Baltic Biogas Bus

Baltic Sea Region
Programme 2007–2013

Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund)

Teostatavus-tasuvusuuring

Biogaasitehase rajamine Tartu linnaliinitranspordi kütuse tootmiseks

ERKAS Valduse OÜ

Juuni 2011

Sisukord

Sissejuhatus 6

Analüüsi metoodika 7

Stsenaarium 1 7

Stsenaarium 2 8

1.OLEMASOLEVA OLUKORRA ANALÜÜS 9

1.1 Ühistransport 9

1.2 Biogaasi tootmine transpordikütuseks 9

1.3 Tooraine 10

1.4 Biogaasitehase asukoht 15

1.4.1 Asukoht 1- Ringtee tn 45 17

1.4.2 Asukoht 2- Aardlapalu prügila 19

1.4.3 Asukohtade võrdlus 21

2. BIOGAASITEHASE RAJAMISE TEHNILISED-, EHITUSLIKUD-, KESKKONNA- JA OHUTUSNÕUDED 24

3. TEHNOLOOGIA JA TOOTMISPROTSESS 26

3.1 Tehnoloogilised alternatiivid 26

3.1.1 Märgkääritusmeetodid 27

3.1.2 Kuivkääritamismeetodid 28

3.2 Tehnoloogia valik 33

3.3 Tootmisprotsess 36

3.3.1 Eelprotsess 36

3.3.2 Põhiprotsess 39

3.3.3 Järelprotsess 40

3.3.4 Gaasi puhastamine 41

3.4 Seadmed 42

4.SIHTGRUPID JA KLIENDIBAAS 44

4.1 Sihtgrupid 44

4.1.1 AS Eesti Gaas 44

4.2 Lõpptarbijad 45

4.2.1 Bussiettevõtted 45

4.2.2 Jäätmehooldusettevõtted 46

4.2.3 Taksoteenust pakkuvad ettevõtted 46

4.2.4 Muud transpordiettevõtted 47

4.2.5 Erasõidukid 47

5.KONKURENTSIANALÜÜS 48

5.1 Põllumajandusjäätmel põhinevad biogaasi tootmised 50

5.1.1 OÜ Saare Economics Jööril 50

5.1.2 Aravete biogaasitehas 50

5.1.3 OÜ Vinni Biogaas 50

5.1.4 OÜ Oisu Biogaas 50

5.2 Jääkmudal, reoveesettel põhinevad biogaasi tootmised 51

5.2.1 Tallinna Vesi Paljassaare reoveepuhastusjaam 51

5.2.2 Kuressaare Veevärgi reoveepuhastusjaam 51

5.2.3 Salutaguse Pärmitehase reoveepuhastusjaam 52

5.2.4 Narva Vesi AS reoveepuhastusjaam 52

5.2.5 AS Rakvere Vesi reoveepuhastusjaam 52

5.3 Prügilagaasidel põhinevad biogaasi tootmised 52

5.3.1 Tallinna Prügila Jõelähtmel 52

5.4 Tartumaa biogaasi tootmise projektid 53

5.4.1 AS Tartu Veevärgi reoveepuhastusjaam 53

5.4.2 Ilmatsalu biogaasijaam 54

5.4.3 Aardlapalu prügila 54

6.FINANTSANALÜÜS JA FINANTSPERSPEKTIIVIDE HINDAMINE 56

Stsenaarium 1 56

Stsenaarium 2 57

6.1 Tegevuskulu (aastal 2013) 58

6.2 Tegevustulu 59

6.3 Investeeringukulu 60

6.4 Projekti tasuvus 61

7. RISKIANALÜÜS 64

7.1 Majanduslikud riskid 64

7.2 Organisatsioonilised riskid 66

7.3 Õiguslikud riskid 67

8. KESKKONNAMÕJUD 69

8.1 Mõjud keskkonnale biogaasitehase ehitamise käigus 69

8.1.1 Mõju elusloodusele 70

8.1.2 Mõju veekeskkonnale 71

8.1.3 Mõju visuaalsele keskkonnale ja kultuuripärandile 71

8.1.4 Müra ja vibratsioon 72

8.1.5 Sotsiaal-majanduslikud mõjud 72

8.1.6 Mõjud inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele 73

8.2 Mõjud keskkonnale biogaasitehase käitamisel 73

8.2.1 Mõju elusloodusele 74

8.2.2 Mõju pinnasele ja maastikule 74

8.2.3 Mõju õhukeskkonnale 74

8.2.4 Mõju veekeskkonnale 76

8.2.5 Mõju visuaalsele keskkonnale ja kultuuripärandile 76

8.2.6 Müra 77

8.2.7 Sotsiaal-majanduslikud mõjud 77

8.2.8 Mõjud inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele 78

8.3 Negatiivsete keskkonnamõjude leevendamise võimalused 79

8.4 Alternatiivide võrdlus ja töösse rakendamise hinnang (või üldised soovitused) 81

Kokkuvõte 83

Kasutatud kirjandus ja allikad 84

Lisa 1 Lähteülesanne

Lisa 2 Keskkonnamõju eelhinnangu kontroll-leht

Lisa 3 Finantsanalüüs ja finantsperspektiivid biogaasitehase rajamiseks

Lisa 4 Biogaasitehase arvutused- märgmenetlus

Lisa 5 Biogaasitehase arvutused- kuivmenetlus

Lisa 6 Project Summary

Sissejuhatus

Tartu linn osaleb Euroopa Territoriaalse Koostöö Läänemere piirkonna programmist rahastatavas projektis „Läänemere piirkonna biogaasil sõitev ühistransport", mille eesmärgiks on julgustada Läänemere regiooni linnu ja piirkondi kasutama biogaasi autokütusena ühistranspordis. Tartu linna eesmärgiks on biogaasil töötavate linnaliinibusside kasutuselevõtmine koos selleks vajaliku infrastruktuuri loomisega.

2009. aasta novembrist on Tartu linnavalitsuse Linnamajanduse osakond, projekti eest vastutava allüksusena, tegelenud projekti ettevalmistavate tegevustega. Tänaseks on teostatud ja teostamisel erinevad uuringud seoses projekti teostatavuse ja tasuvuse analüüsimisega, tehniliste lahendustega, maagaasi ja biogaasi koos kasutamise võimalustega, busside hoolduse, tankimise, töö korraldamisega ning biogaasitootmise laiendamise toetamisega.

Käesolev biogaasitehase rajamise teostatavus- ja tasuvusuuring on samuti üks projekti ettevalmistav ning toetav tegevus.

Teostatavus-ja tasuvusuuring on koostatud biogaasijaama rajamise tasuvuse hindamiseks. Töö on jaotatud kolme suuremasse ossa. Analüüsi esimene osa on fokuseeritud biogaasijaama teostatavuse uurimisele. Siin keskendutakse jaama väljaarendamise ja kasutuselevõtu üldiste aluste ja olemasoleva olukorra kirjeldamisele. Analüüsi teine osa keskendub enam projekti tasuvuse uurimisele ning vastab küsimusele, kas ja millises ulatuses on biogaasijaama rajamine Tartu linna või selle lähiümbrusesse majanduslikult kasulik. Lisaks näitavad finantsmajandusanalüüs ja tasuvusarvutused, milline on projekti mõju pikemaajaliselt ning milliseks kujunevad selle väljavaated tulevikus. Analüüsi kolmandas osas kirjeldatakse projektiga kaasneda võivaid riske ja olulisemaid keskkonnamõjusid. Teksti vormis antakse ülevaade olulisematest riskiteguritest ja nende ennetamise, korrigeerimise võimalustest ning võimalikest keskkonda ohustatavatest teguritest.

Analüüsi metoodika

Biogaasitehase rajamise teostatavus- ja tasuvusuuringu eesmärk on saada teavet biogaasitehase rajamistingimuste kohta (s.h asukoht), selgitada välja biogaasitehase rajamise maksumus, selgitada välja biogaasitehase tasuvustingimused ja tasuvusaeg, selgitada välja tehase käitamiseks sobivaimad toorained, nende maksumus ja hankimise tingimused, selgitada välja biogaasitehase rajamise alternatiivsed tehnoloogilised lahendused ja nende maksumus ning anda hinnang biogaasitehase rajamisega kaasnevatele keskkonnamõjudele.

Uuringu koostamisel on arvestatud järgmiste nõuete ja tingimustega:

- biogaasitehas ja- seadmed peavad võimaldama toota biometaani (vastab Rootsi autokütuse standardile) minimaalselt 1 000 000 m³/aastas,
- biogaasi tootmiseks kasutatakse antud piirkonnale, tingimustele ja oodatud lõpptoodangule vastavat sobivaimat toorainet,
- biogaasitehase asukohaks leitakse sobivaim asukoht kuni 20 km raadiuses Tartu linnast;
- tehnoloogiliste lahenduste (sh seadmete), ehitiste ja rajatiste maksumused põhinevad avalikult kättesaadavatel infoallikatel,
- uuringu koostamisel lähtutakse SEI Tallinn poolt teostatud „Biogaasi tooraine uuringu" tulemustest ja järeldustest tooraine valiku osas.

Kasutatud metoodikad: andmetöötlus, valmisuuringute järeldused. Analüüsis kasutatavad allikad ja uuringud on Statistikaamet, Tartu linna statistilised andmed, arengukavad, planeeringud jne. Biogaasitehase rajamise teostatavus-tasuvusuuringu koostamisel on kirjeldatud olemas-olevat olukorda biogaasi nõudluse, turu osas, analüüsitud ja võrreldud võimalikke tehase asukohti, ning hinnatud kahe alternatiivse tehnoloogia ja nendest lähtuva stsenaariumi finantsnäitajaid.

Kahe stsenaariumi võrdlemisel tekkivad juurdekasvulised rahavood on aluseks erinevate busside tasuvuse hindamisel. Stsenaariumiteks on:

Stsenaarium 1 – märgmenetlus, mille korral on investeeringu suuruseks 2 478 740 €. Toorainena kasutatakse veisekasvatusest saadavat sõnnikut (lahjendatud sõnnik, 94% märg), mille energeetiline väärtus on 1 tonn sõnnikut = 24 m³ gaasi.

Stsenaarium 2 – kuivmenetlus, mille korral on investeeringu suuruseks 3 504 060 €. Toorainena kasutatakse rohtset biomassi, mille energeetiline väärtus 1 tonn rohtset biomassi= 119 m³ gaasi.

Finantsarvutuste teostamiseks on kasutatud tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel 2007, kus rahavood on arvutatud lihtsate matemaatiliste tehetega, finantsnäitajad on arvutatud järgmiste funktsioonidega:

- diskonteeritud nüüdispuhasväärtus NPV (*Net Present Value*) on arvutatud funktsiooniga NPV (diskontomäär; perioodide rahavood). Investeerimisprojekti positiivseks hinnanguks on NPV>0.
- projekti sisemine tasuvuslävi IRR (*Internal Rate of Return*) on arvutatud funktsiooniga IRR (perioodide rahavood). Investeerimisprojekti positiivseks hinnanguks on IRR>k_1.

Tasuvusaja arvestuse aluseks on võetud prognoositud juurdekasvulised investeeringukulutuste ning tegevuskulude/-tulude rahalised vood, hinnates, kas tulevane juurdekasvuline puhasrahavoog on oodataval tasemel. Tasuvusaja arvutamisel on kasutatud juurdekasvuliste kumulatiivsete rahavoogude meetodit. Diskontomäära alusel kontrollitakse, millisel aastal pärast projekti lõppu muutub juurdekasvuliste kumulatiivsete rahavoogude nüüdispuhasväärtus esimest korda positiivseks ja jääb positiivseks arvestusperioodi kestel. Tasuvusajaks on loetud perioodi aastates alates investeeringu tegemisest kuni tasuvuse saavutamise aastani.

Uuringu lähteülesanne on esitatud lisas 1.

1.OLEMASOLEVA OLUKORRA ANALÜÜS

1.1 Ühistransport

Tartus on 25 bussiliini kogupikkusega 491 kilomeetrit. Igapäevaselt teenindab linna bussiliine 51 bussi. Liiniveo aastane töömaht on 3,6 miljonit liinikilomeetrit.

Mitmetes uuringutes, s.h „Ühistranspordis kasutatavate biogaasibusside tasuvusuuring“, on leitud, et Tartu linna ühistranspordis on majanduslikult, sotsiaalselt ning keskkonna aspektidest lähtuvalt mõistlik kasutada mootorikütusena biometaani. Alates märtsist 2011 alustasidki Tartu linnaliinidel tööd Eesti esimesed viis keskkonnasõbralikku surugaasi bussi. Tulevikus on Tartu linnavalitsusel plaan suurendada gaasibusside osakaalu linnaliinidel. Esialgu kasutatakse bussides kütusena maagaasi, kuid see on kavandatud asendada biogaasiga niipea kui Tartus biogaasi tootmine käima läheb ning alustatakse selle töötlemist autokütuseks.

Kui võtta aluseks, et üks buss sõidab aastas 80 000 kilomeetrit ja tarbib keskmiselt 45 liitrit kütust 100-le kilomeetrile, mis teeb aastas kokku 36 000 liitrit, siis (ühele kütuse liitrile vastab energeetiliselt ligikaudu 1 kuupmeeter metaani), oleks vaja Tartu linnaliinide kütusega varustamiseks vähemalt 51x 36 000 m³=1 836 000 m³.

1.2 Biogaasi tootmine transpordikütuseks

Kuna Tartu linnavalitsus on leidnud, et linnaliinitranspordiks oleks mõistlik kasutada taastuvaid energiaallikaid ning ühe võimaliku lahendusena nähakse biogaasi kasutamist mootorikütusena, siis eeldab see ka piirkonnas biogaasi tootmist.

Täna kasutatakse uutes gaasimootoriga ühistranspordi sõidukites veel maagaasi, mis tähendab, et gaasivarude olemasolu maagaasi osas sõltub Venemaa riikliku gaasimonopoli Gazprom ja Eesti Gaas AS lepingutest. Edaspidi on plaanitud sõidukid üle viia kohalikule biogaasile, mis vähendab sõltuvust rahvusvahelisest majandusest, kolmandate osapoolte suhetest jne. Kuna gaasitorustiku rajamine on suhteliselt kallis ning gaasi autodega transportimine väheefektiivne, saab Tartu ühistranspordi biogaasiga varustajana arvestada lähialadel tegutsevaid biogaasitootjaid.

Täna Lõuna-Eestis ühtegi toimivat biogaasijaama ei ole, kuigi töös on mitmed projektid biogaasitehaste rajamiseks ning üks uuringu staadiumis olev prügilagaaside alternatiivsete kasutusvõimaluste arendusprojekt.

- Ilmatsalu biogaasijaam,
- AS Tartu Veevärgi reoveepuhasti biogaasi tootmine,
- Aardlapalu prügila.

Kõik asuvad Tartu maakonnas. Nendes kolmes toodetavast/tekkivast biogaasist ja biometaanist piisaks linna ühistranspordi varustamiseks, kuid kuna biometaani kasutamisele on majanduslikult tasuvamaid aletrnatiive ei saa nendega täna olemasoleva informatsiooni põhjal arvestada. Nimelt on nimetatud tehaste ja kogumissüsteemide toodang kavandatud ära kasutada elektri- ja soojusenergia tootmiseks lähipiirkonna asulate varustamiseks või ASi Tartu Veevärk puhul asutuse enda tarbeks. Seega ülejääki kui sellist, mida oleks võimalik töödelda ja müüa ka autokütuseks ei teki ning sellest lähtudes oleks Tartu piirkonda vaja veel ühte biogaasi tootmist. Konkreetsest tehasest aastas toodetav biogaas ja sellest saadav biometaan peab katma linnaliinitranspordi kütuse vajaduse ning sellest peaks piisama ka erasõidukite ja Tartu linna transpordiga seotud ettevõtete (jäätmevedu, kinnisvara- ja- tänavahooldus, postiteenus) masinapargi kütuse vajaduse katmiseks. Biogaasitehas ja-seadmed peavad võimaldama toota biometaani (vastab Rootsi autokütuse standardile) minimaalselt 1 000 000 m³/aastas.

Tartu linnavalitsus on tellinud biogaasitehase rajamise arendamise tasuvusanalüüsi, mis on üks ettevalmistav töö edasisteks tehase arendustöödeks ja arendaja leidmiseks ja investeeringute tegemiseks.

1.3 Tooraine

Biogaasi tootmiseks sobivad mitmed Eesti tingimustes kättesaadavad biomassi ressursid, nagu nt biolagunevad olmejäätmed, toiduainete tööstuse biolagunevad jäätmed, põllumajandusjäätmed, reoveesetted ja –mudad, rohtne biomass[1]. Lisaks on võimalik biogaasi toota olemasolevate prügilate ladestutes toimuva biolaguneva osise käärimisel tekkivast gaasist.

[1] Villu Vares,Tallinna Tehinikaülikool, Soojustehnika Instituut; „Biomassi tehnoloogiauuringud, biomassi tehnoloogiate rakendamine Eestis“; 28.09.2007:

Kõige levinum on biogaasi tootmine põllumajandusjäätmetest- loomasõnnikust ja lägast. Ka Eestis praeguseks töötavad ja tulevikus kavandatavad tehased põhinevad eeskätt põllumajandusjääkidel. Nende eeliseks on metaantankides toimuv stabiilne käärimisprotsess. Kuid läga ja sõnnik on suhteliselt madala kuivaine- ja energiasisaldusega toorained, st et nö „lahja“ tooraine töötlemine eeldab suhteliselt suurt mahutiparki ning investeeringuvajadus toodetava energiaühiku kohta on suurem kui energiarikkama tooraine (nt maisisilo)põhise tehase rajamise puhul. See omakorda tõstatab jaamakontseptsiooni väljatöötamisel küsimuse, et kas peale läga ja sõnniku on ümbruskonnas kasutada muud toorainet, kui kaugelt seda tasub kohale vedada ning milline hind või tootmiskulu on selle hankimisel optimaalne.

Tooraine valiku puhul on seega oluline nii aine energeetiline väärtus, kasutatav tehnoloogia kui ka tooraine kättesaadavus, selle hind, logistika tingimused ja transpordi hind.

Konkreetselt Tartusse rajatava biogaasi tehase toimimise tingimuste ja toorme uurimiseks viidi 2010. aastal läbi toormeuuring[2]. Uuringu eesmärk oli analüüsida Tartu linnas tekkivate segaolmejäätmete liigilist koostist, kaardistada Tartu linnas ja maakonnas tekkivaid biogaasi tootmiseks sobivaid toorme/jäätmevoogusid ja nende koguseid, prognoosida toorme/jäätmeliikide teket kuni aastani 2020, selgitada välja toorme kättesaadavus ning hanketingimused ja –kulu ning hinnata mootorikütuseks sobiva biogaasi kogust aastas, mida kättesaadav toore potentsiaalselt toota võimaldab. Uuringu käigus keskenduti viiele biogaasi tootmiseks sobivale toormevoole:

segaolmejäätmed (sh olmejäätmetes sisalduvad biojäätmed), ettevõtetes tekkivad biolagunevad tootmisjäätmed ja –jäägid, biolagunevad põllumajandusjäätmed looma- ja linnukasvatusest – sõnnik, reoveesetted ja –mudad ning rohtne biomass (sh spetsiaalselt kasvatatavad ja sileeritavad energiataimed).

Uuringu tulemusel leiti, et kokku tekib biogaasi tootmiseks sobivat tooret/jäätmeid Tartu maakonnas ligikaudu 500 000 tonni aastas, vt tabel 1 . Kõige suurema osa potentsiaalsetest toorme/jäätmevoogudest moodustavad rohtne biomass, sõnnik ja reoveesetted.

---

http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Tellitud%20uuringud/Biomassi_tehnoloogiauuringud_ja_tehnoloogiate_rakendamine_Eestis_2.pdf

[2] Säästva Eesti Instituut 2010 „Biogaasi tooraine uuringu” , Tallinn

Tabel 1. Kokkuvõte uuritud toorme/jäätmevoogude hinnangulistest tekkekogustest

Toorme/jäätmevoog	Jäätmeliik(id)	Hinnanguline teke 2010 t/a	Prognositav teke 2020 t/a
Segaolmejäätmed	Toidujäätmed	7500	10 000
Ettevõtetes tekkivad biolagunevad jäätmed	Loomsete kudede jäätmed	700	950
	Taimsete kudede jäätmed	900	1 060
	Vadak (kuivaine sisaldus ca 6%)	36 000	45 000
	Toiduõli ja –rasv	700	950
	Õlleraba	8000	9 200
Biolagunevad põllumajandusjäätmed looma- ja linnukasvatusest	Tahesõnnik (kuivaine sisaldus L 17%)	172 000*	185 000
Reovee puhastamise jäätmed	Reoveesete ja -muda (kuivaine sisaldus 15-17%)	20 000	22 400
Muu biomass	Rohtne biomass	233 000	233 000
KOKKU		478 800	505 810

Allikas: Tartu linna ja Tartu maakonna biogaasi tooraine uuring, Säästva Eesti Instituut

Nagu näha ka tabelist, siis segaolmejäätmed ja ettevõtetes tekkivad biolagunevad jäätmed moodustavad vaid väga väikese osa kogu tekkivast biojäätmemassist. Suurima osakaalu moodustavad aga biolagunevad põllumajandusjäätmed ja rohtne biomass. Viimaste puhul on energeetiline väärtus ja seega biogaasi tootmise potentsiaal suurim.

Kuid biogaasi tootmise kontektsis ei saa arvestada üksnes jäätmevoo hulga ja energeetilise väärtusega. See, missugune jäätmeliik Tartu piirkonnas biogaasi tootmiseks kõige enam sobib ja gaasi

tootmiseks tõesti kasutatav on, sõltub paljudest lisateguritest, nagu toorme kättesaadavus, hind, transport, logistika, tehnoloogia valik jne (vt tabel 2).

Tabel 2. Biogaasi toodang 2010. ja 2020. aastal perspektiivelt kättesaadava toorme lõikes ja hanketingimused

Toore/substraat	Tekkekogus 2010 (t/a)	Kättesaadav kogus 2010 (t/a)	Biogaasi kogus aastas (m^3) 2010	Tekkekogus 2020 (t/a)	Kättesaadav kogus 2010 (t/a)	Biogaasi kogus aastas (m^3) 2020	Hankekulu 2010
Toidujäätmed	7 500	2 500 kättesaadav perspektiivis aastaks 2013	200 000	10 000	5 000	400 000	Kättesaamise hind 0 kr
Loomsete kudede jäätmed	700	700	126 000	950	950	171 000	Kättesaamise hind 0 kr +veokulu
Taimsete kudede jäätmed	900	500	50 000	1 000	900	90 000	Kättesaamise hind 0 kr + Veokulu
Vadak + veokulu	36 000	18 000	594 000	45 000	9000	297 000	Eelduslik hankekulu

							(ostuhind)
Toiduõli ja -rasv	700	400	180 000	950	500	225 000	Kättesaamise hind 0 kr +osaline Veokulu
Õlleraba	8 000	4 000	460 000	9 200	0	0	Kättesaamise hind vähemalt 130 kr/t + veokulu
Vedelsõnnik	271 000	37 000 kuni 7 km Tartust	777 000	78 500	78 500	1 648 500	Kättesaamise hind 0 kr, edaspidi võib tekkida hind + veokulu
Reoveesete ja -muda	20 000	20 000	700 000	22 000	22 000	770 000	Veokulu
Rohtne biomass (poolloodusli kelt	37 500 VM	37 500 VM	4 462 500	155 500	155 500	19 904 000	Veokulu

kooslustelt)							
Kokku	382 300	120 600	7 549 500	323 100	272 350	23 505 500	

Allikas: Tartu linna ja Tartu maakonna biogaasi tooraine uuring, Säästva Eesti Instituut

Tabeli 2 andmete põhjal järeldub, arvestades kättesaadava toorme koguse ja hinna suhet, võib kõige perspektiivsemate biogaasi tootmise substraatidena vaadelda reoveesetet ja sõnnikut. Ka rohtse biomassi, kui võimaliku biogaasi tootmise substraadi kogus on suur (sh ka kättesaadava biogaasi kogus).

Paraku pole ühegi nende toormevoogude kättesaadavus ilma võimalike takistusteta. Reoveesete kasutatakse eeldatavasti ära AS Tartu Veevärk rajatava biogaasijaamas. Rohtse biomassi kättesaadavus on samuti ebaselge ning seotud mitmete teguritega, mida biogaasi tootjal pole alati võimalik otseselt mõjutada. Põllumaadel energiakultuuride kasvatamine ja saadud biomassist biogaasi tootmine oleks suure potentsiaaliga, kuid täna on suure tõenäosusega takistuseks selle tegevuse hind, st biogaasis oleva energia müügist saadud tulu ei kata silo tegemise kulusid tänaste taastuvelektri toetus- ja turuhindade juures. Seetõttu on rohtse biomassi kättesaamisel lähiperspektiivis reaalsemalt võimalik arvestada peamiselt looduskaitsealade ja pool-looduslike maade niitmisest saadava rohtse biomassiga. Kasutamata maadelt niidetud silo võib saada nö niitmise omahinnaga.

Ka sõnniku kättesaadavuse osas võib esineda probleeme kuna enamus loomakasvatajaid asub linnast kaugemal ning vedelsõnniku vedu linna ja kääritusjäägi tagasivedu omab mitmeid negatiivseid mõjusid (ebameeldivad lõhnad ja transpordist pärinev õhusaaste). Samuti on küsitav sõnniku tasuta saamine pikemas perspektiivis, kuna piirkonnas on elluviimisel või kavandamisel konkureerivaid sõnnikul põhinevaid biogaasi tootmise projekte.

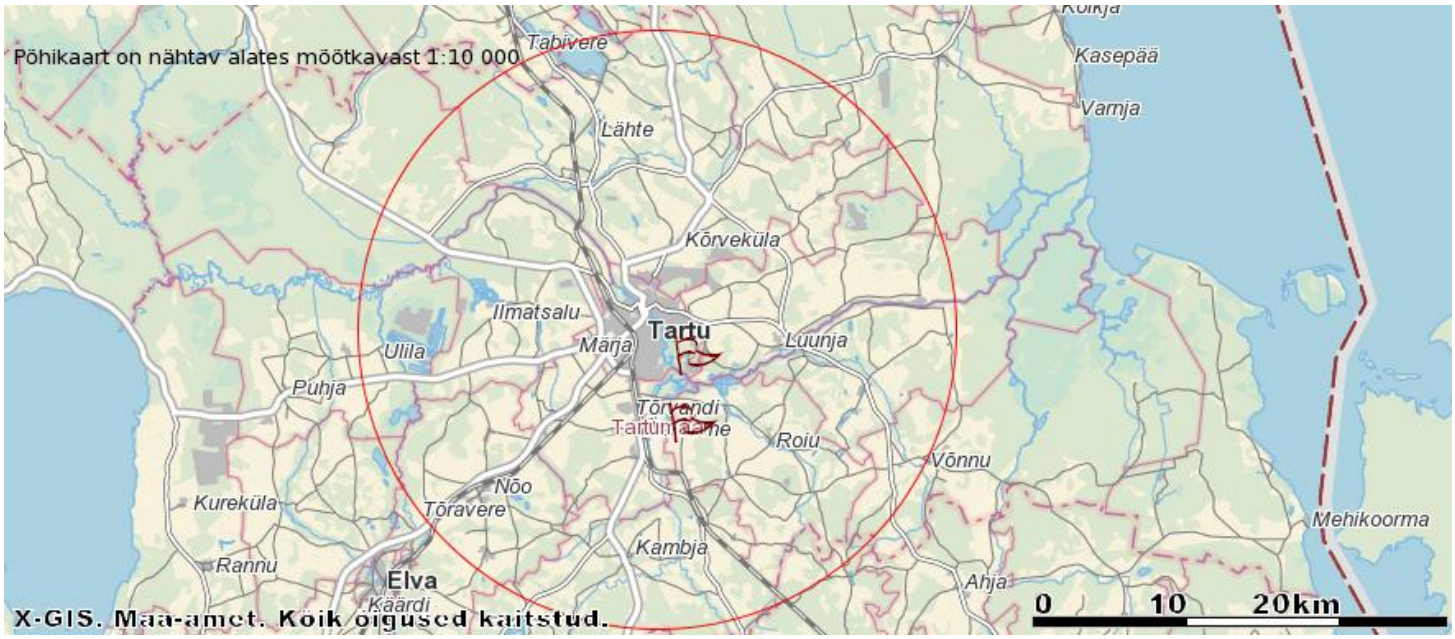
Käesolevas uuringus on biogaasi tehase toormena lähtutud kahest stsnaariumist, ühel juhul on toormeks põllumajanduslikud loomsed jäätmed- sõnnik ja läga ning teisel juhul rohtne biomass.

1.4 Biogaasitehase asukoht

Kavandatava biogaasitehase asukoht on planeeritud Lõuna-Eestisse, Tartu linna või selle lähiümbrusesse (kuni 20km raadiusesse) kuna kaugemal asuv jaam eeldaks gaasitorustiku rajamist, mis ei ole majanduslikult otstarbekas ning gaasi sõidukitega transportimine on väheefektiivne (vt joonis 1).

Biogaasijaama asukohtade eelvalikul on lähtutud sellest, et eelkõige on rajatav biogaasijaam mõeldud linnaliinibussidele mootorikütuse tootmiseks. Biogaasijaama asukoha valikul on eelkõige lähtutud keskkonnakaitselistest, ohutusalastest ning tehnilistest aspektidest.

Antud uuringus on vaatluse alla võetud kaks võimalikku tehase asukohta, üks AS Tartu Veevärk ja teine Aardlapalu prügila vahetus läheduses. Asukoha valiku puhul on silmas peetud, et rajatav biogaasijaam asuks mõne teise biogaasi tootmise või kogumissüsteemi läheduses, et tagada stabiilne gaasi tootmine juhul kui biogaasijaama töös peaks esinema tõrkeid.



Joonis 1. Tartu ümbrus 20 km raadiuses

1.4.1 Asukoht 1- Ringtee tn 45

Aadress: Tartu linn, Ringtee tn 45 (vt joonis 2)

Katastritunnus: 79511:011:0006

Asukoha lühiiseloomustus

Kinnistu asub Tartus, Ropka tööstusasumis. Vaadeldav ala on osaliselt kõrghaljastusega. Kinnistu pindala on 13 4204 m2.

Asend linnas

Asukoht 1 asub Ropka tööstuspargi linnaosas, linna põhja osas. Linna üldkeskusest asub kinnistu ligikaudu 3,5 km kaugusel.

Asukoht jääb magistraaltänavatest eemale. Piirkonnas asuvad põhiliselt väiketootmis-, hulgikaubandus-, ja tööstusmaad.

Asukoht 1 on sobiv biogaasijaama rajamiseks kuna asub linna tööstuspiirkonnas ning ei riku linna arhitektuurilist väljanägemist ega jää miljööväärtuslike alade lähedusse. Asukohale on võimalik lihtsalt ligi pääseda ning ümbekaudsete tänavate võrgustik tagab mugava ligipääsu jaama territooriumile.

Asend ümberkaudsete ettevõtete suhtes

Asukoha 1 aadressil (Ringtee 45) asub trükiteenuseid osutav ettevõte Garrison Trükikoda OÜ. Lähiümbruses asub mitmeid autoremondi ja varuosade müügiga ning ehitusmaterjalide ja masinate müügiga tegelevaid ettevõtteid.

Asend elurajoonide ja elamute suhtes

Asukoht 1 asub eemal elamurajoonidest ja elamutest. Lähim elamu on linnulennult ligikaudu 560 m kaugusel, kuid üldkasutatav teeühendus asukoha ja lähima elamu vahel puudub. Seetõttu liiklus, liiklusmüra ja seadmete töömüra elamuid ei sega ning asukoht on sobiv.

Asend gaasitankla suhtes

Asukoht 1 on 675 km kaugusel Tähe tänaval asuvast surugaasitanklast.

Asend tooraine suhtes

Asukoha 1 lähimad loomse tooraine (sõnnik, läga) allikad on 5,5 km kaugusel (20 farmi). Enamuses tegemist veisefarmidega, kus on üle 100 looma. Toorainet on võimalik transportida ka kaugemalt. Lähim suur farm (üle 300 loomaga seafarm) asub ligi 6 km kaugusel. Rohtse biomassi, luhaheina kaugus Emajõe luhtadest on mõlema asukoha suhtes üsna ühe kaugusel (20km).

Olemasolevad kommunikatsioonid ja kommunikatsioonide rajamise võimalused

Kinnistuga piirneb vee- ja kanalisatsiooni torustik. Gaasivarustus on võimalik lahendada Ringtee tänaval asuvast gaasitrassist.

Investeeringu kõrvalkulude osakaal

Arvestades seda, et asukohal 1 puudub detailplaneering ja ühendus gaasitorustikuga tuleb biogaasijaama rajamisel arvestada lisakuludega. Gaasitoru rajamise jooksev meeter maksab keskmiselt 2000 kr. Lisandub gaasivõrguga liitumise tasu.

Elektrivõrguga liitumistasu sõltub peakaitsme suurusest. Eesti energiaga liitumise tasu arvestatakse vaid ampritasu alusel.

Asukohale kehtestatud detailplaneeringud

Asukohale 1 ei ole taotletud ega kehtestatud detailplaneeringut.

Asukoha sihtotstarbeline kasutus

Kinnistu sihtotstarve on 100 % ulatuses tootmismaa, mis võimaldab gaasitehase rajamist.

Joonis 2. Asukoht 1

1.4.2 Asukoht 2- Aardlapalu prügila

Aadress : Aardlapalu prügila, Uhti küla, Ülenurme vald, Tartu maakond (vt joonis 3)

Katastritunnus: 94901 : 009: 0384

Asukoha lühiiseloomustus

Kinnistu asub Tartu maakonnas, Ülenurme vallas, Uhti külas. Tegemist on endise prügila alaga, kus on tänaseks tegevus lõpetatud ja territoorium korrastatud. Kinnistu pindala on 28,9 ha.

Asend linna suhtes

Asukoht 2 asub Tartu linnast ligi 15 km kaugusel. Asukoha ja linna vahel on mitmeid ühendusteid, riikliku tähtsusega Tallinn-Tartu-Võru- Luhamaa maantee, ning kohaliku tähtsusega Haaslava-Vana-Kuuste tee. Asukoht 2 on sobiv biogaasijaama rajamiseks kuna asub eemal linnast ning ei riku linna arhitektuurilist väljanägemist ega jää miljööväärtuslike alade lähedusse. Samal ajal on asukohale

võimalik küllaltki lihtsalt ligi pääseda ning ümbekaudsete teede võrgustik tagab mugava ligipääsu jaama territooriumile.

Asend ümberkaudsete ettevõtete suhtes

Asukoha 2 aadressil toimub täna ehitustegevus prügila sulgemiseks ja korrastamiseks. Aktsiaseltsid Merko Ehitus ja Merko Infra viivad vastavalt hankele läbi uuringuid ja projekteerimistöid, sulgevad prügila, ehitavad reoveepuhasti ja piirdeaia ning hooldavad kompleksi garantiiperioodil.

Asend elurajoonide ja elamute suhtes

Asukoht 2 asub eemal elamurajoonidest ja elamutest. Lähim elamu on linnulennult ligikaudu 620 m kaugusel. Seetõttu tuleb arvestada liikluse, liiklusmüra ja seadmete töömüraga, et lähiümbruse elanikke ei häiritaks.

Asend gaasitankla suhtes

Asukoht 2 on 7,9 km kaugusel Tähe tänaval asuvast surugaasitanklast.

Asend tooraine suhtes

Asukoha 2 lähimad loomse tooraine (sõnnik, läga) allikad on 5,5- 8,25 km kaugusel (13 farmi). Tegemist on veisefarmidega , kus on ole 100 looma. Toorainet on võimalik transportida ka kaugemalt. Lähim suur farm (üle 300 looma) asub ligi 17 km kaugusel. Rohtse biomassi, luhaheina kaugus Emajõe luhtadest on mõlema asukoha suhtes üsna ühe kaugel (25km).

Olemasolevad kommunikatsioonid ja kommunikatsioonide rajamise võimalused

Kinnistuga piirneb vee- ja kanalisatsiooni torustik. Kinnistule ulatub elektrivõrk. Gaasitankla ja biogaasijaama vahele tuleb ehitada gaasitrass (võimlik ühendada Ülenurme asulas asuva trassiga).

Investeeringu kõrvalkulude osakaal

Arvestades seda, et asukohal 2 puudub detailplaneering ja ühendus gaasitorustikuga tuleb biogaasijaama rajamisel arvestada lisakuludega. Gaasitoru rajamise jooksev meeter maksab keskmiselt 2000 kr. Lisandub gaasivõrguga liitumise tasu.

Elektrivõrguga liitumistasu sõltub peakaitsme suurusest. Eesti energiaga liitumise tasu arvestatakse vaid ampritasu alusel.

Asukohale kehtestatud detailplaneeringud

Asukohale 2 ei ole taotletud ega kehtestatud detailplaneeringut.

Asukoha sihtotstarbeline kasutus

Kinnistu sihtotstarve on 100 %ulatuses jäätmehoidla maa, mis võimaldab gaasitehase rajamist.

Joonis 3. Asukoht 2

1.4.3 Asukohtade võrdlus

Biogaasitehase võimalikest asukohtadest optimaalseim selgitati välja võrreldes neid omavahel järgmiste kriteeriumide alusel:

- asend linnas;
- asend ümberkaudsete ettevõtete suhtes;

- asend elurajoonide ja elamute suhtes;
- müra;
- olemasolevad kommunikatsioonid ja kommunikatsioonide rajamise võimalused;
- asukohale kehtestatud detailplaneeringud;
- investeeringu kõrvalkulude osakaal;
- asukoha sihtotstarbeline kasutus;
- ehituslikke- ja ohutusnõudeid tehase rajamiseks;
- asend gaasitrasside suhtes;
- asend surugaasitankla suhtes;
- tooraine lähedus, toorme transpordikaugus.

Asukohaalternatiivide puhul tuleb arvestada ka seda, et ühe asukoha (asukoht 1) vahetuses läheduses paikneb kaitseala ning kaitsealuste liikide kasvukohad. AS Tartu Veevärk vahetus läheduses asub Natura 2000 linnuhoiuala ning mitme käpaliste- ja tulikaliste liigi esindaja kasvukoht. Seega tuleb ehitustööde elluviimisel võimalikult vähe häirida läheduses tõenäoliselt pesitsevaid linnuliike ning mitte hävitada kaitsealuste taimeliikide kasvukohti.

Tabel 3. Asukohtade võrdlus

Asukoht	asend linnas	asend ümberkaudsete ettevõtete suhtes	asend elurajoonide ja elamute suhtes	müra	kommunikatsioonid	detailplaneering	kõrvalkulud	sihtotstarve	omandivorm
Asukoht 1	Ropka tööstusasum, eemal	Tööstus- ja tootmis-	Eemal elamutest (lähim	Lubatud normide	-olemas vee- ja kanalisatsioon	puudub	-	Detailplaneering	100% tootmismaa	-
Asukoht 2	Ülenurma vald, Tartu linnast 15	Doranova Baltic OÜ, gaasikogu	Eemal elamutest (lähim	Lubatud normide	-olemas vee- ja kanalisatsioon	puudub	-	Gaasitoru ühendus 3,5 km	100% jäätmehoidla maa	-

Võrdluse tulemused on esitatud alljärgnevas tabelis, milles „+” tähistab soodsat varianti, „-” ebasoodsat ning „+/-” keskpärast varianti.

Tabel 4. Hinnang asukohtadele

Asukoht	asend linnas	asend ümberkaudsete ettevõtete suhtes	asend elurajoonide ja elamute suhtes	müra	kommunikatsioonid	detailplaneering	Asend tankla suhtes	Asend tooraine suhtes	kõrvalkulud	sihtotstarve	Kriteeriumite summa	
											+	-
Asukoht 1	+	+	+	+	+	-	+	-	+/-	+	8	4
Asukoht 2	-	+	+	-	-	-	-	+	+/-	+	6	6

Võrdlus- ja hindamistabelitest selgub, et optimaalne asukoht biogaasitehase rajamiseks on asukoht 1. Soovitused edasiseks:

- Alustada konkreetsemaid läbirääkimisi Ringtee 45 kinnistu omanikuga biogaasitehase rajamiseks.
- Alustada läbirääkimisi potentsiaalse biogaasitehase rajajaga.

2. BIOGAASITEHASE RAJAMISE TEHNILISED-, EHITUSLIKUD-, KESKKONNA- JA OHUTUSNÕUDED

Biogaasitehase rajamist ja selle ohutut tegevust reguleerivad mitmed riiklikud ja Euroopa Liidu õigusaktid, millest olulisimad on:

1) Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 23.03.1994 direktiiv plahvatusohtlikus keskkonnas kasutatavaid seadmeid ja kaitsesüsteeme käsitlevate liikmesriikide õigusaktide ühtlustamise kohta (94/9/EÜ);

2) Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 17.05.2006 direktiiv, mis käsitleb masinaid ja millega muudetakse direktiivi 95/16/EÜ (2006/42/EÜ);

Biogaasitehase rajamine peab vastama järgmistele Eesti õigusaktidele:

1)Ehitusseadus, vastu võetud 15.05.2002

2)Planeerimisseadus, vastu võetud 13.11.2002

3)Veeseadus, vastu võetud 11.05.1994

4)Välisõhu kaitse seadus, vastu võetud 05.05.2004

5)Jäätmeseadus, vastu võetud 28.01.2004

6)Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus, vastu võetud 22.02.2005

5)Masina ohutuse seadus, vastu võetud 10.12.2008.

7)Rahvatervise seadus[1,] vastuvõetud 14.06.1995

8) Riigihangete seadus, Vastu võetud 24.01.2007

9)Nõuded välitingimustes kasutatavate seadmete poolt tekitatavale mürale, müratasemе mõõtmisele ja müratasemе märgistamisele ning välitingimustes kasutatavate seadmete

vastavushindamise kord[1.] Majandus- ja kommunikatsiooniministri 16. detsembri 2009. a määrus nr 124

10)Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja müratasemе mõõtmise meetodid. Sotsiaalministri 4. märtsi 2002. a määrus nr 42

Biogaasitehase rajamine peab olema kooskõlas Tartu linna järgmiste arengudokumentide ja õigusaktidega:

1)Tartu linna arengukava aastateks 2007-2013

2)Tartu linna keskkonna arengukava 2006-2013

3)Tartu linna üldplaneering

4)Tartu linna ehitusmäärus

3. TEHNOLOOGIA JA TOOTMISPROTSESS

Kasutatavaid tehnoloogiaid ja tehnilisi seadmeid biogaasi tootmiseks on väga laias valikus.

Erinevused võivad seisneda näiteks kääritite suuruses (nt üks suur vs kaks väikest), kasutatavate segajate tüübis, arvus ja paigutuses, toormaterjali etteandmise süsteemides, kasutatavates ehitusmaterjalides (nt konstruktsiooni puhul betoon vs roostevaba teras; torumaterjalide puhul teras vs plastik) küttesüsteemis ja isolatsioonimaterjalides, katusekattetüübis ning biogaasi kogumise ja puhastamise lahendustes. Seetõttu on oluline teha valik lähtuvalt konkreetse projekti eripärast ja majanduslikust otstarbekusest.

3.1 Tehnoloogilised alternatiivid

Biogaasi tootmistehnoloogiaid (kääritite tüüpe) on erinevaid: kuiv- ja märgkääritus, katkematu läbivoolu (ehk pidev) ja nö jaokaupa kääritamine (katkev kääriti täitmine, mis võib olla perioodiline või tsükliline ja osaliselt katkev (pool-tsükliline)), kääriteid on püstiseid ja rõhtsaid, maa peal ja maa sees, metallist ja betoonist, ühe-, kahe- ja kolmeetapilisi. Samuti on erinevaid kääriva substraadi segamistehnoloogiaid (näiteks keskteljelt suurte labadega ringi ajamine või külgedest mitme poolviltuse segaja kasutamine).

Täna kasutatatakse Eestis imporditud tehnoloogiaid ja imporditud tehnoloogiatega kaasnevat juhtimisautomaatikat, kuid need ei tööta piisavalt efektiivselt, kuna tehnoloogiad ja seadmed ei vasta täielikult kohalikele eripäradele. Standardsete lahenduste modifitseerimisel on eeskätt oluline arvestada Eesti kliima tingimustega, milleks on suur aastane temperatuuri kõikumine ning tooraine eripärad.

Eestile sobivaimateks biogaasi tootmise tehnoloogiateks on sõnniku märgkääritamine(rohtse biomassi silo või jahu lisandiga) ja rohtse biomassi kuivkääritamine. Mõlema puhul saab kääritusjääki kasutada põllumajanduses väetisena.

1) Märgmeetod ehk vedelkääritamine -madala kuivaine sisaldusega anaeroobne kääritamine

Kuivainesisaldus kääritatavas segus (massis) on 4–10%. Kui tooraine kuivainesisaldus on kõrgem, tuleb seda vedeldada. Tavaliselt kasutatakse vedeldamiseks reovett. Selle protsessi käigus tekib 1,5 – 2,5 m³ biogaasi 1 m³ reaktori mahu kohta (biogaas sisaldab 50 –70% metaani), ajaline kestvus on ≈20 ööpäeva. Protsessi kestvus sõltub temperatuurist, kääritatava massi hulgast ja toitainete sisaldusest.

2) Kuivmeetod ehk kuivkääritamine- kõrge kuivaine sisaldusega anaeroobne kääritamine

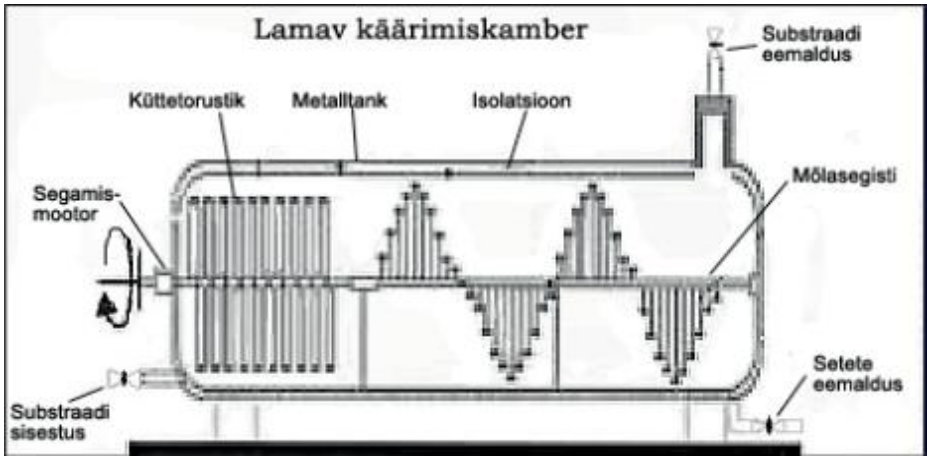
Toorme kuivainesisaldus reaktoris on 25 –35%(mõnedes allikates alates 12% ülespoole). Seda meetodit võib nimetada ka kuiv anaeroobseks komposteerimiseks. Protsessi kestvus on 16 –21 ööpäeva, biogaasi tekib 5 –8 m³ 1 m³ reaktori mahu kohta (biogaas sisaldab ~55% metaani).

3.1.1 Märgkääritusmeetodid

Pumbatavate substraatide kääritamiseks on erinevad tehnilised survevoolu meetodid, täieliku segamise meetod ja erimeetod.

Survevoolu meetod (pressmeetod)

Survevoolu meetodi korral surutakse n kruvisöötjaga (kruvipumbaga) juurdelisatav (värske) substraat kas horisontaalsesse või vertikaalsesse silindrilisse kääituskambrisse (kääritisse) või horisontaalsesse riskülikukujulisse kääituskambrisse. Massi segamine toimub risti voolusuunaga labadega võlli abil või siis spetsiaalselt konstrueeritud voolutorustiku abil.



Joonis 4. Survevoolu meetod

Täieliku segamise meetod

Täielikult läbisegatavad kääituskambreid kasutatakse peamiselt põllumajandusliku biogaasi tootmises, need on silindrikujulised ja paigutatud vertikaalselt. See vastab standardsetele lägahoidlatele, mida väikese ümberehituse tulemusena on võimalik ka kasutada. Kääituskamber on betoonpõrandaga mahuti, kus on teras- või betoonseinad. Mahuti võib olla osaliselt või täielikult maa sees või kogu ulatuses maapealne. Mahuti peale pannakse gaasitihe kate, mis võib olla erineva konstruktsiooniga. Täielik segamine saavutatakse segistiga, mis asub kääituskambris.

Erimeetod

Eelpoolmainitiud laialt levinud märgkääritusmeetoditele on veel lisaks teisi, mida ei saa nii selgelt klassifitseerida. Peamiselt on need vähe levinud ja turul kohaliku tähtsusega. Saksamaal on suhteliselt palju levinud substraadi segamine kaheosalises käärtituskambris. Seal toimub hüdrauliline substraadi ringvool, mille kindlustab tekkiva biogaasi ülerõhk. Seejuures ei kasutata segamisel elektrienergiat, kuigi seadme konstruktsioon on keerulisem ja seade suurem. Saksamaal on üle 50 sellise tehnoloogiaga töötavat biogaasijaama suurusega 400-2500 m³, kus toormeks on läga või reoveepuhastusjaama muda.

3.1.2 Kuivkääritamismeetodid

Ka kuivkääritamise puhul on võimalikud mitmed erinevad tehnoloogilised lahendused. Järgnevalt on kirjeldatud kahe tehnoloogia, tsüklilise ja pideva kääritamise meetodeid erinevate tehnoloogia ja seadme pakkujate lõikes.

3.1.2.1 Tsüklilise kääritamise meetodid

Konteinermeetod

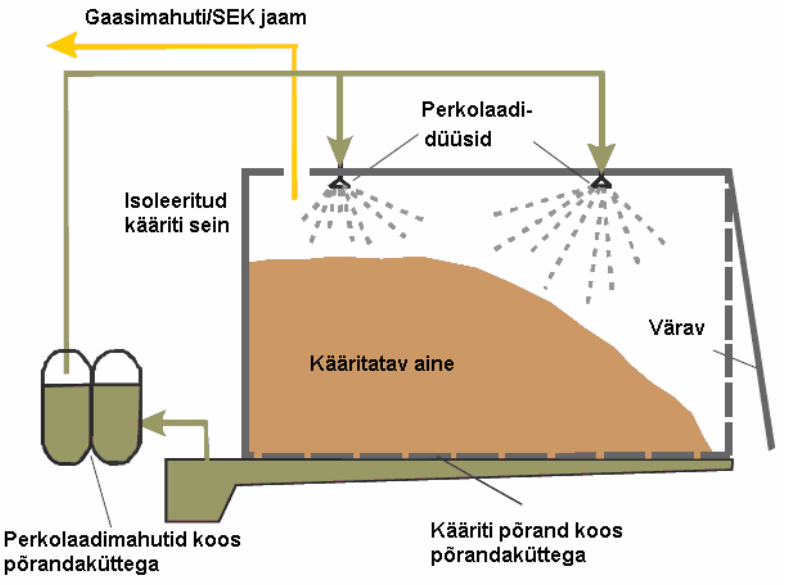
Konteinermeetodil täidetakse teisaldatav või kokkulükatav kääriti biomassiga ja suletakse õhutihedalt. Konteineris on seega värske substraat ja juurde segatud bakteritega substraat (käärtitsujääk). Mikroorganismid esmalt soendavad selle massi üles, kui veel õhku juurde antakse, sest siis toimub soojust eraldav kompostimisprotsess. Kui protsessi temperatuur on saavutatud, siis suletakse õhu juurdepääs. Kui kogu hapnik on ära kasutatud, muutuvad anaeroobsed bakterid aktiivskes nagu ka märgkääritamisel ja algab gaasitekke protsess. Biogaas koguneb

kääituskambrisse, kust see eemaldatakse gaasitorustiku kaudu ning juhitakse mahutisse. Seejärel saab seda energeetiliselt kasutada (soojuse ja elektri koostootmine, põletamine katla koldes või sisepõlemismootoris).

Garaaži- boksimeetod ja seadme pakkujad

BIOFerm®

Kääituskambri hooned ehitatakse üksteise vastu hermeetiliselt paigaldatud betoonplaatidest, mis väliselt meenutab garaaži. Anaeroobse käärimisprotsessi sujuvaks toimimiseks segatakse värske lähtematerjal vanaga vahekorras 40:60. Protsessi läbiviimiseks kasutatakse perkolaati (st protsessis ringlev vedelik), mida piserdatakse kääritatavatele materjalile tagamaks piisav bakterite populatsioon ning samuti reguleeritakse perkolaadi piserdamisega temperatuuri.



Joonis 5. BIOFerm tehnoloogia

Planungsbüro Ratzka GbR

Kuivkääritus toimub kambrites ehk boksides, kuid ei toimu kääritatud ja kääritatava materjali segamist ja ülevalt perkolaadiga piserdamist. Kuivkääriti täitmine toimub ülevalt ja täitmine alt kääriti otsas oleva hermeetilise ukse kaudu. Kääritamise ajaks kaetakse kuivkääriti kilega. Materjali soojendamine toimub seintes ja põrandas olevate küttetorudega. Enne materjaliga täitmist on kääriti

osaliselt täidetud protsessi läbiviimiseks vajaliku veega , et tagada tahke aine ja vedeliku paremat segunemist. Kuivkääriti põrandas on laudadest vahedega põrandaosa, mille kaudu surutakse protsessi läbiviimiseks vajalik vedelik alt ülesse kääritisse. Läbitöötanud protsessivedeliku hoiustamine toimub tavapärastes vedelkääritites.

Kiletorumeetod

Kiletoru kääritamisetehnoloogia korral kasutatakse sama tehnikat, mida loomasööda kilesse sileerimisel. Fooliumtoruga protsessi korral kasutatakse elastset polüetüleenkilet, mis täidetakse lähteainega. Laius varieerub 1,5-3,6 m ja pikkus 30-150 m ja mahutatakse kuni 1 000 t lähteainet.
Esmaseks soendamiseks kasutatakse aeroobset protsessi. Edasiseks soendamiseks on võimalik täidetud kiletorud panna seondatavale betoonalusele. Soojuskadude vähendamiseks on võimalik toru täitmisel lisada ka isolatsioon. Kiletoru ülemisse ossa paigaldatatakse kogumistorustik, mille kaudu saab tekkinud biogaasi tarbijale või lattu suunata. Kääritusaeg on 6-12 nädalat ja pärast seda lõigatakse kile katki ning jääkmaterjal läheb kompostimisele.

Vann- ehk tunnelmeetod (tunnelkäärituskamber)

Võrreldav kiletorumeetodiga, toimub sarnane käärimisprotsess, kuid see toimub spetsiaalsetes vannides või tunnelites. Siin on rohkem protsessi kontrollida.

3.1.2.2 Pidevatoimeline kääritamine

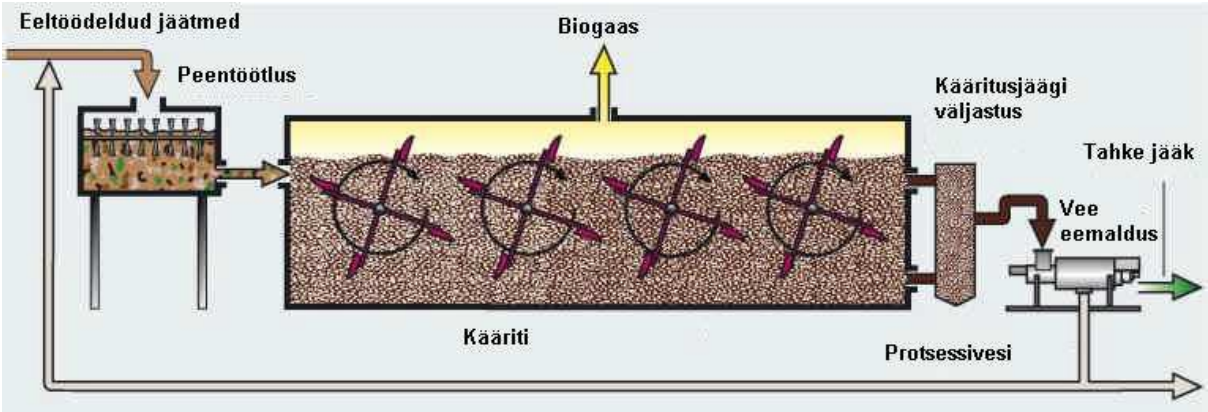
Kompogas meetod

Kääritatav materjal pannakse eelmahutisse (ca 2 päeva varu), kust tigutransportöör juhib materjali pikali asetsevatesse käärititesse ja millega tagatakse kääritatava pidev juurdeanne. Kääritis seguneb värske materjal kääritatud materjaliga. Kääritis olevad segajad tagavad protsessi stabiilsuse ja pideva gaasitoodangu. Antud meetodi korral toimub kääritamine 55 °C juures (termofiilne protsess). Protsessi läbiviimiseks vajalik soojus saadakse üldjuhul gaasimootori jahutusest. Kääritatud materjal läbib pressimise, misjärel eemaldatakse vedelik ja jääb järgi tahke kompost. Vedelikku taaskasutatakse protsessi läbiviimisel, mistõttu ei ole vajadust lisavee järele.

Joonis 6. Kompogas meetod

Linde-Laran meetod

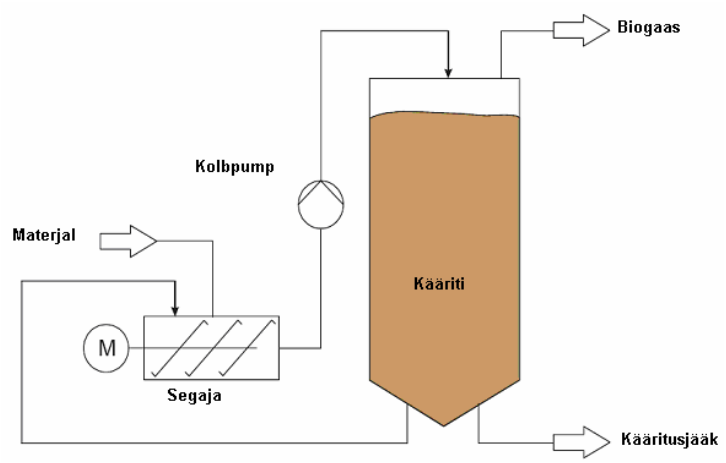
Selle meetodi korral segatakse värske materjal eelnevalt kääritatud materjaliga, st pressitud kääritusjäägiga. Materjal juhitakse tigutransportööriga pikali olevasse kääritisse, kus toimub materjali pidev segamine selliselt, et segajad pöörlevad kord ühes suunas kord teises suunas. Kääriti on varustatud eelmahutiga, et tagada pidevatoimelisust. Protsess kääritis võib toimuda nii mesofiilsena kui ka termofiilsena. Kääritusprotsessi lõppedes eemaldatakse kääritatud materjalist vesi, mida taaskasutatakse protsessis. Praegu on Saksamaal ehitamisel kaks sellist seadet põllumajandusjäätmete utiliseerimiseks.



Joonis 7. Linde-Laran meetod

Silomeetod

Silomeetodi korral toimub kääritamine ilma mehaanilise segamiseta nn silotornis. Kääritatav materjal segatakse eelnevalt kääritusprotsessi läbinud materjaliga kääritile eelnevas segajas ja juhitakse kolbpumbaga torustiku kaudu kääriti ülemisse ossa. Kääritis liigub materjal ülevalt alla ning selle aja jooksul eraldub biogaas. Lähtematerjalina sobib kasutada biojäätmeid, olmejäätmete orgaanilist osa, biolagunevaid tööstusjäätmeid (-jääke), paberijäätmeid, turujäätmeid, sõnnikut, reoveesette muda jne.13



Joonis 8. Silomeetod

Muud meetodid

Kuivkääritusesks kasutatakse ka tehnoloogiaid, mis pärinevad nn vedelkääritusest ja töötavad ilma välise vedelaine (nt läga, vihmavesi) lisamiseta. Need seadmed töötavad enamasti pikali oleva kääritiga, kuhu juhitakse kääritatav materjal ja välise püstise mahutiga, mis täidab järelkääritusе astme eesmärki. Mõlemas mahutis toimub materjali segamine, kusjuures piisava segamisvõimsuse saavutamiseks toimub mahutite vahel materjaliringlus. Värske kääritatav materjal juhitakse eelmahutist pikale asetsevasse kääritisse. Eelmahutit kasutatakse, et tagada protsessi pidevatoimelisus. Sisseantava materjali niisutamiseks juhitakse järelkääritist vedelat materjali pikali olevasse kääritisse. Kääritatud vedel materjal pumbatakse püstisesse järelkääritisse. Pärast lõplikku käärimist suunatakse protsessi mittetagasijuhitav materjal kääritatud materjali mahutisse, kust see suunatakse nt põldude väetamiseks.

Kääritamismeetodite kombinatsioon

Lisaks neile on võimalik erinevaid kääritamismeetodeid ka kombineerida ehk toimub kuiv-vedel-samaegne-kääritamine (KVS) (Trocken-Nass-Simultan-Vergärung®).

Antud protsess on kombinatsioon lihtsast kuivkääritusest koos tavapärase vedelkääritusega, kus kääritatav materjal antakse nn kambritaolisse kuivkääritisse. Pärast täitmist kääriti suletakse ja kääritatavat ruumi õhutatakse lühiajaliselt ja algava nn kõdunemisprotsessiga soojendatakse kääritatav materjal soovitud temperatuurini (ca 38 °C). Seejärel õhutus peatatakse ja algab anaeroobne kääritusprotsess, kus materjali niisutatakse perkolaadiga. Pärast materjali läbimist ja kokkukogumist juhitakse perkolaat vedelkääritisse, mis on ka samaaegselt perkolaadi mahutiks. Siin toimub kaasakantud orgaanilise osa mikrobioloogiline muundumine biogaasiks. Sarnaselt toimub biogaasi teke nii kuivkääritis kui ka vedelkääritis.

3.2 Tehnoloogia valik

Arvestades Tartu linna ja selle lähiümbruse looduslikke, sotsiaalmajanduslikke tingimusi ning kasutatava tooraine spetsiifikat, on mõistlik kaaluda kahte alternatiivset tehnoloogiat:

1) Vedelsõnniku ja läga märgkääritamine rohtse biomassi silo või jahu lisandiga täieliku segamise meetodiga.
2) Rohtse biomassi kuivkääritamine garaaži-, boksimeetodiga.

Tabel 5. Täielikult segatavate kääritite omadused

Suurus, materjal	Kambri maht kuni 6000 m³, suuremate ehitiste juures muutub segamine ja protsessi kontrollimine raskemaks.
Sobivus	Sobib vähese või keskmise kuivainesisaldusega pumbatavatele substraatidele. Peab valima substraadile sobilikud segamis- ja etteandmisseadmed. Sobilik kõikidele erinevatele täitmisviisidele.
Eelised	Kääituskambrit suurusega üle 3000 m³ on soodsam ehitada. Täitmiseks sobib nii läbivoolu, läbivoolu-salvestus kui ka salvestusmeetod. Tehnilisi seadmeid saab hooldada kääituskambrit tühjendamata.
Miinused	Mahutite kinnitamine on suuremates jaamades raskendatud.

	Võimalik on substraadi kiire väljumine. Võimalik on ujuvkihi ja sette teke.
Paigutus	Vertikaalsed silindrilised nii maapealsed kui ka maasisesed mahutid. Saab töötada nii segistiga kui ilma. Segistid peavad olema suure võimsusega, erandlikuks on läga kääritamine, kus segamist saab asendada pneumaatilise ringvooluga- biogaasi juhtimisega tagasi kääritisse. Ringvoolu korraldamise võimalused.:segistid kääituskambris, aksiaalne segisti ühel kesksel vertikaalsel torustikul, hüdrauliline ringvool, väliste pumpade abil, ringvool biogaasi surumisega vertikaalsesse juhttorusse, ringvool gaasi surumisega mahutisse põrandas asetsevate düüside kaudu.

Tabel 6. Kuivkäätitamise tehnoloogia omadused

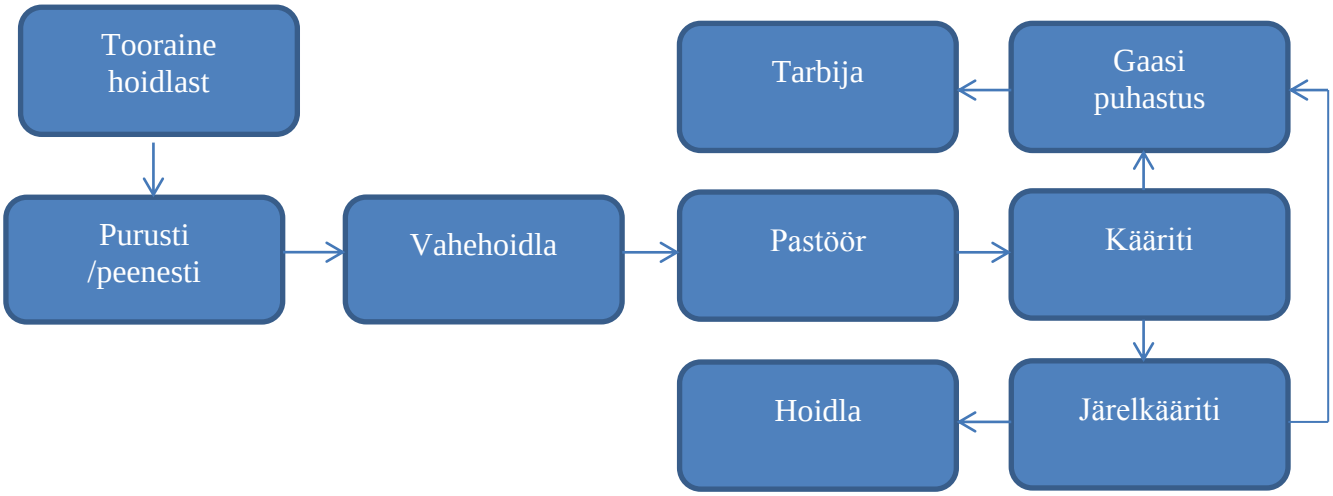
Suurus, materjal	Ehitiste suurus ei ole piiratud. Konstruktsioon metallist või betoonist.
Sobivus	Mõeldud mittevoolavatele ainetele. Kasutatav kõikide täitmismeetoditega.
Eelised	Moodulehitis võimaldab mitmekülgset lähenemist vastavalt vajadustele. Väiksem energiavajadus, kuna tehnikat vähem. Väiksemad hoolduskulud ja kulumine. Tekkinud biogaasis on vähem väävelvesinikku ja seega vähem gaasi puhastamist. Kääituskambrit võimalik transportida sinna, kus on toorainet. Väiksem energiakulud soojendamiseks, kuna kasutatakse lühiaegselt aeroobset protsessi, kus tekib soojus.
Miinused	Pidevaks biogaasi saamiseks vajalik mitu paralleelselt töötavat moodulit. Puuduliku läbisegamise tõttu võimalik piirkondade teke, kus gaasitoodang ei ole maksimaalne. Plahvatuse vältimiseks on täitmisel ja tühjendamisel vaja installeerida turvatehnika.

	Maksimaalselt gaasisaagise tagamiseks on vajaliksuur kogus nakatusmaterjali (varemkäärinud, bakteritega mass).
Paigutus	Garaažid, boksid

Käesolevas tasuvusuuringus on märgkääritamistehnoloogia osas käsitletud Saksmaa ettevõtte Zorg Biogas AG [3] seadmeid ning kuivkääritamise osas Saksamaa ettevõtte BAL biogas plant Langenau GmbH [4] seadmeid. Hinnapakkumisi seadmete soetamiseks ja biogaasijaama tehase rajamiseks küsiti mitmetelt ettevõttelt, kuid üheltki ei saadud konkreetset siduvat pakkumist. Seetõttu on seadmete tehnilise spetsifikatsiooni kirjeldamisel ning tasuvusarvutuste koostamisel kasutatud internetis avalikult kättesaadavaid andmeid (vt ptk 6).

[3] Allikas: http://zorg-biogas.com/?gclid=CNmbo-GXpqkCFYIm3godZ3x5ew
[4] Allikas: www.bal-langenau.de

3.3 Tootmisprotsess



Joonis 9. Biogaasi tootmistehnoloogia plokkskeem

Biogaasi tootmise saab jagada neljaks etapiks:

1)substraadi transport, hoiustamine, eeltöötlemine ja sisestamine,

2)biogaasi eraldamine,

3)kääritusjäägi ladustamine ja selle kasutamine,

4)biogaasi ladutamine, puhastamine ja kasutamine.

Need etapid võib jagada ka kolmeks protsessiks- eelprotsess, põhiprotsess ning järelprotsess. Järgnevalt on kirjeldatud nende kolme protsessi sisu.

3.3.1 Eelprotsess

Kohaletoimetamine

Kuna plaanitav biogaasi tootmine ei asu tooraine tekke kohas, siis tuleb tooraine mujalt kohale tuua. Vedelsõnnik ja läga transporditakse eelkõige piirkonna erinevatest farmidest ning rohtne biomass lähimatelt luhaaladelt või silotootjatelt. Transpordiks kasutatakse maanteetransporti. Biogaasijaama teenindamiseks on vaja ligi kuus sõitu päevas.

Sõnniku veo puhul tuleb silmas pidada, et kuna enamus loomakasvatajaid asub linnast kaugemal, siis vedelsõnniku vedu linna ja kääritusjäägi tagasivedu omab mitmeid negatiivseid mõjusid (ebameeldivad lõhnad ja transpordist pärinev õhusaaste). Rohtse biomassi puhul lõhna ja õhusaaste probleemi pole.

Hoiustamine

Hoiustamine on oluline, hoidmaks ära suuri muutusi, tulenevalt erinevate substraatide kasutamisest. Erinevatel substraatidel on erinevad hoiustamisviisid. Hoiustamiseks vajalike pindade suurus tuleneb planeeritud substraatide kogustest ja nende kasutusest ajaühikus. Kui on tegemist ostetatavate substraatidega, siis on olulised lepingulised suhted ja seal ära toodud kohustused, milla ja kui suures koguses toorainet hangitakse.

Lõhnade leviku seisukohalt peaks selliste substraatide vastuvõtt toimuma hallis, kus on ka õhupuhastid või biofiltrid. Nii on tehnika kaitstud ja töid saab teha olenemata ilmast.

Eeltöötlemine

Eeltöötlemise viis ja ulatus mõjutavad otseselt kääritamisprotsessi ja sellega ka substraattide energeetilise potentsiaali kasutamist. Eeltöötlemise eesmärgiks on ühelt poolt täita seadusest tulenevaid hügieeninõudeid ja teiselt poolt luua võimalikult soodsad tingimusd mikroorganismidele kui metaani tootjatele. Substraatide ettevalmistusel on kõige suurem osa kogu protsessi optimeerimises. Sealjuures opereeritakse piiril, mis eraldab ala- ja ülekoormust biogaasi tootmisel.

Sorteerimine ja mehaaniline lisandite eemaldamine

Sorteerimine ja mehaaniliste lisandite eemaldamine sõltub substraadi päritolust. Kivid, mis on kõige sagedasem võõrkeha vajuvad enamasti eelhoidlas põhja ja neid peab sealt aegajalt eemaldama. Teised võõrkehad eemaldatakse käsitsi substraadi vastuvõtul või protsessi söötmisel. Kõige suurem potentsiaal protsessi häirida on bioprügil.

Substraadi pastöriseerimine (hügieniseerimine)

Et täita seadusest tulenevaid fütosanitaarseid nõudeid kriitiliste substraatide puhul, on enamsti vaja eelnev termiline töötlemine, integreerituna biogaasi tootmisesse. Eeltöötlemine tähendab substraadi hoidmist (kuumutamist) vähemalt 70 °C juures ühe tunni jooksul.

Peenestamine, purustamine

Substraadi peenestamine (purustamine) suurendab pinda bioloogiliseks lagunemiseks ja suureneb ka metaani tootmine. Kindlalt võib väita, et bioloogilised protsessid peenestatud substraadiga kiirenevad, aga mitte alati ei suurene tekkiva biogaasi kogus. Tekkiva metaani kogus sõltub viibeajast kääituskambris ja seosest. Kõige olulisem on õige tehnika valik. Purustamist saab korraldada enne substraadi sisestamist hoidlasse. Sageli on vaja sorteerimiseks ja mehaaniliste lisandite eemaldamiseks eraldi seadet. Kõigi masinate käivitamiseks kasutatakse elektriajameid, kuid paljusid saab käivitada ka traktori jõuajamilt. Tahkema aine lisamiseks paigaldatakse peenestuseadmed juba eelhoidla juurde.

Paljud pumbatavad substraadid vajavad enne pumpamist ka peenestamist, et neede ei kahjustaks seadmeid. Peenestamine toimub eelhoidlates või siis torustikes enne pumpa või otse kääituskambrisse transporimisel.

Eelsegamine, homogeniseerimine

Substraatide eelsegamine vee juurdelisamisega on märgkääituse korral vajalik, et saada pumpamiseks kõlblik substraat kääituskambrisse juhtimiseks. Reeglina toimub see kogumismahutis natuke enne käärtituskambrisse suunamist. Vedelikku, mida kasutatakse eelsegamisel, võetakse tavaliselt sealt, kust võimalik. Kasutatakse juba protsessis kasutatud vett või siis tavalist puhast vett.

Kääritatud vedelikku on väga hea lisada, kuna see vähendab puhta vee tarbimist ja selles on juba vajalikud bakterite kultuurid uue substraadi nakatamiseks. See sobib pärast hügieniseerimise etappi või siis survevoolu tehnoloogia juurde. Igal juhul tuleb jälgida kääritamisvedeliku mitmekordsel kasutamisel, et ei tekiks toitainete ja soolade puudust, mis kahjustab protsessi bioloogiat. Puhta vee kasutamist peaks vältima selle kõrge maksumuse tõttu. Kui peaks kasutatama puhastus- või loputusvedelikke, tuleb jälgida, et desinfitseerivad vahendid ei mõjutaks käärimisprotsessi kuna need võivad mõjuda mikrobioloogilistele protsessidele hukatuslikult.

Juurdelisatavate substraatide homogeensus on käärimisprotsessis stabiilsuse seisukohast hästi oluline. Kõik muutused vajavad koheselt mikroorganismide poolt kohanemist ja see väljendub tekkiva gaasikoguse muutumises. Pumbatavate substraatide homogeniseerimine toimub kogumismahutis segistite abil.

Substraadi sisestamine

Stabiilseks bioloogilise protsessi toimimiseks oleks ideealjuhul vajalik pidev substraadi juurdevool. Kuna seda on aga praktikas peaaegu võimatu täita, siis on täna reeglina levinud pooltsükliline täitmissüsteem. Substraadi lisamine toimub väikeste kogustena ühtlaselt kogu ööpäeva jooksul. Kõik transpordiga seotud agregaadid ei pea seega pidevalt töötama. Seda on väga oluline teada biogaasijaama ja selle sõlmede ehitamise planeerimisel. Tehnika subtraadi transportimiseks (edastamiseks) sõltub peamislt sellest, millist kogust on vaja transportida. Eristatakse seadmeid tahketele ja pumbatavatele substraatidele.

Substraadi edastamisel kääituskambrisse peab jälgima ka selle temperatuuri. Suurte temperatuurierinevuste puhul juurdelisatava ja kääituskambris oleva subtraadi vahel (n pärast pastöriseerimist või siis tavel), toimub ka koheselt käärimisprotsessi häirumine, mis võib viia biogaasikoguse vähenemiseni. Probleemi tehniliseks lahendamiseks on välja pakutud soojustusvahendid ja köetavad kogumisjuhtmed.

3.3.2 Põhiprotsess

Eeltöödeldud substraat juhitakse kääituskambrisse (kääritisse), kus see hakkab käärima ja eraldub biogaas. Kääituskamber on biogaasi tehase süda. Hapniku puudumisel tekib bioloogilises protsessis orgaanilisest ainest gaaside segu nn biogaas (vt joonis 10). Protsessi tulemusena saadakse:

• biogaas (Metaan (CH_4) 60 mahu%, süsihappegaas (CO_2) 35 mahu%, (20–40ºC),
väävelvesinik (H_2S) 20–20000 ppm, lämmastik (N_2) <2 mahu%, hapnik (O_2) <2 mahu%,
vesinik (H_2) <1 mahu%);

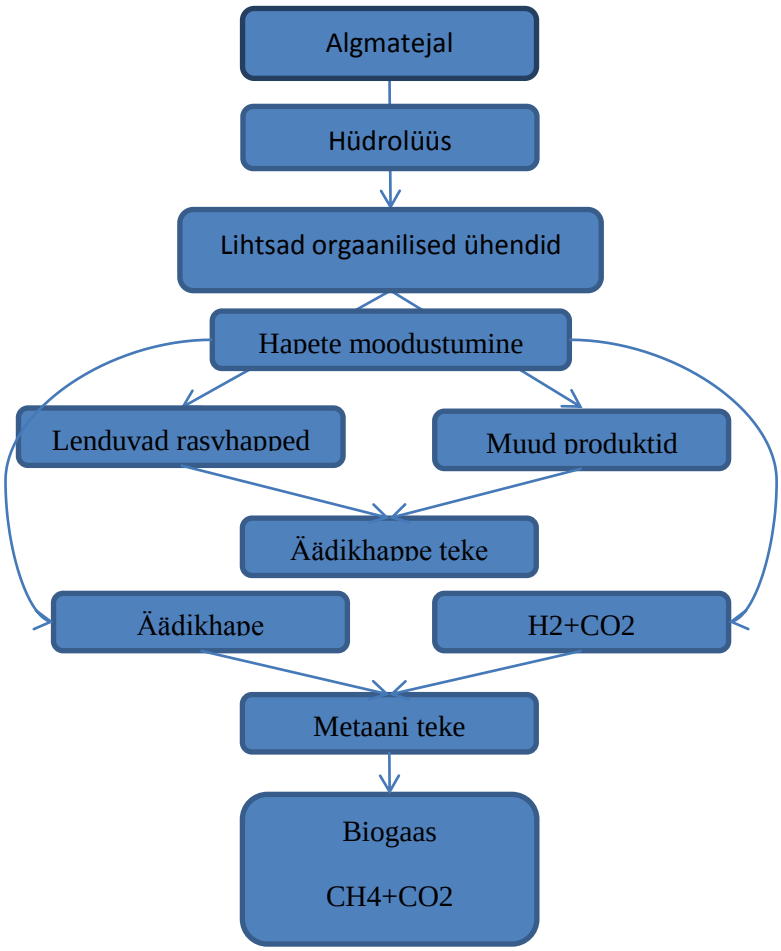
• vesi (H_2O) 4 mahu%

• uus biomass;

• soojus.

Kui kõik need neli etappi toimuvad ühes käärimiskambris, siis nimetatakse seda üheastmeliseks tootmisprotsessiks. Kuna eri etappides vajavad bakterid oma eluprotsessiks erinevaid tingimusi, on siin vaja leida kompromiss. Et metaani tootvad bakterid on kõige tundlikumad ja paljunevad aeglaselt, siis tavaliselt arvestatakse tingimuste loomisel kõige enam nendega.

Kaheastmelistes tootmisprotsessides on hüdrolüüs ja atsidogenees ruumiliselt järgnevatest etappidest eraldatud. Seeläbi saadakse sobivamad keskkonnatingimused erinevatele baktergruppidele ja parem gaasitootlikkus.



Joonis 9. Skemaatiline anaeroobne lagunemine biogaasi tootmisel

3.3.3 Järelprotsess

Järelprotsessis võib eristada kahte protsessi: kääritusjäägi ladustamine ja selle kasutamine ning biogaasi ladustamine, puhastamine ja kasutamine.

Horisontaalsetest kääituskambritest juhitakse kääritatud substraat välja värske massi juurdeandmisega (värske mass surub käärinud massi välja). See korraldatakse, kas ülejooksu või siis allpool substraadi nivood asetseva väljavoolutoru kaudu. Vertikaalsetel kääituskmabritel on

tavaliselt ülevoolutoru, mis töötab sifooni printsiibil, et vältida gaasi eraldumist selle toru kaudu. Kääritatud substraati võib ka pumpadega väljutada.

Kui suurenada tahkete substraatide osakaalu, peab täpselt jälgima vedela osa päritolu ja selle segamisel ette nägema kääritusjäägi ladustamiseks vajaliku ruumi (mahuti). Ladustamiseks mõeldud mahutid on enamasti lägale arvestatud ja need ei suuda mahutada enam muud. Seepärast on vahel majanduslikult ja tehnoloogiliselt mõttekas tahke ja vedela osa eraldamine. Vedelat osa saab uuesti kääituskambrisse suunata ja lämmastikväetisena põllule vedada, tahket osa saab kompostida. Tahke ja vedel fraktsiooni eraldamiseks saab kasutada sõelaga presse, tsentrifuuge, tiguseparaatoreid.

Vedelsõnniku, läga ja rohtse biomassi kääritusjääki võib ilma sisendeid eeltöötlemata kasutada toidukultuuride väetamiseks. Kui panna ka teisi sisendid (reoveemuda jm) või segada neid valimatult, siis tuleb kõiki sisendeid, kas eeltöödelda või kääritusjääki järeltöödelda, et kääritusjääk oleks kasutatav väetisena. Juhul kui eeltöötlust ei tehta, siis kääritusjääki saab kasutada ainult haljastuses ja mujal täitematerjalina. Majanduslikult oleks kasulik püüelda selle poole, et kääritusjäägis olevad väetisained leiaksid võimalikult palju kasutust. Selleks on kaks võimalust, kas kääritada puhtad sisendid eraldi või eel- või järeltöödelda vastavalt sisendeid või kääritusjääki. See, milline võimalus on optimaalsem sõltub juba sisendite kogusest, biogaasijaama omanikest ja omandivormist, äripaanist ning biogaasi kasutusviisidest.

3.3.4 Gaasi puhastamine

Orgaanilise aine anaeroobsel lagunemisel saadav biogaas sisaldab keskmiselt 60-70 % metaani (CH_4), 30-40 % süsinikdioksiidi (CO_2), alla 1-2 % väävelvesinikku (H_2S) ja väikestes kogustes muid aineid ja veeauru. Biogaasist kasutatakse põhiliselt metaani ja ülejäänud ballast on vaja sellest eemaldada. Transportkütusena kasutatavast biogaasist puhastatakse (nt pestakse välja) väävliühendid, veeaur ja süsinikdioksiid. Kõige enam kasutatakse biogaasi puhastamise meetodina kahte meetodit: veega pesemise ja surve all adsorbeerimise (*PSA - pressure swing adsorption*) meetodit.

Eestis ei puhastata täna veel biogaasi biometaaniks (st vähemalt 95% metaanisisalduseni), sestap on vähetuntud ka vastavad puhastamise tehnoloogiad. Puhastatud biogaasi ehk biometaani sisestamiseks maagaasivõrku puudub täna ka seadusandlik baas ning kvaliteedinõuded.

3.4 Seadmed

Biogaasi tootmistehnoloogiliste elementide hulka kuuluvad:

• biomassihoidla,

• eeltöötlus- ja etteandeseadmed,

• biomassikääriti,

• biogaasihoidla,

• jääkidehoidla.

Biogaasi puhastamise tehnoloogiliste elementdie hulka kuuluvad:

- kahekordse kattega *madalsurve* (kuni 0,5 bar) *membraanmahuti* peale metaantanki (kääritusmahutit) tootmise, puhastamise ja kasutamise ebaühtluse tasandamiseks,
- puhastusseade koos kompressoriga (surve 1 tõstmisega),
- kõrgsurvemahutid,
- tankimisseade.

Nagu eelnevalt mainitud on erinevate tehnoloogiate ja seadmete pakkujaid päris palju. Seetõttu ongi oluline seadme valikul hinnata kõiki erinevaid aspekte, tehnoloogilisi tingimusi, ostu-müügi tigimusi, lepingu tingimusi jne. Praktiline soovitus oleks siinkohal see, et küsida tarnelepingu projekt juba läbirääkimiste varajases faasis, et hilisemaid üllatusi vältida.

Seadmetarnija valik ja investeerimiskulude optimeerimine saab alguse juba tehase kontseptsiooni ja tehnilise lahenduse väljatöötamise protsessis. Seadme tarnija valikul võiks silmas pidada järgmisi kriteeriume: esiteks, seadmetarnija senine kogemus ja väljatöötatud lahenduste paindlikkus ja innovatiivsus. On elementaarne, et projektile tarnijat valides tuleks võtta hinnapakkumised mitmelt pakkujalt ning kindlasti peaks otsustusprotsessi käigus minema tutvuma ettevõtte seniste projektidega. Võimalike koostööpartnerite valikul võiks pidada oluliseks ka tehtud projektide mitmekesisust ja uuendusmeelsust – kuna Eesti olud on selgelt erinevad seadmetarnija põhiturgudest, siis tasub pigem eelistada neid, kes on tugevad just „erilahenduste“ pakkumises kui nö.„masstoodangu“ turul.

Teiseks, kohalike allhankijate kasutamine. Kuna enamik tarnijaid planeerib kasutada suuremal või vähemal määral kohalikke allhankijaid, sõltub nende poolt tehtava pakkumise hind ka kohaliku allhanke hinnast ning investeerimiskulude optimeerimise seisukohalt on võimalik kaaluda ka „võtmed kätte“ kokkuleppe asemel sellist rollide jaotust, kus projekti arendaja (tundes paremini kohalikke

olusid ja allhankijaid) võtab enda kanda „kohalike“ ehitustööde korraldamise kohustuse. Oskuslikul tegutsemisel annab see arendajale reaalse võimaluse (ehitus)kulude kokkuhoiuks, kuid loomulikult tuleks seadmetarnijaga kokku leppida, mil moel täpne tööjaotus toimib ning kuidas jaguneb vastutus projekti kui terviku käekäigu eest.

Kolmandaks, projekti elluviimise tegevuskava. Seadmetarnijate hindamise protsessis on mõistlik uurida nende täpset plaani, kuidas ja kelle juhtimisel toimub projekti kohapealne elluviimine. Kuigi projekti elluviimise tegevusplaan võib esmapakkumiste võrdlemisel tunduda teisejärguline, aitab selle olemasolu hinnata tarnija kogemust projektide läbiviimisel ning on aluseks ka erinevate lepinguliste tähtaegade kokkuleppimisel

Neljandaks, tarneriskide maandamine. Kuna suuremahulisemate investeeringute ja ehitusprojektide elluviimisel on pigem reegliks kui erandiks see, et tähtajad kipuvad venima ning eelarve kujuneb kokkulepitust kallimaks, siis on projektide tasuvuse seisukohast kriitiline, et seadmetarnelepingud oleksid põhjalikult ning asjatundlikult koostatud. Seadmetarnijate poolt pakutavad lepinguprojektid on enamasti riskide maandamise seisukohalt arendajale suhteliselt ebasõbralikud ning see nõuab suurt tööd ja korduvaid läbirääkimisi, et jõuda tulemuseni, mis arendajat rahuldaks ning oleks ka seadmetarnijale vastuvõetavad. Praktiline soovitus oleks siinkohal see, et küsida tarnelepingu projekt juba läbirääkimiste varajases faasis.

Viiendaks, toetus jaama hilisemal opereerimisel. Arvestades asjaolu, et enamikul biogaasijaamade tarnijatel puudub Eestis või Balti riikides oma kontor, siis on oluline koheselt läbi rääkida ka võimalik koostöömudel ja tugisüsteem jaama opereerimisel. Siinkohal on oluline toonitada, et seadmetarnija valikul tasuks huvi tunda, mislaadi hilisemat toetust on nad valmis ja võimelised pakkuma ning kuidas see praktikas välja hakkab nägema arvestades nende geograafilist kaugust Eestist.

Tuntumad firmad, kellelt võiks lisaks eelpool mainitud ettevõtetele (Zorg Biogas AG ja BAL Biogas Anlagenbau Langenau GmbH) pakkumisi biogaasijaama seadmete seotamiseks võtta, on Saksamaa, Austria, Hollandi ettevõtted: NovatechGmbH,SchmackBiogasAG, BIOFermGmbH, Kompogas AG, COWATEC, HaaseEnergietechnikAG ja HoStB.V. Biogaasi puhastusseadmete pakkumisi võiks võtta ettevõtetelt Schmack CARBOTECH GmbH, Cirmac, Flotech, MT Energie.

4.SIHTGRUPID JA KLIENDIBAAS

Järgmises peatükis on määratletud erinevad sihtgrupid ja lõpptarbijad, kes on potentsiaalsed biogaasi vahendajad ja kasutajad. Kaardistatud on nende vajadused, huvid ning potentsiaalne nõudlus.

4.1 Sihtgrupid

Kuna konkreetse projekti eesmärk on propageerida biogaasi kasutamist mootorikütusena nii linnaliinitranspordis kui erasõidukites ning tänane parim tehnoloogiline lahendus biogaasi kasutamiseks autokütusena on surugaasimootoriga sõidukid, siis esmase sihtgrupina biogaasi turustamisel nähakse surugaasi müüjaid. Kuna biogaasi on võimalik ka veeldada ning mahutada balloonidesse ja transportida pikemate vahemaade taha on võimalik seda müüa ka gaasipliitide ja autokütuseks autotanklates.

Kuna gaasi (sh biogaasi) kasutamine mootorikütusena on Eestis küllaltki vähe levinud, siis on selles valdkonnas turg üsna piiratud. Täna tegutseb Eestis ainult üks surugaasi müüv ettevõte (täna üks tankla Tallinnas ja teine Tartu linnas, mis avatakse lähiajal)- AS Eesti Gaas.

Järgnevalt ongi kirjeldatud AS Eesti Gaas üldist olemust, selle vajaduse ja huve biogaasi ostmise osas.

4.1.1 AS Eesti Gaas

AS Eesti Gaas on kontsern, kuhu kuuluvad AS EG Ehitus ja AS EG Võrguteenus. ASi Eesti Gaas põhitegevus on maagaasi ost, jaotus ja müük. Sellele lisaks gaasisüsteemide hooldus, uute gaasitorustike ehituse ning gaasivõrgu arenduste korraldamine. AS Eesti Gaas on aktsiaselts, mille omanikud on Euroopa kolm suurt gaasikompaniid - OAO Gazprom, E.ON Ruhrgas International GmbH , Fortum Heat & Gas OY ning era- ja juriidilistest isikutest väikeaktsionärid. ASil Eesti Gaas on 46,6 tuhat klienti, neist kodutarbijaid 45 100, kommertstarbijaid 1119, tööstustarbijaid 246, kaugkütte- ja soojatootjaid 53, elektri ja soojuse koostootjaid 6 ning teisi jaotusvõrguettevõtteid 32.

Mõned aastad tagasi hakkas ettevõte arendama surugaasi mootorikütusena kasutamiase projekti. Rajatud on kaks surugaasitanklat, kus on võimalik müüa nii maa- kui biogaasi. Eestis täna ainuke tegutsev surugaasi autotankla asub Tallinnast väljuval liiklusmagistraalil Suur-Sõjamäe tänaval linnapiiri lähedal (Suur-Sõjamäe 56a), lähiajal avatakse ka Tartu linnas Tähe tänaval asuv surugaasitankla. AS Eesti Gaasi arendusplaanides on sarnaste tanklate rajamine ka Narva ja Pärnu liiklussuundadesse ning vajadusel tankimisvõimaluste loomine linnaliinibussidele. Sellele on positiivse

tõuke andnud senine edu surugaasi temaatika tutvustamisel riigis ning ka tarbijate kasvav huvi alternatiivse keskkonnasõbraliku kütuse vastu.

4.2 Lõpptarbijad

Toote lõpptarbijatena nähakse transpordiettevõtteid ja eraisikuid. Käesolevas töös on hinnatud sihtgruppe, kes on väljendanud huvi gaasisõidukite kasutuselevõtuks või omavad potentsiaali võtta kasutusse enam gaasisõidukeid.

4.2.1 Bussiettevõtted

Suhteliselt suur transpordisektor, mille liiklus toimub linnades (ühistransport) ja linnade, asulate vahel (maakonnaliinis, tellimusveod). Täna teenindatakse valdav osa linna- ja maakonnaliinidest diiselmootoriga bussidega. Kuivõrd Eestis on gaasitanklaid vähe ning gaasimahutite suurus sõidukitel seab piirangud sõidukaugusele on lähiajal vähetõenäoline gaasibusside kasutuselevõtmine linnadevahelises ühistranspordis, tellimusvedudel. Seetõttu on reaalseks gaasitankla kliendiks Tartu linnaliine teenindav ettevõte.

Tartu Linnavalitsuse korraldatud riigihanke „Tartu linna avaliku bussiliiniveo teostamine perioodil 01.01.2011 – 30.06.2017“ tulemusena opereerib 2011. aasta algusest lepingu alusel Tartu linnaliine AS SEBE. Alates märtsist 2011 alustasid Tartu linnaliinidel tööd Eesti esimesed viis keskkonnasõbralikku surugaasi bussi. Perspektiivis on Tartu linnal siht suurendada gaasibusside osakaalu linnaliinidel. Esialgu kasutatakse bussides kütusena maagaasi. Vastavalt sellele, kui laieneb biogaasi tootmine ning alustatakse selle töötlemist autokütuseks, planeeritakse võtta kütusena kasutusele ka biogaas. Tartu linnavalitsusest saadud info kohaselt on plaanis pikemas perspektiivis kasutusele võtta 25 (bio)gaasibussi.

Kui võtta aluseks, et üks buss sõidab aastas 80 000 kilomeetrit ja tarbib keskmiselt 45 liitrit kütust 100-le kilomeetrile, mis teeb aastas kokku 36 000 liitrit, siis (ühele kütuse liitrile vastab energeetiliselt ligikaudu 1 kuupmeeter metaani), oleks vaja Tartu linnaliinide kütusega varustamiseks vähemalt 51x 36 000 m³ =1 836 000 m³.

Kui linnadevahelised liinid on liiga pikad surugaasi kasutamiseks, siis arvestades Tartu maakonna-siseste liinide vahemaid on seal võimalik gaasibusse kasutada. Hinnanguliselt suudab surugaasibuss

ühe paagitäiega (100-150kg) sõita ca 300 km. Käesoleval ajal teenindab Tartu maakonnaliine AS GoBus, mille kodulehekülje andmetel on regioonis kasutusel 130 bussi[5], maakonnaliinidel kasutatavate busside arv on arvestuslikult 80. Diiselbusside asendamist gaasibussidega prognoosida ei ole võimalik. Lähtudes Tartu linnaliinidel planeeritud gaasibusside osakaalust (10% aastal 2012 ja 50% perspektiivis), võib maakonnaliinide potentsiaalne gaasitarvidus küündida 800kilogrammini päevas. Gaasitanklate võrgustiku laienemisel on võimalik ka kaugliinidel gaasibusside kasutamine.

4.2.2 Jäätmehooldusettevõtted

Suurearvulist veokiparki omavad jäätmeveoga tegelevad ettevõtted. Alates 01. veebruarist 2011 on Tartu haldusterritoorium jagatud neljaks jäätmeveo piirkonnaks, kus jäätmevedajateks on Veolia Keskkonnateenused AS ja Ragn-Sells AS. Nende kahe Eesti suurima jäätmeettevõtte kasutuses on üle 200 eriotstarbelise jäätmeveoki. Tartu ja Aardlapalu prügila territooriumil asuva ümberlaadimisjaama vahel liigub päevas arvestuslikult 13 jäätmekoormat[6] , mis teeb päevaseks jäätmeveokite läbisõiduks üle 400km (Aardlapalu prügila kaugus Tartu kesklinnast 15,5km). Seetõttu on jäätmevedajad gaasitankla seisukohalt atraktiivsed kliendid. Ühest küljest on veolepingud suhteliselt pikaajalised- Tartu linna korraldatud jäätmeveo lepingud sõlmitud kolmeks aastaks. See loob eeldused jäätmeettevõtetel teostada suuremamahulisi investeeringuid gaasiveokitesse. Teisalt on tegemist suhteliselt lühikesi vahemaid läbivate veokitega, kus kütusekulude kokkuhoid annab suure efekti.

4.2.3 Taksoteenust pakkuvad ettevõtted

Tartu linnas osutab taksoteenust ligi kakskümmend ettevõtet ja füüsilisest isikust ettevõtjat. Majandustegevusregistri andmetel on Tartu Linnavalitsuse väljastatatud ja tänaseni kehtivaid takso tegevuslube ligi 260. Taksode suur arv Tartu linnaliikluses teeb neist atraktiivse sihtgrupi, kes kuluefektiivsuse saavutamise huvides on tõenäoliselt nõus paigaldama sõidukile gaasiseadme või soetama surugaasil töötava auto. Kuna tegemist on siiski küllaktki kuluka investeeringuga, ei saa eeldada, et taksoettevõtted lähiajal massiliselt biogaasile üle läheks. Ajendiks võiks siin olla näiteks mõni riiklik toetus-, või eelistusmeede.

[5] AS GoBus kodulehekülg: http://www.gobus.ee/?id=1525,s seisuga 15.08.2010

[6] Tartu Linna jäätmekava andmetel aastane olmejäätmete kogus 40000t, keskmine jäätmeveoki koorem 12t, tööpäevade arv 260: 40000/12/260=12,8

4.2.4 Muud transpordiettevõtted

Lisaks eelnimetatud ettevõtetele on biogaasi seisukohalt suurema potentsiaaliga suhteliselt suure sõidukitepargiga ettevõtted, nagu erinevad transpordiettevõtted, mis tegelevad kaubaveo, logistikaga, tänavahooldusettevõtted, kinnisvarahaldusfirmad, operatiivasutused, kuller- ja postifirmad. Hea näide ettevõtete sellesuunalisest mõtlemisest on AS Eesti Post, mis on kavandanud Tartus kasutusele võtta 5 gaasimootoriga kaubikut. Kuna täna on tegemist veel uudse, tundmatu ja vähepraktiseeritud kütusega, siis eeldab selle laialdasem kasutamine teavitustööd ja positiivseid eeskujusid.

4.2.5 Erasõidukid

Eestis oli Maanteameti andmetel 01.01.2011 seisuga 657 730 sõidukit. Neist ligi 70% olid eromandis. Euroopas kokku oli 2008. aastal 268 040 680 sõidukit, millest ligikaudu 0,3 oli surugaasimootoriga [7]. Kõige enam Euroopa riikidest kasutatakse surugaasi erasõidukites Itaalias, Saksamaal, Hollandis Leedus, Lätis. Kuigi bensiini ja diiselkütus ületab kordades surugaasi kasutamise, ennustatakse surugaasi kasutamise kasvu aastas ligi 30%, mis 2020. aastaks peaks surugaasituru mahu kasvatama 400 miljardi kuupmeetrini/aastas.

Kui Euroopa surugaasi sõidukite osakaal panna Eesti konteksti, siis surugaasi kasutavate sõiduautode arv tänaste numbrite juures võiks olla ligikaudu 1970. Täna on sõidukite jaotus vastavalt kasutatavale kütusele järgmine: bensiinikütusega 69,063%, diiselkütusega 30,93 %, gaasikütsega 0,006% ja elektrikütusega 0,001%.

Siiski on teada, et surugaaimootorid on levinud peamiselt veokitel ja bussidel. Sõiduautode tootjad pakuvad oma tootevalikus üksikuid surugaasimootoriga sõidukeid, sageli on surugaas üheaegselt kasutatavaks lisaalternatiiviks bensiinimootoriga autodel – nn B+G kütusega autod. Turul on täna ligi 28 surugaasimootoriga mudelit kõigilt suurematelt autotootjatelt- Audilt, Chevroletilt, Citröenilt, Fiatilt, Fordilt, Hondalt, Hyundailt, Lincolnilt, Mercedez-Benzilt, Mitsubishlilt, Opelilt, Peugeotilt, Renaultilt, Toyotalt, Skodalt ning Volkswagenilt.

Tartumaal ja Tartus oli 2011. aasta alguses 69 150 sõidukit, eraomandis ligi 70%. Kümne aasta pärast võiks vähemalt 5% neist olla surugaasil sõitvad. Nagu ettevõtete puhul, vajab surugaas ka eratarbijates seas laialdasemat tutvustamist ning aega ja toetust uue tehnoogiaga harjumiseks.

[7] European motor vehicle parc 2008

5.KONKURENTSIANALÜÜS

Kuna biogaasi tootmine on lokaalse suunitlusega, siis pakuvad konkurentsi eelkõige Eesti kohalikud biogaasitehased. Kuna gaasi tootmine ja transportimine on mõistlik üksnes väikese vahemaa tagant siis on peamisteks konkurentideks siiski Tartu linna ja linna lähiümbruses paiknevad biogaasitehased. Eesti biogaasi turu ülevaate saamiseks on järgnevalt kirjeldatud kogu olemasolevat ja lähiaega kavandatud biogaasi tootmispotentsiaali (vt ptk 5.1-5.3). Konkreetselt Tartu linna mõistes olulisi projekte on kirjeldatud peatükis 5.4.

Eestis on erinevaid biogaasialaseid projekte arendatud juba aastaid. Biogaasi tootmise osas on Eesti suurimad arendajaid AS Eesti Energia, Baltic Biogas OÜ ja 4Energia OÜ, väiksemate hulka kuuluvad OÜ Mõnus Minek, Doranova Baltic OÜ ning POÜ Torma Biogaas.

Täna on toimivaid biogaasijaamu Eestis üksnes kolm, kuid erinevates arendusetappides on lisaks veel mitmeid biogaasijaamu. Põllumajanduslikul jäätmel töötab juba täna Saare Economics biogaasijaam Jööril ning lähiajal peaks valmima Aravetel OÜ Aravete Biogas, Ilmatsalus OÜ Tartu Biogaas, Vinnis OÜ Vinni Biogaas, Oisus OÜ Oisu Biogaas. Tulevikku on planeeritud jaamad Põlvasse, Tormasse ja Loole.

Samuti koguvad biogaasi kõik euronõuetele vastavad prügilad Eestis, neist ainult Tallinna Prügila Jõelähtmel kasutab kogutud prügilagaasi elektri ja sooja koostootmiseks, teised kavatsevad seda teha, seniks aga põletavad prügilagaasi küünalpõletis.

Reoveepuhastusjaamadest kääritatakse biogaasi Tallinna Vee Paljassaare reoveepuhastujaamas ja Narvas ning arendamsel on ASi Tartu Veevärk biogaasitehas. Arendust plaanitakse ka Kuressaarde. Teistes suuremates linnades ei ole teadaolevalt need plaanid nii kindlad.

Enamik nimetatud projektidest on saanud toetust erinevatest Eli fondidest. KIKi meetmest "Taastuvenergiaallikate laialdasem kasutamine energia tootmiseks“ rahastati 1.voorus 4 biogaasijaama taotlust – OÜ Tartu Biogaas, OÜ Aravete Biogaas, OÜ Vinni Biogaas, OÜ Oisu Biogaas. KIKi jäätmekäitluse meetmest leidis rahastuse Baltic Biogas’i projekt Tallinna eraldikogutavate biojäätmete energeetilise potentsiaali rakendamiseks, st. biojäätmete puhastus/eeltöötlus nende kasutamiseks biogaasijaamas. Projekt on ettevalmistusfaasis.

Tabelis 7 on kirjeldatud maakonniti erinevaid toimivaid ja plaatitud biogaasi tootmisi vastavalt kasutatavale toormele.

Tabel 7. Eestis tegutsevad, kavandatavad ja potentsiaalsed biogaasitootmised

Põllumajandustoormel põhinev	Reoveemudal põhinev	Prügilagaasil põhinev
Harjumaa		
AS Tallegg	Tallinna Vesi Paljassaare reopuhastusjaam	Tallinna Prügila Jõelähtmel
		Pääsküla prügila
Saaremaa		
Saare Economics	Kuressaare Veevärk	
Raplamaa		
	Salutaguse Pärmitehase veepuhastusjaam	
Lääne-Virumaa		
OÜ Vinni Biogaas	Tapa Vesi AS	
	Rakvere Vesi AS	
Ida-Virumaa		
	Narva veepuhastusjaam	
Tartumaa		
OÜ Tartu Biogaas	Tartu Veevärgi biogaasijaam	Aardlapalu prügila Doranova Baltic OÜ
Järvamaa		
OÜ Aravete Biogaas		
OÜ Oisu Biogaas		

5.1 Põllumajandusjäätmel põhinevad biogaasi tootmised

5.1.1 OÜ Saare Economics Jööril

Saaremaal, Valjala vallas asuv, peamiselt põllumajandusjäätmetel töötav tehas, käivitati 2005. aastal. Tehas suudab aastas töödelda ligi 40 000 tonni bioloogilisi jäätmeid. Võimaldab toota kuni 3500MW soojust ja kuni 2200MW elektrit aastas. Läga baasil toodetav elektrienergia peaks katma nii tehase enda kui ka söödatehase gruppi kuuluva Valjala Seakasvatuse energiavajaduse. Tehase seadmed on Belgia firmalt ECOMAC NV. Biogaasijaama maksumus oli 3,5 mln eurot.

5.1.2 Aravete biogaasitehas

Biogaasitehas on Aravete Agro ja Baltic Biogas koostööprojektil loodud ühisettevõte. Jaama peamiseks tooraineks on Aravete Agro ja Tammsaare veisesõnnik (tahke sõnnik 30 000t/a, läga 50 000 t/a). Jaama elektriline võimsus on 1,7MW. Soojus müüakse Aravete alevile, max 3 000 Wh/aastas. Ligikaudne investeering tehase rajamisse on 4-4,5 mln eurot. Tehase ehitust alustati 2011 aasta talvel ning tehas plaanitakse käivitada 2011 aasta sügisel või talvel.

5.1.3 OÜ Vinni Biogaas

Vinni alevikku planeeritud sea- ja veiselägal ning tahkel sõnnikul põhinev metaan-kääritamistehnoloogiaga biogaasijaam. Tehase töötlemisevõimsuseks on aastas 88 000 tonni eelnevalt käitlemata sea- ja veiseläga ja tahket sõnnikut. Tehase tootmisvõimsuseks on biogaasi tootmine ca 2,98 miljonit m^3/a, 300 kuni 350 m^3/h, gaasimootori jõudlus 350 m^3/h, gaasimootori soojuse toodang 1175 kW, gaasimootori elektritoodang Pel = 787 kW, soojusenergiat kokku ca 10,3 miljonit kWh/a, elektrienergiat ca 6,9 miljonit kWh/a. Projekti maksumus on orienteeruvalt 4,2 mln eurot.

5.1.4 OÜ Oisu Biogaas

Kavandatud biogaasijaam asub Järvamaal Tiiri vallas. Tehase toormena kasutatakse sea- ja veiseläga ja tahket sõnnikut. Metaankääritamisel saadavast biogaasist toodetakse elektri- ja soojusenergiat. Kokku käideldakse läga 75 000 t/a ja tahket sõnnikut 15 000 t/a, kokku 90 000 t/a. Elektri-j a soojusenergia tootmisjaama tehnilised näitajad on järgmised: biogaasi tootmine ca 2,98 mln m^3/a, 300 kuni 350 m^3/h, soojusenergiat kokku ca 6,75 mln kWh/a, elektrienergiat 6,28mln kWh/a. Elektrienergia juhitakse AS Eesti Energia elektrivõrkuj a soojusenergia kasutatakse osaliselt kohapeal

tehnoloogilisteks vajadusteks ja tõenäoliselt osaliselt Oisu alevikus. Biogaasijaama orienteeruv maksumus on 2,9 mln eurot.

Võimalikud biogaasi tootmise arendajad on ka Torma Põllumajandusosaühing, Loomsete jäätmete käitlemise AS ja AS Tallegg.

5.2 Jääkmudal, reoveesettel põhinevad biogaasi tootmised

5.2.1 Tallinna Vesi Paljassaare reoveepuhastusjaam

Tallinna linna ja selle ümbruse reovesi puhastatakse Paljassaare reoveepuhastusjaamas, mis asub linna loodeosas Paljassaare poolsaarel. Reovee puhastamiseks kasutatakse mehhaanilist, keemilist ja bioloogilist tehnoloogiat. Puhastatud vesi suunatakse kolme kilomeetri kaugusel rannikust merre torustiku kaudu, mille lõpus on mere sügavus 26 meetrit. Reoveepuhastusprotsess koosneb neljast etapist, kus tekib jääkmuda, mida järgnevalt kääritatakse metaantankides, kus bakterite toimel orgaaniline aine laguneb. Mudast eraldub anaeroobse stabiliseerimise käigus rohkesti metaani sisaldav biogaas, mida kasutatakse mudatöötlusjaama tehnoloogilises protsessis, samuti bioloogilises puhastusprotsessis vajaliku õhu tootmiseks ning hoonete kütmiseks. Mudakäitlusüksuses jääkmuda stabiliseeritakse ja kuivatatakse ning segatakse tugiainetega. Muda kompostitakse või ladustatakse prügimäele ning saadud komposti kasutatakse väärtusliku orgaanilise väetisena.

5.2.2 Kuressaare Veevärgi reoveepuhastusjaam

Saaremaa mitme asula reovesi puhastatakse Kuressaare Veevärk AS-le kuuluvas puhastusseadmes ja juhitakse seejärel merre. Puhastusseade koosneb mehhaanilise puhastuse osast ja kahest paralleelsest biopuhastuse liinist. Mehhaaniliselt puhastatakse reovett võrede, liivapüüniste ja liivaseparaatori abil. Edasi juhitakse vesi bioloogilisse puhastusse. Puhastusprotsesside tulemusel tekib jääkmuda, millest osa tagastatakse bioloogilise puhastuse algusesse (anaeroobsesse kambrisse) ning liigmuda suunatakse muda stabilisaatorisse. 2009.a. sügisest valmis Kuressaare reoveepuhastil reoveesetete anaeroobse kääritamise reaktor, kus tekkivast biogaasist on võimalik toota soojusenergiat ja elektrit. Reaktoris on võimalik kasutada ka kogu maakonna biotiikide ja väike-puhastite jääkmuda, samuti rasvapüüdurite jäätmeid, kalajäätmeid ja juustuvadakut.

5.2.3 Salutaguse Pärmitehase reoveepuhastusjaam

Raplamaal, Kohila vallas asuv Salutaguse Pärmitehas kasutab jäätmete käitlemiseks veepuhastustehnoloogiat, kus puhastusprotsessides tekkivast jääkmudast saab töötlemise teel biogaas. Pärmitehases kasutatakse aastas 8000 m^3 100% suhkrupeedi melassi, millest toodetakse 5000 tonni presspärmi, sellega seoses tekib 99 000 m^3 reovett. Puhastamata reovee keskmine väljavool on 276 m^3 päevas (127-450 m^3 päevas).

5.2.4 Narva Vesi AS reoveepuhastusjaam

Puhastusseade koosneb kahest liinist, millest üks on ette nähtud olmereovee, teine tehnoloogilise reovee puhastamiseks. Majanduslik-olme reovee puhastamise liin on tootlikkusega 38 500 m^3 ööpäevas ja tööstusreovee puhastamise liin tootlikkusega 7200 m^3 ööpäevas. Olmereovett kogutakse Narva linnast ja Narva-Jõesuust. Osa järelsetitites eraldatud mudast tagastatakse biopuhastuse algusetappi (anaeroobsesse kambrisse), liigmuda suunatakse mudatihendajasse. Tihendatud muda kääritatakse metaantankis. Käärimisel tekkiv gaasiline metaan põletatakse. Edaspidi on kavas teha investeeringud metaani kasutamiseks katlamajas.

5.2.5 AS Rakvere Vesi reoveepuhastusjaam

Hetkel on AS-il Rakvere Vesi töös eelprojekt, mille järgi soovitakse Rakvere puhastile ehitada reoveesetete stabiliseerimiseks anaeroobne reaktor. Plaanitav biogaasijaam hakkab sisendina kasutama lisaks AS Rakvere Vesi reoveepuhasti setetele ka Rakvere Lihakombinaat AS-i setteid ning Lääne-Virumaa väikepuhastite setteid. Saadav biogaas kasutatakse omatarbeks.

Võimalikud reoveepuhastusjaamad, mis võiks biogaasi toota on OÜ Järve Biopuhasti, Tapa Vesi AS ning teised analoogsel tehnoloogial töötavad jaamad.

5.3 Prügilagaasidel põhinevad biogaasi tootmised

5.3.1 Tallinna Prügila Jõelähtmel

Tallinna Prügila Jõelähtmel teenindab nii Tallinna linna kui ka ümberkaudseid valdu, kokku kuni 500 000 klienti. Prügila pindala on 66,7 ha. Prügilast gaasi kogumist korraldab OÜ Tallinna Prügilagaas ning koostöös Tallinna Prügila AS-ga arendatakse prügilagaasil põhinevat soojus- ja elektrienergia

koostootmisjaama. Jaam valmis 2010 aasta veebruaris ning selle elektrilline võimsus on 1,9 MW. Ivesteeringu kogumaksumuseks oli ca 30 miljonit krooni.

5.4 Tartumaa biogaasi tootmise projektid

Tartumaal on praeguseks teada kahe biogaasi tootmise rajamisplaanid: Ilmatsalu biogaasijaam ning AS Tartu Veevärgi reoveepuhastusjaam (vt ptk 5.4.1-5.4.3). Lisaks neile kahele on käimas arendusprojekt Aardlapalu prügilagaaside kommertskasutusvõimaluste uurimiseks ja lahenduste leidmiseks. Ühtegi töötavat biogaasi tootmist täna veel ei ole. Kõige esimesena peaks valmima AS-i Tartu Veevärk projekt. See ning potentsiaalselt ka Aardlapalu prügila projekt kujutavad endast kõige suuremat konkurentsi uuele biogaasijaamale, kuna nende asukoht on soodne, et varustada biometaaniga Tartus asuvat surugaasitanklat. Täna teadaoleva informatsiooni kohaselt ei tohiks olulist konkureerimist aga esineda, kuna nimetatud projektide puhul on leitud, et toodangu realiseerimiseks on autokütuse kõrval tasuvamaid alternatiive. Pigem võiks need kolm (reoveepuhastuse, prügilagaasi ja uus loodav biogaasijaam) koostööd teha ja vajadusel üksteist täiendada. Ka toorme osas ei paku need kolm üksteisele konkurentsi, kuna toorained on erinevad. Kavandatavale biogaasijaamale võib tooraine osas konkurentsi pakkuda Ilmatsalu biogaasijaam, mis põhineb samuti sõnnikul ja lägal.

5.4.1 AS Tartu Veevärgi reoveepuhastusjaam

AS Tartu Veevärk arendab 2009. aastast reoveepuhasti anaeroobse settekäitluse kompleksi. Lisaks reoveesettele on selles võimalik käidelda muid orgaanilisi jäätmeid, nt loomseid ja taimseid rasvajäätmeid. Uus tehnoloogia lahendab linlasi häirinud puhasti lõhnaprobleemi ning võimaldab koguda protsessi käigus eralduvat biogaasi, mida omakorda kasutatakse soojuse ning elektrienergia tootmiseks. Ehitamist rahastavad Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfond (ligi 73%) ning AS Tartu Veevärk. Kasutades reoveesetete kääritamisel lisaks rasvapüüdurite setteid on aastaseks metaanitoodanguks hinnatud 440 620m^3 CH_4/a [8]. Tekkivast biogaasist saadav energia kasutatakse ära omatarbeks.

[8] Keskkonnainvesteeringute Keskus, AS Tartu Veevärk, OÜ Mõnus Minek; Rakendusuuringu „Reoveesette kääritamisel saadud biogaasi kasutamise võimalused Tartu linna ühistranspordis“ Lõpparuanne; Äänsmäe-Tallinn-Tartu 2009.

5.4.2 Ilmatsalu biogaasijaam

OÜ Tartu Biogaas arendatav projekt, mis veisesõnniku baasil toodab biogaasi. Biogaasitehas on Tartu Agro ja Baltic Biogas koostööprojektil loodud ettevõte. Peamisteks kasutatavateks tooraineteks on Tartu Agro veisesõnnik ja seasõnnik, ning Tartu linna/ümbruse biojäätmed. Tehases hakkab tööle kaks 3 500 m^3 kääritit ning üks 2 700 m^3 mahuga järelkääriti. Kui ühe kääritiga on toodangu maht ligi 81 300 m^3, siis antud juhul peaks toodetava metaani kogus ulatuma 163 000 m^3/a. See teeb toodetavaks biogaasi koguseks aastas 271 667 m^3/a, milleks on tarvis 11 319 t sõnnikut, läga, mis saadakse AS Tartu Agro farmidest. Säästva Eesti Instituudi biogaasi tootmise toormeuuringus on see hulk kättesaadavast sõnniku ja läga kogusest välja jäetud, kuid tulevikus kui Ilmatsalu biogaasijaama laiendatakse ja tootmisvõimsusi suurendatakse, millega suureneb ka tooraine vajadus, siis võib see konkreetne tehas kujutada olulist konkurentsi teisele sõnniku baasil töötavale biogaasijaamale.
Jaama elektriline võimsus on 1,5 MW. Soojus müüakse Ilmatsalu alevile, max 2800MWh/aastas.
Ligikaudne investeering tehase rajamisse on 4-4,5 mln eurot. Tehase ehitust alustati 2010.a suvel, biogaasijaam peaks valmima 2013. aastaks.

5.4.3 Aardlapalu prügila

Tartu lähistel Ülenurme vallas suletud Aardlapalu prügilas alustas 2011 aastal Doranova Baltic OÜ gaasikogumissüsteemi rajamist, mis on üks osa prügila suuremahulistest sulgemistöödest. Ettevõte on tellinud uuringu prügilagaaside koguste välja selgitamiseks ning Tartu linnavalitsus uuringu prügilagaaside kommertskasutusvõimaluste hindamiseks.
Aardlapalu prügilagaasi kogused on hinnatud tasemele 533 kuupmeetrit biogaasi tunnis tunnis ehk 4 669 080 m^3 aastas. Kogutud ning töödeldud gaasi kasutusalana on kaalutud selle kasutamist Tartu linna ühistranspordi mootorikütusena, kombijaamas energia tootmiseks, maagaasivõrku müümiseks. Uuringutega on selgunud, et äriliselt on kõige tasuvam koostootmisjaam, kus elekter müüakse kohe võrku ja soojust ei saa kasutada. Kõige mittetasuvam on biogaasi kasutamine mootorikütusena.

Nende kolme arendatava biogaasi tootmise ja kogumissüsteemi toodangu koguseks on hinnanguliselt ligi 5 000 000 m^3 metaani aastas. See kogus oleks piisav Tartu linna ühistranspordi mootorikütusega varustamiseks, kuid kuna alternatiivsed biogaasi kasutusalad on majanduslikult tasuvamad siis kavandavad tootmise arendajad biogaasi kasutamist energia tootmiseks oma tarbeks,

koostootmisjaamas elektri- ja soojusenergia tootmiseks, müügiks maagaasivõrku jne ning mootorikütusena biogaasile suurt potentsiaali ei nähta. Ilmatsalu biogaasijaama toodetav metaani kogus on piisav ainult kohalike tarbijate elektri- ja soojaenergiaga varustamiseks. Ka AS-i Tartu Veevärk puhastusjaamades toodetavast biometaanist piisab esialgu üksnes ettevõtte enda tarbeks. Aardlapalu prügila metaanikogused on küll oluliselt suuremad, kuid kuna uuringud on näidanud, et prügilast tulevat gaasi autokütuseks puhastada ei ole otstarbekas ning pigem on mõistlik seda kasutada soojus- ja elektrienergia tootmiseks siis võib eeldada, et edaspidi lähtuvad arendajad oma strateegiates majanduslikust otstarbekusest ja enamik biomeetaani läheb energia tootmiseks. Kuna aga kogused, mida prügila võimaldab on tõesti suured, siis teatud hulk metaani võiks tulla ka Aardlapalu prügilast. Seda eeskätt gaasi stabiilse varustuse tagamiseks, juhtudel kui uus biogaasi tehas ei suuda piisavas koguses metaani toota.

6.FINANTSANALÜÜS JA FINANTSPERSPEKTIIVIDE HINDAMINE

Biogaasitehase finantssanalüüsi eesmärk on uurida ja võrrelda biogaasitehase rajamise investeeringu tulusust ning biogaasi kasutamist Tartu linnaliinibussides.

Biogaasitehase finantsanalüüsis on hinnatud võimalikku biogaasi tootmisega tekkivat täiendavat ehk juurdekasvulist tulu ja kulu. Selleks hinnatakse kahte võimalikku biogaasi tootmise tehnoloogiat ja nende finantsnäitajaid ning võrreldakse stsenaariumite rahavoogusid. Stsenaariumiteks on:

Stsenaarium 1 – märgmenetlus Zorg Biogas AG seadmetega, mille korral on investeeringu suuruseks 2 478 740 €. Toorainena kasutatakse veisekasvatusest saadavat sõnnikut (lahjendatud sõnnik, 94% märg), mille energeetiline väärtus on 1 tonn sõnnikut = 24 m³ gaasi.

Tabel 1. Zorg Biogas AG vedelsõnniku, lägal töötava biogaasijaama spetsifikatsioon

Omadused		Mõõtühik	Väärtus
1	Tooraine kogus	t/päevas	150
2	Biogaasi toodang	m^3/päevas	3600
3	Elektri tootmisvõimsus	kW	20
4	Soojusenergia tootmisvõimsus	kW	300
5	Kääritid	tk	1
6	Personalivajadus	h/päevas	2
7	Pindala vajadus	ha	0,4
8	Vedela bioväetise teke	t/päevas	14
9	Tahke bioväetise teke	m^3/päevas	130

Stsenaarium 2 – kuivmenetlus BAL biogas plant Langenau GmbH seadmetega, mille korral on investeeringu suuruseks 3 504 060 €.

Tabel 2. BAL Biogas Anlagenbau Langenau GmbH rohtsel biomassil töötava biogaasijaama spetsifikatsioon

Omadused		Mõõtühik	Väärtus
1	Tooraine kogus	t/päevas	38
2	Biogaasi toodang	m^3/päevas	5480
3	Elektri tootmisvõimsus	kW	540
4	Soojusenergia tootmisvõimsus	kW	675
5	Kääritid (500 m^3)	tk	7
6	Käärimisaeg	päeva	28-35
7	Personalivajadus	h/päevas	3
8	Pindala vajadus	ha	150-200
9	Vedela bioväetise teke	t/päevas	-
10	Tahke bioväetise teke	m^3/päevas	-

Stsenaariumites on investeeringuobjektidena käsitletud: maa maksumust - 0,4 hektarit Tartu linna äärealal, tehase ehitusmaksumust ja vajalike seadmete maksumust.

Lisaks biogaasi tootmise seadmetele on tarvis autokütuseks biometaani tootmiseks soetada ka gaasipuhasti. Tasuvusanalüüsis on kasutatud Rootsi ettevõtte Malberg Water AB seadmete näitajaid (vt Tabel 3) ja maksumust.

Tabel 3. Malberg Water AB biogaasi puhastusseadme Malberg COMPACT spetsifikatsioon

	Omadused	Väärtus
1	Töövõimsus	Olenevalt mudelist 150-

		2000 Nm^3 /h
2	Töömeetod	põhineb vesipesul
3	Gaasi puhtuse tase	kõrge
4	Metaani kadu	<1%
5	Metaani sisaldus	>97% (võib kohandada 89–90% CH_4 tasemele)
6	Kemikaalide kasutamine	ei sisalda kemikaale
7	Emissiooni tase	madal
8	Veekasutus	minimaalne
9	Soojendamine	ei vaja lisa soojendamist
10	Kompressori tüüp	õlivaba kompressor
11	Klassifikatsioon	vastab SIL klassifikatsioonile

6.1 Tegevuskulu (aastal 2013)

Stsenaarium 1- märgmenetlus

TEGEVUSKULUD KOKKU	206 627,56
Toore	109 568,07
Tootmishoone kulud. elekter	16 751,79
Palgafond	43 327,37
Raamatupidamine	1 289,11
Tehase ja Masinate hooldus	22 580,95
Bürookulud	4 666,59
Maamaks	3 287,24
Kindlustus	5 156,45

Stsenaarium 2- kuivmenetlus

TEGEVUSKULUD KOKKU	667047
Toore	579 366
Tootmishoone kulud. elekter	16 752
Palgafond	43 327
Raamatupidamine	1 289
Tehase ja Masinate hooldus	13 203
Bürookulud	4 667
Maamaks	3 287
Kindlustus	5 156

6.2 Tegevustulu

Stsenaarium 1

TEGEVUSTULUD KOKKU	519 877,05

Stsenaarium 2

TEGEVUSTULUD KOKKU	519 877

6.3 Investeeringukulu

Stsenaarium 1

INVESTEERING	Hind 2011	2012
Maa hind (tehase alune)	55 000	57 475
Tootmiskompleks	770 000	804 650
Liitumistasud	345 000	360 525
Gaasipuhasti (97%)	1 145 000	1 196 525
Projektdokumentatsioon ja koolitus	57 000	59 565
Investeeringud kokku	2 372 000	2 478 740

Stsenaarium 2

INVESTEERING	Hind 2011	2012
Maa hind (tehase alune)	55 000	56 650
Tootmiskompleks	2 100 000	2 163 000
Liitumistasud	50 000	51 500
Gaasipuhasti (97%)	1 145 000	1 179 350
Projektdokumentatsioon ja koolitus	52 000	53 560
Investeeringud kokku	3 402 000	3 504 060

6.4 Projekti tasuvus

Stsenaarium 1

INVESTEERINGU TULUSUS						
Aasta	2011	2012	2013	2014	2015	2016
periood		1	2	3	4	5
Investeering	0	2 478 740	0	0	0	0
tegevuskulu	0	0	206 628	213 520	220 495	227 638
tegevustulu	0	0	519 877	534 434	550 467	594 174
Rahavoog	0	-2 478 740	313 249	320 914	329 971	366 535
kumulatiivne rahavoog	0	-2 478 740	-2 165 491	-1 844 577	-1 514 605	-1 148 070

Diskontomäär		6,00%
THI 15 aastat keskmine		2,89%
Nominaalne diskontomäär		9,06%
Rahavoogude nüüdisväärtus	NPV	632 814
sisemine tulumäär	IRR	13,49%
Reaalne diskontomäär		6,00%

			suurus	hind	ostähtsus
Osakapital	40 000				
lühiajalised laenud		võõrkapital	2 478 740	6,00%	98%
Pikaajalised laenud	2 478 740	omakapital	40 000	15%	2%
Omakapital kokku	40 000	kokku	2 518 740		100%

Alginvesteeringu summa tänasel päeval kasutades märgmenetlustehnoloogiat on 2 478 740 €.

AS Eesti Gaasi maagaasi hind transpordikütusena seisuga 01.01.2011 on 0,48 €/m³. Projekti tegevustulu on saadud lähteülesandes püstitatud biogaasi vajaduse, 1 000 000m³/aastas, korrutamisel toote müügihinnaga (aastal 2013 arvestuslikult 0,52€/m³). Aastane võimalik müügitulu on sellisel juhul 519 877,05 €/aastas. Projekti lihttasuvusajaks on 7,91 aastat.

Stsenaarium 2

INVESTEERINGU TULUSUS						
Aasta	2011	2012	2013	2014	2015	2016
periood		1	2	3	4	5
Investeering	0	3 504 060	0	0	0	0
tegevuskulu	0	0	667 047	687 751	708 006	728 311
tegevustulu	0	0	519 877	534 434	550 467	594 174
Rahavoog	0	-3 504 060	-147 170	-153 318	-157 539	-134 138
				-3 804	-3 962	-4 096
kumulatiivne rahavoog	0	-3 504 060	-3 651 230	548	086	224

Diskontomäär		6,00%
THI 15 aastat keskmine		2,89%
Nominaalne diskontomäär		9,06%
Rahavoogude		
nüüdisväärtus	NPV	-3 223 824
sisemine tulumäär	IRR	-12,63%
Reaalne diskontomäär		6,00%

Osakapital	40 000
lühiajalised laenud	
Pikaajalised laenud	525 609
Omakapital kokku	40 000

	suurus	hind	ostähtsus
võõrkapital	525 609	6,00%	93%
omakapital	40 000	15%	7%
kokku	565 609		100%

Teise analüüsitud stsenaariumi – biogaasi tootmine kasutades kuivemetlustehnoloogiat – alginvesteeringu summa on 3 504 060 €.

Kuna rahavoogude nüüdisväärtus ja sisemine tulumäär on negatiivsed, on antud projekti mõistlik realiseerida üksnes pikaajaliste toetuste või investorite abil.

Vt finantsmajandusanalüüsi selgitust ja finantsarvutusi lisadest:

Lisa 3 Finantsanalüüs ja finantsperspektiivid biogaasitehase rajamiseks

Lisa 4 Biogaasitehase arvutused märgmenetlus

Lisa 5 Biogaasitehase arvutused kuivmenetlus

7. RISKIANALÜÜS

Käesolevas peatükis käsitletakse erinevat tüüpi riske, nende avaldumise tõenäosust ning riskide maandamise võimalusi.

Riski elemendid on:

1) oht;

2) ohu realiseerumise tõenäosus;

3) ohu realiseerumisel tekkiva (kahjuliku) mõju suurus.

Alljärgnevalt on toodud kirjeldatud erinevat tüüpi riske ning antud neile hinnangud.

7.1 Majanduslikud riskid

Majanduslike riskide hulka võib lugeda näiteks järgmised aspektid:

1) Projekti pikk tasuvusaeg;

2) Taastuvenergeetika toetuse puudumine;

3) Toorme hinna drastiline tõus;

4) Toormepuudus;

5) Tehase oodatust suuremad käitamiskulud;

6) Konkurents etanooli vms baasil toodetud kütuste näol;

7) Konkurentsi mittepuudumine;

8) Maagaasi hind.

Projekti pikk tasuvusaeg

Projekti pikk tasuvusaeg on üks olulisemaid majanduslikke riske, mis kaasneb biogaasitehase rajamisega. Sõltuvalt investeeringumahukusest, kasutatavatest seadmetest, tooraine maksumusest ning kääritusjäägi utiliseerimisvõimalustest, võib tasuvusaeg olla erinev. Majandusliku riski kaaluvad siiski üles positiivsed keskkonnaaspektid.

Taastuvenergeetika toetuse puudumine

Biokütuste aktsiisivabastus lõpeb juulis 2011. a. Aktsiisivabastuse pikendamist ametlikult praegu ei taotleta, kuna meede polevat olnud piisavalt edukas taastuvkütuste kasutuse edendamisel. Ilma aktsiisivabastuseta muutub aga biokütuste kasutus transpordis majanduslikult küsitavaks.(Bert Holm 2011. Projekti Adore IT analüüs biokütuste kasutamise takistustest).

Toorme hinna drastiline tõus

Seoses biogaasi tootmise substraadi nõudluse kasvuga võib toimuda ka substraadi hinna tõus. Kui senini on suur osa biojäätmetest nullilähedase hinnaga, siis tulevikus võib see hind konkurentsi tõttu tõusta. Riski aitab leevendada pikaajaliste koostöölepingute sõlmimine toormega varustajatega.

Toormepuudus

Seoses substraadi nõudluse suurenemise ja biogaasitehaste hulga kasvuga võib tekkida ka toormepuudus. Üks võimalustest riski leevendada on tehase kavandamise käigus juba arvestada võimalikult erinevate toorainetega, soetada võimalikult universaalsed biogaasitootmise seadmed või kavandada täiendavad tootmis- ja toormealternatiivid (nt prügila biogaasi kasutamine lisaks jne). Riski aitab leevendada ka pikaajaliste koostöölepingute sõlmimine toormega varustajatega.

Tehase oodatust suuremad käitamiskulud

Eestis on senini väga vähe kogemust biogaasitehaste käitamise osas. Puuduvad teadmised Lõuna-Euroopa kliimas katsetatud seadmete sobivusest Eesti kliimasse, väiksemamahuliste seadmete testimisest Eestis, nende vastupidavusest, hoolduskuludest jne. Seetõttu võivad tehase käitamiskulud olla oodatust suuremad.

Konkurents etanooli vms baasil valmistatud kütuse näol

Etanooli vms baasil põhinevate mootorikütuste konkurents (bio)gaasile. Eestis on antud hetkel väga vähe nt E85 ehk etanooli baasil toodetud kütust tarbivaid masinaid. Kütuse jaemüük nõuab väga suuri investeeringuid ning ei soovita riskida kahjumliku investeeringuga madala müügimahuga tegevusse. Seetõttu praegu tõsiseltvõetavat konkurentsi etanoolibaasil müüdava mootorikütuse näol ei ole. Küll aga ei saa välistada olukorra muutumist tulevikus.

Konkurentsi mittepuudumine

Kui biogaasi hind sõltub ainult maagaasi hinna muutustest ning mingit täiendavat konkurentsi kütuseturul ei ole, siis on biogaasi hind otseselt seotud maagaasi hinnaga.

Maagaasi hind

Kui biogaasi hind ei ole maagaasi hinnaga konkurentsivõimeline (on tunduvalt kõrgem), siis on väga keeruline toodetavale biogaasile tarbijaid leida.

7.2 Organisatsioonilised riskid

Organisatsiooniliste riskide hulka võib lugeda järgmist:

1) Meeskonna pädevus;

2) Koolituskulud.

Meeskonna pädevus

Oluline aspekt on biogaasitehase planeerijate, ehitajate ning käitajate kompetents, tegevusel lähtumine tööohutuse-, keskkonna- jms nõuetest. Ebapädevad töötajad võivad põhjustada kahjumlikke või ohtlikke situatsioone.

Koolituskulud

Kulutused projektimeeskonna väljaõppeks võivad olla planeeritust suuremad.

7.3 Õiguslikud riskid

Õiguslike riskide hulka võib lugeda järgmisi aspekte:

1) Biogaasijaamade käitlust puudutavad regulatsioonid;

2) Kääritusjäägi utiliseerimise nõuded;

3) Ehitusepõhised ja ehituse järgsed riskid.

Biogaasijaamade käitlust puudutavad regulatsioonid

Hetkel veel konkreetselt biogaasijaamade tegevust reguleerivaid õigusakte Eestis ei ole, kuid valdkonna arenedes võib olukord muutuda.

Kääritusjäägi utiliseerimise nõuded

Praegu üheseid biogaasi tootmisel tekkiva kääritusjäägi utiliseerimise nõudeid Eestis kehtestatud ei ole. Jäätmeseaduse § 29 lg 4 p 5 annab aga keskkonnaministrile õiguse kehtestada biolagunevatele jäätmetele käitlusnõuded, mis võivad hõlmata ka nende käitlemist anaeroobse lagundamise ja biogaasi tootmise näol. Kahjuks seda määrust esialgu kehtestatud pole ning teadaolevalt on see hetkel Keskkonnaministeeriumis väljatöötamisel. Tõenäoliselt sisaldab see määrus ka kriteeriume biolagunevate jäätmete töötlemissaaduste (kompost, kääritussaadus) osas, mis võimaldaks teatud konkreetsete tingimuste täitmisel (materjali kvaliteet ja selle regulaarne kontroll) konkreetse kääritussaaduse jäätmete kategooriast välja arvata ja seda tootena „vabasse ringlusse“ lubada. Näiteks Euroopa Komisjonis on sellised tingimused väljatöötamisel ning arvatavasti saavad need peagi ka kinnitatud.

Mida kiiremini saab selguse kääritusjäägi utiliseerimise tingimuste kohta, seda kiiremini saab ka biogaasitehase käitamisel tekkivad biojäägid (juhul, kui on täidetud kõik vajalikud tingimused) suunata väetisena põllumajandusse ja aiandusse ning seeläbi teenida ka lisatulu.

Ehitusepõhised ja ehituse järgsed riskid

Biogaasitehase ehitamise ja käitamise aegsed riskid hõlmavad kõikvõimalikke õnnetusjuhtumeid, mis võivad tekkida, kui ei järgita ettenähtud ehitus- ja ohutusnõudeid.

7.4 Sotsiaalsed riskid

Sotsiaalsete riskid on järgmised:

1) Elanike vastuseis;

2) Taastuvenergeetika rentaabluse langus prügipõletusjaamade konkurentsis.

Elanike vastuseis

Elanike seas võib tekkida nn NIMBY sündroom või vastuseis biogaasitehase mõne konkreetse aspekti suhtes. Mõiste NIMBY tuleneb inglise keelest (*Not In My BackYard – mitte minu tagaaias)* ning tähendab: *„biogaasitehas on vajalik, kuid asugu ta kuskil mujal, mitte minu elukoha lähedal“*. Vastuseisu vähendamiseks tuleks kogu ehitusprotsessi käigus järgida avalikkuse kaasamise ja teavitamise reegleid, anda elanikele võimalus oma arvamust väljendada jne. Elanike kõhklustele ja küsimustele tuleb anda argumenteeritud vastused.

Taastuvenergeetika rentaabluse langus prügipõletusjaamade konkurentsis

Kui Eestis valmivad planeeritud prügipõletusseadmed, võib nende toormenõue tõenäoliselt nii suur olla, et võib kaduda motivatsioon jäätmete liigiti kogumiseks ja töötlemiseks. See mõjutab kaudselt ka biojäätmete kogumist ning biogaasitehase rentaablust kogu taastuvenergeetika kasutamises.

8. KESKKONNAMÕJUD

Biogaasitehase avaldatavad mõjud ümbritsevale keskkonnale võib jagada tinglikult kaheks:

1) keskkonnamõjud, mis tekivad biogaasitehase rajamise käigus;

2) keskkonnamõjud, mis tekivad biogaasitehase käitamise ajal.

Hinnatud on kahe asukohaalternatiivi (kas AS Tartu Veevärk reoveepuhasti või Aardlapalu prügila vahetus läheduses) ning kahe tehnoloogiaalternatiivi (märg- või kuivmenetlus) keskkonnamõjusid üheskoos. Selline lähenemisviis on valitud seetõttu, et ehitustööde käigus ning tehase käitamisel tekkivad üldised keskkonnamõjud on suuresti samalaadsed. Eraldi on välja toodud soovitused negatiivsete keskkonnamõjude leevendamiseks ning kirjeldus kuiv- ning märgmenetluse protsessi käigus ilmnevate keskkonnamõjude mõningastest erinevustest. Lisatud on ka keskkonnamõjude eelhindamise kontroll-leht.

8.1 Mõjud keskkonnale biogaasitehase ehitamise käigus

Biogaasitehase ehitamise käigus keskkonnale avaldatavad mõjud on jagatud järgmisteks alapunktideks:

1) Mõju elusloodusele;

2) Mõju pinnasele ja maastikule;

3) Mõju õhukeskkonnale;

4) Mõju veekeskkonnale;

5) Mõju visuaalsele keskkonnale ja kultuuripärandile;

6) Müra ja vibratsioon;

7) Sotsiaal-majanduslikud mõjud;

8) Mõjud inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele.

8.1.1 Mõju elusloodusele

Mõjud elusloodusele koosnevad kolmest alapunktist:

1) Mõju taimestikule;

2) Mõju loomastikule;

3) Looduskaitseküsimused.

Mõju taimestikule

Ehitustöödel püütakse säilitada nii palju olemasolevat taimestikku kui võimalik. Siiski on taimestikule avaldatav mõju negatiivne. Ehitustööde lõpetamise järel täiendatakse ehituskrundi haljastust, et kompenseerida taimestikule varasemalt avaldatud mõju.

Mõju loomastikule

Ehitustööde tõttu loomastiku elupaiku ja rändeteid ei muudeta ega takistata.

Looduskaitseküsimused

AS Tartu Veevärgi vahetus läheduses asub Natura 2000 linnuala. Ehitustööde käigus tuleb arvestada, et lindude pesitsusajal tuleks linde võimalikult vähe häirida (müra).

Mõju pinnasele ja maastikule

Biogaasitehase ehitamise käigus eemaldatakse ja paigutatakse ümber pinnast rajatiste vundamentide ja ehitusaluste rajamisel. Eemaldatud pinnast kasutatakse hiljem haljastustöödel, reljeefi kujundamisel ja planeerimisel. Olulisi muudatusi pinnase reljeefis ei tehta. Pinnasereostust töö- ja keskkonnaohutusnõuete järgimisel pole ette näha.

Mõju õhukeskkonnale

Üks olulisemaid mõjusid õhukeskkonnale biogaasitehase ehitamise käigus on tolm ning transpordi- ning ehitusmasinate tõttu õhku paisatav väike kogus kasvuhoonegaase. Lõhnaaineid ehitustööde käigus õhku ei paisata.

Tolm

Ehitustööde käigus ja transpordivahendite liikumisel võib õhku paiskuda tolmu, kuid see ei oma ümbritsevale õhukeskkonnale olulist negatiivset mõju. Tolmu teke on lühiajaline ning marginaalne. Pikaajaliselt väga kuuma ja kuiva ilma korral kasutatakse vajadusel pinnase kastmist.

8.1.2 Mõju veekeskkonnale

Veekeskkonnale avaldatav mõju on jagatud kaheks:

1) Mõju põhjaveele;

2) Mõju pinnaveele.

Mõju põhjaveele

Ehituse käigus tarbitakse vett peamiselt olmetarbimises ning see kogus on suhteliselt väike. Keskkonnale ei avaldata seeläbi olulist mõju.

Mõju pinnaveele

Ehitustööde käigus olulist mõju pinnaveele ei avaldada. Kui juhtumisi tekib probleeme liigveega (nt ebatavaliselt suurte vihmaveekogustega), leitakse lahendus vastavalt veekogusele ning selle ärajuhtimise vajadusele.

Negatiivne mõju nii pinna- kui ka põhjavee kvaliteedile võib avalduda avariilise kütuse- või määrdeainete lekke korral. Seetõttu tuleb jälgida keskkonnaohutuse nõudeid kütuste hoidmisel ja kasutamisel ning rakendada reostuse tekkimisel koheselt vajalikke likvideerimismeetmeid. Kui kõiki ohutusnõudeid on järgitud, ei ole olulist negatiivset mõju veekeskkonnale ette näha.

8.1.3 Mõju visuaalsele keskkonnale ja kultuuripärandile

Kavandatud tegevustega püütakse võimalikult palju reljeefi, olemasoleva haljastuse ning looduselementidega arvestada ja reljeefi ning alustaimestikku võimalikult vähe muuta. Seeläbi püütakse vähendada visuaalsele keskkonnale biogaasitehase rajatistega avaldatavat mõju.

Rajatav biogaasitehas ei asu ei ajaloo- ega ka kultuurimälestiste piirkonnas.

8.1.4 Müra ja vibratsioon

Müra ja vibratsioon tekib peamiselt erinevate ehitusmasinate kasutamisel. Järgitakse hea tava reegleid, s t ehitustegevus ei toimu ajavahemikul kl 23.00-07.00. Tekkivat müra püütakse minimeerida ka päevasel ajal, kasutades tehniliselt korras masinaid ning vältides asjatut müra teket. Kuna üks asukohaalternatiividest, AS Tartu Veevärgi vahetu lähedus, asub Natura 2000 linnuala lähedal, tuleb lindude pesitsemise perioodil tekitada nii vähe häirivat välismüra, kui võimalik.

8.1.5 Sotsiaal-majanduslikud mõjud

Biogaasitehase ehitamise käigus tekkivad sotsiaal-majanduslikud mõjud on peamiselt

1) tööjõu;

2) ühiskondlike küsimuste;

3) jäätmehoolduse alal.

Tööjõud

Uute töökohtade loomine nii ehitajatele, inseneridele kui kaudselt ka teenindavale transpordile (autojuhid) ning seadmete tootjad. Tehnoloogilise ja oskusteabe suurenemine kohalike töötajate hulgas seotuna biogaasijaama rajamise vajadusest.

Ühiskondlikud küsimused

Nn NIMBY sündroom. Kavandatava tehase lähedal elavad inimesed võivad avaldada vastuseisu biogaasitehase ehitamiseks. Ehitise vajalikkuse üle ei kahelda, kuid ei soovita selle asukohta enda elukoha lähedusse. Vastuseis võib põhineda suuresti emotsionaalsetel argumentidel.

Jäätmehooldus

Ehitustöödel tekib nii ehitus- kui ka segaolmejäätmeid. Need kogutakse liigiti ja antakse üle jäätmeluba omavale jäätmekäitlejale, kes tegutseb edasi vastavalt Jäätmeseaduse nõuetele. Ehitusterritooriumil välditakse lendprahi teket, kasutatakse kaetud konteinereid.

8.1.6 Mõjud inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele

Transport (liikluskoormus)

Transpordikoormus oleneb ehitusmaterjale transportivate masinate liiklusest. Olulist mõju inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele ette näha ei ole.

Õnnetusjuhtumid

Kui järgitakse ehitusohutuse ja keskkonnanõudeid, siis on olulist keskkonnamõju tekitavate õnnetusjuhtumite esinemise tõenäosus väike.

8.2 Mõjud keskkonnale biogaasitehase käitamisel

Biogaasitehase käitamise keskkonnamõjude kirjeldamise struktuur on sarnane tehase ehitamisel tekkivate mõjude kirjeldusega. Tehase käitamisel keskkonnale avaldatavad mõjud on jagatud järgmiselt:

1) Mõju elusloodusele;

2) Mõju pinnasele ja maastikule;

3) Mõju õhukeskkonnale;

4) Mõju veekeskkonnale;

5) Mõju visuaalsele keskkonnale ja kultuuripärandile;

6) Müra ja vibratsioon;

7) Sotsiaal-majanduslikud mõjud;

8) Mõjud inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele.

8.2.1 Mõju elusloodusele

Mõju taimestikule

Biogaasi tootmise protsessi enda käigus mõjusid taimestikule ei teki. Küll aga avaldab kaudselt biogaasi tootmine mõju taimekasvatusele kääritusjäägi kasutamisel väetisena. Lisaks väetusomadustele vähendab kääritusjäägi kasutamine põldudel ka umbrohtude levimist, sest nende seemned hävivad suures osas tootmisprotsessi käigus. Tuleb aga arvestada, et kui väetisena kasutatav digestaat sisaldab plastikutükke (nt kilekotid), siis on selle väärtus tunduval madalam, kui nn „puhtal“ digestaadil.

Kääritusjäägis on süsiniku ja lämmastiku omavaheline suhe reeglina väiksem, kui biomassis endas. Seepärast on lämmastiku sidumisvõime mullaga ka väiksem ning selle tulemusena paraneb kääritusjäägis sisalduva lämmastiku kättesaadavus taimede poolt. Ammoniaagikadude vähendamiseks peaks kääritusjäägi võimalikult kiiresti mulda viima (Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. 2009).

Mõju loomastikule

Biogaasi tootmisel oluline mõju loomastikule puudub.

Looduskaitseküsimused

AS Tartu Veevärgi vahetus läheduses asub Natura 2000 linnuala ning mõne käpaliste ja tulikaliste liigi esindaja kasvukohad. Kuna planeeritav tegevus jääb linnualast väljapoole ning ei kattu vastavate looduskaitseobjektide asukohaga, olulist negatiivset mõju looduskeskkonnale ei avaldata.

8.2.2 Mõju pinnasele ja maastikule

Biogaasitehase käitamisel kasutatakse väikeses koguses määrdeaineid ja seadmete hoolduskemikaale. Pinnasele avaldatav mõju on seotud avariide ja õnnetusjuhtumitega, mille esinemise tõenäosus on väga väike.

8.2.3 Mõju õhukeskkonnale

Suletud süsteem biogaasi tootmisel ei allu ilmamõjutustele. Samuti on lõhnad kontrollitud, sest gaas juhitakse mahutitesse, kust edasi suunatakse see tarbimisse ning välisõhku see ei satu.

Lõhnad

Biogaasi tootmisprotsess on küll suletud süsteem, kuid selle käigus võib siiski tekkida ebameeldiv lõhn. Seda eelkõige substraadi ladustamisel hoidlasse enne biogaasi tootmisprotsessi algust. Lõhnade levikut mõjutavad valdavad tuulte suunad. Vastavalt Tartu-Tõravere meteoroloogiajaama 2005. aasta andmetele on Tartu piirkonnas valdav tuulte suund edelast ja läänest (Tartu Biogaas OÜ Ilmatsalu biogaasi- ja koostootmisjaam. Keskkonnamõju strateegilise hindamise eelhinnang. 2010) Kääritusprotsessi käigus vähenevad aga sõnniku ja teiste biolagunevate jäätmete lõhnad hinnanguliselt kuni 80% (Tuomisto Mattila järgi 2005).

Lõhnasaaste vältimiseks tuleb tagada substraadi hoidmise nõuetekohasus (võimalikult lühike ajaperiood, ruumi hea ventilatsioon) ning kääritamisprotsessi käigus kogutavate gaaside ja lõhnade takistamine välisõhku sattumast.

Kasvuhoonegaaside emissioon

Biogaas sisaldab keskmiselt 60-70% metaani, 30-40% süsinikdioksiidi ja alla 1% väävelvesinikku ja vähesel määral ka muid gaase. Kõrgematel temperatuuridel on kääritusprotsess lühem, metaanitoodang suurem ja substraat hügieniseerub tõhusamalt.(Tuomisto 2005) Biogaasitehas emiteerib kasvuhoonegaase küllaltki madalal tasemel, kuid ammoniaagi emissioon on üsna suur seoses gaasitootmise protsessi järgselt tekkivate kääritusjääkide ehk digestaadi pinnasele laotamisega. Ammoniaagikadude vähendamiseks peaks digestaadi võimalikult kiiresti mulda viima (Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. 2009).

Biogaasi tootmise protsessi käigus seotakse digestaadis lämmastikku ning seeläbi väheneb lämmastikoksiidi emissioon (tugev kasvuhoonegaas) võrreldes biolagunevate ainete kompostimise või prügilasse ladestamisega. Samas peab tekkinud kääritusjääk vastama teatud kvaliteedinõuetele (mis sätestatakse tõenäoliselt tulevikus), et seda saaks põldudel väetisena kasutada.

Biogaasi tootmisel tekkivat metaani kasutatakse energiatootmisel. Seeläbi vähendatakse metaani koguemissiooni kasvuhoonegaasina. Tervikuna väheneb fossiilkütuste kasutamine ja sellest tulenev kasvuhoonegaaside emissioon.

Kogusaasteainete mõju

Biogaasitehasel on küllaltki suur energiatarve, mistõttu tuleb tõenäoliselt osa toodetavast biogaasist tarbida energia tootmiseks sealsamas. Kui sisendmaterjali hulgas on toksilisi aineid, võib fermentatsiooniprotsess pidurduda või võib tekkida toksilisi ühendeid (nt ammoonium). Anaeroobses

käitlemises võivad ka paljud saasteained hävida. Tuleb arvestada aga, et raskemetallide sisaldus protsessi käigus siiski ei vähene. Bakterid hävivad kergemini, kui viirused. Sõnnikut võib enne või pärast kääritusprotsessi pastöriseerida, hoides seda tunni jooksul ca 70°C temperatuuril, et patogeenid häviksid (Tuomisto Bendixen'i järgi 2005). Tuleb arvestada, et tootmisprotsess sõltub paljudest faktoritest (näiteks temperatuur, pH tase, sissetulev toormekogus jne) ning ühe nende parameetrite muutumine võib aeglustada kogu protsessi.

Saasteaineid eraldub välisõhku vähesel hulgal ka substraadi transpordi käigus (veoautode heitgaasid), kuid summaarselt ei avaldata keskkonnale olulist mõju (päevas tuuakse tehasesse ca 3-4 veoautotäit substraati).

8.2.4 Mõju veekeskkonnale

Mõju põhjaveele

Käitise veevarustuseks tarbitakse põhjavett, ca 250 m^3 ööpäevas, see aga ei avalda keskkonnale olulist mõju. Käesoleval hetkel ei ole teada, kas biogaasitehase käitamiseks vajalik vesi saadakse puurkaevust, kohalikust veesüsteemist või kasutatakse hoopis pinnavett. Viimasel juhul kasutatakse tõenäoliselt tootmisprotsessi vee puhastamiseks aktiivsöe filtreid.

Mõju pinnaveele

Biogaasi tootmise protsessis kasutatav vedelik peab vastama kindlatele kriteeriumitele, mis sõltuvad peamiselt rakendatava biogaasiseadme parameetritest. Oluline on kuivaine- ja bioloogiliselt kergesti lagunevate orgaaniliste süsinikühendite sisaldus, samuti ühendite kontsentratsioon, mis võivad pärssida käärimist (nt soolad). Tahked osakesed võivad tekitada probleeme reoveesüsteemi düüsidega, bioloogiliselt lagunevad süsinikühendid põhjustada lõhnasaastet ja kõrge NH_x-N või sulfiidide sisaldus pidurdada anaeroobset lagunemisprotsessi. Biogaasi tootmisel ja puhastamisel tekkiv reovesi tuleb koguda vastavalt nõuetele ning organiseerida edasine käitlemine. Sadevesi juhitakse pinnase planeerimisega territooriumi haljastatud osadesse, kus see pinnasesse filtreerub.

8.2.5 Mõju visuaalsele keskkonnale ja kultuuripärandile

Maastik

Planeeritav biogaasitehas ei muuda oluliselt mõlema asukohaalternatiivi visuaalset keskkonda ning ei avalda mõju kultuuripärandile. AS Tartu Veevärgi ja Aardlapalu prügila territooriumid asuvad väljaspool Tartu kesklinna ja elamupiirkonda.

8.2.6 Müra

Tehase käitamisel tekib gaasiseadmete töötamisel (kompressor ja gaasipuhastussüsteem) müra. Seetõttu tuleb seadmed paigutada heliisoleeritud kinnisesse rajatisse, et väliskeskkonna müratase jääks aga alla määruses „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja müratasemе mõõtmise meetodid“ sätestatud normide (kategooria III – segaala; tööstusettevõtete ekvivalenttase uuel planeeritaval alal: päeval 55 dB, öösel 45 dB).

8.2.7 Sotsiaal-majanduslikud mõjud

Tööjõud

Biogaasitehases töötab alaliselt üks hooldusmehaanik, kes jälgib seadmete tööd, toodangu vastavust seatud parameetritele jne ning tehase juht, kes tegeleb organisatoorsete küsimustega. Positiivne mõju kohaliku piirkonna tööhõivele on väike.

Maakasutus

Tehase orienteeruv territooriumi suurus on umbes 0,4 hektarit. Kuna ei kummagi asukohaalternatiivi alale ei ole plaanis rajada elamurajoone või ühiskondlikke hooneid, annab biogaasitehas võimaluse kasutada sealset ala võimalikult otstarbekalt.

Ühiskondlikud küsimused

Biogaasitehase käitamise ja saadud tulemuste mittevastavus kehtestatud nõuetele võib tekitada elanikes umbusaldust kogu biogaasi tootmise ja biogaasi kasutamise võimalikkuse ning otstarbekuse suhtes ühistranspordis.

Jäätmehooldus

Tootmisprotsessil ja tehase käitamisel tekkivate jäätmete käitlusnõuete järgimisel ei teki olulist negatiivset keskkonnamõju.

Biogaasi tootmisel võetakse veel seni kasutamata biojäätmed ning –ressurss (sõnnik, rohtne biomass) uuesti kasutusse, vähendades seeläbi taastumatute energiaallikate kogutarbimise osakaalu. Biogaasi tootmise abil vähenev vajadus kasutada taastumatuid energiaallikaid, biogaasi tootjate kindlus selles osas, et ka riigi tasandil toetatakse taastuvkütuste tootmist ning seeläbi saadav nii materiaalne kui ka immateriaalne kogutulu on olulised motivaatorid mõjutamaks kohalikku jäätmehooldust. Seeläbi edendatakse ka jätkusuutliku mõtteviisi kohalikul tasandil.

8.2.8 Mõjud inimeste tervisele, elu-olule ja mugavusele

Transport (liikluskoormus)

Biogaasitehast teenindavate masinate liiklussagedus oleneb vajaliku tooraine kogustest. Lähtuvalt antud analüüsil kasutatavatest andmetest toob tehasesse substraati ca 3-4 veoautot päevas. Masinate hulk iseenesest ei mõjuta oluliselt liikluskoormust, küll aga võib tahke sõnniku vedu lahtiste veoautodega tekitada Tartu linna elanikele ebameeldivat lõhnasaastet. Samuti võib veoauto kastist pudeneda biomaterjali tänavatele, mistõttu tuleb veoautode sagedamini läbitavaid teelõike Tartus sagedamini puhastada.

Keskkonnaõnnetuste riskid

Metaanil (CH_4) on kerge narkootiline toime. Ta on kergesti süttiv ja võib koos õhuga moodustada plahvatusohtliku segu. Gaas reageerib plahvatusohtlikult näiteks oksüdeerijate või halogeenidega. Kuna metaan on lämmatav gaas, võib juhul, kui halvasti ventileeritud suletud ruumi tungivad metaani aurud, võivad need õhust hapniku välja tõrjuda. Kui seda gaasi pika aja jooksul sisse hingata, võib tekkida lämbumisoht. Kuna metaan on värvitu ja lõhnatu (või kerge lõhnaga) gaas, on inimesel teda peaaegu võimatu tajuda.

See metaani kontsentratsioon, milles õhk muutub süttivaks või plahvatusohtlikuks, on aga palju madalam lämbumist põhjustavast kontsentratsioonist. Seega on lämbumisoht võrreldes plahvatusohuga tunduvalt madalam. Siiski, kõrged metaanikontsentratsioonid võivad olla eluohtlikud (http://www.nrelgrowthlink.com/biogas-energy.php).

Biogaasitehase gaasileke tehasest endast või gaasitorust võib tuleneda biomassi ülelaadimisest, orgaanilise materjali akumuleerumisest või valedest tootmisseadmetest.

Muud mõjud

Olulisemad faktorid, mis mõjutavad biogaasi tootmisprotsessi, on temperatuur ja niiskus. Viimane neist võib põhjustada tehase seadmete metallosade korrosiooni, samal ajal kui väga kuiv kliima jällegi tehase seinade/ehituse murenemist.
(http://www.molecular-plant-biotechnology.info/fuel-biotechnology/disadvantages-of-biogas.htm)

8.3 Negatiivsete keskkonnamõjude leevendamise võimalused

- Metaani kogunemisel tekkiva plahvatus- ja lämbumisohu vältimiseks tuleb kasutada nõuetele vastavat ventilatsiooni ning gaasikogumisseadmeid. Kuna metaan on süttimisohtlik, tuleb jälgida ka väikseid gaasilekkeid gaasitorudest ja seadmetest. Seetõttu tuleb perioodiliselt korraldada seadmete ja jaotustorude kontrolli.
- Vältimaks ebastabiilse kliima mõju tootmisprotsessile, võiks: 1) kääriti ümber kaitseks rajada eraldi ehitise; 2) tagada hoone tõhus soojustus; 3) kasutada lisaküttesüsteemi (tsirkuleeriv soe vesi). (http://rudar.ruc.dk/bitstream/1800/363/1/The_Development_of.pdf)
- Ammoniaagikadude vähendamiseks peaks kääritusjäägi võimalikult kiiresti mulda viima (Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. 2009).
- Kääritusjäägi hoidlad tuleb hermeetiliselt katta. Hoidlas toimub ka järelkäärimisprotsess. See võimaldab vähendada gaasiliste ühendite emissiooni ning hoidlas tekkinud biogaasi koguda ja kasutada (Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. 2009).
- Biogaasiseadmes ei toimu tavaliselt kääritusjäägi mehaanilist töötlemist (vedela ja tahke fraktsiooni separeerimine), seega ei teki ka otseselt reovett. Sõltuvalt aga kasutatavast substraadist võib teatud tingimustel olla vajalik toit- või mürkainete kõrvaldamise eesmärgil kääritusjäägi tahke osa eemaldamine, mille puhul vedelikufraktsiooni seadmesse ei juhita. Eraldatud vedel fraktsiooni uuesti lisamisel käärimisprotsessi tuleb jälgida järgmist: 1) lenduvate rasvhapete sisaldus; 2) mineraalsoolade sisaldus; 3) ammooniumlämmastiku sisaldus; 4) happesus (pH). Kuna need parameetrid mõjutavad otseselt käärimisprotsessi stabiilsust, tuleks neid reeglipäraselt mõõta ja seadme biogaasisaagisega võrrelda.(Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. 2009)
- Mõnikord on vajalik kääritussüsteemi juhitava vedeliku eelnev töötlemine, milleks on tavaliselt piisav füüsikalis-keemiline (aeroobne) käitlemine (Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. 2009).
- Biogaasitehase tootmisega kaasnevad avariiolukorrad kattuvad ehitusobjektidel üldiselt esineda võivate olukordadega. Tavaliselt on nende põhjuseks elementaarsete ohutusnõuete eiramine (töökoha mittevastavus tööohutusnõuetele, töötaja puudulik väljaõpe ja puudulik töökeskkonna sisekontroll).

- Biogaasitehase käitamisel tuleb rakendada tehnilisi ohutusnõudeid nii mahutitele, gaasi tootmis- ja puhastusseadmetele, mõõtmis- ja jälgimisseadmetele kui ka kommunikatsioonidele. Pole välistatud ka keskkonnakahju teke. Ohtude vähendamiseks tuleb vältida kõrvaliste inimeste sattumist biogaasitehase territooriumile.
- Kõikidesse tehase ruumidesse kavandada hästitoimiv ventilatsioon.
- Biogaasitehase kavandamine ja projektlahendus peavad vastama keskkonnakaitseliste õigusaktide nõuetele.
- Sadeveed suunata sadeveekanalisatsiooni, olmeveed olmeveekanalisatsiooni.
- Kõrvaldada transpordipudenemised tänavatelt.
- Säilitada dendroloogilist väärtust omavad puud (kui on olemas).
- Rajada nõuetele vastav gaasikogumis- ja utiliseerimissüsteem.
- Kääritusjäägi kasutamisel arvestada sellele esitatavate keskkonnanõuetega. Orgaanilisest materjalist biogaasi tootmisel tekkiv kääritusjääk kvalifitseerub üldjuhul jäätmete hulka ning selle edasist kasutamist reguleerib jäätmeseadus ning selle alusel kehtestatud alamad õigusaktid. Kui tegemist on sõnnikust saadud kääritusjäägiga või ka siis, kui sõnnikule on lisatud kääritamisel taimseid loodusomaseid biolagunevaid tavajäätmeid, mis on jäätmeseaduse reguleerimisalast väljas (jäätmeseadus § 1 lg 2 p6), siis võib kääritussaadust käsitleda samaväärselt lähtematerjaliks olnud saadustega ning teatud elementaarsete formaalsuste täitmisel (sisendi ja väljundi regulaarne kontroll) pidada seda kindlate omadustega (sõnnikuga võrdseks) tooteks, mille kasutamisele põllumeeste poolt ei laiene jäätmeloa või registreerimise nõue jm jäätmeseadusest tulenevad nõuded.(Viisimaa 2011)
- Kui anaeroobselt laguneva materjalina on biogaasi tootmises kasutatud jäätmeseaduse rakendusalasse kuuluvaid jäätmeid, sh reoveesetet, siis kuulub kääritusjääk kahtlemata jäätmeseaduse reguleerimisalasse ning sellele laienevad kõik vastavad nõuded. Keskkonnaministri 30.12.2002.a määrus nr 78, mis kõigepealt loeb anaeroobset kääritamist üheks sette töötlusviisiks ning annab ka konkreetsed juhised ja tingimused kääritatud sette (kääritussaaduse) kasutamiseks. Arvatavasti, kui biogaasi tootmisel on üheks oluliseks komponendiks reoveesete, siis tuleb kääritussaaduse kasutamisel juhinduda eeskätt just sellest määrusest, samuti muidugi ka otseselt jäätmeseadusest, mis kehtestab jäätmeloa omamise või sellest vabastamise nõuded. Asjakohane on siinjuures ka keskkonnaministri

21.04.2004.a määrus nr 21, juhul kui kääritusjäägi kasutaja tahab vabaneda jäätmeloa omamise nõudest.(Viisimaa 2011)

Kokkuvõttes kavandatavate tegevustega ei kaasne eeldatavalt olulist kumulatiivset negatiivset keskkonnamõju. Biojäätmete taaskasutamisest saadav ühiskondlik tulu ning vähenenud fossiilkütuste kasutamine kaalub üles ulatuslikud majanduslikud investeeringud ja esineda võivad paiksed keskkonnamõjud. Siiski tuleb olla ettevaatlik, et rohtse biomassi kasvatamine ei saaks omaette eesmärgiks sellises ulatuses, et hakkab negatiivselt mõjutama toiduks vajaminevate taimede kasvatamiseks vajalikku territooriumi.

8.4 Alternatiivide võrdlus ja töösse rakendamise hinnang (või üldised soovitused)

Käesolevas analüüsis on kasutatud kahte asukohaalternatiivi – AS Tartu Veevärgi või Aardlapalu prügila vahetus läheduses – ning kahte tehnoloogiaalternatiivi – märg- ning kuivmenetlus. Märgmenetlusega töödeldakse tahket sõnnikut, kuivmenetlusega tahke sõnniku ja rohtse biomassi segu.

Biogaasitehase ehitamisel tekkivad keskkonnamõjud on mõlemal tehnoloogiaalternatiivi puhul üldjoontes samad. Küll on aga väikesed erinevused biogaasitehase käitamisel sõltuvalt erinevate fermentatsioonitehnoloogiate kasutamisest. Nimelt on kuivfermentatsioonil lõhna emissioon väiksem, sest toorainena kasutatakse biomassi ja mitte sõnnikut. On ka väiksem toitainete lekkimise võimalus, sest vedelama massi transporti ja hoiustamist ei ole. Kuivmenetlus nõuab aga rohkem vaeva biomassi segamise, laadimise ja reaktori tühjendamisega. Samuti on kuivmenetlusel tekkiva kääritatud kuiva biomassi osakaal kääritusjäägist küllaltki suur ning seda saab aeroobselt veel edasi komposteerida.(Schäfer, Lehto, Teye 2006) Siiani leitakse teemakohases teaduskirjanduses, et kuivfermentatsiooni keskkonnamõjude ja majandusliku tasuvuse kohta on veel liiga vähe andmeid.(Vogel, Barz, Alhaus 2008).

Asukohaalternatiivide puhul on erinevused keskkonnanõuetes seotud läheduses paikneva kaitsealade ning kaitsealuste liikide kasvukohtadega. AS Tartu Veevärk vahetus läheduses asub

Natura 2000 linnuhoiuala ning mõne käpaliste- ja tulikaliste liigi esindaja kasvukoht. Seega tuleb ehitustööde elluviimisel võimalikult vähe häirida läheduses tõenäoliselt pesitsevaid linnuliike ning mitte hävitada kaitsealuste taimeliikide kasvukohti.

Kokkuvõte

Biogaas on nii Euroopas kui ka Eestis üha populaarsemaks muutuv taastuvenergiallikas. See on üks loodussäästlik alternatiiv põlevkivi- ja nafta kütustele, mis võimaldab utiliseerida jäätmeid, millel teisi taaskasutusvõimalusi napib.

Biogaasile on otsitud tehnoloogilisi ja kasutusvõimaluste lahendusi aastakümneid. Üks viis, biogaasi kasutada ja kütuse tootjatest suurem sõltuvus saavutada on biogaasi kasutamine mootorikütusena. Selle idee üks eeskujulikumaid vedajaid Eestis on Tartu linn, mis koostöös teiste läänemereäärsete riikidega, linnade ja organisatsioonidega arendab biogaasil sõitva linnaliinitranspordi pilootprojekti. Alates märtsist 2011 alustasid Tartu linnaliinidel tööd Eesti esimesed viis keskkonnasõbralikku surugaasi bussi. Tulevikus on Tartu linnavalitsusel plaan suurendada gaasibusside osakaalu linnaliinidel. Esialgu kasutatakse bussides kütusena maagaasi, kuid see asendatakse biogaasiga niipea, kui Tartus biogaasi tootma ja selle puhastamist mootorikütuseks hakatakse.

Täna Lõuna-Eestis ühtegi toimivat biogaasijaama ei ole, kuigi töös on kaks projekti biogaasitehaste rajamiseks ja teostatud uuringud prügilagaaside kasutusvõimaluste kohta. Juhul kui need kolm projekti ellu rakendusks piisaks neis toodetavast, kogutavast biogaasist ja biometaanist Tartu linna ühistranspordi varustamiseks, kuid kuna biometaani kasutamisele on majanduslikult tasuvamaid alternatiive ei saa nendega toodanguga arvestada. Sellest lähtudes võiks kaaluda Tartu piirkonda veel ühe biogaasi tootmist. Tehase aastane toodang peab katma linnaliinitranspordi kütuse vajaduse ning sellest peaks piisama ka erasõidukite ja Tartu linna transpordiga seotud ettevõtete masinapargi kütuse vajaduse katmiseks.

Uue biogaasitehase rajamisel võiks kaaluda kahte stsenaariumi- märgmenetluse (alginvesteering - 2 478 740 €) ja kuivmenetluse (alginvesteering 3 504 060 €) tehnoloogiate kasutamist. Tootmise asukohana võiks eelistada Tartu linnas Ringtee tn 45 kinnistut.

Finantsanalüüsidest järeldub, et projekti rakendamine märgmenetlustehnoloogia abil (kus alginvesteering on väiksem) on arvutustes kasutatud andmete põhjal projekti tasuvusaeg 7,91 aastat. Kuivmenetlustehnoloogia kasutamisel aga on projekti tasuvusaeg väga pikk. Selleks, et projekt oleks kasumlik, tuleb kasutada laenu või investorite abi.

Projekti investeeringumahukust (mõlema tehnoloogiaalternatiivi puhul) aitab kompenseerida ka kaasnev positiivne keskkonnamõju taastumatute energiaallikate kasutamise vähenemise ja kasvuhoonegaaside emissiooni vähenemise teel.

Kasutatud kirjandus ja allikad

1)Säästva Eesti Instituut 2010 „Biogaasi tooraine uuringu" , Tallinn.

2)Eesti Põllumeeste Keskliit. 2009. Biogaasi tootmine ja kasutamine. Käsiraamat. Tartu.

3)Priit Mikelsaar 2008, Biogaasijaamade arendamine ja majanduslik tasuvus Eestis. Artikkel Teuk X konverentsi kogumikust.

4)ELLE OÜ. 2010. Tartu Biogaas OÜ Ilmatsalu biogaasi- ja koostootmisjaam. Keskkonnamõju strateegilise hindamise eelhinnang.

5)Holm, Bert. 2011. Projekti Adore IT analüüs biokütuste kasutamise takistustest.

6) Ahto Oja 2010 Eesti biogaasisektori ülevaade: hetkeseis ja arenguvajadused. SPIN projekt .

7)Tuomisto, Hanna. 2005. Biokaasun ja peltoenergian tuotannon ja käytön ympäristövaikutukset.

8)Schäfer W., Lehto M., Teye F. 2006. Dry Anaerobic Digestion of Organic Residues On-Farm – A Feasibility Study.

9)Viisimaa, Matti. 2011. Temaatiline erakirjavahetus.

10)Vogel T., Barz M., Ahlhaus M. 2008. Dry-Wet Fermentation For Biogas Producton. Heat&Power and Thermal Physics.

11) http://www.bal-langenau.de/hybrid-technologie.php

12) http://www.biogasregions.org/doc/shining_examples/19.pdf

13)http://www.biogaseinspeisung.de/download/2008_UMSICHT_Technologien_und_Kosten_der_Biogasaufbereitung_und_Einspeisung_in_das_Erdgasnetz.pdf