi tootmist ning saada oma valdustesse kõige paremad alad. Paraku on Hiinal ka mitmeid probleeme, mis takistavad kildagaasi tootmist. Kildagaasi tootmine nõuab tänase tehnoloogia juures tohutut veeressurssi. Enamus kildavarudest on koondunud just kuivadele lääne ja edela Hiina aladele ning asuvad väga sügaval. Kuna horisontaalset puurimist tuleb teostada üsna pikalt, siis on oht kihi kokkuvarisemiseks olemas. Ka puudub Hiinas vajalik infrastruktuur suuremahuliseks gaasi töötlemiseks. Hetkel on hinnatud, et USA geoloogia on kõige sobivam kildagaasi tootmiseks. [6]

Euroopas on kildaressurss samuti laialt levinud. Hinnangute kohaselt on Poolas tehniliselt kättesaadavat kildagaasi varu 145,8 triljonit kuupjalga, Ukrainas 127,9 triljonit kuupjalga, Prantsusmaal 136,7 triljonit kuupjalga. Samuti paiknevad ulatuslikud kildagaasi ressursid Venemaal, Taanis, Suurbritannias. Mõnes reservuaaris on võimalik saada ka kildaõli. Lääne – Euroopa riikidest on kõige enam kildaõli varusid Prantsusmaal ja Hollandis. [7] [5]

Aastatega on avastatud järjest uusi kildagaasi ja -õli leiukohti. Võib olla kindel, et tehnoloogia arenedes lisandub täiendavaid kildagaasi ja kildaõli varusid veelgi ning antud hinnang ei ole kindlasti lõplik.

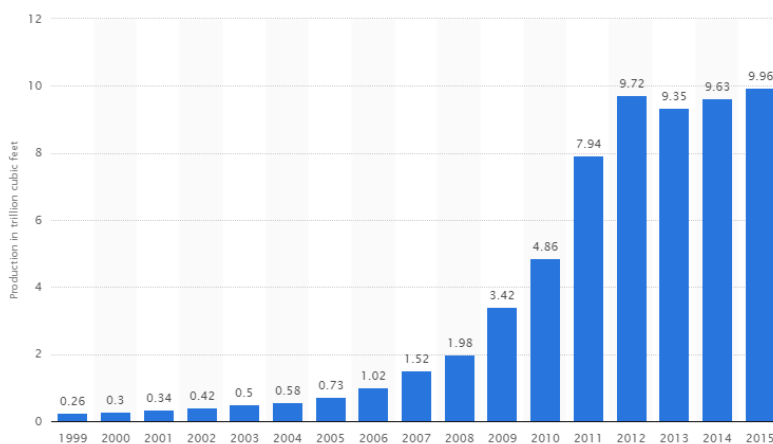
1.2 Tänapäevased kildagaasi ja kildaõli tootmismahud

USA, Kanada, Hiina ja Argentiina on ainsad riigid maailmas, kes toodavad kildaõli või kildagaasi ekspordi eesmärgil. USA on selles osas vaieldamatult number üks tootja mõlema kütuseliigi hulgas. [8] Joonisel 2 on toodud nelja riigi kildagaasi ja kildaõli tootmismahud.



Joonis 2 Konventsionaalsete ja mittekonventsionaalsete kütuste tootmismahud 2014.aastal [9]

Kanada on peale Ameerika Ühendriike teine riik, kes toodab mõlemat – nii kildagaasi kui kildaõli. Hiina toodab väikeses mahus vaid kildagaasi ning Argentiina seejuures väikeses mahus vaid kildaõli. Kõik nimetatud riigid suurendasid 2014.aastal tootmismahutusi ning seejuures kasvas mittekonventsionaalsete kütuste tootmismahut tunduvalt suuremal kiirusel kui konventsionaalsete kütuste tootmismahud.



Joonis 3 USA kildagaasi tootmismahud 1999 – 2015 [10]

Võrreldes 2000.a on USA kildagaasi tootmismahud muljetavaldavalt suurenenud, ulatudes 2015.a 9,96 triljoni kuupjalani aastas. Ameerika Ühendriikides on kõige suurem kildagaasi tootmise kasv toimunud *Marcellus*’e alal Pennsylvanias, kus kildagaasi tootmine on viimase kolme aastaga enam kui kolmekordistunud. Kui 2011.a toodeti keskmiselt 4,8 miljardit kuupjalga kildagaasi päevas, siis 2014.a oli keskmine kogus päevas 14,6 miljardit kuupjalga. Enamus kildaõli tootmismahudest pärinevad *Eagle Ford*’i kildaalalt Lõuna-Texases ja *Bakken*’i kildaalalt Põhja-Dakotast. *Bakken*’i piirkonnas on tootmismahud suurenenud ligi 2,5 korda võrreldes 2011.aastaga. [9] [10]

Kanadas toodetakse kildaõli *Alberta and Saskatchewan* piirkonnas. Võrreldes 2011.a olid Kanada kildaõli tootmismahud kahekordistunud 2014.aastaks. Kui 2011.aastal toodeti 0,2 miljonit barrelit päevas, siis 2014.aastal oli see 0,4 miljonit barrelit päevas, moodustades enam kui 10% kogu Kanada toornafta toodangust. Sarnaselt on kasvanud ka kildagaasi tootmismahud: 2011.a toodeti 1,9 miljardit kuupjalga kildagaasi, 2014.a. mais juba 3,9 miljardit kuupjalga. [9] [11]

Hiinas moodustas 2014.a kildagaas 1,5% kogu maagaasi toodangust. Viimase kolme aasta jooksul on Hiinas puuritud üle 200 puurkaevu ning Argentiinas rohkem kui 275 puurkaevu. Argentiina riiklik naftafirma YPF tootis 2014.a umbes 20 000 miljonit barrelit kildaõli päevas. 2015.a aprilliks oli see number juba 22 900 miljonit barrelit päevas. Mõlemal riigil on märkimisväärselt suur potentsiaal kildaõli ja –gaasi tootmismahude suurendamiseks. [9] [12]

Euroopas jääb kildaenergia areng ja kasutamine täna üsna kesiseks. Kildagaasi tootmine on väga madal erinevate põhjuste tõttu. Eelkõige on takistavateks teguriteks tootmise käigus ja hilisemalt kaasnedavad keskkonnamõjud. Puuritud on või planeeritakse lähitulevikus puurida vähemalt 132 kildagaasi puurauku. Lisas 2 on toodud riigiti puuritavad puuraugud. [13]

Tänaseks päevaks on Poola ainuke riik Euroopas, kus on reaalsed kildagaasi uurimused läbi viidud. Viimase kuue aasta jooksul on puuritud umbes 60 puurkaevu, millest viimased annavad lootust edaspidiseks eduks selles osas. 2015.a kinnitas Poola valitsus, et lähiajal võiks kildagaasi tootmine peale hakata, kuid tänaseks päevaks seda juhtunud veel pole. Inglismaa valitsus toetab samuti tugevalt kildagaasi uurimist ja tulevikus tootma hakkamist. Täna jääb seal veel asi seadusandluse ja keskkonnauuringute taha. Saksamaal on üsna tugev vastasseis tänasele kildagaasi tootmistehnoloogiale - hüdrofrakkimisele ning eelkõige põhjusel, et USAs on see põhjustanud rohkelt negatiivset keskkonnamõju. Rumeenias anti

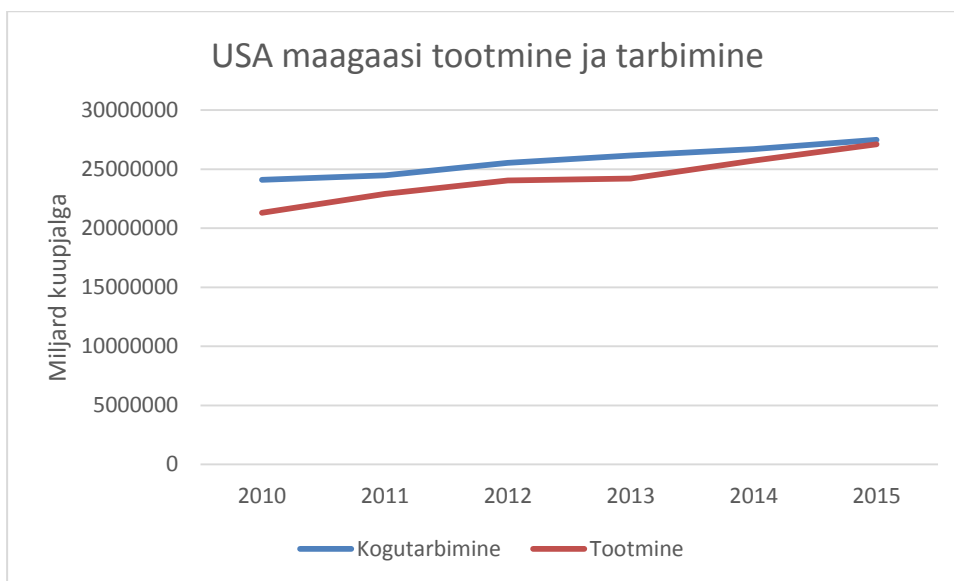
2013.a lõpus luba kildagaasi uurimiseks. Prantsusmaal ja Bulgaarias on kehtestatud moratoorium ning Ukraina on hetkel peatunud oma kildagaasi arengud, mis on tulenenud teravnenud suhetest Venemaaga.

Võrreldes USA-ga on Euroopas tunduvalt keerulisem alustada uuringuid kildagaasi tootmiseks ning veel keerulisem seda tootma hakata. Peamisteks põhjusteks on kaasnevad negatiivsed keskkonnamõjud USA näitel ning puudulik seadusandlus. 2014.a kirjutas Euroopa Komisjon ette tagatavad keskkonnakaitsekselised miinimumnõuded. Riigid, kes soovivad teostada erinevaid uuringuid või puurimistöid on kohustatud oma kodumaal antud põhimõtteid järgima [14].

Kuigi realselt toodetakse maailmas kildaõli või –gaasi vaid nimetatud neljas riigis, siis on mitmetes riikides märkimisväärne kildaressurs alles uurimisjärgus.

1.3 Kildagaasi ja kildaõli tootmismahdade prognoos

USA on varemalt rahuldanud kodumaist gaasinõudlust imporditava gaasiga. Alles viimastel aastatel, peale kildaenergia buumi, on saanud võimalikuks gaasi eksportimine riigist välja.

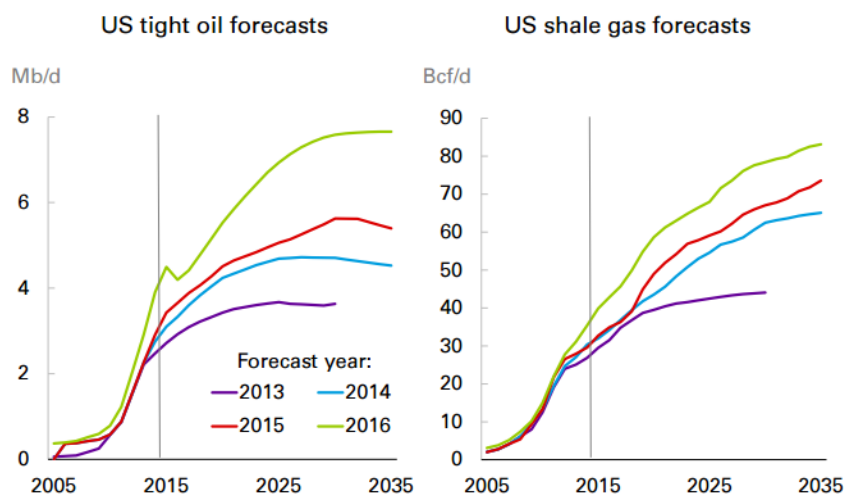


Joonis 4 USA maagaasi tootmine ja tarbimine 2010 – 2015 [15] [16]

USAs kasutatakse maagaasi peamiselt elektri tootmisel ning tööstussektoris. Iga aastaga sõltub USA aina vähem imporditavast gaasist ning erinevate hinnangute kohaselt saab Ameerika Ühendriikidest juba varsti gaasi neto-eksportija. Selline suur muutus on tulenenud kildagaasi tootmisest.

2016.a alguses avaldatud energiakompanii BP aruande kohaselt läheb USA kildagaasi revolutsioon järgmise kahekümne aasta jooksul globaalseks. Aruandes prognoositakse, et kildagaasi tootmismahud kasvavad ülemaailmselt igal aastal 5,6% ning aastaks 2035 tuleb pool kildagaasi tootmismahudest väljastpoolt Ameerika Ühendriike. Nähakse, et Hiina võtab üle tänase USA positsiooni. [17]

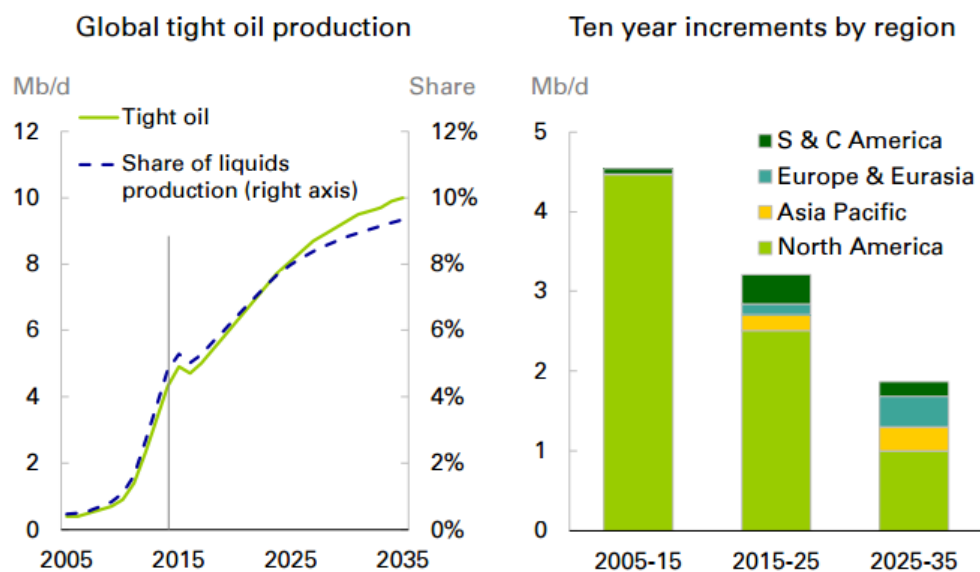
USA kildaressurssi on korduvalt ümber hinnatud. Põhjuseid on mitmeid. Iga aastaga lisandub uut informatsiooni kildagaasi ja -õli leiualadest, samuti on ümberhindamisele aidanud kaasa tehnoloogiline innovatsioon. Alloleval joonisel on toodud prognoositud tootmismahud kuni 2035.a.



Joonis 5 USA kildaõli ja kildagaasi tootmismahude prognoos aastani 2035 [17]

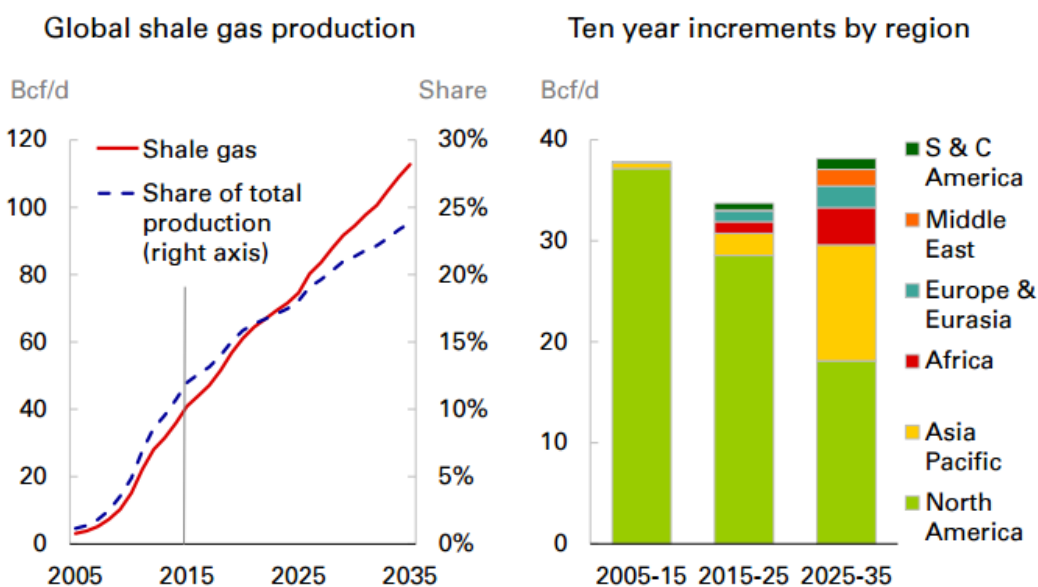
Kui 2013.a hinnangul oli USA kildaõli päevane tootmismahud ca 3,6 miljonit barrelit 2035.aastaks, siis see tootmiskogus ületati tegelikkuses juba 2014.aastal. Peale mahtude ümberhindamist jõuab kildaõli tootmismahud kõige uuemate andmete kohaselt 2030.aastaks pea 8 miljoni barrelini päevas.

Sarnaselt on prognoositud ka kildagaasi päevane tootmismahud ca 2 korda kõrgemaks kui aastal 2013. Prognoositakse, et USA kildagaasi tootmismahud kasvavad 4% aastas. Selle kohaselt peaks 2035.a moodustama kildagaas 75% kogu USA gaasi toodangust ning pea 20% maailma toodangust. Prognooside kohaselt saab USAst kümnenäi lõpuks gaasi netoeksportija. Samas nähakse, et Euroopa ja Hiina gaasi import seevastu suureneb edasi.



Joonis 6 Globaalne kildaõli tootmismahud ja juurdekasv [17]

Globaalse kildaõli tootmismahu suurenemist nähakse samuti iga aastaga. Aastaks 2035 peaks kildaõli tootmismahud olema natukene alla kahe korra suurenenud, jõudes kümne miljoni barrelini päevas. Kuigi kildaõli tootmismahud on prognoositud suurenema, siis kõikidest vedelkütustest moodustab kildaõli 2035.a vaid 10%. Prognooside kohaselt aeglustub USA panus kildaõli tootmismahudes iga aastaga tingituna piiratud ressursibaasist ning 2035.a tuleb tootmismahude juurdekasv peaaesjalikult Aasia ning Euroopa riikidest.



Joonis 7 Globaalne kildagaasi tootmismahud ja juurdekasv [17]

Kui täna moodustab globaalselt kildagaas kogu gaasi toodangust ligi 10-11%, siis 2035.a prognoositakse, et kildagaasi osakaal on jõudnud pea 20%-ni. Sarnaselt kildaõli tootmismahitudele langeb ka kildagaasi osas USA panus ning 2035.a tuleb suur osa mahust väljapoolt Ameerika Ühendriike. Olulise panuse andjana nähakse eelkõige Hiinat. [17]

Kuigi täna toodavad kildagaasi ja kildaõli vaid vähesed riigid, siis prognooside kohaselt hakatakse mõlemat tootma olulises mahus juba järgmise kümne aasta jooksul ka mujal maailmas. Mida aeg edasi, seda innovaatilisemaks muutuvad tootmistehnoloogiad ja võimalused, mis sobivad paremini konkreetse riigi omapäradega.

2. Kildagaasi ja kildaõli tootmistehnoloogia

Kildagaasi tootmine on meelitanud paljusid investoreid ning teadlasi arendamaks tootmistehnoloogiat ja tööstust ning uurimaks, kuidas kildaenergiat efektiivselt kasutada. Kildagaasi varud on maailmas üsna laialdased, kuid erinevate põhjuste tõttu ei toodeta seda täna mitte igas riigis, kus ressursi leidub. Kildagaas ja kildaõli kuuluvad mittekonventsionaalsete kütuste hulka põhjusel, et neid on tehniliselt keerulisem ja kallim kätte saada, kui traditsioonilisel viisil toodetavaid kütuseid. Peamine meetod, mida täna kõige laialdasemalt kildagaasi ja õli tootmiseks kasutatakse, on hüdrauliline frakkimine. Lisaks on veel mitmeid välja töötatud tehnoloogiaid, kuid mis pole rakendust leidnud erinevate põhjuste tõttu. Näidetena võib tuua kivimite lõhestamise suruõhuga, düünamiliste laengutega, elektriga jne [18].

Järgnevalt kirjeldatakse täna kõige enam kasutatavat tehnoloogiat ning tulevikus tõenäoliselt kõige potentsiaalsemana näivat tehnoloogiat.

2.1 Hüdrauliline frakkimine

Nii kildagaasi kui õli toodetakse sama tehnoloogiaga. Alates 2008.a on USAs hakatud mittekonventsionaalse gaasi ja õli kättesaamiseks kasutama hüdraulilist kivimite purustamist massiivis ehk frakkimist. Kuna tavapäraselt on kiltkivi väga madala vee- ja gaasijuhitavusega kivim, siis sellest tulenevalt ilma frakkimata kiltkivi poorides olev gaas ei eraldu.

Tegemist on tehnoloogiaga, kus tuleb puurida 2 – 4 km sügavusele vertikaalne puurauk, peale mida puuritakse vertikaalsest puuraugust mitme kilomeetri pikkused horisontaalsed harud. See on võimalik tänu suundpuurimise tehnoloogiale. Edasi toimub kiltkivi lõhestamine, mida teostatakse puur-lõhketööde abil. Enne lõhkamistöid kaetakse puuraugu vertikaalsed ja horisontaalsed osad terasest manteldusega ja tsementeeritakse. Mitmekordselt manteldatud puurauku sisestatakse kapsel lõhkeainelaengutega, millega lõhutakse toru ja kivim toru lähedal.

Edasi juhitakse tekkinud lõhedesse kõrgrsurvepumpadega vesi, liiv ja kemikaalid (peamiselt sool ja pindaktiivsed ained). Liiv ei lase vee survele lõhestatud kivimil tagasi kokku vajuda ning hoiab lõhesid avatuna, et soodustada gaasi eraldumist pikema aja jooksul. Kemikaalid aitavad gaasi kivimist eraldada. Vabanenud gaas koguneb väljavoolutorusse. [19] [20] [21]

Peale puurimist väljutatakse vesi, liiv ja kemikaalid puuraugu puhastamise seadmetega. Tekkinud seguveest eraldatakse gaas ning separaatori abil liiv. Ülejäänud vesi juhitakse basseini ja sealt edasi kas taaskasutamiseks või saatmiseks puhastusseadmesse. Gaas juhitakse puuraugu kaudu maapinnale, mille juures toimub gaasi esmane puhastamine veest ja kondensaadist. Peale esmast puhastamist suunatakse gaas gaasitöötlemisjaama, kus eemaldatakse gaasist lisaks soovimatud komponendid nii, et gaas vastaks gaasitorustiku nõuetele. Et gaasi puuraugust magistraaltoruni transportida, rajatakse torustik ning surve- ja reguleerimisseadmed. [22]

Kildagaasi tootmine vajab suures koguses vett, liiva ja erinevaid seadmeid. Seetõttu on vajalik need transportida ning tavapäraselt on vahemaad üsna pikad. See seab teatud tingimused piirkonna infrastruktuurile. Kildamaardla teedevõrgustikud vajavad tihtipeale uuendusi, mida gaasi tootjad nõuab vabatahtlikult arendama peavad ja võttes seda kui vajalikku investeeringut äri tegemiseks. [22]

Puurauk on töös umbes 10 aastat, seejuures esimesel aastal eraldub gaasi tunduvalt rohkem kui järgnevatel aastatel. Enamjaolt korratakse protsessi ehk kasutatakse mitmeastmelist hüdrolohestamist. Tavaliselt hõlmab ühe tootmisobjekti ettevalmistamine umbes 25 horisontaalset auku (ühe püstpuuraugu kohta). Igasse auku tuleb suunata ligi 1,6 miljonit liitrit emulsioonvett, mis tähendab, et kokku võib kuluda umbes 40 miljoni liitrit vett, enne kui puurauk korralikult tööle hakkab. Üldjuhul puuritakse ja valmistatakse ette mitu puurauku. [23] [24]

Üks põhjus, miks täna Euroopas veel kildagaasi ei toodeta ning areng tunduvalt aeglasem on tingitud võimalikest keskkonnamõjudest, mida suuremahuline hüdrauliline purustamine koos suundpuurimisega läbi kivimikihtide tuua võib. Enamik eksperte on seisukohal, et antud tegevuse juures on kõige olulisemateks mõjudeks riskid, mis kaasnevad pinna- ja põhjavee saastumisega ning õhureostus, mida toob kaasa kemikaalide kasutamine protsessis. Frakkimisel kasutatavasse vette lisatakse üle 600 erineva kemikaali. Paljud kemikaalid ei lagune peale frakkimist ning saastavad seeläbi keskkonda ning sattudes atmosfääri ohustavad ka inimesi. Frakkimise käigus erituvad puurkaevust ohtlikud kemikaalid ja saastavad põhjavett, mida hiljem inimesed joogiveena kasutavad. Umbes 30 - 50% ulatuses frakkimisest järelejäänud veest jääb maa sisse. [25]

Kuna hüdrofrakkimisega kaasneb tohutu veekulu, siis on oluline välja selgitada mõju antud veekogule, kust vett tarbitakse ning seeläbi ka mõju elusloodusele. Samuti on oluline, et

põhjaveekihid oleksid kaitstud ning seeläbi ei tekiks reostust. Kuna protsessiga kaasneb väga suur vee vajadus, siis ei ole antud tehnoloogia igasse piirkonda sobiv. Õhureostuse all peetakse eelkõige silmas protsessi käigus õhku lenduvat metaani, mis on oluline kasvuhoonegaas ning lenduvaid orgaanilisi ühendeid. Prantsusmaa valitsus on teinud näiteks ettepaneku keelustada seaduslikult hüdrofrakkimine just veeressursi ja keskkonnakaalutlusi silmas pidades. [25]

2.2 Vedela lämmastiku kasutamine frakkimisel

Hetkel on peamiseks kildagaasi tootmistehnoloogiaks eelpool kirjeldatud hüdrauliline frakkimine. Kuna protsessiga kaasneb suur koormus keskkonnale, siis on see üks peamisi põhjuseid, miks on otsitud hüdrofrakkimisele alternatiive. Vedela lämmastiku kasutamine frakkimisprotsessis on üks valikutest, milles nähakse alternatiivi hüdraulilisele frakkimisele.

Tehnoloogia põhimõte seisneb selles, et frakkimisel pumbatakse vee asemel rõhu all maapõue vedel lämmastik, temperatuuril -196°C . Kuna kivim on soe, siis kokkupuutel lämmastikuga tekivad kivimisse mikrolõhed ning gaas või õli hakkab eralduma.

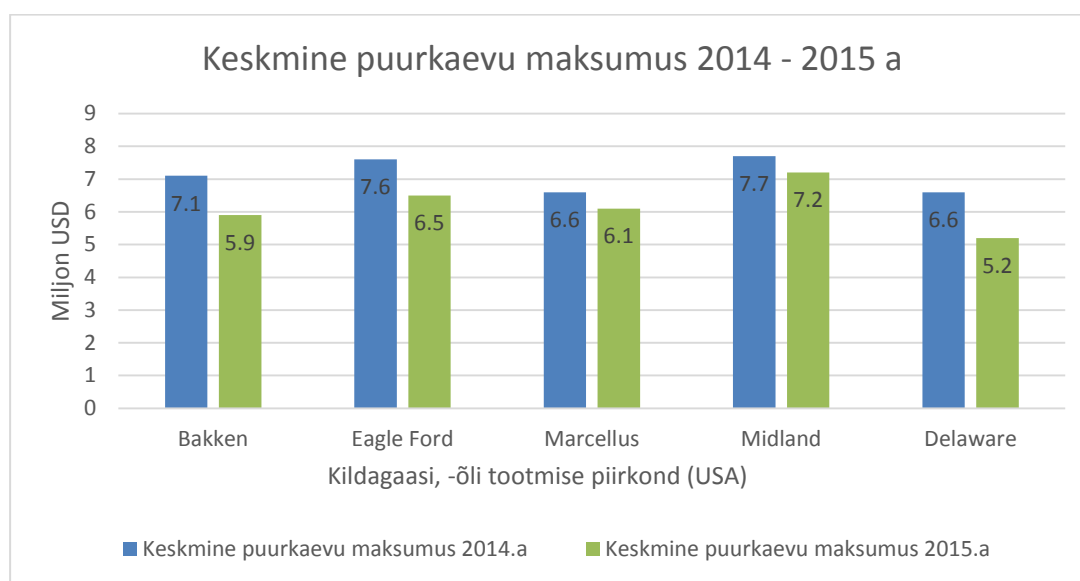
Võrreldes teiste olemasolevate tehnoloogiatega, eriti hüdrofrakkimisega on antud tehnoloogial järgmised olulised eelised:

- Protsess ei vaja vett
- Ei saasta veereservaare
- Protsessi ei ole tarvis lisada kemikaale, millest tulenevalt on tootmine keskkonnasõbralikum
- On efektiivne kivimite lõhestamisel
- Vedellämmastiku kasutamine ei ole seadusega piiratud - seega oleks see lubatud ka näiteks Prantsusmaal.

Kildagaasi frakkimisel on vedellämmastiku kasutamisel palju eeliseid ning sellest võib saada tulevikus põhiline meetod kildagaasi ammutamiseks. Täna on tehnoloogia veel kallis ning alles arenemisjärgus. [26]

3. Kildagaasi ja kildaõli tootmise maksumus

Kildagaasi ja -õli tootmine on muutunud aastatega järjest soodsamaks. Kildagaasi ja kildaõli tootmiskulu on liikunud suhteliselt sarnaselt maailmaturu õli hinnale. Kui kildaenergia buum algas ja toornafta hind kõrge oli, oli tunduvalt kulukam toota kildagaasi või -õli. Tänapäevaks on turuolukord muutunud ning sarnaselt toornafta hinnale on langenud ka kildaõli, -gaasi tootmiskulu. Uue *Energy Information Administration* raporti kohaselt on läinud keskmine puuraugu puurimise ja seonduvate tegemiste lõpetamisega kaasnev kulu soodsamaks 25 – 30% võrreldes 2012.a, mil kulu ühele puurkaevule oli viimase kümnendi kõrgeim.



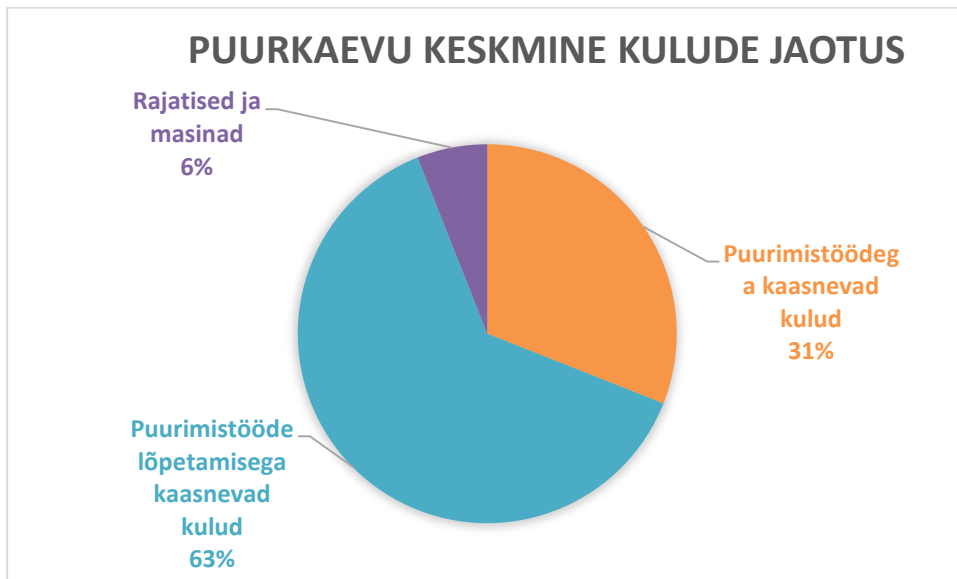
Joonis 8 Puurkaevude maksumus erinevates USA piirkondades, miljonites USD [27]

Ainuüksi ühe aastaga on toimunud 7 – 22%-line puurkaevu kogumaksumuse langus. Kuna kütuseturul on näha jätkuvalt tugevat ülepakkumist ning seeläbi madalat õli hinda, siis sellest tulenevalt langeb prognooside kohaselt puurkaevu maksumus 2016.a lisaks 5-10%, kuid 2017 – 2018.a arvatakse selle tõusu 5%. Madal maailmaturu õlihind ei soodusta kildagaasi tootmist, kuid toetab tootmis- ja transpordisektorit, kus kütuse hind on primaarne. Sellest tulenevalt on põhjustatud kas siis puurimistehnoloogia maksumuse langus või tõus [27]. Põhjuseid, miks piirkonniti hinnad erinevad, on mitmeid: erinevused geoloogias, puuritava puuraugu vertikaalne sügavus ja horisontaalne pikkus, vee ärajuhtimise võimalused jne. Samuti on hindade langusele aidanud suuresti kaasa tehnoloogia areng ning kuna valdkond on läinud väga populaarseks viimaste aastate jooksul, siis on turul tekkinud juurde rohkem erinevate puuraugu tegemiseks vajalike seadmete ja teenuste pakkujaid, mis on omakorda

viinud hinda allapoole. Alljärgnevas peatükis kirjeldatakse kildagaasi tootmisega kaasnevaid kulusid detailsemalt.

3.1 Kulud puurkaevule USAs

Alljärgnevalt kirjeldatakse erinevaid kapitali- ja tegevuskulusid, mis kaasnevad kildagaasi, aga samuti ka kildaõli tootmisega. Kuna piirkonniti on kulud väga erinevad, siis tuuakse parema ülevaate saamiseks välja keskmised kulud.



Joonis 9 Puurkaevu keskmiste kulude jaotus, % [27]

1. Puurimisega kaasnevad kulud moodustavad umbes 30 – 40% puurkaevu kogukuludest. Need kulud hõlmavad endas puurseadmete renti, puuritera, tsementi, puurimisvedelikku, kütust jne. Puurimistööga kaasnevad kulud võivad erineda erinevate puuraukude puhul märkimisväärselt, kuna sõltuvad, kui sügavale vertikaalselt ja kui pikalt horisontaalselt puurida tuleb. Keskmise horisontaalse puuraugu maksumus jääb vahemikku 1,8 – 2,6 miljonit USD.
2. Puurimise lõpetamisega kaasnevad kulud moodustavad 55 – 70% puurkaevu kogukuludest. Need kulud hõlmavad endas frakkimist, vee ja lisanditega (liiv, kemikaalid) varustamist ning ärajuhtimist, puurkaevu seadmeid, pumpamisseadmete renti jne. Keskmised puurimise lõpetamisega kaasnevad kulud ühe puurkaevu kohta jäävad vahemikku 2,9 – 6,6 miljonit USD. Viimase kümnendi jooksul on Põhja-Ameerikas tõusnud puurimise lõpetamisega kaasnevad kulud järsult. See on

põhjustatud asjaolust, et horisontaalne puurimine on muutunud pikemaks ning protsess iga aastaga keerulisemaks.

3. Rajatised ja masinad – need moodustavad 7 -8% puurkaevu kogukuludest ja sisaldavad kulusid teede ehitusele ja ehitusplatsi ettevalmistamisele, mahutitele, separaatoritele, pumpadele või kompressoritele kildagaasi kogumiseks jne. Tavaliselt puuritakse mitmed puuraugud järjestikku ning seetõttu on võimalus kasutada ühel alal samu rajatise ja masinaid, mis muudab kasutamise majanduslikult efektiivsemaks. [27]

3.2 Kildagaasi ja –õli tootmisega kaasnevad tegevuskulud USAs

Kildagaasi ja –õli tootmisega kaasnevad tegevuskulud on sõltuvalt puurkaevust väga erinevad. Need lisanduvad kogukuludele ning tegevuskulusid hinnatakse tavaliselt igakuiselt. Kaasnevad tegevuskulud saab jagada järgnevatesse kategooriatesse: püsikulud, gaasi/õli kogumise, töötlemise ja transpordi kulud ning maa omandamisega seotud kulud. Tegevuskulud hõlmavad ka üld- ja halduskulusid ning jäävad suurusjärku 1 – 4 USD ühe barreli õli ekvivalendi kohta.

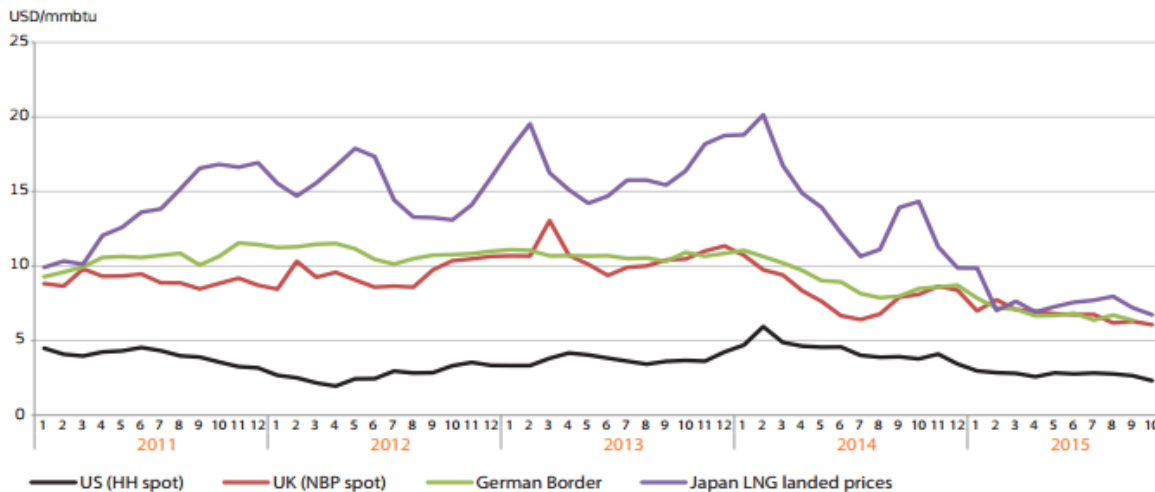
Püsikulud tekivad kogu puuraugu elutsükli vältel ning on erinevatel puuraukudel väga erinevad. Suurema tootlikkusega puurkaevudel on need kulud suuremad. Niisamuti puuraugul, mida tuleb õli või gaasi saamiseks sügavamale puurida. Need kulud jäävad tavaliselt vahemikku 2 – 14,50 USD ühe barreli õli ekvivalendi kohta ning sisaldavad ka vee ärajuhtimise tasu. Enamus vee ärajuhtimise kulust, mis kaasneb frakkimisega, on lisatud kapitalikuludesse. Peale 30 – 45 päeva, kui enamus tagasivoolavat vett on eemaldatud, läheb see kulu tegevuskuludesse ning on seotud vee-õli ja veegaasi suhtarvudega. See kulu jääb suurusjärku 1 - 8 USD ühe barreli vee kohta.

Gaasi edastamisega seonduvad kulud on peamiselt seotud iga kuupjala gaasi või õli barreli edastamisega müügipunkti. Kuna seadmed, kust gaasi või õli ladustamine ja jagamine edasi toimub, kuuluvad kolmandatele osapooltele, siis maksab tootja tavapäraselt kokku lepitud tasu gaasi või õli mahu pealt. Sellega kaetakse kulu gaasi kogumisele, töötlemisele, transportimisele ja kokkusurumisele. Tavaliselt saavad need tootjad, kes edastavad suuremaid mahtusid müügipunkti, kaubelda paremaid hindasid. Seejuures on igal tootel oma nõuded ja kulud. Kuiva gaasi kogumine ja transport on kõige odavam, kuna ei vaja täiendavat töötlemist. Regionaalsesse müügipunkti edastamise kulu on keskmiselt 0,35 USD tuhande kuupjala kohta. Märja gaasiga kaasnevad suuremad kulud, kuna seda on tarvis eelnevalt töödelda ja fraktsioneerida. Õliga koos saadav gaas liigitatakse samuti tavapäraselt märjaks

gaasiks, mida on tarvis töödelda. Gaasi kogumise ja töötlemise tasud jäävad vahemikku 0,65 – 1,30 USD tuhande kuupjala kohta, fraktsioneerimise kulu on 2 – 4 USD barreli märja gaasi taastamise kohta ning transpordikulu jääb vahemikku 2,20 – 9,78 USD barreli kohta. Kildaõli kõige odavam transportimisviis tootmisalalt ladustamiskohta on torutransport, mille maksumus on 0,25 – 1,5 USD barreli kohta. Veotransport on kulukam, jäädes vahemikku 2 – 3,5 USD barreli kohta. Samuti on tootjatel tarvis produkt rafineerimistehasesse toimetada, kas siis läbi toru- või raudteetranspordi ning selle maksumus jääb vahemikku 2,2 – 13,00 USD barreli kohta. [27]

3.3 Kildagaasi tootmiskulud Euroopas

Võrreldes USAga, on Euroopas kildagaasi ja -õli tootmine märkimisväärselt kulukam ning erinevate hinnangute kohaselt ei jõua hinnad kunagi sellele tasemele, mis on Ameerika Ühendriikides. Põhjuseid on ses osas mitmeid. Euroopas on keerulisem kildakivi geoloogia, väiksem konkurents erinevate puuraugu tegemisel vajaminevate seadmete pakkumisel, napid veeressursid, kõrgemad kulud infrastruktuurile ja puurimistegevusi teostatavale maa-alale jne. Keskmised kulud 2013.a Euroopas puurkaevule jäid vahemikku 7,7 – 12,1 miljonit USD sõltuvalt puuraugu sügavusest, asukohast jne. Seejuures USAs jäid need 2014.a vahemikku 6,6 – 7,7 miljonit USD. USA tootmistehnoloogia arengu suureks eelduseks oli asjaolu, et eksisteeris juba märkimisväärne puurimise ja frakkimise tööstus ning kildaenergia arenguga arenes ka see valdkond. Euroopas on olukord vastupidine ning sellest tulenevalt ei saa eeldada, et tänaseks võiks keskmine puurkaevu hind Euroopas oluliselt odavam olla. Samuti puudub Euroopas hetkel selline kogemus ja teadmistepagas, mida USA täna omab. Siiski prognoositakse, et kildagaasi tööstuse ja tehnoloogia arenguga võiksid tootmiskulud Euroopas väheneda kümne aastaga kuni 50%. Keskmine kildagaasi hinna tasakaalupunkt Euroopas jääb erinevate hinnangute kohaselt vahemikku 6 – 15,5 USD/mmbtu. Oluline on seejuures märkida, et need hinnad on pakutud üksnes nendele kildaaladele, kust väljutatakse vaid kuiva kildagaasi. Nendes kildamaardlates, kus gaasi kõrvalproduktiks on erinevad vedelikud (kondensaat, propaan, butaan), kujuneb gaasi hind odavamaks, kuna antud maagaasi vedelikud seotakse õli hinnaga. Euroopa Komisjoni analüüside tulemusena pakuti kildagaasi hinna tasakaalupunktiks 2010.a 9,9 USD/mmbtu, tehnoloogia arenedes võiks see 2020.a olla 7,2 USD/mmbtu ning 2030.a juba 6,1 USD/mmbtu. [28] [29]



Joonis 10 Rahvusvaheliste gaasi hulgihindade võrdlus 2011-2015 [30]

Kas kildagaas on Euroopas konkurentsivõimeline, oleneb gaasi turuhinnast. 2014.a algusest on gaasi hulgihinnad kõikides joonisel 9 toodud hinnapiirkondades märkimisväärselt järjest langenud ning saavutanud stabiilsuse 2015.a teiseks pooleks. Sellise languse on suuresti põhjustanud tugev ülepakkumine turul ning madal gaasi nõudlus. 2015.a kolmanda kvartali keskmine hulgihind Ühendkuningriikide gaasiturul oli 6,4 USD/mmbtu ja keskmine gaasi hind Saksamaa piiril 6,5 USD/mmbtu [30]. Tänapäevaks on hinnad langenud veelgi. Esimest korda peale Fukushima katastroofi 2011.a jõudis 2015.a isegi Jaapanisse imporditud gaasi hind samale tasemele Ühendkuningriikide turuhinnaga. Hetke gaasihinnad on turgudel väga madalad, mis tähendab, et kildagaasi tootmine ei ole niivõrd konkurentsivõimeline. Veel mõni aasta tagasi oleks kildagaasi tootmine ennast õigustanud, kuid täna, kui maagaasi hind nii madal on, siis pigem mitte. Seda näitavad ka Euroopa Komisjoni poolt pakutud hinnad, mille korral tootja oleks oma kuludega nullis, aga kasumit ei teeniks.

3.4 Kildaõli vs toornafta tootmiskulud

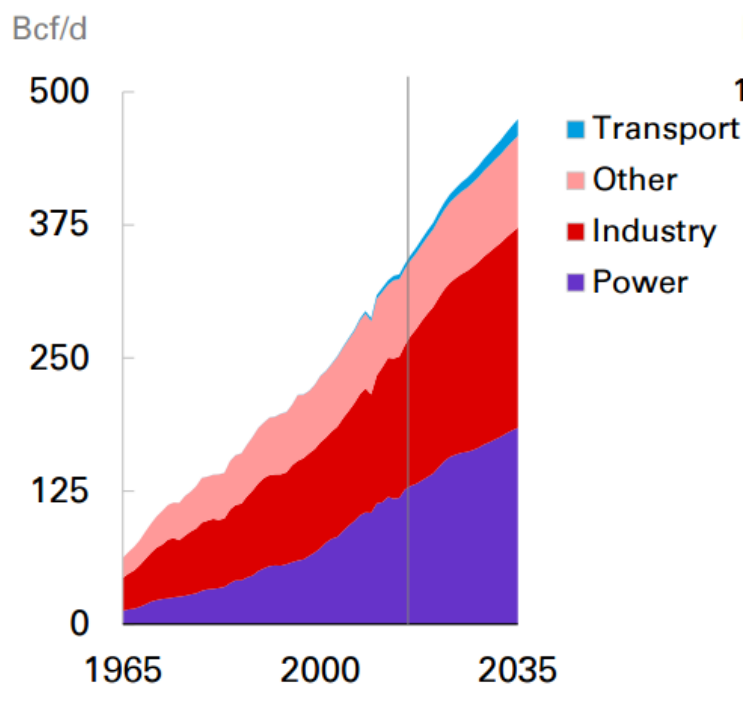
Kildaõli ja kildagaasi tootmiskulud on üsna sarnased. Järgnevalt kõrvutatakse kildaõli ja toornafta tootmiskulusid ning tuuakse välja erisused, mis kaasnevad ühe või teise tootmisega. Konventsionaalse õli tootmiskulud hõlmavad endas praktiliselt vaid kulusid puuraugule. Kuna tavapäraselt saadakse toornaftat puurides ainult vertikaalselt, siis mittekonventsionaalse õli kättesaamiseks on lisaks tarvis puurida mitmekümne kilomeetri ulatuses horisontaalselt. Sellist tüüpi puurimine võtab tunduvalt rohkem aega, mis kergitab tööjõukuluseid. Samuti on tarvis erinevaid lisaseadmeid, mida eelnevas peatükis kirjeldati. Kuna kildaõli

tootmistehnoloogia näeb ette vee, liiva ja kemikaalide sisestamist puurauku, siis lisandub kulu ka nendele. See tähendab lisanduvat kulu ka veovahenditele ehk siis täiendav kapitali- ja tööjõukulu. Kogu kildaõli tootmise kulu varieerub suhteliselt suurtes piirides. See on sõltuvalt leiukohast ja puuraugust väga erinev. See võib olla alates 40 USD/barrel kuni 90 USD/barrel. Toornafta tootmiskulu jääb seejuures vahemikku 10 - 40 USD/barrel sõltuvalt, kust see pumbatakse. Saudi-Araabias jääb tootmiskulu alla 10 USD/barrel, üldiselt maailmas jääb see 30 - 40 USD/barrel piiridesse. [31]

Võrreldes konventsionaalse õli ja mittekonventsionaalse õli tootmiskulusid, on kildaõli tootmine tunduvalt kulukam. Samas on suur kildaõli tootlikkus vähendanud neid kulusid, tekitades odavamad ühikukulud ühe barreli õli ekvivalendi kohta ja tagades seeläbi parema tulu investeeringutelt. Ettevõtjad püüavad leida optimaalset tulu piiri kahel viisil: 1) läbi efektiivsuse suurendamise alandada püsivalt tegevuskulusid ning 2) püüda optimeerida ühikukulu. Maapõues on väga palju kildaõli ressursi, mida pumbata siis, kui toornafta barreli hind ületab 50 USD. [27]

4. Kildagaasi ja –õli võimalikud turud

Energiavajadus kasvab maailmas iga aastaga. Prognooside kohaselt kasvab maagaasi kasutamine 1,8% võrra aastas – kõikidest teistest fossiilkütustest kõige kiiremini. Maagaasi järjest laialdasemat kasutamist toetab tänane keskkonnapoliitika, mille eesmärgiks on üle minna puhtamale ja energiaefektiivsemale tootmisele. Alloleval joonisel on toodud maailma maagaasi vajadus sektorite lõikes.



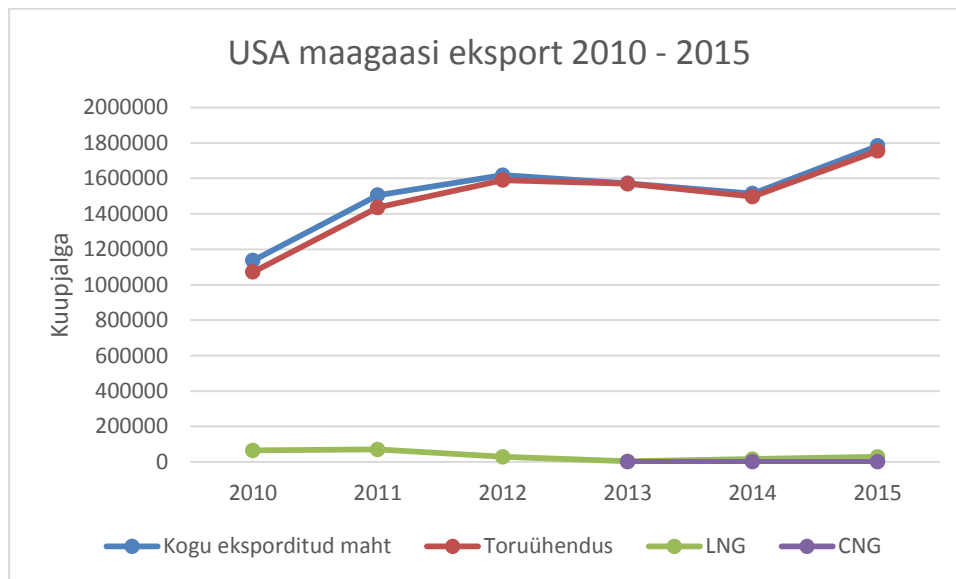
Joonis 11 Maagaasi nõudlus sektorite lõikes 1965 - 2035 [17]

30% gaasinõudluse kasvust tuleb prognooside kohaselt 2035.a Hiinast ja Indiast, 20% Lähis-Idast. Kuna antud piirkondade majandus on arenemisjärgus, siis plaanitakse tulevastel aastatel rajada Aasia riikidesse juurde uusi elektrijaamu ning tööstushooneid. Kuna maagaasi kasutatakse elektrijaamades primaarallikatena, siis on suurenev gaasinõudlus jaotunud eelkõige elektri tootmise ning tööstussektori vahel. Antud gaasivajadust aitab kindlasti katta kildagaasi importimine nendesse piirkondadesse. [17]

4.1 Kildagaasi ja –õli võimalikud turud

Tehnoloogia arenemise tagajärjel on saanud võimalikuks kildagaasi transport veeldatud kujul, mis annab võimaluse globaalsetele gaasiturudele sisenemiseks. Täna on Ameerika

Ühendriikide jaoks kõige potentsiaalsemad Aasia ja Euroopa gaasiturud, kuhu tulevikus võiks hakata toimuma suuremamahuline gaasi eksport. See annab võimaluse gaasitarnijate mitmekesistamiseks ning hindade ühtlustumiseks erinevate maailma osade vahel.



Joonis 12 USA maagaasi eksport 2010 – 2015 [32]

Kui USA on üldjuhul olnud alati gaasi importija, siis viimastel aastatel on gaasi tarnimine teistest riikidest märgatavalt vähenenud ning erinevate prognooside kohaselt suudavad Ühendriigid katta mõnekümne aasta pärast ise täielikult kodumaise gaasivajaduse ning eksportida seda seejuures väljagi. Täna eksporditakse maagaasi valdavalt toruühenduste kaudu Mehhiko ja Kanada turgudele. Kogu eksporditud gaasi maht oli 2015.a 1,783,512 miljonit kuupjalga, millest 1,754,918 miljonit kuupjalga eksporditi toruühenduste kaudu just Kanadasse ja Mehhikosse. 2014.a võrreldes kasvas eksporditud gaasi maht 2015.a 18% ning võrreldes 2010.a 57%, mis näitab USA valmidust uutele turgudele sisenemiseks. LNG osakaal kogu eksporditud toodangust on täna minimaalne. Tõenäoliselt on põhjuseks, et ei ole piisavas koguses LNG terminale nii USAs kui vastuvõtuterminele sihtriigis. Samuti ei ole veel kõikide potentsiaalste riikidega vabakaubanduslepingut USAgagi, mis takistab gaasi eksportimast. Lisas 3 on toodud detailselt, kui palju, kuhu ja mis hinnaga on USA viie aasta jooksul gaasi eksportinud. Lisaks torugaasile ja LNG-le, ekspordis USA Kanadasse 2013.a esimest korda ka CNG-d – kokkusurutud maagaasi. Hetkel on tarnitavad mahud väikesed, kuid nähakse perspektiivi suuremaks CNG ekspordiks. [32]

4.1.1 Aasia turg

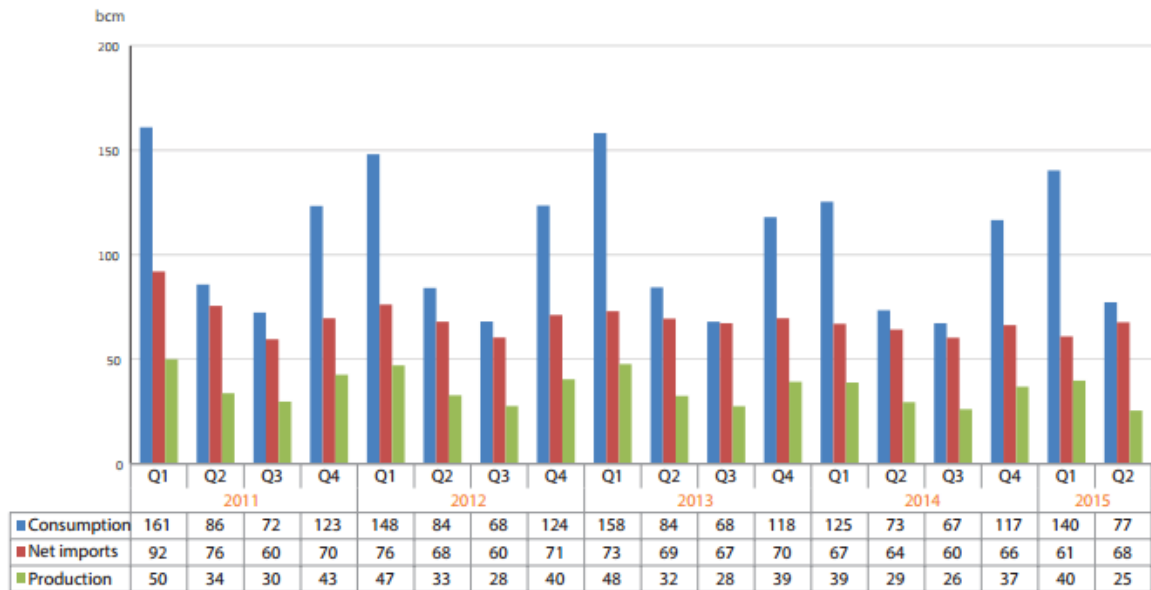
2013. ja 2014.a oli Aasia turg Ameerika kildagaasile äärmiselt potentsiaalne turg, kuna antud turul oli kordades kõrgemad gaasi hinnad põhjusel, et Aasias on gaasi hind endiselt seotud õli hinnaga. Lisaks oli ka gaasinõudlus kasvavas trendis. Aasia gaasinõudlust on viimastel aastatel oluliselt suurendanud tuumaajaamade sulgemine, mille tingis Fukushima katastroof. Kuna jaapanlased on tuumaenergia osas olnud skeptilised, siis on gaasi import nende jaoks vajalik. Viimaste aastate jooksul on USAst eksporditud maagaasi mitmetesse Aasia riikidesse: Hiina, Jaapanisse, Lõuna-Koreasse ning 2015.a esmakordselt ka Taiwani. [33]

Tänaseks on USA eksport Aiasse veidi langenud. Kuna õli hinnad on väga madalad, siis see on põhjustanud veel järsema languse LNG hindades Aasia turgudel. LNG spot hind langes 2015.a teises pooles alla 7 USD/MMBtu. Gaasi tootmiskulu on USAs odav, ca 3 USD/MMBtu. Kui lisada sellele hinnale juurde gaasi veeldamise kulu, transportimine ning tolli maksud, siis ei pruugi see hind olla konkurentsivõimeline. Samuti ei toeta USA gaasi ekspordiplaane hetkel Hiina tarbimiskasvu aeglustumine, Austraalia LNG impordi suurenemine, uus Hiina ja Venemaa planeeritav gaasijuhe ning Iraani potentsiaalne sisenemine gaasiturule. Mõningate hinnangute kohaselt on USA jäänud suurte mahtude tarnimisel veidi hiljaks. [34]

Jaapan on otsinud gaasi importimise osas ka alternatiivseid võimalusi ning näeb selles Mehhikot. Ühiselt on arutatud plaane alustamaks üheskoos kildagaasi arendust eesmärgiga, et Jaapanil oleks võimalik 2020.a keskel sealt veeldatud maagaasi importida. Mehhikole oleks see suurepäraseks võimaluseks Aasia turgudele sisenemiseks ning samuti omaks eelist Ameerika Ühendriikide ees. Kuna toodang ei pea läbima Panama kanalit, siis on transporditee tunduvalt lühem ning seeläbi ka transpordikulu madalam. [35]

4.1.2 Euroopa turg

Euroopa Liidu riikide kodumaine gaasitoodang on marginaalne ning sellest tulenevalt imporditakse maagaas suures mahus piirkonda. Gaasitarbimine on aastate lõikes kõikunud. Suur mõju on siinkohal ka õhutemperatuuridel. Kuna suur gaasinõudlus Euroopa Liidus püsib ning täna tarnitakse maagaasi enamjaolt Venemaalt ja Norrast, siis on USA kildagaas heaks võimaluseks Euroopale gaasitarnijate mitmekesistamisel.



Joonis 13 Euroopa Liidu riikide gaasi tarbimine, tootmine, import 2011 – 2015, miljardites m³ [30]

Euroopa turg on kindlasti väga potentsiaalne USA jaoks, kuhu tänaseks on ka sisenetud. Tänavu aprillis tarniti esmakordselt USAst Euroopasse maagaasi. Tanker maagaasiga alustas teekonda Louisianast ning sihtpunktiks oli Portugal. Prognoositakse, et tulevikus hakkab toimuma suuremahulisi gaasitarneid USAst Euroopasse. Paljudel Euroopa suurtel energiafirmadel on tarnelepingud USAga sõlmitud ning kui infrastruktuuri olemasolu gaasitarne te laienemist toetab, saab see alata.

USA maagaasi hind peab Euroopa turul konkureerima eelkõige Venemaa torugaasi hinnaga, kuna Venemaalt tarnitakse üle kolmandiku Euroopa gaasivajadusest. Kuna torugaasi on odavam transportida ning seda ei ole tarvis veeldada ning hiljem tagasi gaasilisse olekusse viia, siis omab Venemaa siinkohal eelist. Analüütikute hinnangul on oodata nõ hinnasõda, mis kokkuvõtteks lõpptarbija jaoks saab tähendada vaid madalamat gaasi hinda. Välistatud ei ole variant, et Venemaa üritab uut konkurenti turult eemale tõrjuda, alandades märkimisväärselt gaasi hinda Euroopa tarbija jaoks. [36] [37]

Maagaasi hind on maailma erinevates osades väga erinev põhjusel, et puudub ühtne globaalne gaasiturg. Seetõttu erinevad gaasi hinnad erinevatel turgudel märkimisväärselt, olles näiteks 2014.a Saudi-Araabias 0,75 USD/MMBtu, Ühendriikides 4 USD/MMBtu, Euroopas 12 USD/MMBtu ja Aasia turgudel 16 USD/MMBtu, kus toetutaksegi LNG impordile. 2014.a lõpus oleks veeldatud maagaasi olnud võimalik müüa Jaapani turul hinnaga 15,50 USD/MMBtu, Euroopas umbes 11 USD/MMBtu ning Brasiilias hinnaga 14 USD/MMBtu.

Antud turutingimused võimaldavad USAl äärmiselt kasumlikku äri, kuna 2013.a detsembris oli tehingu sulgemishinnaks USA kodumaisel turul 3,62 USD/MMBtu. [38]

USA maagaasi tarded Euroopasse ja mujale maailma on väga oluline samm, mis tõenäoliselt muudab tuleviku LNG turgu. Sõltuvalt LNG osatähtsuse suurenemisega on suund ka maagaasile maailmaturu hinna kujunemisel.

4.1.3 Kariibi ja Kesk-Ameerika turud

Kuna suuremahuline USA gaasi eksport Aiasse on tulevikus küsimärgi all, siis on otsinud USA alternatiive. Üheks võimaluseks oleks sisenemine naaberriikidesse, Kariibi ja Kesk-Ameerika turgudele. Näiteks Granadas, Jamaical, Kuubal, Puerto Ricos ja teistes Kesk-Ameerika riikides toodetakse elektrit suures osas naftasaadustest. Riikidele tooks majanduslikku kasu üleminek gaasile elektritootmises. Kuna tegemist on suhteliselt vaeste riikidega, kellele käiks üle jõu LNG vastuvõtuterminalide ehitamine, siis oleks võimaluseks transportida gaasi CNGna. Selleks viiakse maagaas 200 baarise rõhu alla, mille tulemusena väheneb maagaasi ruumala 200 – 250 korda. Selline gaasi kokkusurumise viis annab paremad võimalused gaasi transportimiseks. CNGna gaasi transportimine ei vaja kalleid veeldamis- ja gaasistamise seadmeid. Kõige tüüpilisemaks transpordiviisiks on meretransport. Sellisel kujul ja viisil gaasi transportimine pakub USA gaasitootjatele uue lähedaloleva potentsiaalse turu. [34] [39] [40]

4.1.4 Turg maagaasi vedelikele

Kildaenergia omab olulist mõju nii keemiatööstusele kui ka töötlevale tööstusele, samuti ka transpordi- ja logistikafirmadele. Kildagaasi tootmisega kaasneb osades maardlates ka vedel osa, nn maagaasi vedelikud. Ümbertöötlemistehases eraldatakse üksteisest vedel osa ja gaas, peale mida toimub maagaasi vedelike fraktsioneerimisprotsess. Peale eraldamisprotsessi müüakse tekkinud keemilised ühendid eraldi. Maagaasi vedelikud fraktsioneeritakse järgnevalt: etaan, propaan, butaan, isobutaan, pentaan ja pentaan⁺ ehk naturaalne bensiin. Etaani kasutatakse laialdaselt etüleenitootmiseks, millest edasi toodetakse plastikut. Propaani kasutatakse enamjaolt soojustootmiseks. Propaani ja butaani segu kasutatakse laialdaselt autogaasina. Pentaan⁺ on võimalik kasutada samuti transpordisektoris, näiteks kütusena sisepõlemismootorites. Kildaenergia pakub rohkelt erinevaid võimalusi erinevatele turgudele sisenemiseks. [41]

4.1.5 Transpordisektor kui uus turg gaasile

Maagaasi on juba ammu peetud alternatiivseks kütuseks bensiinile ja diislile ning seeläbi on potentsiaalne turg kildagaasile ka transpordisektor. Sõiduki mahutitesse tangitakse maagaasi CNGna, kuna niimoodi on võimalik tankida suurem gaasienergia hulk. Kuna gaasi põletamisel ei teki kasvuhoonegaase ning on seeläbi keskkonnasõbralik, siis on hakatud kasutama seda auto kütusena. Lisaks madalamale heitetasemele on maagaasil sõitvad autod vaiksemad ning mootori töö rahulikum, mis tuleneb maagaasi kõrgemast oktaanarvust. Erinevate hinnangute kohaselt on maagaasil sõitvate autode hooldamine lihtsam ning esineb vähem mootoritõrkeid. Nii Hiinas kui ka Euroopas on muutunud CNG-sõidukid järjest populaarsemaks ning juurde on tekkinud palju uusi gaasitanklaid. Samuti on gaasi hind õli hinnast tunduvalt odavam. USAs kasutatakse vaid 1% gaasi transpordisektoris. Kui maailmas on ligi 18 miljonit gaasi peal sõitvat transpordivahendit, siis vaid umbes 150 000 neist on Ameerika Ühendriikides. Euroopa Liidule on äärmiselt oluline puhas tootmine ja keskkonnaheitmete vähendamine. Kuna transpordisektor tekitab viimast väga palju, siis oleks puhtama keskkonna nimel pikaajaliselt mõistlik kasutada gaasi kütusena ühistransportides, raskeveokites, laevades jne. Paljud autotootjad on hakanud kasvatama kokkusurutud maagaasil sõitvate autode tootmistahte. Euroopas toodavad seeriaviisiliselt maagaasi sõidukeid Citroen, Fiat, Ford, Mercedes, Opel, Peugeot, Volvo ja Volkswagen. Lisaks on võimalik sõidukites kasutatavat maagaasi asendada biogaasist toodetava biometaaniga. CNG-sõidukid omavad kindlasti olulist rolli tuleviku transpordivahendite hulgas. [34] [42] [43] [44]

USA maagaasi eksport omab tulevikus tõenäoliselt kasvavat trendi, millel on kindlasti hinda alandav mõju Aasia ja Euroopa gaasi hindadele

4.2 Transpordiskeemid ja infrastruktuur

4.2.1 Infrastruktuur

Peale gaasi suunamist tootmisalalt ümbertöötlemistehasesse, on tarvis infrastruktuuri, et toimetada gaas edasi erinevatele turgudele. Täna on vajaliku infrastruktuuri maht veel suhteliselt piiratud, et transportida toodangut turgudele, kus seda tarbida saaks. USA kildagaasi areng vajab kindlasti vajaliku infrastruktuuri arendust: teed, raudteed, torujuhtmed, meretransport. *The Interstate Natural Gas Association of America* 2012.a hinnangute kohaselt vajab USA järgneva 25 aasta jooksul täiendavalt umbes 43 miljardit kuupjalga päevas maagaasi ülekandetorustiku võimsust, 414,000 miili uut torustikku, mis transpordib gaasi

puurkaevust töötlemistehasesse, 32,5 miljardit kuupjalga päevas gaasi töötlemisvõimsust, 14,000 miili uusi harutorustikke elektriijaama, töötlemistehasesse või ladustamisalale ja sealt edasi ning 12,500 miili ülekandeliini võimsusega 2 miljonit barrelit päevas, et transportida maagaasi vedelikke. Praktiliselt kogu kildagaasi väärtusahel vajab infrastruktuuri osas uuendust või laiendust. [22]

Peale gaasi maapinnale toomist on see tarvis koguda kokku ning suunata torude kaudu gaasi ümbertöötlemistehasesse ning sealt edasi maagaasi ülekande- ja jaotusvõrku. Peale gaasi ümbertöötlemist jaguneb kildagaasi väärtusahel kaheks: maagaasi väärtusahelaks ja maagaasi vedelike väärtusahelaks. Ülekandetorustik juhib maagaasi ümbertöötlemistehasest turu keskmesse, kus see seotakse juba olemasoleva lokaalse jaotusvõrguga. Kuigi antud lokaalsed ülekande- ja jaotusvõrgud on hästi arendatud, tuleb neid siiski kohandada, mis on tingitud suurest gaasinõudlusest, mida on toonud kaasa madal gaasi hind. Ülemaailmsetele turgudele sisenemiseks on tarvis ka gaasi ladustamiskohti, mis võimaldavad reageerida hooajalisusele ja gaasi hinna muutusele ning teenida kasumit lokaalse ja ülemaailmse hinna vahelt. Samuti on tarvis LNG terminale, et hõlbustada gaasi eksporti rahvusvahelistele turgudele. Surugaasi infrastruktuuri arendus, sisaldades laiendatud jaotussüsteeme, gaasitanklaid ja mootorsõidukeid endid, võtab samuti veel aega. [22]

Maagaasi vedelikele, mis tekivad koos kildagaasi tootmisega ning on kõrgema väärtusega, kehtivad teistsugused infrastruktuuri nõuded. Kildagaas ja maagaasi vedelikud müüakse erinevatele turgudele. [22]

4.2.2 Transport

Kildagaasi ja õli transportimiseks Aasia või Euroopa turgudele sobib kõige paremini meretransport. Maagaasi veeldamistehnoloogia pakub suurepäraselt võimalust transportida maagaasi teistele turgudele, kus torustransporti kasutada võimalik pole. LNG vajab mahukat infrastruktuuri ja otsest kapitalimahutust nii uutele laevadele kui spetsiaalselt projekteeritud gaasi laadimis- ja mahalaadimisterminalidele.

Maagaasi veeldamiseks viiakse maagaas temperatuurile -163°C , mille tulemusel väheneb gaasi ruumala 600 korda. Niimoodi gaasi mahtu vähendades on võimalik transportida suuremaid koguseid. Peale gaasi veeldamist toimub selle transportimine spetsiaalselt ehitatud tankerites üles mere. Kui gaas jõuab sihtkohta, siis laaditakse LNG vastuvõtuterminali, kus

see viiakse tagasi gaasilisse olekusse ning sealt edasi juhitakse see läbi lokaalse gaasitorustiku lõpptarbijani. [45]

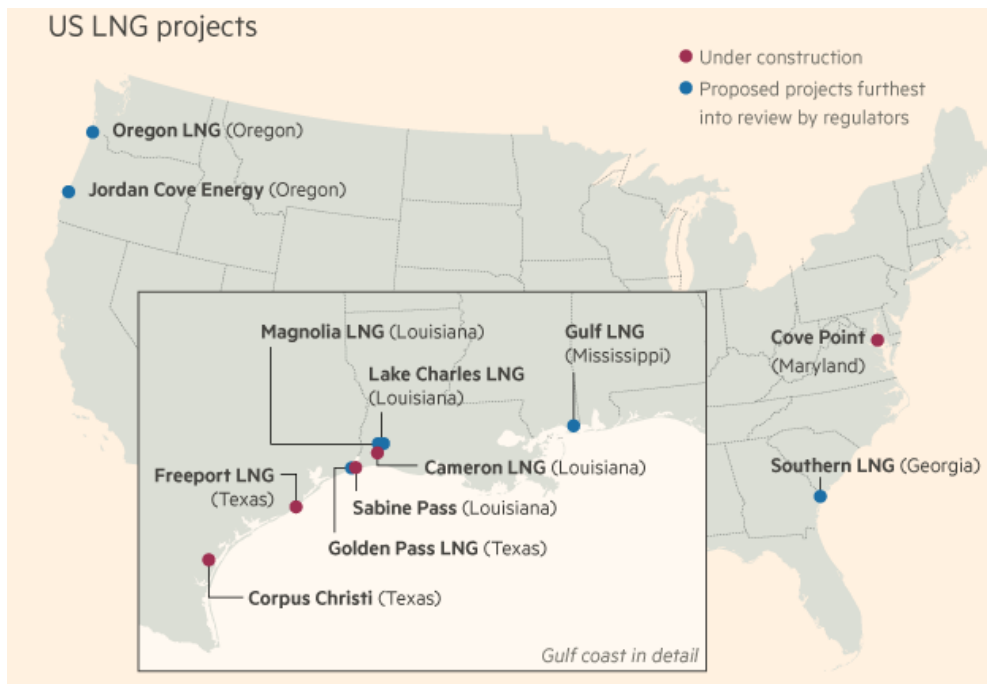
INEOS koos Evergas`iga alustasid ulatuslikku projekti eesmärgiga tuua kildagaas Euroopasse. Selleks telliti 8 uut laeva, juurdepääsuga sadadele miilidele uutele torujuhtmetele ning ehitas kaks suurt terminali. Iga laev on võimeline vedama 27 500 m³ veeldatud maagaasi. Selle tõttu oli võimalik tänavu aprillis eksportida USAst esimene kildagaasi maht Euroopasse. [46]

4.3 Vastuvõtuterminalid

USA on läbi teinud suure struktuurimuutuse: gaasi importijast on saanud gaasi eksportija. 1990.a lõpus oli Ühendriikidel tarvis katta kodumaist gaasi tarbimist ning seda võimalust pakkus LNG import. 2000.a alguses alustas USA LNG vastuvõtuterminalide ehitamist, mille eesmärgiks oli regasifitseerida saabuv veeldatud maagaas. Alles peale terminalide tööse võtmist selgus, et Ameerika Ühendriikidel on väga suur kildaenergia potentsiaal ning suured investeeringud vastuvõtuterminalidele ei kandnud oma eesmärki. Lisainvesteeringutega on võimalik ehitada terminalid ümber nii, et oleks võimalik gaasi veeldada ning neid saaks ära kasutada gaasi eksportimisel. [47]

Täna on gaasi eksport Ameerika Ühendriikidest piiratud, kuna ei ole piisavalt infrastruktuuri nii USAs kui Euroopas, mis võimaldaksid transportida suuri kildagaasi koguseid. Seega ei ole näha lühiajalises perspektiivis, et hakkaks toimuma suurt LNG eksporti USAst Euroopasse. Kuid järgmise kümnendi jooksul on LNG tarne suuremates mahtudes üsna reaalne, kuna USA plaanib rajada järjest juurde vajalikku infrastruktuuri ning ka Euroopa huvi on mitmekesistada gaasitarnijaid.

Alltoodud kaardil on kujutatud olemasolevaid ja planeeritavaid LNG terminale gaasi ekspordiks USAst.



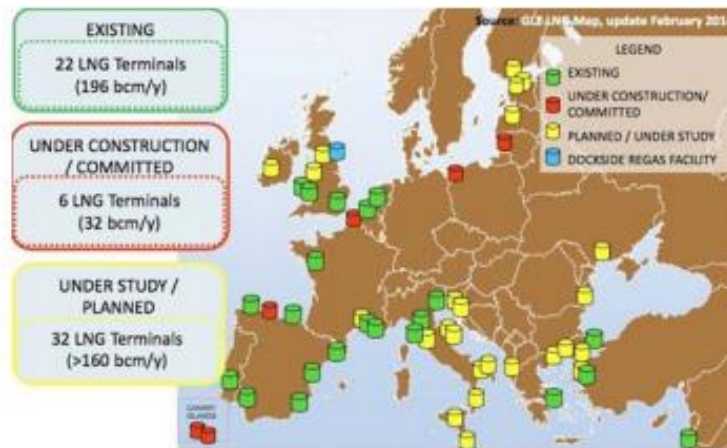
Joonis 14 USA LNG projektid [48]

LNG eksporditerminalid ei ole Ameerika Ühendriikide jaoks olnud senini prioriteetsed, kuna LNGd on kasutatud vaid kodumaises tööstustootmises. Lisaks nõuavad LNG rajatised suuri investeeringuid. Näiteks ulatub Freeport LNG terminali maksumus Teksases 10 miljardi USA dollarini. IHS prognooside kohaselt tehakse 2014 – 2025 õli ja gaasi infrastruktuuri arendamisse investeeringuid suurusjärgus 890 miljardit USD. [47]

Euroopa jaoks omavad ülalloodud LNG terminalide asukohad geograafilist eelist, kuna paiknevad USA idarannikul, mistõttu on tõenäoliselt transpordikulu soodsam. Panama kanalisse jäävad LNG terminalid võimaldavad suurt LNG transporti Aiasse. Kuna Aasia turgudel on hinnad kõrgemad kui näiteks Euroopas, siis on see USA jaoks tunduvalt atraktiivsem. [47]

Euroopa Liit on maailma kõige suurem energia importija. 2013.a kaeti rohkem kui pool energiatarbimisest imporditavate allikatega. 2013.a oli viiel Euroopa Liidu liikmesriigil vaid üks gaasitarnija – Venemaa. Nendeks riikideks olid Eesti, Soome, Bulgaaria, Läti ja Leedu. Viimane mitmekesisust möödunud aastal oma gaasitarinijate hulka, avades oma LNG ujuvterminali. Lähitulevikus ei saa USAst tõenäoliselt alternatiivset gaasitarnijat suure mahus Euroopale põhjusel, et Euroopas ei ole hetkel veel piisavalt LNG vastuvõtutermine. Küll aga on massiliselt LNG terminale ehituses, mis tähendab, et ligi 10 aasta pärast on suur

LNG import Euroopasse võimalik. Alljärgneval kaardil on toodud planeeritavad ja olemasolevad LNG terminalid Euroopas. [49]



Joonis 15 arenduses ja olemasolevad LNG terminalid Euroopas [49]

Täna on Euroopas veel vähe LNG terminale, kuid suur hulk on planeerimisjärgus, mis tähendab, et tulevikus võib avaneda Euroopal suurem võimalus gaasitarnijate mitmekesisusele. LNG terminalid ei ava nõ uksi ainult USA gaasile, vaid ka impordile teistest riikidest.

5. Kildagaasi ja -õli konkurentsivõime

5.1 Konkurentsivõime madala maagaasi ja nafta hinna juures

Energia hindade langus on loonud kildagaasi ja -õli tootvates ettevõtetes suure ebastabiilsuse. Sellest tulenevalt on hetkel langenud ka kildagaasi ja -õli toodang. Kõige enam ohustavad madalad energiahinnad väikese ja keskmise suurusega tootmisettevõtteid, kel on suurem risk jääda maksevõimetuks. [50]



Joonis 16 Toornafta barreli hind 2006-2016, USD/Barrel [51]

Toornafta hind kasvas alates 2003.a kuni 2008.a, saavutades maksimumhinnaks pea 140 USD/barrel. 2008.a langesid nii nafta kui maagaasi hind maailmaturul drastiliselt. Erinevalt maagaasi hinnast, hakkas nafta hind juba 2009.a uuesti kasvama ning ületas 2011.a taas 100 USD/barrel piiri. Seetõttu hakati otsima traditsioonilistele energiaallikatele alternatiive, milleks sai kildaõli ja kildagaas. Kuna kildagaasi ja -õli oli siis märkimisväärselt soodsam toota, nähti selles suurt potentsiaali. Turule tekkis mitmeid uusi tootjaid. Samuti arendati tehnoloogiat, mille tagajärjel see odavnes ning tootmine muutus seeläbi veel soodsamaks. Paljud suured kildagaasi või -õli tootvad ettevõtted kaotasid uute turule tulijatega oma senist positsiooni. Veel kuni 2014.a said väikesed ja keskmise suurusega ettevõtted finantseerida investeeringuid laenudega, mida anti eelkõige kõrge nafta hinna tõttu. Kui toornafta hind langes, tekkisid probleemid just nendel kildagaasi või -õli tootvatel ettevõtetel. Ettevõtted pidid toimetulekuks laenama raha juurde, mis akumulatsioonina tekitas suure võlgnevuse ning

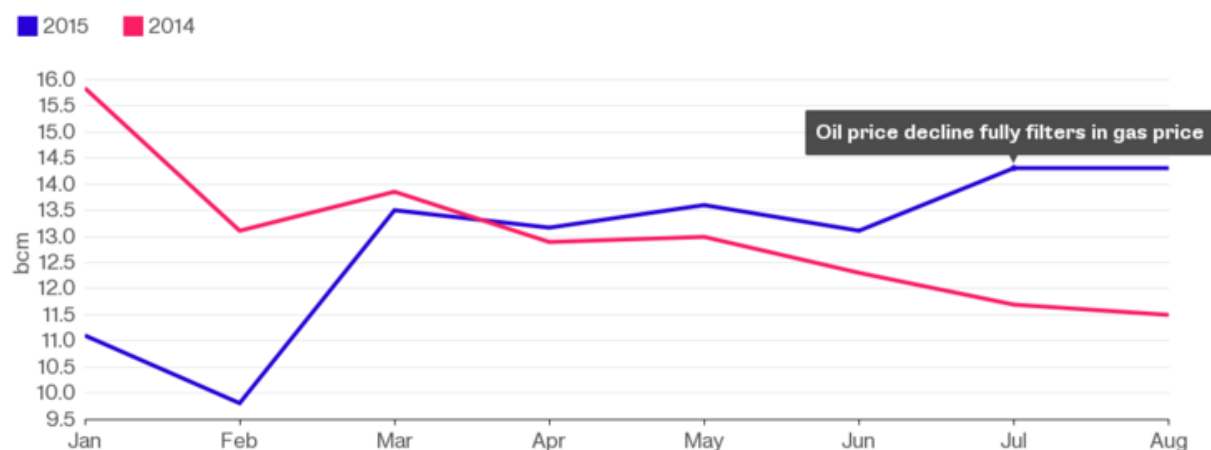
mida oleks võimalik maksta tagasi vaid juhul, kui energia hinnad tõuseksid. Tänapäevaks ei ole seda veel juhtunud ning toornafta barreli hind kõigub 40 USD juures. Järgnevad aastad annavad selguse, mis saab nendest ettevõtetest. Kindlasti langeb sealt ebastabiilse turuolukorra ning suurte võlatasemete tõttu osa ettevõtetest välja. Eriti on riski all just väikesed ja keskmise suurusega ettevõtted, kuna nemad ei oma nii tugevat finantsilist stabiilsust. Seeläbi saavad tõenäoliselt oma turuosa tagasi ennekõike suured ettevõtted. Selline areng peaks kildatööstuses aset leidma järgnevate aastate jooksul. [50]

5.2 Konkurents torugaasiga

Kildagaasil on tarvis konkureerida olemasolevate energiaallikatega, kus investeeringud infrastruktuuri on juba tehtud. Kuna Euroopa katab peamiselt oma gaasivajadust Venemaalt tulevaga, siis peab kildagaasi hind olema sellega konkurentsivõimeline, et see turul atraktiivne oleks.

Venemaa maagaasi hind on seotud õli hinnaga. See tähendab, et kui toornafta hind on turul kõrge, siis on kildagaas konkurentsivõimeline, kui on olukord vastupidine, siis mitte. Erinevate hinnangute puhul peab toornafta hind jääma vahemikku 50 – 60 USD barreli kohta, et kildagaas oleks konkurentsivõimeline. [39]

Praegune majandusolukord soosib gaasitarneid Venemaalt eelkõige seetõttu, et see on indekseeritud toornafta hinnaga, mis hetkel väga madal püsib. Sellest tulenevalt on torugaasi hind täna konkurentsivõimelisem kui LNG hind.



Joonis 17 Venemaa torugaasi eksport Euroopasse 2014 – 2015 [52]

Euroopa, kes impordib umbes 70% vajaminevast gaasist, suurendas 2015.a Venemaalt tarnitava gaasi mahtu märkimisväärselt, kuna hinnad langesid ning langetas seevastu

imporditava LNG mahtu. Lisaks on tunduvalt odavam transportida gaasi Venemaalt Euroopa piirini kui Austraaliast või USAst maagaasi LNGna. Transpordikulu on madalam ning gaasi hind lõpptarbijale torugaasi puhul samuti odavam. Alates 2014.a lõpust on gaasitarned Venemaalt kasvanud ligi 20%. 2015.a augustis eksportis Venemaa Euroopasse 14,3 miljardit m³ gaasi, üks aasta enne seda 11,5 miljardit m³. [52]

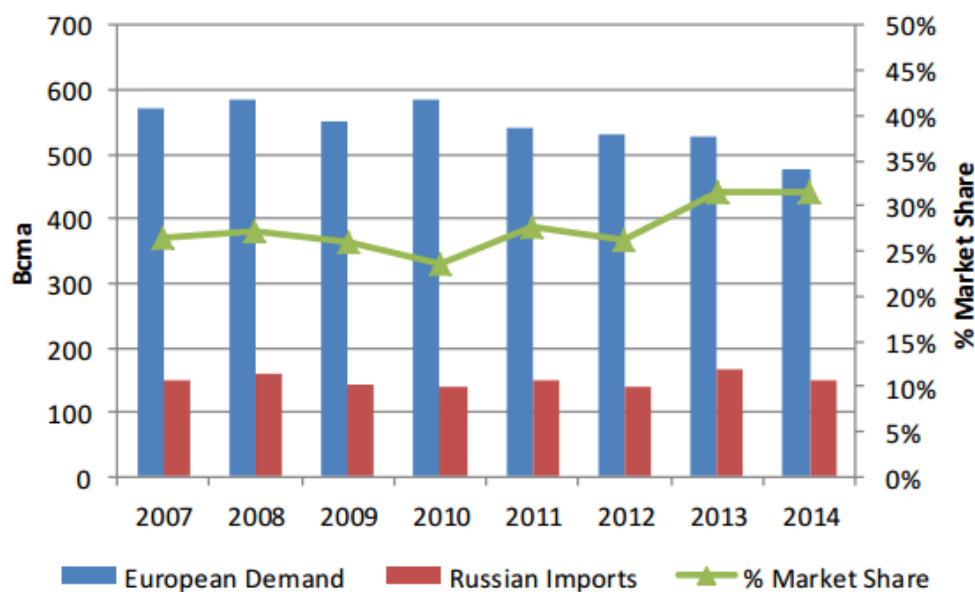
Samas ajal, mil toornafta hinnad kõrged olid, oli konkurents turul tunduvalt suurem. Venemaa torugaasiga konkureeris nii Norra kui Katarri LNG. Nagu eelnevalt mainitud, siis üks põhjus, miks üldse hakati uurima mittekonventsionaalsete kütuste kasutamist peituski kõrges õli hinnas. Veel mõned aastad tagasi oli USA kildagaas väga atraktiivne Euroopa turu jaoks. Kui jätta kõrvale energiajulgeolek, siis on Venemaa gaas Euroopa jaoks tänases turuolukorras kõige eelistatum. [52]

Täna on Venemaa torugaas Euroopa jaoks tunduvalt odavam ning kuna gaasitarnete lepingud on pikaajalised, siis jätkab Venemaa Euroopa varustamist gaasiga. Kuna olukord võib tegelikkuses väga kiiresti muutuda, siis võib korduda periood, kus õli hind läheb taas kalliks ning imporditav maagaas LNGna muutub atraktiivsemaks.

6. Olulisus energiapuuduse tagamisel

Tänu kildagaasi ja -õli tootmisele ei ole USA enam niivõrd sõltuv imporditavast kütusest kui veel aastaid tagasi. Ka Euroopa suure impordisõltuvusega riikidele on kildagaasi tootmine variandiks. See võimaldab rahuldada gaasi vajadust, mitmekesistada oma energiaallikaid ning suurendada varustuskindlust. Samuti on võimalik seeläbi viia hind allapoole või hoida ära suurema tõusu eest. Kildagaasi tootmisel on ka teisi positiivseid mõjusid, luues juurde töökohti ning tuues otsest või kaudset positiivset mõju piirkonda.

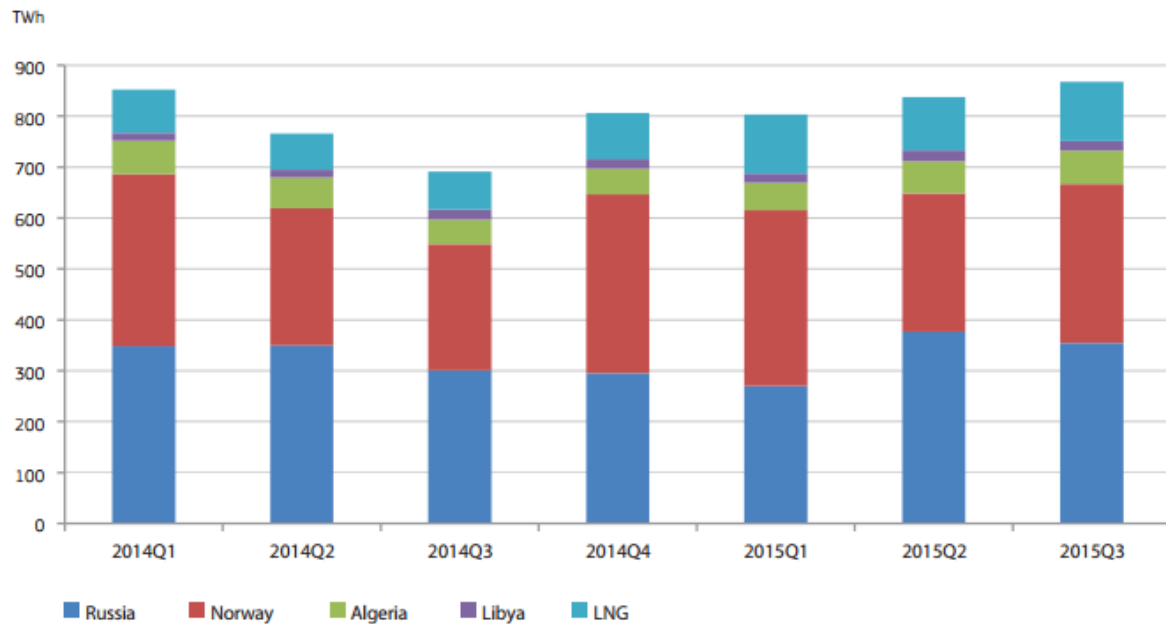
Energiapuudus ja energia hind omab meie kõigi jaoks olulist rolli, kuna elame kiiresti muutuvast ebastabiilses poliitilises keskkonnas. Täna ei väljuta Euroopa ise olulises mahus maagaasi, et katta ära oma iga aastaga suurenevat tarbimist. Seetõttu oleme sõltuvad imporditavast gaasist. Kuna Euroopasse toimub maagaasi import peamiselt torujuhtmete kaudu ja paljuski sõltuvalt ühest gaasitarnijast, siis on energiapuuduse seisukohalt äärmiselt oluline tagada erinevate gaasitarnijate ja -allikate olemasolu.



Joonis 18 Euroopasse imporditud Venemaa torugaas 2007 – 2014, miljard m³ [53]

Euroopa gaasinõudlus on ülal toodud perioodil vähenenud. Põhjuseid on mitmeid: majanduslangus 2009 – 2010 aastal, üldine tarbimise langus. Jooniselt 18 on näha, et Venemaalt imporditud gaas moodustab üle kolmandiku Euroopa maagaasi vajadusest. Tarnitavad mahud on jäänud vahemikku 139 – 166 miljardit m³/a. Kuna 2013a. vähendati tarnitavaid mahtusid Alžeerias, siis sellest tulenevalt suurenes Venemaa maagaasi müük Euroopasse. Euroopa Liidu kaks peamist gaasitarnijat on Venemaa ja Norra. Lisaks nendele

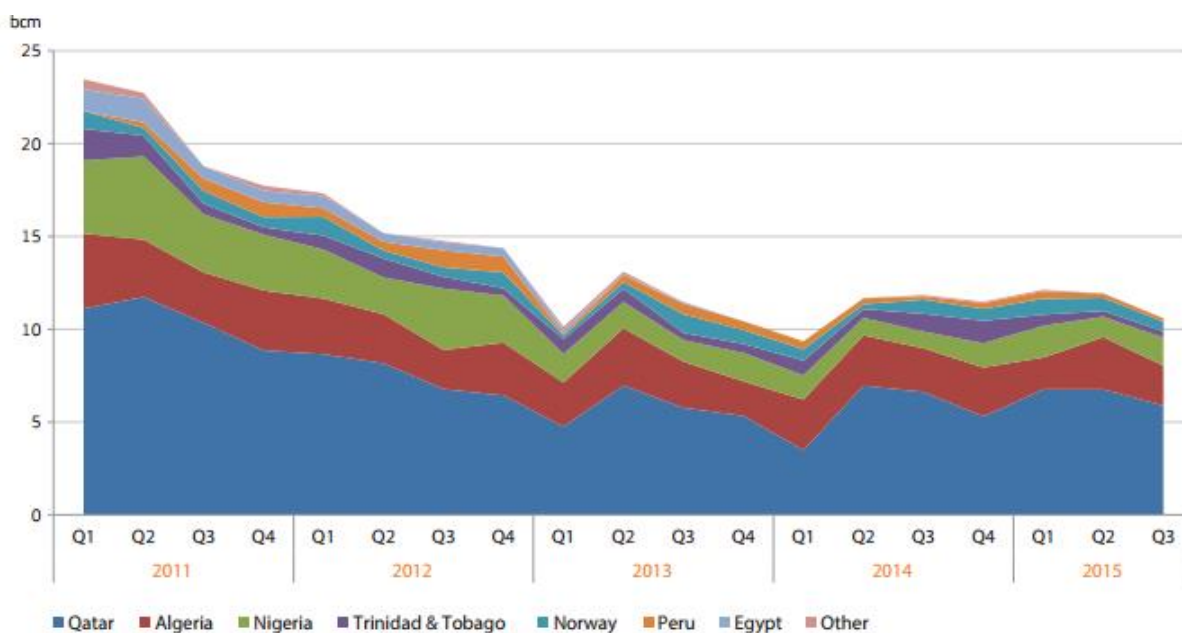
riikidele imporditakse maagaasi torujuhtmete kaudu veel Põhja-Aafrika riikidest ning suhteliselt väikse osa LNGna teistest riikidest. [30] [53]



Joonis 19 Euroopa Liidu gaasi import 2014 – 2015 [30]

2015.a kolmandas kvartalis tarniti 41% maagaasi Venemaalt. Gaasitarne Norrast on kvartalite lõikes kõikunud tingituna erinevatest hooldustöödest. 2015.a kolmandas kvartalis moodustas gaasitarne Norrast Euroopa Liitu 36%. Alžeerias imporditava maagaasi maht suurenes samuti 2015.a märgatavalt. 2015.a kolmandas kvartalis tarniti Alžeerias viimase kahe aasta suurim kogus. Kokku moodustas Alžeerias ja Liibüas tarnitud gaasi maht 10%.

LNGna imporditud maagaasi kogus oli võrreldes 2014.a 3% suurem. 2015.a esimeses kolmes kvartalis oli LNG osakaal 13%. Suurimateks veeldatud maagaasi tarnijateks Euroopa Liitu on Katar, Alžeeria ja Nigeeria. Üle 50% LNGst imporditakse seejuures Katarist. 2014.a viimasest kvartalist alates on hakanud LNG import kasvama, mis oli tingitud nii väiksemast LNG nõudlusest Aasia turul kui ka üldiselt suurenenud globaalsetest gaasitarnetest. Aiasse imporditud LNG hinna ühtlustumine Euroopa hindadega on muutnud Euroopa turu gaasitarbijatele atraktiivsemaks. 2015.a kolmandas kvartalis oli Katarist tarnitud veeldatud maagaasil dominante roll Belgia, Itaalia ja Ühendkuningriikide turgudel, Alžeerias tarniti gaasi põhiliselt Prantsusmaale ja Kreekasse. Nigeeria varustas gaasiga Portugali ning Madalmaadesse imporditi LNGd peamiselt Norrast. Hispaania oli ainukene riik, kes impordis LNGd kuult erinevalt tarnijalt ja kelle ühegi osakaal ei ületanud 50%. [30]



Joonis 20 LNG import Euroopa Liidu riikidesse tarnijate kaupa [30]

2012 – 2013.a vähenes imporditava LNG oskaal märgatavalt. See oli põhjustatud järjest suurenevast gaasinõudlusest Aasia ja Ladina – Ameerika turgudel, mis LNG hinna nendes piirkondades üles viis. 2012.a vähenes LNG import Euroopa Liidus 27% ning 2013.a 24%. Peale hindade ühtlustumist on Euroopa turg muutunud taas atraktiivsemaks, mida näitab LNG osakaalu suurenemine. Puuduvad mahud Euroopa Liidus korvati peamiselt gaasiarnetega Venemaalt, kelle ekspordimaht kasvas 2013.a sellest tulenevalt 28%. [54]

2013.a oli viiel Euroopa Liidu liikmesriigil vaid üks gaasitarnija – Venemaa. Nendeks riikideks olid Eesti, Soome, Bulgaaria, Läti ja toona veel Leedu. Majanduslik mõju Balti riikidele, mis tuleneb ühest maagaasi tarnijast, võib olla märkimisväärne, nagu näiteks on Leedu kogenud. 2012.a kehtestas Venemaa gaasi ettevõtte Gazprom Leedule maagaasi hinnaks 497 USD tuhande m³ kohta, mis oli üle 15% kõrgem hinnast, mis kehtestati Saksamaale, 431,3 USD. Kuna vahemaa Saksamaa ja Venemaa vahel on tunduvalt suurem, siis peaks tegelikkuses olema hindade osas vastupidine olukord, kuna transpordikulud on tunduvalt suuremad. Keskmised gaasi hinnad, mida Gazprom kehtestas oma teistele Euroopa tarbijatele olid 30% madalamad Leedu hinnast. Tegemist oli nõ Venemaa karistusega Leedule, et nad nõustusid ühendama end Euroopa gaasituruga ning seeläbi vähendama sõltuvust Venemaa gaasist. Venemaa saab manipuleerida hindadega, kuna omab täna veel üsna suurt turuosa. [55]

Euroopa on hästi ühendatud oma peamiste gaasitarnijatega gaasitorude võrgustiku kaudu, koguvõimsusega 530 miljardit m³ aastas. Umbes pool Venemaalt imporditud gaasist tuleb läbi

Ukraina, mis annab põhjust viimaseid sündmuseid arvestades muretsemiseks. Gaasi varustuskindlus on olnud Euroopa prioriteediks alates ajast, mil Venemaa katkestas 2006 ja 2009 gaasitarne Ukrainasse, mis on Euroopa jaoks oluline gaasi transiitriik. Sellest ajast alates on Euroopa mitmekesistanud oma gaasitarnijate hulka, ehitanud LNG vastuvõtuterminalid ja laiendanud gaasi ladustamisvõimsust. Täna on Euroopa tunduvalt paremini valmis igasugusteks häireteks kui aastaid tagasi. Kuigi viimased vaidlused Venemaa ja Ukraina vahel gaasi hinna osas on tekitanud Euroopas uued muremõtted Euroopa tarnekindluse osas. Sellest tingituna töötab Euroopa Komisjon 2014.a välja energiajulgeoleku strateegia. Peale turgude integreerimise ja energiaefektiivsuse pakuti välja lahenduseks suurendada kodumaist energia tootmist, mitmekesistada gaasi tarnijaid. Strateegia kohaselt võiks osaliselt konventsionaalsete kütuste vähenemist asendada ka kildagaasi tootmine. Kuna kildavarusid on Euroopas piisavalt, siis oleks igati mõistlik seda lähitulevikus kasutama hakata, kui tehnoloogia muutub Euroopa jaoks vastuvõtlikumaks. [56]

Eurooplaste jaoks on gaasi impordivajadus kasvavas trendis, kuna mitmetes Euroopa riikides on gaasivarud lõppemas. Energia Liidu paketi üheks eesmärgiks on vähendada Euroopa riikide sõltuvust Venemaa gaasist. Antud eesmärki soovitakse saavutada läbi turgude integreerimise. See võimaldaks gaasi paremat liikumist Lääne-Euroopast Ida- ja Kesk-Euroopasse ning kasutada seal läänes kasutamata jäänud LNG mahtu või mujalt tarnitud torugaasi. See pakuks Ida- ja Kesk-Euroopa riikidele alternatiivi ning vähendaks seeläbi Venemaa mõjujõudu. Gazpromi mõjujõudu aitavad veelgi enam vähendada gaasitarne USAst või kui Euroopa hakkaks ise kasutama oma kildaressurssi. Tänapäevaks on USAst maagaasi Euroopasse eksporditud ning mitmed riigid on sõlminud USAga pikaajalisi tarnelepinguid. Sellest tulenevalt võib järeldada, et tulevikus hakkab USA tarnima aina rohkem gaasi Euroopa turule ning seeläbi saab Euroopa endale olulise gaasitarnija juurde. [56] [57]

Energiajulgeoleku seisukohalt on äärmiselt oluline gaasitarnijate mitmekesisus. USAs on läinud gaasi hind alla eelkõige põhjusel, et riigis hakati suuremahuliselt tootma kildagaasi ja see paiskas turule juurde uut mahtu. Järjest enam ei sõltu Ameerika Ühendriigid imporditavast gaasist. Neil on võimalik ise tootmist reguleerida ning seeläbi hindu mõjutada. Euroopal on olemas potentsiaal kildavarude kasutamiseks ning seeläbi vähendada sõltuvust imporditavast gaasist ning suurendada enda energiajulgeolekut ja varustuskindlust.

7. LNG regionaalse terminali, asukohaga Eestis, põhjendus

Maagaas on muutumas järjest olulisemaks globaalsetel energiaturgudel. Kildagaasi revolutsioon USAs loob juurde võimalusi nii Euroopa kui ka Eesti gaasituru arendamiseks. Kildagaasi on võimalik LNGna transportida Ameerika Ühendriikidest Euroopasse, mida tänaseks ka tehtud on. See tekitab täiesti uue konkurentsi olukorra. Maagaasi on võimalik kasutada väga mitmekülselt: elektri tootmisel, kütteks, transpordisektoris jne. Samuti on tegemist kütusega, mille kasutamise abil on võimalik saavutada Euroopa Liidu ambitsioonikaid eesmärke keskkonnaheitmete vähendamise osas. LNG terminal, mida toetavad riigiüleised gaasiühendused, saab tuua alternatiivseid gaasitarneid meie piirkonda, suurendades seeläbi varustuskindlust ning tagades energiajulgeoleku.

Täna on Euroopa Liidul selge eesmärk keskkonnaheitmete vähendamise ja puhtama tootmise osas. Eestis toodetakse suuresti elektrit fossiilsetest kütustest, mille põletamisel tekib rohkelt kasvuhooonegaase. Euroopa Liidu eesmärgid keskkonnaheitmete vähendamise osas on ambitsioonikad: 2050.a 80 - 95% võrreldes 1990.a [58]. Seda eesmärki aitaks saavutada gaasielektrijaamade laialdasem kasutamine. Mittejuhitavate tootmisvõimsuste lisandumine elektritootmisse loob vajaduse kiireltkäivituvate gaasielektrijaamade bilansienergia võimsuste järele. Kuna gaasijaamu on võimalik kiiresti käivitada, siis saab neid ideaalselt kasutada koos tuulegeneraatoritega, mille toodang juhuslik ja prognoosimatu on. Eesti gaasitarbimine hetkel on üsna madal ning riiklikul tasandil selle kasutamist ei soodustata. Täna kasutatakse gaasi elektri tootmisel väga marginaalsel tasemel, peamiselt avariielektrijaamades.

Vajalik oleks riigi suurem huvi soodustamiseks gaasi kasutamist laialdasemalt. Eestis on täna üsna hästi väljaehitatud gaasivõrk, mis võimaldab ühtlasi ka kodumajapidamistel või ettevõtetel, kelle hoonetel on olemas ühendus gaasitrassiga, üle minna maagaasil põhinevale lokaalsele energiatootmisele. Kui gaasi hinnad lähevad alternatiivsete gaasitarbijate olemasolu tõttu madalamaks, siis muudab see lokaalse energiatootmislahenduse konkurentsivõimelisemaks võrreldes tsentraalsete tootmislahendustega. Lokaalse energiatootmise eeliseks on energiaefektiivsem kasutamine ning primaarenergia sääst, kuna energia ülekandmisel võrgukaod puuduvad. See tagab tarbijatele madalamad hinnad. Siinkohal oleks vajalik riiklik sekkumine vaatamaks üle täna kehtiva Kaugkütteseaduse, mis

tulevikus võimaldaks lokaalseid taastumatutel allikatel põhinevaid energiatootmislahendusi kaugküttepiirkonda installeerida.

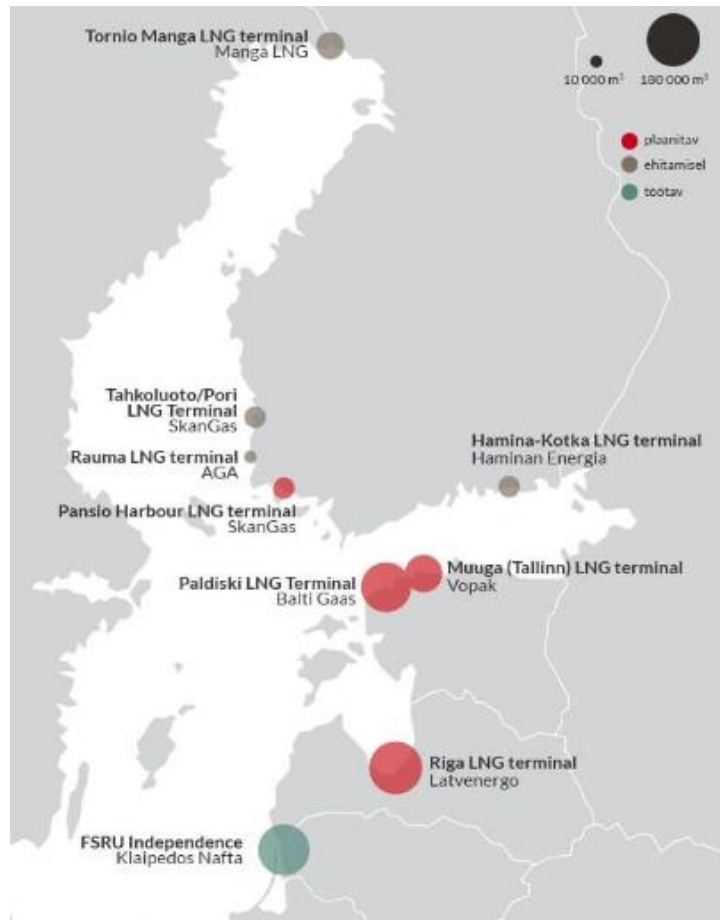
Eesti katab täna oma gaasivajaduse valdavalt Venemaa maagaasiga. Kuna oleme peamiselt sõltuvad Venemaa gaasist, siis on varustuskindluse tagamiseks oluline gaasitarnijate hulka mitmekesistada. Venemaa omab teatavat mõjujõudu ning ei ole välistatud, et Eestiga ei võiks juhtuda sarnane situatsioon, nagu juhtus aastaid tagasi Leeduga, kus gaasi hindadega manipuleeriti. Samuti on Venemaa suhted teravad Ukrainaga, läbi kelle toimub gaasitransiid Euroopasse. Regionaalse LNG terminali olemasolul on võimalik saada tõenäoliselt Gazpromilt paremat gaasi hinda, kuna nende jaoks tekib turule otsene konkurent. Kuna terminal loob võimaluse uutele gaasitarnijatele, mis mitmekesistab konkurentsi, siis suure tõenäosusega tekib veel parem gaasi hind Eesti lõpptarbija jaoks. Kui gaasi hind on konkurentsivõimelisem teiste kasutatavate kütustega, on suurem võimalus ja huvi ka selle laiemaks kasutamiseks.

2016.a esimestel kuudel tarniti umbes kolmandik Eesti gaasivajadusest Leedust. Leedule andis LNG ujuvterminal paremad võimalused Venemaa ees. Uueks perioodiks kaubeldi tunduvalt odavam hind, kui oli eelmistel perioodidel või näiteks on täna Eestis, Lätis ja Soomes. Kuna Leedu ja Venemaa kokkuleppeline gaasi hind on Baltikumis kõige soodsam, siis sisuliselt toimub Venemaa gaasi edastamine. Täna turuolukorras on see madala õli hinna juures soodsam kui LNG. Lihtsalt see ei toimu otse ühest riigist teise, vaid läbi kolmanda riigi. On hinnatud, et LNG terminali investeeringukulu Eestis jääb madalamaks kui Leedu terminali maksumus põhjusel, et maapealne terminal on soodsam kui ujuvterminal. Lisaks on võimalik LNG transport suuremate laevadega, väheneb transpordikulu, regasifitseerimise võimsus on suurem ning vähenevad protsessikulud. Sellest tulenevalt saab pakkuda regionaalse LNG terminali olemasolul Eesti tarbijatele madalamat gaasi lõpphinda.

Leedu LNG terminaliga on tekkinud turule juurde uusi gaasitarnijaid ning seeläbi tekkinud suurem konkurents. Kuna eksisteeriv gaasiturg on olemas, siis on võimalik gaasiga kaubelda. Leedu ei ole Venemaa ees nii abitus olukorras nagu veel mõned aastad tagasi. Tõenäoliselt ei ole ka Venemaa huvi gaasikraane kinni keerata ja loobuda tarnetest Baltikumi. See on vaid teoreetiline poliitilise taustaga arutelu, mille praktiline teostamine on ülimalt vähetõenäoline ning ei anna ka Venemaale soovitud tulemust. Balti riikide ja Soome varustuskindluse seisukohalt on vajalik LNG regionaalne terminal, isegi juhul, kui seda gaasi kogu aeg ei kasutataks. Selle olemasolu annab Eesti gaasitarbijatele kindluse. Siinjuures peaks olema

riiklik huvi gaasitarnijate mitmekesistamiseks. See aga eeldab riikidevahelist kokkulepet LNG regionaalse terminali asukoha valikul ja piiritlese infrastruktuuri rajamiseks.

Alloleval joonisel on toodud Baltikumisse ja Soomesse planeeritavad, ehitusjärgus olevad ning töötavad LNG terminalid. Lisaks Eestile on ka Läti planeerinud enda LNG terminali. Kuna turg ei ole hetkel piisavalt suur, siis tõenäoliselt ei ole tarvis nii palju investeeringuid LNG terminalidesse. Leedu ja üks regionaalne LNG terminal suudaksid katta ära kogu Baltikumi ja Soome gaasi vajaduse.



Joonis 21 Planeeritavad, ehitamisel ja töötavad LNG terminalid Balti ja Soome regioonis [59]

LNG regionaalne terminal omab samuti olulisust Eesti, Soome, Läti ja Leedu gaasiturgude arendamisel. Kogu piirkonna gaasitarbimise maht on märgatavalt suurem, mis meelitab juurde uusi gaasipakkujaid ning soodustab gaasi hinna langust. Energiajulgeoleku seisukohalt on oluline integreerida kogu Euroopa energiaturg, mis võimaldaks gaasil vabalt ükskõik millisesse riiki liikuda. See täna ka toimib, kuid piiravaks on ühenduste vähesus. Paremat gaasi hinda võimaldab Balti riikidel saada ka planeeritav Poola – Leedu gaasitoru GIPL,

millega tagame ligipääsu ka LNG Poola terminalile. Oletades, et Poola alustab lähitulevikus kildagaasi tootmist, siis saab kogu Balti regioon juurde endale uue turuosalise ning seeläbi veel parema gaasi hinna.

Kui gaasi hind on tekkinud vabas konkurentsisis, siis on see piisavalt madal, et soodustada gaasi suuremat kasutamist. Transpordisektoris on nii keskkonda kui tarbimismahtu arvestades kildaõli ja –gaas kas LNG või surugaasi olekus perspektiivsed kütused ja miks mitte tulevikus ka biogaasituru ettevalmistajateks.

Lõputöö kokkuvõte

Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli uurida, millised on kildagaasi ja kildaõli varud maailmas, millised on tootmismahud täna ja tulevikus ning millised on võimalikud turud kildagaasile. Lisaks uuris autor, millised on enamlevinud tehnoloogiad kildagaasi tootmiseks ning kuidas kujuneb kildagaasi hind, sh milliseid erinevaid hinnakomponente arvestama peab. Autor uuris millised on potentsiaalsed turud kildagaasile ja –õlile. Samuti oli oluline, kas tänane infrastruktuur ja transpordivõimalused toetavad ülemaailmseid gaasitarneid. Kuna lõpptarbijale on oluline hind, siis oli vajadus analüüsida kas ja millistel tingimustel on veeldatud maagaas konkurentsivõimeline torugaasiga ning milline roll on kildagaasil energiapoliitika tagamisel. Töö lõpus põhjendati LNG regionaalse terminali, asukohaga Eestis, olulisust.

Antud uurimustöö koostamine oli vajalik, et anda informatsiooni võimalike kütuseliikide turukõlblikkuse kohta nii riigile energiapoliitika kujundamisel kui investorile investeerimisotsuste kavandamisel. Kuna energeetikasektoris tehakse pikaajalisi investeerimisplaanid, siis on oluline, et energiatarbimise kiire kasvu korral tehtaks majanduslikult parimad otsused nii riigi, tootja kui ka lõpptarbijaga seiskohalt. Kuna turuolukord on viimaste aastate jooksul oluliselt muutunud ning esile on kerkinud uued perspektiivsed energiaallikad, siis oli vajalik teada, milliseid võimalusi annavad mittekonventsionaalsed kütused Euroopa ja Eesti jaoks tervikuna. Uurimisvajadus seisnes ka selles, et Tallinna Tehnikaülikoolis ei ole varemalt antud teemal lõputööd kirjutatud, mistõttu on võimalik antud töös sisalduvat infot ja järeldusi kasutada järgnevatel uurimustöödes.

Magistr töö tulemustest selgub, et maailmas on väga suured kasutamata kildaenergia varud. Kokku on maailmas teadaolevalt kasutatavat kildagaasi varu 7576,6 triljonit kuupjalga ja kildaõli varu 418,9 miljardit barrelit. Kõige suuremad kildagaasi varud asuvad Põhja – Ameerikas, Aasias ning Lõuna – Ameerikas. Kõige suuremad kildaõli varud asuvad Põhja – Ameerikas ning Ida-Euroopas, eeskätt Venemaal. Tänapäevased tootmismahud on kogu kildaenergia potentsiaali juures suhteliselt tagasihoidlikud. Täna toodab kildagaasi või kildaõli vaid USA, Kanada, Hiina ja Argentiina. Seejuures on Ameerika Ühendriikide tootmismahud nii kildagaasi kui kildaõli osas suurimad. Euroopas kildaõli ja –gaasi reaalset tootmist veel ei toimu. Põhjused on eeskätt tootmisega seonduvad võimalikud negatiivsed keskkonnamõjud. Kuna tehnoloogia on pidevalt arenemisjärgus, siis võib eeldada, et tulevikus hakkab ka Euroopa ise kildagaasi tootma. Hetkel on kõige potentsiaalsemad

kildagaasi tootjad Poola ja Ühendkuningriigid. BP avaldatud aruandes prognoositakse, et kildagaasi tootmismahud kasvavad ülemaailmselt igal aastal 5,6% ning aastaks 2035 tuleb pool kildaenergia mahtudest väljastpoolt Ameerika Ühendriike. Eeldatakse, et Hiina võtab üle USA positsiooni tootmise osas.

Uurimustööst järeldus, et kildaõli ja -gaasi tootmine on muutunud aastatega järjest soodsamaks. Kildagaasi ja kildaõli tootmiskulu on liikunud suhteliselt sarnaselt maailmaturu õli hinnale. Kui kildaenergia buum algas ja toornafta hind kõrge oli, oli tunduvalt kulukam toota kildagaasi või -õli. Tänapäevaks on turuolukord muutunud ning sarnaselt toornafta hinnale on langenud ka kildaõli, -gaasi tootmiskulu. Keskmise puuraugu puurimise ja tootmise lõpetamisega kaasnev kulu on lüüdnud 25 – 30% soodsamaks võrreldes 2012.a. Erinevates maailma piirkondades on tootmiskulud varieeruvad, põhjustatuna geoloogilistest erinevustest, puuritava puuraugu vertikaalsest sügavusest ja horisontaalsest pikkusest, vee ärajuhtimise võimalustest jne. Protsentuaalselt kõige suurema kuluga on puurkaevu kulude juures puurimise lõpetamisega kaasnevad kulud, mis hõlmavad frakkimist, vee ja lisanditega varustamist ning ärajuhtimist, puurkaevu seadmeid, pumpamisseadmete renti jne. Olulisemateks tegevuskuludeks on püsikulud, kulud kildagaasi/kildaõli kogumisele, töötlemisele ja transpordile ning maa omandamisega seotud kulud. Võrreldes USAga on Euroopas kildagaasi tootmine märkimisväärselt kallim, kuna geoloogia on keerulisem ning olemasolev tehnoloogia võõram ja tootmiseseadmed kallimad. Kildagaasi konkurentsivõime on madalam maagaasi turuhinnast. Hetke gaasihinnad on turgudel väga madalad, mis tähendab, et kildagaasi tootmine ei ole niivõrd konkurentsivõimeline.

Uurides kildagaasi võimalikke turge järeldus, et väga potentsiaalsed turud USA kildagaasile on Euroopa ja Aasia turg, kuna nendes piirkondades on gaasinõudlus kasvav ning gaasitarnijate mitmekesisus hädavajalik. Tänapäev aprillis tarniti esmakordselt USAst Euroopasse maagaasi. Prognooside kohaselt hakkavad tulevikus toimuma suuremahulised gaasitarne USAst Euroopasse. Paljudel Euroopa suurtel energiafirmadel on tarnelepingud USAga sõlmitud. USA maagaasi hind peab Euroopa turul konkureerima eelkõige Venemaa torugaasi hinnaga, kuna Venemaalt tarnitakse üle kolmandiku Euroopa gaasivajadusest. Analüütikute hinnangul on oodata selles osas nõrka hinnasõda, mis suure tõenäosusega viib gaasi hinna lõpptarbija jaoks veel madalamale. USA maagaasi tarne Euroopasse ja mujale maailmas on väga oluline samm, mis tõenäoliselt muudab tulevikus LNG turgu. Sõltuvalt LNG osatähtsuse suurenemisega on suund ka maagaasile maailmaturu hinna kujunemisel.

Magistritööst selgub, et täna on gaasi eksport Ameerika Ühendriikidest piiratud, kuna ei ole piisavalt infrastruktuuri nii USAs kui Euroopas, mis võimaldaksid transportida suuri kildagaasi koguseid. Seega ei ole lühiajalises perspektiivis näha, et hakkaks toimuma suuremahulist LNG eksporti USAst Euroopasse. Kuid järgmise kümnendi jooksul on LNG tarne suuremates mahtudes üsna reaalne, kuna USA plaanib rajada järjest juurde vajalikku infrastruktuuri ning samuti toimub massiline LNG terminalide ehitus Euroopas, mis loob eeldused suuremahulisteks gaasitarneteks. LNG terminalid ei ava nõ uksi mitte ainult USA gaasile, vaid ka impordile teistest riikidest.

Magistritööst järeldub, et energiajulgeoleku seisukohalt on äärmiselt oluline Euroopa gaasitarbijate mitmekesistamine. Eurooplaste jaoks on gaasi impordivajadus kasvavas trendis, kuna mitmetes Euroopa riikides on gaasivarud lõppemas. Euroopa Liidu Energialiidu paketi üheks eesmärgiks on vähendada Euroopa riikide sõltuvust Venemaa maagaasist. Kuna poliitiline olukord mängib energeetikas suurt rolli, on kildagaasi importimine ning seeläbi gaasitarbijate mitmekesistamine Euroopa jaoks äärmiselt vajalik. Nii energiajulgeoleku kui varustuskindluse seisukohalt vajavad Balti riigid ja Soome LNG regionaalset terminali. Eelnenud uuringud soovivad parimaks asukohaks Paldiskit.

Mittejuhitavate tootmisvõimsuste lisandumine elektritootmisse loob vajaduse kas salvestusseadmete või kiireltkäivituvate gaasielektrijaamade bilansienergia võimsuste järele. Gaasielektrijaamu saab ideaalselt kasutada koos tuulegeneraatoritega, mille toodang juhuslik ja prognoosimatu on. Samuti on transpordisektoris nii keskkonda kui tarbimismahtu arvestades kildaõli ja –gaas kas LNG või surugaasi olekus perspektiivsed kütused ja miks mitte tulevikus ka biogaasiturule ettevalmistajateks. Seega lisaks energiajulgeolekule aitab suurem maagaasi kasutamine nii elektri, eelkõige bilansienergia tootmises kui transpordisektoris saavutada Eestil Euroopa Liidu seatud keskkonnaeesmärke.

Käesoleva magistritöö koostamisel kasutati eelkõige 2015. ja 2016.a koostatud aruandeid, mis olid kättesaadavad interneti andmebaasidest ning teadusartikleid. Peamiselt kasutati erinevaid Euroopa Komisjoni ja *U.S. Energy Information Administration*’i poolt välja antud raporte, aruandeid ning statistilisi andmeid. Teadusartikleid kasutati ScienceDirect andmebaasist, näiteks Mehmet Melikoglu 2014.a artikkel „*Shale gas: Analysis of its role in the global energy market*“ ning Arkady Gevorkyan ja Willi Semmler`i artikkel „*Oil price, overleveraging and shakeout in the shale energy sector — Game changers in the oil*

industry“. Enamjaolt oli kõikides allikates üheselt tõlgendatav info, mis lõi eelduse usaldusväärse uurimustöö saavutamiseks.

Magistritöö teoreetiliseks väärtuseks on informatsioon potentsiaalse kildaenergia olemasolu kohta ning kildagaasi tootmiskulude analüüs, mille andmeid on võimalik kasutada edasistes uurimustöödes. Samuti pakub töö energiavaldkonna huvilistele ning analüütikutele informatsiooni, millised on tuleviktrendid ja suundumused kütuseturul ning milliseid uusi võimalusi avab kildagaasi ja kildaõli tootmine.

Magistritöö praktiliseks väärtuseks on energia tootmisega tegelevatele ettevõtetele anda sisend lühi- ja pikaajaliste finants- ja tootmisprognoside ning investeerimisotsuste tegemiseks. Samuti annab käesolev magistritöö riiklikul tasandil eelduse täiustamiseks energiapoliitikat.

Kirjandus

- [1] Metric conversions, „Kuupjalg to kuupmeeter konverter,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.metric-conversions.org/et/maht/kuupjalg-to-kuupmeeter.htm>. [Kasutatud 23 05 2016].
- [2] EnergyVortex, „Energy Dictionary,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: [http://www.energyvortex.com/energydictionary/british_thermal_unit_\(btu\)__mbtu__mmbtu.html](http://www.energyvortex.com/energydictionary/british_thermal_unit_(btu)__mbtu__mmbtu.html). [Kasutatud 05 23 2016].
- [3] Euroopa Komisjon, „KOMISJONI MÄÄRUS (EL) nr 147/2013,“ Euroopa Liidu Teataja, Brüssel, 2013.
- [4] Eesti Gaas, „Surugaas,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.gaas.ee/surugaas/>. [Kasutatud 05 23 2016].
- [5] Energy Information Administration, „World Shale Resource Assessments,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>. [Kasutatud 20 03 2016].
- [6] M. Melikoglu, „Shale gas: Analysis of its role in the global energy market,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, kd. 37, p. 460–468, 2014.
- [7] Energy Information Administration, 2013. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.advres.com/pdf/A_EIA_ARI_2013%20World%20Shale%20Gas%20and%20Shale%20Oil%20Resource%20Assessment.pdf. [Kasutatud 05 04 2016].
- [8] Asia Pacific Energy Research Centre, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: http://aperc.ieej.or.jp/file/2015/11/25/Pathways_to_Shale_Gas_20151124.pdf. [Kasutatud 03 04 2016].
- [9] Energy Information Administration, „Shale gas and tight oil are commercially produced in just four countries,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=19991#>. [Kasutatud 11 04 2016].
- [10] Statista, „Shale gas production in the United States from 1999 to 2015 (in trillion cubic feet),“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available:

- <http://www.statista.com/statistics/183740/shale-gas-production-in-the-united-states-since-1999/>. [Kasutatud 12 04 2016].
- [11] National Energy Board, „Exploration and Production of Shale and Tight Resources,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.nrcan.gc.ca/energy/sources/shale-tight-resources/17677>. [Kasutatud 11 04 2016].
- [12] Energy Information Administration, „Argentina and China lead shale development outside North America in first-half 2015,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=21832>. [Kasutatud 11 04 2016].
- [13] European Commission's Joint Research Centre , „European Science and Technology Network on Unconventional Hydrocarbon Extraction,“ Publications Office, The Netherlands, 2016.
- [14] Institute for Advanced Sustainability Studies, „Shale Gas and Fracking in Europe,“ IASS, Potsdam, 2015.
- [15] Energy Information Administration, „Natural Gas Consumption by End Use,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_cons_sum_dcu_nus_a.htm. [Kasutatud 11 05 2016].
- [16] Energy Information Administration, „U.S. Dry Natural Gas Production,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9070us2A.htm>. [Kasutatud 11 05 2016].
- [17] BP, „BP Energy Outlook,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>. [Kasutatud 12 04 2016].
- [18] Joint Research Centre of the European Commission, „An overview of hydraulic fracturing and other formation stimulation technologies for shale gas production,“ Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013.
- [19] I. Valgma, „Ingo Valgma: Kuidas toodetakse kildagaasi, mis peaks meid Vene gaasi lõa otsast lahti päästma?,“ 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.delfi.ee/news/paevauudised/arvamus/ingo-valgma-kuidas-toodetakse-kildagaasi-mis-peak-meid-vene-gaasi-loa-otsast-lahti-paastma?id=68709837>.

- [Kasutatud 18 04 2016].
- [20] Mäeinstituut, „Kildagaas,“ 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <http://maeopik.blogspot.com.ee/2011/10/kildagaas.html>. [Kasutatud 18 04 2016].
- [21] I. Aarna, „Põlevkiviõli tootmise perspektiiv maailmas,“ %1 *Põlevkivi tulevik – innovatsioon*, Jõhvi, 2013.
- [22] J. F. Goellner ja B. A. Hamilton, „Expanding the Shale Gas Infrastructure,“ American Institute of Chemical Engineers, United States, 2012.
- [23] Euroopa Komisjon, „KOHALIKE JA PIIRKONDLIKE OMAVALITSUSTE SEISUKOHAD KILDA- JA KINNISGAASI NING PÕLEVKIVI- JA KINNISÕLI KASUTAMISE KOHTA,“ %1 *Euroopa Liidu Regioonide Komitee*, Brüssel, 2013.
- [24] I. Valgma, „Kildagaasi ehk uue nafta lätetel,“ *Inseneeria*, detsember 2011.
- [25] Euroopa Komisjon, „Lisatud dokumendile: Süsivesinike (näiteks kildagaas) uurimise ja tootmise kohta suuremahulise hüdrofrakkimise teel,“ %1 *KOMISJONI TALITUSTE TÖÖDOKUMENT*, Brüssel, 2014.
- [26] Z. Li, H. Xu ja C. Zhang, „Liquid nitrogen gasification fracturing technology for shale gas,“ *Journal of Petroleum Science and Engineering*, kd. 138, pp. 253 - 256, 2015.
- [27] IHS Global Inc, „Trends in U.S. Oil and Natural Gas Upstream Costs,“ Energy Information Administration, Texas, 2015.
- [28] Navigant, „Unconventional Gas - The potential impact on UK Gas Prices,“ Department of Energy and Climate Change, London, 2012.
- [29] Cambridge Econometrics, „Macroeconomic Effects of European Shale Gas Production,“ UK, 2013.
- [30] Euroopa Komisjon, „Quarterly Report on European Gas Markets,“ Brüssel, 2015.
- [31] A. Beattie, „The Cost of Shale Oil Versus Conventional Oil,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.investopedia.com/articles/active-trading/051215/cost-shale-oil-versus-conventional-oil.asp>. [Kasutatud 20 04 2016].
- [32] Energy Information Administration, „U.S. Natural Gas Exports and Re-Exports by




















- Country,“ 31 03 2016. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_a.htm. [Kasutatud 29 04 2016].
- [33] Energy Information Administration, „U.S. Natural Gas Exports and Re-Exports by Country,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_a.htm. [Kasutatud 25 04 2016].
- [34] Natural Gas Europe, „U.S. GAS EXPORTS: THE PIPE DREAM,“ 3 08 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.naturalgaseurope.com/us-gas-exports-the-pipe-dream-lng-24879>. [Kasutatud 29 04 2016].
- [35] M. S. G. Review, „Japan to invest in Mexico shale gas and potentially a U\$10 billion pipeline,“ 26 07 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <http://mexicoshalegas.com/japan-to-invest-in-mexico-shale-gas-and-potentially-a-u10-billion-pipeline/>. [Kasutatud 25 04 2016].
- [36] A. Shiryayevskaya , H. Weber ja J. Lima, „U.S. Shale Gas Bound for Europe After Leaving Cheniere,“ 19 04 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-04-19/cheniere-expands-u-s-shale-reach-with-first-lng-cargo-to-europe>. [Kasutatud 09 05 2016].
- [37] G. Kantchev ja M. Malek, „First U.S. Gas Shipment En Route to Europe,“ *The Wall Street Journal*, 21 04 2016.
- [38] V. A. Caruso, „Exporting Natural Gas Benefits Industry And America,“ *the American Oil&Gas Reporter*, 03 2014.
- [39] Bright Hub Engineering, „LNG, CNG and LPG: What is the difference?,“ 30 03 2010. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.brighthubengineering.com/power-plants/40017-lng-cng-and-lpg-what-is-the-difference/>. [Kasutatud 12 05 2016].
- [40] Gazprom, „What is compressed (pressurized) natural gas,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.gazprominfo.com/articles/compressed-natural-gas/>. [Kasutatud 19 05 2016].
- [41] Energy Information Administration, „What are natural gas liquids and how are they used?,“ 20 04 2012. [Võrgumaterjal]. Available:

- <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=5930>. [Kasutatud 25 04 2016].
- [42] Eesti Gaas, „Surugaas,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.gaas.ee/surugaas/>. [Kasutatud 12 05 2016].
- [43] Ü. Rajasaar, „LPG vs CNG: liitriiga lihtsam, kilogrammiga kaasaegsem,“ 04 06 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.whatcar.ee/uudiste-artiklid/5904/lpg-vs-cng-liitriiga-lihtsam-kilogrammiga-kaasaegsem>. [Kasutatud 12 05 2016].
- [44] Eesti Gaas, „TANKLA KALKULAATOR,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.gaas.ee/tankla-kalkulaator/>. [Kasutatud 05 12 2016].
- [45] Union of Concerned Scientists, „Natural Gas Flaring, Processing, and Transportation,“ [Võrgumaterjal]. Available: http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/coal-and-other-fossil-fuels/natural-gas-flaring-processing-transportation.html#.VxzXNzCLTIV. [Kasutatud 24 04 2016].
- [46] INEOS, „INEOS names world’s first two ships built to take shale gas from the USA to Europe,“ 16 07 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.ineos.com/sites/grangemouth/news/ineos-names-worlds-first-two-ships-built-to-take-shale-gas-from-the-usa-to-europe>. [Kasutatud 24 04 2016].
- [47] IHS Global Inc, „Oil & Natural Gas Transportation & Storage Infrastructure: Status, Trends, & Economic Benefits,“ American Petroleum Institute, Washington, 2013.
- [48] E. Crooks, „Cheniere Energy’s shipment turns US into gas exporter,“ *Financial Times*, 10 01 2016.
- [49] P. DE MICCO, „Could US oil and gas exports be a game changer for EU energy security?,“ European Union, Belgium, 2016.
- [50] A. Gevorkyan ja W. Semmler, „Oil price, overleveraging and shakeout in the shale energy sector — Game changers in the oil industry,“ *Economic Modelling*, kd. 54, p. 244–259, 2016.
- [51] NASDAQ, „Crude Oil,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.nasdaq.com/markets/crude-oil.aspx?timeframe=10y>. [Kasutatud 20 04 2016].





- [52] A. Shiryayevskaya , „Cheap Russian Gas Tempts EU Buyers as LNG Import Growth Stalls,“ 09 09 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-09-09/cheap-russian-gas-tempts-eu-buyers-as-lng-import-growth-stalls>. [Kasutatud 30 04 2016].
- [53] Oxford Institute for Energy Studies, „The Impact of Lower Gas and Oil Prices on Global Gas and LNG Markets,“ Oxford University, Oxford, 2015.
- [54] Euroopa Komisjon, „Quarterly Report on European Gas Markets,“ Euroopa Komisjon, Belgia, 2014.
- [55] A. M. J. Bryza ja E. . C. Tuohy, „Connecting the Baltic States to Europe's Gas Market,“ Rahvusvaheline Katseuringute Keskus, Tallinn.
- [56] Euroopa Parlament, „Shale gas and EU energy security,“ European Union, 2014.
- [57] J. Bordoff, „How Exporting U.S. Liquefied Natural Gas Will Transform the Politics of Global Energy,“ *The Wall Street Journal*, 17 11 2015.
- [58] Euroopa Komisjon, „Energia tegevuskava aastani 2050,“ 2011.
- [59] Gas Infrastructure Europe, „Maps & Data,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.gie.eu/index.php/maps-data>. [Kasutatud 01 05 2016].

Lisad








L.1. Tehniliselt kättesaadavad kildagaasi ja kildaõli varud [1]

Region	Country	Unproved technically recoverable		Date updated
		wet shale gas (trillion cubic feet)	tight oil (billion barrels)	
North America				
	 Canada	572.9	8.8	5/17/13
	 Mexico	545.2	13.1	5/17/13
	 U.S. ¹	622.5	78.2	4/14/15
Australia				
	 Australia ²	429.3	15.6	5/17/13
South America				
	 Argentina	801.5	27.0	5/17/13
	 Bolivia	36.4	0.6	5/17/13
	 Brazil	244.9	5.3	5/17/13
	 Chile	48.5	2.3	5/17/13
	 Colombia	54.7	6.8	5/17/13
	 Paraguay	75.3	3.7	5/17/13
	 Uruguay ³	4.6	0.6	5/17/13
	 Venezuela	167.3	13.4	5/17/13
Eastern Europe				
	 Bulgaria	16.6	0.2	5/17/13
	 Lithuania/Kaliningrad	2.4	1.4	5/17/13
	 Poland	145.8	1.8	5/17/13
	 Romania	50.7	0.3	5/17/13
	 Russia	284.5	74.6	5/17/13
	 Turkey	23.6	4.7	5/17/13
	 Ukraine	127.9	1.1	5/17/13

Western Europe

 Denmark	31.7	0.0	5/17/13
 France	136.7	4.7	5/17/13
 Germany	17.0	0.7	5/17/13
 Netherlands	25.9	2.9	5/17/13
 Norway	0.0	0.0	5/17/13
 Spain	8.4	0.1	5/17/13
 Sweden	9.8	0.0	5/17/13
 United Kingdom	25.8	0.7	5/17/13

North Africa

 Algeria	706.9	5.7	5/17/13
 Egypt	100.0	4.6	5/17/13
 Libya	121.6	26.1	5/17/13
 Mauritania	0.0	0.0	5/17/13
 Morocco	11.9	0.0	5/17/13
 Tunisia	22.7	1.5	5/17/13
 West Sahara	8.6	0.2	5/17/13


Sub-Saharan Africa

 Chad	44.4	16.2	12/29/14
 South Africa	389.7	0.0	5/17/13




Asia

 China	1115.2	32.2	5/17/13
 India	96.4	3.8	5/17/13
 Indonesia	46.4	7.9	5/17/13
 Mongolia	4.4	3.4	5/17/13
 Pakistan	105.2	9.1	5/17/13
 Thailand	5.4	0.0	5/17/13

Caspian

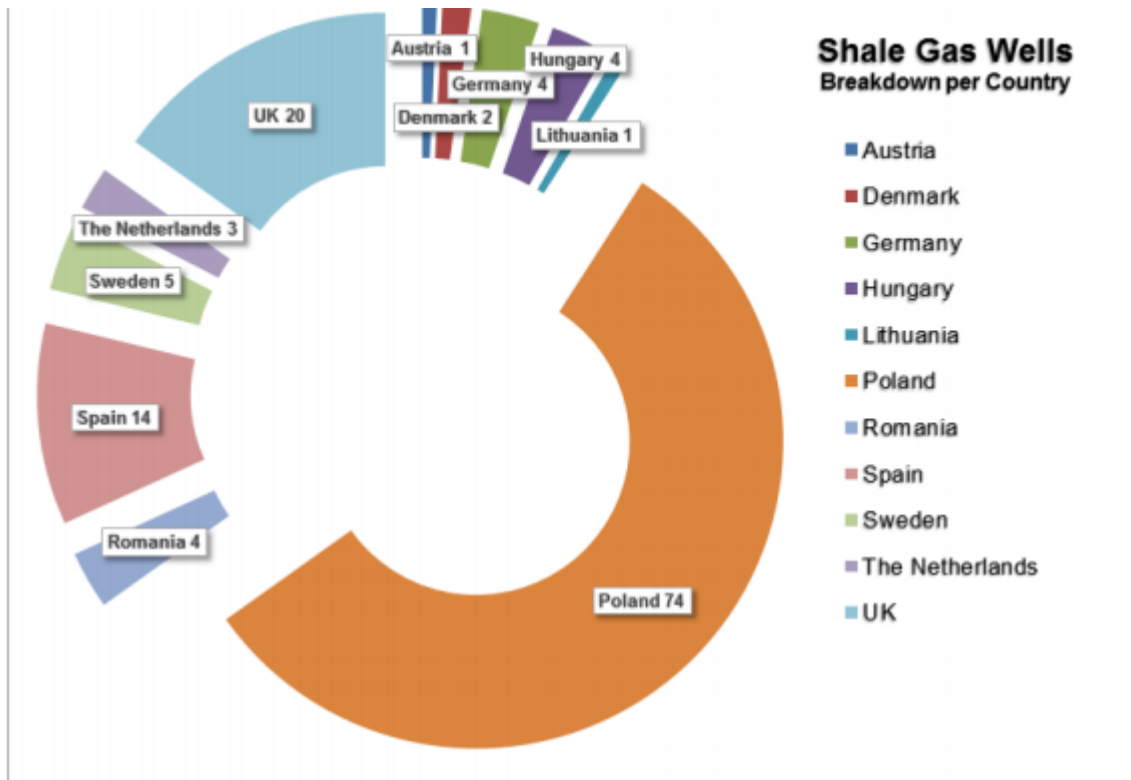
 Kazakhstan	27.5	10.6	12/29/14
--	------	------	----------

Middle East

 Jordan	6.8	0.1	5/17/13
 Oman	48.3	6.2	12/29/14
 United Arab Emirates	205.3	22.6	12/29/14





















46 Countries' total	7,576.6	418.9	
----------------------------	----------------	--------------	--







































L.2. Kildagaasi puuraukude jaotus Euroopas [13]



Country	Number of Shale Gas Wells
Austria	1
Denmark	2
Germany	4
Hungary	4
Lithuania	1
Poland	74
Romania	4
Spain	14
Sweden	5
The Netherlands	3
UK	20
Grand Total	132

L.3. USA maagaasi eksport riigiti, miljonites kuupjalgades [32]

Type - Area	Graph Clear	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Export Volumes							
Total	 <input type="checkbox"/>	1,136,789	1,505,650	1,618,828	1,572,413	1,514,242	1,783,512
Pipeline	 <input type="checkbox"/>	1,071,997	1,435,649	1,590,531	1,569,375	1,497,771	1,754,918
Canada	 <input type="checkbox"/>	738,745	936,993	970,729	911,007	769,258	700,647
Mexico	 <input type="checkbox"/>	333,251	498,657	619,802	658,368	728,513	1,054,271
LNG	 <input type="checkbox"/>	64,793	70,001	28,298	2,924	16,255	28,381
Exports	 <input type="checkbox"/>			0		13,590	16,756
By Vessel	 <input type="checkbox"/>			0		13,310	16,519
China	 <input type="checkbox"/>						0
Japan	 <input type="checkbox"/>	30,100	15,271	9,342		13,310	8,262
Taiwan	 <input type="checkbox"/>						8,257
By Truck	 <input type="checkbox"/>			0		280	237
Canada	 <input type="checkbox"/>	0	0	2		99	41
Mexico	 <input type="checkbox"/>	208	236	153		181	195
Re-Exports	 <input type="checkbox"/>			0		2,664	11,625
Brazil	 <input type="checkbox"/>	3,279	11,049	8,142		2,664	5,533
Chile	 <input type="checkbox"/>	0	2,910	0		0	0
China	 <input type="checkbox"/>	0	6,201	0		0	0
Egypt	 <input type="checkbox"/>						2,947
India	 <input type="checkbox"/>	2,873	12,542	3,004		0	0
Japan	 <input type="checkbox"/>	2,822	2,741	5,037		0	0

Mexico		<input type="checkbox"/>			0		0	0
Portugal		<input type="checkbox"/>		0	2,618			
Russia		<input type="checkbox"/>	0	0	0		0	0
South Korea		<input type="checkbox"/>	11,809	9,143	0		0	0
Spain		<input type="checkbox"/>	4,117	5,918	0		0	0
Turkey		<input type="checkbox"/>						3,145
United Kingdom		<input type="checkbox"/>	9,584	2,862	0		0	0
CNG		<input type="checkbox"/>			0	115	217	214
Canada		<input type="checkbox"/>		0	0	115	217	214
Export Prices								
Average		<input type="checkbox"/>	5.02	4.64	3.25	4.08	5.51	3.07
Pipeline		<input type="checkbox"/>	4.75	4.35	3.08	4.06	5.40	2.95
Canada		<input type="checkbox"/>	4.84	4.45	3.17	4.17	6.10	3.15
Mexico		<input type="checkbox"/>	4.54	4.18	2.94	3.91	4.65	2.81
LNG		<input type="checkbox"/>	9.53	10.54	12.82	13.36	15.66	10.92
Exports		<input type="checkbox"/>			-		15.69	7.54
By Vessel		<input type="checkbox"/>			-		15.74	7.49
China		<input type="checkbox"/>		10.61	--			--
Japan		<input type="checkbox"/>	12.19	13.05	15.71		15.74	7.50
Taiwan		<input type="checkbox"/>						7.49
By Truck		<input type="checkbox"/>			-		13.20	10.77
Canada		<input type="checkbox"/>	--	--	13.29		14.48	12.36
Mexico		<input type="checkbox"/>	8.58	9.31	9.09		12.50	10.44
Re-Exports		<input type="checkbox"/>			-		15.51	15.79
Brazil		<input type="checkbox"/>	7.50	11.40	11.19		15.51	15.19
Chile		<input type="checkbox"/>	--	13.91	--		--	--
China		<input type="checkbox"/>	--	12.25	--		--	--
Egypt		<input type="checkbox"/>						16.71
India		<input type="checkbox"/>	7.56	8.23	11.10		--	--
Japan		<input type="checkbox"/>	6.70	7.02	12.07		--	--
Mexico		<input type="checkbox"/>			--		--	--
Portugal		<input type="checkbox"/>		--	11.27			
Russia		<input type="checkbox"/>	--	--	--		--	--
South Korea		<input type="checkbox"/>	7.54	9.98	--		--	--
Spain		<input type="checkbox"/>	6.32	7.77	--		--	--
Turkey		<input type="checkbox"/>						15.99
United Kingdom		<input type="checkbox"/>	7.13	7.66	--		--	--
CNG		<input type="checkbox"/>		--	--	6.20	12.40	5.73
Canada		<input type="checkbox"/>		--	--	6.20	12.40	5.73