



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT

Maagaasi ja toornafta turukonkurentsi võrdlus

Elektroenergeetika õppekava

Energiasüsteemide õppetool

Magistritöö

Õppetooli juhataja

dotsent Jako Kilter

Juhendaja

professor Arvi Hamburg

Lõpetaja

Hans Jürgen Peda

Tallinn 2016

Töö kaitsmine

Lõputöö on kaitstud 2016. a hindele

Kaitsmiskomisjoni esimees (nimi ja allkiri)_____

Autori deklaratsioon

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: Hans Jürgen Peda

Lõputöö liik: Magistritöö

Töö pealkiri: Maagaasi ja toornafta turukonkurentsi võrdlus

Kuupäev: 07.01.2016

67 lk

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Energeetikateaduskond

Instituut: Elektroenergeetika instituut

Õppetool: Energiasüsteemide õppetool

Töö juhendaja: professor Arvi Hamburg

Sisu kirjeldus:

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on uurida, milliseks võivad elektrijaamades primaarallikadena kasutatavate kütuste, toornafta ja maagaasi, hinnad kujuneda 10 aasta perspektiivis ning millised võivad olla toornafta ja maagaasi hindu mõjutavad faktorid ning nende esinemise põhjused ja põhjuste tõenäosused. Tuleviku võimalike hinnamuutuste põhjuste väljaselgitamiseks on töös uuritud olulisemaid komponente, mis toornafta ja maagaasi hinda kujundavad, sh mõlema kütuseliigi ammutamise, töötlemise, transpordi ja ladustamisega seotud maksumusi. Lisaks on vaadeldud nii toornafta kui ka maagaasi mineviku hinnamuutusi ning toodud välja nende esinemise põhjuseid.

Antud uurimustöö koostamine on vajalik, kuna 2014. aasta suvest on kütusehinnad turul pidevas languses ning selle tulemusena on energiahinnad, sh elektri hind, oluliselt vähenenud. Elektri hinna prognoosil, mis enamuses toodetakse fossiilsete kütuste baasil, on määrava tähtsusega kütusekomponendi maksumus. Ka riiklikul tasandil on energiakandjate hindadel väga suur tähtsus nii riigieelarve kui tarbijate sotsiaalsete garantiide kavandamisel.

Järelduste tegemiseks on käesolevas magistritöös allikadena kasutatud mitmesuguseid aruandeid ja teadusartikleid, mis on olnud kättesaadavad EbscoHost ja ScienceDirect andmebaasidest. Lisaks internetiallikatele on olulise informatsiooni allikana kasutatud ka *International Energy Agency*, *World Energy Outlook* ja *U.S. Energy Administration* poolt koostatud uuringuid ning aastaaruandeid.

Uurimustöö tulemustest selgub, et alates 2016. aastast 10 aasta perspektiivis võib oodata nii toornafta kui ka maagaasi turuhindade kallinemist, võrreldes 2015. aasta hindadega. Toornafta barreli hind võib järgneva 10 aasta jooksul tõusta ligi 80% ning maagaasi hinnatõus samal ajavahemikul kuni 40%. Olulisteks hinnakujundajateks järgneva dekaadi jooksul saavad OPEC-i liikmesriikide poolt reguleeritavad kütuse tootmiskvoodid ning pakkumine turule. Toornafta ja maagaasi hindadele tähtsat mõju avaldavaks teguriks on ka piirkondlik sõjategevus Lähis – Idas ning sellega seonduvad poliitilised otsused. Suure tõenäosusega hoogu juurde saavatel sõjalistel operatsioonidel Ukrainas, Süürias ja Põhja - Aafrika riikides, saab olema väga suur mõju järgnevate aastate kütusetootmise kogustele ning hindadele.

Märksõnad: toornafta, maagaas, kütuse hind, prognoos, fossiilsed kütused, hinnamuutuste analüüs, kütuse ammutamine, kütuse töötlemine, kütuse transport, kütuse ladustamine.

Summary of the diploma work

<i>Author:</i> Hans Jürgen Peda	<i>Kind of the work:</i> Master's thesis
<i>Title:</i> Natural Gas and Crude Oil Market Competition Comparison	
<i>Date:</i> 07.01.2016	<i>67 pages</i>
<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 of the work:</i> Professor Arvi Hamburg	
<i>Abstract:</i> <p>The purpose of this master's thesis is to investigate how the market prices for crude oil and natural gas, as a primary energy resource in power plants, could change in the next 10 years. Also, what could be the factors that influence crude oil and natural gas prices and what could be the probability of different price trends to occur. Important price components, extraction, transport, processing and storage costs of crude oil and natural gas are examined as possible future price influences. In addition, past crude oil and natural gas price changes have been under observation as well as reasons for their occurrence.</p> <p>The master's thesis was necessary to write due to natural gas and crude oil market prices have been on a downfall since the summer of 2014 and this has resulted in widespread economic losses among fuel producers and as well as on national levels.</p> <p>A wide variety of sources have been used during this thesis to conduct analysis and reach to conclusions which have been provided by EbscoHost and Science Direct databases. In addition to the sources available from the internet, significant source of information have been provided by different annual reports and research papers conducted by International Energy Agency, World Energy Outlook and U.S. Energy Administration.</p> <p>The research results from this master's thesis indicate that starting from 2016 crude oil and natural gas prices can be expected to rise throughout the 10 year period until 2025. The price of crude oil barrel could rise by nearly 80 % and the cost of natural gas could rise up to 40 % over the next decade. An important crude oil and natural gas marker price influencers for the</p>	

next 10 years will be production quotas regulated by OPEC member states. Prices of natural gas and crude oil will also be affected by regional military action in the Middle – East and political agendas associated with that. It is highly likely that military actions in Ukraine, especially in Syria and in North –African countries, in general, will influence the level of fuel production and market price.

Key words: crude oil, natural gas, fuel price forecast, conventional energy resources, unconventional energy resources, fossil fuels, fuel price change analysis, fuel extraction, fuel processing, fuel transportation, fuel storage.

Sisukord

Lõputöö ülesanne.....	10
Teema põhjendus:	10
Töö eesmärk:	11
Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:.....	11
Lähteandmed:	11
Eessõna	12
Lühendite ja sümbolite loetelu	13
Sissejuhatus.....	14
1. Maagaasi ja toornafta hindade kujunemine.....	17
1.1 Toornafta ja maagaasi transport ning selle maksumus.....	17
1.1.1 Toornafta transport ja selle maksumus.....	18
1.1.2 Maagaasi transport ja selle maksumus.....	20
1.2 Toornafta ja maagaasi ladustamine ning selle maksumus	22
1.2.1 Toornafta ladustamine ja selle maksumus	22
1.2.2 Maagaasi hoiustamine ja selle maksumus	23
1.3 Toornafta ja maagaasi ammutamine ning selle maksumus.....	24
1.4 Toornafta ja maagaasi töötlemine ning selle maksumus.....	26
1.4.1 Maagaasi töötlemine ja selle maksumus.....	26
1.4.2 Toornafta töötlemine ja selle maksumus.....	26
1.5 Toornafta ja maagaasi hinnakujundajate võrdlus.....	27
2. Maagaasi ja toornafta hinnamuutuste analüüs.....	30
2.1 Toornafta mineviku hinnamuutused ja nende põhjused.....	30
2.2 Maagaasi mineviku hinnamuutused ja nende põhjused	34
2.3 Toornafta ja maagaasi mineviku hinnamuutuste võrdlus.....	36
3. Maagaasi ja toornafta lähiaastate hinnaprognosid.....	41
3.1 Maagaasi tuleviku hinnamuutuste võimalikud põhjused	43
3.2 Toornafta tuleviku hinnamuutuste võimalikud põhjused.....	47

3.3 Mittekonventsionaalsed kütused, taastuvad energiaallikad – maagaasi ja toornafta tuleviku hinnamõjutajad	51
Kokkuvõte	53
Kirjandus	57
Lisad	64
L.1. Toornafta nominaal ja reaalhinnad ajavahemikus 1861 – 2015, USD/barrel	64
L.2. Maagaasi nominaal ja reaalhinnad ajavahemikus 1920 – 2015, USD/mmBtu	66

Lõputöö ülesanne

Lõputöö teema:	Maagaasi ja toornafta turukonkurentsi võrdlus
Üliõpilane:	Hans Jürgen Peda, 143708
Lõputöö juhendaja:	Arvi Hamburg
Õppetool:	Energiasüsteemide õppetool
Õppetooli juhataja:	Jako Kilter
Lõputöö esitamise tähtaeg:	07.01.2016

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Õppetooli juhataja (allkiri)

Teema põhjendus:

Antud teema on käesoleval ajahetkel väga aktuaalne, kuna poliitiline globaalne situatsioon on ebastabiilne, mille mõjud avalduvad kütuste hindades. Samal ajal ka kütuseootjad ja müüjad saavad olulisel määral mõjutada terve maailma majanduslikku heaolu, kuna kütusehinnad avaldavad suurt mõju ka valuutakurssidele. Sellest tulenevalt on vaja uurida kütusehinna muutuste põhjuseid kahe enim levinud kütuseliigi puhul.

Käesoleval ajal on väga keerukas arvata, milliseks võivad maagaasi ja toornafta hinnad 10 aasta perspektiivis muutuda. Sellest tulenevalt on vaja analüüsida, millest koosneb maagaasi või toornafta lõpphind ning kui suure osatähtsusega on see kütuse lõpphinnast, et näha võimalikke tulevikuhindade muutusi. Oluline on ka võrrelda ja analüüsida maagaasi ja toornafta hindasid läbi ajaloo ning vaadelda nende muutuste põhjuseid, mida võib kasutada ka sisendina prognooside tegemisel tulevikuks. Täpsemalt annab mineviku hinnamuutuste analüüs ülevaate, milliste sündmuste esinemisel võivad hinnamuutused tulevikus toimuda ning milliseid muudatusi peab ettevõtte läbi viima, et kütusehindade muutustega kohaneda. Tuleviku hinnaprognose on oluline uurida ka seadmete ning liiklusvahendite soetamise perspektiivi seisukohast. Täpsemalt on vaja teada, millise suunitlusega kütuse kasutusega tootmisseadmeid kui ka transpordivahendeid peaks kavandama ja arendama, et tuleviku-prognose arvesse võttes oleks nende käitamine majanduslikult soodne.

Käesolevat teemat on oluline uurida ka seetõttu, et saaks pakkuda vajalikku informatsiooni nii ettevõtetele, kes on seotud transpordi- ning tööstussektoriga, kui ka riigi tasandil, kellel suur

osa aasta riigieelarvest moodustab kütusemüügist saadav tulu. Magistritöö lõpus antakse, tuginedes kasutatud aruannetele ning teadusartiklitele, soovitusi ettevõtetele ja üksiktarbijatele, kes on otseselt seotud kütusehinna muutustega, et oma tulevikustrateegiaid kujundada.

Magistritöö annab teavet selle kohta, millisele kütuseliigile oleks mõistlik oma tootmisprotsess või teenindamine üles ehitada, et toimida tulevikus majanduslikult võimalikult kulu- ja ressursi- efektiivselt.

Töö eesmärk:

Magistritöö eesmärgiks on uurida milliseks võivad kujuneda toornafta ja maagaasi hinnad 10 aasta perspektiivis. Mis võivad olla hinda mõjutavad faktorid, nende esinemise põhjused ning esinemise tõenäosused. Toornafta ja maagaasi hinnad on olulised indikaatorid kõigi fossiilsete kütuste hinnakujunduses. Fossiilsetel kütustel töötavad aga enamuses elektri jaamu, seega maagaasi ja toornafta hinnad on määravaks teguriks ka elektri tootmishinna kujundamisel. Magistritöös on uuritud energiakaubandusega seotud kütusehindade sisendandmeid, nende muutusi minevikus ning tehtud prognoose tulevikuks.

Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

1. Milline on komponentide (transport, ammutamine, ladustamine, töötlemine) osakaal kütuse lõpphinna kujunduses?
2. Millised on olnud ajalooliselt toornafta ja maagaasi hinnamuutused ning nende põhjused?
3. Milliseks võivad kujuneda toornafta ja maagaasi hinnad järgneva kümne aasta jooksul?

Lähteandmed:

Magistritöö koostamisel on plaanis kasutada teadusartikleid, mis on kättesaadavad internetiandmebaasidest *Science Direct* ning *EBSCOhost*. Samuti on olulisel kohal erinevate energeetikaorganisatsioonide poolt avaldatud aruanded. Olulisemateks energeetikaalasteks organisatsioonideks on *International Energy Agency*, *U.S Energy Information Administration* ja *World Energy Outlook*.

Eessõna

Magistritöö teema „Maagaasi ja toornafta turukonkurentsi võrdlus“ valiku ajendiks oli töö autori isiklik huvi maagaasi ning kütusesektori vastu laiemalt. Huvi valitud teema vastu on tingitud ka autori soovist tulevikus töötada mõnes kütusega tegelevas ettevõttes. Käesoleval hetkel on kütusehinnad väga ebastabiilsed ning sellest sõltuvalt on kõikum ka paljude riikide valuutakursid ja majanduslik olukord. Sellest tulenevalt oleks huvitav ning silmaringi avardav uurida kütusega seonduvat, et teha tulevikuks majanduslikult kasulikke ning efektiivseid otsuseid. Teema valiku ja pealkirja sõnastamisel oli abiks Tallinna Tehnikaülikooli energeetikateaduskonna professor Arvi Hamburg, keda autor soovib tänada töö kirjutamise ajal osutatud abi ning nõuannete eest.

Hans Jürgen Peda

Aiandi 3/1 - 2, Tallinn

AS Merko Infra

hanspeda@hotmail.com

+372 55 677 885

Lühendite ja sümbolite loetelu

Bbl- barrel toornaftat võrdub 158,987 liitrit ning tema energia hulk on 6,1 GJ [1]

Btu – British thermal unit – traditsionaalne energia hulk, mis võrdub 1,055 GJ [2]

Gallon – 3,785 liitrit

mmBtu – Üks miljon Btu

OFGEM - Office of Gas and Electricity Markets – Maagaasi ja Elektrienergia Turu Regulaator

OPEC – Naftat Eksportivate Riikide Organisatsioon (i.k. Organization of the Petroleum Exporting Countries)

Sissejuhatus

Gloobalse rahvaarvu tõusuga ning sellega käsikäes areneva tööstussektoriga kasvab ka aasta – aastalt energiatarbimine. Vaatamata Euroopa Liidu ja Ameerika Ühendriikide suurtele jõupingutustele rahuldada energiatarbimise kasvu taastuenergiaallikate abil, on Aasia ja Aafrika riikide suunitlused ning eesmärgid teistsugused. Nimelt rajatakse tulevatel aastatel Aasia riikidesse uusi elektrijaamu ning tööstushooneid, mis põhinevad fossiilsetel kütustel, kuna esialgsed investeeringud sellele ei ole nii kõrged. Seejuures kasvab toornafta ja maagaasi, kui elektrijaamades primaarallikatena ja töödeldud kujul lõpptarbija poolt kasutatavate kütuste järele nõudlus järgnevatel aastatel hüppeliselt ning senisest enam hakkavad riikide majandusarengut mõjutama nimelt kütusehinnad.

Mitmed uuringud on kinnitanud, et toornafta ja maagaasi hinnad on teineteisest sõltuvad ning üldiselt võib eeldada, et toornafta ja maagaasi hinnad on omavahel seotud, sellepärast et neid kütuseid saab teineteisega mõnel juhul elektrijaamades sisendkütusena asendada. Suhteline hinnamuutlikkus on siiski tõstatanud küsimusi nende uuringute tulemuste suhtes. Eelkõige viimastel aastatel on maagaasi hind toornafta suhtes hakanud eemale nihkuma oma normaalsest hinnatasemest, mis on seotud veeldatud maagaasi ehk LNG terminalide ehituse kasvuga. Nimelt on maagaasi turg muutumas toornaftaga võrdväärseks maailmakaubandus artiklaks ning tänu sellele seotakse maagaasi hind toornaftast lahti ja maagaas muutub eraldiseisvaks kaubaks maailmaturul.

Arusaam toornafta ning maagaasi hinna kujundusest tulevikus, ning eriti selle püsivusest või muutlikkusest, on väga oluline energiasektoris tegutsevatele ettevõtetele ning nende ettevõtete aktsionäridele. Kaubanduslikust aspektist vaadatuna on oluline kaaluda oma investeeringute mõistlikkust ning tasuvust vastavalt huviorbiidis oleva ettevõtte kasutatavale tehnoloogiale ning selle kütusele. See tähendab, et tuleks analüüsida kasutatava kütuse maksumust ning teha järeldused, kas see on jätkusuutlik ning majanduslikult tasuv. Kui kaaluda investeerimist näiteks transpordisektorisse, tuleks läbi vaadata võimalused kasutamaks maagaasi diislikütuse asemel, kuna hinna poolest ei ole enam see aeg kaugel või on juba käes, kus maagaas hakkab tungima transpordisektorisse diislikütuse asendajana [3].

Olukorra tõttu, kus toornafta ja maagaasi turuhinnad on langenud viimase 15 aasta madalaimale tasemele, tuleb teha valikuid, kuidas riike, tööstusharusid, ettevõtteid ning eramajapidamisi majanduslikult kõige efektiivsemalt juhtida.

Käesolev töö keskendub eelkõige toornafta ning maagaasi hinnale, selle kujunemisele ning tähtsusele. Töö käigus püütakse leida vastused küsimustele, mis on seotud toornafta ja maagaasi hinnamuutustega ning seostele nende kahe kütuseliigi hinna vahel. Samuti selgitatakse kahe kütuseliigi hinna sõltuvust teineteisest ning selle kujunemise omapära. Töös uuritakse maagaasi ning toornafta majanduslikku tasuvust, täpsemalt seda, kas tänasel päeval on mõislikum mõelda perspektiivselt ning plaanida tarbimisseadmete soetamist, sealhulgas transpordivahendeid ning tööstusseadmeid, sellise suunitlusega, et need oleksid võimelised töötama, kasutades maagaasi või püsiva madala toornafta hinna juures jääda kindlaks diiselkütusele. Proovitakse leida ka vastust küsimusele, kas tänasel päeval on juba majanduslikult tasuvam ammutada ning tarbida mõnel juhul maagaasi toornafta saaduste alternatiivina või peaks maagaasi tootma ainult toornafta ammutamise kõrvalsaadusena.

Magistritöös käsitletav teema on praegusel ajal väga asjakohane, kuna alates 2014. aasta algusest saadik on kütuste hinnad olnud suures muutuses ning ebastabiilsed. Sellest on olulisel määral mõjutatud ka elektrijaamade elektri- ja soojusenergia toodangu hinnatase ning üldine energiajulgeolek. Sellise olukorra üheks põhjustajaks on mitmed sõjalised konfliktid nii Euroopa piirialadel kui ka Lähis-Idas, kus suurt rolli mängib lisaks Venemaale USA sõjaline aktiivsus. Ülemaailmsete konfliktide tulemusena on mõjutatud kõikide perede majanduslik olukord, eriti nendel, kes transpordivahendeid ühel või teisel määral kasutavad ning kütte ja elektrisüsteemiga varustatud majades elavad. Naftabarreli hind on varieerunud viimase kahe aasta jooksul väga suures vahemikus – 107,86 kuni 34,73 dollarit barreli kohta, ning seda langevas trendis, samas ajavahemikus on langeva trendiga olnud ka maagaasi hind, mis on sarnaselt naftabarreli hinnale langenud peaaegu kaks korda - 5,32 dollari pealt 2,8 dollarini mmBtu [4] [5]. Sellised hinnamuutused vajavad analüüsimist, kuna ettevõtetal, kelle investeeringud ja nende tasuvused on sõltuvad otseselt kasutatava kütuse hinnast, on oluline teada maagaasi ning toornafta hindade võimalikest prognoosidest võrreldes hetkesisuga, et mitte teha tuleviku suhtes ebasoodsaid majanduslikke otsuseid. 2015. aastal oli naftahind langenud seitsme viimase aasta madalaimale tasemele, mis tähendab analüütikute sõnul, et rikkus ja võim hakkab vähemalt ajutiselt suunduma autokraatsetelt naftariikidelt pigem tööstusriikide tarbijatele, mis ei ole tingimata halb asjade kulg, kuna selline muutus võib muuta maailma turvalisemaks paigaks, kui ta tänasel päeval on [6].

Eriti oluline on kütusehindade täpne prognoosimine riiklikul tasandil, täpsemalt nafta- ja maagaasirikastel riikidel, kelle riigieelarve on suuresti sõltuvuses toodetava kütuse kogusest

ning selle hetkelisest turuhinnast. Üheks selliseks riigiks on Venemaa, kes on naftabarreli hindade suurest langusest tingituna hetkel majanduslanguses. Maagaas ning toornafta moodustavad koguni 66 protsenti Venemaa eksporditulust. 2015. aastaks prognoositi Gazpromi tulude langust ligi 8 protsenti, mis teeb saamata jäänud tuluks hinnanguliselt 70 miljardit eurot [7]. Kui vaadelda kütuste hinna langust suuremas pildis, siis Maailmapanga sõnul toetab see arenevaid majandusi. Samuti toovad madalamad kütusehinnad endaga kaasa senisest vähesema sissetuleku kütust eksportivatele riikidele ning suurendavad kütust importivate riikide majanduslikku tugevust. Kütusehinna langusega võivad kaasned ka mitmed probleemid, näiteks, kui nafta hind püsib pikka aega madalal, võib see ohustada kasvuväljavaateid, planeeritud arenguid, uute leiukohtade avastamist ning arendamist [8].

Tallinna Tehnikaülikoolis on varemalt kirjutatud lõputööd teemadel, mis hõlmavad maagaasi turgu ning tururegulatsiooni, kuid toornafta ja maagaasi hinnakujunduse teemal ei ole autori teada varem Tallinna Tehnikaülikoolis lõputööd kirjutatud, mis tähendab, et käesolevat tööd ei saa seni tehtuga võrrelda ning teema käsitus on esmakordne. Antud teemal kirjutamine võib anda palju huvitavaid teadmisi kütuseturu ning hindade omapära kohta.

1. Maagaasi ja toornafta hindade kujunemine

Kuna toornafta ja maagaas on omavahel konkureerivad kütused turul siis nende vahel on ka vastastikune hinnasõltuvus. Mõnedel juhtudel minevikust ning eriti viimastel aastatel on märgata, et toornafta ja maagaasi hinnad ei ole korrelatsioonis. Millises sõltuvuses või suhtes aga kahe erineva kütuseliigi hinnad võiksid teineteisega olla? Tundub iseenesest mõistetav, et maagaasi ja toornafta hinnad võiksid paralleelselt nii tõusta kui langeda vastavalt väliste mõjutusteguritele. Ühel barreil toornaftal on samasugune energiasisaldus 5,8 mmBtu kui maagaasil. Sellist jäika loogikat järgides võiks väita, et üks barrel toornaftat peaks võrduma hinnaliselt 5,8 mmBtu maagaasiga. Lisaks, kui maagaasi hind tõuseks 1 USD võrra mmBtu kohta, siis toornafta barrel peaks tõusma 5,8 USD.

Majandusteadlased ei nõustu eeldusega, et kütusehindade suhe tuleks määrata vastavalt energiasisaldusele võrdväärselt. Sellise eelduse vastu on võideldud juba mitukümmend aastat ning väidetud, et naftabarreli ja maagaasi ekvivalente ei saa omavahel võrrelda. Nimelt ammutatud toornafta ja maagaasi ei ole veel lõpp produkt vaid seda tuleb vastavalt kütuseliigile erinevate tehnoloogiate ja protsessidega töödelda ning sellest tulenevalt on kahe kütuseliigi hinnad ka erinevad. Nimetatud kahel kütuseliigil on ka väga erinevad transpordi, töötlemise ja ladustamise protseduurid, mis lõpphinda mõjutavad. Kuna kõik eelnimetatud tegurid on ühele ja teisele kütuseliigile erineva kaalu ja maksumusega, siis on vähetõenäoline, et nende kütuste hinna tasakaalu suhe on sama mis nende energiasisalduse suhe [9].

1.1 Toornafta ja maagaasi transport ning selle maksumus

Kütuse nõudlus seadmete ja masinate järele kasvab üle maailma iga päevaga, mis tähendab, et järjest enam tuleb hakata kütusetootjatel suurendama tootmise koguseid ning sellest tulenevalt ka transpordi mahtusid. Kütuse tootmine ja tarbimine toimub harva ühes ja samas kohas, seega on toornafta ja maagaasi transport ning jaotamine olulise tähtsusega. See annab ka võimaluse majanduse arenguks maailma erinevates regioonides ning seda taskukohase hinna ja usaldusväärse kütuse jaotusvõrgustiku puhul. Kütuste transporti võib pidada elutähtsaks vajaduseks, mis avaldub võimalustes elada täisväärtuslikku ning mugavustega elu. Antud alapunkt keskendub erinevatele kütusetranspordi liikidele ning nende maksumustele, võttes arvesse nii kogust kui ka mõju keskkonnale.

1.1.1 Toornafta transport ja selle maksumus

Naftatootjad on hakanud oma rafineerimistehaseid järjest sulgema, kuid valitud piirkondades, kuhu tehased siiski alles jäävad, on plaan tootmisvõimsust suurendada, mis tähendab aga, et kütusetranspordi vahemaad järjest kasvavad. Üldiselt on olemas neli võimalust, kuidas toornaftat pikkadel vahemaadel transportida: torujuhtmetes, naftatankeritega, spetsiaalsete kütuseautodega või mööda raudteed. Kõigil eelnimetatud transpordiliikidel tulenevalt vahemaadest on paraku olemas ka oma eelised ning probleemid, millest tähtsam on see, milline neist transpordiliikidest on kõige efektiivsem ja ohutum, kuhu järjest enam investeerima peaks [10].

Toornaftat tuleb transportida maardlatest rafineerimistehastesse ja rafineerimistehastest edasi tarbijatele. Neid vahemaid ja erinevaid asukohti ühendavad erinev logistikakorraldus. Toornaftat ja rafineeritud tooteid veetakse üle mere praame ja tankereid kasutades. Maismaal jaotatakse ning transporditakse toornaftat ja naftatooteid, kasutades veoautosid, ronge ning toruühendust. Naftatankeritega veetakse toornaftat Lähis-Idast, Põhjamerest, Aafrikast ja Ladina-Ameerikast rafineerimistehastesse üle kogu maailma. Samuti veavad tankerid töödeldud toodangut rafineerimistehastest terminalidesse, kus toimub lõplik jaotamine tarbijate vahel. Alljärgnevalt on välja toodud transpordi maksumused naftatankerite kasutamisel põhiliste lähte- ja sihtkohtade vahel.

Tabel 1.1. Toornafta transpordi maksumuste näited [11]

Lähtekoht	Sihtkoht	Last	Lasti suurus, Tuhat barrelit	Transpordi maksumus, €/Barreli kohta	Transpordi maksumus, €
Põhja-Euroopa	Houston, USA	Toornafta	400	2,22	888 000,00
Lääne-Aafrika	Põhja-Euroopa	Toornafta	910	1,6	1 456 000,00
Lääne-Aafrika	Houston, USA	Toornafta	910	2,27	2 065 700,00
Pärsia Laht	Houston, USA	Toornafta	1900	2,08	3 952 000,00
Pärsia Laht	Jaapan	Toornafta	1750	1,61	2 817 500,00
Pärsia Laht	Põhja-Euroopa	Toornafta	1900	1,51	2 869 000,00

Tankerite suurused varieeruvad väikelaevadest, mis veavad töödeldud toodangut, kuni suurte tankeriteni. Tabelis kajastuvad numbrid on loogiline kinnitus sellele, et mida väiksem vahemaa ning mida suurem tanker, seda odavamalt on võimalik toornaftat transportida. Ameerika Ühendriigid ning Kanada transpordivad sisemaiselt kahe peale kokku 70% kogu transporditavast toornaftast ja maagaasist torujuhtmetes, 23% kütusest transporditakse tankeritega, spetsiaalsete kütuseautodega transporditakse 4% ning mööda raudteed vaid 3%. Kanada-siseselt toimub kütusetransport koguni 97% ulatuses torujuhtmetes [11].

Elades keset energiabuumi, kus transporditakse iga päevaga üha enam kütust, jääb aga torujuhtmetest ja suurtest naftatankeritest väheks. Järjest rohkem on populaarsemaks muutumas sisemaine kütuse transport mööda raudteid. Kuna kütuserongid muutuvad üha mahukamaks ning pikemaks, on sellel ka oma hind. Ajavahemikus 1975 kuni 2012 olid kütuserongid oluliselt väiksemad, mis tähendas, et õnnetused ning ohtlikkus keskkonnale oli väike. Alates 2013. aastast, kui kütuserongide arengus toimusid laiaulatuslikud muutused, on keskkond rongiõnnetuste tõttu rohkem kahjustada saanud kui sellele eelneva 37 aasta jooksul. Naftarong võib mahutada kuni 100 000 barrelit, mis tähendab, et õnnetuse korral oleksid kahjud keskkonnale määratlematult suured. Seega ei ole rongitransport tarnijatele kõige eelistatum moodus ning seda kasutatakse peamiselt nafta transpordiks sadamatesse. Samuti on rongitransport võrdlemisi kallis transpordi liik. Erinevate aruannete põhjal võib keskmiselt ühe barreli toornafta transport kaubarongidega maksta 7 – 10 USD [12] [13].

Toornaftat enamasti spetsiaalsete veoautodega ei veeta või tehakse seda väga vähesel määral. Tavaliselt kasutatakse autotransporti ainult selleks, et terminalidest töödeldud naftasaadusi bensiinijaamadesse transportida. Autotransporti loetakse kõige ohtlikumaks transpordi mooduseks. Nimelt juhtub enim õnnetusi ja keskkonnareostusi just kütuseautodega. Autotransport on ka kõige kallim, arvestades, et kütuseautosse mahub keskmiselt 1000 barrelit, mida on võrdlemisi vähe, siis võib ühe barreli transpordihinnaks olenevalt vahemaast kujuneda koguni 25 USD [12].

Kõige tõhusam viis toornafta ja rafineeritud toodete transportimiseks on aga torujuhe. Torujuhtmete süsteemiga transporditakse toornafta puurkaevudest töötlemistehastesse ning sealt edasi kas naftatankeriteni, mis transpordivad nafta üle ookeanide, või suurtesse ladustamisterminalidesse, kust see juba jaotamisega tegelevatele kohalikele ettevõtetele edasi tarnitakse. Torujuhe võib oma teekonnal läbida mitmeid sihtkohti ning tänu juhtimissüsteemile saavad operaatorid suunata kütuse liikumist erinevate punktide vahel.

Samuti on kindla vahemaa taga olemas kogumis- ja survepunktid, mistõttu on võimalik tagada torujuhtmes sujuv ning kiire kütuse liikumine. Ühes ja samas torujuhtmes võib transportida ka erinevaid toornafta töötlemise saadusi, kuid paratamatult kahe erineva sisaldusega kütusetranspordil kütused segunevad ning see kogus juhitakse operaatorite poolt mööda torujuhtmeid tagasi töötlemistehastesse ning müüakse hiljem maha madalama kütteväärtusega kütusena. On välja arvatud, et keskmiselt maksab ühe barreli toornafta transportimine torujuhtmetes 2,5 – 3 USD [12] [13].

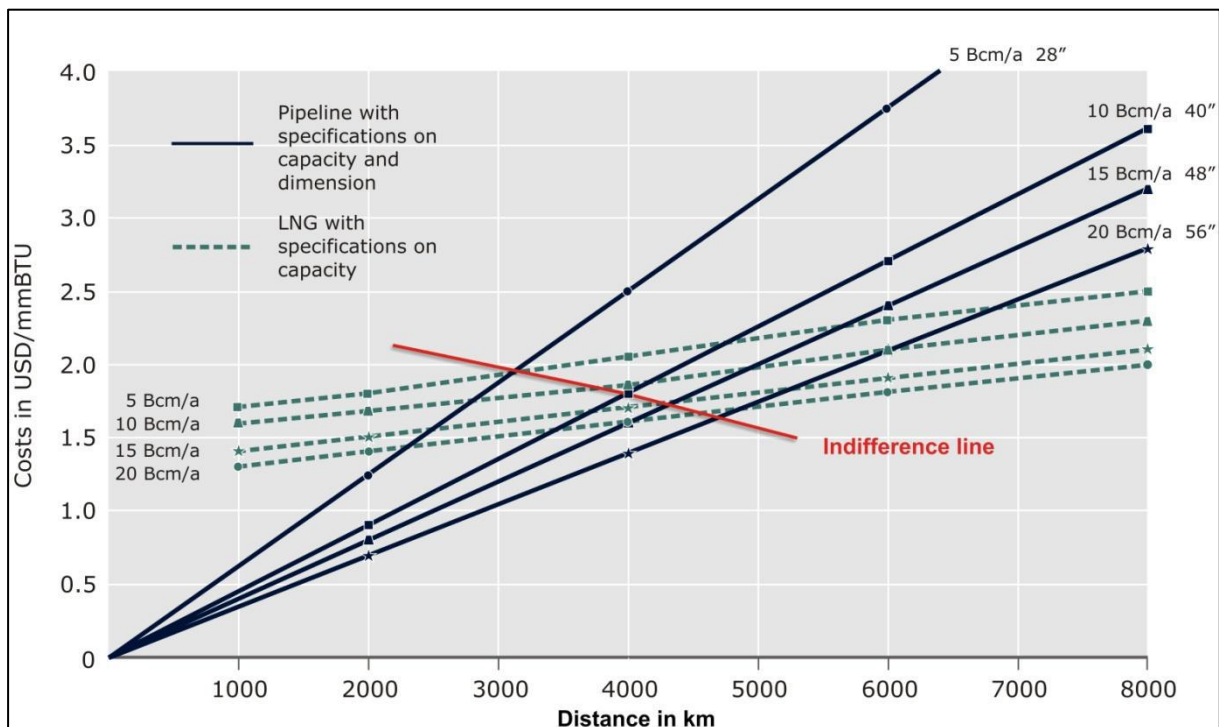
1.1.2 Maagaasi transport ja selle maksumus

Piirkondades, kus maagaasi ammutatakse, ei pruugi alati tarbimine kõrge olla, ning reeglina ei olegi, seetõttu tuleb gaas tihti pikkade vahemaade taha transportida. Maagaasi transport toimub reeglina ühel kahest võimalikust viisist. Esiteks, sarnaselt toornaftale on ka maagaasi transportimiseks olemas spetsiaalsed torujuhtmed. Maagaasi võib transportida ka veeldatud kujul ehk LNG-na spetsiaalsetes tankerites. Maagaasi transpordisüsteem koosneb mitmetest erineva rõhuastmega torustikest ja kompressorjaamadest, mille eesmärk on kiiresti ja efektiivselt maagaasi transportida tuhandete kilomeetrite kaugusele lõpptarbijateni. Alates gaasimaardlast kuni lõpptarbijani kasutatakse gaasi transpordiks kolme erinevat laadi torujuhtmestikku: kogumissüsteemi, riikidevahelist torustikusüsteemi ning jaotussüsteemi. Kogumissüsteem koosneb väikese diameetriga torustikest, milles transporditakse madala rõhu all töötlemata maagaasi maardlatest töötlemistehasteni. Riikidevaheline torujuhtmestik on ehitatud sektsioonidena, et operaatoritel oleks võimalik juhtida ning kontrollida gaasi liikumist. Analoogselt elektrisüsteemi juhtimisega juhitakse ka gaasisüsteemi kui iseärasuseks on maagaasi hoiustamisvõimaluste olemasolu ja kindel arv tarneallikaid ning gaasisüsteemi sisendeid. Jaotussüsteem koosneb väiksematest torustikest, mis transpordivad maagaasi otse tarbijatele [14]. Maagaasi transport spetsiaalsete veoautode ning rongidega on võimalik vaid LNG kujul ja kasutatav vaid väikeste vahemaade puhul. Maagaasi transpordi maksumus on reeglina kõrgem kui teiste kütuste, nagu näiteks toornafta transportimisel. Maagaasi transpordi teeb kallimaks asjaolu, et ruumala, mille gaas enda alla võtab, on väiksema energiasisaldusega kui teistel eelnimetatud kütustel.

Kui maagaasi torujuhtmeid kasutades transportida, siis transpordi maksumus oleneb suuresti torujuhtme läbilaske võimsusest ning transporditava kütuse distantsist, nagu jooniselt 1.3 on võimalik näha. Joonise 1.3 põhjal võib järeldada, et maagaasi transpordikulud võivad kuni poole võrra väheneda, juhul kui suurendada transporditava maagaasi mahtu 5 miljardi m³

pealt 20 miljardi m³-ni. See tähendaks aga torustike ümberehitamist ning torujuhtme läbimõõdu suurendamist.

On välja arvatud, et keskmiseks torujuhtme pikkuseks, mille läbi maagaasi transporditakse, on 4700 km. Sellise vahemaa puhul maksab 1000 m³ maagaasi transport 63 USD, mis annab ühe mmBtu transpordi maksumuseks torujuhtmes 1,75 USD. Kui võrdsustada naftabarrel energiasisalduselt 5,8 mmBTU-ga, siis oleks naftabarreliga võrdse koguse energia transport maagaasil 10,5 USD. Kalkulatsiooni tegemisel on arvestatud, et torujuhtme diameeter on 1,4 meetrit ning rõhk, mille all gaasi transporditakse, on torujuhtmes 84 baari. Selliste näitajate juures on võimalik torujuhtmes ühe aasta jooksul maagaasi transportida 26 miljardit m³ ehk 936 000 000 mmBtu ning orienteeruvalt on sellise süsteemi rajamise maksumus 8,7 miljardit USD. Tänapäevani ning tõenäoliselt ka tulevikus on torujuhtmete süsteem ohutuim viis maagaasi transportida [15].



Joonis 1.3 Maagaasi ja LNG transpordi maksumus ning selle sõltuvus transpordimahu võimalustest, \$/mmBTU [15]

Maagaasi transpordi kõrval torujuhtmete kaudu on üha olulisemaks muutumas maagaasi transport veeldatud kujul. LNG ehk veeldatud kujul maagaas vähendab mahtu 600 korda ja teeb tema transpordi tankeritega võimalikuks. Maagaasi veeldamise protsess on väga energiakulukas, mis tähendab, et transpordikulud lühematele distantidele on märkimisväärselt kõrgemad kui torujuhtmeid kasutades. Maagaasi transport veeldatud kujul

tasub majanduslikus mõttes ennast ära ning muutub odavamaks torujuhtmetes transpordist vaid juhul, kui transportimise vahemaa on 3000 km või pikem. LNG transpordi eeliseks on suurem paindlikkus, kuna kütuse teekond ei ole fikseeritud nagu torujuhtmete puhul, kus algus- ja lõpp-punkt on kindlaks määratud. Tihti võib juhtuda, et kui LNG tanker Aafrikast stardib, siis oma teekonnal võib kütus mitu korda omanikku ning sihtkohta vahetada. *Pipeline and Gas Journal* andmetel maksab ühe mmBtu maagaasi veeldatud kujul meretransport 0,28 – 0,61 USD [16].

1.2 Toornafta ja maagaasi ladustamine ning selle maksumus

Kütust ladustatakse ja hoiustatakse enamasti arenenud riikides, kus on välja ehitatud suured ning tehnoloogiliselt tänapäevanõuetele vastavad terminalid. Lisaks on kütuseladustamise terminalidele oluline ka mitmekülgse infrastruktuuri olemasolu, et kiiresti ja mugavalt kütust ladudest edasi transportida. Kütuse ladustamise kulud võivad aga oluliselt varieeruda ning sõltuda mitmetest asjaoludest. Näiteks on mõnel juhul kütuse ladustamise terminal rajatud sinna, kus on algelt juba ladustamise terminalid olnud, kuid need on varem teist eesmärki täitnud. Investeering, et seda ümber ehitada, tõstab aga oluliselt ladustamise hinda. Samuti olenevad ladustamise kulud terminali suurusest: mida rohkem on võimalik kütust ladustada, seda väiksemad on kulud, vastupidiselt vähesele ladustamisvõimalusele. Lisaks on olulisteks hinnamõjutajateks ka ladustamisterminali hoone vanus, ladustamise asukohariik ning töötajate palgad. Riikidelgi võivad olla üksteisest oluliselt erinevad keskkonna- ja tööohutusnõuded, mille täitmiseks on mõnel juhul vaja oluliselt rohkem investeerida või makse tasuda.

1.2.1 Toornafta ladustamine ja selle maksumus

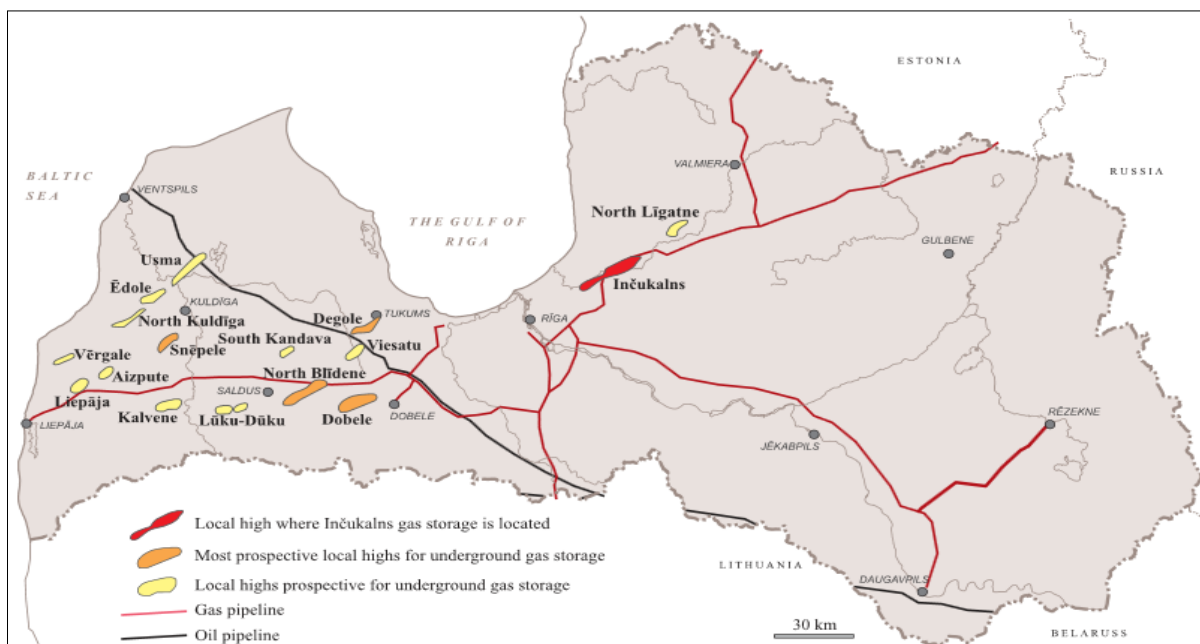
Üldiselt saab eristada kütuse ladustamise maksumust sõltuvalt terminali iseloomust. Nafta ladustamise hinda väljendatakse dollarites ühe kuu kohta. Näiteks terminalis, mis on ühenduses torujuhtmetega ning asub sisemaal, eeldusel, et naftabarreli turuhind on hetkel 50 USD, on keskmiseks naftabarreli lühiajaliseks ladustamise hinnaks 0,15 USD kuus. Seevastu sadamates asuvates terminalides võivad küündida barreli ladustamise hinnad kuni 0,5 USD barreli kohta. Pikemaajalise ladustamise hinnad, üks aasta ja üle selle, on reeglina odavamad. Näiteks aastase hoiustamise puhul võivad kuuhinnad barreli kohta olla näiteks sadamates 0,33 USD barreli kohta. Võimalus on ladustada naftat ka maa-alustes mahutites, mille keskmiseks hinnaks kuus on keskmiselt 0,25 USD [17]. Juhul kui toornafta ladustamisvõimsus

maapealsetes mahutiparkides on defitsiidis, on võimalik kasutada nii ajutiselt kui ka pikema perioodi vältel naftatankerites hoiustamise võimalust. Tankerites toornafta hoiustamine ei ole kütusetootjatele siiski esmane valik. See on tingitud asjaolust, et hoiustamine tankeritel on kõige kallim ladustamise viis, täpsemalt ühe naftabarreli hoiustamine kuu aega võib maksta kuni 1,2 USD. Selline kallis hoiustamise hind hakkab aga kajastuma toornafta müügihinnas ning pikemaajaliselt ei ole seda mõistlik teha [18].

1.2.2 Maagaasi hoiustamine ja selle maksumus

Kuigi maagaasi on võimalik surve all hoiustada mitmel erineval viisil, on nendest neli enim levinumad. Esiteks on võimalik maagaasi hoiustada endistel maa-alustes gaasi- või naftaväljadel, kust on toorkütus juba ammutatud. Eelnimetatud moodus maagaasi hoiustamiseks on majanduslikult tasuvaim just seetõttu, et nendes asukohtadesse on eelnevalt torujuhtmed ning süsteemid juba rajatud. Teine võimalus on hoiustada maagaasi soolakaevandustes, kuhu ammutatud maagaas juhitakse tagasi maapõue läbi pooride, kus on selle hoiustamiseks väga head tingimused. Nimelt maapõues olevad soolad hoiavad sinna pumbatud maagaasi turvaliselt kinni, avaldamata sealjuures loodusele halba mõju. Soolaga ümbritsetud tühimikud maapõues võivad ulatuda kuni 500 meetri sügavusele [19].

Lätil on Incukalnsis ainukesena Baltikumis toimiv gaasihoidla, mis võimaldab ning tagab stabiilse magaasiga varustatuse klientidele Eestis, Lätis, Loode – Venemaal ning väiksemates kogustes ka Leedus.



Joonis 1.4 Maagaasi olemasolev ning perspektiivne maa-alune hoiustamise võimekus Lätis [21]

Läti maa-alused, 700 – 800 meetri sügavusel, poorsed liivakivimi kihid on geoloogiliselt sobivad maagaasi hoiustamiseks. Läti maapõue geoloogilise struktuuri sobivuse tõttu on võimalik gaasihoidlate süsteemi laiendada ka üheteistkümnesse erinevasse asukohta üle riigi. Tervikliku süsteemi välja ehitamisel tekiks Lätil võimekus hoiustada 10% kogu Euroopas aasta jooksul tarbitavast maagaasist [20].

Üheks levinud maagaasi hoiustamise viisiks on veeldatud kujul maagaasi hoiustamine maapealsetes terminalides. LNG saadakse gaasilises oleku maagaasi külmutamise teel alla veeldumistemperatuurini, ligikaudu -160°C -ni. Põhjus, miks maagaasi veeldatakse, seisnebki selles, et seda oleks lihtsam hoiustada ning transportida [22]. Igal hoiustamise tüübil on aga ainult temale omapäraseid füüsikalised ja majanduslikud karakteristikud, mille seast tuleb leida vastavalt vajadustele parim ning ökonoomsem lahendus. Kaheks kõige olulisemaks näitajaks maagaasi hoiustamisel peetakse mahtu, see tähendab, kui palju on võimalik koguseliselt gaasi hoiustada, ning kiirust, kui ruttu on võimalik maagaasi mahutist või hoidlast kätte saada ning kasutama hakata [23].

Maagaasi hoiustamine on enamasti hooajaline tegevus, mis tähendab, et soojematel perioodidel kulub maagaasi vähem ning ammutatud gaas tuleb hoiustada suurtes terminalides, et nõudluse kasvades ning põhiliselt talveperioodidel seda tarbijateni edasi toimetada. Samuti on maagaasi hoiustamine oluline kütuse varustuskindluse säilitamise seisukohalt, et rahuldada tarbijate nõudmisi ka eriolukordadel.

Maagaasi hoiustamise maksumust on raske hinnata, sellepärast et maa-alustesse hoidlates ja soolaõõnsustes hoiustatakse maagaasi ajaliselt väga erineva pikkusega perioodideks, näiteks võib maagaasi hoiustada mõnest kuust kuni mitme aastani. Hinnanguliselt on ühe mmBtu maagaasi hoiustamine maksumuseks spetsiaalsetes terminalides kaheaastase perioodi jooksul 2,75 USD ning maa-alustes reservuaarides 0,3 USD. Suurimad kulutused maagaasi hoiustamisega on seotud esialgse investeringu tagasiteenimisega [16] [24].

1.3 Toornafta ja maagaasi ammutamine ning selle maksumus

Pärast seda, kui geoloogidest ning geofüüsikutest koosnev meeskond on kindlaks teinud võimaliku kütusemaardla, on puurimiseksperptide ülesanne rajada puurtorn, mille abil võimalikust leiukohast kütust ammutama hakata. Sellegipoolest on võimalik olukord, kus puurtorni rajamiseks on juba tehtud vajalikud investeeringud ning ehitustööd, kuid maardlas ei leidu kütust ammutamise väärilises koguses, mis teeb kogu projekti väga riskantseks ning

kulukaks. Tänapäeval on siiski kütuse avastamise protsessis kasutatav tehnoloogia üha võimekamaks ning efektiivsemaks arenemas, tänu millele vähenevad ebaõnnestunud katsed kütust avastada. Puurkaevu täpne paigutamine maardla kohale on samuti väga oluline tegevus, nimelt tuleb leida kõige optimaalsem puurimise asukoht, et protsess oleks võimalikult ökonoomne. See sõltub aga mitmest asjaolust. Arvesse tuleb võtta maardla sügavust ja maapinna geoloogilisi omadusi ning eripära, sest võib juhtuda, et esialgse puurkaevu asukoha lähedal võib olla veelgi parem asukoht. Pärast seda, kui geofüüsikute meeskond on tuvastanud optimaalseima puurkaevu asukoha, peab puurimisega tegelev ettevõtte tagama, et kõik puurimisega seoses olevad formaalsused on täidetud. Formaalsused võivad olla nii kõikvõimalike lubade hankimine kui ka transpordi- ja töötlemisettevõtetele lepingute sõlmimine. Tavaliselt on väljavalitud territooriumil ja sealt leitavatel maavaradel mitmeid omanikke, kellega tuleb rendi- või ostulepinguid sõlmida, mis teeb kütuse ammutamisele eelneva protsessi väga aeganõudvaks [25].

Kütuse ammutamise kulud nii maagaasile kui ka toornaftale on väga sarnased, kuna mõlema kütuse ammutamiseks rajatakse ka sarnased puuraugud. Tegelikult on peaaegu kõikidest toornafta puuraukudest võimalik ammutamise protsessiga seoses saada gaasi, mis tähendab, et sellisel juhul on ammutamise kulud kahel kütusel identsed. Siiski on olemas maagaasi puurauke, millest vastupidiselt eelnevale toornaftat ammutada pole võimalik. Sellised maagaasi maardlad asetsevad reeglina sügavamal kui naftamaardlad. Samuti on gaasimaardlad kõrgema temperatuuriga ning kõrgema rõhu all kui naftamaardlad, mis teeb gaasi ammutamise mõnevõrra ohtlikumaks protseduuriks, kuid tänapäeva tehnoloogia juures ei ole see enam probleemiks. Toornafta võib laguneda gaasiks, kui lähtekivimitel on maa sisemuses kõrge temperatuur ning selle molekulid ei suuda enam stabiilsed olla. See tähendab, et puurtornide rajamisel tuleb kasutada seadmeid, mis suudavad toime tulla ka kõrge rõhu all oleva gaasiga, ning vastupidavaid metallisulameid, mis on vähem tundlikumad kõrgetele temperatuuridele. Kui arvestada viimati mainitud olukorraga, siis on esialgne investeering puurtorni rajamisele suurem ning sellest tulenevalt ka ammutamise ja töötlemise kulud kõrgemad [26].

Toornafta ammutamise hind võib varieeruda väga suurtes vahemikes, näiteks võib ühe naftabarreli ammutamine keskmiselt maksta 13 kuni 25 USD, olenevalt pinnasest. Ekstreemsetel juhtudel on võimalik naftat ammutada ka 3 USD ning 60 USD juures barreli kohta [27]. Toornafta ammutamise hinda kujundab enim puurimisel kasutatav tehnoloogia

ning maardla asukoht. Kui tegu on avamere puurtorniga, siis on sellele tehtav esialgne investeering oluliselt suurem maismaa omadest. Samuti on avamere puurtornidel kasutatav tehnoloogia teistsugune [28]. Maagaasi ammutamise maksumus sõltub kasutatavast tehnoloogiast sarnaselt toornafta ammutamisega. Erinevatel andmetel võib ühe mmBtu maagaasi ammutamine maksta 2 kuni 4 USD [29].

1.4 Toornafta ja maagaasi töötlemine ning selle maksumus

1.4.1 Maagaasi töötlemine ja selle maksumus

Enne kui maagaas jõuab tarbijateni, on gaas läbi teinud suure koostisosalise muutumise töötlemistehastes. Kuigi osaline töötlemine võib toimuda juba puurkaevu lähedal, siis lõplikuks töötlemiseks transporditakse see tootmistehastesse, mis reeglina asuvad puurkaevude lähedal, et lisatranspordikulusid vältida. Töötlemise käigus eraldatakse süsinikühendid ning muud vedelikud looduslikust maagaasist, et torujuhtmetesse lasta juba kvaliteetne ning puhas kõrge metaanisisaldusega gaas, mis on tarbimiskõlbulik ja kõrge kütteväärtusega. Maagaasi on oluline töödelda ka torujuhtmete ning mõõteseadmete töökindluse pärast, et soovimata keemilised ühendid ja muud võõrkehad süsteemi tõrkuma ei paneks [28]. Maagaasi töötlemise hind moodustab kütuse lõpphinnast keskmiselt 9 %, mis teeb ühe mmBtu gaasi töötlemise hinnaks 0,27 USD, eeldusel, et gaasi hind on 3 USD/mmBtu [30] [31].

1.4.2 Toornafta töötlemine ja selle maksumus

Toornafta, mis koosneb peamiselt süsivesinikest ehk süsinike ja vesinike aatomite vahelistest sidemetest, töötlemine kujutab endast keemilist protsessi. Toornafta ei ole kaugeltki lõppsaadus ega puhastatud toode, vaid sisaldab endas aineid, mida tuleb eemaldada, et nad ei kahjustaks masinate mootoreid. Tööstustehases eemaldatakse toornaftalt väävl-, lämmastiku-, hapniku- ja veeühendid ning teised jääkained. Aatomeid saab omavahel kuumutamise ja keemiliste protsesside teel liita ning lahutada, et tekiks uued saadused. Nimelt on süsivesinikud ühed kõige rohkem võimalusi pakkuvaid ühendeid ning nendest on võimalik saada umbes 2,5 miljonit erinevat kombinatsiooni. Kõige levinumad on bensiin ja diisel, mida kasutatakse autokütusena, lennukikütusena kasutatav kerosiin, kütus laevade ja elektrijaamade tarbeks ning jääksaadustena bituumen asfaldi- ja katuseehituses. Toornafta töötlemise maksumuseks keskmiselt ühe barreli kohta on 6,58 USD [32].

1.5 Toornafta ja maagaasi hinnakujundajate võrdlus

Andmed on koondatud parema ülevaate saamiseks tabelisse 1.2, kus on võimalik võrrelda käesolevas peatükis vaadeldud toornafta ning maagaasi olulisemaid hinnakujundajaid. Võrreldavate tegurite maksumused on tabelis välja toodud võrdsete energiasisalduste juures, kus üks barrel toornaftat võrdub 5,8 mmBtu-ga. Esimeseks hinnakujundajaks on valitud kütuse ammutamine, mille kohta on võimalik esmapilgul öelda, et maagaasile ja toornaftale tehtavad kulutused selles vallas on peaaegu identsed. Toornafta ammutamine on mõne dollari võrra siiski kallim, varieerudes vahemikus 13 – 26 USD, ning maagaasil 11,8 – 23.2 USD kohta. Peaaegu 10-dollarine vahemik hinnamuutustes on põhjustatud peamiselt puurtornide kasutatavast tehnoloogiast, tehniliste vahendite vanusest ning geograafilisest asukohast.

Tabel 1.2. Toornafta ja maagaasi hinnakomponentide võrdlus

Võrreldav tegur	Toornafta, barrel/USD	Maagaas, 5,8 mmBtu/USD
Ammutamine	13,00 - 26,00	11,80 - 23,20
Töötlemine	6,58	1,60
Transport		
Meretransport	1,51 - 2,27	1,64 - 3,54
Transport torujuhtmetes	2,50 - 3,00	1,16 - 10,50
Autotransport	Kuni 25,00	-
Raudtee transport	7,00 - 10,00	-
Ladustamine, hoiustamine	0,15 - 0,50	1,74 – 15,95

Pärast toorkütuse ammutamist on oluline see puhastada kõikvõimalikest võõrkehast ning töödelda erinevateks kütusesaadusteks, mis toimetatakse edasi lõpptarbijani. Tabelis 1.2 olevatel kütuse töötlemise andmetel on kahe vaadeldava kütuseliigi maksumusel oluline hinnaerinevus. Ühe barreli toornafta töötlemise maksumuseks on keskmiselt 6,58 USD, mis on neli korda kallim kui maagaasil, mis on 5,8 mmBtu koguse juures 1,60 USD. Kütuse töötlemise vahe on peamiselt tingitud asjaolust, et toornafta töötlemisel kasutatav tehnoloogia on oluliselt keerukam ning seadistatud tootma toorainest erinevaid lõpp-produkte. Naftatöötlemistehases eraldatakse naftast gaasid butaan ja propaan, bensiin, diislikütus, kütteõli ning masuut. Maagaasi töötlemisel on vaid üks väärtuslik lõppsaadus ning sellest tulenevalt ka kasutatav tehnoloogia ei ole nii keerukas.

Kütuse transport on üks olulisemaid kütuse lõpphinnakujundajaid tarneahelas. See tähendab, et optimaalseimat tarneahelat kasutades on võimalik kütuse jaemüügiga tegelevatel ettevõtetel maksimeerida oma kasumimarginaali. Pikkade vahemaade puhul on mõlemal kütuseliigil üheks odavamaks transpordiviisiks meretransport, mis võib varieeruda alates 3000 km vahemaa juures toornaftal 1,51 – 2,27 USD barreli kohta ning maagaasil 1,64 – 3,54 USD 5,8 mmBtu kohta. Meretranspordi puhul on siiski võimalik näha, et maagaasi transport on veidi kallim. See tuleneb asjaolust, et maagaasi transporditakse merel tankeritega veeldatud kujul ehk LNG-na. Maagaasi veeldamise tehased asuvad reeglina sadamate vahetus läheduses ning selle protsessi maksumus kajastub ka transpordihinnas. Kui toornafta puhul oli odavamaks transpordiliigiks meretransport, siis maagaasi puhul on selleks torujuhe. Nimelt 5,8 mmBtu maagaasi transport torujuhtmetes maksab keskmiselt 1,16 – 10,50 USD ning barreli toornafta transport 2,50 – 3,00 USD. Nagu tabelist 1.2 näha, võib maagaasi transport olla erinevatel juhtudel torujuhtmetes nii kõige kallim kui kõige odavam lahendus. See aga sõltub peamiselt torujuhtme pikkusest: mida pikem transpordiliin, seda lihtsam on seda hallata ning investeeringud tasuvad ennast kiiremini ära, kuna transpordi pealt teenitav marginaal on oluliselt suurem. Toornafta puhul kasutatakse ka raudtee- ning autotransport, mis aga on ühed kallimad viisid kütusetranspordiks ning kasutatavad vaid juhtudel, kui meretransport ei ole võimalik ning torujuhtme ehitus ei tasu ennast ära. Nimelt võib ühe barreli toornafta transpordi hind ühe barreli kohta jääda 7,00 kuni 10,00 USD vahele ning autotranspordil pikemate vahemaade puhul küündida koguni 25 USD-ni. Kallid hinnad eelnimetatud transpordiliikide vahel on tingitud sellest, et toorkütust transporditakse vähestel juhtudel spetsiaalsete rongide ja autodega, ning see eeldab ka oluliselt erineva tehnoloogia kasutamist. Need autod ja rongid, mida võidakse ka Eesti teedel liikumas näha, sisaldavad juba töödeldud toodet, mis on lõpptarbijale kasutuskõlblik.

Viimaseks olulisemaks hinnakujundajaks, mida selle töö raames käsitletakse, on kütuse ladustamine ja hoiustamine, mis on üheks väga oluliseks vaheetapiks tarneahelas. Toornafta barreli ladustamine kesksetes terminalides võib maksta 0,15 – 0,50 USD ning 5,8 mmBtu maagaasi hoiustamine omakorda 1,74 – 15,95 USD. Toornafta ladustamise hinnavahe on sõltuv suuresti ajast, kui kauaks plaanitakse kütust ladustada. Mida pikemaks perioodiks mahuteid renditakse, seda odavamaks pikas perspektiivis ladustamine muutub. Kõrge hoiustamise hind maagaasi puhul tuleneb sellest, maagaasi hoiustamisega on seotud ka veeldamise ning regasifitseerimise kulud. Füüsikaliste omaduste tõttu on maagaasi kulukam hoiustada, kuid see on varustuskindluse tagamiseks vajalik. Käesoleval ajal on kütuse

ladustamine aktuaalne teema, kuna kütuse hind on langenud viimase kümne aasta madalamaile tasemele. Lootuses, et hinnad hakkavad lähiajal tõusma, soovitakse kütust suurtes kogustes varuda, et siis see vaheltkasuga maha müüa. Kütusekaubanduses on huvitavaks nähtuseks see, et kui maailmaturul kütusehinnad tõusevad, siis tõusevad kütusehinnad hetkega ka jaekaubanduses, vaatamata sellele, et varutud kütus oli soetatud märksa odavamaga hinnaga, millega võiks selle ka tarbijale maha müüa.

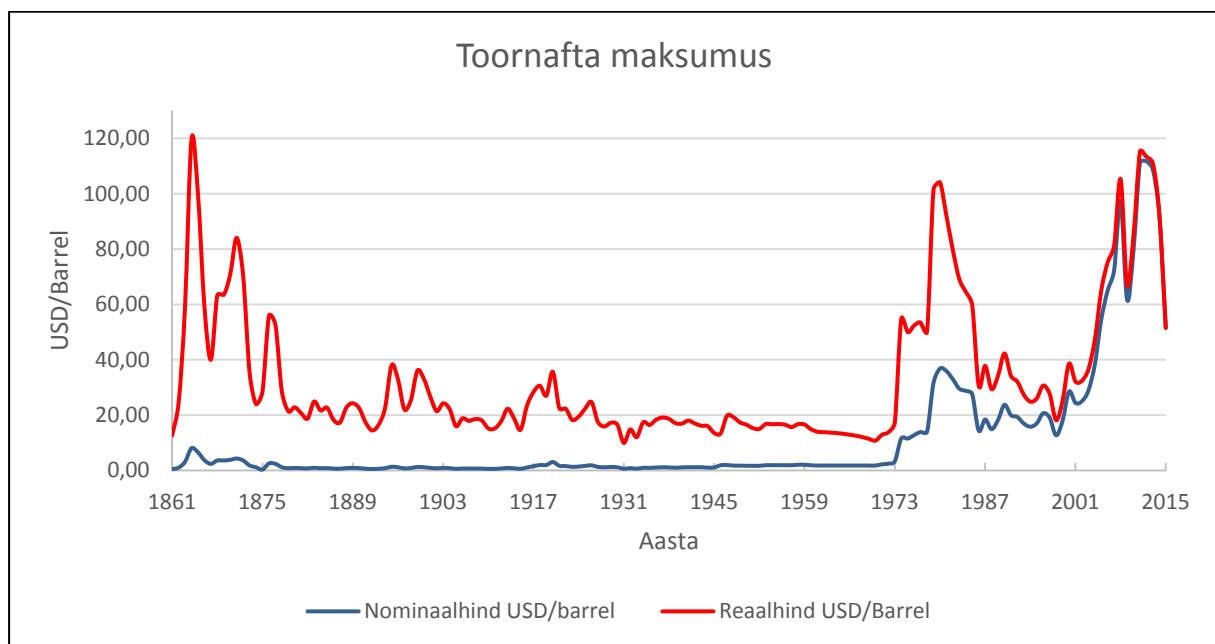
Kuid miks maagaasi väiksema hinna juures eelistatakse siiski veel naftat ja miks on maagaas vähem väärtuslik kui toornafta? Teoreetiliselt peaksid mõlemad kütuseliigid võrdse energiasisaldusega koguse juures võrdselt maksma ehk ühe toornafta barreli hind peaks võrduma 5,8 mmBtu-ga. Ometi oli 08.10.2015 seisuga ühe barreli Brent toornafta hind 51,33 USD ja WTI toornafta hind 47,81 USD vastuseks maagaasi hinnale, milleks oli 5,8 mmBtu koguse puhul 14,33 USD. Oluline erinevus nende kahe kütuseliigi puhul tuleb sisse nende füüsikalistest omadustest. Enamik toornaftast saadud tooteid on vedelal kujul ning säilitatavad toatemperatuuril, mis tähendab, et neid saab ladustada terminalides, ilma et kütust peaks rõhu all töötleva. Toornafta transpordiks on sellevõrra rohkem võimalusi ning seda ka väikeste koguste puhul. Maagaasi puhul on aga kõik eelnimetatud protsesse raskem ning kulukam läbi viia. Toornafta leiab siiani enamasti kasutust transpordivahendite kütusena, mida ei ole kõigil juhtudel lihtne asendada. Seevastu maagaasi kasutatakse pigem statsionaarsete rajatiste puhul nagu näiteks majapidamiste kütmiseks ja elektrienergia genereerimiseks, mida on erinevalt toornafta saadustest lihtne asendada põlevkivi-, geotermilise- või tuumaenergiaga.

2. Maagaasi ja toornafta hinnamuutuste analüüs

Kui soovitakse mõista kütuseturu olemust ning teha ennustusi tulevikuks, tuleb mõista ka turu ajalugu ja omapära. Käesolevas peatükis keskendutaksegi toornafta ja maagaasi toodangule ja hindadele minevikus. Peatükis püütakse välja tuua vaadeldavate perioodide kütusehindade ning toodangu muutuste põhjuseid ning erinevaid languse- ja tõusutrende.

2.1 Toornafta mineviku hinnamuutused ja nende põhjused

Joonisel 2.1 on välja toodud toornafta hinnad aastate keskmise väärtuse juures ning hindade muutused. Vaadeldav periood ulatub 2015. aastast tagasi kuni aastasse 1861. Joonisel on sinise joonega välja toodud toornafta ühe barreli maksumus nominaalhinnaga USA dollarites ning punase joonega on võrdluseks antud barreli maksumus 2015. aasta inflatsiooni arvestades. Samuti on toornafta barreli maksumused vaadeldavas ajavahemikus kajastatud magistriritöö lisas 1.



Joonis 2.1. Toornafta barreli hind 1861 – 2015, USD/Barrel [33] [34] [35]

Esimeseks vaadeldavaks perioodiks, kus on näha märkimisväärset hinnatõusu, on aastad 1861 – 1870. Selle ajavahemiku jooksul leidis aset Pennsylvania naftabuum, mis sai tegelikult alguse juba aastal 1859, mil rajati esimene naftapuurtoorn.. Toornafta barreli hind 1861. aastal oli 0,49 USD, mis aastaks 1864 oli tõusnud juba 8,06 USD, mida peetakse üheks suurimaks toornafta barreli hinnatõusuks ajaloos. Hinnatõus on põhjendatav uue kütuseliigi turule tulemisega, mis lubas esimestel naftatootjatel kasvava nõudluse tõttu hinda üha enam tõsta.

Kuna naftatootjad soovisid järjest suuremat kasumit teenida, siis ehitati mõne aasta jooksul Pennsylvania piirkonda ligi kümme puurtorni lisaks. Puurtornide rajamine tõstis alates esimese puurtorni rajamise algusest nafta tootmist märkimisväärselt. Kui aastal 1861 ammutati 2 000 barrelit toornaftat, siis aastal 1869 oli tootmine tõusnud juba 4 miljoni barrelini. Selline kiire tootmise kasv sai aga vahepeal tagasilöögi, mis väljendus ületootmises aastal 1864, mil barreli hind langes 1867. aastaks 2,71 USD peale. Tänu kiirele tööstusarengule Euroopas ning eriti Suurbritannias, hakati USA-st suurtes kogustes odavat kütust importima, mis turgutas ka järgnevatel aastatel barreli hinda, tipnedes 4,34 USD juures aastal 1871 [36].

Teise maailmasõja järgsel perioodil aastast 1948 kuni 1957 toornafta nominaalhinnad varieerusid vahemikus 1,71 kuni 2,08 USD barrel. Aastast 1958 kuni 1970 püsis barreli hind suhteliselt stabiilsena 1,8 USD lähedal, kuid tänases vääringus võis märgata hinna langemist 16,75 USD pealt kuni 10,79 USD juurde, mis oli tingitud rahvusvahelise konkurentsi tugevnemisest kütuseturul. Alates OPEC-i asutamisest aastal 1960 oli aastaks 1971 liitunud organisatsiooniga juba 11 riiki, kelle eesmärgiks oli seada toornafta barrelile stabiilsed hinnad tootmisele piirmäärasid kehtestades. Aastal 1972, mil toornafta barreli hinnaks oli 2,48 USD, algas Yom Kippuri sõda Iisraeli sissetungiga Süüriasse ja Egiptusesse. See tõi endaga kaasa USA-le ja teistele Iisraeli toetavatele riikidele naftaembargo kehtestamise OPEC-i poolt. Aastaks 1973 oli USA tugevas sõltuvuses imporditavast naftast, seega mõjus embargo USA majandusele laastavalt. Suur toornafta hinnatõus, mis siis tekkis, stabiliseerus mõnevõrra alles aastaks 1974, olles vahepeal teinud hüppelise tõusu koguni 11,58 USD barreli juurde. Igasugune kahtlus, et toornafta hindu on võimalik mõjutada ja mõnel juhul ka kontrollida, oli liikunud üle USA-lt OPEC-le, eemaldati naftaembargo kehtestamise tagajärjel. Kuna kütuse hind oli toornafta alatootmisest tingituna sel perioodil eriti tundlik, siis võis näha ainuüksi mõne aasta pikkuse perioodi vältel naftahinna kallinemist rohkem kui 400%. Ajavahemikul 1974 kuni 1978 võis märgata toornafta hindade mõnevõrra stabiliseerumist, kus hinnad varieerusid mõne USD võrra, jäädes keskmiselt 12,5 USD juurde. Aastatel 1979 ja 1980 vallandasid sündmused Iraanis ja Iraagis järgmise suurema toornafta hindade tõusu. Iraani revolutsiooni tulemusena vähenes nafta tootmine seitsme kuu jooksul 2,5 miljoni barreli võrra päeva kohta, mõnedel hetkedel tootmine isegi peatati. Konflikti tagajärjel vähenes kogu maailmas toornafta tootmine 10% võrra, mis ajendas nafta hinnatõusule kuni olukorra stabiliseerumiseni. Iraani revolutsiooni tulemusena oli nafta barreli hind tõusnud aastaks 1981 rekordilise 35,93 USD-ni, võrreldes 1978. aasta 14,02 USD barreli hinnaga, mis

tähendas hindade rohkem kui kahekordistumist ning see jäi pikaks ajaks rekordhinnana ka püsima, täpsemalt aastani 2003 [37] [38].

Kiire naftahinna tõus alates aastast 1972 kuni 1981 oleks võinud olla väiksem, juhul kui USA ei oleks rakendanud ebatavalist energiapoliitikat pärast OPEC-i kehtestatud embargot. USA energiapoliitika kohaselt rakendati kodumaisele naftatoodangule hinnakontroll. Selle tulemusena hakkasid tarbijad imporditud toornafta eest maksma 50% rohkem kui kodumaise toodangu eest, millega üritati embargo mõju vähendada, mis tähendas omakorda, et riik subsideeris oma tarbijaid. Selle mõju oli aga lühiajaline (1974-1978), kuni naftahind jälle suure kiirusega Iraani revolutsiooni tõttu tõusma hakkas. Kõrged hinnad 70-ndate lõpus ja 80-ndate alguses põhjustasid järgnevatel aastatel väljaspool OPEC-it oluliselt nafta tootmise ja maardlate avastamise intensiivistumist [38].

Alates aastast 1980 kuni 1986 tõusis riikidel, kes ei olnud OPEC-iga liitunud, toodang 6 miljoni barreli võrra ning vaatamata langevale naftahinnale sel perioodil, võeti uusi maardlaid järjest enam kasutusele. Selle tulemusena oli OPEC silmitsi olukorraga, kus väljaspool nende organisatsiooni valitses madal nõudlus ning kõrge pakkumine. Alates aastast 1982 kuni 1986 üritas OPEC seada tootmiskvoodid, mis oleks pidanud stabiliseerima langevat kütusehinda (joonis 2.1). Tootmiskvootide seadmine aga märkimisväärset tulemust ei andnud, kuna OPEC-i liikmed tootsid siiski rohkem, kui ette oli nähtud, mille tulemusena langes hind liiga järsult 14 USD peale barreli kohta ning stabiilsust ei saavutatud. Juba aastaks 1990 oli nafta hind tõusnud 24 USD juurde barreli kohta, mis oli tingitud Lahesõja puhkemisest, kui Iraak alustas invasiooni Kuveiti. ÜRO päästeoperatsiooni käigus naftarikas Kuveit 1991. aastal ka vabastati. Lahesõja käigus langes nafta tootmine oluliselt, mistõttu võis naftahindades näha hetkelist tõusu. Pärast konflikti lahendamist stabiliseerus ka tootmine ning hinnalangus jätkus. Aastal 1994 korrigeeris inflatsioon naftahindu, mille tagajärjel langes hind taas 15 USD juurde barreli kohta. Järgneval perioodil kuni aastani 1997 kasvas maailma naftatarbimine 6,2 miljoni barreli võrra, millest 5,9 miljoni barreli nõudlus tekkis kiire majanduskasvu tempoga Aasia riikidel. Nafta hind alustas langust aastal 1998, mil majanduskriis tabas Aasiat ning sealne nafta tarbimine hakkas kahanema, samal ajal kui tootmist ei vähendatud, mis põhjustas suure ületootmise [38].

Ajavahemikus 1999 kuni 2008 toimus üks ajaloo suurimatest toornafta hinnatõusudest, kui 1999.aastal toornafta barreli turuhind oli 17,97 USD ning 2008. aastal 97,26 USD. Selles ajavahemikus juhtus aga palju sündmusi ning esimeseks nendest oli suuremahuline

naftatootmise vähendamine OPEC-i liikmesriikide poolt 1999. aasta algul. Ka kasvaval USA ja maailma majandusel oli oma mõju järgnevate aastate naftahinna tõusule. Vaatamata OPEC-i poolt suurendatud tootmiskvootidele 2000. aasta lõpus, mil tootmine tõusis 3,2 miljoni barreli võrra, ei avaldanud isegi see mõju toornafta hinna tõusule. Aastatel 2000 kuni 2007 domineeris riikidest, kes OPECisse ei kuulu, tootmise kasvus enim Venemaa. 2002. aasta alguses tabas Venetsueela naftatootmist kriis, mille käigus hakkasid töötajad streikima, selle tulemusena vähenes naftatootmine olulisel määral, mida ei ole tänaseni suudetud taastada. Streigiga loodeti võimult kukutada tollaegne president Hugo Chavez. Võrreldes tippaegadega, toodetakse käesoleval ajal 900 000 barrelit päevas vähem kui aastal 2001, mil toodeti 3,5 miljonit barrelit päevas [38].

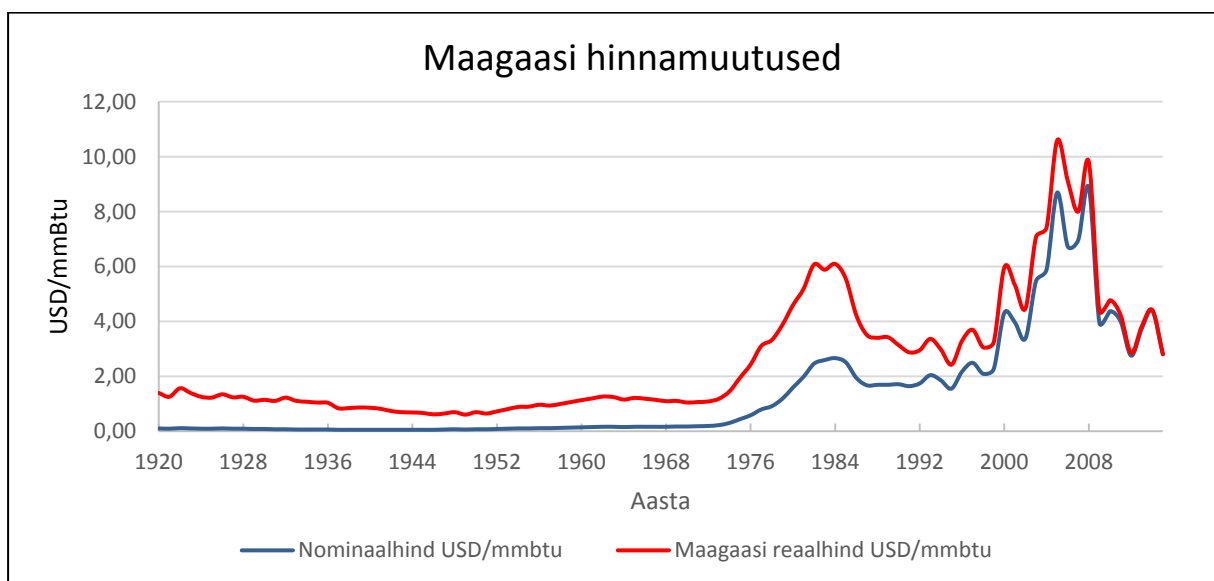
2003. aastal, kui Venezuela hakkas tasapisi oma toodangut suurendama, alustati sõda Iraagis, mistõttu naftatoodang maailmas taas kahanes. Kuna ülemaailmne nõudlus oli suur ning toodangust jäi väheks, siis tõusid ka järk- järgult naftabarreli hinnad, olles saavutanud 2003. aastaks juba üle 40 USD. Tootmise vähenemine Venezuela ja Iraagi kriiside tõttu ning suurenev tootmine OPEC-i liikmesriikide poolt koos kogu maailma kütusetarbimise kasvuga tõid endaga kaasa ületootmise tõkestamise sel perioodil. Kui 2002. aasta keskel oli päevane tootmine 6 miljoni barreliga ülejäägis, siis 2003. aasta keskel langes see alla 2 miljoni ning püsis sel tasemel ka terve 2004. ja 2005. aasta, mil barreli hinnad tõusid juba üle 50 USD. OPEC-i prognoose arvestades ei ole aga tootmise ülejääk miljon barrelit päevas piisav kogus, et tagada kütusega varustus ettenägematute olukordade tekkimise puhul, kui maailmas tarbitakse keskmiselt üle 80 miljoni barreli päevas. Kõrvalisteks nafta barrelihinna tõusu mõjutajateks olid lisaks eelnevale ka USA dollari nõrgenemine ning Aasia riikide majanduskasv ning sellega kaasnev kütusenõudluse suurenemine. Nendest teguritest mõjutatuna jätkas barreli hind kasvamist kuni 2008. aastani, mil barreli hinnad kerkisid 140 USD lähedale. 2008. aastal algas pikim majanduslanguse periood pärast Suurt Depressiooni, mille tulemusena langes barrelihind aasta lõpuks 40 USD juurde. Koos naftahinnaga vähenes oluliselt ka tootmine, mida langetati 4,2 miljoni barreli võrra päeva kohta, tootmine kukkus ka reservvarude osas peaaegu olematuks. 2009. aasta alguses hakkas naftahind jälle tõusma tänu Aasia riikide kasvavale nõudlusele ning pingetele Gaza sektoris, mil barrelihind kerkis 60 USD juurde [38]. Aastal 2010 ei olnud veel toornafta nõudluse ja pakkumise tasakaal teineteisele lähemale nihkunud, mis omakorda kergitas kütuse hinda. Arvati, et majanduslangus Euroopas võib hakata suurt mõju avaldama ka USA-le ning seeläbi hakata

kahandama tarbimist veelgi enam, mistõttu otsustati toornafta tootmist mitte suurendada. Tol aastal kerkis barrelihind detsembriks juba 90 USD juurde barreli kohta [39].

2011. aasta algas samuti hinnatõusuga, mis oli põhjustatud konfliktidest Põhja-Aafrika ning Lähis-Ida riikides, mistõttu nende tootmine oli häiritud ning hinnad kasvasid kuni 120 USD-ni barreli kohta. Nafta kõrged hinnad ei saanud leevendust ka 2012. ja 2013. aastal, mil barreli hind püsis jätkuvalt 100 USD lähedal ning tõustes hetkeliselt ka 128 USD juurde. 2014. aasta aprillis, kui toimusid esimesed sõjalised kokkupõrked Ukraina piiril, alustas toornafta hind allakäiku. Poole aasta jooksul oli toornafta hind langenud rohkem kui poole võrra, jõudes oktoobriks 54 USD juurde barreli kohta. Suure hinnalanguse põhjustena saab välja tuua nii Hiina majanduskasvu pidurdumist kui ka USA suurt pakkumist turule. Hinna langusele avaldas suurt mõju ka järsult tugevnenud USA dollar. Hinnalangus jätkus ka 2015. aastal, mil barreli hinnaks oli madalaimal hetkel 37,75 USD [40]. Hinnalangus on tingitud asjaolust, et USA on viimaste aastate jooksul peaaegu kahekordistanud oma naftatoodangut ning piiranud väga olulisel määral importi, samal ajal pole mujal maailmas tootmist vähendatud. Sellest tingituna peavad ka Lähis-Ida riigid keskenduma oma toodangu müügile Aiasse ning tegema seda väga odava hinna juures.

2.2 Maagaasi mineviku hinnamuutused ja nende põhjused

Maagaasi hinnad on sarnaselt toornaftale olnud pidevas kõikumises ning sõltunud peamiselt tootmiskogustest, varude suurusel, ilmastikutingimustest, majanduskasvust, toornafta hindadest ning hilisemal ajal mõnevõrra ka kivisöe hindadest.



Joonis 2.2. Maagaasi hind 1920 – 2015, USD/mmBtu [41]

Joonisel 2.2 on välja toodud maagaasi hinnad aastate keskmise väärtuse juures ning nende muutused. Maagaasi hinnad on vaadeldavas ajavahemikus kajastatud ka töö lisana 2. Vaadeldavaks perioodiks on valitud ajavahemik alates aastast 1920 kuni 2015. Joonisel on sinise joonega välja toodud ühe mmBtu koguselise maagaasi maksumus nominaalhinnaga USA dollarites ning punase joonega on võrdluseks toodud maksumus, mis oleks vastavalt inflatsioonile 2015. aastal ühe mmBtu hind.

Alates vaadeldava perioodi algusest kuni 1960. aastani varieerusid maagaasi hinnad vähesel määral. Alates 1920. aastast kuni 1930. aastani olid aasta keskmised hinnad mmBtu kohta 0,08 ja 0,10 USD vahel. Alates aastast 1931 võib märgata suuremat hinnalanguse trendi, mil mmBtu maksumus langes paari aastaga 0,05 USD juurde ja püsis sellel tasemel koguni kümme aastat, täpsemalt aastani 1946. Madalate gaasihindade põhjuseks 1960. aastale eelneval perioodil võib pidada asjaolu, et nendel aegadel oli maagaasi ammutamine pigem toornafta ammutamise kõrvaltegevus. Aastast 1947 hakkas maagaasi hind jälle tõusma ning kerkis aastaks 1960 juba 0,14 USD juurde mmBtu kohta. Alates 1960. aastast hakkas kogu maailm üha enam sõltuma maagaasist ning sellest ajast peale on märgata, et tõsised muutused hakkasid esinema nii toodangu kogustes kui hindades. Aastatel, mis jäid 1961. ja 1970. vahele, muutusid maagaasi hinnad vähe, kuid siiski olid need võrreldes eelneva ajaperioodiga kõrgemad, jäädes 0,15 – 0,17 USD vahele, mida võib pidada väga stabiilseks ning protsentuaalselt isegi väiksemaks kõikumiseks kui esimesel vaadeldaval perioodil. Stabiilsed hinnad sel ajavahemikul olid tingitud püüdlustest kontrollida kütuste hindasid nii maagaasi kui ka toornafta puhul. USA püüdis sätestada impordipiiranguid ning seeläbi hoida kodumaise toodangu hinnad stabiilsena. Sel perioodil peeti maagaasi hinda isegi omahinnast madalamaks, mis tähendas tarbijatele soodsamaid elutingimusi ning vähendas sõltuvust naftasaadustest. Selline periood ei kestinud aga kaua, kuna tootmisettevõtted olid opereerimas viimasel tasuvuspiiril ning sellest tulenevalt ka mitmed puurtornid suleti [42] [35].

Esimesi suuremaid muutusi maagaasi hinnas on võimalik näha alates aastast 1970, mil maagaasi hind hakkas 0,17 USD/mmBtu juurest järjest tõusma. Hinnatõus oli tingitud USA tarneraskustest, kuna USA Föderaalne Energia Komisjon kehtestas paikkonniti piirmäärad nii tootmisele kui ka hinnale. Kuna paikkondi oli terve USA peale kokku viis ning nendes paikades asuvate puurtornide tehnoloogilised ja maardlate geoloogilised omadused võisid küllaltki palju varieeruda, siis suleti majandusliku ebaefektiivsuse tõttu suurel hulgal puurtorne ning sellest tulenevalt ei suudetud nõudlust rahuldada, mis pani omakorda hinnad

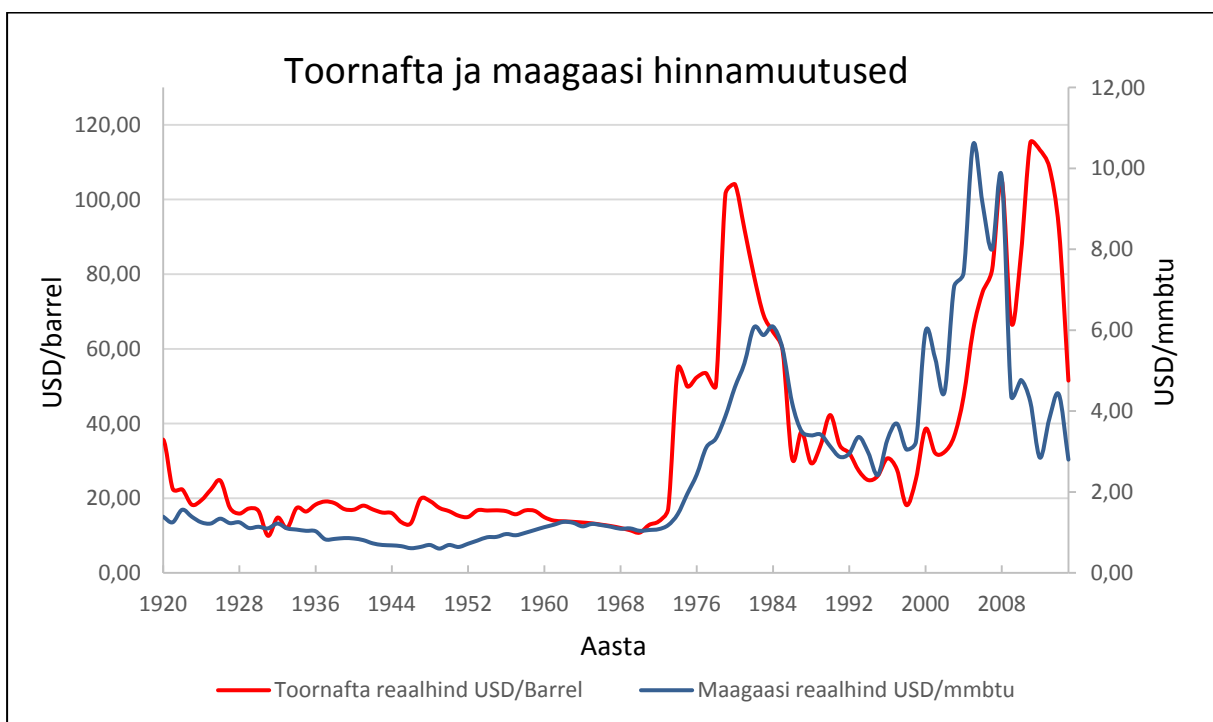
tõusma. Juba aastaks 1975 olid hinnad peaaegu kolmekordistunud, kuid see ei taksitanud edasist tõusu. Kui aastani 1975 tõusid hinnad võrdlemisi stabiilselt, siis järgmisel kümnel aastal oli keskmiseks kasvutempoks 20%, mil aastaks 1984 oli mmBtu hind tõusnud kõrgeimale tasemele maagaasi hinna ajaloo jooksul, milleks oli 2,66 USD. Aastast 1985 hakkas hind esialgu tasapisi langema, kuid 1986. aastal toimus järsk langus, mil mmBtu maksumuseks oli 1,94 USD. Seejärel aga hind järgnevateks aastateks stabiliseerus, kuni aastani 1990, ning jäi 1,7 USD juurde püsima. Aastal 1993 tõusis hetkeks gaasi hind 2,04 USD peale ning langes seejärel jälle aastaks 1995 1,55 USD juurde mmBtu kohta. Aastad 1994 -1999 oli samuti üks stabiilsemaid perioode maagaasihinna muutuste poolest, kui mmBtu maksis keskmiselt 2 USD. Aastast 2000 sai alguse üks suurim maagaasi hinnatõusu periood, mis kestis väiksemate vahekõikumistega kuni 2008. aasta majanduslanguseni. Aastatel 2005 ning 2008 olid vastavalt maagaasi hinnad 8,69 ja 8,86 USD/mmBtu kohta. Need kõrged gaasihinnad olid tingitud gaasitarne häiretest. Suurt rolli mängis nendel aastatel ka Venemaa tarnete kokkukuivamine Ukrainasse ning Ukraina kaudu ka muudesse Euroopa riikidesse. Seoses majanduslangusega langes gaasi hind ühe aastaga peaaegu 5 USD, mis tegi mmBtu hinnaks 3,94 USD. 2009. aastal vähenes olulisel määral ka maagaasi puurtornide arvukus, mis tulenes nõudluse vähenemisest seoses majanduslangusega ning sellest olenevalt langes ka maagaasi hind. Kui aastani 2011 hinnad mõnevõrra stabiliseerusid 4 USD juures, siis aastal 2012 langes ühe mmBtu hind taas 2,75 USD juurde. Kui järgnevatel aastatel esines trende, mis nagu oleks viidanud hinnatõusule, siis aastaks 2015 oli maagaasi hind taas langenud 2,8 USD/mmBtu juurde, olenemata 2014. aasta hinnatõusust, 4,39 USD peale. Üheks 2014. aasta hinnatõusu põhjuseks olid sündmused Ukrainas, mistõttu Venemaa muutis oma senist gaasitarnete süsteemi. See tähendas, et tõsteti oluliselt gaasi hinda ning alates juunist tarniti Venemaa gaasi vaid juhul, kui eelneval päeval oli teostatud ettemakse. 2015. aasta suure hinnalanguse taga on siiski eelkõige toornafta hinnalangus maailmaturul, millega maagaasi hind ka seotud on [43] [44].

2.3 Toornafta ja maagaasi mineviku hinnamuutuste võrdlus

Maagaasi ning toornafta hinnad kujunevad sarnaselt kõikide teiste tarbekaupade hindadega, nimelt on nende hinnamuutused suuresti tingitud pakkumise ja nõudluse vahekorra. Sellegi poolest võib maagaasi hind olla tihedalt seotud ka toornafta ja naftatoodete hindadega ning seda eriti Kesk-Euroopas. Ameerika Ühendriikides on ajalooliselt maagaasi hinnad olnud seotud ja järgnenud toornafta hindadele, viimastel aastatel on siiski olnud märgata

nendevaheliste seoste nõrgenemist. Inglismaa energiaregulatsiooni asutuse OFGEM pressiesindaja Mark Wiltsher on öelnud säärase nähtuse kohta, et tema ei näe mingit loogikat selles, miks nafta ja gaasi hinnad peaksid koos kujunema või omavahel seotud olema. Ta märkis, et kui arvati, et majanduslikult on kasulik maagaasi kasutada, siis gaasi hind seoti toornafta hinnaga, kuna sellele ei osatud muud moodi kindlat hinda anda. Kuid põhjus, miks seda tehti, ei ole hea, sellepärast et need on kaks teineteisest täiesti erinevat kütuse liiki. Maagaasi kasutatakse peamiselt elektrijaamades, tehastes ning elumajade soojendamiseks. Leiukohad on tihti samad mis naftalgi ning seda põletati kuni Teise maailmasõja lõpuni kui väärtusetut nafta kõrvalsaaduse produkti. Viimastel aastakümnetel on järk-järgult ehitatud üha enam gaasitorusid, et saaks naftaväljadelt gaasi tarbijani transportida, sellele vaatamata on levinud vastuoluline tõsiasi, et tänaseni põletatakse naftaväljade juures gaas lihtsalt ebaefektiivselt ära. Selline probleem on eriti levinud Venemaal ning Nigeerias, kus naftaväljad paiknevad asustustest kaugel [45].

Joonis 2.3 on koostatud näitamaks toornafta ning maagaasi hindade muutusi alates 1920. aastast kuni 2015. aastani. Hinnamuutusi kajastaval joonisel on märgitud punasega toornafta ning sinisega maagaasi hinnad, mis on kohaldatud vastavalt inflatsioonile 2015. aasta seisuga.



Joonis 2.3 Toornafta ja maagaasi hinnamuutused 1920 – 2015, USD/barrel, USD/mmBtu [33] [34] [41]

Kuni aastani 1970 olid nii toornafta kui maagaasi hinnad suhteliselt stabiilsed ning hinnakõikumisi esines vähesel määral, mis oli peamiselt tingitud nii USA kui OPEC-i

püüdlustest kontrollida turul toimuvat. See plaan ei olnud aga väga jätkusuutlik, sest õige pea saabus esimene suurem kriis kütusehindade tõusu näol, kui Araabia riikides kehtestati naftaembargo. Jooniselt 2.3 võib näha, et kui kütuse tootmise vähenemise ning sellest tuleneva puudujäägi tõttu hakkas toornafta hind kiiresti tõusma, siis maagaasi hinnale avaldas see mõju väikese hilinemisega ning mitte nii radikaalselt. Maagaasi hind tõusis stabiilse tempoga kuni 1984. aastani, misjärel uuesti langema hakkas. Toornafta hind oli selleks hetkeks juba oma kõrgeima tipu hinna 1980. aastal saavutanud ning oli samal ajal languses seoses tootmiskvootide tõstmisega OPEC-i poolt. Täpsemalt reageeris maagaasi hinna langus toornafta hinna langusele nelja aastase nihkega. Pärast seda võis suures plaanis taas näha hindade stabiliseerumist ning vähesemaid kõikumisi kuni aastani 1999. Alates 2000. aastast hakkasid mõlema kütuseliigi hinnad oluliselt tõusma tänu kasvavale maailmamajandusele, mil isegi tootmiskvootide suurendamine OPEC-i poolt ei avaldanud mingit mõju hindade pidurdumisele. Samuti kui 1986. aastast kuni 2004. aastani võis näha suhteliselt sarnaseid hinnamuutuse trende, siis alates 2005. aastast hakkasid nad teineteisest mõnevõrra eralduma. Nimelt langes ajavahemikul 2005 kuni 2007 maagaasi hind ligi 25%, samal ajal kui toornafta barreli hind jätkas tõusuteed. Maagaasi hinna languse põhjuseks sel perioodil peetakse ilmastikutingimusi, mis täpsemalt tähendas, et talvised ning aastased keskmised temperatuurid olid keskmisest oluliselt kõrgemad ning nõudlus maagaasi järele langes märgatavalt. Sellest tulenevalt tootmist ei piiratud ning õige pea olid maagaasi varud väga suured, mis ületootmise puhul tähendab reeglina turuhindade alanemist [46].

Kuna eelnevatel aastatel oli maagaasi odavama hinnaga hulgaliselt müüdud, siis hakkasid ka varud kahanema, mistõttu kerkis koos nafta hinnaga ka maagaasi hind. Samuti mängis olulist rolli tugev majanduskasv, mis aga järgneval aastal kiiresti olematuks muutus. 2008. aasta keskel hakkasid seoses üldise majanduslangusega mõlema kütuse hinnad kiires tempos kukkuma. Kui toornafta barrelihinna langus jäi pidama ning hakkas taas tõusma 2009. aasta lõpus, siis maagaasi hind jätkas langemist kuni 2012. aastani, mil toornafta oli taas saavutanud oma ajaloolise tipu, jõudes keskmiselt 115 USD juurde barreli kohta. Samal ajal oli maagaasi hind langenud 2008. aasta tipust, milleks oli 9,79 USD/mmBtu, aastaks 2012 2,85 USD/mmBtu juurde.

Sidudes gaasihinna naftahinnaga, olid tootjad võimelised gaasi odavnevat hinda ennetama, kui toornaftahinnad langesid, ning kuna pikas perspektiivis on naftahind olnud alati tõusva trendiga, siis kasvatas gaasi müük tänu seotusele naftahinnaga oluliselt kasumimarginaali, mis

on eriti atraktiivne funktsioon veel siis, kui tootjatel on pikaajalised tarnelepingud klientidega. Tootjate pikaajalised lepingud tarbijatega ei tähenda tarbijate jaoks ainult gaasi saamist, vaid ka kogu seda infrastruktuuri, mis gaasi tarnimisega kaasneb. Algselt tuleb teha suuri investeeringuid elektrijaamadesse, tootmistehastesse, torujuhtmetesse jne - see tähendab, et tootja peab kogu infrastruktuuri nii üles ehitama, et see võimaldaks ettevõttele pikaajalist tootlust. Samuti on tootmiskulud seotud kütuse hinnaga, näiteks maagaasi ja nafta tootmiseks vajaminevate töövahendite ja tehnika hinnad tõusevad ja langevad sõltuvalt kütuse hinnast. Euroopa Liidu nõuded suunitlusega edendada konkurentsi Euroopa Liidu sisesel gaasiturul on jätnud oma jälje hindade kujunemisele. Gaasi- ja naftaturg on enim mõju avaldanud Suurbritannias, kus suur osa maagaasist saadakse kodumaistest Põhjamerere gaasimaardlatest ja millel on olnud tugev mõju vabaturu konkurentsipoliitikale.

Erandina teiste riikide hulgast on Suurbritannias olnud ajalooliselt olukordi, kus seotust maagaasi ja nafta hinna vahel ei ole korrektseks peetud, kuid tänapäeval on tajutav side nende hindade vahel olemas. Seevastu on Euroopa Liidu uuringud näidanud, et Hollandi ja Norra kütusetootjad, kes oma gaasi ammutavad samuti Põhjamerest, seovad tänaseni maagaasi hinnad toornafta hindadega. Kuna Euroopa Liit on siiski järjest enam sõltuv imporditavast maagaasist ning imporditava gaasi hind on tihedalt seotud toornafta hinnaga, siis on gaasi hind ka terves Euroopas järjest tugevamalt seotud toornafta hinnaga. Siiski püütakse Euroopas leevendada importkütuse hinna mõju, proovides mitmekesistada tarnijate valikut ning seeläbi edendada konkurentsi vabaturul [45].

Maagaasi ja toornafta hinnaseotuse tõttu ei suuda kütuste hulgemüügihinnad reageerida muutustele maagaasi pakkumise ja nõudluse osas, mis kahjustab elektrivarustuskindlust. Poliitika, mida käesoleval ajal Euroopa Liidus propageeritakse, on selgelt kütusetarnijate mitmekesistumise ja konkurentsi suurendamise suunitlusega. Euroopa Komisjoni Energeetika direktoraadis usutakse, et kui kütuseturg on võimalikult avatud, siis inimestel on võimalik otsida endale sobivaim madalaima hinnaga kütusetarnija. Majandusteadlased arvavad, et suhet maagaasi ja toornafta hinna vahel võib pidada keeruliseks. Ameerika Ühendriikides 2006. aastal Energiaministeeriumi poolt läbi viidud uuring viitas sellele, et kõrgemad naftahinnad võivad ergutada nõudlust maagaasi järele, mis põhjustab omakorda maagaasi hinna tõusu. Samuti võivad tõusvad toornafta hinnad endaga kaasa tuua nii maagaasi tootmise suurendamise kui ka suurema ning kiirema naftatootmise, kuna nende kahe kütuseliigi leiukohad tihtipeale kattuvad ning see võib avaldada survet eelkõige maagaasi hinnale. Teisalt

võivad kallinenud naftahinnad esile kutsuda nähtuse, kus maagaasi tootmine suureneb ainult gaasimaardlates ning see võib omakorda tähendada maagaasi hinna langust. Täna on näiteks Ameerikas 80% kogu kütuse puurimistegevusest seotud maagaasiga. Sellisel suuremahulisel puurimisel võib olla mõju perioodidele, mil maagaasi hinnad näiliselt ei ole seotud toornafta hindadega ning sellised nähtused hinnamuutustes on hakanud esinema tihedamini alates 2000. aastast. Siiski arvavad mõned majandusteadlased, et kahe kütuseliigi vahelise hinnaseose lahtisidumiseks võib kuluda aastaid, sellepärast et enamjaolt on tarbijad ja tootjad seotud pikaajaliste tarnelepingutega, mis töötavad vastu kiiretele hinnamuutustele tarbijate kahjuks. Maagaasi tarbijad on üha enam ohustatud maagaasi eksportijatest, kes seovad oma hinna toornafta hinnaga, ignoreerides samal ajal pakkumise ja nõudluse suhet kohalikul turul ning tekitades pahameelt tururegulaatorite seas, kes muutuvad võimetuks reaalselt midagi ette võtta, sest nad saavad ainult kaudselt vastu astuda maagaasi- ja toornaftahinna suhtele. Euroopa Komisjoni pressiesindaja on öelnud 2008. aastal, et maagaasi tootvad riigid on sellest kasu saanud, sest maagaasi hinnad tõusid järsult ning põhjustel, mis ei olnud mitte kuidagi seotud maagaasi endaga, viidates 2008. aasta järsule toornafta barreli hinnatõusule [45].

Iraani naftasektorit on tänaseks vähe arendatud, kuigi potentsiaal suureks kasvuks ning õitsenguks eksisteerib. Enamik, kui mitte kõik, rahvusvahelistest energia konglomeraatidest, nagu näiteks Shell, BP ja Total, on silma heitnud Iraanile kui järgmisele kullaaugule globaalsel energiaturul. Iraani naftaminister Bijan Zanganeh on 2015. aastal maininud, et Iraani nafta ja gaasi sektor vajaks 100- miljardilist USD investeeringut järgmise viie aasta jooksul. Siiski on Iraani investeerimisel praegusel ajal mõningad takistused, neist suurimad piirangud on seotud Iraani tuumaprogrammiga, mis teeb suurematele kütusetootjatele sisenemise Iraani turule peaaegu võimatuks. Iraani kütuseturule sisenejat, kes ei hooli piirangutest, võivad ohustada suured rahatrahvid ning piirangud edasisel kütuseturul tegelemiseks [47]. Seoses kehtestatud piirangutega on toimud laiahaardelised seisakud ja katkestused maagaasi ja naftaga seotud arenguprojektides, mille tulemusena on viimastel aastatel toimunud silmnähtav kütusetootmise vähenemine Araabia piirkonnas.

3. Maagaasi ja toornafta lähiaastate hinnaprognosisid

Kütusehindade muutused on alati olnud majandus- ja finantsuudiste tähelepanu keskmes. Mida kõrgemad on kütusehinnad, seda positiivsemad ning soodsamad on väljavaated kütust tootvatele ja eksportivatele riikidel. Kuid vastupidiselt kütusetootjatele kannatavad kõrgete kütusehindade puhul tööstussektor ning importkütusest sõltuvad riigid. Tabelis 3.1 on välja toodud nii toornafta kui ka maagaasi hindade prognoosid alates aastast 2016 kuni aastani 2025. Tabel on koostatud erinevate aruannete ning internetiallikate põhjal. Samuti on tabeli 3.1 põhjal koostatud joonis 3.1, mis annab parema ülevaate prognoositavatest hinnatrendidest mõlema kütuseliigi kohta. Joonisel 3.1 on esitatud andmed vaadeldava ajavahemiku (2016 – 2025) keskmiste tulemuste kohta aastate lõikes.

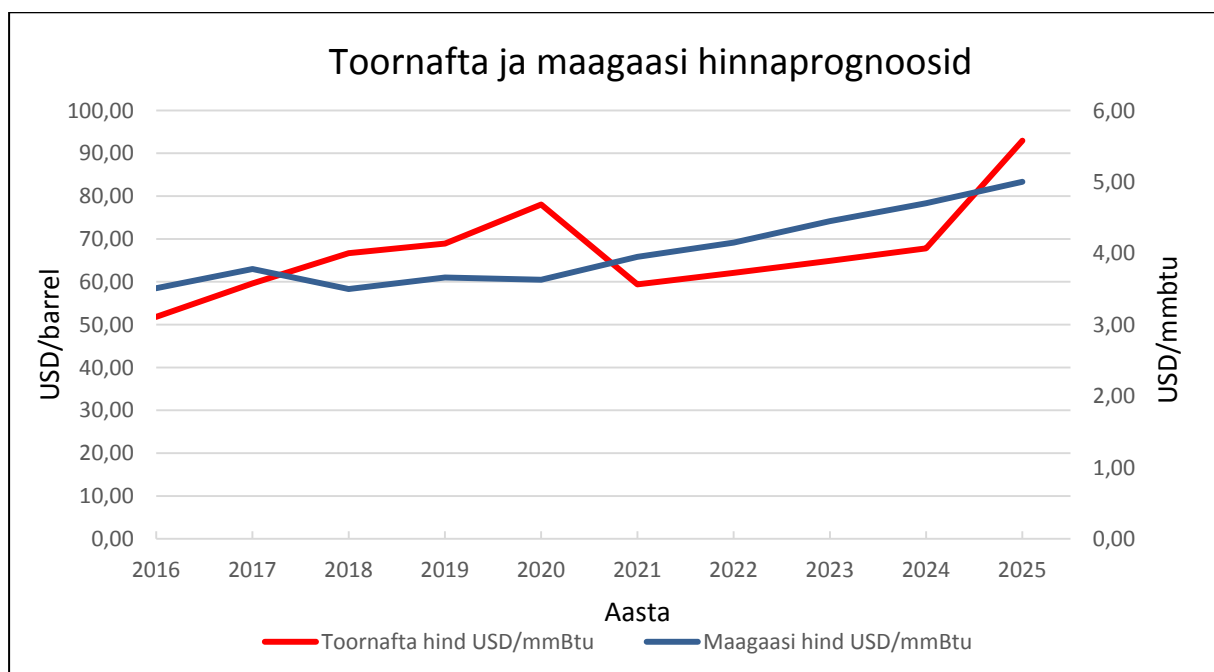
Tabel 3.1. Toornafta ja maagaasi hinnaprognosisid alates 2016 kuni 2025, USD/barrel, USD/mmBtu

Allikad	Hinnaprognosisid									
	Maagaas USD/mmBtu									
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Allikas [48]	3,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Allikas [49]	3,10	3,30	3,40	3,50	3,60	-	-	-	-	-
Allikas [50]	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,30	4,50	4,80
Allikas [51]	3,80	4,00	4,20	4,40	-	-	-	-	-	-
Allikas [52]	5,50	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Allikas [53]	3,04	3,17	3,30	3,42	3,53	-	-	-	-	-
Allikas [54]	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,10	4,30	4,60	4,90	5,20
Keskmine	3,51	3,78	3,50	3,66	3,63	3,95	4,15	4,45	4,70	5,00
	Toornafta USD/barrel									
Allikas [55]	57,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Allikas [50]	47,70	49,90	52,10	54,50	56,90	59,40	62,10	64,90	67,80	70,80
Allikas [49]	59,60	63,30	66,70	68,40	69,00	-	-	-	-	-
Allikas [51]	63,60	74,30	81,20	83,90	-	-	-	-	-	-
Allikas [56]	31,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Allikas [57]	52,00	51,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Allikas [58]	-	-	-	-	108,28	-	-	-	-	115,09
Keskmine	51,82	59,63	66,67	68,93	78,06	59,40	62,10	64,90	67,80	92,95

Kuna toornaftal ja maagaasil on oluline roll globaalses energia- ja majandussüsteemis, siis on kütuste hinna prognoosimine muutunud väga aktuaalseks teemaks nii andmete analüüsi kui ka majandusega seotud uurimisvaldkondades. Sealjuures on aga kütuste tulevikuhinna prognoosimine end tõestanud väga keeruka ülesandena, mille tulemused võivad muutuda

isegi päevaga . Ühelt poolt, nagu teistegi turul kaubeldavate kaupade puhul, on kütuste hinnad ajendatud mitmesugustest turuteguritest, nagu näiteks nõudluse ja pakkumise tasakaalust. Teisalt, kuna tegu on väga spetsiifiliste taastumatute energiaallikatega, siis kütuste hinnad on välistest teguritest tugevasti mõjutatavad, nagu näiteks ebaregulaarsetest globaalsetest sündmustest, maailmamajanduse seisundist, spekulatsioonidest ning poliitilistest suundadest, mille mõju võib tihti olla nii toornafta kui ka maagaasi hinnale raske määrata [59].

Jooniselt 3.1 võib täheldada, et nii toornafta kui ka maagaasi hinnamuutused on kogutud keskmiste andmete põhjal, mõlemad pigem kasvava trendiga ehk hinnad peaksid prognooside kohaselt saavutama aastaks 2025 oluliselt kõrgema turuväärtuse, võrreldes 2015. aasta tasemega. Graafikult ei ole siiski võimalik välja lugeda ega väita, vaatamata mõlema kütuseliigi prognoositavale hinnatõusule, et toornafta ja maagaasi hinnad oleksid teineteisega tihedalt seotud. Nimelt esineb graafikul kütusehindade sõltuvusele mõningaid vasturääkivusi. Näiteks võib märgata, et aastal 2020 teeb toornafta barrelihind läbi ca 20 USD suuruse languse, kuid maagaasi hinnale see mõju ei avalda. Kui ajalooliselt on olnud võimalik märgata teatavat mustrit, et toornafta hinnalangusele järgneb ka maagaasi hinnalangus, kuid seda mõningase hilinemisega, siis võib maagaasi hind langusesse suunduda ka pärast 2025. aastat.



Joonis 3.1. Toornafta ja maagaasi hinnaprognosisid 2016 - 2025, USD/barrel, USD/mmBtu.

Toornafta barrelihindade muutumise juures on võimalik näha hinnamuutusi suhteliselt suurel amplituudil, alates 51,82 USD juurest kuni 92,95 USD-ni välja, mis kujutab endast 80-protsendilist hinnatõusu. Maagaasi hindade juures nii suurel amplituudil muutusi näha ei saa, vaid hinnad on märksa stabiilsemalt tõusmas. Täpsemalt, vaadeldaval perioodil võib mmBtu koguse maagaasi hind tõusta 3,51 USD juurest kuni 5 USD-ni, mis teeks 10- aastase perioodi kohta hinnatõusuks vaid 40 protsenti. Ühe põhjusena, miks prognoositakse 2020. aastani toornafta barrelihinna järk-järgulist tõusu, võib pidada asjaolu, et kuna aastatel 2014 ja 2015 oli barrelihind väga madal ning esines suures mahus ületootmist, siis OPEC ja teised suuremad naftatootjad üritavad tootmismahutu reguleerida võimalikult tarbimismahu lähedale. Nii madalate kütusehindade juures nagu need aastaks 2015 langenud olid, on kütusetootjatel majanduslikult väga keeruline, kui mitte võimatu, jätkata, sest viimastel aastatel on pidanud mitmed kütusetootjad müüma oma toodangut alla omahinna.

3.1 Maagaasi tuleviku hinnamuutuste võimalikud põhjused

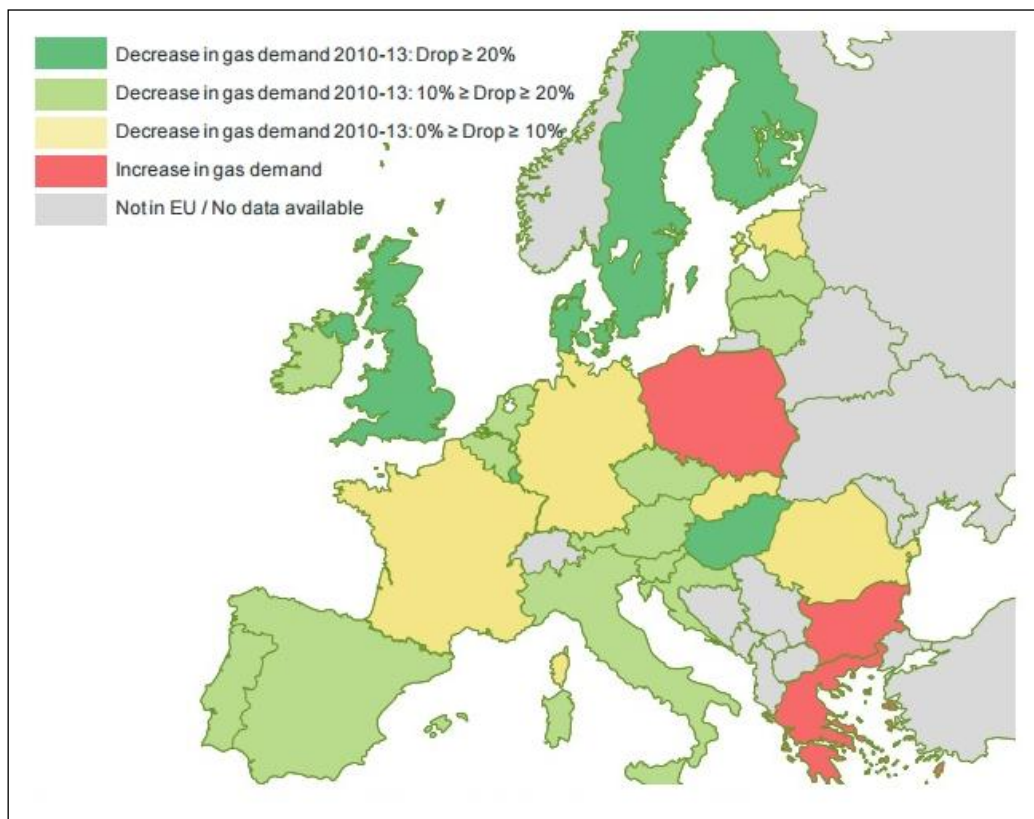
Maagaasi hind on tänaseni ning ka tulevikuks enamasti väljendatud nõudluse ja pakkumise funktsioonina turul. Kuna maagaasil kütusena tippnõudluse rahuldamiseks nii soojuse kui elektri tootmisel on lühiaegselt limiteeritud alternatiivid, siis muutused nõudluse ja pakkumise vahel lühikese perioodi jooksul võivad põhjustada suuri hinnakõikumisi. Tihtipeale maagaasi hinnad ise käituvad nõudluse ja pakkumise regulaatoritena, mis tähendab, et kalli kütuse hinna juures langeb reeglina ka tarbimine. Järgnevalt tuuakse välja tegurid, mis võiksid tulevikus maagaasi hinna muutustele mõju avaldada.

Pakkumise poole pealt on olemas kolm olulist faktorit, mis hinda mõjutavad: variatsioonid maagaasi tootmissuurustes, maagaasi ülemaailmne impordi ja ekspordi maht ning maagaasi kogus, mida maa-alustes mahutites ja terminalides hoiustatakse. Nõudluse poole pealt on kolmeks oluliseks hinnakujundajaks: globaalse majanduskavu tase, ilmastikutingimuste eripära, sh. temperatuur ning konkureerivate kütuste hinnad.

Üheks põhjuseks mitmest, miks prognoositud maagaasi hinnad ei ilmuta suuremat tõusutrendi, võib joonise 3.1 põhjal pidada asjaolu, et USA plaanib alustada oma maagaasi tarneid Euroopasse LNG näol. Lühiajalises perspektiivis saab maagaasi nõudlus kasu madalatest hindadest, kuid pikaajalises perspektiivis arvatakse, et magasi hind hakkab tõusma ning seda eriti Aasias. Mõned Aasia riigid on liikumas edasi plaanidega, mille kohaselt suurendatakse investeringuid pigem kivisöel põhinevate elektrijaamade ehitamiseks kui maagaasil põhinevate elektrijaamade ehitamiseks. Et muuta nende riikide suunitlusi

ehitamaks maagaasil põhinevaid elektrijaamu, peab kindlus maagaasi stabiilselt madalale hinnale olema oluliselt suurem.

OECD Euroopa liikmesriikide poolt kahaneb eeldatavasti maagaasi tootmine ca 25 protsenti aastaks 2020 võrreldes 2010. aastaga. Sellega seoses kasvab impordi ka tõenäoliselt aastaks 2020 kolmandiku võrra. Arvatakse, et LNG eksport kasvab globaalselt 40 protsenti aastaks 2020, millest 90 protsenti pärineb Austraaliast ja USA-st. Euroopasse ennustatakse koguni LNG tarnete kahekordistumist 2014. ja 2020. aasta vahel. Hoolimata ettenähtavast LNG impordist Euroopasse, ei arvata, et seniste tarnete partnerite olulist vähenemist ette näha oleks. Dominantsele kohale jääb siiski torujuhtmetega Venemaa, Norra ja Põhja – Aafrika ning võimalik, et isegi Iraani poolt transporditav maagaas Euroopasse. USA-l on plaanis esimesed LNG tarded teha juba 2015. aasta detsembris ning keskenduda eelisjärjekorras Ida – Euroopa riikide varustamisele [60].



Joonis 3.2. Maagaasi nõudluse vähenemine perioodil 2010 – 2013 Euroopas [61]

Vaatamata maagaasi impordi suurenemisele, arvatakse, et üldine nõudlus maagaasi järele Euroopas on langemas. Eurostati andmetel langes maagaasi nõudlus Euroopas ajavahemikus 2010 kuni 2013 olenevalt piirkonnast kohati kuni 20 protsenti (Joonis3.2), mis lubab eeldada, et nõudluse vähenemine võib jätkuda, ning seeläbi langevad ka hinnad. Kuni 20 protsendist

maagaasi tarbimise nõudluse vähenemist võis täheldada Suurbritannias, Taanis, Rootsis, Soomes ning Ungaris [61]. Maagaasi tarbimise suurenemist eelnevalt mainitud ajavahemikul võis täheldada vaid Poola, Kreeka ja Bulgaaria puhul [61].

Nõudluse langust saab peamiselt seletada üha populaarsemaks muutuva energiatõhususe suurenemisega nii korter- kui ka eramajadel ning üldise üleminekuga taastuvenergeetikale. Oluline põhjus, miks maagaasi hinda ei prognoosita kasvama nii kiire tempoga nagu toornafta hinda, on seotud hoiustatava maagaasi kogusega, mis tähendab, et hoidlates olev maagaas saab olema mõjus hinnaregulaator turul läbi nõudluse ja pakkumise korrigeerimise [61].

Laovarud aitavad tagada maagaasiga varustatuse nii hooajaliselt kui ka tippnõudluse olukordades. Samuti aitavad laovarud hoida lühiajaliselt suureneva nõudluse korral hindasid stabiilsena. Madalama nõudluse korral saavad maagaasi tootvad riigid täita oma hoidlad toodanguga tulevikuks, et seda vajalikel hetkedel kasutada. Reservuaare võidakse täiendada ka tulevikus import- maagaasist, kui hetkeliselt on soodsam seda sisse osta, mis aitaks samal ajal tasakaalustada nii nõudluse ja pakkumise tasakaalu kui ka tulevikuhindasid. Tavaliselt hoidlates oleva maagaasi tasemed tõusevad aprillist oktoobrini, mil ilmad on soojemad, ja langevad novembrist märtsini, mis tähendab, et enamasti on võimalik prognoosida ka laovarude muutumist, et kiire nõudluse suurenemise korral oleks tagatud maagaasiga varustatus ning kontrollitav hinnamuutus tarbija jaoks.

Pakkumisele mõeldes on tulevikus maagaasi hinnamõjutajateks kindlasti ka tootmisega seotud tegurid, imporditava maagaasi kogus ning maa-aluste gaasihoidlate täituvus. Kui maagaasi tootmine kasvab, siis on see esimeseks indikaatoriks, et ka maagaasi hinnad võivad hakata langema ning vastupidi. Samal ajal julgustab kõrge maagaasi hind tootjaid suurendama oma tootmiskoguseid, importi ning reservuaarides oleva gaasi müüki. Madalate kütusehindade puhul tekib aga vastupidine efekt.

Nõudlust mõjutavad aga peamiselt ülemaailmsed majanduslikud näitajad, toornafta hind ning ilmastikutingimused. Kui külmade ilmade puhul tõuseb nõudlus soojusenergia tootmiseks ning kuumade ilmade puhul tõuseb nõudlus jahutuseks, siis kasvab elektri jaama nõudlus ka maagaasi järele. Majandusnäitajad mõjutavad maagaasi nõudlust suurel määral eriti tootjate seisukohast. Nõudlus võib olla mõjutatud ka toornaftahindadest, kui tekib majanduslikult soodne olukord kasutada kütusena toornaftat maagaasi asemel, siis võivad elektri jaamad, tootjad ja suurte hoonete omanikud vahetada tarbitavat kütuseliiki. Maagaasi hinnatõusu prognooside kohaselt on võimalik spekuloida, et olenemata inflatsioonist tulenevast

hinnatõusust maagaasile, võib maagaasi hind jääda madalale tasemele, kuna järk-järgult täiustatakse puurtornide tehnoloogiat, millega kaasneb ka oluliselt kiiremaks muutuv ammutamisprotsess. Samuti on oodata maagaasi töötlemistehaste efektiivsemaks muutumist ning uute LNG töötlemis- ning hoiustamisterminalide rajamist.

Uuendusi maagaasi transpordis on oodata GasLog Ltd. ettevõtte poolt, kes on spetsialiseerunud LNG transpordile ning tankerite arendamisele. Hetkel on arendusjärgus järgmise generatsiooni LNG transporttankerid, mille eesmärk on vähendada kütusetranspordi ökoloogilist jalajärge, tõsta energiatranspordi efektiivsust, transportides senisest suuremaid koguseid. Eeltoodust on võimalik järeldada, et efektiivsemad transpordivahendid mõjuvad maagaasi turuhinnale tarbija jaoks soodsas suunas [62].

Äärmuslikud ilmastikutingimused võivad maagaasi hindu olulisel määral mõjutada ning seda pigem kallinemise suunas. Tormid ja orkaanid võivad tekitada puurtornidele, transportteedele ning tehnoloogiale tõsiseid kahjustusi, mis põhjustab omakorda nii maagaasi tootmise langust kui ka logistilisi häireid. Näiteks ainuüksi USA-s 2005. aastal tormi Katarina tekitatud kahjustuste tagajärjel langes maagaasi tootmine seal piirkonnas ligi 5 protsenti ning tootmise stabiliseerumine endisele tasemele võttis aega ligi kaks aastat. Jooniselt 2.2 on võimalik leida kinnitust sellele, et muutused tootmisvõimsuses olid üheks kõrge hinna põhjustajaks. Külmadel talvekuudel elamute ning kaubanduslike lõpptarbijate seas kasvava soojusenergia nõudlusega tõusevad ka hinnad. Kui külmad ilmad saavad ootamatult, siis on efekt hindade tõusule järsk, kuna elektri- ja soojusenergia tootjad ei ole alati valmis lühiajaliselt hindu kergitava tarbimise kiirele tõusule reageerima. Hindade kallinemine võib olla pikaajaline ka juhul, kui külmade ilmade saabudes töötavad maagaasil põhinevad elektrijaamad on juba täisvõimsusel ning täiendavat energiat tuleb naaberriikidest importida. Selliste tingimuste esinemisel, mil maagaasi hind on tõusnud lühikese ajaga märkimisväärselt kõrgemaks, väheneb ka nõudlus ning seejärel hinnad. Ühe moodusena sellisel perioodil on maagaasi hinda madala ning stabiilsena hoida ning hoiustatud kütust kasutusele võtta seniks, kuni tootmisvõimsused jõuavad nõudluse muutusele reageerida.

Globaalse majanduse tugevusel on ka lisaks eelnevalt mainitule suur mõju maagaasi turuhindadele. Majanduskasvu perioodidel suureneb nõudlus toodete ja teenuste järele nii kaubandus- kui tööstussektoris, mis põhjustab omakorda suureneva nõudluse maagaasi järele. Selline seaduspärasus kehtib eriti tööstussektoris, kus maagaasi kasutatakse otseselt kütusena soojus- ja elektrienergia tootmisel kui ka kaudselt lähteainetena põllumajanduses väetiste ning

meditsiinis farmaatsiatoodete valmistamisel. Suurenev nõudlus maagaasi järele sel ajal põhjustab ka tootmismahu suurenemist ning hindade kasvu. Nõrgenevas majandusolukorras võib avalduda aga vastupidine efekt. Külmade talveilmade kõrval avaldavad kuumad suveilmad maagaasi nõudluse suurenemisele samuti mõju ning seeläbi ka hindadele. Tavapärasest soojemad temperatuurid suurendavad nõudlust kliimaseadmete kasutamisele, millest tulenevalt elektrijaamade nõudlus maagaasi järele tõuseb ning maagaasi hinnad kasvavad. Kui teiste kütuste hinnad langevad, võib see nõudlusele mõju avaldada vähenevas suunas, mistõttu ka hinnad peaksid langema hakkama. Kui konkureerivate kütuste hinnad võrreldes maagaasiga hakkavad tõusma, suureneb nõudlus maagaasi järele ning kasvavatele hindadele [63].

3.2 Toornafta tuleviku hinnamuutuste võimalikud põhjused

Naftahindade kokkukukkumine oli üheks domineerivaks sündmuseks 2014. aastal ning see paistab nii olevat ka 2015. aastal. Kildagaasi ja -õli sektoriareng USA-s on viinud pakkumise tasakaalust välja. Samal ajal on Saudi Araabia otsustanud anda õppetunni väiksematele ning alustavatele naftatootmise ettevõtetele, lubades naftabarreli hinnal langeda madalale tasemele, et neid turult välja ajada ning pikas perspektiivis kasvatada enda turuosa nõrgemate turuosalejate väljalangemise arvelt. Selline turukäitumine võib ohustada monopolide tekkimist tulevikus ning sellega kaasnevate barrelihindade tõuse, mida võib hiljem keeruline kontrolli alla saada. Üheks peamiseks põhjuseks, miks OPEC vähendas oma tootmist 2006. ja 2007. aastal, oli mure liiga suureks muutuvate laovarude tõttu nii toornafta kui ka toornafta saaduste pärast. Seni, kuni toornafta ladude mahutamisvõimsus ei ole probleemiks, on võimalik laovarude pealt lähemas perspektiivis üsna täpselt hinda prognoosida, kuid hetkelise odava barreli hinna juures on toornafta ladustamine mahutites probleemiks [64].

OPEC on konsortsium kaheteistkümnest riigist, kelle hulka kuuluvad Alžeeria, Angola, Ecuador, Iraan, Iraak, Kuveit, Liibüa, Nigeeria, Katar, Saudi Araabia, Araabia Ühendemiraadid ja Venezuela, kes üheskoos moodustavad suurima üksuse, kellel on võimalik mõjutada toornafta tootmist ning hindasid. Kuna OPEC-i liikmesriigid toodavad igal aastal ca 40% kogu maailmas toodetavast toornaftast ning ülejäänud riigid kokku ca 60 %, siis on OPEC-il ülekaalukad võimalused mõjutada turuhindasid tootmismahude reguleerimise teel. Liikmesriikidest, kes OPEC-isse ei kuulu, on suuremad naftatootjad Venemaa, USA ja Hiina, kes omavahel tihedat koostööd ei tee ning mõnel juhul üritatakse ka teiste riikide

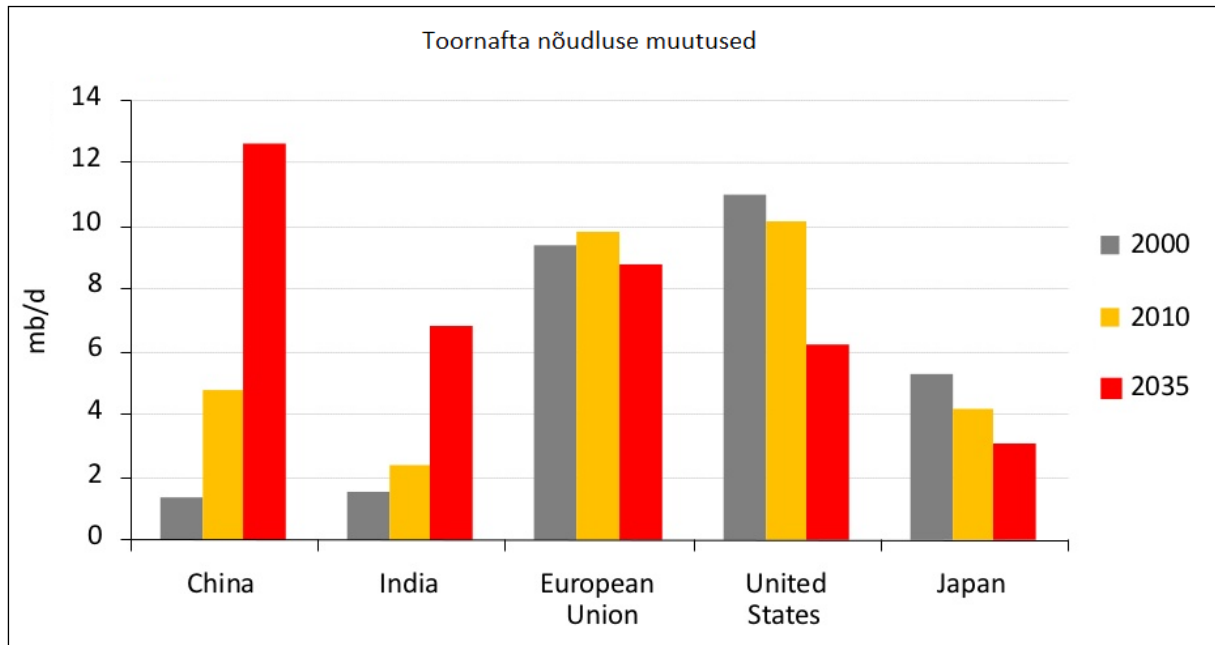
majandusi nõrgestada ületootmise ning hindade languse abil. Seda võib aga alates 2014. aastast märgata nimelt USA puhul, kes on oluliselt oma tootmisvõimsusi suurendanud.

Toornafta barreli hinna tõusu üheks põhjuseks võib olla USA tootmise vähenemine, kui Süürias ja Ukrainas aset leidvad konfliktid taanduvad olulisel määral ning tootmist hakatakse piirama. Tähtsad toornafta barrelihinna mõjutajad on ka Araabia riigid, kelle enda toodang on vastavalt asukohaspetsiifilistest ning tehnoloogilistest tingimustest mõjutatuna oluliselt odavam kui mujal maailmas. Kuna Norra ammutab suures osas oma toornafta merepõhjust ning USA Mehhiko lahest, siis merepõhjust ammutatud toornafta on märkimisväärselt kallim kui sisemaalt ammutatav nafta. Mõlema kütuseliigi hindade ning nende muutuste juures mängib ilmselt kõige suuremat rolli kütust tootvate riikide poliitilised ambitsioonid ning rahvusvahelised konfliktid.

Kuna suurem enamus maailma toornafta reservidest ja tootmisest on valitsuste juhivate ettevõtete kontrolli all, siis globaalne toornafta turg on tugevalt poliitikast mõjutatud ja konkurentsivõimelise turu omadustest kaugel. Lisaks valitsustele mõjutavad naftarikaste riikide kütusehinda ka erinevad energiapoliitilised suunad ning maksud. Riigiti võivad ressursimaksud, keskkonnamaksud ja kütuseaktsiisid suurel määral varieeruda, mis tähendab, et ühest maardlast, mis asub kahe riigi piirialal, võib üks riik oluliselt suuremat kasumit teenida kui teine. Juhul kui mõne riigi valitsus keelab mingitel põhjustel toornafta puurimise, kus on eelnevalt tõestatud, et maardlas on naftareservid, nagu näiteks Mehhiko lahes, siis kaubaturgudel märgitakse see kui tootmise kadu ja vähenemine ning nõudluse püsides hakkavad ka hinnad tõusma. Ka siis kui naftarikkas piirkonnas tekib poliitiliselt ebastabiilne olukord, reageerivad turud sellele, tajudes võimalikke toomishäireid lähitulevikus, mis samuti kergitab toornafta hindu, isegi kui tootmine jääb muutumatule tasemele.

Jooniselt 3.3 on võimalik näha, et toornafta nõudlust prognoositakse suurenevat märkimisväärselt Aasia riikides, täpsemalt Hiinas ja Indias. Samal ajal prognoositakse aga aastaks 2035, et Euroopa Liidus ning Ameerika Ühendriikides langeb nõudlus toornafta järele. Sellist nõudluse vähenemise prognoosi on võimalik seletada sooviga järk- järgult taastuvenergeetikale üle minna. Samal ajal saab Aasia riikides tõenäoliselt hoogu juurde tööstussektori areng ning sellega kaasnev kütusenõudluse kasv. Kuigi pikas perspektiivis on prognoositud Euroopa Liidus, Ameerika Ühendriikides ning Jaapanis toornafta nõudluse vähenemist, ei jätku seda piisaval määral, et ära katta Hiina ja India kütusenõudluse kasv. Globaalses mõttes saab järeldada, et nõudlus toornafta järele aina kasvab, kuid selle mõju

barrelihinnale on keeruline ennustada. Töö autor arvab, et tänu 2015. aasta augustis valminud Suessi kanali laiendustöödele, mida läbib aastas ca 20 000 kaubalaeva ning sh märkimisväärne kogus kütust, paraneb globaalne tarnekindlus ning tulevikus avaldab kanali läbilaskevõime suurenemine kütusehindadele stabiliseerivat mõju. Maailma naftavarud tasakaalustavad nõudlust ja pakkumist.



Joonis 3.3 Toornafta nõudluse muutused suuremate tarbijate seas aastani 2035, mb/d [65]

Kui naftatootmine ületab nõudluse, siis ülejääk reeglina ladustatakse, kuid kuna praeguse odava barrelihinna juures tuleb reservuaaridest varem või hiljem puudu. Sellisest olukorrast on võimalik kasu lõigata tõenäoliselt mitmetel erinevatel tööstusharudel, kelle ülesandeks võib saada ladustamisterminalide ja sellega kaasneva infrastruktuuri laiendamisega seotud ehitustööd. Kui nõudlus hakkab hetkelist pakkumist ületama, siis on võimalik ladustatud kütusevarud kasutusele võtta. See loob samuti eeldused, et toornafta hinna ja inventaride suhe lubab korrigeerida nõudluse ja pakkumise tasakaalu mõlemas suunas. Väljaspool OPEC-it olevad liikmesriigid toodavad ca 60% maailmas toodetud toornaftast, kuigi nad on liikmete poolest rohkem kui poole suuremad, ei ole neil piisavalt naftavarusid, et kontrollida kütuse hindasid. Nad saavad kohaldada enda tootmist vaid vastavalt turukõikumisele. OPEC-i liikmesriigid hoiavad enda käes praegu peaaegu täielikult maailma tootmisreguleerimise võimsust ning nad omavad hinnanguliselt $\frac{3}{4}$ ammutamata toornaftareservidest. OPEC saab aga otseselt ning kiiresti mõjutada toornafta turuhindasid, eriti siis, kui mitte OPEC-i liikmesriigid oma tootmist vähendavad [66].

Naftamaardlate geograafilised asukohad, maapinna geoloogilised tingimused ning nafta keemiline koostis on ka sellised komponendid, mis mõjutavad nafta ammutamise hinda ning seeläbi ka barreli hinda. Kuna toornafta on taastumatu maavara, mille varud jäävad iga päevaga aina väiksemaks, siis pannakse käesoleval ajal suurt rõhku investeringutele uute maardlate avastamiseks. Kuna uute maardlate avastamine, proovide võtmine ning arendamine on väga aja- ja ressursikulukas ettevõtmine, siis need investeringud võivad hakata kajastuma kallinevas toornafta barreli hinnas.

Kuna toornafta barreli hind on ajalooliselt olnud seotud USA dollariga, siis mõjutab ka valuutakursi kõikumine olulisel määral kütuse hindasid. Üldiselt on seoses inflatsiooniga kaasas käiv valuuta nõrgenemine ning kuni aastani 2011 peaaegu eranditult see USA dollari puhul ka oli. Alates 2011. aastast hakkas dollari kurss järsult tõusma ning on püsinud kõrgel kuni 2015. aasta lõpuni. Aastal 2014 tugevnes dollar koguni 13 % ning aastal 2015 on dollar oma tõusu stabiilselt jätkanud. Põhjusteks, miks dollar oluliselt tugevnes, peetakse USA riigieelarve puudujäägi paranemist, mille muutus oli aastaga 11%-lt 3%-le, maksude tõstmist ning väliskaubanduse intensiivistumist. Kuna dollari kursist sõltus toornafta barreli hind, siis dollari tugevnemisega teiste valuutade suhtes langes ka lisaks ületootmise põhjustatud hinnalangusest barreli hind veelgi enam. Eeldades, et muud toornafta hinda kujundavad tegurid jäävad muutumatuks ning dollar tugevneb veelgi, võib juhtuda, et ka tulevikus jätkavad barreli hinnad langust [67].

Üheks võimaluseks naftahindade tõuse ja langusi kontrolli all hoida on pangandusest ning aktsiaturgudest tuntud finantsvahend futuurid. Täpsemalt, toornafta maaklerite ülesandeks on omavahel kokku viia kütuse ostjad ja müüjad, kes omavahel saaksid sõlmida lepinguid tulevikutarneteks kindla koguse ja kindla hinna juures. See on kasulik mõlemale poole jaoks, kuna kütuse ostjad saavad enda tuleviku kasumlikkuse stabiilsust kindlustada fikseeritud koguse ja kütusehinnaga ning tootjad saavad prognoosida ning kindlustada oma igakuiseid sissetulekuid ja tootmise planeerimist. Ülemaailmse toornafta nõudluse üheks suurimaks mõjutajaks on siiani olnud ning jääb ka edaspidi majanduskasv.

Sarnaselt maagaasile on ilmastikutingimuste hooajaline omapära ka tulevikus toornafta hindade muutumisel olulisel kohal. Talvistel ning külmadel perioodidel kasutatakse rohkem kütust nii autode soojendamiseks kui reservelektrijaamade poolt elektrienergia tootmiseks. Kuigi kütuseturg teab, millistel perioodidel nõudluse muutust oodata on, ei suudeta peaaegu kunagi tootlikkust tarbimisega tasakaalu viia ning selle tulemusena on oodata ka hetkelist

hinnatõusu, mis ei pruugi aga pikas perspektiivis taanduda, kuna tootmine jääb tarbimisest reeglina alati sammu võrra maha, sest ületootmise puhul kaotaksid tootjad oma toimimise kasumlikkuse. Äärmuslikud ilmastikutingimused, nagu tornaadod, orkaanid ja äikesetormid ning üleujutused, võivad füüsiliselt naftatootmisele kui protsessile takistuseks saada, kui näiteks avamere puurtornidel tekivad kahjustused, mis oluliselt naftatootmist vähendavad või koguni tootmise seiskavad. Selle tulemusel võib oodata kõrgemaid turuhindasid kuni algse olukorra taastumiseni. Samas ei pruugi ilmastikutingimused alati tootmisele piiranguid seada. Võib juhtuda, et kütustranspordi infrastruktuur saab kannatada, mille tulemusel tekivad häired tarnetes ja seeläbi kütusehind tõuseb [68].

3.3 Mittekonventsionaalsed kütused, taastuvad energiaallikad – maagaasi ja toornafta tuleviku hinnamõjutajad

Lisaks poliitilistele otsustele ning nõudluse ja pakkumise tasakaalule mõjutab tulevikus maagaasi ja toornafta hinda ka mittekonventsionaalsete kütuste laiaulatuslikum kasutuselevõtt. Mittekonventsionaalseteks energiaallikateks peetakse seni vähekasutatavaid fossiilkütuseid, võrdlemisi uusi energia ammutamise viise ning tehnoloogiaid võrreldes traditsiooniliste maagaasi, toornafta ja kivisöega ning nendeks on: põlevkivi, kildagaas ja -õli.

Euroopa Liidu energiamajanduse arengutes nähakse suures mahus ette taastuvenergiaallikate kasutuselevõttu aastaks 2020, mil elektrienergia tootmises peaks 20 - protsendiline osakaal olema taastuenergiast. Aastaks 2050 on Euroopa Liit seadnud eesmärgiks vähendada kasvuhoonegaaside emissioone 80 – 90 % võrreldes 1990. aastaga. See tähendab, et mida suuremas mahus minnakse üle taastuenergeetikale, seda vähem koormatakse maagaasil, diislil ja põlevkivil põhinevaid elektrijaamu baastarbimise rahuldamiseks. Näiteks, kui Euroopas genereeritakse 20% vajaminevast elektri- ja soojusenergiast taastuvate energiaallikate abil, siis selle võrra vähem imporditakse Venemaalt gaasi, mis omakorda tähendab, et Venemaa peab oma kütuste hindu langetama, et oma toodangut Euroopasse maha müüa ning tulu teenida. Joonisel 3.1 kujutatud hinnakasv võib taolise stsenaariumi jõustumisel oluliselt aeglustuda eeldustel, et teised hinna mõjutegurid jäävad muutumatuks [69].

Üks mittekonventsionaalsete kütuste liik on põlevkivist toodetud põlevkiviõli, mida toodetakse ka Eestis. Põlevkiviõli tootmine on oluliselt keerukam ning kallim protsess kui

konventsionaalse toornafta tootmine ja selle töötlemine. Sellest hoolimata on põlevkiviõli turuhind ja majanduslik tasuvus tugevalt seotud toornafta hinnaga ning selle stabiilsusega. Põlevkiviõli näol on tegemist võrdlemisi uue energiaallikaga, mida kasutatakse põhiliselt sooja tootmiseks elektrijaamades või laevakütusena, mis tähendab ka, et tootmise ja töötlemise kulud on kõrged, tulenevalt uudsest ning vähe kasutatavast tehnoloogiast. Mahukad põlevkiviõli tootmise projektid vajavad suurt alginvesteeringut, mis on üheks riskikohaks antud kütuse tootmisel, mis tähendab ühtlasi, et kui nafta hinnad maailmaturul peaksid langema ning esile kerkima selline olukord, kus tootmisele kuluv summa on suurem kui müügist teenitud tulu, siis ei ole majanduslikult efektiivne põlevkiviõli toota. Toornafta volatiilsete hindade tõttu on põlevkiviõli tootmisvõimsuste rajamine majanduslikult riskantne ettevõtmine, kuid sellegi poolest investeeritakse uute tootmisvõimsuste rajamisesse, kuna toornafta hinnatõusu korral on oodatav tulu olemas [70].

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida, milliseks võivad elektrijaamades primaarallikatena kasutatavate kütuste, toornafta ja maagaasi, hinnad kujuneda 10 aasta perspektiivis ning millised võivad olla nende kahe kütuseliigi hindu mõjutavad faktorid ning nende esinemise põhjused ja tõenäosused. Lisaks uuriti toornafta ja maagaasi ammutamisega, transpordiga, töötlemisega, ladustamisega ja hoiustamisega seotud kulutusi ning nende osakaalu barreli ja mmBtu koguselise kütuse turuhinnast. Toornafta ja maagaasi turuhindade prognoosimisel oli oluline vaadelda ja analüüsida mõlema kütuseliigi hinnamuutuste ajalugu ning põhjuseid, et teha järeldused, kas mineviku hinnamuutuste põhjustel on mõju ka tuleviku hindade suhtes.

Uurimuse koostamise vajadus seisnes selles, et anda ettevõtetele ja riikidele informatsiooni kütusehindade võimalikest muutustest tulevikuks. On oluline, et energeetikasektoris tegutsevad ettevõtted saaksid teha nii pika- kui ka lühiajalisi finants- ja tootmisprognoose. Võttes arvesse tulevikhinnamuutuste põhjuseid, mis on käesolevas töös välja toodud, on võimalik riikidel, kelle eelarved sõltuvad suuresti kütusemüügist, saada teadmisi võimalikest teguritest, mis kütusehinda järgnevatel aastatel kujundama hakkavad. Energiatarbimise kiire kasvu tõttu on vajalik leida majanduslikult parimad lahendused nii tootja kui ka tarbija jaoks. Käesolev töö pakub sisendandmeid kalkulatsioonide tegemiseks prognoositavate kütusehindade näol, et tarbijatel oleks võimalik teha ettenägelikke otsuseid selle kohta, millist kütust kasutatavasse tehnoloogiasse investeerida. Teemat oli vaja uurida ka seetõttu, et selle sarnast tööd ei ole varem Tallinna Tehnikaülikoolis kirjutatud, mis loob eeldused antud töö kasutamiseks ka järgnevates kütuseturuga seotud uurimuslikes töödes. Prognoosid tulevikuks annavad ülevaate kütuste konkurentsivõimekusest tulevikuturul.

Magistritöö tulemustest selgub, et vaatamata globaalsetele poliitilistele ja sõjalistele konfliktidele, mis tõenäoliselt lähiaastatel ei vaibu, on nii toornafta kui ka maagaasi hinnamuutused kogutud andmete analüüsi põhjal kasvava trendiga, mis tähendab, et aastaks 2025 on toornafta ja maagaas saavutanud oluliselt kõrgema turuväärtuse võrreldes 2015. aasta tasemega. Täpsemalt on prognooside kohaselt toornafta hinnad tõusmas aastaks 2025 rohkem kui 80 protsenti, mis teeb hinnamuutuse amplituudiks võrreldes 2015. aastaga 51,82 – 92,95 USD/barreli kohta. Maagaasi turuhind aga nii märkimisväärset hinnatõusu kui toornafta barrel aastaks 2025 ei saavuta, tõustes vaid 40 protsendi võrra ning muutudes vaadeldavas ajavahemikus 3,51 – 5 USD/mmBtu kohta. Oluliseks kütusehindade mõjutajaks saab

tulevikus olema OPEC-i poolt kehtestatud tootmiskvoodid ning regulatsioonid, mis nõudluse ja pakkumise vahekorrale ja sellest tulenevalt ka turuhinnale mõju avaldavad. Lisaks poliitilistele otsustele on tulevikus oluliseks hinnamõjutajaks tõsiasi, et fossiilsete kütuste varud on piiratud ning muutuvad senisest raskesti kättesaadavamateks, mis kergitab oluliselt ammutamisega seotud kulutusi ning otseselt ka kütusehinda. Samuti võivad hinnad tõusta maksude kehtestamisel kütustele keskkonnakahjustuste tõttu. Lühiajaliselt võivad tulevikus kütuste hinnamõjutajaks olla ka ettenägematud ja äärmuslikud ilmastikutingimused, mis löövad nõudluse ja pakkumise tasakaalu kõikumata.

Toornafta ja maagaasi mineviku turuhindade analüüsi tulemusel selgus, et tänaseni on suuremateks hinnamuutuste põhjustajateks olnud rahvusvahelised konfliktid ja sõjategevus Lähis - Idas. Mitmete toorkütuserikaste riikide kütusetootmine ning selle jaotamisega seotud infrastruktuur on sõjategevuse tagajärjel kahjustada saanud, mille tulemusena on kütuse tarnekindluses häireid esinenud ning sellest tulenevalt on see kajastunud ka turuhindade muutuses.

Töö tulemustest selgub, et kui vaadelda koguseliselt toornafta barrelit ning 5,8 mmBtu-d maagaasi kui võrdse energiasaldusega kütust, siis nende kütuste ammutamisele kuluv rahaline ressurss on võrdne. Mõnel juhul saab lugeda maagaasi ammutamisele kuluvat maksumust olematuks, seda aga juhul, kui maagaas eraldub toornafta ammutamise kõrvalsaadusena. Võrdse energiasalduse poolest on kulutused kütuse töötlemisele aga toornafta puhul neli korda suuremad kui maagaasi töötlemisel. Kahe vaadeldava kütuse populaarseimaks transpordiviisiks on spetsiaalsed tankerlaevad ja torujuhtmed. Maagaasi puhul võib torujuhtmetega kütuse transport osutada samal ajal nii kõige odavamaks kui ka kallimaks transpordi viisiks, sõltudes torujuhtme pikkusest ja läbimõõdust ning jäädes 5,8 mmBtu juures vahemikku 1,16 – 10,50 USD. Toornafta barrelit transpordiks torujuhtmetes võib kuluda 2,50 – 3,00 USD. Odavaimaks toornafta transpordi viisiks on aga meretransport, jäädes vahemikku 1,51 – 2,27 USD/barrel, samal ajal kui maagaasi meretransport võib ulatuda kuni 3,54 USD-ni. Vähesel määral transporditakse toornaftat raudteed ning spetsiaalseid kütuseautosid kasutades, sest nende transport võib kasvada olenevalt teekonna pikkusest vastavalt kuni 10 ja 25 USD-ni. Kütuste pikaajaline ladustamine maksab võib toornafta barrelit puhul varieeruda 0,15 – 0,50 USD, maagaasil aga 1,74 – 15,95 USD/5,8 mmBtu. Kui võrrelda mõlema kütuseliigi hinnakomponente, siis tulevikus on kütusehind suuresti mõjutatud ka kasutatava tehnoloogia arengutest.

Käesoleva magistritöö koostamisel kasutati peamiste allikatena teadusartikleid ja erinevaid aruandeid, mis olid kättesaadavad interneti andmebaasidest. Tähtsamateks allikateks olid *International Energy Agency*, *World Energy Outlook* ja *U.S. Energy Administration* poolt koostatud uuringuid ja aastaaruandeid ning teadusartiklite andmebaasidena kasutati EbscoHost-i ja ScienceDirect-i. Kasutatud allikate andmed olid üldjuhul sarnased, mis lõi eeldused usaldusväärse analüüsi koostamiseks ning järelduste tegemiseks. Andmed erinesid mõnel üksikul juhul nii toornafta kui ka maagaasi hinnakomponentide puhul. See oli põhjustatud asjaolust, et komponentide maksumused olenesid kasutatavate tehnoloogiate ning seadmete omapärasest.

Käesoleva magistritöö teoreetiliseks väärtuseks on informatsioon maagaasi ja toornafta hinnakomponentide ja nende suuruste kohta, mida on võimalik kasutada sisendandmetena järgnevates kütuseturuga seonduvates uurimustes. Samuti annab magistritöö kütuseturu huvilistele ning analüütikutele informatsiooni, mis suunas on hinnad kütuseturul minevikus muutunud ning millised on olnud põhjused, et nendest tulenevaid muutusi tulevikus arvesse võtta. Lisaks võimaldab maagaasi ja toornafta hindade prognoos teha arvutusi ning otsuseid tulevikutarbeks kogu primaarenergia hinnakujunduses.

Magistritöö praktiliseks väärtuseks on võimaldada kasutada andmeid kütusesektoris tegutsevatel ettevõtetel, kelle kasumlikkus sõltub otseselt kasutatava kütuse hinnast. Samuti on magistritöös esitatud hinnaprognoside abil võimalik maagaasi ja toornaftat ammutavatel riikidel koostada riigieelarveid, võttes arvesse oma prognoositavat toomiskogust ning prognoositud kütusehinda.

Hetkeolukorras, mil kütusehinnad turul on kasumi teenimiseks tootjate jaoks liiga madalad, ning mõnel juhul isegi kahjumlikud, on kütusetarbijatele vastupidiselt soodne olukord, kus tarbija saab vähema summa eest samaväärtuslikku toodangut. Tuginedes analüüsile ning töös esitatud andmetele, soovib autor käesoleval ajal tarbijatel investeerida maagaasi kasutavatesse seadmetesse põhjustel, et maagaasi turuhind on langenud väga madalale tasemele ning kümne aasta perspektiivis ei avalda inflatsioonist tingitud ca 40-protsendiline maagaasi hinnatõus mõju tarbija kasumlikkusele. Kütusetootjatele soovib autor ammutada maagaasi siiski toornafta ammutamisel vabaneva kõrvalsaadusena, kuna toornafta ja maagaasi ammutamise kulud on peaaegu identsed. See tähendab, et maagaasi odava turuhinna tõttu ei ole seda majanduslikult efektiivne teha. Seoses taastuvenergia osakaalu suurenemise ning arenguga kasvab ka maagaasi ja kergeõli tarbimise nõudlus, kuna taastuvenergia tootmine on juhuslik, siis investeeritakse suurel määral maagaasi kasutavatesse tootmisvõimsustesse ehk

bilansijaamadesse, mis oleksid võimelised energiasüsteemis kiirelt reageerima ning eabilansi tasakaalustama.

Magistritöö autori hinnangul on kogutud andmete põhjal teostatud maagaasi ja toornafta hinnaprognoside tulemused ning nende analüüs ja järeldused tõsiseltvõetavad ning usaldusväärsed. Eeldusel, et globaalne majanduskasv jätkub stabiilse tempoga ning mõjuvõimsate kütusetootjate vahelised konfliktid ning sõjategevus ei eskaleeru, on magistritöös esitatud prognoosid järgmise 10 aasta perspektiivis reaalsed. Sõjaliste konfliktide süvenemisel ning sellega seonduva kütuste tarneahelate kahjustuda saamise korral võivad aga prognoositud maagaasi ja toornafta turuhinnad tõusta kiirema tempoga, kui esialgsed prognoosid ette näevad. Toornafta ja maagaasi hinnatõuse aitavad sellisel puhul kontrollida suured laovarud, mis hetkelise odava kütusehinna juures on arvestataval määral kuhjunud, ning Suessi kanali valmimine, mistõttu on üle maailma võimalik kütusetankeritega poole kiiremini kütust tarbijani transportida. Samuti jääb tulevikus läbivalt tähtsale kohale OPEC-i võimekus reageerida kiiresti ning korrigeerida nõudluse ja pakkumise tasakaalu.

Kirjandus

- [1] B. Dictionary, Business Dictionary, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.businessdictionary.com/definition/barrel-bbl.html. [Kasutatud 13 07 2015].
- [2] E. Vortex, „Energy Vortex“, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: [www.energyvortex.com/energydictionary/british_thermal_unit_\(btu\)__mbtu__mmbtu.html](http://www.energyvortex.com/energydictionary/british_thermal_unit_(btu)__mbtu__mmbtu.html). [Kasutatud 13 07 2015].
- [3] P. R. Hartley ja K. B. Medlick, „The Relationship between Crude Oil and Natural Gas Prices: The Role of the Exchange Rate“, The Energy Journal, Houston, 2014.
- [4] Bloomberg Business, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.bloomberg.com/quote/CL1:COM. [Kasutatud 29 12 2015].
- [5] „Plus500“, Plus500, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.plus500.com/Instruments/NG>. [Kasutatud 30 07 2015].
- [6] „Majandus24.Postimees“, Postimees, 07 01 2015. [Võrgumaterjal]. Available: majandus24.postimees.ee/3047659/bloomberg-50-dollariline-naftabarreli-hind-muudab-peaaegu-koike. [Kasutatud 03 08 2015].
- [7] „Majandus24.Postimees“, Postimees, 08 01 2015. [Võrgumaterjal]. Available: majandus24.postimees.ee/3048903/putini-mured-ei-piirdu-rubla-ja-naftaga. [Kasutatud 31 07 2015].
- [8] „Majandus24.Postimees“, Postimees, 08 01 2015. [Võrgumaterjal]. Available: majandus24.postimees.ee/3049009/maailmapank-nafta-hinna-langus-toetab-arenevaid-majandusi. [Kasutatud 03 08 2015].
- [9] D. J. Ramberg ja J. E. Parsons, „The Weak Tie Between Natural Gas and Oil Prices“, Energy Journal, Massachusetts, 2012.
- [10] J. Conca, „Forbes“, 26 04 2014. [Võrgumaterjal]. Available: www.forbes.com/sites/jamesconca/2014/04/26/pick-your-poison-for-crude-pipeline-rail-truck-or-boat/. [Kasutatud 24 08 2015].

- [11] „PetroStrategies, Inc.,“ PetroStrategies, Inc., 16 06 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.petrostrategies.org/Learning_Center/oil_transportation.htm. [Kasutatud 28 07 2015].
- [12] K. C. Lynch, „Quora,“ 10 01 2013. [Võrgumaterjal]. Available: www.quora.com/How-much-does-transporting-oil-by-rail-rather-than-pipeline-affect-the-cost-to-distribute-it. [Kasutatud 24 08 2015].
- [13] A. S. Erickson ja B. B. Collins, „U.S Naval War College,“ 09 2010. [Võrgumaterjal]. Available: www.usnwc.edu/getattachment/95f307db-6ad1-4399-9234-30e851a8235a/China-s-Oil-Security-Pipe-Dream--The-Reality,-and-.aspx. [Kasutatud 24 08 2015].
- [14] „Spectra Energy Corp,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.spectraenergy.com/Natural-Gas-101/Transporting-Natural-Gas/. [Kasutatud 26 08 2015].
- [15] J. Messner ja G. Babies, „Polinares,“ 03 2012. [Võrgumaterjal]. Available: www.polinares.eu/docs/d2-1/polinares_wp2_chapter12.pdf. [Kasutatud 28 08 2015].
- [16] D. K. Das, „Pipeline and Gas Journal,“ 12 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <http://pipelineandgasjournal.com/issues-facing-us-shale-gas-exports-japan?page=4>. [Kasutatud 02 10 2015].
- [17] I. Lavoie, „Quora,“ 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.quora.com/How-much-does-it-cost-per-barrel-to-store-crude-oil#>. [Kasutatud 24 08 2015].
- [18] Investopedia, „Investopedia,“ 03 06 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.investopedia.com/ask/answers/060315/what-does-it-cost-barrel-oil-producer-store-inventory-supertanker.asp. [Kasutatud 26 08 2015].
- [19] „Spectra Energy Corp,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.spectraenergy.com/Natural-Gas-101/Storing-Natural-Gas/. [Kasutatud 27 08 2015].
- [20] Latvijas Gaze, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.lg.lv/?id=194&lang=eng. [Kasutatud 30 12 2015].

- [21] Investment and Development Agency of Latvia, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.liaa.gov.lv/files/liaa/attachments/17_storing_natural_gas_in_latvia.pdf. [Kasutatud 03 01 2016].
- [22] „Energiatalgud,“ 2013. [Võrgumaterjal]. Available: www.energiatalgud.ee/img_auth.php/f/f1/Parkman,_J._LNG_-_1%C3%BChi%C3%BClevaade.pdf. [Kasutatud 27 08 2015].
- [23] „Interstate Natural Gas Association of America,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.ingaa.org/cms/4691.aspx. [Kasutatud 08 31 2015].
- [24] „U.S Energy Information Administration,“ 1 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.eia.gov/naturalgas/weekly/. [Kasutatud 08 10 2015].
- [25] „Natural Gas,“ 20 09 2013. [Võrgumaterjal]. Available: <http://naturalgas.org/naturalgas/extraction/>. [Kasutatud 01 09 2015].
- [26] R. Carlyle, „Quora,“ 18 11 2013. [Võrgumaterjal]. Available: www.quora.com/Is-the-extraction-of-natural-gas-more-costly-than-oil. [Kasutatud 01 09 2015].
- [27] O. Emberton, „Quora,“ 28 11 2012. [Võrgumaterjal]. Available: www.quora.com/If-the-price-of-oil-is-100-a-barrel-how-is-the-money-distributed. [Kasutatud 30 09 2015].
- [28] H. R. Johnson, 03 2004. [Võrgumaterjal]. Available: www.osti.gov/home/sites/www.osti.gov/home/files/Strategic%20Significance%20of%200America's%20Oil%20Shale%20Resource%20Volume%20II%20Oil%20Shale%20Resources%20Technology%20and%20Economics.pdf. [Kasutatud 30 08 2015].
- [29] M. Philips, „Bloomberg,“ 17 04 2012. [Võrgumaterjal]. Available: www.bloomberg.com/bw/articles/2012-04-17/is-natural-gas-too-cheap-to-drill. [Kasutatud 01 09 2015].
- [30] L. Maugeri, 11 2014. [Võrgumaterjal]. Available: www.lingholm.com/index.php/falling-short/. [Kasutatud 30 09 2015].
- [31] „Spectra Energy Group,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.spectraenergy.com/Natural-Gas-101/Processing-Natural-Gas/. [Kasutatud 26 08 2015].

- [32] „The Pennsylvania State University,“ 2014. [Vörgumaterjal]. Available: www.e-education.psu.edu/eme801/node/514. [Kasutatud 30 09 2015].
- [33] „ChartsBin,“ 2014. [Vörgumaterjal]. Available: <http://chartsbin.com/view/oau>. [Kasutatud 13 10 2015].
- [34] E. I. Administration, „MACROTRENDS,“ 14 10 2015. [Vörgumaterjal]. Available: www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart. [Kasutatud 14 10 2015].
- [35] N. Krichene, „Science Direct,“ 06 11 2002. [Vörgumaterjal]. Available: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988302000610. [Kasutatud 06 09 2015].
- [36] T. Toyoda, „Osaka UE,“ 02 07 2003. [Vörgumaterjal]. Available: www.osaka-ue.ac.jp/file/general/5190. [Kasutatud 19 10 2015].
- [37] „U.S. Energy Information Administration,“ 19 06 2015. [Vörgumaterjal]. Available: www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/Iran/iran.pdf. [Kasutatud 21 08 2015].
- [38] J. L. Williams, „WTRG,“ 2011. [Vörgumaterjal]. Available: www.wtrg.com/prices.htm. [Kasutatud 25 10 2015].
- [39] C. Riley, „CNN Money,“ 23 12 2010. [Vörgumaterjal]. Available: http://money.cnn.com/2010/12/23/news/economy/three_dollar_gas/index.htm. [Kasutatud 25 10 2015].
- [40] „Trading Economics,“ 2015. [Vörgumaterjal]. Available: www.tradingeconomics.com/commodity/crude-oil. [Kasutatud 19 08 2015].
- [41] U.S Energy Information Administration, „Energy Information Administration,“ 2015. [Vörgumaterjal]. Available: www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9190us3a.htm. [Kasutatud 26 10 2015].
- [42] P. V. Doren, „Downsizing,“ 02 2009. [Vörgumaterjal]. Available: www.downsizinggovernment.org/energy/regulations. [Kasutatud 27 10 2015].
- [43] „Trading Economics,“ 2015. [Vörgumaterjal]. Available: www.tradingeconomics.com/commodity/natural-gas. [Kasutatud 19 08 2015].

- [44] The Telegraph, „Telegraph,“ 16 06 2014. [Võrgumaterjal]. Available: www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/ukraine/10902271/Europe-faces-gas-shortage-as-Russia-cuts-Ukraine-supply-after-talks-fail.html. [Kasutatud 27 10 2015].
- [45] J. M. Strauss, „The New York Times,“ 29 10 2008. [Võrgumaterjal]. Available: www.nytimes.com/2008/10/29/business/worldbusiness/29iht-rengas.17346943.html?_r=0. [Kasutatud 19 08 2015].
- [46] Energy Information Administration, „Circle of Blue,“ 03 2007. [Võrgumaterjal]. Available: www.circleofblue.org/waternews/wp-content/uploads/2010/08/ngyir2006.pdf. [Kasutatud 27 10 2015].
- [47] M. Soleymannezhad , „Forbes,“ 20 08 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.forbes.com/sites/mortezasoleymannezhad/2015/08/20/irans-oil-sector-an-analysis-from-the-current-risk-standpoint/. [Kasutatud 21 08 2015].
- [48] U.S. Energy Information Administration, 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.eia.gov/forecasts/steo/report/natgas.cfm. [Kasutatud 28 10 2015].
- [49] Konoema, 09 07 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://knoema.com/IMFCPF2015Jun/imf-commodity-price-forecasts-july-2015>. [Kasutatud 28 10 2015].
- [50] Konema, 20 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://knoema.com/WBCFPD2015Oct/world-bank-commodity-forecast-price->. [Kasutatud 10 28 2015].
- [51] Konema, 15 07 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://knoema.com/EIUEF2015Jul/eiu-economic-and-commodity-forecast-july-2015>. [Kasutatud 28 10 2015].
- [52] BMI Research, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.bmiresearch.com/news-and-views/natural-gas-price-forecast-. [Kasutatud 28 10 2015].
- [53] GLJ Petroleum Consultants Ltd., 1 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.gljpc.com/sites/default/files/files/oct15.pdf. [Kasutatud 28 10 2015].
- [54] Statista, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.statista.com/statistics/443939/natural-

- gas-prices-forecast-in-europe-and-us/. [Kasutatud 28 10 2015].
- [55] U.S Energy Information Administration, 10 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.eia.gov/forecasts/steo/report/prices.cfm. [Kasutatud 28 10 2015].
- [56] Financial Forecast Center, 8 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.forecasts.org/oil.htm. [Kasutatud 28 10 2015].
- [57] The Economy Forecast Agency, 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://longforecast.com/brent/crude-oil-forecast-for-2015-2016-and-2017.html>. [Kasutatud 28 10 2015].
- [58] Natural Resources Canada, 10 2010. [Võrgumaterjal]. Available: www.nrcan.gc.ca/energy/publications/markets/6511. [Kasutatud 28 10 2015].
- [59] L. Yu, Z. Wang ja L. Tang, „Science Direct,“ 15 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261915008545>. [Kasutatud 10 11 2015].
- [60] International Energy Agency, 04 06 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2015/june/despite-decline-in-oil-prices-natural-gas-demand-outlook-revised-down.html. [Kasutatud 28 10 2015].
- [61] T. Kool, „Oil Price,“ 05 10 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <http://oilprice.com/Latest-Energy-News/World-News/Six-Reasons-Natural-Gas-Prices-Are-Staying-Down.html>. [Kasutatud 28 10 2015].
- [62] H. Meche, „Gas Processing,“ 30 09 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.gasprocessingnews.com/features/201510/gas-processing-news.aspx. [Kasutatud 12 11 2015].
- [63] U.S. Energy Information Administration, 28 07 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural_gas_factors_affecting_prices. [Kasutatud 16 11 2015].
- [64] S. Lack, „SL Advisors,“ 23 08 2015. [Võrgumaterjal]. Available: www.sl-advisors.com/listen-to-what-the-oil-price-is-saying/. [Kasutatud 29 10 2015].
- [65] International Energy Agency, 2011. [Võrgumaterjal]. Available:

- www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf.
[Kasutatud 29 10 2015].
- [66] U.S. Energy Information Administration, 21 04 2015. [Võrgumaterjal]. Available:
www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=gasoline_factors_affecting_prices.
[Kasutatud 17 11 2015].
- [67] B. White, „Business Insider,“ 30 01 2015. [Võrgumaterjal]. Available:
www.businessinsider.com/why-the-dollar-is-strong-2015-1. [Kasutatud 19 11 2015].
- [68] Clover Global Solutions, 30 04 2012. [Võrgumaterjal]. Available:
<https://c1wsolutions.wordpress.com/2012/04/30/factors-affect-price-of-oil/>. [Kasutatud
19 11 2015].
- [69] European commission, „2050 Energy strategy,“ 2015. [Võrgumaterjal]. Available:
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2050-energy-strategy>. [Kasutatud
27 12 2015].
- [70] M. S. Bsieso, 2003. [Võrgumaterjal]. Available:
www.kirj.ee/public/oilshale/10_bsieso_2003_3s.pdf. [Kasutatud 27 12 2015].

Lisad

L.1. Toornafta nominaal ja reaalhinnad ajavahemikus 1861 – 2015, USD/barrel [33] [34]

Aasta	Toornafta nominaalhind USD/barrel	Toornafta reaalhind USD/Barrel
1861	0,49	12,65
1862	1,05	24,40
1863	3,14	59,36
1864	8,06	119,56
1865	6,59	99,88
1866	3,74	59,26
1867	2,41	40,01
1868	3,63	63,27
1869	3,64	63,45
1870	3,86	70,82
1871	4,34	84,05
1872	3,64	70,50
1873	1,83	35,44
1874	1,17	23,99
1875	0,35	28,52
1876	2,56	55,78
1877	2,42	52,73
1878	1,19	28,61
1879	0,86	21,41
1880	0,95	22,84
1881	0,86	20,68
1882	0,78	18,75
1883	1,00	24,90
1884	0,84	21,69
1885	0,88	22,72
1886	0,71	18,33
1887	0,67	17,30
1888	0,88	22,72
1889	0,94	24,27
1890	0,87	22,47
1891	0,67	17,30
1892	0,56	14,46
1893	0,64	16,53
1894	0,84	22,53
1895	1,36	37,93

1896	1,18	32,91
1897	0,79	22,03
1898	0,91	25,38
1899	1,29	35,98
1900	1,19	33,19
1901	0,96	26,77
1902	0,80	21,45
1903	0,94	24,27
1904	0,86	22,21
1905	0,62	16,01
1906	0,73	18,85
1907	0,72	17,93
1908	0,72	18,59
1909	0,70	18,08
1910	0,61	15,19
1911	0,61	15,19
1912	0,74	17,79
1913	0,95	22,30
1914	0,81	18,76
1915	0,64	14,68
1916	1,10	23,45
1917	1,56	28,32
1918	1,98	30,60
1919	2,01	27,06
1920	3,07	35,68
1921	1,73	22,51
1922	1,61	22,36
1923	1,34	18,28
1924	1,43	19,47
1925	1,68	22,31
1926	1,88	24,73
1927	1,30	17,43
1928	1,17	15,90
1929	1,27	17,26
1930	1,19	16,59
1931	0,65	9,94
1932	0,87	14,83
1933	0,67	12,04

1934	1,00	17,39
1935	0,97	16,45
1936	1,09	18,32
1937	1,18	19,14
1938	1,13	18,67
1939	1,02	17,10
1940	1,14	16,93
1941	1,19	18,03
1942	1,20	17,00
1943	1,21	16,16
1944	1,05	16,01
1945	1,12	13,58
1946	1,90	13,35
1947	1,99	19,80
1948	1,78	19,24
1949	1,78	17,39
1950	1,71	16,54
1951	1,71	15,32
1952	1,71	15,00
1953	1,93	16,79
1954	1,93	16,71
1955	1,93	16,78
1956	1,93	16,54
1957	1,90	15,71
1958	2,08	16,75
1959	2,08	16,61
1960	1,90	14,93
1961	1,80	14,01
1962	1,80	13,85
1963	1,80	13,69
1964	1,80	13,50
1965	1,80	13,28
1966	1,80	12,92
1967	1,80	12,55
1968	1,80	12,05
1969	1,80	11,43
1970	1,80	10,79
1971	2,24	12,87
1972	2,48	13,81
1973	3,29	17,25
1974	11,58	54,74
1975	11,53	49,93

1976	12,80	52,39
1977	13,92	53,47
1978	14,02	50,09
1979	31,61	101,43
1980	36,83	104,12
1981	35,93	92,08
1982	32,97	79,59
1983	29,55	69,12
1984	28,78	64,53
1985	27,56	59,67
1986	14,43	30,67
1987	18,44	37,80
1988	14,92	29,39
1989	18,23	34,24
1990	23,73	42,29
1991	20,00	34,21
1992	19,32	32,08
1993	16,97	27,36
1994	15,82	24,86
1995	17,02	26,01
1996	20,67	30,69
1997	19,09	27,71
1998	12,72	18,17
1999	17,97	25,13
2000	28,50	38,55
2001	24,44	32,15
2002	25,02	32,40
2003	28,83	36,50
2004	38,27	47,19
2005	54,52	65,03
2006	65,14	75,28
2007	72,39	81,33
2008	97,26	105,23
2009	61,67	66,97
2010	79,50	84,93
2011	111,26	115,22
2012	111,67	113,31
2013	108,66	108,66
2014	92,26	92,26
2015	51,51	51,51

**L.2. Maagaasi nominaal ja reaalhinnad ajavahemikus 1920 – 2015,
USD/mmBtu [41]**

Aasta	Maagaasi nominaalhind USD/mmBtu	Maagaasi reaalhind USD/mmBtu
1920	0,10	1,39
1921	0,09	1,25
1922	0,11	1,56
1923	0,10	1,39
1924	0,09	1,25
1925	0,09	1,22
1926	0,10	1,34
1927	0,09	1,23
1928	0,09	1,25
1929	0,08	1,11
1930	0,08	1,14
1931	0,07	1,10
1932	0,07	1,22
1933	0,06	1,10
1934	0,06	1,07
1935	0,06	1,04
1936	0,06	1,03
1937	0,05	0,83
1938	0,05	0,84
1939	0,05	0,86
1940	0,05	0,85
1941	0,05	0,81
1942	0,05	0,73
1943	0,05	0,69
1944	0,05	0,68
1945	0,05	0,66
1946	0,05	0,61
1947	0,06	0,64
1948	0,07	0,69
1949	0,06	0,60
1950	0,07	0,69
1951	0,07	0,64
1952	0,08	0,72
1953	0,09	0,80

1954	0,10	0,88
1955	0,10	0,89
1956	0,11	0,96
1957	0,11	0,93
1958	0,12	0,99
1959	0,13	1,06
1960	0,14	1,13
1961	0,15	1,19
1962	0,16	1,26
1963	0,16	1,24
1964	0,15	1,15
1965	0,16	1,21
1966	0,16	1,18
1967	0,16	1,14
1968	0,16	1,09
1969	0,17	1,10
1970	0,17	1,04
1971	0,18	1,06
1972	0,19	1,08
1973	0,22	1,18
1974	0,30	1,45
1975	0,44	1,95
1976	0,58	2,43
1977	0,79	3,10
1978	0,91	3,32
1979	1,18	3,87
1980	1,59	4,59
1981	1,98	5,18
1982	2,46	6,07
1983	2,59	5,88
1984	2,66	6,09
1985	2,51	5,55
1986	1,94	4,21
1987	1,67	3,50
1988	1,69	3,40
1989	1,69	3,42
1990	1,71	3,13

1991	1,64	2,87
1992	1,74	2,95
1993	2,04	3,36
1994	1,85	2,97
1995	1,55	2,42
1996	2,17	3,29
1997	2,49	3,69
1998	2,09	3,05
1999	2,27	3,24
2000	4,31	5,96
2001	3,96	5,32
2002	3,38	4,47
2003	5,47	7,07
2004	5,89	7,42
2005	8,69	10,59
2006	6,73	9,12
2007	6,97	8,00
2008	8,86	9,79
2009	3,94	4,37
2010	4,37	4,77
2011	4,00	4,23
2012	2,75	2,85
2013	3,73	3,81
2014	4,39	4,41
2015	2,80	2,80