

TARTU ÜLIKOOL  
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT  
KESKKONNATEHNOLOOGIA ERIALA

Markus Lelle

**BIOMETAANI KASUTUSELEVÕTT MOOTORIKÜTUSENA EESTIS:  
PILOOT-TOOTMISKOMPLEKSI ARENDUSTAKISTUSTE ANALÜÜS**

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Juhendaja: PhD Antti Roose

Tartu 2016

# **Biometaani kasutuselevõtt mootorikütusena Eestis: Piloot-tootmiskompleksi arendustakistuste analüüs**

**Kokkuvõte:** Töös selgitatakse biometaani kasutuselevõtu vajalikkust mootorikütusena Eestis. Antakse ülevaade esimesest tootmiskompleksi arendamisest Eestis, tuues välja käivitamisprobleeme ja arendustakistusi. Analüüsitakse biometaani transportimise lahendusi, sealhulgas biometaani maagaasitorustikku sisestamise tingimusi, samuti erinevaid toetusmeetmeid, mis võimaldavad biometaani läbimurret turule, tuues eeskujuks näiteid Rootsist. Biometaani kasutuselevõtt aitab täita EL-i taastuvenergia eesmärki, on kasulik nii keskkondlikult, energiamajanduslikult kui ka sotsiaalmajanduslikult. Eestis seni biometaani ei toodeta, sest arendusprotsess pole kulgenud ladusalt ning äriiselt oleks tootmine kahjumlik. Biometaani transpordil on otstarbekam kasutada maagaasivõrgustikku võrreldes autotsisterntranspordiga, kuid tuleb saavutada biometaani kvaliteedinõudeid maagaasitorustikku sisestamisel. Eesti toetab biometaani kasutuselevõttu investeringutoetustega, biometaanile aktsiisivabastuse ning maagaasile astmelise aktsiisitõusu kehtestamisega. Rootsist on biometaani- ja surumaagaasi sõiduki kasutajatel mitmeid eelised ja soodustusi, mida saaks rakendada ka Eestis.

**Märksõnad:** *biometaan, transport, toetusmeetmed, tootmiskompleks*

CERCS kood – „T270 Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll“

## **Using biomethane as motor fuel in Estonia: Analysis of development issues of pilot production plant**

**Abstract:** The research paper gives an overview to the importance of biomethane usage as a motor fuel in Estonia, showing the complications with development of the first production plant. The transportation possibilities are analysed, including conditions necessary for insertion of the biomethane into natural gas grid. Sweden is set as an example on support-schemes for more efficient breakthrough and comprehensive usage of biomethane. This can lead to completing the EU-s renewable energy directive, which is important from the environmental, energy-economical, and social aspect. For the moment being, biomethane is not produced in Estonia, as it is not yet economically beneficial and there have been problems in development process. At the same time, Estonia supports the directives with different investments. It is prioritising the biomethane staying as a no excise duty, as well as holding the natural gas excise duty on stable rise. In Sweden there are several benefits and discounts for machines that use biomethane on compressed natural gas as fuel. Those benefits and discounts should also be considered in Estonia.

**Keywords:** *biomethane, transport, support-schemes, production plant*

CERCS-code – T270 – „Environmental technology, pollution control“

## Sisukord

Sissejuhatus .....	5
1. Biometaan ja selle kasutuselevõtu vajalikkus .....	7
1.1. Biolagunevast materjalist mootorikütus .....	7
1.2. Euroopa Liidu taastuvenergia direktiiv ja selle täitmine transpordisektoris .....	8
1.3. Energeetilised, keskkonna ja regionaalarengu hüved.....	8
1.5. Ülevaade biometaani tootmisest ja kasutamisest transportkütusena Rootsis .....	10
2. Siimani farmi biometaani tootmisprojekt.....	12
2.1. Biometaani tootmiskompleksi arendamine ja selle takistused .....	12
2.3. Transportmeetodite võrdlus .....	15
3. Biometaani sisestamine maagaasivõrku .....	16
3.1. Lepingu osapooled ja üldiseloomustus.....	16
3.2. Maagaasivõrku sisestamise tingimused .....	18
4. Toetusmeetmete analüüs .....	20
4.1. Toetusraamistik .....	20
4.2. Toetusvoorud biometaani kasutavatele bussidele ja tanklataristule .....	20
4.3. Aktsiis ja käibemaks .....	21
4.4. Rootsi toetusmeetmed.....	22
Kokkuvõte .....	23
Kasutatud kirjandus.....	25

## Sissejuhatus

Fossiilsed kütused on tänapäeva transpordisektoris endiselt väga laialdaselt kasutusel. Paljud riigid on nende eksportimisest ja kasutamisest suurel määral sõltuvad. Paratamatult kaasnevad fossiilkütuste tarbimisega negatiivsed keskkonnamõjud, mille tulemusena paiskub õhku hulgaliselt erinevaid saasteaineid, mis põhjustavad globaalset soojenemist. Maapõuest ammutatavate taastumatute maavarade kasutamine energia tootmise otstarbel tekitab biosfääri süsinikku juurde, mille tulemusena suureneb selle kontsentratsioon atmosfääris süsihappegaasi näol, põhjustades koos teiste saasteainetega õhusaaste suurenemist.

Fossiilkütuste kasutamise piiramiseks on maailm rakendamas poliitikaid biokütuste osakaalu suurendamisele energia tootmises. Biokütuseid saab toota taastuvatest allikatest ning nende tarbimisel ei lisandu biosfääri süsinikku. Euroopa Liit on fossiilsete kütuste kasutamise piiramiseks kehtestanud direktiivi, mille alusel peavad liikmesriigid, sh Eesti suutma taastuvate transportkütuste osakaalu 2020. aastaks tõsta 10%-ni kogu transpordis tarvitavatest kütustest. 2014.a seisuga on eesmärgist täidetud alla ühe protsendi, kuid hakkab lähenema tähtaeg, mille tõttu tuleb kiirelt biokütuste osakaalu suurendama hakata [24]. Eesti plaanib suure osa eesmärgist täita biometaaniga, mis praeguse seisuga tundub kõige potentsiaalsem taastuvkütus, mida kasutusele võtta.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on esiteks selgitada, miks on biometaaniga kasutuselevõtt Eestis olulise tähtsusega ning milliseid tehnoloogilisi lahendusi arendatakse, et võtta kasutusele biometaaniga transpordisektoris. Töö keskendub OÜ Biometaaniga poolt arendatava Siimani farmi projektile, mida on otsustanud Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) toetada biometaaniga tootmiskompleksi rajamiseks. Antakse ülevaade, kuidas kavandatakse biokütuse transporti, et varustada biometaaniga Tartu linnaliinitransporti. Seoses sellega antakse ülevaade tingimustest maagaasitorustiku kasutamise osas. Lisaks analüüsitakse erinevaid asjaolusid, mis põhjustel on biometaaniga projekt takerdunud. Kuna tegemist on pilootprojektiga ning ühegi teise samalaadse ettevõtmise tarvis pole toetust antud, ei näinud autor mõtet analüüsida nõ potentsiaalseid ettevõtteid, kellel oleks potentsiaali biometaaniga tootma hakata (nt AS Tartu Veevärk). Bakalaureusetöö viimases peatükis analüüsitakse erinevaid võimalikke biometaaniga toetusmeetmeid, tuues muuhulgas positiivseid näiteid Rootsist.

Töö eesmärkide saavutamiseks sõnastati järgmised uurimisküsimused:

Miks on biometaani kasutuselevõtt Eesti transpordisektoris vajalik?

Kuidas edeneb Siimani farmi biometaani tootmisüksuse käivitamine ning millised takistused seda pärsivad?

Millistel tingimustel on võimalik biometaani maagaasitorustikku sisestada, et juhtida Siimani farmi biometaan tarbijani?

Millised toetusmeetmed võiksid soodustada biometaani turule toomist transportkütusena ning milliseid toetusmeetmeid kasutatakse selleks Rootsis?

Leidmaks vastuseid püstitatud küsimustele, kasutati erinevaid teaduslikke allikaid, analüüse ja väljaandeid Eestis ja ka välisriikidest ning meedias avalikustatud informatiivseid artikleid. Biometaani maagaasitorustikku sisestamise tingimuste osas jagas informatsiooni Eesti Gaasiliidu koolitustoimkonna liige Lembit Ristik. Uurimisküsimuste püstitamisel andis nõu OÜ Biometaani juhatuse liige Ahto Oja. Siimani farmi biometaani tootmiskompleksi arengutakistuste osas intervjueriti Kõo Agro OÜ juhatuse liiget Meelis Vennot.

# 1. Biometaan ja selle kasutuselevõtu vajalikkus

## 1.1. Biolagunevast materjalist mootorikütus

Biogaas on gaasiline kütus, mis on saadud bioloogilise materjali anaeroobse kääritamise teel. Kõige rohkem sisaldab biogaas metaani (50-70% CH<sub>4</sub>) ja süsihappegaasi (30-40% CO<sub>2</sub>), lisaks vähemal määral teisi komponente nagu näiteks H<sub>2</sub>O, NH<sub>2</sub> ja H<sub>2</sub>S.

Biogaasi saab toota biolagunevast toorainest, nt silo, reoveesetted, sõnnik, läga ja orgaanilised olmejäätmed. Tootmisprotsess leiab aset vastavates bioreaktorites, kus tooraine anaeroobne kääritusprotsess saab toimuda erinevatel temperatuuridel: psührofiilsel (25°C), mesofiilsel (32-42°C) ja termofiilsel (50-57°C). Eelistatult kasutatakse tootmisel mesofiilset protsessi, sest reaktori kütmisvajadus on mõõdukas ning gaasiproduksioon on suur [1].

Biolagunevatest jäätmetest eralduval biogaasil on kütteväärtus 5-7 kWh/m<sup>3</sup>, mida saab kasutada soojuse ja elektri tootmiseks vastavates seadmetes [4].

Kui reaktoris on kääritamine lõppenud ning biogaas eraldunud, jääb järele kääritusjääk, mida saab põldudele väetisena laiali vedada. Võrreldes tavalise sõnnikuga, on sõnniku käärimisel tekkinud digestaadil paremad väetavad omadused. Anaeroobsel kääritamisel väheneb küll materjali süsinikusisaldus, kuid taimedele olulised mineraalid nagu fosfor ja lämmastik, jäävad alles. Lisaks eelnevale ei levita selline digestaat ebameeldivat lõhna ning käärimise käigus on hävinenud ka umbrohuseemned, mis muudab selle näiteks mahepõllumajanduses väga atraktiivseks väetiseliigiks [1].

Erinevate keemilis-füüsikaliste tehnoloogiate rakendamisel saab biogaasist toota biometaani. Tehnoloogia põhineb puhastusmeetodil, mille abil eemaldatakse biogaasist kõik ebavajalikud komponendid, peale metaani. Tulemuseks on metaanirikas (95-98% CH<sub>4</sub>) gaasiline kütus, mida saab lisaks soojuse ja elektri tootmisele kasutada ka mootorikütusena [1].

Puhastustehnoloogiatest maailmas enim kasutatavad on vahelduva rõhu all adsorbeerimine ja füüsikaline adsorptsioon. Valikul tuleb silmas pidada vastava jaama spetsiifilisi vajadusi ja tingimusi, näiteks odava elektri ja soojusenergia kättesaadavust või kuidas saab jaama veega varustada (füüsikalise adsorptsiooni meetodi puhul) [2].

Biometaan on keskkonnasõbralik alternatiiv nafta baasil toodetud fossiilsetele kütustele. Omadustelt on biometaan sarnane maagaasile, selle tõttu saab seda edastada ka maagaasivõrgus, mille eelduseks on Eesti tingumistes 98%-line (+-1%) metaani sisaldus [23].

## **1.2. Euroopa Liidu taastuvenergia direktiiv ja selle täitmine transpordisektoris**

Euroopa Liidu taastuvenergia direktiivi 2009/28/EÜ alusel on kokku lepitud, et kõik liikmesriigid peavad 2020. aastaks taastuvkütuste osakaalu transpordisektoris tõstma kümne protsendini, Eestis on hetkel see osakaal aga marginaalne. Näiteks 2010. aastal moodustas taastuvate transportkütuste osakaal vaid 0,2% [6].

Eestil on kavas 4% katta biometaaniga, mis on peaaegu pool eesmärgist. Selleks on vaja toota aastas ligi 48 miljonit Nm<sup>3</sup> biometaani, mis arvestades näiteks tooraine ressursi (püsirohumaade silo), on vägagi potentsiaalne eesmärk [3].

2016. aasta mai seisuga Eestis biometaani üldse ei toodeta. Kuna tähtajani on jäänud vähem kui 4 aastat ning hetkel pole valminud ühtegi terviklahendust biometaani tootmiseks, siis on kaheldav, et aastaks 2020 eesmärk saavutatakse. Ometi tehakse jõupingutusi, et samm-sammult energiapoliitilise eesmärgi suunas liikuda.

## **1.3. Energeetilised, keskkonna ja regionaalarengu hüved**

Biometaani tootmine ja kasutamine oleks oluline samm Eesti energeetilise sõltumatuse saavutamiseks. Kodumaise kütuse kasutamine vähendab vajadust välisriikidest kütuse ostmiseks. Imporditavate kütuste osakaalu vähendades saab investeringud suunata pigem kodumaise biokütuse energiatööstuse arendamisele.

Eesti taastuvenergeetika arengupotentsiaali silmas pidades on biometaan üks efektiivsemaid meetodeid taastuvenergia kasutuse osakaalu tõstmiseks. Erinevalt näiteks tuule- ja päikseenergiast saab väita, et biometaani tootmine tagab stabiilse energiavarustuse. Lisaks

aitab see edendada hajaenergeetikat, sest Eestis on arvukalt potentsiaalseid piirkondi biometaanijaamade rajamiseks (nt kasutamata rohumaade ja aktiivsete suuremate veiselautade läheduses). Piirkonna valik eeldab näiteks tooraine kättesaadavust, maagaasitorustiku lähedust, head teedevõrgustikku ning muidugi ka tööjõu olemasolu.

Keskkonnakaitse seisukohalt on biometaani kasutuselevõtmine oluline kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamiseks. Praegu Eestis kasutusel olevaid taastumatuid fossiilseid kütuseid (nafta, maagaas) ammutatakse maapõuest, kuhu nad on miljonite aastate jooksul moodustunud. Fossiilkütuste kasutamisel lisandub atmosfääri suurtes kogustes kasvuhoonegaase, mis saastavad keskkonda ning päikesekiirgust neelavate ja edasipidi soojust kiirgavate omaduste tõttu põhjustavad globaalset soojenemist. Biometaani tootmisel ja kasutamisel ei esine negatiivset mõju globaalsele soojenemisele ega keskkonna saastetasemele. Näiteks rohumaadel kasvav hein kasutab ära atmosfäärist leiduvat süsihappegaasi kasvamiseks, kui nüüd seda sama heinast toodetud biometaani mootoris põletada, siis eralduv heitgaas on sama gaas, mille hein kasvamisperioodil atmosfäärist sidus – sellest saab järeldada, et biometaani tootmisel ja kasutamisel on neutraalne efekt keskkonna saastamisel [5].

Biometaani tootmisel tekkiv kääritusjääk on enda omadustelt parem väetis kui sama materjal enne kääritamist, muuhulgas ei levita kääritusjääk ka ebameeldivat lõhna. Võrreldes käärituseelse substraadiga on digestaat taimedele paremini omastatav, sest sisaldab taimedele sobilikku ammooniumlämmastikku ja fosforit. Lisaks ei sisalda kääritusjääk taimedele raskesti omastatavat orgaanilist lämmastikku [22].

Eestis on suureks probleemiks maaelanikkonna vähenemine. Maapiirkondades süveneb tööpuudus. Samuti on soojuse ja elektri hind kõrge. Lisaks soovivad inimesed aktiivsemat elukeskkonda.

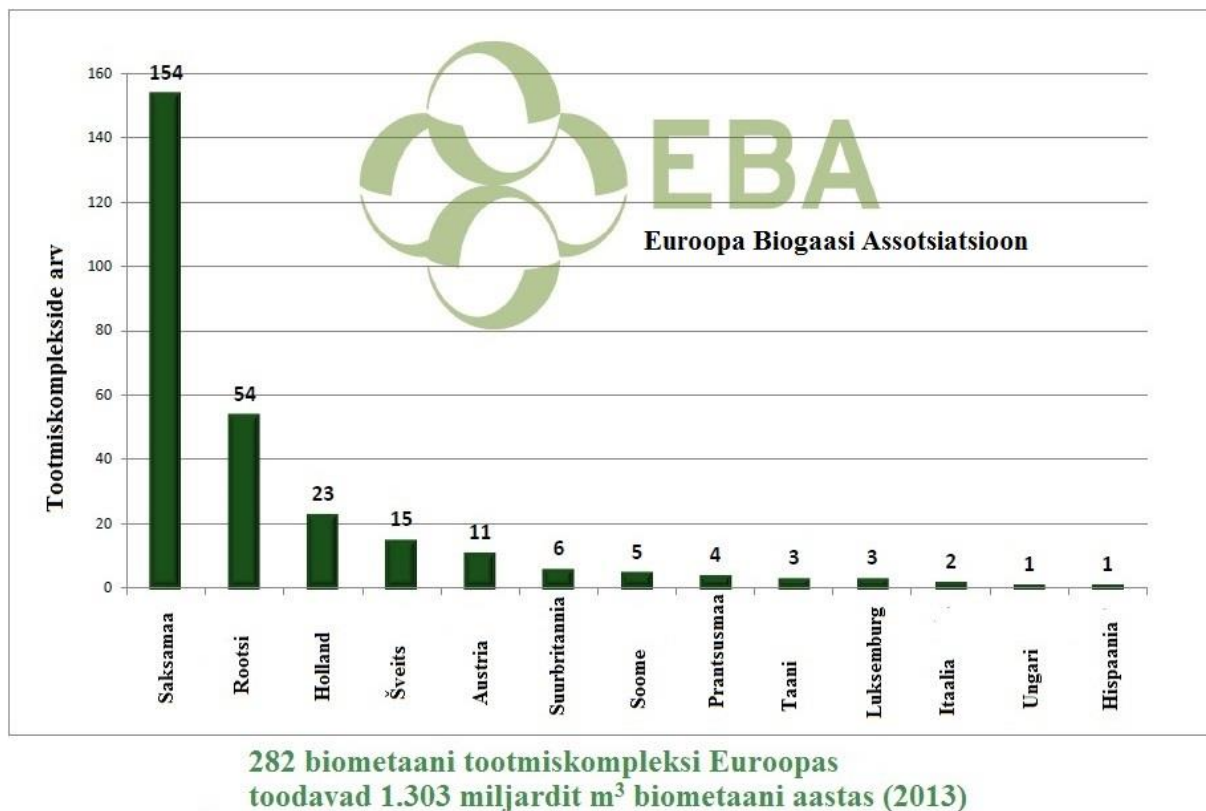
Biometaani tootmisega saab väike-asulates arendada mikrogaasivõrke, millega saab pakkuda tõenäoliselt ka kohalikule elanikkonnale odavamalt elektrienergiat. Biometaanijaamade käitamiseks on vaja kohalikku tööjõudu - see mõjub positiivselt tööhõivele ning see loob eeldused maale elama jäämiseks.

Tootmisel kasutavate substraatide kogumiseks on vajalik aktiivne põllumajanduslik tegevus. Selle tõttu intensiivistub maakasutus ning elavneb põllumajandus, mis samuti elavdab maapiirkonda ning soosib ka ettevõtlust [5].

## 1.5. Ülevaade biometaanitootmisest ja kasutamisest transportkütusena Rootsis

Järgnevalt antakse ülevaade Rootsist, kuidas antud riigi biometaanisektor on jõuliselt arenenud ning transpordisektor vähendamas süsinikuheidet.

Joonis 1. Biometaanitootmiskomplekside arv Euroopa riikides [25].



Rootsi on seadnud riiklikuks eesmärgiks olla 2030. aastaks transpordis fossiilsetest kütustest sõltumatu, 2050. aastaks plaanitakse terve riigi transpordisektor muuta fossiilkütustevabaks ning üle minna täielikult taastuvatele transportkütustele. Rootsis toodeti 2014. aastal 1,8 Twh/a biogaasi, millest 57% töödeldi ümber mootorikütuseks. Hinnanguliselt on antud riigi potentsiaal toota 22 Twh/a biogaasi.

2014. aasta seisuga oli Rootsis gaasisõidukeid järgnevalt: 2300 bussi, 47 000 sõiduauto ja 812 raskeveokit [26].

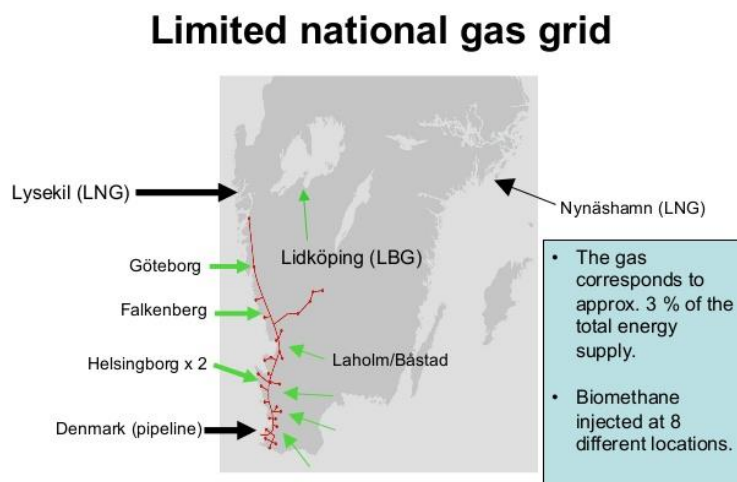
Biometaanit kasutatakse laialdaselt Rootsi linnatranspordis vähendamaks lokaalset, regionaalset ja globaalset kasvuhoonegaaside emissiooni. Näiteks 140 000 elanikuga

Lidköpingi linnas kasutavad kõik linnaliinibussid sõitmisel biometaani. Tänu sellele on CO<sub>2</sub> emissioonid vähenenud rohkem kui 9000 tonni aastas, võrreldes fossiilsete kütuste kasutamisega Lidköpingi bussides. Lisaks vähenesid kohalikul tasandil ka väävli ja lämmastikoksiidide emissioonid. Biogaasi kasutamine Lidköpingis mootorikütusena asendab 5,5 mlj liitrit bensiini ja diisli aastas, mis vähendab vajadust fossiilkütuste importimisele.

Lisaks võimaldab biogaasi tootmine keskkonناسäästlikult töödelda orgaanilist materjali digestaadiks, mida saab väetisena kasutusele võtta kunstlike väetiste asemel. Rootsi biometaani eduloos on leidunud kinnitust, et biogaasi tootmise ja kasutamise saab leevendada mitmeid keskkonna probleeme korraga [27].

Seejuures on tähelepanuväärne fakt, et biometaani transpordiks sobiv maagaasitorustiku pikkus on ainult 620 km, paiknedes riigi edelaosas [11].

Joonis 2. Limiteeritud maagaasivõrgustik Rootsis [28].



Piisavalt tiheda maagaasivõrgustikuga riigid, sh Eesti, peaks eelistama biometaani transpordil maagaasivõrgustiku kasutamist maanteetranspordile, et varustada biometaani tarbijaid. Kuna Rootsil sellist võimalust ei ole, kasutavad nad teisi lahendusi. 2014. aasta seisuga kasutas maagaasitorustikku gaasi transpordiks ainult 8 biometaani tootmiskompleksi 55-st.

Rootsi on maailmas biometaani maagaasitorustikuta transportimises esirinnas, kasutades selleks veokeid, mille mahutites on biometaan kas veeldatud või gaasilisel kujul. Rootsis,

Lidköpingis rakendati 2014. aastal tööle maailma üks esimene veeldatud biometaanitootmisjaamu.

Otsustamaks, kas transportida veeldatud või gaasilisel kujul, kasutati Benjaminssoni ja Nilssoni uurimistööd "Distributionsformer för biogas och naturgas i Sverige" (2009). Selgus, et gaasilisel kujul ja 200 barise rõhu all transport on mõistlik ainult kuni 200 km vahemaani. Üle 200 km on mõistlik transportida biometaanitootmisjaamu veeldatud kujul, kuna gaasilises olekus transport eeldab üpris paksu seinaga mahuteid ning see teeb veoki täismassi väga suureks. Veeldatud kujul transport on viis korda ökonoomisem, selle tõttu pikkade vahemaade puhul otstarbekam ning keskkonnale säästlikum [12].

Kuna maanteetransport veokite näol on samuti keskkonda säästav tegevus, tekitab Rootsis üha rohkem huvi kohalike gaasitorustike rajamine, mis oleks sõltumatud peamisest maagaasitorustikust. Torustike eesmärk peaks olema ühendada suuremaid tööstusi, linnu ja biometaanitootmisjaamu. Kuigi torustike rajamine on kulukas investeering, oleks sellisel viisil biometaanitootmisjaamu transport keskkondlikult palju ökonoomsem.

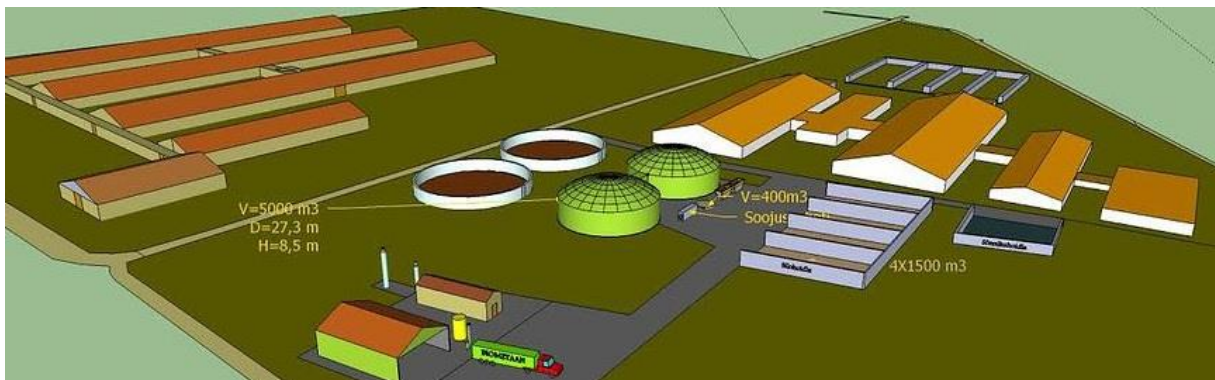
## **2. Siimani farmi biometaanitootmisprojekt**

### **2.1. Biometaanitootmiskompleksi arendamine ja selle takistused**

Balti Biometaan OÜ juhib projekti, mille käigus ehitatakse Viljandimaale Kõo Agro OÜ-le kuuluvasse Siimani farmi biometaanitootmiskompleks. Tegemist on Eesti biometaanitootmisjaamu tehnoloogilist protsessi ja sisulist arengut silmas pidades esimese sarnase ettevõtmisega, sest hetkel puuduvad Eestis terviklahendused biometaanitootmisjaamade valdkonnas [6].

Kompleks koosneb kahe kääritiga biogaasijaamast (üks 5000 m<sup>3</sup>), puhastusseadmest, biometaanitootmisjaamu surveks ja transportimiseks vajalikest ballooni kaskaadkonteineritest ning kolmest tanklast.

Joonis 3. Siimani farmi biometaani tootmiskompleksi põhimõtteskeem [6].



Gaasi tootmiseks vajalik läga ning sõnnik saadakse 1700-lt farmi veiselt ja noorloomalt, lisaks ka väheväärtuslikelt turbamaadelt kogutud silost. Biometaani tootmiseks on Siimani farm võimeline töötleva 70 000 tonni toorainet aastas, millest saab potentsiaalselt toota 1,2 miljonit kuupmeetrit biometaani [7].

Tootmine algab biomassi (sõnnik, läga, silo) sisestamisega kääritamise tanki. Vastavalt vajadusele tehakse toorainele mehaaniline eeltöötlus, näiteks silo peenestatakse ja segatakse lögaga kokku. Anaeroobsetes tingimustes 37-40 °C temperatuuril käärivad biomass mahutis 30-40 päeva, mida vastavalt segatakse kolme-nelja segajaga.

Anaeroobse protsessi tulemusena tekivad 50-70% metaanisaldusega biogaas liigutatakse edasi süsinikfiltritega puhastuskompleksi – antud agregaadis eraldatakse gaasist väävelvesinik. Ülejäänud gaaside eraldamiseks kasutatakse membraanpuhastustehnoloogiat, mille tulemusena saadakse väga puhas 97%-line biometaan. Maailmas on kõige paremini välja arendatud neli puhastustehnoloogiat: membraanpuhastus, vesipuhastus, keemiline puhastus ja vahelduvrõhu tehnoloogia. Esimest meetodit kasutatakse antud biometaani puhastuskompleksis, sest see on hinnalt konkurentsivõimeline ning arvatavasti ka kõige paremat tulemust andev meetod.

Viimases ettevalmistusetapis toimub biometaani survestamine, kus gaas surutakse 300 baarise rõhu alla – selle tulemusena on gaas tanklatesse transpordiks valmis. See etapp on kõige raskem, sest sellise tehnoloogia ostmine, töösoidmine ja hooldamine on kallid. Logistika biometaanijaama ja tanklate vahel on samuti keeruline osa.

Eelpool mainitud puhastusastmega biometaani saaks Eesti Gaasi normatiivide alusel sisestada maagaasitrassi. Antud 97%-line puhastusaste ei ole aga vajalik mootorikütusena kasutamiseks, sest selleks piisab ka 95%-lisest metaanisisaldusest [8].

Projekti eesmärk on aidata kaasa taastuvkütuse osakaalu suurendamisele transpordisektoris. Siimani farmi kompleksis toodetud biometaani kavandatakse algselt transportida Tartusse, mida hakkavad kasutama Tartu linnaliinibussid. 1,2 miljonist kuupmeetrist biometaanist piisab 25 bussi aastase kütusevajaduse rahuldamiseks. Lisaks saab biometaani sisestada ka Eesti Gaasi trassidesse, tänu millele saab biometaani kõikjalt bilansipõhiselt osta [8].

Eesti esimene rajatav biometaani tootmiskompleks sai rahalise toetuse 2014. aasta veebruaris. Toetuse 2 997 479 eurot määras Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK), mis on pool vajaminevast summast. Ülejäänud 3 miljonit eurot peab Kõo Agro OÜ leidma omafinantseeringuga. Toetuse maksmisel seati tingimuseks, et projekti arendaja leiab lepingupartnerid transpordisektoris ning kogu toodetav biometaan läheb kasutusele transportkütusena Eestis (eksport on keelatud) [9].

Projekti toetusotsuses oli tingimusi, et esimene Siimani farmi biometaani toodang tuleb turule juba 2015. aastal [8]. Kahjuks pole seda siiani suudetud saavutada. 2015. aasta seisuga ei olnud Siimani farmi biometaani tootmiskompleksi ehitusega alustatud ning Keskkonnainvesteeringute Keskus asus 3 miljoni euro suurust toetust tagasi nõudma.

### **Projekti seiskus järgnevatel põhjustel:**

- 1) Biometaani müügihind oleks täiendavate toetusteta kujunenud niivõrd kõrgeks, et hinnakonkurentsisis püsimiseks oleks pidanud igale toodetud biometaani kuupmeetrile 30 senti peale maksta.
- 2) Lisaks 3 miljoni eurosele investeeringutoetusele loodeti hinnaerinevuse tasandamiseks riigipoolsele kaudsele või otsesele toetusele, mida kahjuks ei saadud. Puuduvad regulatsioonid, mis aitaks kompenseerida biometaani hinnavahet fossiilkütustega. Biometaan peaks olema fossiilkütustest odavam, et seda ostetaks.
- 3) Biometaani väärtuskett on üsna kompleksne nii juriidiliselt, äriliselt kui tehnoloogiliselt, mis kätkeb paljusid kontrollimatuid sise- kui välisriske.

Kuna 2020. aasta läheneb ning endiselt pole Eestis ühtegi kuupmeetrit biometaani toodetud, siis 2015. aasta kevade alguses toimunud lepingulised ja muud vaidlused ning arusaamatused riigiasutuse ja eraettevõtja vahel on lubamatud ja näitavad koostöö puudulikust. Avalik sektor

peab aitama aktiivsemalt ning astuma toetavamaid samme, sest eraettevõtja ei suuda enda rahakotist ja laenudega sellist mastaapset innovatsiooni finantseerida, eriti veel kui pole ka ärilist kasumit loota.

Siiski jõudsid osapooled 2015. aasta mais omavahel kokkuleppele, et raha tagasi ei nõuta ning projekti arendatakse edasi. KIK lubas, et valitsus valmistab ette eelnõu, mis rakendaks toetusi ühistranspordihangetes teenindamiseks liine biometaani kasutavate bussidega. Vastava eelnõu allkirjastas Majandus- ja taristuminister 21. septembril 2015. Sellise eelnõuga on rahul ka OÜ Biometaan, sest kui näiteks Tartu linnavalitsus on nõus ostma ühistranspordile kütuseks biometaani, siis on koheselt potentsiaalne ostja olemas ning tootmine võib ennast õigustada. Tänu antud eelnõule, arendatakse Siimani farmi projekti edasi [10].

### **2.3. Transportmeetodite võrdlus**

Transportimisel on Siimani farmi asukohta arvestades kaks lahendust: vedada gaasi veokitega või sisestada gaas maagaasivõrku. Esimese meetodi puhul tuleb kõne alla biometaani veeldamine -160 kraadi juures, mille tõttu vedelas olekus metaani saaks veoki mahutisse pumbata 1,7 korda rohkem kui gaasilises olekus. Teise meetodi kasutamisel saaks kasutada Eestis juba olemasolevat maagaasitrassi, mille kaudu saaks biometaani kõikjal bilansipõhiselt osta ning ka välismaale müüa.

Kui biometaani transportida balloonides veokite abil, siis tuleb arvestada, et gaas on vaja enne ballooni pumpamist suruda 200 baarise rõhu alla – selline tehnoloogia on võrdlemisi kallis. Lisaks nõuab suuri kulutusi veeldamistehnoloogia, kui seada eesmärgiks biometaani suuremahulisem transport. Lisaks kaasnevad autotranspordiga logistilised püsikulud.

Siimani farmi biometaanikompleksi ühendamisel maagaasitorustikuga pole vajadust metaani survestamiseks 200 baarini ega veeldamiseks, tänu sellele saab kulusid kokku hoida. Lisaks pole ka erilisi logistilisi kulusid, sest vajadus autotranspordile puudub – gaas läheb torudesse ja jõuab sealt tarbijani. Probleemne on farmi asukoht maagaasitrassi suhtes, sest see asub 20 km kaugusel.

Sestap oleks võimalik vedada gaasi tootmiskompleksist veokitega maagaasitorustikuni ning see võrku sisestada. Selline meetod tundub teoreetiliselt teostatav, kuid praktiliselt väga

kulukas ja riskirohke. Algselt tuleb farmist gaas kõrge rõhu all veoki mahutisse pumbata ning selle torustikku sisestamisel peab hakkama jälgima erinevaid tingimusi, et gaasi sisestamine võrku vastaks kõigile standarditele ja oleks ohutu. Reaalsetes tingimustes tuleb see variant kõrvale jätta ja vaadata protsessi teise nurga alt: kui juba veokitega vedada, siis tanklateni välja, kas siis gaasilisel või veeldatud kujul.

Biometaani tootmiskompleks plaanitakse rajada Kõo valda, Koksvere külas asuvasse Siimani farmi, mis kuulub Kõo Agro OÜ-le. Maagaasitorustik, kuhu biometaani saaks suunata, jääb farmist kahele poole: suunaga Võhma peale ühelt poolt ja teiselt poolt Põltsamaa poole. Mõlemat pidi on gaasitrassi ja farmi vaheline distant umbes 20 km. Ühe meetri maagaasitrassi ehitus maksab sõltuvalt tingimustest 60 – 200 eurot.

Kuna biometaani tootmiskompleksi rajamine on ligi 6 miljoni euro suurune investeering, siis lisaks 20 km pikkuse lisatorustiku ehitamine on suur finantsiline ja ajaline kulu. Torustiku paigaldamiseks tuleb kaevata 20 km pikk ja minimaalselt 1 m sügav kraav. Lisaks tuleb korraldada metsa- ja võsaraietöid.

Võimalik torustik hakkaks valmis kujul läbima mitmeid eramaid. Ehitustegevuse alustamiseks peab olema kõigi maaomanike nõusolek, läbirääkimised võivad venida ja ebaõnnestuda. Vajalik on valitsuse toetus, sest eraettevõtjal on raske üksi läbirääkimisi õnnestunult läbi viia.

### **3. Biometaani sisestamine maagaasivõrku**

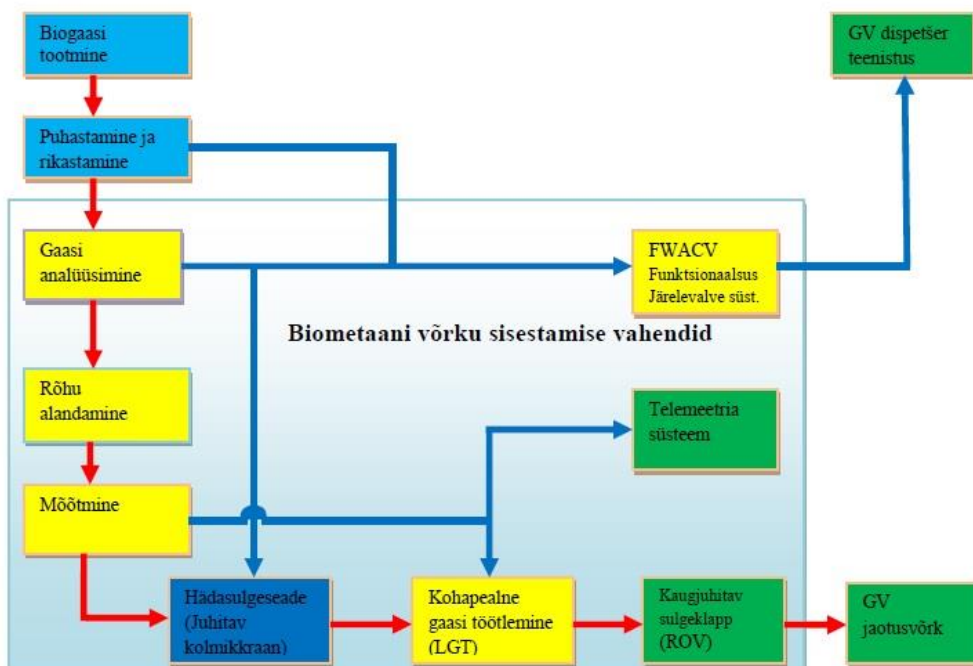
#### **3.1. Lepingu osapooled ja üldiseloostus**

Taustaks, Eestis kasutatav maagaas pärineb Venemaalt ja Leedust. Kuigi 2007. aastast on gaasiturg Eestis avatud, tegeleb importimisega sisuliselt ainult AS Eesti Gaas. 2016. aasta jaanuaris ulatus Eesti maagaasi import 98,9 milj m<sup>3</sup>, mis on rekordiline number [13].

Eestis tegeleb gaasi tarbijale tarnimisega AS Eesti Gaasi tütarettevõtte AS Gaasivõrgud, kes haldab 1500 km maagaasitorustikku. Gaasiturgu reguleerib maagaasiseadus, kus on sätestatud nõuded gaasi importijale, ülekandjale, müüjale, edastajale ning turule järelvalvet teostavale konkurentsiametile.

Antud peatükis on kirjeldatud üldiseid miinimumtingimusi, mida biometaanitootja peab täitma, kui soovib enda toodangut sisestada AS Gaasivõrgud jaotusvõrku. Gaasivõrke koordineeriv ettevõtte võib teatud tingimusi ka vastavalt spetsiifilistele situatsioonidele täiendada. Kui Siimani farm soovib enda toodangut maagaasivõrku sisestada, tuleb projekt kooskõlastada gaasivõrgu ettevõttega ning kõik vajalikud seadmed peab tarnija ise soetama ja lepingu osapoollega kokku leppima. Maagaasitorustikku sisestatava biometaaniparameetrid peavad vastama riskianalüüsi alusel saadud väärtustele, nii välistatakse ebakvaliteetse biometaanisissetamine maagaasivõrku. Võib ette tulla olukordi, kui kehtestatavaid parameetrid tuleb muuta, näiteks biogaasi tooraine või mõne tootmiskompleksi seadme väljavahetamise tõttu [14].

Joonis 4. Biometaanivõrku sisestamise plokkskeem [14]



### 3.2. Maagaasivõrku sisestamise tingimused

Autor rakendas käesolevas töös Rootsi parameetreid (tabel 1), sest Eestis pole biometaanile maagaasitorustikku sisestamise tingimusi veel kehtestatud, selle tõttu pole ka kindlaid parameetreid – maagaasiseadust tuleb täiendada. Parameetrite uurimiseks tuleb tagada, et torustikust saaks ohutult pistelisi proove võtta laboratoorseks analüüsiks – see peab asuma ülesvoolu ja enne kõiki mõõtmiseadmeid. Vastavad mõõtmiseadmed peavad usaldusväarsuse huvides pidevalt töötama ja neid ei tohi välja lülitada [14].

Tabel 1. Biometaani maagaasitorustikku sisestamise tingimused (Rootsi) [21]

Parameeter	Väärtus	Ühik
Kütteväärtus	<b>43,9-47,3</b>	MJ/m <sup>3</sup>
Metaanisisaldus	<b>&gt; 97</b>	%
CO <sub>2</sub>	<b>&lt; 4</b>	%
CO	-	mol %
O <sub>2</sub>	<b>&lt; 0,1</b>	vol %
H <sub>2</sub>	-	vol %
H <sub>2</sub> S	<b>&lt; 10</b>	mg/Nm <sup>3</sup>
Merkaptaanid	-	mg/Nm <sup>3</sup>
Üldväävel	<b>&lt; 23</b>	mgS/Nm <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	<b>&lt; 20</b>	mg/Nm <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> O	<b>&lt; 32</b>	mg/m <sup>3</sup>
Süsivesiniku kastepunkt	-	
THT	-	
Elavhõbe	-	
F	-	
Cl	-	
Tolm	<b>&lt; 1</b>	µm
HCl	-	
HCN	-	

Jaotusvõrku sisestamise kohas peab paiknema seade, mis pidevalt kontrollib biometaani rõhku. Kui gaasi nõudlus jaotusvõrgus suureneb, peab juhtimissüsteem selle avastama ja vastavalt biometaani voogu torustikku suurendama, samal ajal kaitsema torustikku ülemäärase kõrgema rõhu eest. Kuna torustikus võib tekkida suurem nõudlus kui tarnija suudab seda biometaaniga kompenseerida, siis peab olema võimaldatud maksimaalne sisestusvoog, mida tarnija suudab tekitada. Sama moodi peab süsteem suutma vähendada biometaani voogu, kui jaotusvõrgus on nõudlus väiksem [14].

PLC kontrollid on selline seade, mis vastavate signaalide alusel kontrollib kaugjuhitava sulgeseadme sulgumist ja avanemist. Seade annab ülevaate biometaani parameetrite normatiivsusest ja aitab vältida ebakvaliteetse gaasi sattumist maagaasitorustikku. Kui mingi parameeter ületab teatud väärtuse, siis PLC kontrollid annab sulgurile käsu sulgeda ning kui parameetrid normaliseerivad, siis käsu avada.

Seade võtab vastu erinevaid signaale, mis annavad teavet näiteks kütteväärtuse, väävelvesiniku või muude parameetrite kohta. Lisaks signaalide tuvastamisele peab seade lugema aega, kaua võttis sulguril aega sulgumiseks või avanemiseks. Kui sulguri töö võtab liialt aega, antakse alarmiteade, mille tõttu peab seadme korrasolekut kontrollima.

Kaugjuhtiva tehnoloogia rikke korral on sulgurit võimalik mehaaniliselt sulgeda/avada vastava võtme abil, kuid sellised toimingud tuleb ka vastavalt üles märkida [14].

Biometaanile lisatakse lõhnastamise eesmärgil vastavat odoranti, milleks kasutatavad seadmed ja odorandi keemiline koostis määratakse projekteerimise käigus. Lõhnaine sisestamise süsteem peab lõhnaainet lisama niipalju, et saavutataks kontsentratsioon 6-8 mg/m<sup>3</sup>. Süsteem peab olema selliselt ülesehitatud, et suudetaks tuvastada teatud biometaani voole vastava sisestatava odorandi kogus. Odorandi kontsentratsiooni peab saama reguleerida vahemikus 2-16 mg/m<sup>3</sup>.

Biometaani lõhnastamiseks peab olemas olema vastav mahuti, milles sisalduva odorandi kogusest peab jätkuma kuueks kuuks, kui sisestamine toimiks pidevalt 8 mg/m<sup>3</sup> voo korral. Samuti peab olema tühja odorandi mahuti vahetus organiseeritud selliselt, et odoranti sisestus ei peatuks. Odoreerimata biometaani maagaasitorustikku sisestada ei tohi [14].

## **4. Toetusmeetmete analüüs**

### **4.1. Toetusraamistik**

Tänastes turutingimustes on biometaani tootmine ettevõtjale majanduslikult kahjumlik tegevus. Terve tootmiskompleksi ülesehitamine nõuab suurt alginvesteeringut: biogaasi käärিতে ehitus, puhastuskompleksi rajamine, maagaasitorustikuga ühendamine, tööjõu palkamine, logistilised kulutused – sellised investeeringud ulatuvad miljonitesse eurodesse ning eraettevõtjad ei taha võtta riski, eriti veel praeguses olukorras ja mootorikütuste hinnatasemetel, kui biometaani müük ei tooda mitte kasumit vaid kahjumit.

Biometaani tootmiseks vajalikku kompleksi ehitamiseks saab taotleda vastavat toetust KIK-It nagu seda tegi Siimani farm. Tooraine transport, tööjõu palgad, logistilised ja energeetilised kulutused, gaasi transport – kõik sellised kulud tekitavad biometaanile kõrge omahinna. Paratamatult kujuneb see hind kõrgemaks võrreldes maagaasiga või isegi diisli ja bensiiniga. Sellises olukorras kaotab biometaan enda atraktiivsuse ning keegi pole seda nõus ostma. Sellises olukorras ei piisa taastuvenergeetika ja keskkonnasäästlikkuse rõhutamisest – kui hind on kallis ning biometaani kasutamine mootorikütusena pole majanduslikult otstarbekas, siis pole ka nõudlust. Samuti ei teki ka aktiivset arendajat-tootjat.

Euroopa Liidu ühtekuuluvus fondist on Eestile ette nähtud 9 miljonit eurot, et täita 10% taastuvkütuste osakaalu eesmärki transpordisektoris. Aastateks 2014-2020 plaanib Eesti eraldada lisaks 42 mln eurot kvoodimüügituludest. Kõiki toetusi transpordis biometaani osakaalu suurendamise huvides maksab välja SA Keskkonnainvesteeringute Keskus [15].

Lisaks on tehtud ettepanekuid maagaasi ja vedelkütuste aktsiisi astmeliseks suurendamiseks ja saadud tulude arvelt biometaanile peale maksmist [16].

### **4.2. Toetusvoorud biometaani kasutavatele bussidele ja tanklataristule**

Kuigi eelnevatel aastatel pole biometaani kasutuselevõtmisel riigi poolset toetust piisavalt olnud, siis 2015. aasta lõpus allkirjas Eesti majandus- ja taristuminister 24.11.2015 määruse

„Biometaani transpordisektoris tarbimise toetamise tingimused“, mille eesmärgiks on toetada biometaani kasutuselevõttu transpordis [18].

Toetuse abil antakse tanklataristule võimekus biometaani tarnida ning pakkuda tankimisvõimalust avatud tanklas (maagaasitorustikuga ühenduses või lahus). Biometaani kasutavatele bussidele antakse samuti toetust. Tanklaprojektide kulude katteks antakse toetust maksimaalset 35% ja kuni 350 000 eurot. Bussifirma projektidele maksimaalselt 30% kuludest ja 400 000 – 4 000 000 eurot.

Sellisel viisil toetuste andmine tekitab biometaani järele nõudluse, sest toetust saab tellija, mitte tootja. Kui biometaani tootval ettevõttel on toote järele toetuse abiga reguleeritud nõudlus olemas, siis selline toetusmeetod saab toimida. [18]

Põhiline probleem on endiselt maagaasi ja biometaani suur hinnavahe. Arvestuslikult kujuneks biometaani hind ilma käibemaksuta 0,92 €/kg, eesmärk peaks olema hinnavahe vähendamine maagaasiga. Hetkel on surumaagaasi (CNG) hind 0,58 € ilma käibemaksuta [19].

### **4.3. Aktsiis ja käibemaks**

Ühe võimaliku lahendusena biometaani ja maagaasi hinnavahe leevendamiseks on maagaasi aktsiisi suurendamine ja biometaanile aktsiisivabastuse kehtestamine. 1. jaanuaril 2015. aastal kehtestati maagaasile astmeline aktsiisi tõstmine 2015, 2016 ja 2017. aastal (20% lisaks igal aastal) . Lisaks kehtestati biometaanile aktsiisivabastus, mis peab säilima ka edasipidi, sest uute töökohtade ja hüvede tõttu, mis biometaani tootmise ja kasutamisega kaasnevad, teenib riik enda tulu.

Sellise põhimõttelise sammu eesmärgiks oli vähendada sõltuvust Venemaalt imporditavast maagaasist ja toetada kodumaise biometaani kasutuselevõttu, mis tõstaks energiapuudust ja aitaks vähendada keskkonna saastumist fossiilsete kütuste põletamise tõttu [20].

Aktsiisi tõstmisega kaasneb oht, et maagaasi tarbijaskond väheneb. Kuigi maagaasi aktsiis tõuseb ka järgneval aastal lisaks 20%, on siiski ebatõenäoline, et praegu maagaasi kütteks kasutavad tarbijad lepingu lõpetavad, sest hinnatõus ei ole lõpphinnas kriitiliselt suur.

Teiseks võimaluseks oleks biometaaniga käibemaksust vabastamine, mis aitaks hinnavahet vähendada 20%.

#### **4.4. Rootsi toetusmeetmed**

Rootsis toetavad kõik erakonnad biometaaniga kasutuselevõtmist, sest tegu on keskkonnasõbraliku kütusega, mis vähendab sõltuvust nafta kasutamisest transpordisektoris ja suurendab energeetilist sõltumatust ja seega ka varustuskindlust. Kui kellelki biometaaniga selle toetusmeetmete valdkonnas eeskuju võtta, siis saab seda kindlasti teha Eesti läänenaabril Rootsil. Rootsi on kehtestanud strateegilise eesmärgi, et 2030. aastaks on nende transpordisektor fossiilsetest kütustest vaba ning kogu transport sõidab kodumaise taastuva biokütuse peal, millest suure osa moodustab biometaan.

Juba 2010. aasta seisuga oli Rootsis 34 biometaaniga tootvat jaama, kus toodeti aastas 30 000 000 m<sup>3</sup> biometaaniga. 2010. aasta detsembri seisuga kasutas 32 000 sõidukit surumaagaasi ja biometaaniga, millel oli võimalus enda paake metaankütusega täiendada 169 tanklas üle riigi [21].

Rootsi üheks eripäraks toetusmeetmete valdkonnas on erinevad hüved, mis kaasnevad biometaaniga või surumaagaasi transpordis kasutavatele ettevõtetele ja nende masinatele. Esiteks peab selline ettevõtte maksma riigile 40% vähem tulumaksu. Teiseks on biometaaniga/surmaagaasi kasutavad sõidukid saanud paljudes linnades tasuta parkimisõiguse. Lisaks on mitmetes lennujaamades, raudteejaamades ja parvlaevade terminalides ehitatud spetsiaalsed rajad metaansõidukitele, mis annab neile suure eelise näiteks järjekorras, kui peab konkureerima fossiilkütuseid kasutavate sõidukitega. Metaansõidukitele kaasnevad toetused eelnevaga ei piirdu – lisaks on surumaagaasile kehtestatud kütusemaksu väärtus väga väike, biometaaniga puhul on see lausa olematu. Kui inimene plaanib endale osta keskkonnasõbraliku metaankütuseid kasutava sõiduki, siis selle ostult peab tasuma vähem maksu, sest efektiivsematele autodele on madalamad maksumäärad (eeldusel, et masina süsihappegaasi eritus on alla 120g/km).

Tootmisüksuste rajamiseks ja taristu edendamiseks annab Rootsi investeeringutoetust 30% ulatuses, mida saab kasutada surumaagaasi tankimisjaamade rajamiseks ja biometaaniga tootmiskomplekside ehitamiseks [21].

## Kokkuvõte

Biometaani kasutuselevõtt mootorikütusena Eestis on oluline ning sellega kaasneb mitmeid olulisi positiivseid mõjusid ühiskonnale ja keskkonnale. Euroopa Liidu taastuvenergia direktiivi alusel peab 2020. aastaks 10% Eesti transpordisektorist kasutama taastuvaid kütuseid. Kodumaise biometaani kasutuselevõtt vähendab sõltuvust välisriikidest imporditavatest fossiilkütustest ning selle läbi tõstab energiajulgeolekut. Biometaani põletamine fossilsete kütuste asemel saastab vähem atmosfääri ning õhku paiskub selle tõttu oluliselt vähem kasvuhooonegaase – võib väita, et biometaani tootmisel ja kasutamisel on neutraalne efekt atmosfääri saastumisele, st uusi kasvuhooonegaase ei lisandu. Biogaasi tootmisel tekkivat kääritusjääki saab kasutada põllumajandusliku väetisena, vähendades sõltuvust kunstlikest väetisest. Lisaks eelnevale luuakse uusi töökohti ja edendatakse põllumajandust ning sellega kaasneb ka aktiivsem maaelu. Töö esimeses osas sai toodud näiteid ka Rootsi biometaanisektorist, mille jõulisest arengust ning strateegilistest eesmärkidest võiks Eesti eeskujuna võtta.

Töö teises osas anti ülevaade Siimani farmi tootmiskompleksist ning analüüsiti asjaolusid, mis projekti arengut pärsivad. Praeguse seisuga investeeringutoetusest hoolimata pole Siimani farmis biometaani tootmiskompleksi ehitama hakatud, sest toodangule pole ostjaid hetkel tekkinud ning kõrge müügihinna tõttu võib turg täielikult puududa. Küll aga on Eesti riik astunud ja astumas toetavaid samme, mis loodetavasti lähitulevikus toob edasilükkuvaid tulemusi. Eesmärk on biometaanile fossiilkütustest madalama müügihinna kehtestamine, mis oleks samaaegselt ka ärioluliselt kasumlik.

Kolmandas peatükis kasutati informatsiooni AS-st Gaasivõrgud, mille alusel sai ülevaade biometaani maagaasitorustikku sisestamise tingimustest. Erinevad seadmed peab biometaani tarnija ise soetama ning nende eesmärgiks on jälgida, et maagaasitorustikku ei satuks kvaliteedinõuetele mittevastavat gaasi. Küll aga selgus, et hetkel puuduvad Eestis määrused, mis sätestaksid biometaani kvaliteedinõuded selle sisestamisel maagaasivõrku. Alternatiivse transportmeetmena saab kasutada maanteetransporti, mis nõuab suuremat logistilist ettevalmistust. Keskkonnasäästlikust seisukohast ning hea maagaasivõrgustiku olemasolu tõttu peaks Eesti seadma eesmärgiks kasutama biometaani transpordiks valdavalt maagaasitorustikku, sest maanteetransport on keskkonda saastav tegevus.

Bakalaurusetöö viimases osas anti ülevaade Eestis rakendatavatest toetusmeetmetest, mis soodustaksid biometaanil turule tulemist, lisaks toodi näiteid ka Rootsi toetustest. Eestis toetatakse biometaani turuletulekut toetusvoorude näol, mille alusel antakse kuni 30% ulatuses investeringutoetusi tanklataaristutele ning bussifirmadele, mis tahavad biometaani müüma ja kasutama hakata. Lisaks on maagaasi ning biometaani hinnavahe vähendamiseks kehtestatud maagaasile astmeline aktsiisitõus ning biometaanile aktsiisivabastus.

Lisaks eelnevale peaks Eesti eeskujul võtma ka Rootsi, kes erinevate soodustuste näol on biometaani tarbijaskonnale atraktiivseks muutnud. Rootsis saab biometaani ja surumaagaasi sõidukeid käitav firma maksta riigile 40% vähem tulumaksu, lisaks võivad sellised sõidukid paljudes Rootsi linnades tasuta parkida. Soetatava gaasisõiduki pealt peab klient maksma vähem maksu. Lennujaamades on surumaagaasi- ja biometaanisõidukitele ehitatud spetsiaalsed rajad, mille peal võivad ainult nemad sõita ning ei pea järjekordades aega kulutama. Kõiki antud toetusmeetmeid peaks Eesti arvesse võtma, muutmaks biometaani tarbijale ahvatlevamaks.

## Kasutatud kirjandus

[1] Energiatalgud. „Biogaas“

<http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Biogaas>

[2] Anneli Petersson, Arthur Wellinger. (2009). „Biogas upgrading technologies – developments and innovations“

[http://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/publi-task37/upgrading\\_rz\\_low\\_final.pdf](http://www.iea-biogas.net/files/daten-redaktion/download/publi-task37/upgrading_rz_low_final.pdf)

[3] Keskkonnainvesteeringute Keskus. (2014). „Riik toetab biometaani pilootprojekti ligi 3 miljoni euroga“

<https://www.kik.ee/et/uudised/riik-toetab-biometaani-pilootprojekti-ligi-3-miljoni-euroga>

[4] Eesti Biogaasi Assotsatsioon

<http://eestibiogaas.ee/tootmine-ja-kasutamine/>

[5] A. Oja. (2013). „Biometaani kasutamise avalikud hüved“

[http://www.energiatalgud.ee/img\\_auth.php/a/a6/Oja, A. Biometaani kasutamise avalikud h%C3%BCved.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/a/a6/Oja,_A._Biometaani_kasutamise_avalikud_h%C3%BCved.pdf)

[6] Balti Biometaan OÜ

<http://baltibiometaan.ee/arendus/>

[7] Tauno Trink. (2014). „Kõo Agro hakkab biometaani tootma“

<http://www.pollumajandus.ee/uudised/2014/05/12/koo-agro-hakkab-biometaani-tootma>

[8] Ain Alvela, Maaleht. (2014). Biometaani tootmine sai rohelise tee“

<http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/biometaani-tootmine-sai-rohelise-tee?id=68267113>

[9] Keskkonnainvesteeringute Keskus. (2014). „Riik toetab biometaanilise pilootprojekti 3 miljoni euroga“

<https://www.kik.ee/et/uudised/riik-toetab-biometaanilise-pilootprojekti-ligi-3-miljoni-euroga>

[10] Ain Alvela, Maaleht. (2015). „Biometaanilise kolme-miljoni-euro projekti paus peale pikka pausi keldri alt

<http://maaleht.delfi.ee/news/maamajandus/uudised/biometaanilise-kolme-miljoni-euro-projekt-paaseb-parast-pikka-pausi-keldri-alt?id=71398539>

[11] Energimarknadsinspektionen. (2013). „The Swedish natural gas system structure“

<http://ei.se/en/Natural-gas/The-Swedish-natural-gas-system-structure1/>

[12] PhD Tobias Persson ja PhD Mattias Svensson, Swedish Gas Technology Centre (SGC). (2014). „Non-grid biomethane transportation in Sweden and the development of the liquefied biogas market“

[13] Aivar Õepa, Postimees. (2016). „Maagaasi import Eestisse lõi jaanuaris rekordi“

<http://majandus24.postimees.ee/3589769/maagaasi-import-eestisse-loi-jaanuaris-rekordi>

[14] AS Gaasivõrgud. (2015). „Biometaanilise võrku sisestamise juhend“

[15] Heiki Enok, Maaleht. (2014). „Rohegaas – Kellele ja miks?“

<http://maaleht.delfi.ee/news/maaleht/arvamus/heiki-enok-rohegaas-kellele-ja-miks?id=67746029>

[16] Ahto Oja. (2015). „Biogaasi ja biometaanilise tootmine Eestis?“

[17] Siim Meeliste. (2015). „Biometaanilise sõiteviisi ühistransport ja selle toetamine“

[http://www.mnt.ee/public/Siim\\_Meeliste.pdf](http://www.mnt.ee/public/Siim_Meeliste.pdf)

[18] Riigiteataja. (2015). „Biometaanilise transpordisektoris tarbimise toetamise tingimused“

<https://www.riigiteataja.ee/akt/125112015009>

[19] AS Eesti Gaas. Tankla kalkulaator

<http://www.gaas.ee/tankla-kalkulaator/>

[20] Ärileht. (2014). „Valitsus tõstab jõuliselt maagaasi ja alkoholi aktsiisi“

<http://arileht.delfi.ee/news/uudised/valitsus-tostab-jouliselt-maagaasi-ja-alkoholi-aktsiisi?id=68777501>

[21] Ahto Oja. (2011). „Ülevaade metaankütuste kasutamise kogemustest transpordis Rootis, Saksamaal, Austrias ja Itaalias“

[http://www.energiatalgud.ee/img\\_auth.php/0/0f/EAS\\_metaankytused\\_4\\_EL\\_riigis\\_oja\\_14101\\_1.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/0/0f/EAS_metaankytused_4_EL_riigis_oja_14101_1.pdf)

[22] Ann-Riin Ridbeck. (2015). „Biogaasi tootmisel tekkiva kääritusjäägi kasutamise võimalused“

[23] Ari Lampinen & Anu Laakkonen. (2012). „Biometaan mootorikütusena – teatmik omavalitsustele“

[http://www.wfuel.info/inc\\_ee/files/files/Lampinen-Laakkonen-Biometaan-mootorikutusena-2.pdf](http://www.wfuel.info/inc_ee/files/files/Lampinen-Laakkonen-Biometaan-mootorikutusena-2.pdf)

[24] Taastuvenergeetika Eestis. Statistika.

<http://www.taastuvenergeetika.ee/eesti-statistika/>

[25] Euroopa Biogaasi Assotsiatsioon

<http://european-biogas.eu/2014/12/16/4331/>

[26] Hannele Johansson, Energikontor Sydost. (2014). „Swedish experience on using biomethane in public transport“

[27] IEA Bioenergy task 37. „100% biogas for urban transport in Lidköping, Sweden“

[28] Anna-Karin Jannasch, The Swedish Gas Technology Centre AB. (2014). „Development of biomethane from syngas and biogas in Sweden“