



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

**Eesti Maaülikool**

Estonian University of Life Sciences

Elektroenergeetika instituut

Soojusenergeetika õppetool

Hajaenergeetika õppekava

## **EESTI BIOMETAANI RESSURSSIDE KASUTUSELEVÕTU ANALÜÜS**

### **Magistritöö**

Õppetooli juhataja	prof J. Valtin
Juhendaja	teadur Ü. Kask
Konsultant	vanemteadur P. Pitk
Lõpetaja	V. Vohu

**Tallinn 2015**

## AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus. Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud. Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis TTÜ Soojustehnika instituudi teaduri Ülo Kase juhendamisel

25. mai 2015 a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab magistritööle esitatavatele nõuetele.

25. mai 2015 a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele

Hajaenergeetika õppekava kaitsmiskomisjoni esimees “.....” .....2015. a.

..... allkiri

## LÕPUTÖÖ KOKKUVÕTE

<p><i>Autor:</i> Villem Vohu</p> <p><i>Töö pealkiri:</i> Eesti biometaani ressursside kasutuselevõtu analüüs</p> <p><i>Kuupäev:</i> 25.05.2015</p>	<p><i>Lõputöö liik:</i> magistritöö</p> <p style="text-align: right;"><i>73 lk</i></p>
<p><i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool</p> <p><i>Teaduskond:</i> Energeetikateaduskond</p> <p><i>Instituut:</i> Elektroenergeetika instituut</p> <p><i>Õppetool:</i> Soojusenergeetika õppetool</p>	
<p><i>Töö juhendaja(d):</i> teadur Ülo Kask</p> <p><i>Töö konsultant (konsultandid):</i> vanemteadur Peep Pitk</p>	
<p><i>Sisu kirjeldus:</i></p> <p>Analüüsis käsitletakse Eesti biometaani ressursi kasutuselevõtu võimalusi. Kirjeldatakse biometaani ressursse, ressursside paiknemist maagaasivõrgu suhtes ja ressursside logistikat. Analüüsitakse biometaani tootmise ja kasutamise väärtusahelat ja kasutuselevõtu makroökonomilisi mõjusid.</p> <p>Analüüs käsitleb biometaani kasutuselevõtu turutõkkeid ja võimalikke meetmeid nende ületamiseks. Samuti analüüsitakse vedelkütuste tanklataristut ja selle paiknemist maagaasitrasside suhtes.</p>	
<p><i>Märksõnad:</i></p> <p>Biometaan, rohtne biomass, ressursside logistika, väärtusahel, majandusmõju, tanklataristu, turutõkked, turu arendamise meetmed.</p>	

## SUMMARY OF THE DIPLOMA WORK

<p><i>Author:</i> Villem Vohu</p> <p><i>Title:</i> Analysis of the biomethane resources deployment of Estonia</p> <p><i>Date:</i> 25.05.2015</p>	<p><i>Kind of the work:</i> Master Thesis</p> <p><i>73 pages</i></p>
<p><i>University:</i> Tallinn University of Technology</p> <p><i>Faculty:</i> Power Engineering</p> <p><i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering</p> <p><i>Chair:</i> Thermal Engineering</p>	
<p><i>Tutor(s) of the work:</i> researcher Ülo Kask</p> <p><i>Consultant(s):</i> senior researcher Peep Pitk</p>	
<p><i>Abstract:</i></p> <p>The master thesis analysis the Estonian biomethane resources deployment options. Described biomethane resources, resource location network in respect of natural gas resources and logistics. The production and use of biomethane in the value chain and the introduction of macroeconomic impacts are analysed.</p> <p>The work deals with the market barriers of the deployment of biomethane and possible measures to overcome them. It also analyse the infrastructure of liquid fuels stations in relation to the location of the natural gas pipelines.</p>	
<p><i>Key words:</i></p> <p>Biomethane, herbaceous biomass resources, logistics, value chain, impact on the economy, gas station infrastructure, barriers to market access, market development measures</p>	

## SISUKORD

LÕPUTÖÖ KOKKUVÕTE .....	3
SUMMARY OF THE DIPLOMA WORK .....	4
SISUKORD .....	5
EESSÕNA .....	6
MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE .....	7
SISSEJUHATUS .....	8
1. BIOMETAANI RESSURSID JA KASUTUS .....	9
1.1 Biometaan ja CNG – kasutus transpordikütusena .....	9
1.2 Biometaani ressursside ja tootmise varasemad uuringud .....	15
1.3 Kasutamata põllumajandusmaa ressurss ja struktuur .....	16
1.4 Eesti rohtse biomassi toodang ja rohusöötade vajadus.....	17
1.5 Biometaani ressursside paiknemine .....	19
2. BIOMETAANI TOOTMISÖKONOOMIKA .....	22
2.1 Silo tootmiskulud.....	22
2.2 Logistikakulude analüüs .....	25
2.3 Biometaani tootmise ökonoomika .....	31
2.4 Biometaani väärtusahel, kulu komponendid ja struktuur .....	36
3. BIOMETAANI KASUTAMINE JA KÜTUSETURG .....	39
3.1 Biometaani kasutamise turutõkked.....	39
3.2 Turutõkked ja nende ületamise meetmed Eestis .....	43
3.3 Eesti tanklavõrk ja institutsionaalsed kütusetarbijad.....	48
3.4 Kütuseturg ja biometaaniga asendamise stsenaariumid .....	52
3.5 Stsenaariumite majandusmõjud.....	54
KOKKUVÕTE .....	59
KASUTATUD KIRJANDUS .....	62
LISAD .....	66
LISA 1. Sõidukite arvu ja tanklate arvu analüüsi allikad .....	67
LISA 2. Biometaani ressursi paiknemine maagaasivõrgu suhtes.....	68
LISA 3. Kasutamata põllumajandusmaa paiknemine.....	69
LISA 4. Gaasiliste transpordikütuste ümarlaua lühikokkuvõte.....	70
LISA 5. Tehnoloogia rakendamise teekaardi (projekt) meetmed.....	72

## EESSÕNA

Käesolevas töös analüüsitakse Eesti biometaanide ressursside kasutuselevõtu tehnilisi ja majanduslikke võimalusi. Töö teema pakkus välja Eesti Arengufond ning tegemist on esimese rakendusliku uuringuga Eesti pikaajalise energiamajanduse arengukava ENMAK 2030+ koosseisus. Töö sisaldab endas erinevaid biometaanide kasutuselevõtu alaseid spetsiifilisi analüüse, mis katavad laia valdkondade spektrit (maakasutus, ressursside hindamine, tootmise ökonomika jms) ning selles on kasutatud mitmete biometaanide kasutuselevõtuga seotud Eesti Maailikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli alusuuringute tulemusi. Käesolev analüüs on aluseks Eesti Arengufondi poolt koostamisel olevale publikatsioonile “Biometaanide tootmine ja kasutamine transpordikütusena – väärtusahel ja rakendusettepanekud.”

Biometaanide tootmine ja kasutuselevõtmine transpordikütusena on aktuaalsed teemad, millele on Eestis viimasel ajal pööratud märkimisväärset tähelepanu, sest kasutades taastuvat ning kohalikku toorainet on võimalik suurendada energiapuudust, edendada majandust, parandada tööviljakust, tõsta maakasutuse efektiivsust ning aidata täita Euroopa Komisjoni poolt Eestile püstitatud nõuet võtta kasutusele riigis 10% ulatuses tarbitavatest mootorikütustest taastuvatest energiaallikatest muundatavaid kütuseid.

Villem Vohu

[villem.vohu@gmail.com](mailto:villem.vohu@gmail.com)

GSM +372 5078607

TTÜ soojustehnika instituut, soojustehnika õppetool (MSE)

## MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE

2015. aasta kevadsemester

Üliõpilane: Villem Vohu

Õppekava: Hajaenergeetika

Juhendaja: Ülo Kask

Konsultant: Peep Pitk

### MAGISTRITÖÖ TEEMA:

**Eesti biometaani ressursside kasutuselevõtu analüüs**

**Analysis of the biomethane resources deployment of Estonia**

**Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:**

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Biometaani ressursside paiknemine ja logistika analüüs	01.03.2015
2.	Biometaani tootmise mastaabiefekti ja logistikakulude võrdlus	15.03.2015
3.	Biometaani väärtusahela analüüs	01.04.2015
4.	Biometaani kasutuselevõtu turutõkete analüüs	15.04.2015
5.	Biometaani kasutuselevõtu toetusmeetmete ja majandusmõjude analüüs	01.05.2015

### Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid:

Analüüsis kirjeldatakse biometaani kasutuselevõtu probleemistikku, mis hõlmab kogu väärtusahela ulatust (ressursid, tootmisökonomika, logistika ja kasutamise majandusmõjud). Pakutakse välja optimaalne, kogu väärtusahelat hõlmav, rakendusmudel.

**Töö keel:** eesti keel

Kaitsmistaotlus esitada hiljemalt 18.05.2015

Töö esitamise tähtaeg 27.05.2015

Üliõpilane Villem Vohu /allkiri/ ..... kuupäev 01.02.2015

Juhendaja Ülo Kask /allkiri/ ..... kuupäev 01.02.2015

## SISSEJUHATUS

Biometaan ehk puhastatud biogaas on taastuvatest energiaallikatest üks perspektiivsemaid kütuseliike asendamaks transpordisektoris fossiilsete kütuste tarbimist. Eesti biometaan ressursidest (valdavalt rohtne biomass) piisaks teoreetiliselt kuni veerandi Eesti transpordisektori senise kütusevajaduse asendamiseks.

Täna Eestis biometaan transpordikütuseks ei toodeta, kuid teema on aktuaalne – eksisteerivad erinevas arendamise staadiumis äriprojektid. Samas ei ole biometaan tootmine mõeldav ilma toetusteta, kuna biometaan tootmine on konkureerivast tootest – maagaasist oluliselt kallim. Toetuste planeerimise vaates ei tohiks olla keskseks vajaduseks mitte hinnatasemete ühtlustamine või tootmise tasuvaks muutmine iseenesest, vaid vajadus elavdada majandust ja kasvatada ühiskonna jõukust. Käesolev töö on keskendunud küsimusele kuidas selliseid eesmärke saavutada.

Töö esimeses osas kirjeldatakse läbi maakasutuse geoinfo analüüside Eesti biometaan ressursse ja nende paiknemist. Ressursside analüüsi lähtealused tuginevad valdavalt Eesti Maaülikooli teadlaste ekspertiisidel biomassi tekke ja kasutuse osas ning antud ressurside paiknemist on võrreldud maagaasi trassidega. Antud analüüsi osa annab olulise sisendi hindamiseks ressursse nii tervikuna kui ka ressursi struktuuri ja logistikakulusid ressurside koondamiseks piisavas ulatuses.

Analüüsi teises osas vaadeldakse biometaan tootmisökonoomikat, mis tugineb Tallinna Tehnikaülikooli keemiainstituudi vanemteaduri Peep Pitki konsultatsioonidel, Eesti Maaülikooli teadlaste hinnangutel biometaan sisendite (silo) tootmishindadel ning AS Eesti Gaas ja logistikaekspertide andmesisenditel. Kirjeldatud sisendite alusel kirjeldatakse biometaan väärtusahelat, selle komponente ja struktuuri, mis on hädavajalikud selleks, et hinnata biometaan kasutuselevõtu majandusmõjusid laiemalt.

Töö kolmandas osas vaadeldakse biometaan kasutuselevõtu temaatikat ühiskonna seisukohalt tervikuna – kirjeldatakse võimalikke turutõkkeid ja nende ületamise viise ja meetmeid. Analüüsitakse Eesti tanklavõrgu sobivust metaankütuste kasutuse vaates ja institutsionaalseid kütusetarbijaid. Modelleeritakse biometaan kasutuse erinevaid stsenaariume ja analüüsitakse nende majandusmõjusid.

Töö eesmärgiks on leida ja kirjeldada, milline võiks olla efektiivseim biometaan transpordikütusena kasutamise viis, arvestades tervikuna kogu väärtusahelat, ja seeläbi anda huvitatud osapooltele edasi biometaan tootmise ja kasutuselevõtmise visioon.



# 1. BIOMETAANI RESSURSID JA KASUTUS

## 1.1 Biometaan ja CNG – kasutus transpordikütusena

Biogaas on bioloogilise materjali anaeroobse kääritamise teel saadud gaasiline kütus, mis koosneb 45–70 % metaanist ( $\text{CH}_4$ ), 30–40 % süsinikdioksiidist ( $\text{CO}_2$ ) ja teistest komponentidest nagu  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . Biogaas tekib looduses hapnikuvabas keskkonnas ning samade tingimuste loomisel tehiskult biogaasi kääritis (temperatuur vähemalt  $37\text{ }^\circ\text{C}$ , keskkond on anaeroobne ja olemas on piisav kogus biomassi), siis saab nimetatud gaasi tehiskult toota [1].

Biogaasi sisendina kasutatavat biomassi saab jagada põllumaal kasvavaks biomassiks (hein, teraviljad, õlikultuurid) ja tootmises tekkivaks biomassiks (sõnnik, reoveemuda ning orgaaniliselt lagunevad jäätmed). Lisaks on biogaasi võimalik saada ka iseenesliku anaeroobse käärimise käigus prügilatest (prügilagaas). On oluline eristada bioloogilise materjali kääritamise protsessi puidu gaasistamisest, sest puidupõhine biomass ei kääri ja seega puidust anaeroobse lagundamise teel biogaasi ei saa. Puidupõhist biomassi saab gaasistada ja gaasistamise üheks saaduseks võib olla metaan (sünteesiline biogaas). Biogaasi kütteväärtus jääb enamasti vahemikku  $5\text{--}7\text{ kWh/Nm}^3$  [1].

Biometaan on tehniliselt puhastatud biogaas, mille omadused vastavad loodusliku maagaasi kvaliteedile (metaani sisaldus  $98\% \pm 1\%$ ). Biogaasi puhastamisel biometaaniks saab kasutada mitmesuguseid meetodeid (keemiline absorbeerimine, veega pesemine, surve all adsorbeerimine, membraaneraldus, krüotehnoloogia). Puhastusmeetodite eesmärk on tõsta metaani sisaldust ja vähendada süsinikdioksiidi ja teiste ainete osa biogaasis. Süsinikdioksiidi ja teiste ainete eemaldamine biogaasi puhastamine käigus tõstab biogaasi kütteväärtust ja vähendab ühtlasi korrosiooni teket süsteemides, mida põhjustab happeliste ühendite esinemine puhastamata biogaasis [1].

Biometaan on kasutatav kõikjal, kus kasutatakse maagaasi. See on kasutatav surugaasiautodes ilma piiranguteta nii puhtal kujul kui segus maagaasiga. Biometaani mootorikütusena kasutavad automootorid on tehniliselt täpselt samad, mis surumaagaasil töötavad automootorid. Vingugaasi heide on surugaasi ja biometaani sõidukite heitgaasides 75 % väiksem võrreldes bensiiniautoga ja kuni 50 % vähem, võrreldes diiselautodega. Tahked osised surugaasi kasutavate autode heitgaasides praktiliselt puuduvad (alla 0,4 %) [1].

Biometaani kasutus transpordikütusena on identne surumaagaasi kasutusele kuna biometaan on puhastatud ja rikastatud biogaas, mille kvaliteet vastab loodusliku maagaasi kvaliteedile. Biometaan on loodusliku maagaasiga segatav, ei halvenda selle kvaliteeti, transportimist ega kasutamist [2].

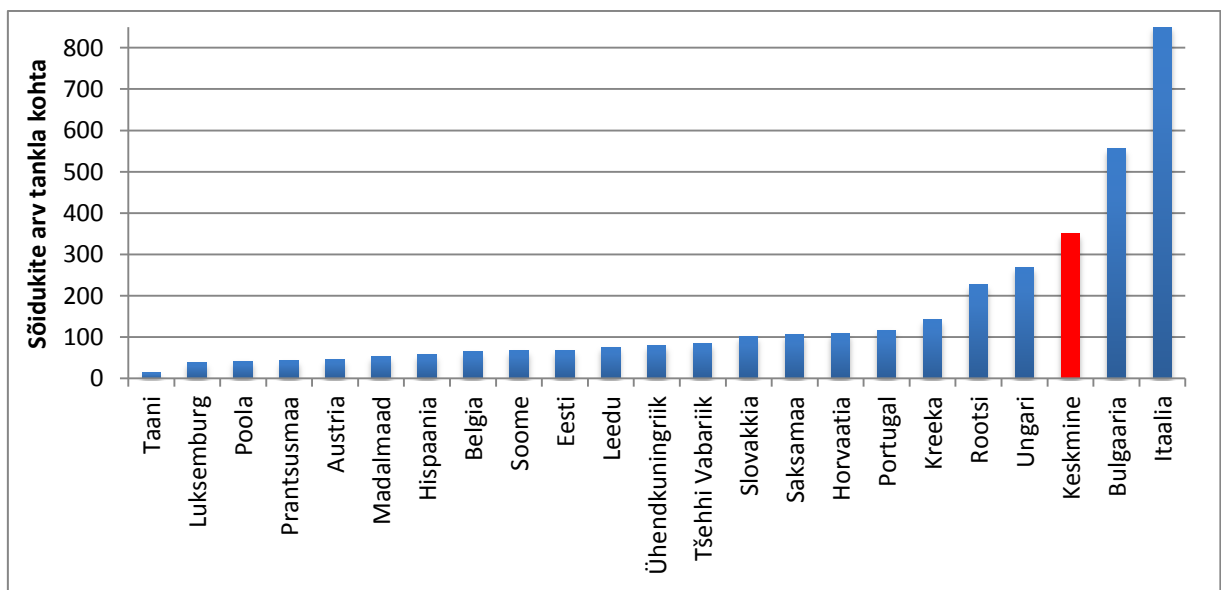
Biometaani on võimalik kasutada mootorikütusena nn gaasiautodes või tavaautodes, millele on lisatud täiendavalt gaasiseadmestik ja kütusemahuti. Biometaani laialdane kasutamine mootorikütusena on veel uurimis- ja arengustaadiumis, kuid mitmetes riikides ka juba kasutusel. Biometaani kasutuselevõtu eelduseks on biogaasi puhastamine (eemaldada nt väävelvesinik –  $H_2S$ ,  $CO_2$  jm kahjulikud komponendid) ning saavutada maksimaalselt suur metaani sisaldus (95–98 %). Biogaasi puhastamine ja vääristamine biometaaniks ning selle sisestamine maagaasivõrku suurendaks biogaasi turupotentsiaali oluliselt, sest tänu sellele tekiks biogaasi (biometaanina) kasutamise võimalus sisuliselt kõigil gaasivõrku ühendatud tarbijatel. Maagaasivõrku antava gaasi kohta kehtestatud Austria, Hollandi, Prantsusmaa, Rootsi, Saksamaa ja Šveitsi riiklike standardite võrdlus näitab, et põhiliste parameetrite (süsinikdioksiidi, vesiniksulfiidi ja veesisalduse), Wobbe'i arvu (kütteväärtuse) piirväärtuste osas on nõudmised üsna sarnased. Võrku andmisel tuleb biometaan ka odoreerida, vajadusel lisatakse propaani [3].

Seega on biometaani transpordikütusena kasutuselevõtu esimese etapina vajalik analüüsida surumaagaasi (*CNG – compressed natural gas*) turu mahtu ja toimimise põhimõtteid. Nii maagaas kui biometaan on metaankütused, mis koosnevad kuni 98 % ulatuses metaanist ( $CH_4$ ) ning metaan on üks puhtamaid looduslikke kütuseid. Metaani täielikul põlemisel tekib süsihappegaas ja vesi. Kõige suuremad metaani varud Maal esinevad maagaasi näol ning nende varude suurusest hinnatakse jätkuvat veel 60 aastaks. Surugaas on transpordivahendite gaasimahutitesse tangitav maagaas, mis on täiendavalt puhastatud, kuivatatud ja komprimeeritud. Maagaas lendub ja hajub atmosfääris kiiresti, mis on oluline ohutuse seisukohalt. Maagaasi omadused [2]:

- kõrge oktaanarv – ligi 130 ROZ;
- kõrge kütteväärtus – 34 MJ/m<sup>3</sup>;
- kõrge süttimistemperatuur – 600 °C;
- ei ole agressiivne ega mürgine;
- õhust kergem – suhteline tihedus 0,56.

Surugaasi kasutatakse Euroopas ligikaudu 1,85 mln sõidukis (sh 1,1 mln sõidukit neist asuvad EL28-s). Surugaasiga sõidavad autod peamiselt Itaalias, Saksamaal, Rootsis, Austrias ja Soomes aga ka Šveitsis ja Ukrainas. Biometaanii mootorikütusena kasutamise võimaluse võib kombineerida võrku andmisega või kasutada maagaasivõrgust sõltumatut tarnimist. Biometaanii tarbitakse sellisel juhul sõidukites, mis saavad kütusena kasutada kas veeldatud (LNG) või surve alla viidud (CNG) maagaasi. Vastavalt kasutatakse siis lühenditena kas surubiometaanii (CBM, ka CBG) või veeldatud biometaanii (LBM) [3].

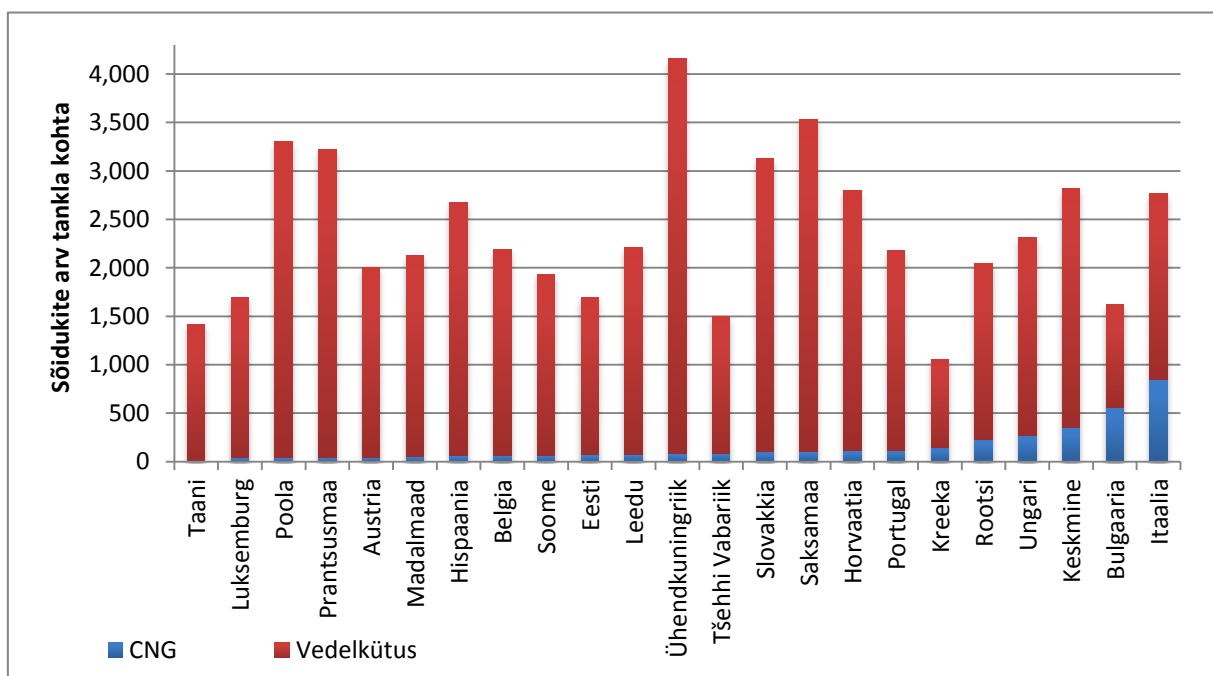
Euroopa maa- ja biogaasi kasutavate sõidukite assotsiatsiooni (NGVA Europe) andmetel on Euroopas kokku ca 4500 CNG tanklat, millest 80 % on avalikus kasutuses. Neile lisandub ca 2600 kodukasutuses olevat kompressoriseadet (neist 1500 seadet on ühes riigis – Ungaris), millega on võimalik tankida sõidukeid maagaasivõrgust. Vaadeldes kitsalt Euroopa Liidu liikmesriikide vastavat statistikat on tanklate arv kokku 23 EL liikmesriigis (vaatluse all on vaid need riigid kus CNG'd kasutavate sõidukite arv ületab saja sõiduki piiri) 3271 CNG tanklat [4]. Analüüsis NGVA 2014. aasta tanklate ja sõidukite statistikat paistab silma CNG tanklate kasutamise suhteline ebatõhusus. Välistades analüüsist need Euroopa Liidu liikmesriigid kus kasutatakse alla saja metaangaasi kasutava sõiduki on keskmine gaasisõidukite arv (kõik maanteetranspordi erinevad vahendid – sõidua autod, veokid, bussid) ühe tankla kohta ca 350 sõidukit. Joonis 1.1 kirjeldab kuidas vastav keskmine jaotub kogu vaatlusaluste riikide kogumis [3].



**Joonis 1.1. CNG sõidukeid tankla kohta Euroopa Liidu riikides (üle 100 sõidukiga riigid)**

Sisuliselt moodustavad kahe riigi (Bulgaaria ja Itaalia) CNG'd kasutavad sõidukid kokku 82 % kogu Euroopa Liidu vastavast autopargist ning 35 % Euroopa Liidu CNG tanklatest asub neis kahes riigis. Itaalia ja Bulgaaria suhteliselt kõrge CNG'd kasutavate sõidukite arv tankla kohta (vastavalt 850 ja 550 sõidukit tankla kohta) põhjustab ka kõrgema kaalutud keskmise Euroopa Liidu liikmesriikide vaates (EL 23 keskmine 350 sõidukit). Ungari suhteliselt kõrge asukoha nimetatud skaalal põhjustab asjaolu, et avalikus kasutuses olevaid tanklaid on vähe (19 tanklat ca 5000 sõiduki kohta) aga neile lisandub ca 1500 kodumajapidamiste kompressorseadet ja seega on tanklavõrgu efektiivsuse vaates Ungari asukoht nimetatud skaalal kunstlikult kõrgel.

Enam kui pooltes Euroopa Liidu riikides teenindavad CNG tanklad vähem kui sadat sõidukit tankla kohta (13 riiki vaatlusalusest 23 riigist) ja seeläbi võib CNG jaotuskulude tase kliendi kohta olla viis kuni kaheksa korda kõrgem võrreldes Bulgaaria ja Itaalia näitega (100 sõidukit versus 550–850 sõidukit). Samas ei ole CNG sõidukite arv tankla kohta peamine kriteerium tanklavõrgu efektiivsuse hindamiseks, vaid vaadelda tuleb ka tanklavõrku tervikuna (kõikide sõidukite arv võrrelduna kõikide tanklate arvu). Joonisel (Joonis 1.2) on esitatud nii vedelkütuste kui CNG sõidukite arvud vastavate tanklate kohta eelnevas analüüsis osalenud riikide lõikes.



**Joonis 1.2. CNG ja vedelkütuste sõidukite arv vastavate tanklate kohta <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Joonise koostamiseks kasutatud allikate loetelu on detailsemalt kirjeldatud töö lisas (Lisa 1).

Nagu jooniselt (Joonis 1.2) nähtub, on enamiku analüüsitava riikide puhul ühe vedelkütuse tankla kohta keskmiselt 1500 kuni 3000 sõidukit (16 riiki analüüsitavast 23-st). Sõidukite arv tankla kohta antud riikide grupi kaalutud keskmisena on ca 2500 sõidukit. Sõidukite arv tankla kohta sõltub reast erinevatest teguritest nagu kütusetarbimisest, rahvastiku tihedusest, teedevõrgust, jne. Samas iseloomustab kirjeldatud graafik CNG tanklavõrgu kvaliteeti, sest CNG tanklate arvu saab võrrelda antud riigi tanklataristu üldise kättesaadavusega:

- Bulgaaria CNG tanklataristu ühe tankla kohta on 557 sõidukit võrreldes vedelkütuste tanklataristu 1064 sõidukiga tankla kohta ehk CNG ja vedelkütuste tanklate kasutusintensiivsuste vahe on  $1064/557 = 1,9$ .
- Itaalia CNG tanklataristu ühe tankla kohta on 851 sõidukit võrreldes vedelkütuste tanklataristu 1911 sõidukiga tankla kohta ehk CNG ja vedelkütuste tanklate kasutusintensiivsuste vahe on  $1911/851 = 2,2$ .

Seega on kirjeldatud kahe riigi CNG tanklataristute võrdluses Bulgaaria CNG tanklate suhteline kättesaadavus  $2,2/1,9 = 1,18$  ehk ligikaudu viiendiku võrra kõrgem Itaalia vastavast näitajast.

Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA) hinnangul kasutatakse CNG'd transpordikütusena aastas (2014 andmetel) kokku 3,29 miljardi Nm<sup>3</sup> (vt Tabel 1.1) ehk 31,6 TWh (võrdluseks: Eesti 2010. a transpordisektori energiatarve oli 8,7 TWh) [5].

**Tabel 1.1. Euroopa Liidu ja EFTA\* riikide CNG tarbimine transpordikütusena 2014. a.**

Liiklus- vahend	CNG tarbimine	Energia kogus	Kütusetarbimise proportsioon	Sõidukite arv	Sõidukite arvu proportsioon
	mld Nm <sup>3</sup>	TWh	%	tk	%
<b>Kokku</b>	<b>3,29</b>	<b>31,59</b>	<b>100</b>	<b>1 162 935</b>	<b>100</b>
Sh					
Sõidua autod	2,46	23,61	75	1 138 584	97,9
Bussid	0,49	4,67	15	13 522	1,2
Veokid	0,34	3,29	10	9 516	0,8
Muu	0,00	0,01	0	1 313	0,1

\* EFTA – Euroopa Vabakaubandus Assotsiatsiooni liikmesriigid (Norra, Island, Šveits, Liechtenstein)  
Allikas: Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA). Statistika 2014 [4]

CNG kasutuse proportsioonide puhul on vajalik tähelepanu pöörata asjaolule, et 75 % kütusetarbimise mahust tuleb sõiduautode kasutusest (kogu masinapargist moodustavad sõiduautod ca 98 %) ehk oluline osa CNG kasutuse turumahust põhineb pigem lõppkasutajate (kodumajapidamiste) tarbimisotsustel. Euroopa CNG sõidukitepargist moodustab Itaalia kokku 76 % ehk väga suures osas kirjeldavad agregeeritud andmed ühte riiki ning ülejäänute roll CNG turu kujunemises on marginaalne. Samas ei ole biometaani transpordikütusena kasutamise vaates Itaalia roll märkimisväärne.

**Tabel 1.2. Biometaani kasutuse osakaal CNG tarbimises transpordikütusena**

Riik	Sõidukite arv	CNG tarbimismaht	Bioetaani kasutuse proportsioon	Biometaani kasutus *	Bioetaani kasutuse proportsioon
	tk	mln Nm <sup>3</sup> aastas	% CNG'st	mln Nm <sup>3</sup> aastas	%
Madalmaad	7 573	<b>21,4</b>	65,0	13,9	8,7
Rootsi	46 715	<b>132,2</b>	61,3	81,0	50,5
Soome	1 689	<b>4,8</b>	35,0	1,7	1,0
Saksamaa	98 172	<b>277,7</b>	22,0	61,1	38,1
Prantsusmaa	13 550	<b>38,3</b>	3,0	1,2	0,7
Ungari	5 118	<b>14,5</b>	3,0	0,4	0,3
Itaalia	885 300	<b>2504,7</b>	0,05	1,3	0,8
<b>KOKKU</b>	<b>1 058 117</b>	<b>2993,6</b>	<b>5,36</b>	<b>160,6</b>	<b>100,0</b>

Allikas: Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA) [4] statistika 2014. a (autori arvutused)

Tabelis (Tabel 1.2) esitatud andmete alusel on suurimad biometaani transpordikütusena kasutajad Rootsi ja Saksamaa. Itaalia transpordisektoris kasutatavast gaaskütusest on vaid 0,05 % biometaan, mis absoluutkoguses moodustab 1,3 miljonit Nm<sup>3</sup> (sama suurusjärg Soome ja Prantsusmaa biometaani tarbimisele). Tabelis (Tabel 1.2) esitatud biometaani koguste osas tuleb arvestada, et need on arvutatud kaudsel meetodil – kasutatud on Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA) [4] statistikat 2014. a kohta ning samalt allikalt pärinevat infot biometaani osakaalu kohta (absoluutkogus on CNG tarbimise ja osakaalu korrutis). Arvestades kaudset meetodit on saadud tulemus indikatiivne ja ei pruugi kajastada täpselt biometaani kasutust transpordisektoris.

## 1.2 Biometaani ressursside ja tootmise varasemad uuringud

Käesoleva töö koostamise hetkel (2015 kevad) Eestis biometaani ei toodetud aga töösse on rakendatud rida biogaasijaamu kus biogaasi kasutatakse soojuse ja elektri koostootmiseks. 2010. a seisuga toodeti Eestis 13,13 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi, sellest enamus pärines prügilatest (9,3 mln Nm<sup>3</sup>), reoveesetest toodeti ligi 3 mln Nm<sup>3</sup> ja alla ühe miljoni Nm<sup>3</sup> toodeti sealäga. 2012. aasta lõpust on alustatud biogaasi tootmisega Aravete Biogaas OÜs, maksimaalse võimsusega ca 6 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi aastas ja veel kolmes põllumajanduslikus biogaasijaamas (Oisu, Vinni ja Ilmatsalu) ning on valminud kaks reoveemuda kasutatavat biogaasijaama (Kuressaare ja Tartu) [6]. Eesti tehnilis-majanduslikult kasutatavaks biometaani ressursiks on hinnatud A. Oja poolt 380 miljonit Nm<sup>3</sup>, millest 80 % on põllumajanduslikult kasvatatav biomass ning antud käsitluse alusel on põllumajanduslike jääkide osakaal ca 12 % kogu biometaani ressursist [2].

**Tabel 1.3. Eesti biometaani potentsiaal toorme liikide lõikes**

Toorme liik	Potentsiaal mln Nm <sup>3</sup>	Osakaal, %
<b>Põllumajanduslik kasvatatav biomass</b>	<b>305</b>	<b>80,3</b>
Biomass kasutamata maadelt	223	58,7
Energiakultuurid (5 % põllumajandusmaast)	68	17,9
Biomass poollooduslikelt kooslustelt	14	3,7
<b>Põllumajandustootmise jäägid</b>	<b>44</b>	<b>11,6</b>
Veiseläga	38	10,0
Sealäga	4	1,1
Muud põllumajanduslikud jäägid	2	0,5
<b>Tööstuslike protsesside jäätmed</b>	<b>17</b>	<b>4,5</b>
Biologunevad jäätmed toiduainetetööstusest	9	2,4
Jäätmed tööstusest	8	2,1
<b>Prügilagaas</b>	<b>9</b>	<b>2,4</b>
<b>Olmejäätmad</b>	<b>5</b>	<b>1,3</b>
Reoveesetted	3	0,8
Biojäätmad	2	0,5
<b>Kokku</b>	<b>380</b>	<b>100,0</b>

Koostatud A. Oja. "Biometaani kasutamise avalikud hüved", Eesti Arengufond. Tallinn, 2013, andmete alusel [6]. Autori arvutused

Tabelis (Tabel 1.3) esitatud biometaani potentsiaal toorme liikide lõikes annab

põllumajandusliku päritoluga ressursside summaks ca 92 % koguressursist (349 mln Nm<sup>3</sup>), millest absoluutne enamus tuleneks rohtse biomassi kasutamisest ning sellest 223 mln Nm<sup>3</sup> kasutamata rohumaa kasutuselevõttust (58,7 % koguressursist).

Arvestades kirjeldatud ressursside jaotust, on biometaaniga jaamade planeerimisel oluline tuvastada need piirkonnad, kus on võimalik võtta kasutusele kas kasutamata põllumajandusmaad või leida olemasoleva põllumajandustegevusega hõlmatud maade hulgast alakasutuses põllumajanduslik maaressurs.

### 1.3 Kasutamata põllumajandusmaa ressurss ja struktuur <sup>2</sup>

Kasutamata põllumajandusmaa ressursi, struktuuri ja paiknemise analüüsi on võimalik läbi viia kolme andmekogumi omavahelisel võrdlemisel: Maa-ameti katastriinfo, Eesti topograafiline andmekogu (ETAK) ja Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti põllumajandusmaade andmekogu. Töö autori poolt 2013. aastal Eesti Arengufondi tellimisel koostatud analüüsis, mis põhines nimetatud andmekogumite võrdlusel, saadi Eesti põllumajandusmaa ressursiks 1,140 tuh kuni 1,240 tuh hektarit sõltuvalt põllumajanduslikust kasutusest väljas olevate maaüksuste kõlvikulise koosseisu muutumise prognoosist. Analüüsis lähtuti ressursi hinnangust 1,207 tuh hektarit ning sellele vastava kasutamata põllumajandusmaa ressursist 299 tuh hektarit.

**Tabel 1.4. Senise maakasutuse struktuuri suhe kasutamata maaressurssi**

Maa suurus	Kasutamata põllumajandusmaa		Kasutuses põllumajandusmaa		Kasutusele võetav maa (eeldus- maakasutuse struktuur ei muutu)
	A1	A2	B1	B2	A1*B2
	Ha	%	Ha	%	Ha
Kuni 1 ha	41 269	14	6 533	1	296
1-3 ha	91 012	30	55 892	6	5 589
3-5 ha	54 233	18	80 689	9	4 808
Üle 5 ha	112 394	38	767 012	84	94 720
<b>KOKKU</b>	<b>298 908</b>	<b>100</b>	<b>910 126</b>	<b>100</b>	<b>105 414</b>

Allikas: autori arvutused PRIA ja Maa-ameti lähteandmete alusel

<sup>2</sup> Käesolevas peatükis esitavad autori poolsed seisukohad refereerivad autori poolt koostatud analüüsi “Kasutusest väljas oleva põllumajandusmaa ressurss, struktuur ja paiknemine”, Eesti Arengufond, Tallinn 2013 [7].



Tabelis (Tabel 1.4) on välja toodud kasutamata põllumajandusmaa suurusgruppide struktuur, millest nähtub, et kasutamata põllumajandusmaa koosneb valdavalt väikese pindalaga maaüksustest. Analüüsid kasutamata põllumajandusmaa pindalade struktuuri selgus, et kasutamata maade aritmeetiline keskmine on 1,43 ha katastriüksuse kohta ja mediaankeskmine 0,59 ha.

Suur osa kasutamata põllumajandusmaa ressursist esineb väikeste maaüksustena, mille kasutuselevõtt on tehniliselt keerukas ja majanduslikult ebaotstarbekas. Kui lähtuda eeldusest, et kasutamata põllumajandusmaade puhul toimub maade kasutusse võtmine järgides sama struktuuri nagu olemasoleva maakasutuse korral (vt Tabel 1.4), oleks tõenäoline kasutusse võetava pinna suurus 105 tuh hektarit. Antud pindala moodustab 2,3 % Eesti vabariigi pindalast ning on hajutatud kogu territooriumile (Eesti kasutamata põllumajandusmaa ressursi kaart on esitatud Lisas 3). Arvestades logistikakulusid on kasutamata põllumajandusmaa rakendamine sellise hajutatuse korral biometaanitootmiseks kaheldav. Antud maaressurssi saaks käsitleda kui puhvrit põllumajandustootmisele tervikuna (maa nõudluse kasvades võetakse need maad uuesti kasutusse), kuid tõenäoliselt on võimatu toota biometaanit ainult antud maaressursile toetuvalt.

#### **1.4 Eesti rohtse biomassi toodang ja rohusöötade vajadus**

Arvestades asjaolu, et kasutamata põllumajandusmaa on tugevalt hajutatud ja seeläbi raskelt kasutatav ühe tootmisülesande kontekstis, on oluline lisaks kasutamata maade ressursile analüüsida ka kasutuses olevate maade kasutusefektiivsust ja tuvastada need piirkonnad, kus põllumajandusmaade kasutus toidu tootmiseks on ebaefektiivne. Maakasutust on Eesti tingimustes võimalik tinglikult jagada kolme gruppi:

- teraviljakasvatuseks kasutatav maa (sh ka õli- ja kiukultuurid);
- rohumaad (sh ka rohusöötade kultuurid, mais ja teravilja allakülvid);
- muud kultuurid (köögiviljakultuurid, püsilikultuurid jms).

Teraviljakultuuride ja muude kultuuride puhul on tegemist maakasutuse viisiga, mille puhul saagi saamiseks tuleb teha märkimisväärseid investeeringuid (mullaharimine, seemned, väetised jms. sisendid). Seetõttu on antud maakasutuse tüübi puhul kõrge saagikuse saavutamine efektiivsuse seisukohalt oluline ning ettevõtja huvi on suunatud intensiivsele maakasutusele. Looduslikel rohumaaadel ja pikaajalistel kultuurrohumaaadel (*püsirohumaa*) on investeeringud rohtse biomassi tootmiseks kas madalad (looduslik rohumaa) või

investeeringud on tehtud kaugel minevikus (püsirohumaad). Seega puudub ettevõtjal otsene vajadus nimetatud maid intensiivselt majandada ning seeläbi võib eeldada, et rohumaade puhul esineb maaressursi alakasutust enam kui teravilja- või muude kultuuride kasvatamisel.

Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ameti andmetel oli selliseid maid, kus 2012. aastal kasvatati loomasöödaks kasutatavat rohtset biomassi, ca 560 tuh ha, millest 100 tuh ha on mahepõllumajanduslikud alad. PRIA andmebaas kirjeldab kokku 34 sellist kultuuri, mille puhul on tegemist rohusööda tootmisega, sealhulgas nii spetsiifilised rohusöötade kultuurid, looduslikud ja poollooduslikud rohumaad kui ka rohumaataimede allakülvidega teraviljamaad [8].

Eelpoolkirjeldatud PRIA andmestiku alusel on Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi teadlased hinnanud rohtse biomassi kuivaine saaki. Analüüsis hinnati erinevate kultuuride saagikust tootmise ja põldkatsete tulemuste alusel. Uuringu tulemusena jõuti järeldusele, et Eesti rohusöötade aastane toodang kokku on ca 2,2 miljonit tonni kuivaine (KA) kaalus. Potentsiaalne saagikus võib olla antud pakutud tasemest 10–15 (20) % kõrgem, mis käib eeskätt põllukultuuride kohta tavaviljeluses ja on saavutatav põhiliselt parema väetamise ning suurema saagivõimega. Kirjeldatud kogusaagi tulemus on arvatud 536 tuh ha baasilt, mis moodustab ca 59 % kogu põllumajanduslikust maakasutusest Eestis (910 tuh ha) [8].

Analüüsimaks rohusöötade kasutust on võimalik kasutada alusandmeteks PRIA loomakasvatuse registri lähteandmeid. Tabelis (Tabel 1.5) on esitatud vastavad andmed ning hinnangud antud loomagruppide aastasele rohusöötade vajadusele.

**Tabel 1.5. Eesti rohusööjate kariloomade arv ja rohusööda kuivaine vajadus**

Liik ja vanusegrupp	Peade arv	Keskmine loomühikute arv pea kohta	Rohusööda KA tarbimine loomühiku kohta	Loomühikute arv	Rohusööda kuivaine tarbimine kokku
	Tk	LÜ / pea	t KA / LÜ aastas	LÜ	t KA aasta
Veised kuni 6 kuud	32 696	0,2	2,7	6 539	17 639
Veised 6-24 kuud	8 478	0,6	4,8	50 687	244 206
Veised üle 24 kuu	130 721	1,0	3,3	130 721	432 655
Lambad/ kitsed	82 141	0,2	3,3	12 075	39 667
<b>KOKKU</b>	<b>330 036</b>			<b>200 022</b>	<b>734 168</b>

Allikas: EMÜ, A. Kaasik [9]

Tuginedes PRIA loomade registri andmetele saab väita, et Eesti rohusööjate loomade

ligikaudne rohusööda tarbimine on kokku ca 750 tuh tonni kuivainet aastas. Tegemist on otsese sööda tarbimisega, arvestades juurde ka võimalikud kaod on tõenäoline rohusööda tarbimine kokku maksimaalselt 800 tuh tonni kuivainet aastas. Arvestades hinnangut Eesti rohumaade saagile (2,2 miljonit tonni rohtse biomassi kuivainet aastas), jääb ligikaudu 64 % rohtsest biomassist (kokku 1,4 miljonit tonni kuivainet) loomasöödana kasutamata ning see ressurss jääb seeläbi toiduks väärindamata. Kasutamata rohumass purustusniidetakse ning jäetakse lagunema rohumaadele. Osaliselt kogutakse tekkinud rohumass kokku, virnastatakse põldude servades ja jääb sinna lagunema, marginaalne osa kasutatakse loomakasvatuses allapanuna ning omaette rohumaade alakasutuse liigiks on põhjendamatult madalatel loomkoormustel rohumaade karjatamine [9].

Seega nähtub kasutuses olevate rohumaade ressursi analüüsist, et hinnanguliselt 300-350 tuh hektarit (kolmandik Eesti põllumajandusmaast) jääb väärtusloomest välja ning nende maade kasutamise peamised tulud tulevad ettevõtjatele tõenäoliselt põllumajandustoetustest [9]. Antud ressursi kasutamine biometaani tootmiseks oleks üks võimalus rohumaade ressursi paremaks ärakasutamiseks. Samas on biometaani tootmine üksnes rohtsest biomassist tehnilistel põhjustel keerukas ning seetõttu eelistatakse teiste lisandite kasutamist (läga, maisisilo). Mida efektiivsemalt me suudame kasutada rohusilo ja vähendada teiste lisandite osakaalu, seda paremini on võimalik parandada maakasutuse efektiivsust, vähendada logistikakulusid ja seda suurema osa biometaani teoreetilisest ressursist saame me kaasata väärtusloomesse. Seetõttu on oluline toetada rohusilost biogaasi tootmise alaseid rakendusüuringuid.

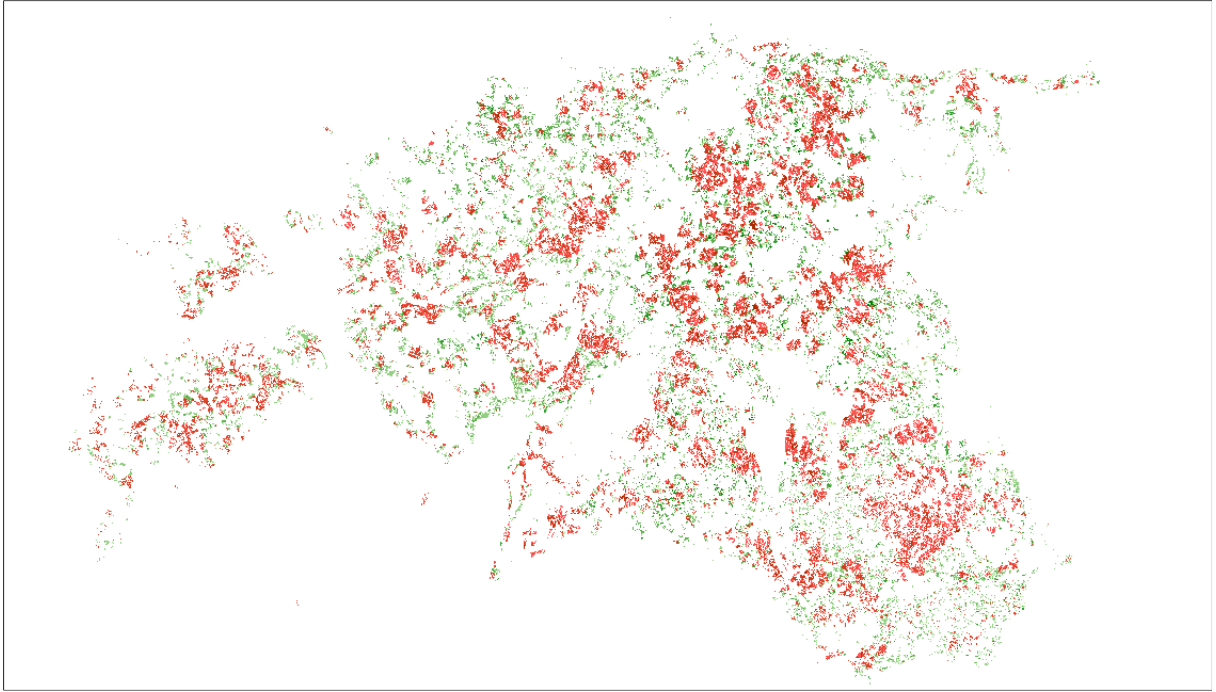
## 1.5 Biometaani ressursside paiknemine

Rohtsel biomassil põhineva biometaani jaama asukoha planeerimisel on kriitilise tähtsusega alakasutatud rohumaade paiknemise analüüs. Seega on edasises analüüsis vajalik määratleda alakasutatud rohumaade asukohad, analüüsida nende rohumaade produktsiooni ning rohtse biomassi logistikakulusid.

Alakasutatud rohumaade asukohtade analüüsil saab alusandmetena kasutada PRIA põllumassiivide andmestikku (põldude register) ja loomakasvatusehitiste registrit. Nimetatud kaks registrit määratlevad nii rohumaade paiknemise ja kasvatatava kultuuri kui ka loomakasvatusehitistes kasvatatavate loomade liigi ning vanusegrupi.

Lisaks on mõlemad registrid seotud ruumiandmetega (objektide asukoht on määratud) ning seeläbi saab nende vastastikust paiknemist analüüsida. Toetudes EMÜ teadlaste poolt antud

hinnangutele (hinnangud saagikusele ja rohusööda tarbele) [10-14] on võimalik koostada geoinformaatika mudel, mis lähtub järgnevatest eeldustest (vt Joonis 1.3): rohusööta toodetakse vaid niipalju, kui on vajalik järgneva vegetatsiooniperioodi sööda tekkeni; rohusööt toodetakse loomakasvatusehitisele lähimast kättesaadavast ressursist.



**Joonis 1.3. Eesti rohumaade kasutus (punane-kasutuses; roheline – alakasutatud)**

Nagu nähtub jooniselt (Joonis 1.3) on rohumaade kasutus ebahühtlane. Rohumaade kasutuse intensiivsus langeb kokku üldise põllumajandustootmise intensiivsusega (tootmise kontsentratsioon Tartu–Rakvere–Võhma kolmnurka). Rohumaade alakasutuse osas eristuvad piirkonnad:

- Tallinna ümbruse ca 40–50 km laiune tsoon
- Võrust itta-lõunasse jääv ala (Haanja- ja Setumaa)
- Pärnu lähiümbrus ja Pärnu–Lihula suund
- Otepää ümbrus ja Peipsi läänekallas.

Omaette rohumaade alakasutuse liigiks on põhjendamatult madalatel loomkoormustel rohumaade karjatamine. PRIA poolt aktsepteeritud minimaalne loomkoormus on 0,2 loomühikut hektarile ja see kehtib üle Eesti ilma erisusteta (sama norm nii Lääne-Eesti rannaniitudel kui Virumaal). Rohumaade ressursi parem ära kasutamine tõstaks oluliselt kogu põllumajandusliku tegevuse efektiivsust, sest täna jääb hinnanguliselt 300–350 tuhat hektarit (kolmandik Eesti põllumajandusmaast) väärtusloomest välja ning nende maade kasutamise

peamised tulud tulevad ettevõtjatele põllumajandustoetustest [9]. Koos tänasel päeval mitte kasutusel olevatelt maadelt saadava täiendava biometaaniga saaks rohtsest biomassist toota kokku 375 mln m<sup>3</sup> biometaanit aastas. Täiendavateks biogaasi allikateks on loomade sõnnik, tööstuslikud jäätmed, reovee muda ja prügilad. Kui liita kokku rohumaadelt saadav, kõigist muudest allikatest saadav ja tänasel päeval juba kasutatav biogaasi kogus, saame tulemuseks 798 mln Nm<sup>3</sup> aastas, mis biometaanina oleks kuni 450 mln Nm<sup>3</sup>/a [15]. Seega moodustab rohtsest biomassist saadav biometaan enam kui 80% Eesti biometaaniresursist.

Eelnevas punktis kirjeldatud geograafilisele infole on võimalik lisada lägast tuleneva biometaaniresurss (paiknemine vastavalt lautade asukohale ja loomade arvule) ning seejärel analüüsida kirjeldatud summaarse ressursi paiknemist maagaasivõrkude suhtes. Kirjeldatud viisil on koostatud biometaaniresursside paiknemist maagaasivõrgu suhtes iseloomustav kaart (vt Lisa 2). Kaardi koostamisel lähtuti kauguspiirangust 40 km rohtse biomassi kokkuveol ja 8 km läga kokkuveol. Kuna rohusilo ja läga biometaanisisaldused on ca viiekordse erinevusega on transpordiraadiuste erinevus võetud viiekordseks (40 ja 8 km) selleks, et biometaanit ühiku kohta oleks transpordikulud analüüsis võrdsed. Koostatud kaardi alusel on võimalik järeldada, et enamasti on gaasitrassi kirjeldatud ümbruses (40 ja 8 km raadius) ressursse kokku 20–30 miljoni Nm<sup>3</sup> ulatuses. Siinkohal on oluline märkida, et tegemist on teoreetilise ressursiga ning tegelik rakendatav (majanduslikult kasutuselevõetav) ressurss võib olla kogupotentsiaalset oluliselt väiksem. Biometaanijaama suuruse planeerimisel on oluline võtta eelduseks, et jaama esimese etapi arenduse suurus oleks suurusjärgu väiksem saadolevast ressursist (autori hinnangul 10–20 % koguressursist) vältimaks biometaanijaama käivitamisel lähtesubstraatide puudust.

Lähtudes gaasivõrgu põhiseisest jaama planeerimisest on biometaanijaama asukoha valiku kriteeriumiteks (lisaks biometaanijaama lähteresursside olemasolule):

- juurdepääs gaasivõrguga jaama ühendamiseks;
- hea teedevõrgu lähedus;
- piisava elektrivõimsuse olemasolu.

Asukohtade arv, kus kõik kirjeldatud tingimused oleksid täidetud, on piiratud ja seega tuleb vaadelda, millise piiraja ületamine eeldab suurimaid kulusid. Antud valikus on tõenäoline, et ühe ühiku (kilomeetri) tee ehitamine on kallim sama pikast elektri või gaasi liinist ning seetõttu on otstarbekas jaama asukohta otsida teevõrgu ja gaasivõrgu ristumispunktidest.

## 2. BIOMETAANI TOOTMISÖKONOOMIKA

### 2.1 Silo tootmiskulud

Eesti Arengufondi tellimusel koostati 2015. a jaanuaris Eesti Maaülikooli poolt silotootmisettevõtte mudelarvutus, milles analüüsiti silotootmise efektiivsust. Analüüsis lähtuti:

- silo kvaliteedi planeerimisel printsiibist, et toodetava silo kvaliteet on võrdne loomakasvatuseks toodetava söödaga ning asjaolu, et silo toodetakse biometaani tootmiseks ei vähenda nõudeid energiasisaldusele ja hügieenile;
- kasutatakse maksimaalse efektiivsusega masinkomplekti ressursi täielikult – rohusilo toodetakse kolme niitega (niite perioodid 15 päeva 40 päevase intervalliga), millele lisandub 15 päevane maisi koristuse periood;
- silohoidlate kaugus rohumaadest ei ületa 3 km (silotootmise logistikakulud on viidud minimaalseks), silo edasine vedu toimub maanteetranspordi vahenditega;
- maaportfelli planeerimisel on arvestatud, et 15 % kasutatavatest maadest on looduslikud rohumaad ja 85 % pindalast on haritavad maad ning ca. veerand haritavatest maadest on kasutusel maisi kasvatuseks;
- investeringu omakapitali tootluseks on planeeritud 20 % aastas [16].

Kirjeldatud põhieelduste alusel modelleeriti silotootmisele spetsialiseerunud ettevõtte ökonoomikanäitajaid ning antud tingimustele vastava ettevõtte silotootmise mahuks saadi ca 37,6 tuh tonni silo aastas, maakasutuse 2307 ha juures (keskmine saagikus 16,3 t/ha). Saagikuse keskmistena kasutati eeldustena looduslikel rohumaadel 12 t/ha, kultuurrohumaadel 19 t/ha ja maisi puhul 25 t/ha. Nimetatud kaalud on silo märgkaalus (kuivaine keskmine saagikus 5,2 t/ha) ja toodetud silokogusest (37,6 tuh tonni) on ligikaudu üks kolmandik (12,5 tuh tonni) maisisilo [16].

Tabelis (Tabel 2.1) on esitatud kirjeldatud mudelettevõtte silotootmise tulu ja kulukomponentide jaotus ning antud jaotusele vastavad ühikukulud nii toodetud silo tonni kui biometaani Nm<sup>3</sup> kohta. Ühikukulude puhul on tegemist kaalutud keskmiste ühikukulude ja – tuludega, mis kirjeldab looduslikelt rohumaade, kultuurrohumaade ja maisikasvatuse pindadelt toodetud silode keskmist.

**Tabel 2.1 Silotootmise mudelettevõtte tulu- ja kulukomponentide jaotus**

	<b>Kokku, €</b>	<b>Toodangu tonni kohta, €</b>	<b>Biometaani Nm<sup>3</sup> kohta, €</b>	<b>Osakaal, %</b>
<b>Silo müük</b>	<b>853 066</b>	<b>22,70</b>	<b>0,28</b>	<b>100,0</b>
Tööjõukulud	89 576	2,38	0,03	10,5
Maa rent	115 350	3,07	0,04	13,5
Väetised	211 147	5,62	0,07	24,8
Seemned	64 128	1,71	0,02	7,5
Taimekaitsevahendid	16 000	0,43	0,01	1,9
Kütusekulud	141 229	3,76	0,05	16,6
Remondi ja hoolduskulud	17 897	0,48	0,01	2,1
Muud üldhalduskulud	90 000	2,39	0,03	10,6
Toetused	-299 910	-7,98	-0,10	-35,2
<b>EBITDA</b>	<b>407 650</b>	<b>10,85</b>	<b>0,13</b>	<b>47,8</b>
Amortisatsioon	223 974	5,96	0,07	26,3
Intressikulud	38 647	1,03	0,01	4,5
<b>Kasum</b>	<b>145 029</b>	<b>3,86</b>	<b>0,05</b>	<b>17,0</b>

Allikas: Silotootmise mudelettevõtte modelleerimisandmed [16] ja autori arvutused

Modelleeritud silotootmisettevõtte toodangu omahind on 26,82 eurot tonni kohta (arvutatud: müügihind miinus kasum pluss toetused), kuid arvestades toetuste ja omakapitali tootlusele vastava kasumiosa mõju on ülesande tingimustele vastav müügihind 22,70 eurot tonni kohta. Suurimateks kulukomponentideks on amortisatsioon (5,96 eurot tonni kohta) ja väetiste kulu (5,62 eurot tonni kohta), järgnevad kütusekulu ja maa rendikulu (vastavalt 3,76 ja 3,07 eurot tonni kohta). Suurim hinda mõjutav tegur on toetused (7,98 eurot), mida antud käsitluses on arvestatud 130 eurot hektari kohta. Toetuste puhul on arvestatud vaid ühtse pindalatoetusega (arvestatud ei ole investeeringutoetuste või muude toetusmeetmete olemasoluga). Perioodil 2014–2020 on planeeritud ühtse pindalatoetuse kasv tasemeni 175 eurot ha kohta (toetuste tõus ca kolmandiku võrra), kuid kirjeldatud toetuste kasv on antud mudelis jäetud arvestusest välja.

Tabelis (Tabel 2.2) on esitatud silotootmise mudelettevõtte investeeringute maht ja amortisatsioonikulude struktuur. Enamus nii investeeringutest kui amortisatsioonikuludest on seotud seadmetega (86 % amortisatsioonikuludest ja 57 % investeeringutest) ning sisuliselt jagunevad kapitaliinvesteeringud kaheks grupiks: kõrge kasuliku elueaga rajatised ja ehitised ning kõrge kasutusintensiivsuse ja madala elueaga seadmed (traktorid, mullaharimise ja silotootmise tehnika).

**Tabel 2.2. Mudelettevõtte investeeringute maht ja amortisatsioonikulude struktuur**

	Investeering, €	Investeeringu eluga (aastat)	Amortisat- siooni eraldised aastas, €	Kulu toodangu tonni kohta, €	Kulu biometaani Nm <sup>3</sup> kohta, €
Silohoidlad	986 475	40	24 662	0,66	0,01
Seadmed	1 546 500	8	193 313	5,14	0,06
Muud ehitised	180 000	30	6 000	0,16	0,00
<b>Kokku</b>	<b>2 712 975</b>	<b>12</b>	<b>223 974</b>	<b>5,96</b>	<b>0,07</b>

Allikas: Silotootmise mudelettevõtte modelleerimisandmed [16] ja autori arvutused

Seadmete investeeringutes on arvestatud, et osa seadmete ressursist on kasutatav ka muudeks ülesanneteks kui silotootmine (kuni 15 % aastasest kasutusajast on planeeritud muudele tegevustele – näiteks talvine teehoidus ja teraviljakasvatuse teenindamine). Kõrvaltegevuste kaalutud keskmine osakaal on 10 % ja antud kapitalikulu on silotootmise kuludest elimineeritud. Suurima eraldiseisva investeeringuna on arvestatud maisikoristuseks sobiva heedriga silokombain (350 tuhat eurot) ja seitse traktorit võimsusvahemikus 160–220 hj. [16]

Kui võrrelda kirjeldatud teoreetilist mudelettevõtet tegelike maakasutuse ja silotootmise andmetega, siis maakasutuse vaates on selliseid ettevõtteid, kes haldavad enam kui 2300 ha põllumajandusmaad 18 ettevõtet, kelle maakasutuse portfelli (kokku 60 tuh hektarit) on ca 6,6 % kogu Eesti kasutuses olevast põllumajandusmaa ressursist.<sup>3</sup> Silotootmise vaates ei ole Eestis ühtegi ettevõtet, kelle tootmismahu ulatuks käsitletud toodangumahuni. Samas ei ole tegemist mitte niivõrd võimekuse, kui vajaduse puudumisega, sest piimatootmisettevõtete suuruse arvestuses on ülemise detšiili keskmine silo vajadus on 23,8 tuh tonni (ülemise detšiili moodustavad kokku 8 ettevõtet kokku ca 12,7 tuh lehma ja 190 tuh tonni summaarse silovajadusega).<sup>4</sup>

Nagu näitab mudelettevõtte analüüs on suurim kulukomponent silo tootmisel seadmete amortisatsioon ka siis, kui seadmeparki kasutatakse täisvõimsusel. Samas ei erine silo tootmise tehnoloogia koosseis (vajalik masinkomplekt) oluliselt kui võrrelda 15 tuh või 37 tuh tonnist toodangu mahtu – erinevused on tehnoloogia kasutuse intensiivsuses ja kasulikus elueas. Nimetatud asjaolust tulenevalt tõuseb silo toodangumahu vähenemisel toodangu omahind märkimisväärselt ehk mastaabiefekti mõju silotootmisele on oluline. Arvestades, et üle 100 pealiste karjade (kokku 74 % kogu karjakasvatuse mahust) keskmine vajadus on ca

<sup>3</sup> Võrreldud on PRIA 2012. aasta põllumajandustoetuste deklaratsioonide andmetega [17].

<sup>4</sup> Lähteandmed: PRIA loomakasvatuse registri väljavõte 31.12.2012 seisuga [18].



5400 tonni ettevõtte kohta (keskmiselt 363 lehma karjas) [7] on põhjendatud ka varasemates analüüsidest esitatud seisukoht silo turuhinna tasemest ca 30 eurot tonn (1,3 korda kõrgem mudelettevõtte hinnatasemest) [19]<sup>5</sup>. Antud seisukoht põhineb olemasoleval tootmispraktikal, kuid ei võta arvesse silotootmise mahu olulist kasvu biometaani jaamade rakendumisel.

Silo turuhinna muutused sõltuvad oluliselt biometaani jaama töölerakendamisest. Kui töölerakendamine toimub piirkonnas kus vaba ressursi ei ole ja/või kohalike põllumajandustootjate struktuur on killustunud (palju väikeseid tootjaid kes ei suuda ületada suurtootmise efektiivsuskünnist) on silo nõudluse kasvule järgnevat turuhinna reaktsiooniks pigem silo hinna tõus.

Kui biometaani jaama rakendada tööle piirkonnas kus on piisavalt vaba ressursi ja eksisteerib piisavalt (konkureerivaid) tootjaid kes suudavad ületada suurtootmise efektiivsuskünnist, jõuab turuhinna reaktsioon mudelettevõttes kirjeldatud hinnatasemeni. Sellisel juhul toob biometaani jaama töölerakendamisega kaasnev silotootmise kasv kaasa ka piimatootmise sisendiks oleva silo hinna alanemise – tootmise efektiivsemaks muutumine mõjub ka silo tootvate ettevõtete sisetarbeks toodetavale silole.

## 2.2 Logistikakulude analüüs

Valdav enamus Eesti biometaani ressursist on kas rohtse biomassi või põllumajanduslike jääkide (valdavalt veiseläga) kujul – kokku 92 % koguressursist (vt. Tabel 1.3). Antud ressursid on hajutatud üle Eesti territooriumi ning seega on ressursside ja lõpptoodangu (biometaani) kombinatsioonis transpordikulude analüüsimisel sisuliselt kaks alternatiivi:

- biometaan toodetakse ressursside lähedal ning veetakse balloonides tarbimiskohta või maagaasivõrgu ühenduskohta – toimub gaasi vedu;
- biometaan toodetakse tarbimiskoha või maagaasivõrgu ühenduskohas ning ressursid veetakse tootmiskohta – toimub ressursside vedu.

Kuna läga ja rohtse biomassi biogaasi toogi erinevus on ligikaudu viiekordne (ca 30 Nm<sup>3</sup> lägal ja ca 150 Nm<sup>3</sup> rohtsel biomassil), siis on oluline analüüsida ka substraatide logistikakulusid eraldi. Seega on võrdluses kolm transpordikulude arvestust – gaasi, läga ja rohtse biomassi transpordi korral. Lisaks substraatide ja gaasi transpordikulude omavahelistele seostele tuleb analüüsida ka gaasi transpordiks kasutatavate tehniliste

---

<sup>5</sup> Kirjeldatud hinnatasemel põhineb “Biometaani kasutamise avalike hüvede aruanne [6, 19].

lahenduste sobivust. Tabelis (Tabel 2.3) on esitatud gaasi transpordi valiku maatriks tulenevalt erinevatest tehnilistest lahendustest:

- metallist surveballoonides gaasi vedu (veose mahutavus 1700 Nm<sup>3</sup>);
- komposiitsurveballoonis gaasi vedu (veose mahutavus 4500 Nm<sup>3</sup>).

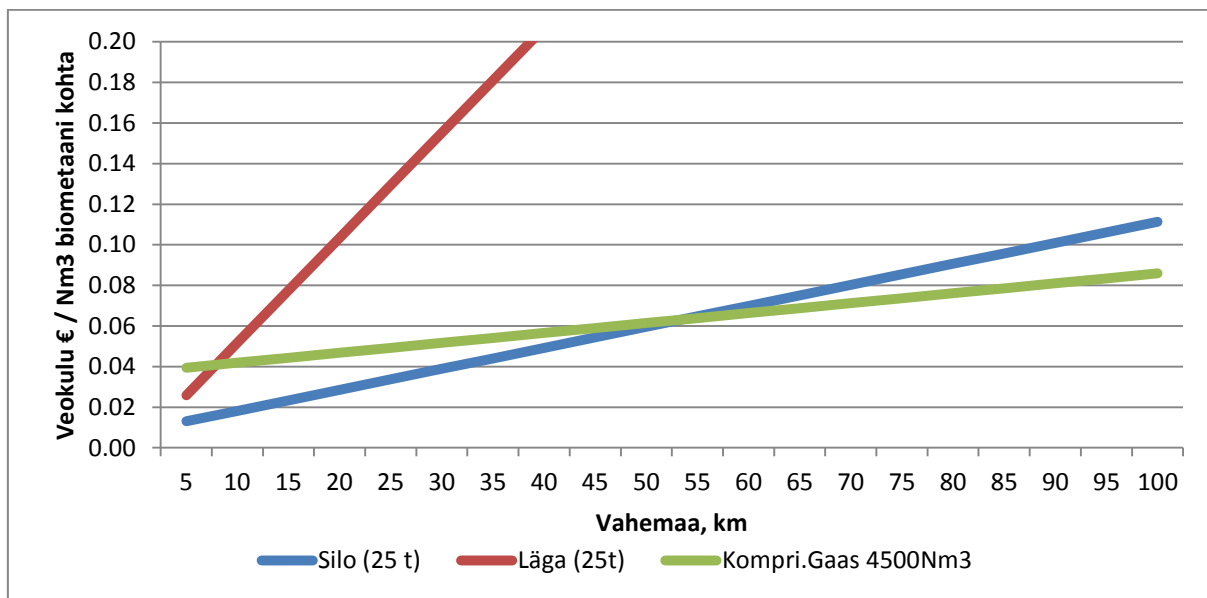
**Tabel 2.3. Biometaaniga transpordi valiku maatriks**

VERSIOON	1	2	3	4
Mahuti tüüp	Metall	Komposiit	Metall	Komposiit
Veose maht (Nm <sup>3</sup> gaasi)	1700	4500	1700	4500
Substraat	Silo	Silo	Läga	Läga
Biogaasi took substraadi kohta (Nm <sup>3</sup> /t)	150	150	30	30
Metaani sisaldus biogaasis (%)	55	55	55	55
Veose ekvivalentkogus substraadi kaalus (t)	20	53	100	265
Substraadi veose kaal (t)	25	25	25	25
Logistika efektiivsuskordaja	0,80	2,12	4,00	10,58
Edasine analüüs	EI	JAH	EI	JAH

Allikas: Autori arvutused

Arvestades kahe tehnilise lahenduse ja kahe substraadi kombinatsiooni moodustub 4 kombinatsiooni maatriks. Valiku maatriksi alusel on ökonoomne valida selline transpordi viis, kus veose ekvivalentkogus substraadi kaalus ületab substraadi enda maksimaalset veose kaalu (logistika efektiivsuskordaja > 1). Seega on põhjendamatult valida biometaaniga veoks 1700 Nm<sup>3</sup> surveballooni silo veo alternatiivkulu vastu, sest substraadi enda veoses on biometaaniga ressurss suurem kui biometaaniga sisaldus gaasiveoses (vt. Tabel 2.3, versioon 1 – biometaaniga veose ekvivalentkaal silos on 20 tonni olukorras kus silo veose maksimaalne kaal oleks 25 tonni). Kuna versiooni 1 logistika efektiivsuskordaja jääb alla 1 on antud kombinatsiooni valik põhjendamatult. Samuti on edasisest analüüsist elimineeritud versioon 3 (1700 Nm<sup>3</sup> mahutiga biometaaniga vedu võrdluses läga veo vastu) kuna sama transpordiülesande täitmine komposiitmahutiga on ca 2,5 korda efektiivsem transpordikulu vaates. Versiooni 3 osas tuleb siiski arvestada ühe erisusega – juhul, kui komposiitmahuti kapitalikulu ületab metallmahutite kapitalikulu määral, et odavam transpordikulu seda ei kompenseeri võib lägaga võrdluses olla otstarbekam kasutada metallmahuteid. Antud erijuhtum on edasisest analüüsist välja jäetud kui liialt spetsiifiline detail.

Erinevate transpordiülesannete ökonomika võrdlemiseks on koostatud transpordikulude arvutus ning taandatud transpordikulud biometaani ühikule sõltuvalt vahemaast (vt Joonis 2.1).



**Joonis 2.1. Transpordikulude sõltuvus veokaugusest – biometaan võrdluses substraatidega**

Joonise (Joonis 2.1) põhjal on võimalik tuvastada, et silo (kui biometaani substraadi) transport on odavam biometaani transpordist kuni 50–55 km raadiuses. Juhul kui transpordi vajadus ületab nimetatud kauguse on odavam vedada biometaani komprimeeritud gaasina komposiitmahutites (4500 Nm<sup>3</sup>). Seega saaks silo puhul olla biometaani jaama põhjendatud transpordiraadiuseks kuni 55 km (logistikakulu kuni 6 senti Nm<sup>3</sup>) ja samale logistikakulule vastaks läga transport ca 12 km raadiuses.

Kirjeldatud kalkulatsioonid lähtuvad järgnevatest eeldustest:

- kõikide vedude puhul on transporditeenuse käibemaksuta hinnaks 1,1 eur/km;
- veokuludesse arvestatakse mõlemad veose suunad;
- substraatide veose kaalud arvestatud 25 t veose kohta;
- silo biogaasi took 150 Nm<sup>3</sup>/t, metaani sisaldus 55 %;
- läga biogaasi took 30 Nm<sup>3</sup>/t, metaani sisaldus 55 %;
- laadimiskulusid on läga puhul ignoreeritud (pumba elektrikulu mahuti täitmisel on marginaalne);
- laadimiskulusid silo puhul on arvestatud laaduri töötunni maksumuse 50 eurot tunnis ja jõudluse 75 tonni tunnis (kolm veost tunnis) baasilt.

Lisaks mahutitüüpide ja vahemaade hindamisele on järgneva aspektina vajalik selgitada silo transpordikulud ning nende struktuur. Silo transpordikulude hindamise lähtealuseks on teadmine olemasolevate karjakasvatustevõtete maakasutusest. Analüüsidest suurte ettevõtete (silo vajadus enam kui 10 tuhande tonni aastas) laudade ja rohumaade omavahelist paiknemist on võimalik tuua välja üldistus, et rohumaade maksimaalsed kaugused laudast on üldjuhul 10–12 km.<sup>6</sup> Lähtudes üldistusest, et 10 tuhande tonnine toodangumaht vastab 10 km tegevusraadiusele on võimalik raadiust suurendades suurendada ka tegevusala ja sellega seotult ka silo kogust. Samas toob silo koguse kasv kaasa transpordikulude kallinemise ühiku kohta, sest silo kogumine toimub järjest suuremate vahemaade tagant.

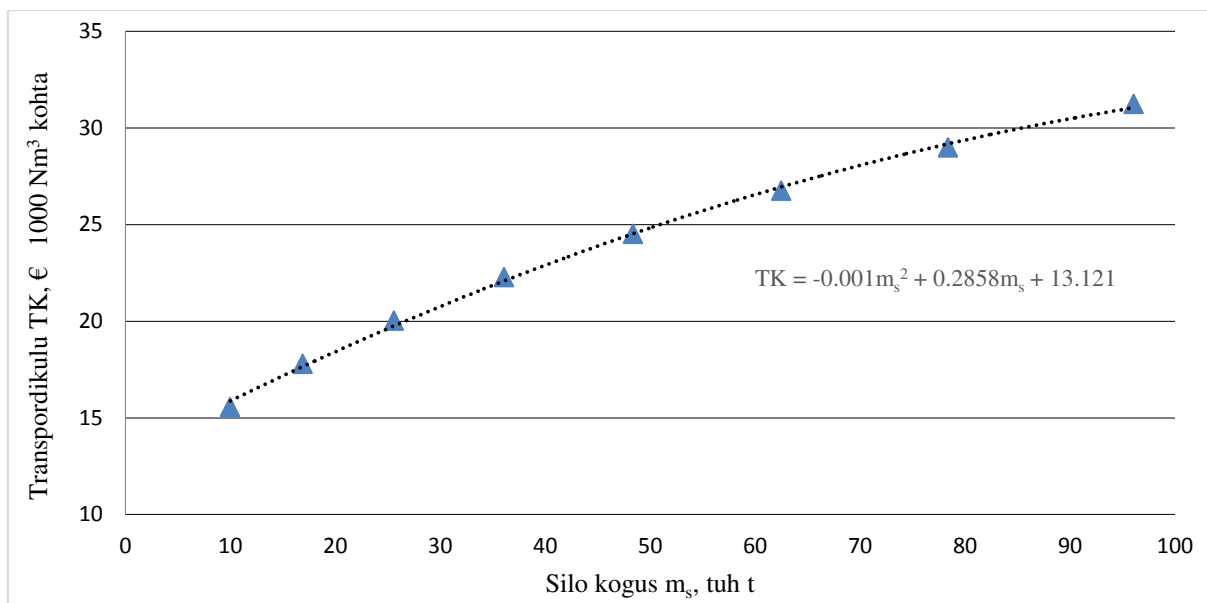
Kirjeldataud seoseid silo koguse, transpordiraadiuse ja logistikakulude vahel on modelleeritud järgnevate eelduste alusel:

- transporditeenuse käibemaksuta hinnaks 1,1 eur/km;
- veokuludesse on arvestatud mõlemad veose suunad;
- silo veose keskmine kaal 25 t veose kohta;
- silo biogaasi tootlus 150 Nm<sup>3</sup>/t, metaani sisaldus 55 %;
- laadimiskulusid silo puhul on arvestatud laaduri töötunni maksumuse 50 eurot tunnis ja jõudluse 75 tonni tunnis (kolm veost tunnis) baasilt;
- kasutatud on teevõrgu koefitsienti 1,4 (erinevus otsedistsantsi ja tegeliku teekonna vahel).

Antud eelduste alusel on kalkuleeritud silo transpordikulude mõju biometaaniga hinnale erinevate silo koguste korral vahemikus 10–100 tuhande tonni ja saadud tulemused on esitatud joonisel (Joonis 2.2).

---

<sup>6</sup> Kasutatud on rohumaade ja loomakasvatusehitiste paiknemise andmeid PRIA 2012 a. lähteinfo alusel [20] (vt joonise (Joonis 1.1) aluseks oleva geoinfo mudeli koostamise andmeid). Lisa 2.



**Joonis 2.2. Silo kogusest sõltuv transpordikulu toodetud biometaani 1000 Nm<sup>3</sup> kohta**

Joonisel (Joonis 2.2) esitatud graafik kirjeldab teoreetilist seost silo koguse ja transpordikulu vahel esitades seda biometaani ühiku kohta. Kirjeldatud seos on eelkõige teoreetiline ja ignoreerib kahte olulist asjaolu, mis mõjutavad biomassi kättesaadavust:

- maastik ei ole ühtlane – transpordiraadiuse suurenemisel suureneb ka tõenäosus, et põllumajanduslike maade osakaal muutub;
- maakasutus ei ole ühtlane – transpordiraadiuse suurenemisel suureneb ka tõenäosus, et kohalik nõudlus põllumajanduslike maade järgi muutub.

Antud asjaolude täpsemaks määramiseks on vajalik biometaani jaama asukoha planeerimisel piirkondliku ressursi kaardistus ja läbirääkimised kohalike põllumajandustootjatega. Teoreetiliselt on võimalik joonise (Joonis 1.3) alusel modelleerida erinevaid kulude tasemeid kasutades paranduskordajat, mille võrra muudetakse mudeli aluseks olevate eelduste mõju. Selleks lisatakse esitatud võrrandile (1) mis on saadud jooniselt (Joonis 2.2) paranduskordaja  $z$ , mille võrra suurendatakse–vähendatakse vajalikku transpordiraadiust ja sellest tingitud logistikakulusid.

$$TK = (-0,001(m_s)^2 + 0,2858m_s + 13,121)*z, \text{ €/tuh t} \quad (1)$$

kus,

TK – silo logistikakulu komponent biometaani hinnas, €/1000 Nm<sup>3</sup> kohta;

$m_s$  – silo kogus, tuhat tonni;

$z$  – rohtse biomassi kättesaadavuse paranduskordaja.

Tabelis (Tabel 2.4) on esitatud erinevate parandustegurite mõju biometaanii hinnale vahemikus 0,75 (biomassi kättesaadavust suurendatakse veerandi võrra võrreldes baaseeldusega) kuni 5,0 (parandustegur vähendab biomassi kättesaadavust viis korda) juhul kui biometaanii jaama tegevuseks on vajalik 50 tuhande tonnine silo kogus.

**Tabel 2.4. Silo logistikakulude mõju biometaanii hinnale parandustegurite 0,75–2,0 korral**

Silo kogus (tuh t)	Parandustegur	Transpordikulu €/1000Nm <sup>3</sup> biometaanii kohta	Kulude oskaal 65 eurose Nm <sup>3</sup> tootmishinna korral, %
50	0,75	18,68	2,9
50	1,00	24,91	3,8
50	1,50	37,37	5,7
50	2,00	49,82	7,7

Allikas: autori arvutused

Kirjeldatud parandustegurite mõju muudab logistikakulu 18,68 kuni 49,82 eurot 1000 Nm<sup>3</sup> kohta, kuid arvestades antud kulude suhteliselt väikest osakaalu kogukuludes (antud juhtumil on võetud kogukulude eelduseks 65 eurot Nm<sup>3</sup> kohta), muudavad antud parandustegurid biometaanii hinda vahemikus 2,9 % kuni 7,7 %. Seetõttu on maastikul ja maakasutusel küll oluline mõju logistikakuludele, kuid marginaalne mõju biometaanii lõpphinnale.

Transpordikulude vaates on oluline käsitleda ka transpordikulude struktuuri, et analüüsida transpordikulude kasvu mõju erinevate komponentide lõikes. Tabelis (Tabel 2.5) on esitatud vastav kulujaotus, millest suurim kulukomponent on palgakulu.

**Tabel 2.5. Transpordikulude struktuur rohtse biomassi veol**

	Kulude proportsionaalne jaotus, %	Kulude jaotus 1000 Nm <sup>3</sup> biometaanii kohta, €
Amortisatsioonikulud	17,0	3,30
Palk	35,0	6,80
Kütus	30,0	5,83
Remont, hooldus	6,0	1,17
Muud üldhaldus	6,5	1,26
Intressid	3,0	0,58
Kasum	2,5	0,49
<b>KOKKU:</b>	<b>100,0</b>	<b>19,44</b>
Eeldus: kogus 50 tuh t, keskmine transpordiraadius 18 km, parandustegur 0,85		

Allikas: Logiconnect OÜ, Tõnis Hintsov (kulude struktuur) [21] ja autori arvutused

Biometaani ressursside tootmise ja logistika ühikukulud sõltuvad eelkõige vajaminevast silokogusest. Silo koguse kasv toob kaasa silo omahinna alanemise, sest peamisele püsikulu komponendile – amortisatsioonile vastab suurem kogus toodangut. EMÜ teadlaste analüüsi alusel on 37,6 tuh tonnise aastase toodangumahu juures silo müügihinnaks 22,7 eurot tonn ehk 0,28 eurot biometaani Nm<sup>3</sup> kohta [16]. Kui tootmismahu kasvul on silo omahinda langetav mõju (positiivne mastaabiefekt), siis silo koguse kasvul transpordikulud ühiku kohta tõusevad (negatiivne mastaabiefekt).

Lisaks tuleb arvestada, et logistikakulud sisaldava mõlema veosesuuna kulusid ning seeläbi on kaetud ka digestaadi tagasivedu vahehoidlatesse. Selleks on võimalik kasutada kas mitmefunktsionaalseid veokeid (silo / digestaat) või digestaadi eelnevat töötlust (kuivaine osakaalu tõstmine), mis võimaldab kasutada siloveoga samu transpordivahendeid.

### 2.3 Biometaani tootmise ökonoomika

Biometaani tootmise ökonoomika hindamiseks on käesoleva töö koostamisel tellitud Tallinna Tehnikaülikooli Keemiainstituudilt (vanemteadur Peep Pitk) biometaani jaama tegevusparameetrite hinnang kolmele erinevale jaama suurusele. Analüüsitavateks suurusteks on biometaani jaamad tootmismahudega 2, 3 ja 5 miljonit normaalkuupmeetrit biometaani aastas.

Biometaani substraatideks on erinevad silo, läga ja rohtse biomassi kombinatsioonid, mille juures väiksemates jaamades (2–3 miljonit Nm<sup>3</sup>) on rohtse biomassi osakaal toodangus väiksem (ca 75 % toodangust) ja suurema jaama (5 miljonit Nm<sup>3</sup>) puhul on rohtse biomassi osakaal biometaani toodangus ca 95 %. Tabelis (Tabel 2.6) on esitatud erineva suurusega jaamade tegevusparameetrid.

Tabelis (Tabel 2.6) kirjeldatud parameetritest tuleks pöörata tähelepanu investeeringute ja tootmismahu vahelistele seostele. Nimelt on väiksemate toodangumahude juures jaama eriinvesteering (investeering tootmisvõimuse ühiku kohta) oluliselt kallim kui suurte jaamade korral:

- kui 2 miljonit Nm<sup>3</sup> toodangumahu puhul on eriinvesteeringuks 2,14 eurot tootmisvõimuse kohta (investeering 4,35 miljonit eurot jagatud tootmismahuga 2 miljonit Nm<sup>3</sup>),

- siis 5 miljonit Nm<sup>3</sup> toodangumahu puhul on erinvesteeringuks 1,16 eurot tootmisvõimsuse kohta (investeering 5,85 miljonit eurot jagatud tootmismahuga 5 miljonit Nm<sup>3</sup>).

**Tabel 2.6. Biometaani jaamade tegevusparameetrid tootmiskahtudel 2-5 miljonit Nm<sup>3</sup>/a**

<b>Tootmiskaht aastas (miljon Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>Ühik</b>	<b>2 mln Nm<sup>3</sup></b>	<b>3 mln Nm<sup>3</sup></b>	<b>5 mln Nm<sup>3</sup></b>
Läga	t	25000	37500	12500
Tahesõnnik	t	8000	12000	4000
Rohusilo	t	19800	30000	35000
Maisi silo	t	0	0	20000
Biogaasi toodang (53 % CH <sub>4</sub> )	Nm <sup>3</sup>	3885000	5827000	9634844
Biometaani toodang	Nm <sup>3</sup>	2059050	3088310	5106467
CH <sub>4</sub> kadu 1.5 %	Nm <sup>3</sup>	30886	46325	76597
Biometaan müügiks	Nm <sup>3</sup>	2028164	3041985	5029870
Soojusenergia tarve	MWh	3500	5250	8551
Elektrienergia tarve	MWh	1760	2641	4338
Töötunnid	tundi	2190	2190	2920
Investeeringumaht	EUR	4350000	4800000	5850000
Hooldus ja remont	EUR	80000	92000	113000
Protsessi lisandid ja analüüs	EUR	30000	40000	70000
Muud kulud	EUR	45000	50000	60000

Allikas: TTÜ Keemiateaduskond, P. Pitk (eksperthinnang)

Kirjeldatud, ligi kahekordne investeeringu erinevus, on ka peamine tegur, mis annab mastaabisäästu eelise suuremate biometaanijaamade ökonoomikas. Kui kirjeldatud erinvesteeringuid vaadelda amortisatsioonikulude kontekstis on:

- 2 miljonilise toodangumahuga jaama biometaani tootmise amortisatsioonikuluks 15 aastase amortisatsiooniperioodi korral on  $2,14/15 = 14,2$  senti toodetud Nm<sup>3</sup> biometaani kohta;
- 5 miljonilise toodangumahuga jaama biometaani tootmise amortisatsioonikuluks 15 aastase amortisatsiooniperioodi korral on  $1,16/15 = 7,73$  senti toodetud Nm<sup>3</sup> biometaani kohta.

Amortisatsioon tooteühiku kohta erinevad 6,47 senti ja see moodustab ligikaudu kümnendiku biometaani tootmishinnast, olles suurimaks mastaabisäästu kujundavaks faktoriks.



Tabelis (Tabel 2.6) kirjeldatud teiste kulude kujunemise alusteks on võetud analüüsis aluseks järgnevad kulude tasemed:

- elektrienergia hind 110 eurot MWh (hind koos võrgutasude ja aktsiisiga, ilma käibemaksuta);
- soojusenergia kulu 20 eur MWh (lähtutud on hakkepuidul põhineval soojuse tootmisel, arvestatud on muutuvkuluga ja kapitalikulud sisalduvad jaama maksumuses);
- tööjõukulude puhul on arvestatud 12 eur/h, mis vastab ca 1575 euro suurusele brutokuupalgale.

Lisaks eelkirjeldatud kulukomponentidele on tabelis (Tabel 2.7) kirjeldatud biometaani jaamade projektide investeringu tasuvuse ja finantseerimise eeldused.

**Tabel 2.7. Biometaani jaamade tasuvusarvestuse finantsmajanduslikud eeldused**

Jaama aastane tootmiskaht	2 mln Nm <sup>3</sup>	3 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>
Investeering jaama rajamisel, €	4 350 000	4 800 000	5 850 000
Võõrkapitali osakaal, %	70	70	70
Laen, €	3 045 000	3 360 000	4 095 000
Omakapital, €	1 305 000	1 440 000	1 755 000
Laenuintress, %	5,0	5,0	5,0
Omakapitali tootlus (ROE), %:	20,0	20,0	20,0
Kaalutud keskmine kapitali hind (WACC), %	9,5	9,5	9,5
Laenu periood (aastad)	10	10	10
Laenu annuiteetmakse (PMT), €	394 341	435 135	530 321

Allikas: investeeringumaht tabeli 2.6 alusel, muud parameetrid autori hinnangul

Lisaks eelpoolkirjeldatud eeldustele (tehnilised parameetrid, energia ja tööjõusisendi hinnad, finantseerimise eeldused, jms) on käesolevas töös lähtutud biometaani jaama investori omakapitali tootlusest (*return of equity – ROE*) 20 % aastas. Kirjeldatud tootlus on mudelarvutuses ühesugune sõltumata jaama suurusest, et viia erinevate jaamade efektiivsusnäitajad võrreldavale tasemele. Tabelis (Tabel 2.8) on esitatud kolme erineva suurusega jaama tulude, kulude ja kasumi struktuur lähtudes 20 % omakapitali tootlusest.

**Tabel 2.8. Biometaani jaama tulude ja kulude kujunemine tootmiskahtudel 2-5 mln Nm<sup>3</sup>**

Jaama tootmiskaht aastas	2 mln Nm <sup>3</sup>	3 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>
<b>Biometaani hind, €</b>	<b>0,83</b>	<b>0,73</b>	<b>0,66</b>
<b>Biometaani müük, €</b>	<b>1 678 911</b>	<b>2 210 907</b>	<b>3 337 687</b>
<b>Silo ostukulud, €</b>	<b>495 000</b>	<b>750 000</b>	<b>1 375 000</b>
Elektrienergia kulu, €	193 600	290 510	477 180
Soojusenergia kulu, €	70 000	105 000	171 020
Tööjõukulu, €	26 280	26 280	35 040
Hooldus ja remondikulud, €	120 000	138 000	169 500
Protsessi lisandid, €	30 000	40 000	70 000
Muud kulud, €	45 000	50 000	60 000
Logistikakulud, €	66 175	112 950	129 062
<b>Tegevuskulud kokku, €</b>	<b>551 055</b>	<b>762 740</b>	<b>1 111 802</b>
<b>Kokku kulud, €</b>	<b>1 046 055</b>	<b>1 512 740</b>	<b>2 486 802</b>
<b>Ärikasum (EBITDA), €</b>	<b>632 855</b>	<b>698 168</b>	<b>850 885</b>
Amortisatsioonikulud, €	290 000	320 000	390 000
Intressikulud, €	76 125	84 000	102 375
<b>Kasum, €</b>	<b>266 730</b>	<b>294 168</b>	<b>358 510</b>

Allikas: autori arvutused

Tabelis (Tabel 2.8) kirjeldatud kulude ja tulude struktuur lähtub:

- energia- ja tööjõukulud on arvatud lähtuvalt eelpoolkirjeldatud eeldustest;
- hoolduskulud, protsessi lisandite kulud ja muud kulud on arvestatud vastavalt TTÜ Keemiainstituudi eksperthinnangule (vt Tabel 2.6);
- substraatide (sh digestaadi) logistikakulud lähtuvad eelnevalt käsitletud logistikakulude seosest substraadi kogusega (vt Joonis 2.2), kasutatud on paranduskoeffitsienti 1,8 (vt Tabel 2.4);
- silo ostukulude puhul on kasutatud hinnataset 25 eurot tonn (arvesse on võetud EMÜ analüüsi [16] hinnatase ning põllumajandustootjate seisukohavõtt<sup>7</sup> antud küsimuses);
- amortisatsioonikulude arvestuses on lähtutud 15 aastasest investeeringu kasulikust elueast;

<sup>7</sup> Sadala Agro OÜ, Kõo Agro OÜ ja põllumajanduskonsultantide ühine seisukohavõtt analüüsile “Efektiivne silotootmisüksus: tehnilised ja majanduslikud parameetrid” [16].

- intressikulude arvestusel on lähtutud Tabel 10 kirjeldatud tingimustest.

Arvestades jaamade mastaabiefektist tulenevaid efektiivsuse erinevusi on 20 % omakapitali tootlus tagatud erinevate biometaanhi hinnatasemetega juures:

- 2 miljoni Nm<sup>3</sup> toodangumahu juures 0,83 eurot Nm<sup>3</sup>;
- 3 miljoni Nm<sup>3</sup> toodangumahu juures 0,73 eurot Nm<sup>3</sup>;
- 5 miljoni Nm<sup>3</sup> toodangumahu juures 0,66 eurot Nm<sup>3</sup>.

Seega on mastaabiefektist tulenev erinevus analüüsitud jaamade suurusvahemikus 17 senti (0,83 eur/Nm<sup>3</sup> võrreldes 0,66 eur/Nm<sup>3</sup>) ehk biometaanhi jaama suuruse kasv tasemelt 2 miljonit Nm<sup>3</sup> tasemele 5 miljonit Nm<sup>3</sup> toob kaasa 20,5 % hinnalanguse sama omakapitali tootluse juures. Kirjeldatud hinnavahe tuleb kogu ulatuses biometaanhi jaama mastaabiefekti arvelt. Tabelis (Tabel 2.9) on kirjeldatud biometaanhi jaama kulude struktuur, millest nähtub, et erinevus jaamade mastaabiefektis on 18,7 senti Nm<sup>3</sup> kohta (17 sendine koguerinevus tuleneb sellest, et suurema jaama logistikakulud on biometaanhi tooteühiku kohta kõrgemad).

**Tabel 2.9. Biometaanhi tootmiskulude (jaama kulud) jaotus**

	5 mln Nm <sup>3</sup> jaam		2 mln Nm <sup>3</sup> jaam		Erinevus	
	eur/Nm <sup>3</sup>	%	eur/Nm <sup>3</sup>	%	eur/Nm <sup>3</sup>	%
Elektrienergia	0,095	26,0	0,095	17,3	0,001	0,3
Soojusenergia kulu	0,034	9,3	0,035	6,3	0,001	0,3
Tööjõukulu	0,007	1,9	0,013	2,4	0,006	3,2
Hooldus ja remondikulud	0,034	9,2	0,059	10,7	0,025	13,7
Protsessi lisandid	0,014	3,8	0,015	2,7	0,001	0,5
Muud üldhalduskulud	0,012	3,3	0,022	4,0	0,010	5,5
Amortisatsioon	0,078	21,3	0,143	25,9	0,065	35,1
Intressikulud	0,020	5,6	0,038	6,8	0,017	9,2
Kasum	0,071	19,6	0,132	23,9	0,060	32,3
<b>Kokku</b>	<b>0,365</b>	<b>100</b>	<b>0,551</b>	<b>100</b>	<b>0,187</b>	<b>100</b>

Allikas: autori arvutused

Suurem osa mastaabisäästust tuleneb kapitalikuludega otseselt seotud hinnakomponentidest: amortisatsioon, intressikulud, kasum kaudu (kokku 76,6 % erinevusest). Hooldus- ja remondikulude osa (13,7 % erinevusest) on kapitalikuludest kaudses sõltuvuses ja antud kulude lisamine tõstab kapitalikulude osakaalu mastaabisäästus kokku ca 90 % tasemele.

## 2.4 Biometaani väärtusahel, kulu komponendid ja struktuur

Biometaani kasutuselevõtu rakendusviiside hindamiseks on oluline selgitada kuidas jaotuvad biometaani väärtusahela kulud nii erinevate hinnakomponentide kui ka majandussektorite vahel. Lisaks eelpool kirjeldatud valdkondadele (põllumajandus, logistika, tootmine) on selles analüüsi etapis kaasatud ka maksude, võrgutasude ja turustamise temaatika.

Tabelis (Tabel 2.10) on välja toodud biometaani väärtusahela komponentide jaotus nelja valdkonna lõikes eeldusel, et biometaani tootmistüüp põhineb suurtel (aastane toodangumaht min 5 miljonit Nm<sup>3</sup> biometaani) jaamadel. Arvutus on koostatud eelpoolkirjeldatud ökonoomika näitajate taandamisel eur/Nm<sup>3</sup> kohta.

**Tabel 2.10. Biometaani väärtusahel tootmismahul 5 miljonit Nm<sup>3</sup>/a (€/Nm<sup>3</sup> kohta)**

Komponent	Põllu majandus	Logistika	Tootmine	Jaotus ja maksud	KOKKU
Aktsiisimaks				0,028	<b>0,028</b>
Amortisatsioon	0,065	0,004	0,078	0,046	<b>0,193</b>
Elektrienergia:			0,095	0,011	<b>0,106</b>
Hooldus ja remondikulud	0,005	0,002	0,034	0,025	<b>0,065</b>
Intressikulud	0,011	0,001	0,020		<b>0,032</b>
Kasum	0,067	0,001	0,071	0,009	<b>0,148</b>
Kütusekulud	0,041	0,008			<b>0,049</b>
Maa rent	0,034				<b>0,034</b>
Muud üldhalduskulud	0,026	0,002	0,012	0,004	<b>0,044</b>
Protsessi lisandid			0,014		<b>0,014</b>
Seemned	0,019				<b>0,019</b>
Soojusenergia kulu			0,034		<b>0,034</b>
Taimekaitsevahendid	0,005				<b>0,005</b>
Toetused (põllumajandus)	-0,087				<b>-0,087</b>
Tööjõukulu	0,026	0,009	0,007		<b>0,042</b>
Väetised	0,061				<b>0,061</b>
Võrgutasu				0,039	<b>0,039</b>
<b>KOKKU</b>	<b>0,273</b>	<b>0,026</b>	<b>0,365</b>	<b>0,162</b>	<b>0,825</b>

Allikas: autori arvutused

Biometaani lõpphind (0,825 eur/Nm<sup>3</sup>) on varasema ökonoomika analüüsi alusel jaotatud nii kulukomponentide kui valdkondade vahel (kokku 35 komponenti). Suurima mõjuga komponendid on seotud kapitaliinvesteeringutega (amortisatsioon ja kasum), mis

moodustavad ca 40 % kogu kulustruktuurist. Valdkondade vaates on suurim osa biometaanitootmisel (0,365 eur/Nm<sup>3</sup>) ja sellele järgneb põllumajandussektor (0,273 eur/Nm<sup>3</sup>). Siinkohal on vajalik pöörata tähelepanu asjaolule, et põllumajandussektori koosseisus on arvesse võetud ka põllumajandustoetuste mõju (negatiivse väärtusega). Kui toetusi mitte arvestada on põllumajanduse ja tootmistegevuse osa lõpphinna kujunemises võrdne. Samal viisil on koostatud ka väärtusahela analüüs väiksema tootmistüübi biometaanijaamale (Tabel 2.11).

**Tabel 2.11. Biometaanitootmisel väärtusahel tootmismahul 2 Nm<sup>3</sup> aastas (€/Nm<sup>3</sup> kohta)**

Komponent	Põllumajandus	Logistika	Tootmine	Jaotus ja maksud	KOKKU
Aktiisimaks				0,028	<b>0,028</b>
Amortisatsioon	0,058	0,006	0,138	0,046	<b>0,248</b>
Elektrienergia			0,095	0,011	<b>0,107</b>
Hooldus ja remondikulud	0,005	0,002	0,059	0,025	<b>0,091</b>
Intressikulud	0,010	0,001	0,036		<b>0,047</b>
Kasum	0,038	0,001	0,127	0,009	<b>0,174</b>
Kütusekulud	0,037	0,010			<b>0,046</b>
Maa rent	0,030				<b>0,030</b>
Muud üldhalduskulud	0,023	0,002	0,022	0,004	<b>0,052</b>
Protsessi lisandid			0,015		<b>0,015</b>
Seemned	0,017				<b>0,017</b>
Soojusenergia kulu			0,035		<b>0,035</b>
Taimekaitsevahendid	0,004				<b>0,004</b>
Toetused (põllumajandus)	-0,078				<b>-0,078</b>
Tööjõukulu	0,023	0,011	0,013		<b>0,048</b>
Väetised	0,055				<b>0,055</b>
Võrgutasu				0,039	<b>0,039</b>
<b>KOKKU</b>	<b>0,222</b>	<b>0,033</b>	<b>0,540</b>	<b>0,162</b>	<b>0,956</b>

Allikas: autori arvutused

Võrreldes kahe erineva tootmistüübi erinevusi, siis peamine muutus tuleb tootmissektori kuluosa kasvust (0,54 eur/Nm<sup>3</sup> võrreldes 0,365 eur/Nm<sup>3</sup>). Kirjeldatud ligikaudu 1,5 kordne kulude tõus on seotud asjaoluga, et väiksemate jaamade rajamine on suhteliselt kallim (eriinvesteeringu taseme temaatika – vaata ka petükk 2.3 “Biometaanitootmise ökonoomika”).

Tervikuna toimub jaamade tootmismahu vähenemisel (5 mln Nm<sup>3</sup> a -> 2 mln Nm<sup>3</sup>/a) väärtusahela ca 16 % kallinemine (0,825 versus 0,956 eur/Nm<sup>3</sup>), mis tuleb tootmistegevuse kallinemise arvelt. Turustuskulud ja maksud ei muutu ja põllumajanduse ning logistika kulud (summana) vähenevad.

Sõltumata vaadeldavast tootmismudeli tüübist on mõlemal viisil toodetud metaankütus oluliselt kallim surumaagaasist (CNG'st). Tabelis (Tabel 2.12) on kirjeldatud kahe erineva tootmistüübi (5 ja 2 mln Nm<sup>3</sup> aastas) hinnaerinevust turul pakutava CNG hinnatasemega.

Teisendades mahuühiku kaaluühikuks (erikaal 0,72 kg/Nm<sup>3</sup>) ja lisades käibemaksu, oleks otseselt biometaanist toodetud surugaas 1,7 kuni 2 korda kallim surumaagaasist (lõpphind biometaanist toodetud surugaasil tanklas 1,376 kuni 1,594 eur/kg). Kirjeldatud hinnaerinevuse ületamiseks on vajalik väärtusahela subsideerimine vastavalt 0,351 või 0,482 eur/Nm<sup>3</sup> ulatuses ja väiksemate tootmismudelite eelistus suuremate ees toob kaasa 0,482 / 0,351 = 1,37 kordse subsideerimisvajaduse kasvu.

**Tabel 2.12. Turukorraldusliku meede erinevate tootmismudelite korral**

Tootmismahut (miljonit Nm <sup>3</sup> aastas)	5	2
Biometaani väärtusahela summa (€/Nm <sup>3</sup> )	0,825	0,956
Biometaani lõpphind koos käibemaksuga (€/kg)	1,376	1,594
CNG müügihind koos käibemaksuga (veebr. 2015) - (€/kg)	0,790	0,790
Hinnaerinevus CNG'ga, %	174	202
<b>Turukorralduslik meede (eur/Nm<sup>3</sup>)</b>	<b>0,351</b>	<b>0,482</b>

Allikas: autori arvutused

Analüüs lähtub eeldusest, et biometaanit tarbimine toimub maagaasivõrgu vahendusel ja tarbija tarbib surumaagaasi (CNG'd), millest osa on biometaan. Biometaani tootmise-tarbimise arvestus on bilansipõhine (võrku antud ja võrgust võetud metaankütuse arvestus). Teise eeldusena on arvestatud asjaoluga, et biometaanit jaotus toimub olemasoleva tanklavõrgu vahendusel (ei rajata uusi tanklaid). Selline lähenemine võimaldab hoida investeeringukulud madalad. Tehakse investeeringud spetsiifilistesse CNG seadmetesse (200–250 tuhat eurot tankla kohta), kuid ei investeerita uutesse tanklarajatistesse.

### 3. BIOMETAANI KASUTAMINE JA KÜTUSETURG

#### 3.1 Biometaani kasutamise turutõkked

Alternatiivsete kütuste kasutuselevõtt transpordisektoris on struktuurne ja turgu mõjutav tegevus, mille rakendamine ei pruugi olla takistatud mitte ühe, vaid mitme teguri üheaegse mõju kaudu. Anthony D. Owen on käsitlenud enda taastuvenergia kasutuselevõtu turutõkete alases uuringus [22] kümnet tehnoloogiamuutuse barjääri, mis on kirjeldatud tabelis (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1. Turutõkete tüpoloogia ja võtmetunnused**

Tüüp	Barjäär	Võtmetunnused
<b>Konkurents</b>	Hinnakonkurents	Mastaabiefekt ja kogemuse akumulereerumine ei ole andnud (veel) tulemusi
	Hinnamoonutused	Tehnoloogiate arenduskulud ja toetused sisalduvad pakkumishindades
<b>Info asümmeetria</b>	Informatsiooni kättesaadavus	Teadmiste olemasolu toote olemusest ja kättesaadavusest (investeerimis) otsuse tegemisel.
	Rakenduskulud	Projekti administreerimiskulud
	Investori risk	Riski tajumine erineb tegelikust riskist Võimetus teha piisava ajahorisondiga adekvaatseid prognoose
<b>Finantsturg</b>	Finantseerimis barjäär	Kõrged sisenemiskulud
		Puudulik juurdepääs finantsvahenditele
	Kapitalituru ebaefektiivsus	Uputatud kulud ( <i>sunk cost</i> ), pika perioodi maksuamortisatsiooni nõuded ja turu inerts
<b>Regulatsioonid</b>	Ebatõhus turukorralus	Tulujaotus on ebatõhus
		Traditsioonilised majandusvaldkondade piirid ei toeta uusi tehnoloogiaid
		Esimesed sisenejad blokeerivad turu arengu
	Üle- alareguleeritus või	Regulatsioonid põhinevad traditsioonidel ja ei toeta turu arengut
<b>Tehnoloogia</b>	Tehnoloogia-spetsiifilised barjäärid	Tehnoloogiad ei ühildu olemasoleva infrastruktuuri ja institutsiooniliste oskustega neid käsitleda

Allikas: Anthony D. Owen “Externality costs as market barriers”. Univ. of New South Wales (...) [22]

Järgnevas analüüsis vaadeldakse kirjeldatud turubarjääride esinemise võimalusi Eesti transpordisektori biometaani kasutusele ülemineku kontekstis. Käesolevas peatükis kirjeldatud meetmed refereerivad A.D. Oweni turutõkete käsitlust.

Üks peamisi turutõkkeid, mida turuosalised enamasti alternatiivkütustele üleminekul tajuvad on **hinnakonkurents**. Käesoleva uuringu vaates väljendub see tabelis (Tabel 2.12) esitatud hinnavõrdluses (biometaan on ca kaks korda kallim maagaasil põhinevast CNG'st). A.D Oweni käsitluses on sellise situatsiooni võtmetunnuseks asjaolu, et mastaabiefekt ning akumulunud kogemus ei ole jõudnud veel turuhinda mõjutada. See ei saa olla universaalne põhjendus, sest mõningate alternatiivkütuste puhul ei ole hinnakonkurentsi saavutamine fossiilsete kütustega saavutatav olemasolevates majandustingimustes ja pigem tuleneb alternatiivkütusele ülemineku vajadus muudest sotsiaalmajanduslikest põhjendustest. Kirjeldatud barjääri võiksid aidata ületada meetmed, mis sisaldavad:

- teadus- ja arendustegevuste suunamine tootmise efektiivsuse tõstmiseks;
- administratiivsed meetmed, mis toetavad tootmise mastaabiefekti teket;
- pilootprojektide rakendamine viisil, mis võimaldab akumulunud kogemuse teha kättesaadavaks ka projektivälisetele isikutele.

**Hinnamoonutused** väljenduvad olukorras kus esmaste turule sisenejatele avaliku sektori poolt antud investeeringutoetused, garantiid, laenusoodustused, uuringutoetused jms. mõjutavad järgnevas hinnakonkurentsis turgu võrreldes hilisemate turule sisenejatega. Seega tekib ebavõrdne konkurents juhul kui osad turuosalised on saanud arendamistoetusi ja teised mitte. Selline erinevus on aksepteeritav niikaua kui tegemist on avatud turule tarnetega ning toetus kompenseerib esimeste sisenejate kõrgemat riski. Kui aga tegemist on reguleeritud turuga (näiteks riik on ise teenuse-toote ostja), tekib oluline vaba konkurentsi mõjutamine, kus riigihankel osalevad nii need, kes on saanud varasemalt toetusi, kui need kes on sisenenud turule ilma toetusteta. Selliste hinnamoonutuste kõrvaldamiseks on võimalik rakendada pakkujate diferentseerimist varasemate toetuste alusel (sh ka sisenemisbarjääri ületamiseks toetusi saanutel puudub õigus teatud perioodi jooksul pakkumistel osaleda).

Info asümmeetriaga seotud turutõkked – **info kättesaadavus, rakenduskulud ja investori riski tajumine** – on omavahel tugevalt seotud ja väljenduvad informatsiooni olemasolu alternatiivkulus ehk küsimustes: *“Kuivõrd mõjutab teadmiste olemasolu projekti riskihinnangut?”* ja *“Kui palju on mõistlik kulutada projekti eelanalüüsile, et vähendada riske?”*. Sealjuures on vajalik arvestada ka asjaoluga, et hinnangud olukorrale ei ole ajas püsivad (riski muutumine aja jooksul).



A.D. Oweni käsitluses on info asümmeetria barjääride ületamise tüüpilisteks meetmeteks:

- info standardiseerimine ja markeerimine (lihtsustatakse info töötlust ning tehakse kergelt kättesaadavaks);
- usaldusväärsete, sõltumatute infoallikate loomine;
- veenvate ja läbipaistvate arvutusmeetodite juurutamine sh. rutiinid elutsükli kulude hindamiseks;
- demonstratsioonid – pilootprojektide rakendamine.

**Finantseerimisbarjäärid** ilmnevad tehnoloogiamuutuste korral, kus muutuse läbiviimine on seotud kõrgete investimiskuludega ja tehnoloogiamuutuse risk (esimeste turule sisenejate risk) ei võimalda finantseerimisasutustelt saada projektide arendamiseks laene. Antud tõkete ületamiseks sobivad meetmed on riskikapitali kaasamine, spetsiifiliste finantseerimisvahendite väljatöötamine ja projektide finantseerimisstruktuuri kohaldamine.

**Kapitalituru ebaefektiivsuse** all on silmas peetud probleemide kogumit, mis tulenevad varasemate perioodide investeeringute kaudsest mõjust jooksvatele investimisotsustele (uputatud kulud – *sunk costs*), maksu regulatsioonide mõju ja turu inertsist tingitud ebaefektiivsust. Kirjeldatud probleemistik on kindlasti adekvaatne uuringu koostamise koha kontekstis [22]. Eesti tingimustes ei ole uputatud kulude probleemistik aktuaalne, sest puudub varasem transpordikütuste tootmine, sellega seotud infrastruktuur ning ühtlasi ka põhjused, mis tooksid varasemate perioodide investeeringuid jooksvate otsuste mõjutajaks. Samuti ei ole Eesti tingimustes maksuamortisatsioon relevantne mõjutaja otsuste tegemisel. Kirjeldatud probleemistikust on kapitalituru inertsus biometaani kasutuselevõtu kontekstis ainus tegur, millega tuleks arvestada. Võimalike meetmetena nähakse maksuregulatsioonide muutmist ja kapitali subsideerimiseid. Neist kahest viimane on investeeringutoetuste näol ka üks peamisi Eestis rakendatavatest meetmetest taastuvenergeetika arendamisel.

**Ebatõhus turukorraldus** väljendub turuosaliste tulude ebahühtlases jaotuses, olukorras kus traditsiooniliste (tehnoloogiamuutuse eelsete) majandusvaldkondade piirid ei toeta uute tehnoloogiate turuletulekut ja esimestena turule sisenejad blokeerivad turu järgnevatele. Need teemad väljenduvad Eestis kontekstis näiteks olukorras kus põllumajandusettevõtete ja energeetikaettevõtete tulujaotuse ebaselgus (sealhulgas ka koostööperspektiivi ebakindlus) takistab turu arendamist. Tehnoloogiate rakendamise analüüsi autori hinnangul on kirjeldatud barjääri ületamiseks vajalikud turu restruktureerimine ja liberaliseerimine. Kuna Eestis

biometaani tootmise vaates varasem turukorraldus puudub on pigem tegemist turukorralduse ülesehitamisega viisil, mis ei lase kirjeldatud probleemidel tekkida.

**Üle- ja alareguleeritus** turutõkkena väljenduvad olukorras kus eksisteerivad regulatsioonid põhinevad traditsioonidel ja ei toeta turu arengut. Uute lahenduste rakendumine on kas blokeeritud või puuduvad tegutsemiseks vajalikud regulatsioonid. Meetmed, millega kirjeldatud probleeme ületada seisneksid kas regulatsioonide reformis, turu liberaliseerimises ja tulemustel orienteeritud regulatsioonides. Eesti tingimustes väljendub alareguleeritus asjaolus, et puuduvad biometaani tootjatele suunatud gaasivõrguga liitumise tingimused ja gaasi kvaliteedistandardid ei toeta biometaani gaasivõrku juhtimist.

**Tehnoloogiaspetsiifilised barjäärid** väljenduvad olukorras kus tehnoloogiad ei ühildu olemasoleva infrastruktuuri ja/või institutsionaalsete oskustega neid käsitleda. Institutsionaalsete oskuste kontekst tähendab näiteks oskamatus korraldada tõhusaid tehnoloogia hankeid. Eesti puhul on tehnoloogiaspetsiifiliseks takistuseks biometaani kasutuselevõtul CNG turu madal arengutase (puudub piisav gaaskütuse kasutajate hulk turul). Barjääri ületavad meetmed peaksid keskenduma tehnoloogia kasutamise aspektidele ning olema seotud tehnoloogiliste barjääridega.

Miks on oluline tehnoloogiamuutuse barjääride defineerimine? Barjääride defineerimine, võtmetunnuste tuvastamine ja barjääride ületamiseks meetmete väljatöötamine on üldiselt üksikule toimuv analüüsi suund, mille (korrektne) läbimine annab turumuutuse juhtimiseks vajaliku lähteinfo. Sageli nähakse turutõkkena lähimat ja otseselt hetkeolukorras mõjuvat piirajat. Turu planeerimiseks on vajalik näha piirangute kogumit ja nende ületamiseks on vajalik süstemaatiline käsitlus, sest vastasel juhul (üksikjuhtumeid lahendades) nihkub ühe takistuse kõrvaldamisel turu arendamine järgmise takistuseni, tuues kaasa uue vajaduse vea tuvastamise ja lahendamise ahela läbimiseks.

Turutõkete süsteemse analüüsi puudulikkusele viitab von Rosenstiel *et al.* uuring Saksamaa CNG'd kasutavate sõidukite turu aeglasele arengule: hoolimata üle kahe miljardi euro suurusest erasektori investeeringutest ja üle 500 miljoni euro suurustest maksusoodustusest on CNG sõidukite osakaal Saksamaa transpordisektoris jäänud tugevalt maha oodatud tulemustest ja teiste riikide arengutest. Arvestades, et CNG sõidukite kogukulud keskmisena on madalamad bensiini ja diislikütust kasutavate sõidukite kõrval, tekib küsimus Saksamaa CNG sõidukite turu läbikukkumise põhjuste osas. Turu läbikukkumist käsitlevas uuringus

analüüsiti statistilisi andmeid kombineeritult ekspertgruppide intervjuudega, mis olid koostatud nii tööstusharu ekspertidest kui avaliku halduse ja ettevõtluse esindajatest. Uuringu järeldustes toodi läbikukkumise põhjustena välja koordineerimisvead seotud turgudega, kunstlikult loodud monopol CNG müügijaamade võrgu näol, turuosaliste puudulik informeeritus ning sellest tulenev tarbijate mitteratsionaalne käitumine [23].

Von Rosenstiel *et al.* uuringu konteksti mõistmiseks on vajalik võrrelda ühiskonna erinevate osade (era- ja avalik sektor) summaarse kulutuse (üle 2,5 miljardi euro) proportsiooni saadud tulemusse. Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA) statistika [4] alusel on Saksamaa CNG sõidukite arv kokku üle 98 tuhande ja tanklate arv 920, mis teeb suhteliseks koguinvesteeringute tasemeks 25,5 tuhat eurot iga turule tulnud sõiduki kohta või võrreldes tanklate arvuga 2,7 miljonit eurot iga rajatud tankla kohta.

### 3.2 Turutõkked ja nende ületamise meetmed Eestis

Kui eelnevas peatükis vaadeldi turutõkete ületamise teoreetilist käsitlust, siis järgnevalt vaatleme neid barjääre ja meetmeid barjääride ületamiseks, mida on defineeritud takistustena Eesti majanduskeskkonnas.

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi energeetikaosakonna poolt 26. veebruaril 2015. a korraldatud gaasiliste transpordikütuste ümarlaua (kohtumisel olid esindatud nii tarbijate, tarnijate kui avaliku sektori esindajad) lühikokkuvõttes tuuakse välja kaks olulist käsitlust leidnud turutõket:

- pikaajaline ebakindel riiklik aktsiisipoliitika ja ebakindlus kütuse hinna suhtes võrreldes alternatiividega. Puudub informatsioon pikaajalise aktsiisipoliitika osas, mis mõjutab tugevalt tarbijate kindlust erinevatesse alternatiivkütuseid tarbivatesse sõidukitesse investeerimisel. Puudub kindlus riigi oodatava tarbimise osas;
- tanklate vähesus – kütuste kasutuselevõttu piirab tankimistaristu vähene kaetus (sh. ka rahvusvaheliste vedude puhul lähinaabrite ning laiemalt Euroopa kontekstis). Tankimistaristu arendajate poolt on valmidus olemas, kui oleks teada täpsem riiklik tegevuskava alternatiivkütuste kontekstis.<sup>8</sup>

Lisaks toodi ümarlaua kokkuvõttes välja, et riik peaks gaasiliste transpordikütuste osas näitama oma selget pühendumist näiteks läbi erinevate riigihangete ja oma eesmärgi ka

---

<sup>8</sup> Ümarlaua kokkuvõtte terviktekst on esitatud lisas (Lisas 3).

selgemalt ning jõulisemalt välja ütleva. Rõhutati hindade võrdluse meetodika koostamise olulisust (sisuliselt on tegemist A.D Oweni käsituses info asümmeetriast tingitud turutõkkega). Sarnasusi gaaskütuste turu arendamise barjääride käsitluses on võimalik leida ka Soomes läbiviidud uuringutest. Uusitalo *et al.* analüüsis leitakse, et biometaani kasutuselevõtu peamiseks piiravateks teguriteks Soomes on puudulik tanklavõrk [24].

Käesoleva töö koostamise ajal on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumis ettevalmistamisel biometaani transpordikütustena kasutuselevõtu teekaart (tehnoloogia rakendamise teekaart), mida on jagatud välja seotud osapooltele tutvumiseks ja kommenteerimiseks. Teekaart hõlmab muuhulgas ka kuue erineva meetme kirjeldust, mis peaksid aitama ületada biometaani kasutuselevõtu turutõkkeid:

- biometaani ostukohustus läbi riigihangete – motiveeritakse transporditeenuste osutajaid kasutama biometaani (biometaani kasutajatel on eelised hangete võitmisel);
- pikaajalise aktsiisipoliitika kindlaksmääramine - tõstab oluliselt erinevate osapoolte kindlust sektorisse investeerida ning finantsasutuste kindlust projekte finantseerida;
- riiklikult rahastatud vähempakkumised biometaani kogustele – meede kätkeb endast pikaajalisi tegevuskulude toetusi biometaani tootjatele;
- tankimistaristu investeeringute toetamine – aitab parandada tankimistaristu regionaalset kaetust;
- biometaani sõidukite toetamine – käivitades samaaegselt biometaani ostukohustusega võimaldab maandada seotud riske ning motiveerib suures mahus biometaani tarbivaid sõidukeid hankima;
- alternatiivkütuste hindade näitamise ühtlustamine on meede – võimalik on ühtlustada tarbijale näiteks biometaani ja CNG puhul võrreldavate hindade näitamine.

Kirjeldatud meetmed on detailsemalt esitletud käesoleva töö lisan. (Lisa 4). Tabelis (Tabel 3.2) on tehnoloogia rakendamise teekaardi meetmed viidud kokku eelnevas peatükis kirjeldatud teoreetilise turutõkete ületamise käsitlusega.

Järgnevas analüüsis vaadeldakse Anthony D. Owen “Externality costs as market barriers” [22] turubarjääride käsitlust võrdluses Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumi biometaani kasutuselevõtu teekaardis “Tehnoloogia rakendamise teekaart” (projekt) kirjeldatud meetmetega. Maatriksis esitatud numbrid seovad tabeli struktuuri analüüsi tekstiga.

Tabel 3.2. Meetmete võrdlus rakendamisarjääri teoreetilise käsitlusega

	Biometaani ostukohustus riigihangetel	Pikaajalise aktsiisipoliitika määramine	Biometaani riigihanked	Tanklate investeeringu-toetused	Sõidukite ostu toetamine	Alternatiiv-kütuste hinnainfo
<b>Turubarjäärid</b>						
Hinnakonkurents	1		5			
Hinnamoonutused			6			
<b>Info asümmeetria</b>						
Info kättesaadavus						15
Rakenduskulud			7			
Investori risk		3	8	10		
<b>Finantsbarjäärid</b>						
Finantseerimis barjäär			9	11		
Kapitalituru ebaefektiivsus						
<b>Regulatsioonid</b>						
Ebatõhus turukorralus	2			12		
Üle- või alareguleeritus		4				
<b>Tehnoloogia barjäärid</b>				13	14	

Allikas: Anthony D. Owen “Externality costs as market barriers” [22] turubarjääride käsitlus võrdluses Majanduse- ja Kommunikatsiooniministeeriumi koostatud “Tehnoloogia rakendamise teekaart” (projekt)

Meede **biometaani ostukohustus riigihangetel** aitab leevendada hinnakonkurentsi mõju (1), sest läbi kunstlikult tekitatud nõudluse biometaani tarbimiseks motiveeritakse turgu ületama hinnakonkurentsi mõju. Samas jääb arusaamatuks antud meetme koostoime biometaani riigihangete meetmega, sest nimetatud meede juba elimineerib biometaani ja CNG hinnavahe (5) ehk millist täiendavat mõju taotletakse? Biometaani ostukohustus aitab kaasa turukorralduse parandamisele (2) kuid ka siin tekib küsimus, miks on vajalik tarbijat siduda *biometaani* tarbimiskohustusega kui sisuliselt on nad CNG kasutajad? Kirjedatud terminoloogiline paljusus ei tööta kaasa tarbijatele toote tutvustamisel.

**Pikaajalise aktsiisipoliitika määratlemine** aitab leevendada investorite riskist tulenevat barjääri (3), sest metaankütuste ja fossiilsete vedelkütuste hinnaerinevuse pikaajaline tagamine läbi aktsiisipoliitika (sh. ka hinnapõranda seadmine) vähendaks biometaani tootmise projektide riske ning aitaks reguleerida turgu (4).

**Biometaani ost riigihangetena** on kõige laiemal barjääri ületava mõjuga meede ületades hinnakonkurentsi barjääri (5) viisil kus hinnaerinevuse subsideerimine toimub ostja poolel (hinnaerinevus maagaasiga kompenseeritakse ostjale riiklikest vahenditest). Samas on antud meetmes peidus risk, et teiste turutoetamise meetmete kaudu toimunud subsideerimine tekitab hinnamoonutusi (6) kirjeldatud riigihangetel. Seda riski on teekaardis ka kirjeldatud ning tõenäoliselt tuleb meetme täpsustamisel antud asjaolule rohkem tähelepanu pöörata.

Antud meede võimaldab vähendada rakenduskulusid (7) läbi asjaolu, et projekti ettevalmistavas faasis langevad ära toote müügile suunatud ettevalmistustööd (mis on sageli üks suuremaid kulusid rakendusfaasis). Juhul kui projekt tunnistatakse riigihanke kaudu biometaani tarnijaks on pikaajaliselt (eeldatavalt jaama eluea perioodiks) tagatud toodangu müük ning sellega on oluliselt vähendatud nii investori riski (8) kui ka riski finantsasutustele (9).

**Tanklate investeeringutoetused** on eelkõige tehnoloogiabarjääri (13) ületav meede, mis toob CNG kättesaadavaks laiemale tarbijaskonnale. Antud meede vähendab tanklaoperaatoritele CNG müügivõimekuse tõstmise investori riski (10) ja finantsriski (11), sest tagab kapitalikuludele katte kuni perioodiks, millal tekib tankla teenuseid tarbiv klientuur (see periood võib võtta aastaid). Omaette teema on antud meetme puhul turukorralduse (12) barjääri ületamisega – nimelt kirjeldatakse meedet kui: *“Aitab parandada tankimistaristu regionaalset kaetust. Meedet on võimalik konstrueerida toetamiseks taristu rajamist rohkem kohtades, mis on suurest tarbijaskonnast eemal ning vähem kohtades, kus asustustihedus ning tõenäoline tarbijaskond on suurem.”* Kirjeldatud lähenemine on küsitav sest tänase CNG tarbimise probleemiks ei ole mitte asjaolu, et CNG ei ole kättesaadav näiteks hajaasustuspiirkondades vaid CNG ei ole kättesaadav ka linnalises keskkonnas. Meetme eesmärgiks peaks eelkõige olema võimalikult suure tarbijaskonna tekitamine võimalikult lühikese aja ja vähese ressursikuluga. Antud käsitluses suunatakse meetmevahendid pigem marginaalsete piirkondade teenindamisele olukorras kus turutingimustel ei teki tankalid ka sinna kus liigub põhimass tarbijaid.

Analoogiliselt eelnevale meetmele on **biometaani kasutavate sõidukite ostu toetamine** tehnoloogiabarjääri ületamise meede (14), kuid analoogia ei laiene investori riski, finantsriski või turukorralduse osas. Põhjuseks on asjaolu, et CNG sõidukite ost ei kujuta endast riski sellises ulatuses, et nende ostu peaks toetama – kõrgema investeeringu kulu katab odavam kütuse kasutamise sääst. Kirjeldatud meede toob turule küll teatud hulga biometaani (CNG)

tarbijaid aga vähemalt antud kirjelduses puudub käsitlus sellest kuidas tagatakse jätkuinvesteeringud (järgnevate sõidukite ost kui toetusprogrammiga soetatud sõidukite kasulik eluiga on läbi). Seega sisaldub meetmes risk, et metaankütust kasutatakse vaid projektiperioodi jooksul ja hiljem pöörduakse tagasi fossiilsete vedelkütuste tarbimise juurde.

**Alternatiivkütuste hinnainfo** kättesaadavaks muutmine on info kättesaadavusbarjääri ületamisel suunatud meede (15), kuid seda kitsalt vaid tarbija vaates. Relevantse info (tehnoloogiad, patendid jms) piisav kättesaadavus näiteks biometaani tootjate vaates annaks samuti olulise eelise biometaani tootmise arendamisel. Info asümmeetriast tingitud barjääride puhul tuleks arvestada Eesti turu suhtelist väiksust. Siin arendatavate biometaani jaamade väikest arvu silmas pidades ei saa Eesti olema tehnoloogiaettevõtetele oluline ja perspektiivne turg, mille nimel pingutada. Tõenäoliselt kujuneb sellises olukorras välja mõne vastava ettevõtte loomulik monopol, mis ei ole konkurentsivõimet silmas pidades mõistlik. Sellist olukorda võiks ennetada läbi koostöö tehnoloogiaettevõtetega agregeeritud (riigi) tasemel, mis väljenduks kas siseriikliku teadus-arendustegevuse meetmena või teadus-arendustegevuse impordi meetmena.

Kirjeldatud meetmed ei kata analüüsitud turubarjääridest kapitalituru ebaefektiivsuse barjääri (mis Eesti tingimustes võiks väljenduda turu inertsis). Samas ei ole analüüsitud teekaart lõplik dokument ja teisalt sõltub meetmete mõju eelkõige sellest kuidas neid rakendatakse ning seeläbi leiab ületamise ka turu inertsis barjäär.

Antud analüüsi üks metajäreldustest autorile on vajadus meetmete planeerimisel lähtuda lisaks üksikult üldisele (Kus on takistus ja kuidas lahendada?) lähenemisele ka üldiselt üksikule (Mida me soovime saavutada – kuidas selleni jõuda?) käsitlusviisi, sest see annab tervikliku ülevaate soovitud eesmärkide ja kasutatavate vahendite omavahelisest sõltuvusest.

### 3.3 Eesti tanklavõrk ja institutsionaalsed kütusetarbijad

Tanklate vähesus (Eestis on hetkel viis CNG'd müüvat tanklat) on ületatav olemasolevates tanklates vastava müügivõimekuse tekitamise korral. Tabelis (Tabel 3.3) on esitatud tanklate ja gaasivõrgu paiknemine (tanklate kaugused gaasitrassidest).

**Tabel 3.3. Kütusetanklate paiknemine maagaasi trasside suhtes (tanklate arv)**

<b>Kaugus gaasitrassist (meetrites)</b>						
	<b>kuni 200</b>	<b>201-300</b>	<b>301-500</b>	<b>501-1000</b>	<b>Üle 1000</b>	<b>KOKKU</b>
Statoil	31	3	2	3	13	<b>52</b>
Neste	28	2	4	3	14	<b>51</b>
Alexela	25	1	2	2	29	<b>59</b>
Olerex	18	1	2	2	27	<b>50</b>
Lukoil	10	2	3	2	20	<b>37</b>
Premium-7	8	1	2	3	18	<b>32</b>
Euro Oil	4	1	2	1	10	<b>18</b>
Mahta Kütus	3				5	<b>8</b>
Favora	2	2			3	<b>7</b>
Krooning	2	1			10	<b>13</b>
Teised	27	6	5	6	66	<b>110</b>
<b>Kokku</b>	<b>158</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>215</b>	<b>437</b>
<b>Osakaal, %</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

Allikas: AS Regio Eesti Arengufondi tellimusel

Nagu nähtub tabelist (Tabel 3.3) on kolmandik Eesti olemasolevatest jaeturu vedelkütuste tanklatest gaasitrassidele lähemal kui 200 meetrit (arvuliselt 158 üksust). Mõistagi ei tähenda see, et kogu vastavas ulatuses on tanklate arendamine otstarbekas, sest lisaks gaasitrassi olemasolule on vajalik CNG seadmetele ruumi olemasolu tanklas, piisava (perspektiivse) kliendibaasi olemasolu, piisav elektrivõimsus ja tanklaoperaatori huvi täiendava kütuseliigi müüki võtmiseks.

Eesti tanklate kasutusintensiivsuse näitaja (sõidukit ühe tankla kohta) on Euroopa Liidu kontekstis pigem madal. Käesolevas töös analüüsitud 23 Euroopa Liidu riigi võrdluses (vt. peatükk “CNG kasutus transpordikütusena ja tanklataristu” ning Joonis 1.2) on kirjeldatud



riikide grupi keskmine sõidukite arv tankla kohta veidi alla 2500 sõiduki tankla kohta. Eesti vastav näitaja (1614 sõidukit tankla kohta) on pigem madal ja moodustab ca 2/3 analüüsitud grupi keskmisest. Võrreldes kasutusintensiivsuse tippudega (üle 4000 sõidukit tankla kohta Suurbritannias ja ca 3500 Saksamaal) on intensiivsus kuni kaks ja pool korda madalam [4]. Eesti suhteliselt madala asustustiheduse juures oleks täiendavate tanklate rajamine põhjendamatu, sest juba olemasolevate tanklate arv on teiste riikide võrdluses liialt kõrge ja CNG kättesaadavus tuleb tagada olemasoleva tanklavõrgu kaudu. Küsimusele, milline oleks piisav CNG'd pakkuv tanklate arv Eesti, ei ole ühest vastust, sest see sõltub turu arengufaasist ja eesmärgist, mida soovitakse saavutada. USA tanklavõrgu uuringute alusel on jõutud järeldusele, et väljakujunenud (pikas perspektiivis toimiva) turu eelduseks võiks olla olukord kus ca 30 % tanklatest pakuvad alternatiivseid kütuseid lisaks fossiilsetele vedelkütustele (USA tingimustes 51 tuh tanklat kokku 175 tuh tankla hulgast) [25]. Loomulikult on USA näide ekstreemne, sest sisaldab ka kõrge asustustihedusega linnastuid ja kütusetarbimise turukäitumine on märkimisväärselt erinev (kütuse hind on madal ja tarbimine kõrge). Samas haakub *Melaina, Bremson 2008* töös väljatoodud rahvastiku arvu ja tanklate arvu vahelise statistika analüüs Eesti tingimustega märkimisväärselt. Kandes üle analüüsis olevad andmed Eesti tingimustesse (eeldustel, et rahvaarv = 1,3 miljonit ja pindala = 45 tuh km<sup>2</sup>) on piisavuse kriteeriumiks Eesti tingimustes 490 tanklat (tegelik 437) ehk ca 10 % hälve USA andmete alusel modelleeritud näitajast.<sup>9</sup>

Tanklavõrgu arendamine on hädavajalik CNG kütuste kasutuselevõtuks, kuid tegemist on siiski vahendi ja mitte eesmärgiga. Tanklavõrk omab tugevaimat mõju nende kütusekasutajate hulgas, kellele kütuse kättesaadavus ja kasutusmugavus on kriitilised tegurid. Kui institutsionaalsed tarbijad (riik, kohalikud omavalitsused ja suured kütuse kommertskasutajad) võivad tanklataristu paiknemise osas aktsepteerida mõõdukat ebamugavust - tankla ei asu tegevuse logistika vaates parimas kohas, siis eratarbija motiveerimine ebaefektse tanklataristu kaudu on väga raske. Eratarbimise kasutusmugavuse ja kulude kokkuhoiu suhe väljendub läbi kahe küsimuse: (a) *Kui palju ma säästan tankimiskorra kohta, kui kasutan alternatiivset kütust?* (b) *Kui palju pean muutma enda harjumuspärast liikumisteed, et kasutada alternatiivset kütust?* Kui säästu saavutamiseks tehtav sooritus ületab tarbija vaates kriitilise piiri jääb alternatiivse kütuse tarbimine ära.

<sup>9</sup> Võrdlus on arvutatud analüüsi tabeli nr 2 "City attributes and estimation parameters by region" rea *all regions* baasilt [25]. Kasutatud on töös kirjeldatud elanike arvu ja tanklate arvu vahelist astmefunktsiooni.

Seega on tanklataristu kvantitatiivse näitaja (tanklate arv) kõrval samavõrd oluline ka kvalitatiivne näitaja ehk taristu paiknemine, mis eratarbimist silmas pidades on Eesti tingimustes tõenäoliselt tuletatav läbi pendelrände suundade ja intensiivsuse. Vähemalt 380 tuhat Eesti elanikku tegutseb igapäevaselt (töö, haridus jms regulaarsed päevased tegevused) väljaspool oma elukoha omavalitsust ja suurem osa igapäevasest regulaarsest liikumisest on seotud töö ja õppimisega. Pendelrändajad liiguvad kõige enam maa-linn ja linn-maa suunal, vähem on linn-linn ja maa-maa suunal pendeldajaid. Pendelrändajate hulk sõltub keskusasula suurusest, kõige rohkem on pendelrändamist Tallinna ja lähivaldade ning teiste suuremate linnade ja nende lähiümbruse vahel [26].

Kirjeldatud sihtgrupp on kütuse lõpptarbimise vaates tõenäoliselt suurim tarbija, sest liikumisvajadus on sage (igapäevane) ning liikumise vahemaa on suhteliselt suur. Tallinna lähiümbruse valdadest Tallinna kesklinna autoga tööle käiva leibkonna kütusekulu võib võtta tuntava osa leibkonna eelarvest ja seeläbi on antud sihtgrupp enam motiveeritud alternatiivide osas valikuid tegema. Arvestades, et Tallinna ja Tartu, kui kahe suurima pendelrände sihtpunkti, liiklusvoog toimub läbi 10-15 olulisema liiklusmagistraali oleks vastava arvu tanklate arendamise ja efektiivse paigutamise kaudu võimalik saavutada olulisi muutusi eratarbimise mõjutamisel.

Kui eratarbimise mõjutamine on võimalik peamiselt kütuse hinnasäästu ja kättesaadavuse kaudu, siis institutsionaalseid kütusetarbivate tarbimisvalikute mõjutamine on teatud piirides võimalik otseste meetmetega. Antud analüüsis on käsitletud selliste institutsionaalsete tarbijatena avaliku sektori otsest kütusetarbimist ja ühistranspordi kütusetarbimist.

Riigiasutuste ja ettevõtete kütusetarbimine 2013. aasta eelarve täitmise aruande alusel oli kokku 34,1 miljonit eurot hõlmates kokku 144 organisatsiooni. Tuleb tähelepanu pöörata, et suur osa (ligikaudu pool) kirjeldatud kütusetarbimisest langeb ettevõtetele, kelle tegevusvaldkonnad hõlmavad raudteevedusid ja kaevanduste majandamist ning seeläbi ei kajasta suur osa antud ettevõtete kütusetarbimisest maanteeliikluse kütusetarbimist (EVR Cargo AS ja Eesti Energia AS). Riigiettevõtete ja riigiametite kütusetarbimise ülemise detšiili moodustavad 14 asutust-ettevõtet, kelle kulutused kütusele hõlmavad ca 88 % riigieelarves kajastatud kütustest (vt Tabel 3.4).

**Tabel 3.4. Riigiasutuse ja riigi osalusega ettevõtete kulutused transpordikütusele 2013. a (ülemine detsiil), €**

AS EVR Cargo	9 613 129
Eesti Energia AS (grupp)	8 087 759
Kaitsevägi	2 830 364
Politsei- ja Piirivalveamet	2 089 944
AS Eesti Post	1 567 781
AS Eesti Liinirongid	963 554
Päästeamet	863 172
AS Eesti Raudtee	714 405
Riigimetsa Majandamise Keskus	627 406
Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium	622 714
AS Tallinna Lennujaam	516 058
Põllumajandusministeerium	479 258
Keskkonnaministeerium	450 921
Riigikogu (Riigikogu Kantselei)	319 353
<b>KOKKU</b>	<b>29 745 818</b>

Allikas: väljavõte Rahandusministeeriumi vastusest andmepäringule 03.11.2014 seisuga [39]

Arvestades, et Eesti kütuseturu maht on alla miljardi euro aastas on tegemist suhteliselt väikese osaga (ca 3 % kogutarbimisest) turust ning kirjeldatud kütusetarbimine on sageli spetsiifilise iseloomuga (Kaitsevägi, Päästeamet), kus tõenäolisi piirajaid valikute tegemisel on rohkem kui tavakasutuse korral.

Kirjeldatud andmed käsitlevad riigi otsest kütusekasutust, samas on riik läbi erinevate riigihangete oluline kütusetarbija kaudsel viisil. Üheks selliseks kaudseks kütusekasutuse valdkonnaks on ühistransport. Tabelis (Tabel 3.5) on esitatud Eesti ühistranspordi kütusekulu tuletatud andmed ühistranspordi andmebaasi alusel.

**Tabel 3.5. Eesti ühistranspordi kütusetarve ühistranspordi andmebaasi alusel**

	Vedude arv	Läbisõit aastas	Kütusetarve
		(mln km)	(tuh t diislikütust)
Linnaliinid	17 740	34,1	12,3
Maaliinid (sh. kaugliinid)	7 211	68,6	17,8
<b>KOKKU:</b>	<b>24 951</b>	<b>102,8</b>	<b>30,1</b>

Allikas: ühistranspordi andmebaas, AS Regio andmetöötlus [40]

Kirjeldatud andmebaas (tavatarbijale on kasutatav *peatus.ee* kaudu) sisaldab kokku 1301 liini andmeid, mis väljuvad 907 lähtepunktist. Tabelis (Tabel 3.5) esitatud kütusekulu on tuletatud

eeldustel: kütusetarve linnas 36 l / 100 km kohta, kütusetarve maanteel 26 l / 100 km kohta. Absoluutses enamuses on tegemist diislikütuse kuluga (arvestatud tihedusega 0,86 kg/l). Arvestades tarbimise ajal (2013) kehtinud kütuse hinda on ühistranspordi näol tegemist suurusjärgus 35 miljoni euro suuruse tarbimismahuga, mis on sama suur kui riigieelarves otseselt kajastatud kütusetarbimine. Seega on ühistranspordi, riigiasutuse ja riigiosalusega ettevõtete summaarne kütusetarbimise maht ca 70 miljonit eurot ehk veidi üle 7 % kogu kütusetarbimise mahust (erisuseks jääb EVR Cargo ja Eesti Energia mittemaanteeliiklusega seotud tarbimine, mis sisaldub käsitletud tarbimismahus).

Kirjeldatud mahu üleviimine CNG'le tervikuna on tõenäoliselt võimatu suure hulga tehniliste piirajate tõttu (CNG ei sobi hästi maanteeliikluses kasutatavate busside teenindamiseks), kuid kindlasti on võimalik kirjeldatud tarbimist käsitleda juhtumite kaupa. Kindlasti on kirjeldatud tarbimises võimalik viia CNG kasutusele üle linnaliini bussid, riigiasutuste autopark aga ka näiteks osaliselt politsei linnakeskkonnas kasutatav patrull sõidukite park.

### 3.4 Kütuseturg ja biometaaniga asendamise stsenaariumid

Transpordikütuste turu analüüsi eeldustena on kasutatud 2013. a transpordikütuste (bensiin ja diislikütus) tarbimisandmeid [27], mille alusel oli diislikütuse ja bensiini summaarne tarbimine 829 tuht tonni. Transpordikütuste asendamisel biometaaniga on võetud aluseks eesmärk asendada 10 % kütusetarbimisest taastuvate energiaallikatega, millest 0,5 % kaetakse elektritranspordi arendamise teel ja 9,5 % vedelkütuste asendamisel biometaaniga. Tabelis (Tabel 3.6) on esitatud peamised transpordikütuste turu modelleerimise lähteandmed.

**Tabel 3.6. Transpordikütuste turu eeldused**

	Diislikütus	Bensiin	KOKKU
Kütuste tarbimine (tuh t 2013 a)	595	234	829
Mahukaal (kg/m <sup>3</sup> )	885	737	
Kogus mahuühikuna (miljonit liitrit)	672	317	990
Kütteväärtus (MJ/l)	38,6	34,2	
Energiatarve kokku (TWh)	7,2	3,0	10,2
Elektritranspordiga asendamine (0,5 % asendus; TWh)	-	0,05	0,05
Energiatarve peale elektritranspordi osa (TWh)	7,21	2,96	10,17
Biometaaniga asendatav energia kogus (TWh)	0,6883*	0,2830*	0,9713
Kütuste hinnad (tanklas käibemaksuga, €/l)	1,15	1,10	
Kütuseturu maht (ilma käibemaksuta – mln €)	644,3	349,1	993,5

\* Esitatud arvvaatused kehtivad proportsionaalse asenduse korral. Sõltuvalt asendustüübist võivad olla stsenaariumite lõikes erinevad

Arvestades eelnevat, on biometaani kasutuselevõtu ülesande sisuks asendada turul vedelkütuseid ca 1 TWh ulatuses aastas ning sõltuvalt kütuseturu asendusviisist võib selle koguse asendamisele vastav biometaani kogus olla erinev. Tabelis (Tabel 3.7) on esitatud erinevatele asendusviisidele vastavad biometaani kogused.

**Tabel 3.7. Biometaani kogused erinevate asendusstsenaariumite korral**

	<b>Diislikütus</b>	<b>Bensiin</b>	<b>Kokku</b>
Asendatav energia kogus (TWh)	0,9713		
Metaankütuse asenduskoefitsent	1,41	1,1	
Biometaani kütteväärtus (kWh/Nm <sup>3</sup> )	9,8	9,8	
<b>Biometaani asenduskogused (Nm<sup>3</sup>) ja asendamise stsenaariumid</b>			
Asendatakse proportsionaalselt	99 026 644	31 767 545	<b>130 794 189</b>
Asendatakse ainult bensiini	0	109 022 374	<b>109 022 374</b>
Asendatakse ainult diislikütust	139 746 861	0	<b>139 746 861</b>

Allikas: autori arvutused

Biometaani koguste erinevus (109–139 mln Nm<sup>3</sup>) tuleneb asjaolust, et CNG ei asenda erinevat liiki vedelkütuseid ühtmoodi, vaid arvestada tuleb bensiini puhul ca 1,1 ja diislikütuse puhul 1,4 kordse energiakulu suurenemisega (CNG kogus sama energiakoguse asendamiseks on vastava kordaja võrra suurem)<sup>10</sup> [37]. Edasises rakendusviiside analüüsis kasutatakse kahe tootmistüüpi (2 ja 5 mln Nm<sup>3</sup>/a) ja kolme asendustüüpi (proportsionaalne, bensiin ja diislikütus), mis väljendub kuues kasutuselevõtu stsenaariumis vastavalt tabelis (Tabel 3.8) kirjeldatud tootmis- ja asendustüüpide kombinatsioonidele.

**Tabel 3.8. Tootmistüüp / asendustüüp stsenaariumid**

<b>Stsenaariumi nr</b>	<b>Tootmistüüp (toodangumaht miljonit Nm<sup>3</sup> aastas jaama kohta)</b>	<b>Asendustüüp (mille arvelt kütuseturul asendus toimub)</b>
1	5	Proportsionaalne
2	2	Proportsionaalne
3	5	Bensiin
4	2	Bensiin
5	5	Diislikütus
6	2	Diislikütus

<sup>10</sup> Kirjeldatud koefitsiendid tulenevad sise põlemismootorite kütusetarbimise erisustest. Lähteandmed: C. Le Fevere, Oxford Institute for Energy Studies “The Prospects for Natural Gas as a Transport Fuel in Europe”, märts 2014. Tabel 15: “Simulated energy and environmental TTW performance for cars” [28]. Arvutatud keskmiste väärtuste baasilt.

<http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/03/NG-84.pdf>

### 3.5 Stsenaariumite majandusmõjud

Eelnevates analüüsi etappides defineeritud väärtusahela kujunemine ja erinevad kütuseturu asenduskoogused võimaldavad välja tuua kulukomponentide jaotuse absoluutväärtustena.

Tabelis (Tabel 3.9) on kirjeldatud väärtusahel kuue erineva stsenaariumi lõikes:

- kaks tootmistüüpi: 2 ja 5 miljonit Nm<sup>3</sup> aastas jaama kohta;
- kolm erinevat transpordikütuste asendustüüpi.

**Tabel 3.9. Hinnakomponendid erinevate asendus- ja tootmistüüpide korral (tuh eur)**

Asendustüüp	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>
Aktsiisimaks	3 681	3 681	3 068	3 068	3 932	3 932
Amortisatsioon	25 274	32 387	21 067	26 996	27 004	34 604
Elektrienergia	13 898	13 975	11 585	11 648	14 849	14 931
Hooldus ja remondikulud	8 560	11 873	7 135	9 896	9 146	12 685
Intressikulud	4 245	6 181	3 538	5 152	4 536	6 604
Kasum	19 310	22 784	16 095	18 991	20 631	24 343
Kütusekulud	6 382	6 079	5 319	5 067	6 818	6 495
Maa rent	4 390	3 919	3 659	3 267	4 690	4 188
Muud üldhalduskulud	5 748	6 782	4 792	5 653	6 142	7 247
Protsessi lisandid	1 820	1 935	1 517	1 613	1 945	2 067
Seemned	2 441	2 179	2 034	1 816	2 608	2 328
Soojusenergia kulu	4 447	4 514	3 707	3 763	4 752	4 823
Taimekaitsevahendid	609	544	508	453	651	581
Toetused (põllumajandus)	-11 414	-10 190	-9 514	-8 494	-12 195	-10 888
Tööjõukulu	5 495	6 232	4 580	5 195	5 871	6 659
Väetised	8 036	7 174	6 698	5 980	8 586	7 665
Võrgutasu	5 046	5 046	4 206	4 206	5 391	5 391
<b>Väärtusahel kokku</b>	<b>107 966</b>	<b>125 094</b>	<b>89 994</b>	<b>104 271</b>	<b>115 356</b>	<b>133 657</b>
<b>Turukorralduslik meede</b>	<b>-45 970</b>	<b>-63 098</b>	<b>-38 318</b>	<b>-52 594</b>	<b>-49 116</b>	<b>-67 417</b>
<b>Väärtusahela jääk</b>	<b>61 996</b>	<b>61 996</b>	<b>51 677</b>	<b>51 677</b>	<b>66 240</b>	<b>66 240</b>

Allikas: autori arvutused

Erinevalt eelpoolkirjeldatud väärtusahela kujunemisest on tabelis (Tabel 3.9) toodud väärtusahelasse sisse ka turukorraldusliku meetme mõiste. Kui väärtusahel kokku (sõltuvalt stsenaariumist 90 kuni 133 miljonit eurot aastas) on tarbijale alternatiivsest tootest (CNG)

kuni kaks korda kallim, siis turukorralduslik meede on vahend millega subsideeritakse väärtusahelat piisavas ulatuses, et biometaan püsiks turukonkurents. Seega iseloomustavad mõisted:

- “väärtusahel kokku” – biometaan väärtusahela käive;
- “turukorralduslik meede” – subsiidiumid, mida makstakse väärtusahela ulatuses turuosalistele eesmärgiga hoida lõpptoode turukonkurents;
- “väärtusahela jääk” – see osa biometaan väärtusahelast, mille maksab kinni tarbija.

Majandusmõjude analüüsi järgmise sammuna saame olemasoleva info baasilt tuletada biometaan kasutuselevõtu mõju riigieelarvele. Tabelis (Tabel 3.10) on mõjud kirjeldatud erinevate teguritena stsenaariumite lõikes. Antud käsitluses vaadeldakse otseseid mõjusid ja kõrvale on jäetud kaudsed majandusmõjud (majandustegevuse kasvust tingitud maksulaekumiste kaudne kasv).

**Tabel 3.10. Biometaan kasutuselevõtu mõju valitsemissektorile (tuh eur) erinevate asendus- ja tootmistüüpide korral**

	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>
Aktsiisi laekumise vähenemine	-38 034	-38 034	-40 902	-40 902	-31 661	-31 661
Aktsiisi laekumise suurenemine	2 680	2 553	2 234	2 128	2 864	2 728
Gaasiaktsiisi laekumine	3 681	3 681	3 068	3 068	3 932	3 932
Turukorralduslik meede	-45 970	-63 098	-38 318	-52 594	-49 116	-67 417
<b>Muuutus</b>	<b>-77 643</b>	<b>-94 898</b>	<b>-73 918</b>	<b>-88 300</b>	<b>-73 981</b>	<b>-92 417</b>

Allikas: autori arvutused

Biometaan kasutuselevõtu otsesteks mõjudeks riigieelarvele on:

- väheneb aktsiisimaksu laekumine, sest väheneb vedelkütuste tarbimine transpordisektoris (aktsiisimaksu vähenemine 31 kuni 41 miljonit eur/a);
- suureneb aktsiisimaksu laekumine selle kütusekulu arvel, mida kulutatakse biometaan tootmiseks (vt ka Tabel 3.9 rida “kütusekulud”);
- suureneb gaasiaktsiisi laekumine täiendavalt tarbitava surugaasi arvel (vt ka Tabel 3.9 rida “aktsiisimaks”);
- turukorraldusliku meetme finantseerimisega kaasnev täiendav koormus riigieelarvele sõltuvalt stsenaariumist 38 kuni 67 miljonit eurot aastas.

Seega toob biometaani kasutuselevõtt kaasa täiendava summaarse koormuse riigieelarvele 74 kuni 92 miljoni euro ulatuses aastas. Kirjeldatud finantseerimisvajadus on käesolevas analüüsis (eelduslikult) lahendatud transpordikütuste aktsiisimaksu tõstmise kaudu. Tabel 3.11 käsitleb transpordikütuste turu muutusi maksukoormuse tõusul.

**Tabel 3.11. Transpordikütuste turu muutused (tuh eur) erinevate asendus- ja tootmistüüpide korral**

	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>
<b>Turumaht enne muutusi</b>	<b>935 261</b>	<b>935 261</b>	<b>935 261</b>	<b>935 261</b>	<b>935 261</b>	<b>935 261</b>
Turumaht peale asendust	845 965	845 965	839 924	839 924	848 449	848 449
Lisanduv CNG	61 996	61 996	51 677	51 677	66 240	66 240
Lisanduv maksukoormus	77 643	94 898	73 918	88 300	73 981	92 417
<b>Turumaht peale muutusi</b>	<b>985 604</b>	<b>1 002 859</b>	<b>965 518</b>	<b>979 901</b>	<b>988 670</b>	<b>1 007 106</b>
<b>Kallinemine</b>	<b>50 343</b>	<b>67 598</b>	<b>30 257</b>	<b>44 640</b>	<b>53 409</b>	<b>71 845</b>
<b>Kallinemine, %</b>	<b>5,38</b>	<b>7,23</b>	<b>3,24</b>	<b>4,77</b>	<b>5,71</b>	<b>7,68</b>

Allikas: autori arvutused

Tabelis (Tabel 3.11) võrreldakse transpordikütuste turu muutusi kuue erineva stsenaariumi rakendamisel. Lähtepunktina on kõikidel juhtumitel muutuse eelne seisund ühesugune (turumaht 935 miljonit eurot). Erinevad asendusstsenaariumid annavad bensiini ja diislikütuse summaarseks turumahuks peale biometaani kasutuselevõttu 840 kuni 848 miljonit eurot aastas. Nimetatud turumahule lisanduvad:

- asendava kütuse maksumus (vt ka Tabel 3.9 “väärtusahela jääk”), ehk see osa biometaani väärtusahelast, mille maksab tarbija kinni otseselt;
- aktsiisimaksu tõus, ehk see osa biometaani väärtusahelast ja kaudsetest mõjudest, mille maksavad kinni kõik kütuseturu osalised.

Arvestades nimetatud lisandusi toob biometaani kasutuselevõtt kaasa kütuseturu kallinemise vahemikus 3,2 % kuni 7,7 % ning madalaim on mõju kütuseturule kui biometaani kasutuselevõtt toimub suurte biometaani jaamade tootmismudeli ja bensiini asendusmudeli korral. Summaarne kütuseturu kallinemine toimub vahemikus 30 kuni 72 miljonit eurot.

Tabelis (Tabel 3.12) on kirjeldatud otsese lisandväärtuse kujunemist sissetulekute meetodil. Mudelist on elimineeritud kaudsed mõjud ja vaadeldakse vaid teadaolevaid otseseid muutusi.



Loodava lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise omavahelise suhte alusel saab võrrelda erinevate stsenaariumite mõju majandusele.

**Tabel 3.12. Lisandväärtuse kujunemine ja suhe kütuseturu kallinemise erinevate asendus- ja tootmistüüpide korral**

	Proportsionaalne		Bensiin		Diislikütus	
	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>	5 mln Nm <sup>3</sup>	2 mln Nm <sup>3</sup>
Tööjõukulu	5 495	6 232	4 580	5 195	5 871	6 659
Kasum	19 310	22 784	16 095	18 991	20 631	24 343
Amortisatsioon	25 274	32 387	21 067	26 996	27 004	34 604
<b>Lisandväärtuse komponendid kokku</b>	<b>50 078</b>	<b>61 403</b>	<b>41 742</b>	<b>51 182</b>	<b>53 506</b>	<b>65 606</b>
<b>Kütuseturu kallinemine</b>	<b>50 343</b>	<b>67 598</b>	<b>30 257</b>	<b>44 640</b>	<b>53 409</b>	<b>71 845</b>
<b>Lisandväärtuse komponentide suhe kütuseturu kallinemise, %</b>	<b>-0,5</b>	<b>-9,2</b>	<b>38,0</b>	<b>14,7</b>	<b>0,2</b>	<b>-8,7</b>

Allikas: autori arvutused

Sõltuvalt stsenaariumist muutub loodud otsene lisandväärtus vahemikus 41,7–65,6 miljoni euron. Samas ei näita lisandväärtus üksi tegelikku majanduslikku efekti, sest lisandväärtus ei kirjelda tegevuse efektiivsust – kõrgem lisandväärtus võib olla seotud ka ebaefektiivse tegevusega. Seega on loodud lisandväärtust vajalik võrrelda teiste mõjuteguritega – antud juhtumil kütuseturu kallinemisega. Vaadeldes loodud lisandväärtust kombinatsioonis kütuseturu kallinemisega eristuvad kolm tulemuste gruppi:

- loodud lisandväärtus jääb alla kütuseturu kallinemisele (lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhe ca 91 %). Tegemist on kombinatsioonidega kus väikeste tootmisjaamadega toodetud biometaaniga asendatakse kas ainult diislikütust või asendatakse kütuseid proportsionaalselt tarbimisega (mudelid “proportsionaalne 2 mln” ja “diislikütus 2 mln”);
- loodud lisandväärtus katab ligikaudselt kütuseturu kallinemise (lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhe ca 100 %). Tegemist on kombinatsioonidega kus suurte tootmisjaamadega toodetud biometaaniga asendatakse kas ainult diislikütust või asendatakse kütuseid proportsionaalselt tarbimisega (mudelid “proportsionaalne 5 mln” ja “diislikütus 5 mln”);

- loodud lisandväärtus ületab kütuseturu kallinemisele (lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhe 115 % kuni 138 %). Tegemist on kombinatsioonidega kus asendatakse bensiini (mudelid “bensiin 5 mln” ja “bensiin 2 mln”).

Võttes arvesse lisandväärtuse ja kütuseturu kallinemise suhet on kõrgeima majandusliku efektiivsusega see tootmise-asendamise kombinatsioon kus kütuseturg kallineb kõige vähem (30 miljonit eurot ehk 3,2 %) aga ka lisandväärtust toodetakse kõige vähem (41 miljonit eurot aastas). Seega on nendel tingimustel majanduslikult efektiivseim viis biometaan kasutuselevõtuks kombinatsioon kus biometaan toodetakse jaamades minimaalse aastase tootmismahuga 5 Nm<sup>3</sup> ja biometaan asendab maksimaalselt bensiini tarbimist.

Seisukoht bensiini asendamise eelistamisest on üldistatav säästlikule käitumisele tervikuna ehk oluline on lisaks ökonoomsele tootmisele jälgida ka ökonoomse tarbimise kriteeriume.

Tabelis (Tabel 3.13) on kirjeldatud efektiivseima mudeli (bensiin 5 mln) lisandväärtuse ja töökohtade jaotust seotud sektorite lõikes.

**Tabel 3.13. Lisandväärtuse jaotus ja töökohad sektorite lõikes (tuh eur)**

	<b>Põllumajandus</b>	<b>Logistika</b>	<b>Tootmine</b>	<b>Jaotus</b>	<b>Kokku</b>
Amortisatsioon	7 105	476	8 489	4 997	<b>21 067</b>
Tööjõukulu	2 842	979	759	0	<b>4 580</b>
Kasum	7 343	70	7 725	958	<b>16 095</b>
<b>Lisandväärtus kokku</b>	<b>17 289</b>	<b>1 525</b>	<b>16 974</b>	<b>5 955</b>	<b>41 742</b>
<b>Lisandväärtuse jaotus, %</b>	<b>41,40</b>	<b>3,70</b>	<b>40,70</b>	<b>14,30</b>	<b>100</b>
<b>Seotud töökohad</b>	<b>177</b>	<b>61</b>	<b>47</b>	<b>0</b>	<b>285</b>

Allikas: autori arvutused

Lisandväärtus jaotub antud stsenaariumi korral ligikaudu võrdselt tootmise ja põllumajanduse vahel (ca 41 % mõlemad), marginaalne osa lisandväärtusest jääb logistikasektorile ja ligikaudu 14 % jaotusvõrgule ja turustamisele.

Töökohtade jaotuses on kasutatud mõistet “seotud töökohad” seetõttu, et mitte kogu kirjeldatud 285 töökohta ei tähenda uusi ja tekkivaid töökohti vaid väga suures ulatuses on tegemist pigem olemasolevate töökohtade tööviljakuse tõusuga. Uued töökohad tekivad biometaan tootmise valdkonnas (47 töökohta), sest sisuliselt on tegemist uue tootmisharuga. Põllumajanduse ja logistika summaarne tööjõuvajadus (238 töökohta) jaguneb osaliselt täiendavaks tööjõuvajaduseks aga ka olemasolevate töökohtade efektiivsuse kasvu arvele. Kogu väärtusahela lõikes luuakse lisandväärtust seotud töökohta kohta aastas 146 tuhat eurot.

## KOKKUVÕTE

Eesti biometaani potentsiaal on ligikaudu 450 miljonit Nm<sup>3</sup>, millest rohtne biomass moodustab üle 80 %. Selline ressursside jaotus on tingitud asjaolust, et Eesti rohtse biomassi teoreetilisest kogusaagist (ca 2,2 milj. tonni kuivainet) jõuab väärtust loovasse tegevusse ca kolmandik ja kokku 1,4 mln tonni rohtse biomassi kuivainet jääb põllumajanduses igal aastal kasutamata.

Biometaani tootmine üksnes rohtsest biomassist on tehnilistel põhjustel keerukas ning seetõttu eelistatakse teiste lisandite kasutamist (läga, maisisilo). Mida efektiivsemalt me suudame kasutada rohusilo ja vähendada teiste lisandite osakaalu, seda paremini on võimalik parandada maakasutuse efektiivsust, vähendada logistikakulusid ja seda suurema osa biometaani teoreetilisest ressursist saame me kaasata väärtusloomesse. Seetõttu on oluline toetada rohusilost biogaasi tootmise alaseid rakendusuringuid.

Käesolevas töös analüüsitud biometaani ja biometaani ressursside logistikakulude võrdlus näitab, et soodsaim viis biometaani transpordiks kuni 50 km raadiuses on rohtse biomassi (kui biometaani substraadi) transport. Eesti tingimustes tähendab see, et ca 80 % territooriumist jääb maagaasitrasside asukoha vaates mõistlikusse tegevusraadiusesse ja eelistada tuleks võrku ühendatud jaamade rajamist. Seega on biometaani kasutuselevõtu vaates oluline välja töötada standardid ja meetmed selleks, et biometaani saaks tarnida maagaasivõrku (kvaliteedinõuded, võrku ühendamise tingimused jms.).

Biometaani tootmisökonoomika analüüsis võrreldi kahe erineva suurusega biometaani tootmisjaama majandusnäitajaid. Võrreldes kahe erineva tootmistüübi erinevusi, siis peamine muutus tuleb tootmissektori kuluosa kasvust (0,54 eur/Nm<sup>3</sup> võrreldes 0,365 eur/Nm<sup>3</sup>). Kirjeldatud ligikaudu 1,5 kordne kulude tõus on seotud asjaoluga, et väiksemate jaamade rajamine on suhteliselt kallim. Tervikuna toimub jaamade tootmismahu vähenemisel (5 mln Nm<sup>3</sup>a võrreldes 2 mln Nm<sup>3</sup>/a) väärtusahela ca 16 % kallinemine (0,825 versus 0,956 eur/Nm<sup>3</sup>).

Sõltumata vaadeldavast tootmismudeli tüübist on mõlemal viisil toodetud metaankütus oluliselt kallim surumaagaasist (CNG'st). Hinna erinevus oleks 1,7 kuni 2 korda kallim surumaagaasist (lõpphind biometaanist toodetud surugaasil tanklas 1,376 kuni 1,594 eur/kg). Kirjeldatud hinnaerinevuse ületamiseks on vajalik väärtusahela subsideerimine vastavalt 0,351 või 0,482 euro/Nm<sup>3</sup> ulatuses ja väiksemate tootmismudelite eelistus suuremate ees toob kaasa  $0,482 / 0,351 = 1,37$  kordse subsideerimisvajaduse kasvu. Seega on biometaani

tootmise toetamisel oluline anda eelis suurte tootmismahtudega tegelevatele ettevõtjatele, sest selliselt viisil on võimalik vähendada toetamise vajadust märkimisväärselt.

Biometaani väärtusahela analüüsi teise järeldusena tuleks loobuda investeringutoetuste mudelist jaamade arendamisel. Biometaani tootmise amortisatsioonikulu efektiivseima tootmismudeli korral on 0,078 eur/Nm<sup>3</sup>, ning see moodustab kogu väärtusahelast 9,5 % (väärtusahel kokku 0,825 eur/Nm<sup>3</sup>. Toetades biometaani jaama rajamist näiteks 40 % investeringutoetusega vähendame väärtusahela mahtu  $9,5\% \cdot 40\% = 3,8\%$  võrra ehk teisisõnu on biometaani jaamade rajamiseks antavatel investeringutoetustel marginaalne mõju tasuvusele. Biometaani ja maagaasi hinnaerinevus on aga vastavalt juba eelpool märgitule ligikaudu kaks korda. Seega on biometaani tootmise eeltingimuseks sellised turukorralduslikud meetmed, mis toetavad tootmist jätkuvalt kogu tootmisüksuse (jaama) tegevus ajal.

Käesolevas töös on analüüsitud biometaani tootmise ja kasutuselevõtu turutõkkeid võrdluses taastuvkütuste turu käivitamise turutõkete teoreetilise käsitlustega. Peamine üldistus antud võrdlusest tuleb pigem probleemi lahenduse meetodika valdkonnas. Nimelt on turutõkete defineerimisel oluline deduktiivne üldiselt-üksikule liikuv käsitlus, mis soodustab terviku hõlmamist, kuid sama meetod ei pruugi olla sobiv meetmete väljatöötamisel. Meetmete tõhusus on sõltuv turutõkete detailsest tundmisest ja induktiivne üksikult-üldisele meetod on meetmetõhususe tõstmisel oluline. Seega ei saa biometaani turukorralduse planeerimisel toetuda mitte ühele, vaid mõlemale meetodilisele käsitlusele.

Biometaani kasutuselevõtu majandusmõjude analüüsi osas on vaadeldud stsenaariume kus biometaaniga asendatakse 9,5 % Eesti summaarsest bensiini ja diislikütuse tarbimisest. Sõltuvalt asendatava kütuse liigist varieerub vajalik biometaani kogus 109–139 miljoni Nm<sup>3</sup>, mis on 24–31 % saadolevast ressursist.

Biometaani kasutuselevõtu otsesteks mõjudeks soodsaima tegevusstsenaariumi korral on:

- põhjustab 3,2 % kütuseturu kallinemise (30 miljonit eurot aastas);
- loob otsest lisandväärtust (SKP) 41 miljoni euro ulatuses aastas (lisandväärtuse kasv ületab kütuseturu kallinemise).

Lisandväärtuse loome jaotub antud stsenaariumi korral ligikaudu võrdselt biometaani tootmise ja põllumajanduse vahel (ca 41 % mõlemad), marginaalne osa lisandväärtusest jääb logistikasektorile ja ligikaudu 14 % jaotusvõrgule ja turustamisele.

Biometaani kasutuselevõtu kaudseteks mõjudeks on:

- mootorikütuste isevarustatusega taseme tõus ja seeläbi kõrgem energiajulgeolek;
- tootmistegevuse kasv ja selle kaudne positiivne mõju kogu majandusele;
- töövõime paranemine põllumajandussektoris ja täiendavate töökohtade teke biometaani tootmises;
- maakasutuse efektiivsuse kasv.

Biometaani tootmisega oleks efektiivseima mudeli korral seotud 285 töökohta, mis ei tähenda otseselt uusi ja tekkivaid töökohti vaid väga suures ulatuses on tegemist pigem olemasolevate töökohtade töövõime tõusuga. Uued töökohad tekivad biometaani tootmise valdkonnas, sest sisuliselt on tegemist uue tootmisharuga. Põllumajanduse ja logistika summaarne töövõimevajadus (238 töökohta) jaguneb osaliselt täiendavaks töövõimevajaduseks aga ka olemasolevate töökohtade efektiivsuse kasvu arvele. Kogu väärtusahela lõikes luuakse lisandväärtust seotud töökohta kohta aastas 146 tuhat eurot aastas.

Majanduslikult efektiivselt viis biometaani tarbimisel on bensiinitarbimise asendamine biometaaniga, sest bensiini asendamine biometaaniga annab analüüsitud stsenaariumitest kõrgeima majandusliku efekti (CNG asendab bensiini madalama asenduskoefitsendiga kui diislikütust). Seega tuleks soodustada bensiini kasutuselt üleminekut biometaani kasutusele, mis eeldab jaetarbijate (kodumajapidamised) kütusetarbimise eelistuste muutmist (sh CNG tanklavõrgustiku teket).

Eesti tanklavõrgu analüüsist nähtub, et kolmandik Eesti olemasolevatest jaeturu vedelkütuste tanklatest asub gaasitrassidele lähemal kui 200 meetrit (arvuliselt 158 üksust). Mõistagi ei tähenda see, et kogu vastavas ulatuses on tanklate arendamine otstarbekas, kuid annab indikatsiooni sellest, et olemasoleva tanklavõrgu kaudu CNG müük on otstarbekam kui uue tanklataaristu loomine. Käesolevas töös analüüsitud 23 Euroopa Liidu riigi võrdluses on kirjeldatud riikide grupi keskmine sõidukite arv tankla kohta veidi alla 2500 sõiduki tankla kohta. Eesti vastav näitaja (1614 sõiduki tankla kohta) on pigem madal ja moodustab ca 2/3 analüüsitud grupi keskmisest. Võrreldes kasutusintensiivsuse tippudega (üle 4000 sõiduki tankla kohta Suurbritannias ja ca 3500 Saksamaal) on kasutusintensiivsus kuni kaks ja pool korda madalam. Seega oleks Eesti suhteliselt madala asustustiheduse juures täiendavate tanklate rajamine põhjendamatu, sest juba olemasolevate tanklate arv on teiste riikide võrdluses liialt kõrge ja CNG kättesaadavus tuleb tagada olemasoleva tanklavõrgu kaudu.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Energiatalgud. Biogaas ja biometaan.  
[WWW] <http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Biogaas&menu-47>
2. CNG autokütusena. Eesti Gaas AS [WWW] <http://www.gaas.ee/surugaas/surugaas-autokutusena/> (11.03.2015).
3. Eesti tingimustesse sobivate biogaasi metaaniks puhastamise tehnoloogiate rakendatavus ning keskkonna majanduslikud mõjud. Laiendatud kokkuvõte. TTÜ Soojustehnika Instituut. [WWW] [http://www.eby.ee/BIO/Laiendatud\\_kokkuvote\\_2014.pdf](http://www.eby.ee/BIO/Laiendatud_kokkuvote_2014.pdf) (21.04.2015).
4. Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA). Statistika 2014.
5. Energiatarbimine transpordisektoris. Energiatalgud – Eesti Arengufond [WWW] [http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Energiatarbimine\\_transpordisektoris](http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Energiatarbimine_transpordisektoris) (22.04.2015).
6. **Oja, A.** “Biometaani kasutamise avalikud hüved”, Eesti Arengufond. Tallinn, 2013
7. **Vohu, V.** Kasutusest väljas oleva põllumajandusmaa ressurss, struktuur ja paiknemine”, Eesti Arengufond, Tallinn 2013.
8. **Viiralt, R., Selge, A.** “Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressurss.” Eesti Arengufond. Biometaani programmi vahe raport, 2014.
9. **Kaasik, A., Vohu, V.** “Rohtse biomassi kasutamine loomasöödaks – biomassi tekke ja tarbimise mudel.” Eesti Arengufond. Biometaani programmi vahe raport. 2014.
10. Service Station Retailing in Luxembourg 2011. Verdict Retail 2012 [WWW] [http://www.datamonitor.com/store/Product/service\\_station\\_retailing\\_database\\_2011\\_luxembourg?productid=CM00158-004](http://www.datamonitor.com/store/Product/service_station_retailing_database_2011_luxembourg?productid=CM00158-004) (09.04.2015).
11. Portugali andmepäringu kirjeldus. Euroopa Komisjon 2014 [WWW] [http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014\\_portugal\\_notes.pdf](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_portugal_notes.pdf) (10.04.2015).
12. Service Station Retailing in Slovakia 2012. Verdict Retail 2013 [WWW] [http://www.datamonitor.com/store/Product/service\\_station\\_retailing\\_in\\_slovakia\\_2012?productid=CM00197](http://www.datamonitor.com/store/Product/service_station_retailing_in_slovakia_2012?productid=CM00197) (09.04.2015).

13. European Petroleum Retail Sector Market View, CBRD Ltd. September 2012  
[WWW] [http://portal.cbre.eu/portal/page/portal/RRP/ResearchReportPublicFiles/PI\\_EMEA\\_MarketView\\_Sep%202012\\_FINAL2.pdf](http://portal.cbre.eu/portal/page/portal/RRP/ResearchReportPublicFiles/PI_EMEA_MarketView_Sep%202012_FINAL2.pdf) (28.03.2015).
14. Service Station Retailing in Sweden 2012, Reuters Research and Markets 2012  
[WWW] <http://www.reuters.com/article/2013/07/10/research-and-markets-idUSnBw106240a+100+BSW20130710> (07.04.2015).
15. **Kask, Ü.** Biogaas rohtsest biomassist ja biometaanist ressursid. Eesti Arengufond 2014.
16. **Selge, A., Remmik, A.** Efektne silotootmisüksus: tehnilised ja majanduslikud parameetrid, Eesti Arengufond 2015.
17. PRIA 2012. aasta põllumajandustoetuste deklaratsioonid.
18. PRIA loomakasvatuse registri väljavõte 31.12.2012 seisuga.
19. **Oja, A.** "Biometaanist kasutamise eelised", Eesti Arengufond. Tallinn, 2013.  
[WWW] [http://www.energiatalgud.ee/img\\_auth.php/a/a6/Oja, A. Biometaanist kasutamise avalikud hüved.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/a/a6/Oja,_A._Biometaanist_kasutamise_avaalikud_hueved.pdf) (02.04.2015).
20. Rohumaade ja loomakasvatusehitiste andmed PRIA loomakasvatusehitiste ja põllumassiivide registritest. (31.12.2012 seisuga). Andmepäringu vastus 14.03.2014.
21. E-kiri 03.02.2015. Logicconnect OÜ, Tõnis Hintsov.
22. **Owen, A.D.** Renewable energy: Externality costs as market barriers. School of Economics, The University of New South Wales, Sydney, NSW 2052, Australia  
Energy Policy 34 (2006) 632–642 [WWW] [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:37069386](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:37069386) (02.04.2015).
23. **Von Rosenstiel, D.P., Heuermann, D.F., Hüsiger, S.,** "Why has the introduction of natural gas vehicles failed in Germany? – Lessons on the role of market failure in markets for alternative fuel vehicles." Euroopa Komisjon. University of Regensburg.  
[WWW] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514006879> (03.03.2015).
24. **Uusitalo, V., Havukainen, J., Soukka, R., Väisänen, S., Havukainen, M., Luoranen, M.** "Systematic approach for recognizing limiting factors for growth of biomethane use in transportation sector – A case study in Finland." Laboratory of Environmental Technology, Lappeenranta University of Technology, (17.02.2015)  
[WWW] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115001378> (03.03.2015).

25. **Melaina, M., Bremson, J.**, “Refueling availability for alternative fuel vehicle markets: sufficient urban station coverage.” *Energy Policy*, 36 (2008), pp. 3233–3241.
26. Regionaalne pendelrände uuring. [WWW] [https://riigikantselei.ee/sites/default/files/content-editors/TOF/TOF\\_uuringud/82\\_uuringu\\_luhik.pdf](https://riigikantselei.ee/sites/default/files/content-editors/TOF/TOF_uuringud/82_uuringu_luhik.pdf) (02.04.2015).
27. Statistikaamet. “Kütuste tarbimine” [WWW] <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp> (20.04.015).
28. **Le Fevere, C.**, Oxford Institute for Energy Studies “The Prospects for Natural Gas as a Transport Fuel in Europe”, Table 15: “Simulated energy and environmental TTW performance for cars [WWW] <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/03/NG-84.pdf> (27.03.2015).
29. **Kirk, J.L., Bristow, A.L., Zanni, A.M.** Exploring the market for Compressed Natural Gas light commercial vehicles in the United Kingdom. Transport Studies Group, School of Civil and Building Engineering, Loughborough University, Loughborough LE11 3TU, United Kingdom [WWW] [http://ac.els-cdn.com/S1361920914000194/1-s2.0-S1361920914000194-main.pdf?\\_tid=d6a8fc18-e9af-11e4-b797-00000aab0f02&acdnat=1429790395\\_6d0f2c01fdc877ff436382e4599d1aaa](http://ac.els-cdn.com/S1361920914000194/1-s2.0-S1361920914000194-main.pdf?_tid=d6a8fc18-e9af-11e4-b797-00000aab0f02&acdnat=1429790395_6d0f2c01fdc877ff436382e4599d1aaa) (14.04.201).
30. Service Station Retailing in Bulgaria 2011. Verdict Retail 2012. [WWW] <http://www.slideshare.net/ReportLinker/service-station-retailing-in-bulgaria-2011>.
31. An Energy Overview of Croatia. U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy [WWW] [http://www.geni.org/globalenergy/library/national\\_energy\\_grid/croatia/EnergyOverviewofCroatia.shtml](http://www.geni.org/globalenergy/library/national_energy_grid/croatia/EnergyOverviewofCroatia.shtml) (31.03.2015).
32. Service Station Retailing in Bulgaria 2011. Verdict Retail 2012 [WWW] [http://www.datamonitor.com/store/Product/service\\_station\\_retailing\\_in\\_finland\\_2011?productid=CM00199-007](http://www.datamonitor.com/store/Product/service_station_retailing_in_finland_2011?productid=CM00199-007) (08.04.2015)
33. European Petroleum Retail Sector Market View, CBRD Ltd. September 2013 [WWW] [http://www.cbre.eu/portal/pls/portal/res\\_rep.show\\_report?report\\_id=3217](http://www.cbre.eu/portal/pls/portal/res_rep.show_report?report_id=3217) (13.04.2015).
34. Entwicklung der Tankstellenanzahl seit 1965 in Deutschland [WWW] <https://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/probleme-tankstelle/anzahl-tankstellen-markenverteilung/default.aspx> (09.04.2015).



35. Service Station Retailing in Greece 2012. Verdict Retail 2013 [WWW]  
[http://www.datamonitor.com/store/Product/service\\_station\\_retailing\\_in\\_greece\\_2012?productid=CM00197-009](http://www.datamonitor.com/store/Product/service_station_retailing_in_greece_2012?productid=CM00197-009) (09.04.2015).
36. Service Station Retailing in Lithuania 2012. Verdict Retail 2013 [WWW]  
[http://www.datamonitor.com/store/Product/service\\_station\\_retailing\\_in\\_lithuania\\_2012?productid=CM00197-014](http://www.datamonitor.com/store/Product/service_station_retailing_in_lithuania_2012?productid=CM00197-014) (09.04.2015).
37. Industry Overview. UK Petroleum Industry Association Ltd. 2014 [WWW]  
[http://www.ukpia.com/industry\\_information/industry-overview.aspx](http://www.ukpia.com/industry_information/industry-overview.aspx) (09.04.2015).
38. Regio AS, Tanklavõrgu GIS analüüs. Eesti Arengufondi tellimusel. Tartu 2015.
39. Rahandusministeeriumi vastus andmepäringule (03.11.2014)
40. AS Regio. Ühistranspordi andmebaasi (peatus.ee) andmete töötlus. Eesti Arengufondi tellimusel. Tallinn 2014.

**LISAD**

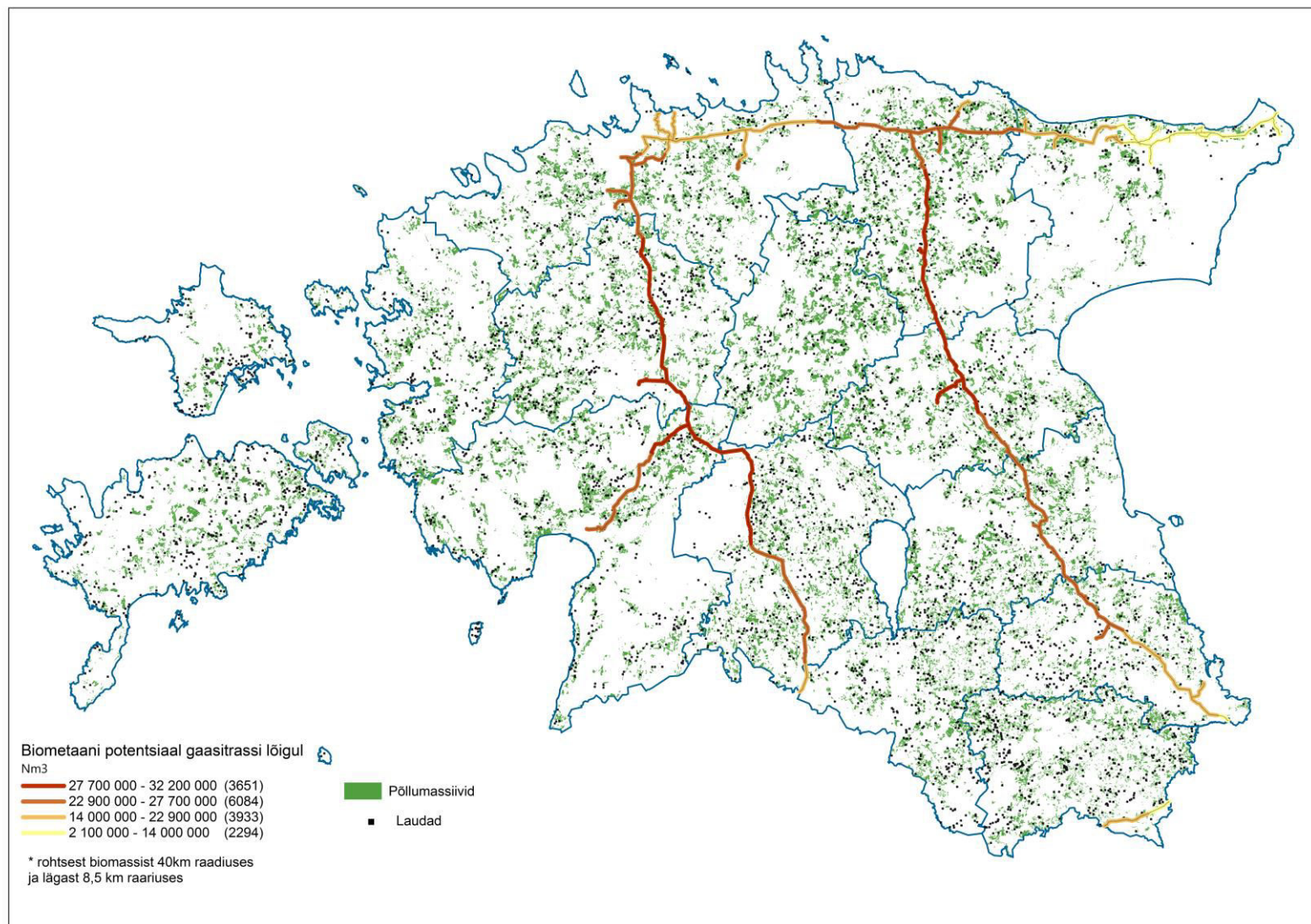
## LISA 1. Sõidukite arvu ja tanklate arvu analüüsi allikad

	Sõidukite arv	Tanklate arv	Sõidukeid tankla kohta	Tanklate arvu allika nr
<b>KOKKU:</b>	<b>273 539 111</b>	<b>110 943</b>	<b>2466</b>	
Austria	5 079 600	2600	1954	1
Belgia	6 685 523	3150	2122	1
Bulgaaria	3 344 500	3142	1064	2
Eesti	705 199	433	1629	4
Hispaania	27 154 604	10400	2611	12
Horvaatia	1 613 920	601	2685	3
Itaalia	40 894 491	21400	1911	1
Kreeka	6 552 872	7162	915	7
Leedu	1 879 561	880	2136	8
Luksemburg	397 939	240	1658	9
Madalmaad	8 822 445	4250	2076	1
Poola	22 189 490	6800	3263	1
Portugal	5 757 400	2800	2056	10
Prantsusmaa	37 212 000	11700	3181	1
Rootsi	5 074 641	2786	1821	13
Saksamaa	48 638 996	14209	3423	6
Slovakkia	2 119 125	700	3027	11
Soome	3 642 385	1960	1858	5
Taani	2 770 809	1975	1403	1
Tšehhi Vabariik	5 070 000	3600	1408	1
Ühendkuningriik	34 457 011	8455	4075	14
Ungari	3 476 600	1700	2045	1

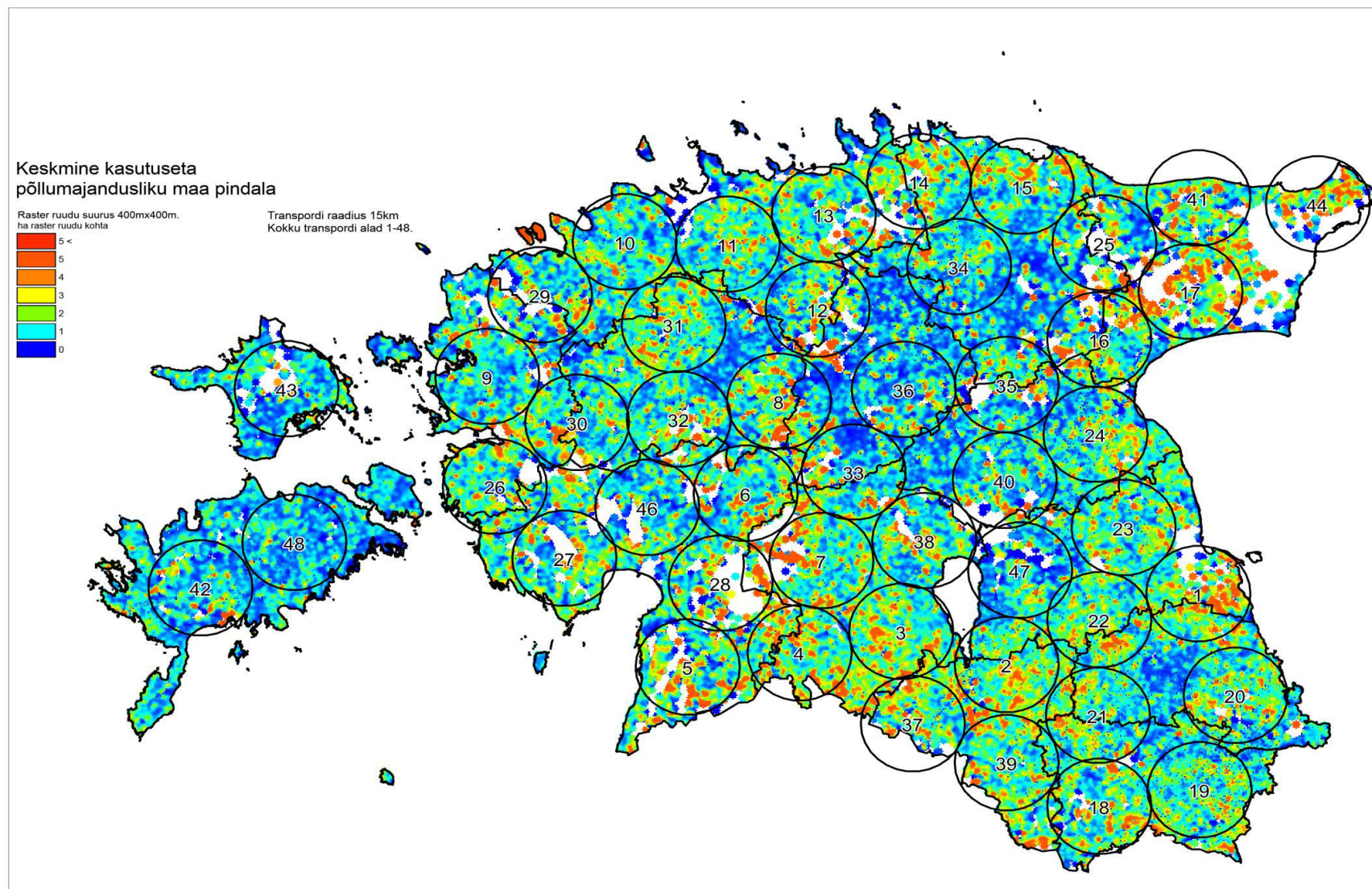
### Allikate loetelu:

- 1 European Petroleum Retail Sector Market View, CBRD Ltd. September 2012 [13]
- 2 Service Station Retailing in Bulgaria 2011. Verdict Retail 2012 [30]
- 3 An Energy Overview of Croatia. U.S. Department of Energy, Office of Fossil Energy [31]
- 4 Regio AS, Tanklavõrgu analüüs Eesti Arengufondi tellimusel. 2015 [38]
- 5 Service Station Retailing in Finland 2011. Verdict Retail 2012 [32]
- 6 Entwicklung der Tankstellenanzahl seit 1965 in Deutschland. ADAC 2015 [34]
- 7 Service Station Retailing in Greece 2012. Verdict Retail 2013 [35]
- 8 Service Station Retailing in Lithuania 2012. Verdict Retail 2013 [36]
- 9 Service Station Retailing in Luxembourg 2011. Verdict Retail 2012 [10]
- 10 Portugali andmepäringu kirjeldus. Euroopa Komisjon 2014 [11]
- 11 Service Station Retailing in Slovakia 2012. Verdict Retail 2013 [12]
- 12 European Petroleum Retail Sector Market View, CBRD Ltd. September 2013 [13]
- 13 Service Station Retailing in Sweden 2012, Reuters Research and Markets 2012 [14]
- 14 Industry Overview. UK Petroleum Industry Association Ltd. 2014 [37]

## LISA 2. Biometaani ressursi paiknemine maagaasivõrgu suhtes



### LISA 3. Kasutamata põllumajandusmaa paiknemine



## LISA 4. Gaasiliste transpordikütuste ümarlaua lühikokkuvõte

26.02.2015 kell 14:00-16:00 MKMi A-saalis

Koostaja: Siim Meeliste, Energeetika osakond, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium  
([siim.meeliste@mkm.ee](mailto:siim.meeliste@mkm.ee))

### Kohalolijad:

Raul Kotov	AS Eesti Gaas
Arno Sillat	AMTEL
Janek Parkman	JetGas OÜ
Artur Dianov	AS Reola Gaas
Andrus Laur	AS Eesti AGA
Heiki Enok	SA KIK
Jaanus Mumm	Reola Gaas
Üllar Kaljuste	AS SEBE
Tõnu Kurvet	Gaznet OÜ
Tõnis Kukk	Eesti Gaasiliit
Jaanus Tamm	Tartu Linnavalitsus
Rein Rusch	Võru Maavalitsus
Arvo Kaasik	AS Eesti AGA
Ingmar Roos	Maanteeamet
Villem Tori	Autoettevõtete Liit
Siim Meeliste	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
Kaur Sarv	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

### Lühikokkuvõte:

Kohtumisel olid esindatud põhimõtteliselt kõik turuosaliste grupid: tarbijate, tarnijate ja avaliku sektori (regulatsioon) esindajad. Sisuka arutelu tulemusel kaardistati gaasiliste transpordikütuste tulevikuperspektiive, positiivseid ja negatiivseid aspekte ning kõige olulisemana tõkkeid, mis seisavad erinevatel turuosalistel gaasiliste transpordikütuste turu arendamise ees.

Põhimõtteliselt nägid kõik osalised gaasiliste transpordikütuste osas mingites valdkondades positiivseid aspekte. Teadvustati, et gaasiliistel kütustel on spetsiifikast tulenevalt mõnedes kasutusvaldkondades oma piirangud (nt raskeveod mägistes piirkondades), kuid selgelt on valdkondi, kus gaasitransport paistab silma positiivsete külgedega: näiteks ühistransport ja erasõidukid.

Kokkuvõttes on arutelu põhjal peamiselt kaks tõket gaasiliste transpordikütuste turu arendamisel, mille olulisust teadvustasid kõik osapooled:

**1. Pikaajaline ebakindel riiklik aktsiisipoliitika ja ebakindlus kütuse hinna suhtes võrreldes alternatiividega** – eelkõige tarbijate ja tarnijate poolt tuleb signaal, et puudub informatsioon pikaajalise aktsiisipoliitika osas, mis mõjutab tugevalt nende kindlust erinevatesse alternatiivkütuseid tarbivatesse sõidukitesse investeerimisel. Ei ole kindlust selle osas, milline on riigi oodatav tarbimine ja seega hinnaskaala traditsiooniliste vedelkütuste ning alternatiivkütuste võrdluses.

**2. Tanklate vähesus** – erinevate kütuste kasutuselevõttu piirab tankimistaristu vähene kaetus. Teema pole oluline mitte ainult Eesti lõikes, vaid näiteks rahvusvaheliste vedude puhul lähinaabrite ning laiemalt Euroopa kontekstis. Tankimistaristu arendajate poolt on valmidus olemas kui oleks teada täpsem riiklik tegevuskava alternatiivkütuste kontekstis.

Lisaks toodi välja, et riik peaks gaasiliste transpordikütuste osas näitama oma selget pühendumist näiteks läbi erinevate riigihangete ja oma eesmärgi ka selgemalt ning jõulisemalt välja ütleva. Lisaks toodi välja hindade võrdluse meetoodika koostamise olulisus, millega Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium juba tegeleb.

Osalejate poolt tõstatati ka gaasi- ja elektrisõidukite ning nende taristu konkurentsiküsimused. Tehti ettepanek vaadelda alternatiivsete kütuste laadimistaristute küsimusi komplektina, et vältida võimalikke dubleerimisi.

Jätkutegevusena analüüsib Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium saadud tagasisidet ning püüab leida võimalusi turutõkete ületamisel lahenduste leidmiseks koostöös turuosaliste ning teiste ministeeriumitega.

## LISA 5. Tehnoloogia rakendamise teekaardi (projekt) meetmed

Koostatud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi energeetikaosakonna poolt

<b>Biometaani ostukohustus läbi riigihangete</b>
Riigihangetel biometaani tarbivate sõidukite hankimine tekitab otseselt biometaanile tarbijaskonda ning võimaldab turule tulla biometaani pakkujatel turupõhistel eeldustel. St biometaani saavad turustada need tootjad, kelle tootmishind on pikaajaliselt odavam kui vedelkütustel ning kelle projektid on piisavalt mastaapsed, et võimaldavad hoida biometaani ühikuhinna madala. Meetme üheks võimalikuks puudujäägiks on olukorra tekkimine, kus biometaani tootjatel ei õnnestu hoolimata ostukohustusest teatud kogustele oma investeeringuid finantseerida, kuna finantsasutustel puudub hoolimata kõigest kindlus biometaani kui toote turustamisvõimaluste osas.
Tõhusus: kõrge / Ajaperspektiiv: lühike
<b>Pikaajalise aktsiisipoliitika kindlaksmääramine</b>
Pikaajalise aktsiisipoliitika loomine gaasilistele kütustele vajab laiapõhjalist arutelu ning on riigieelarvele võrdlemisi vähekoormav meede, mis samal ajal tõstab oluliselt erinevate osapoolte kindlust sektorisse investeerida ning finantsasutuste kindlust projekte finantseerida.
Tõhusus: kõrge / Ajaperspektiiv: keskmine
<b>Riiklikult rahastatud vähempakkumised biometaani kogustele</b>
Meede kätkeb endast pikaajalisi tegevuskulude toetusi biometaani tootjatele. Meede on tõhus suuremahuliselt kogu biometaani tootmispotentsiaali rakendamiseks ning võimaldab seda müüa maagaasiga konkurentsivõimelise hinnaga. Samal ajal tähendab see tõenäoliselt riigiabi loa taotlemist ning moonutusi turul, kus tootjad, kes saavad oma biometaani tootmisele toetust saavad biometaani müüa oluliselt odavamalt kui konkureerivad tootjad. Samuti ei aita meede kaasa biometaani tarbijaskonna tekkimisele, sest olukorras, kus on kaks sarnase hinnaga kütust, puudub otsene stiimul konkreetselt biometaani ostmiseks
Tõhusus: keskmine / ajaperspektiiv: pikk
<b>Tankimistaristu investeeringute toetamine</b>
Tankimistaristu toetamine ergutava meetmena aitab parandada tankimistaristu regionaalset kaetust. Meedet on võimalik konstrueerida toetamaks taristu rajamist rohkem kohtades, mis on suurest tarbijaskonnast eemal ning vähem kohtades, kus asustustihedus ning tõenäoline tarbijaskond on suurem. Kuna tanklainvesteeringud on kapitalimahukad, siis on investeeringutoetuse mõju suur. Samuti on võimalik toetada olemasolevatesse tanklatesse biometaani tankimise võimaluse rajamist, mis parandab samuti rahakasutuse efektiivsust, soodustab koostööd kütusetarnijate ja tanklaoperaatorite vahel ning tekitab tarbija jaoks mugavaid lahendusi.
Tõhusus: kõrge / Ajaperspektiiv: lühike
<b>Biometaani sõidukite toetamine</b>
Busside ostu toetamine on riigiabi kuna abi antakse eraettevõttele, mis bussid soetavad. Meetme haldamine on võrdlemisi keeruline kuna näiteks avalike liinivedude puhul selgub vedaja pärast hanke korraldamist. Samal ajal puudub nii liinivedude hankijal kui ka bussiettevõttel kindlus, et nendele vajalikus koguses biometaani turul on ning võidakse soetada riskide maandamiseks väiksemas mahus busse. Väikesed tarbitavad kogused aga ei motiveeri biometaani projekti arendajat biometaani tootma ning seetõttu väheneb ka selle turuletuleku tõenäosus. Kui samal ajal kooskõlas käivitada näiteks biometaani ostukohustus läbi riigihangete on meede tõhusam kuna maandab seotud riske ning motiveerib suures mahus biometaani tarbivaid sõidukeid hankima.
Tõhusus: keskmine / Ajaperspektiiv: keskmine



**Ühtlustada alternatiivkütuste hindade näitamine (juhendmaterjal)**

Alternatiivkütuste hindade näitamise ühtlustamine on meede, mille kaudu on võimalik ühtlustada tarbijale näiteks biometaani ja CNG puhul võrreldavate hindade näitamine. Levinuim näidatav ühik on bensiiniekvivalent, mis on erinevate kütuste kütteväärtustel põhineval võrdlusel saadud ühik: st kui palju maksaks kütus kui tegemist bensiiniliitrina.

Tõhusus: keskmine / Ajaperspektiiv: lühike