

TEATMIK OMAVALITSUSTELE

Ari Lampinen & Anu Laakkonen

# Biometaan mootorikütusena





Ari Lampinen & Anu Laakkonen

# Biometaan mootorikütusena

Teatmik omavalitsustele

Soome Biogaasi Ühing MTÜ

2012



Kirjutatud ja toimetatud tuuleenergiast  
toodetud elektri abil.

Tekst Anu Laakkonen, Ari Lampinen ja Erja Heino.  
Eestikeelset teksti on toimetanud Ülo Kask,  
Tiit Kallaste ja Anton Laur.  
Fotod Ari Lampinen

Eestikeelne teatmik trükitud 2012.

#### **Kaanefotod**

1. Kouvola linna veepuhastusjaama alustas biogaasi tootmist mootorikütuseks 2011.a oktoobris. Biogaas puhastatakse biometaani tasemeni ja suunatakse maagaasi võrku ning müüakse Gasumi 14 Lõuna-Soomes paiknevas tanklas.
2. Gasumi biometaani tankla Lappeenrannas, mis avati üheaegselt ülejäänud 13 tanklaga. Varem varustas tankla vaid maagaasiga, kuid nüüd on võimalik valida Kouvulast tuleva biometaani ja maagaasi vahel. Alates 2012.a novembrist suunatakse Espoo veepuhastusjaamas toodetav biometaan maagaasivõrku ja seda saab osta tanklates. Lähiaastatel plaanitakse käiku anda mitmed uued biogaasi jaamad.
3. Liiklusmärk, mis juhatab biometaani tanklani Trollhättanis, Rootsis.

Soome Biogaasi Ühing MTÜ  
PL 1173, 00101 Helsingi

info@biokaasuyhdistys.net  
www.biokaasuyhdistys.net



# Sisukord

Eessõna	4
Lühendid	5
Sissejuhatus	6
Omaavalitsuste biojätmed ja -setted ning biogaasi tootmistehnoloogia kasutusvõimalused	8
Näiteid Rootsi omaavalitsustest	12
Mida saavad ära teha omaavalitsusjuhid	24
Tootmise ja kasutamise alustamine	31
Lisad	35
LISA 1: Korduma kippuvad küsimused mootorikütusena kasutatava biometaaniga kohta	36
LISA 2. Ülevaade Rootsi omaavalitsuste tegevusest mootorikütusena kasutatava biogaasi valdkonnas	57
Lisateave	63



# Eessõna

Käesolev väljaanne on tõlge Soomes koostatud soome- ja rootsikeelsest põhiteatmikust „Kunnat liikennebiokaasun tuottajina ja käyttäjinä - Kuntapäätäjän opas” / „Kommuner som producenter och konsumenter av fordonsbiogas - Guide för beslutsfattare”.

Teatmiku koostajad ja väljaandjad on üldteatmiku toimetanud Anu Laakkonen ja põhiteatmiku toimetanud Ari Lampinen. Anu Laakkonen töötab mootorikütusena kasutatava biometaaniga seotud tegevuse arendajana ja Ari Lampinen transpordi taastuenergia projektijuhina Puhas Oy-s, kus nad vastutavad biometaanitanklate võrgustiku arendamise eest Põhja-Karjala maakonnas.

Väljaande originaal on koostatud 2010. aasta veebruaris ja Ålandsbanken on seda toetanud stipendiumiga Miljöbonus.

Eestikeelne tõlge on valminud ühe osana Eesti ja Soome ühisprojektist W-Fuel. Teatmiku eesmärk on edendada biometaanii mootorikütusena kasutamise võimalusi ka Eesti omavalitsustes. Väljaande toimetajad on Erja Heino, Ari Lampinen ja Anu Laakkonen. Eesti kohta on näiteid esitanud ja tekstiosi lisanud Ülo Kask (TTÜ), Tiit Kallaste ja Anton Laur (SEI Tallinn).

Projekti W-Fuel eesmärk on arendada biometaanii tootmist ja kasutamist mootorikütusena neljas Lõuna-Soome piirkonnas ning Harjumaal ja Lääne-Virumaal. Projekti rahastatakse põhiosas ELi programmist Central Baltic. Lisaks rahastavad projekti järgmised partnerid: Soome põllumajanduse ja toiduainetööstuse uurimiskeskus (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus - MTT);

Helsingi piirkonna keskkonnateenistus (Helsingin Seudun Ympäristöpalvelu – HSY);

Turun Seudun Jätehuolto Oy;

Salon Seudun Jätehuolto Oy;

Liikelaitos Salon Vesi;

Kymenlaakson Jäte Oy;

Kymen Vesi Oy;

Suomen Biokaasuyhdistys ry (Soome Biogaasi Ühing MTÜ);

Tallinna Tehnikaülikooli Soojustehnika Instituut;

Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus, SEI Tallinn;

Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK)

# Lühendid

- BG** Biogaas (ingl biogas) ehk käärimisgaas on suure metaanisaldusega gaas (CH<sub>4</sub>), mis tekib taimse ja loomse päritoluga biomassi (sh jäätmete) anaeroobsel lagunemisel prügilates, biogaasi generaatorites ja veepuhustusseadmetes. Biogaasi tekib ka loodusliku kõdunemise protsessi tulemusel soodes ja veekogudes.
- BM** Biometaani (ingl biomethane) all mõeldakse biogaasist maagaasi kvaliteedini puhastatud gaasi, mille metaanisaldus on 95-98%.
- CBM** Surubiometaan (ingl compressed biomethane); nt CBM100 tähendab 100% biometaan ja CBM50 tähendab segu, milles on 50% biometaan ja 50% maagaasi.
- CNG** Surumaagaas (ingl compressed natural gas). Tavaliselt kasutatakse CNG-silte ka biometaan tankimiskohtades, see tuleneb nende laiast levikust Kesk-Euroopas.
- KHG** Kasvuhoonegaas, mille puhul on võrdluse aluseks nn süsihappegaasi ekvivalent ehk 1 tonn süsihappegaasi.
- LBM** Veeldatud biometaan (ingl liquefied biomethane).
- LNG** Veeldatud maagaas (ingl liquefied natural gas).
- NG** Maagaas (ingl natural gas). Käesolevas väljaandes mõistetakse maagaasi all töödeldud maagaasi, mitte gaasimaardlatest saadavat toormaagaasi.
- Nm<sup>3</sup>** Normaalkuupmeeter = kuupmeeter gaasi rõhul 1 atmosfäär ja temperatuuril 0 °C. 1 Nm<sup>3</sup> biogaasi vastab energiasalduse poolest 1,1 liitrile bensiinile või 1 liitrile diislikütusele.
- SBG** Sünteetiline biogaas saadakse termokeemilise muundamise protsesside käigus tselluloosi sisaldavast toormest (puit, energiakultuurid, õled jt) ja selle peamised põlevad komponendid on metaan (CH<sub>4</sub>), vesinik (H<sub>2</sub>) ja süsinikmonoksiid (CO).
- SNG** Sünteetiline maagaas (ingl synthetic natural gas): tähendab üldjuhul kivisöest (aga ka teistest fossiilsetest energiakandjatest) termilise töötamise käigus toodetud gaasi, mille põhikomponent on metaan.



# Sissejuhatus

**B**iogaasi loetakse taastuvaks energiakandjaks, mille põletamine ei suurenda tinglikult atmosfääri süsinikdioksiidi sisaldust. Biogaas on kliimamuutuste leevendamise ja keskkonna kvaliteedi tagamise seisukohast üks tänuväärsemaid energiakandjaid, mille laialdane kasutuselevõtmine on tervikuna väga positiivne. Näiteks fossiilsete mootorkütuste asendamine biogaasi puhastamise tulemusel saadava biometaaniga aitab oluliselt vähendada ka inimeste tervisele kahjulikku õhusaastet ja müra. (Gaasimootori müratase jääb madalamaks diislikütusel töötava mootori omast).

Kliima soojenemine võib sel sajandil tõsta keskmist temperatuuri halvimal juhul rohkem, kui see on tõusnud pärast viimast jääaega. Seetõttu on kliimamuutuse leevendamisest saanud Euroopa Liidu ja ÜRO keskkonnapoliitika tähtsaim osa, mille meetmeid tuleb rakendada nii riikide kui ka omavalitsuste tasandil.

Transpordisektor on elektri- ja soojuse tootmise järel peaaegu kõigis Soome omavalitsustes kasvuhoonegaaside (KHG) heitmete tekitamise poolest teisel kohal. Transpordi osakaal Soome (KHG) heitkogusest moodustab umbes 20%, kuid peaaegu kõigis omavalitsustes on see tavaliselt palju suurem, ligi kolmandik, sest suuri energiatootmisettevõtteid ja palju saastet tekitavaid tööstusettevõtteid on vaid vähestes omavalitsustes. Eestis on transpordisektor energeetika järel teine KHG emiteerija.

ELi taastuvenergia direktiivi (2009/28/EÜ) artikli 3 lõike 4 kohaselt peab kõigis liikmesriikides 2020. aastaks kasutama transpordisektori energiaallikana vähemalt 10%

taastuvenergiat. Seda võib seega pidada ka omavalitsuste eesmärgiks.

Biogaas on taastuvkütus, sest selles sisalduv bioloogilist päritolu süsinik vabaneb kõdunemise ja mädanemise kaudu ka loomulikult teel atmosfääri. Seepärast ei suurenda biogaasi põletamine atmosfääris süsinikdioksiidi sisaldust, nagu seda teeb fossiilsetest toorainetest – maagaasist, naftast, kivisöest, põlevkivist ja turbast – saadavate kütuste põletamine. Taastuvenergia direktiivi artikli 21 lõike 2 kohaselt võetakse jätmetest valmistatud transpordikütuse kogus kohustuste arvestamisel arvesse kahekordsena, sest jätmetest valmistatud kütuste olemusringi kasvuhoonegaaside tase on energiataimede omast palju väiksem ning see ei konkureeri toiduga muu tootmisega. Seega on jätmetest saadud kütuste kasutamisel 2020. aastaks nõutav tase vaid 5%. Biometaan on kõige üldisem ärilises kasutuses olev jätmetest saadud transpordikütus.

Transpordisektor on ka ainuke tulevikus süsinikdioksiidi taset tõstev sektor ELis, mistõttu rakendatavad meetmed on väga olulised. Euroopa Parlamendi ja nõukogu otsuse nr 406/2009/EÜ alusel peab Soome vähendama transpordisektori heitkogust 2020. aastaks vähemalt 16%, aga on tõenäoline, et vähendamiskohustus ÜRO läbirääkimiste tulemusel veelgi kasvab. Omavalitsused peavad olema valmis transpordisektori heitkoguse vähendamiseks vähemalt 20% võrra. Seda saab tervikuna teostada jätmetest toodetava biogaasi abil, aga tuleb loota, et kasutusele võetakse ka palju muid meetmeid. Nõutava taseme saavutamiseks 2020. aastaks



tuleb omavalitsuste tasandil hakata te-  
gutsema juba praegu.

Jäätmetest toodetava biogaasi kasuta-  
misega transpordis saab lisaks vähendada  
jäätmekäitluses, põllumajanduses ja tööstu-  
ses tekkivat kasvuhoonegaaside heitkogust.  
Samuti vähendab üleminek biogaasi kasuta-  
misele liikluse tavapärasest saastet, selle kau-  
du paraneb linnaõhu kvaliteet ja väheneb  
happelihmade hulk.<sup>1</sup> Väheneb liikluse mü-  
ratase, seda eriti raskeliikluse osas, mis kõi-  
ge rohkem mürakoormust tekitab.<sup>2</sup>Kõikides  
omavalitsustes on märkimisväärne jäät-  
meressurss, mida saab biogaasi tootmise  
ja puhastamise tehnoloogiate abil liikluses  
kasutada. Samas suureneb ka jäätmete li-  
sandväärtus. Jäätmed võimaldavad rahul-  
dada mitmesaja tuhande auto kütusevaja-  
duse Soomes ning ühtlasi tekib juurde suur  
hulk töökohti. Biogaasi osakaalu tõus 20%-  
le Rootsi transpordisektori energiatarbimi-  
ses looks Rootsi Gaasiliidu andmetel 60 000  
uut töökohta 2020. aastaks.<sup>3</sup>See annaks ka  
muud rahvamajanduslikku kasu. VINNOVA  
ehk Rootsi inovatsiooni edendava asutuse  
andmetel on biometaaniga kasutamine kõige  
kulutõhusam viis transpordisektori kasvu-  
hoonegaaside heitkoguse vähendamiseks.<sup>4</sup>

Mootorikütusena kasutatava biometaaniga  
tootmine jäätmetest ning gaasi kasutamine  
erinevates sõidukites on juba pikka aega ol-  
nud äärmiselt ja toimiv tehnoloogia.<sup>5</sup>BMga sõita  
saavaid autosid on maailmas üle 10 miljoni.  
Rootsis on kümned omavalitsused hakanud  
biojätmeid väärastama transportkütuseks.  
ELi õigusaktid tagavad, et omavalitsustel  
on otsustusõigus oma jäätmete kasutami-  
se üle, seega võivad nad anda jäätmetele li-  
sandväärtust mootorikütuse tootmisega.<sup>6</sup>  
Omavalitsustel on õigus otsustada ka seda,  
millise kütusega nende sõidukid (nt bussid

ja jäätmeveoautod) sõidavad. Tegemist  
on pikas perspektiivis äärmiselt tasuva te-  
gevusega, mida omavalitsus saab aren-  
dada üksi või koos teiste huvilistega ning  
millel on positiivne mõju nii omavalitsuse  
kui ka kogu piirkonna majandusele. Inves-  
teeringud biogaasi tootmisse ja puhastami-  
se loovad uusi võimalusi kohaliku ettevõtlu-  
se tekkeks ning aitavad vähendada paljusid  
keskkonnaprobleeme. Need on ka head põh-  
jendused riiklike ja ELi toetuste taotlemisel,  
mida saab projektides kasutada.

Rootsi omavalitsuste otsused on toonud  
kaasa laialdase biometaanitanklate võrgu  
tekke. Lisaks omavalitsuse sisetranspordi-  
le on suures osas Rootsis võimalik biome-  
taaniga toimiv transport ka erinevate omava-  
litsusüksuste vahel. 2011. aasta kevadel oli  
Rootsis kasutusel 176 biometaanitanklat,  
millest 129 kuulus avalikule ja 47 erasekto-  
rile. Enamik eraomanduses tanklaid asuvad  
busside depoodes. Soomes oli sel ajal kasu-  
tusel üks avalik tankla, mis paiknes ühes  
Laukkaa farmis.<sup>7</sup>

2010. aasta lõpus oli Rootsis 32 000  
biometaaniga töötavat sõidukit. Neist  
2000 moodustasid bussid, jäätmeveoau-  
tod ja muud veoautod. Soomes oli 2010.  
aasta lõpus kasutusel umbes 30 biometaa-  
ni ja 900 maagaasi kasutatavat autot.

Omavalitsusjuhtide algatused biogaasi  
tootmise edendamiseks võivad ka Ees-  
tis viia kogu riiki katva mootorikütusena  
kasutatava biometaaniga tootmis- ja tank-  
lavõrgustiku loomiseni. Omavalitsuste  
meetmete abil baasvõrgu loomine reovee-  
puhastite, biojätmete käitlusjaamade ja  
prügilite juurde annab ka põllumajandus-  
ettevõtjatele võimaluse täiendada võrgus-  
tiku maapiirkonnas.

Käesolev teatmik on koostatud ees-  
märgiga esitada omavalitsusjuhtidele põ-  
hiteadmisi mootorikütusena kasutatava  
biogaasi tootmist ja puhastamist puudu-  
tavate algatuste ja otsuste toetamiseks. ■

1 Lampinen 2003

2 Lampinen 2005

3 Gasföreningen 2006

4 VINNOVA 2008

5 Lampinen 2009

6 Lampinen 2008a

7 (Lampinen 2011a)

# Omaavalitsuste biojätmed ja -setted ning biogaasi tootmistehnoloogia kasutusvõimalused

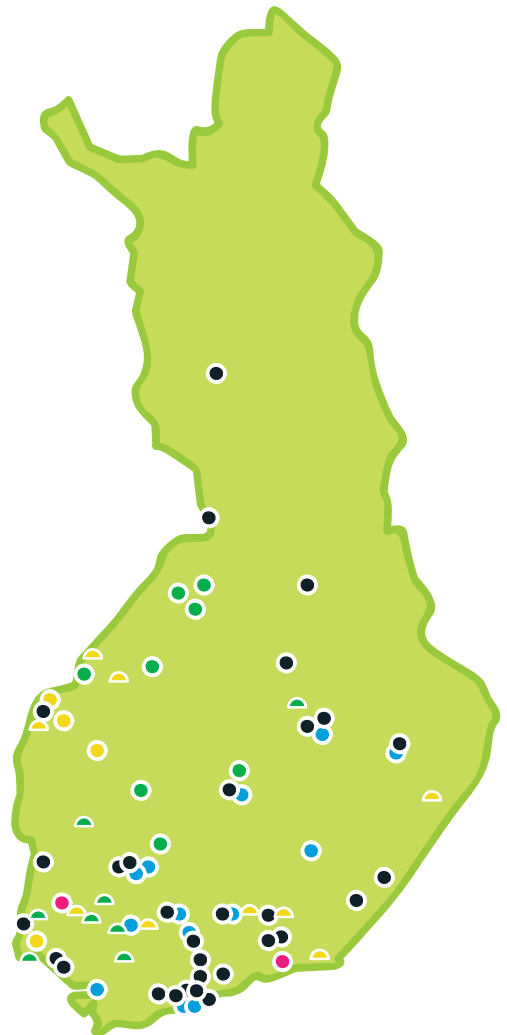
**O**mavalitsuste biojätmetest ja -setetest saadud kütusega võiks potentsiaalselt liikuda kolmandik Soome maantee-transpordist ja mitukümmend miljonit autot Euroopa Liidus<sup>8</sup> Näiteks Jyväskylä omavalitsuse biojätmete ja setete abil saaks sõita 6000 sõiduautot või 400 busi.<sup>9</sup>

Kõikide biojätmete ja setete energiakasutuse kasvupotentsiaal on väga suur. Biogaasiettevõtete registri<sup>10</sup> viimaste andmete põhjal kasutas vaid pisut alla 4% Soome omavalitsustest biogaasitehnoloogiat reoveepuhastuses ja sealgi kasutati selleks vaid osa piirkonnas tekkinud reoveest. Vähem kui iga kümnes omavalitsus tootis energiat prügilagaasist ja ka seal kasutati vaid osa kõnealusest ressursist. Ainult paar protsenti Soome omavalitsustest tootis biogaasi eraldi kogutud biojätmetest ja sellestki ressursist kasutati vaid osa. Soome põllumajandusettevõtjatest rakendas vaid 0,04% biogaasitehnoloogiat oma jäätmetest saadava energia kasutamiseks ning vaid kahes tööstuse tootmisüksuses on kasutusel biogaasireaktor. Biogaasi tootmisüksuste arv võiks seega praeguse olukorraga võrreldes olla tuhandekordne. Hetkeolukord on kujutatud juures oleval kaardil.

8 Lampinen 2003, Lampinen ym. 2004

9 Uusi-Penttilä 2004

10 Kuittinen & Huttunen 2009. Soome biogaasiettevõtted on koondatud vastavasse registrisse, mille viimane versioon sisaldab 2008. aasta andmeid. Biogaasiregistrid on koostatud Joensuu ülikoolis koostöös Soome Biogaasi Ühingu ja Soome Keskkonnakesusega.



Soome Biogaasijaamad aastal 2008. (Kuittinen & Huttunen 2009).

Soomes toodeti 2009. aastal kokku 145 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi, millest 25 mln Nm<sup>3</sup> oli pärit reoveepuhastite settest, 111 mln Nm<sup>3</sup> prügilatest, 7 mln Nm<sup>3</sup> eraldi kogutud biojäätmetest, 0,8 mln Nm<sup>3</sup> põllumajandusettevõtetest ja 1 mln Nm<sup>3</sup> tööstusest. Olemaolevast tootmisest piisaks kokku 70 000 sõiduautole (keskmine kulu 6 Nm<sup>3</sup> 100 km kohta, mis vastab 6,6 l bensiinile 100 km kohta, aastane läbisõit 15 000 km). Eestis toodeti 2009. aastal kokku 13,59 mln Nm<sup>3</sup> biogaasi, millest 2,69 mln Nm<sup>3</sup> oli pärit reovee settest, 0,59 mln Nm<sup>3</sup> sealägest 10,32 ja mln Nm<sup>3</sup> prügilatest.<sup>11</sup>

Biojäätmetest saab transpordikütust toota mitmete tehnoloogiate abil<sup>12</sup>, milledest on tänapäeval Soomes kasutusel anaeroobne kääritamine edaspidi kääritamine või mädandamine (mitmeastmeline protsess biogaasi saamiseks), fermenteerimine (käärimine etanooli saamiseks) ja ümberesterdamine (külmpressitud bioõli töötlemine metanooliga biodiisli kütuse saamiseks). Kõigil neil on omad eeliseid. Kääritamisel põhineva tehnoloogia peamised plussid on kõige suurem potentsiaalne tootmise ja kasutamise kasutegur, väiksem olelusringi KHG heitkogus ning paljud muud keskkonnakaitse ja regionaalmajandusega seotud eelised.

**1)** Kääritamine (mädandamine) säälitab biojäätmete erinevatest käitlusviisidest toitaineid kõige paremini, mis võimaldab kasutada tootmisjääke väetisena. Kõigi ülejäänud käitlusmeetodite puhul suurem osa toitainetest kaob, see puudutab eriti lämmastikku. Lämmastikväetiste valmistamine on aga kõige energia- ja heitmehakam. Seega aitab kunstväetiste vältimine oluliselt vähendada maaviljeluse saastet. Põllumajanduses parandab sõnnikus sisalduvate toitainete võimalikult tõhus kasutamine tootmise tasuvust, sest väetist on vaja vähem juurde

osta. Mädandamisjäägid aitavad ka parandada pinnase seisukorda, tõsta süsiniku taset ja vältida erosiooni. Jäätmete (mõeldud segaolmejäätmey) põletamisel tekivad tuhka põllumajanduses kasutada ei saa.

**2)** Kääritusjääkide puhul on oluline osa lämmastikul, vees lahustuval ja taimedele kergesti omastataval kujul, mis vähendab maaviljeluse lämmastikoksiidi saastet ning lämmastikuühendite sattumist veekogudesse, mis on oluline eelis, võrreldes kunstväetiste kasutamisega.

**3)** Kääritusprotsessi kasutamisel tekitab teiste meetoditega võrreldes vähem metaanisaastet, sest saadav biogaas (sh metaan) muundatakse suletud protsessis energiaks (elekter, soojus) või vääristatakse mootorikütuseks. Seevastu paljude teiste meetodite puhul tuleb biojäätmey pikka aega ladustada (nt sõnnikut vastavas patareis), mille jooksul lendub ka olulises koguses metaani. Ka kompostimine põhjustab kasvuhooonegaaside heitmeid.

**4)** Kääritusprotsessi tulemusel saadavast biogaasist edasise puhastamise teel toodetav metaan on väärtuslik kütus sise-põlemismootoritele oktaaniarvuga üle 140 – s.t seda saab erinevate liikurmasinate nagu traktorite, kombainide, veokite ja prügilapresside kütusena. Sellega saaks asendada fossiilkütuseid ja vältida nende kasutamisest tekkivat saastet. Põllumajanduses võimaldab see oluliselt vähendada toidutootmisega seonduvat kasvuhooonegaaside heitkogust. Lisaks saab biogaasi kasutada elektri ja soojuse koostootmises nii tsentraalselt kui ka hajutatult, mis aitab samuti vältida fossiilkütuste kasutamisega seotud saastet. Põletamine võimaldab tahkete biojäätmey energeetilist kasutamist - muundamiseks soojuseks, aga suurte prügipõletusjaamade koostootmisprotsessis ka elektriks (reeglina mitte üle 25%) ja soojuseks, kuid võimalus mootorikütuse valmistamiseks kaob.

<sup>11</sup> Eesti biokütuste turu... 2011

<sup>12</sup> Lampinen 2009

Kääritamine sobib eriti hästi vedelate ja suure niiskusega jäätmete käitlemiseks. Põletamine eeldab kõigepealt palju energiat nõudvat kuivatamist, kääritamise energiatõhusus on selles suhtes suurem.<sup>13</sup> Biojätmed on põletamisprotsessi seisukohast väga must kütus, mis tähendab väikest kasutegurit ja seadmete sagedast hooldusvajadust. Põletamisel kaob suurem osa jäätmete kasutatavast potentsiaalset ehk väetavast väärtusest. Põletamine võib täielikult takistada biojätmete ja setete edasist kasutamist, sest enamasti põletatakse segajäätmeid ja tekivas tuhas sisalduvad kahjulikud ained välistavad tuha edasise kasutamise.

**5)** Biometaani kasutamine transpordis vähendab teiste biokütustega ja fossiilkütustega võrreldes väga oluliselt kasvuhoo- negaaside heidet.<sup>14</sup>

**6)** Biometaani kasutamine transpordis vähendab fossiilkütuste põletamisega võrreldes oluliselt lämmastik- ja vääveloksiidide ja peenosakeste heidet ning müra.<sup>15</sup>

**7)** Kääritamine vähendab teiste käitlusviisidega võrreldes oluliselt sõnniku ja muude biojätmete haisuga seonduvaid probleeme, sest biogaasi tootmisprotsess toimub suletud mahtudes ja selle käigus lagundatakse haisu tekitavad ained. Sõnniku haisuprobleemide vähenemine parandab põllumajandustegevuse mainet.

**8)** Näiteks Soome biojätmete käitlemise turul domineeriva kompostimise puhul jäetakse jäätmete energia täiesti kasutamata ning lisaks kasutatakse energiat käitlusprotsessideks, nt õhutamiseks ja segamiseks. Kuna kõnealune lisaenergia on praktikas tihti fossiilset päritolu, tekib sellest ka kasvuhoo- negaase.

**9)** Kääritamisel jäätmemassi (kuivaine) kogus väheneb peamiselt metaani ja

süsinikdioksiidi eraldumise teel ning haigustekitajate arv kahaneb oluliselt.

**10)** Kääritamine võimaldab kasutada põllumajandusettevõtetes omatoodetud energiat, mis on kohalikul tasandil väga oluline.

**11)** Kääritamine võimaldab toota põllumajanduses energiat oma tarbimismahust rohkem ning saada seega tulu kütuse, elektri ja soojuse ning tulevikus ehk ka süsinikdioksiidi sertifikaatide ja rohelise energia sertifikaatide müügist. Energia varustuskindlus suureneb peale põllumajandusettevõtte ka selle ümbruskonnas. Maapiirkondades tekib uusi tuluallikaid ja seadmete teenindamiseks lisandub töökohti. Mõlemad on tähtsad eesmärgid eriti tänapäeva pidevalt kasvavate kulude juures.

**12)** Kääritamise ulatuslik kasutamine põllumajanduses ning omavalitsuste ja tööstuse biojätmete käitlemisel tooks kasu kogu riigi tasandil, sest see edendab keskkonnakaitset, energia varustuskindlust, tööhõivet ja terviseprobleemide vähendamist ning parandab kriisivalmidust ja kaitseb toidutootmist kriisiolukordades, kui üldine elektrivarustus või kütuse müük katkeb. Kõnealust tehnoloogiat kasutatakse praegu Soomes väga vähe. 2012. aasta alguses töötas Eestis sealäga baasil ainult üks farmibiogaasijaam (Jööri külas Saaremaal), kus energiana saadakse peamiselt elektrit, protsessis eralduvat soojust kasutatakse omatarbeks. Neli biogaasijaama on projekteerimise ja ehitamise faasis. Biometaani tootmist ei plaanita neist veel üheski.

Biojätmetest kütuse tootmise teiste tehnoloogiate puhul jääb eespool nimetatud kasu saamata või on väiksem. Teiste meetodite eeliseks biogaasiga võrreldes, on omakorda lihtsam kasutuselevõtt praeguse tehnikaga ning kütuse (bioeta-

<sup>13</sup> Myllymaa ym. 2008

<sup>14</sup> Lampinen 2008a

<sup>15</sup> Lampinen 2003, 2005

nool, biodiislikütus) suurem energiatihedus mahuühiku kohta.

Maailmas on kokku ligikaudu 600 miljonit autot, millest suurem osa töötab bensiinil. Biogaasi kasutamiseks sobivaid autosid on üle 10 miljoni, millest Soomes on umbes 500. Neist 15 autot töötasid 2009. aasta lõpus peamiselt biogaasiga ja ülejäänud peamiselt surugaasiga.

Eestis 2012. aasta alguse seisuga biometaanitranspordikütusena veel ei kasutata. Ei ole veel ka juriidilisi regulatsioone vastavate standardite osas (sh ka biogaasi suunamiseks maagaasi võrku). Küll on aga sõidukites hakatud kasutama kokkusurutud maagaasi – nn surugaasi (ingl Compressed Natural Gas – CNG). 2009. sügisel valmis ASil Eesti Gaas Tallinnas esimene surugaasi tankla ja 2011. a kevadel teine Tartus. Järgmisena on ASil Eesti Gaas kavas avada kolmas surugaasi tankla Tallinnas Mustamäel, samuti tanklad Narvas ja Pärnus. Praegu sõidavad surugaasil 5 linnaliinibussi Tartus ja paarsada autot nii Tallinna kui Tartu piirkonnas. Niipea, kui lahendatakse biogaasi biometaaniks väärastamise probleemistik, võib alustada selle kasutamist kõrvuti surugaasiga.

Bioetanooli kasutamiseks sobivaid autosid on maailmas ligikaudu sama palju kui biometaanit kasutamiseks sobivaid. Peaaegu kõik biometaanit ja bioetanooli kasutavad autod suudavad töötada ka bensiinil. Puhtal biodiislikütusel tööta-

vaid autosid on palju vähem kui bioetanooli ja biometaanit autosid. Bioetanooli võib segada bensiiniga ja biodiislikütust fossiilse diislikütusega ja segusid saab kasutada kõigis tavapäraistes bensiini- ja diiselmootoriga autodes.

Biogaasi energiatihedus massiühiku kohta (50 MJ/kg) on suurem kui bensiinil ja diislikütusel (41–43 MJ/kg), aga mahuühiku kohta on bensiinil ja diislikütusel suurem energiatihedus, mis on võrreldes komprimeeritud ehk surubiometaaniga (CBM) (200 bar) ligikaudu 5-kordne ja veeldatud biometaaniga (LBM) võrreldes 1,8-kordne. See tähendab, et sama suure kütusepaagiga bensiini- või diiselmootoriga ja fossiilset kütust kasutava autoga saab läbida pikema maa kui biometaanit kasutava samatüübilise autoga.

Biogaasitehnoloogia abil saab rajada keskkonna seisukohast säästvat ühiskonda. Biogaas võimaldab luua biojäätmete, jäätmehoolduse, energiatootmise, põllumajanduse ja toidutootmise suletud ahela. Keskkonnast hoolivas ühiskonnas on elukeskkonnast, tööstusest ja põllumajandusest tekkivad biojäätmekogused tooraineks, millest toodetakse näiteks sõidukitele kütust. Jäätmeid veetakse autodega, mille kütus on toodetud nende poolt veetavatest jäätmetest. Biogaasiettevõtte kääritusjäätmetest saab toota põllule bioväetist, mille kasutamine vähendab kasvuhoonegaaside heitkogust ja muid keskkonnakahjusid. ■

## Näiteid Rootsi omavalitsustest

**R**ootsi Borås oli maailma esimene omavalitsus, mis võttis 1940. aastal oma biojäätmel põhineva biogaasitehnoloogia abil kasutusele transpordis, talle järgnesid Helsingi aastal 1941 ning Stockholm aastal 1942.<sup>16</sup> Selline tegevus lõpetati siiski 1940. aastate lõpus. Uuesti sai see alguse Uus-Meremaal 1980. aastate alguses ning Rootsis Linköpingis 1980. aastate lõpus.<sup>17</sup> Neile on järgnenud paljud omavalitsusüksused paljudes riikides, kuid Rootsi on ka tänapäeval selles vallas juhtpositsioonil. Seepärast on loomulik, et tegevuse alustamisel Soomes tuleks õppida Rootsi omavalitsuste kogemustest.

Lisas 2 on toodud üksikasjalikumaid andmeid biogaasi kasutamise kohta Rootsi omavalitsustes. Siinkohal käsitleme tee-

mat üldisemalt. Lisateavet saab näiteks Rootsi organisatsiooni Gröna Bilister teatmikest omavalitsuste transpordisaaste vähendamise<sup>18</sup> ja gaasiautode hankimise kohta<sup>19</sup> ning kahest ELi projektidena koostatud teatmikust, mis põhinevad Rootsi omavalitsuste näidete<sup>20</sup>.

Rootsis ei kasutata praegu mootorikütuse tootmise lähteainena prügilagaasi, kuigi tulevikus on see võimalik. Mõnes riigis on ka puhastatud prügilagaas juba transpordis kasutusel.

Mootorikütusena kasutatava biogaasi ahela osad (sh biogaasi tootmine, puhastamine, müük) võivad olla nii eri ettevõtjate vastutusel kui ka kõik ühe tootja käes, kuid enamasti on tegemist nende

16 Lampinen 2009

17 Linköping 2008

18 GB2005

19 Goldman 2009

20 EC 2000, Biogasmax 2008



kahe võimaluse kombinatsiooniga. Linköping on harv näide omavalitsusest, mis juhib kogu ketti oma ettevõtte Tekniska Verken ja selle tütarettevõtete Svensk Biogas ja Stadspartner kaudu. Tavajuhul, kui biogaasi väärtusahelas osalevaid ettevõtjaid on mitu, on vaja ahela tõhusa toimimise tagamiseks sõlmida kokkuleppeid.

Rootsi tegevus biogaasi valdkonnas tugineb praegu omavalitsustele, osaliselt ELi õigusaktide tõttu, aga see oli omavalitsuste käes juba enne Rootsi liitumist ELiga ning enne, kui omavalitsused said Rootsi riigilt toetust ÜRO lepete ja ELi keskkonnastrateegiatega ja õigusaktide elluviimiseks.

Soomes on omavalitsused jäätmesaaduse alusel kohustatud hoolitsema oma piirkonna olmes ja avalike teenuste sektoris tekkivate biojätmete eest. Omavalitsuse kaasabi on biojätmetest kütuse tootmisel alati vaja, ükskõik kes sellega tegeleb. Õigusaktid ei kohusta käitlema biojätmeid biogaasiettevõttes, aga prügilates on ELi õigusaktide alusel prügilagaasi kogumine kohustuslik. Nii reoveepuhastite biogaasireaktorid kui ka prügilad on enamasti omavalitsuse ettevõtete halduses. Rootsis toodetakse mootorikütuseks vääristatav biogaas peamiselt reoveepuhastite bioreaktorites, aga osas omavalitsustes ka biojätmete reaktorites või põllumajandusliku biomassi reaktorites. Prügilagaasi puhastamine ja kasutuselevõtt transpordikütusena on käivitamisfaasis nii Rootsis kui ka Soomes. Mõnes riigis on prügilagaas transpordis juba kasutusel.

Eestis 2012. a alguse seisuga prügilagaasi transpordikütuseks veel ei puhastata (vt ka põhjendused lk 7-9). Kolmes prügilagaasi kogumisjaamas (Pääsküla, Tallinna/Jõelähtme ja Rääma prügilad) on paigaldatud elektri ja soojuse koostootmisseadmed (sealjuures Pääsküla prügilas 2 koostootmisseadet). Ülejäänud ELi nõuetele vastavalt suletud või uutes ELi nõuetele vastavalt rajatud prügilates toimub küll tekkiva gaasi kogumine, kuid see põletatakse küünalpõletis, sest ener-

giamuundamisseadmete paigaldamine ei oleks tasuv. Tartu Aardla prügilala haldaja kavandab samuti prügilagaasi kogumist ja selle kasutamist kas mootorikütusena või soojuse ja elektri koostootmisprotsessi käivitamiseks.

Biogaasi logistikas on Rootsis kasutusel mitu eri varianti. Toorbiogaasi või prügilagaasi saab juhtida gaasitorude kaudu töötlemisjaama või töötlemisjaam võib asuda tootmiskohas, viimasel juhul pole vaja gaasi kuhugi juhtida. Puhastatud biogaasi (biometaani) müüakse sõidukitele töötlemiskohas või see juhitakse biometaanivõrku, maagaasivõrku või toimetatakse veokite abil müügikohta. Tanklates (müügipunktides) saab müüa surubio-metaani (CBM) ja veeldatud biometaan (LBM). Kergsõidukite kütusepaakides on gaasirõhk 200 atmosfääri, suurte veokite paakides ka 250 atmosfääri. Tankida saab ka kiirtankimissüsteemi abil, sel juhul kasutatakse kõrgsurvega vaheladustamist. Tankimine on siis sama kiire nagu vedelkütuste puhul. Teise võimalusena kasutatakse, eriti bussidepoodes, aeglast tankimissüsteemi, mille puhul gaas komprimeeritakse otse sõiduki paaki. Sellisel juhul kestab tankimine kogu öö ehk sama kaua nagu elektriautodel. Biometaan võib kasutada kõigis sõidukites igasuguste mootorite puhul kas survestatuna või veeldatuna. Veeldatud gaasi kasutavad siiski vaid raskesõidukid.

Mõningate Rootsis kasutatud gaasitöötlustehnoloogiate kohta on olemas hea kokkuvõte Rootsi Gaasitehnoloogia Keskuse OECD/IEA projektide käigus koostatud väljaannetes.<sup>21</sup> Uue tehnoloogiana võeti Sundsvallis aastal 2009 kasutusele krüotehnoloogia (külmpuhastamine) mille kohta on ilmunud kokkuvõtte Soome Biogaasi Ühingu ajakirjas Biokaasu.<sup>22</sup> Krüotehnoloogia sobib ka prügilagaasi puhastamiseks.

<sup>21</sup> IEA 2000, Persson ym. 2006

<sup>22</sup> Kättström 2009



Veeldatud biometaani (LBM) toodeti ja kasutati 2009. aasta lõpus näiteks Suurbritannias ja USAs. 2010. aastal alustati sellega ka Rootsis. Rootsis on juba kasutusel LNG-mootoriga autosid, milles saab kasutada ka LBMd.

2010. aasta alguses tootis Rootsis mootorikütusena kasutatavat biometaani 34 omavalitsust. 2010. aastal toodeti kokku 60 mln Nm<sup>3</sup> biometaani. Kõige kasutatavam puhastustehnoloogia oli veega pesemine (absorptsioonvesipesu, 33 ettevõtet). Muid tehnoloogiad kasutati vähem: surve all adsorbeerimine aktiivsõega (PSA) tehnoloogiat 8 ettevõtet, keemilist absorptsiooni (amiinopesu) 6 ettevõtet ja krüotehnoloogiat (külmtöötlus) üks ettevõtte.

Jäätmeseaduse ja avalike hangete alusel on võimalik nõuda biometaani kasutamist jäätmeveoautodes ning omavalitsuse enda ja tema renditud sõidukite kütusena (Lampinen 2011b).<sup>23</sup> Selline omavalitsuse transpordikorraldus on ka biometaani esmane kasutuselevõtu võimalus.



*Selle lehekülje fotol on näited biogaasi veokitanspordist ja torutranspordist.*

23 Lampinen 2011b



## Liiklusvahendid mis kasutavad biometaani...

### omavalitsuse väikesõidukid

Ökoautode kasutamine on Rootsi omavalitsustes tavapärase, Gröna Bilisteri 2009. aasta detsembri väljaande kohaselt ei kasutanud neid vaid 28 omavalitsust.



### munitsipaalettevõtete sõidukid



### omavalitsuse jäätmeveoautod



## omavalitsuse siseliinide bussid



## omavalitsuse muud transpordivahendid

nt koolibussid



Muud omavalitsuse ja munitsipaaltevõtete sõidukid (nt veoautod, teehöövliid, koristusmasinad, tõstukid, traktorid, ekskavaatorid, kraanad) on enamasti diiselmootoriga ja Rootsis neid esialgu biometaanile üle viidud ei ole. Tehniliselt on see siiski mitmel moel võimalik. Turul on saada juba biometaanil töötavaid veoautosid ja muid masinaid (tõstukeid ja traktoreid) ning ümberehituse teel on biometaanil võimalik kasutada kõigis masinates.

Teise võimalusena kasutavad biometaanil sellised omavalitsuse transpordiva-

hendid, mida pole kunagi või on väga harva vaja tankida omavalitsusest väljaspool. Sellised sõidukipargid (ingl captive fleets) on ELi transpordisektori biokütuste direktiivi (2003/30/EÜ) kohaselt puhaste biokütuste kasutamise tähtsaim objekt. Rootsis võib selle kohta tuua näiteks Malmö ülikooli keskhaigla (VW Touran Eco-fuel), Linköpingi takso (VW Passat Eco-fuel), Iveco postiauto, kullerteenused DHL (Volvo V70 Bi-fuel) Stockholmis, hooldusfirma Centric (MB Sprinter).

Malmö ülikooli keskhaigla (VW Touran Ecofuel)



Linköpingi takso (VW Passat Ecofuel)



Linköpingi takso (VW Passat Ecofuel)



Kullerteenused DHL (Volvo V70 Bi-fuel) Stockholmis



Hooldusfirma Centric (MB Sprinter) Norrköpingis



Linköpingi ja Västerviki vahel sõitva kohaliku rongi



Skånes kasutatakse biometaan peale linna enda bussitranspordi ka linnadevahelises bussiliikluses. Skåne eesmärk on viia kogu maakonna ühistransport aastaks 2020 üle biometaanile ja teistele biokütustele. Bussidele on biometaan kõige olulisem energiaallikas.



Teised linnatranspordiga seotud sõidukid on näiteks õppesõiduautod, politsei-autod, raudteejaamade manööverve-durid ning kohalikud vee- ja õhusõidukid. Siin võib tuua näiteks Oslo kohalikus vee-transpordis kasutatavad laevad. Soomes saaks kõnealust tehnoloogiat kasutada näiteks Helsingi veetaksodes ja siseveeko-gudel liikuvatel alustel. Kuna Eestis veel biometaan transpordikütusena ei kasu-tata, siis teiste riikide kogemuste põh-jal võiks meilgi biometaanile üle viia kõi-gepealt omavalitsuste siseliinide bussid, jäätmeveoautod, postiautod, taksod jne. Üleminekut hõlbustab 2009. aastal alanud surugaasi kasutamine ja vastava sõiduki-pargi väljaarendamine.

Kolmanda sihtrühma moodustavad eraomanduses olevad ja ettevõtete sõi-dukid (autod ja neljataktilise mootoriga mootorrattad), millede puhul on omava-litsused edendanud biometaan kasuta-mist erinevate nende pädevuses olevate meetmetega. Näiteks võib tuua tasuta par-

kimise, soodustused kohalike maksude tasumisel, ummikumaksust vabastami-se ning ühissõidukite sõiduraja kasutami-se õiguse. Ettevõtted võivad kasutada kas üldtanklaid või rajada tankla oma terri-tooriumile. Heaks näiteks viimase varian-di kohta on Malmö meierei Skånemejerier, mis on ehitanud endale oma biometaan-i aeglase tankimise seadmed.

Rootsi omavalitsustes toodavad moo-torikütusena kasutatavat biometaan-i kas omavalitsuse ametiasutus, munitsipaal-ettevõtte, täielikult omavalitsusele kuuluv äriühing, mitmele omavalitsusele kuuluv äriühing, erafirma või nimetatud üksus-test moodustatud grupp.

2009. aastal olid avalike biometaan-i tanklate operaatorite hulgas omavalit-sused (2 tanklat), munitsipaalettevõtted (30), osaliselt omavalitsuse omanduses olevad ettevõtted (30) ja eraettevõtetest energiaettevõtted (27), tanklaketid (23), gaasiettevõtted (12) ja autoettevõtted (5).

## Omavalitsused (2 tanklat)

Boden, Skellefteå



## Munitsipaalettevõtted (30)

Svensk Biogas (Linköping) (15), Öresundskraft (Helsingborg) (3), Trollhättan Energi (2), Lunds Energi (2), Borås Energi och Miljö (2), Eskilstuna Energi och Miljö, Grästorp Energi, NSR (Nordvästra Skånes Renhållnings), Ulricehamn Energi, Uppsala Vatten och Avfall, Västervik Biogas, Östersunds Vatten.



## Osaliselt omavalitsuse omanduses olevad ettevõtted (30)

FordonsGas (Göteborg) (28), Svensk Växtkraft (Västerås) (2).



## Eraettvöttest energiaettvöttes (27)



## Tanklaketid (23)

Preem (8), Statoil (5), OKQ8 (4), Qstar (2), Shell (2), Uno-X, Norsk Hydro.



## Gaasiettevõtted (12)

AGA (12).



## Autoettevõtted (5)

Rejmes (3), Bilia/Tanka (2).





Biometaani tootmis- ja müügiketis vajalike seadmete valmistamine, müük ja hooldus toimub peamiselt erasektoris, kuigi märkimisväärse osa hooldusest teevad tavapäraselt ka munitsipaalettevõtted.

Linköping on ainuke omavalitsus, mis osaleb ka seadmete valmistamisel ja müümisel. Linköpingi Tekniska Verken seadistab autosid ja ronge biometaanile ning müüb ümberehitatud autosid. Linköping on sõidukeid ümber ehitanud juba aastast 1989<sup>24</sup> ning see on üldse väga uuendusmeelne omavalitsus ja tänapäevane üleilmne pioneer, kuigi mõned omavalitsused (Borås, Sotckholm ja ka Helsingi) ehitasid sõidukeid ümber juba 1940. aastatel. Siia peaks lisama Eesti kohta

Ka Eestis on juba häid näiteid sõidukite ümberehitamisel surugaasi kasutamiseks – samad sõidukid saavad edaspidi kasutada ka surubiometaani. Üheks ettevõtteks, mis ümberehitamisega edukalt tegeleb, on Gaznet OÜ Tallinnas. Surugaasil töötavate

autode kütuse maksumus sama distant-si läbimiseks on bensiini või diiselautodega võrreldes kordi väiksem. See innustab surugaasi laiemat kasutuselevõtmist ja edaspidi ka biometaani kasutamist.

Paljudel omavalitsustel on oma seadmete remondi- ja hooldustöökoda, mida saaks lihtsalt laiendada ka mootorite ümberehitamiseks. Tekniska Verkeni tütar-ettevõtte Svensk Biogas omakorda valmistab ja/või müüb biogaasi tootmis- ja töötlus-seadmeid ning tanklasüsteeme. Suuremas osas tegelevad sellega siiski eraettevõtted.

Omavalitsused on loonud koos riiklike organisatsioonide, ettevõtete ja liitudega biogaasi kasutamise edendamiseks piirkondlikke keskusi (Biogas Syd, Biogas Väst, Biogas Öst ja Biogas Mitt; loomisel on Biogas Nord), mille peamiste tegevusvormide hulka kuuluvad teabe jagamine ja biometaaniprojektide koordineerimine. Teabe jagamisega tegeletakse nii piirkondlikul, riigisisel kui ka rahvusvahelisel tasandil. ■

---

24 Linköping 2008

## Mida saavad ära teha omavalitsusjuhid

**S**oome omavalitsused sarnaselt Rootsi omavalitsustega võivad otsustada biogaasi ja biometaani tootmise ja tarbimise üle. Eestiski saavad omavalitsused mõjutada biogaasiprojektide elluviimist ehituslubade väljaandmise, keskkonnamõjude hindamise aruannete nõudmise ja nn roheliste hangete kaudu.

Soomes oleks kuni 2003. aasta lõpuni pidanud tegevust piirama busside, veoautode ja masinatega (nt koristusmasinad, teehöõvlid, tõstukid, traktorid ja ekskavaatorid) või näidisprojektidega, sest biometaanil töötavatele sõiduautodele ja kaubikutele kehtis juba 1965. aastal vastu võetud mootorsõidukite maksustamise seadusele vastav 20-kordne diislikütuse maks.<sup>25</sup> ELi nõudel selline maks tühistati ja 2004. aasta algusest on biometaani võimalik kasutada kõigis sõidukiliikides. Kuigi fossiilkütustel on taastuvatega võrreldes endiselt teatud maksutoetusi, ollakse Soomes biometaani kasutamisel maksustamise mõttes üsna samas seisus nagu Rootsis.

Soomes kehtib Rootsi sama olukord ka ELi direktiivil põhinevate jäätmepõhiste ja hankeseaduste poolest. Seadused võimaldavad omavalitsuste pädevuses olevaid biojäätmepõhiseid ja setteid transpordikütuse tootmiseks kasutada üksnes omavalitsuse otsuse alusel. BM transpordivahendites kasutamise korraldamine on Eestis veel lahendamata/reguleerimata.

Algatus biometaani tootmise ja kasutamise alustamiseks võib tulla mitmelt eri poolelt, nagu selgus Euroo-

pa projektis „Biogasmax” läbi viidud küsitlusest.<sup>26</sup> Algatus võib tulla näiteks omavalitsuse või maakonna usaldusisikult, ametnikult või munitsipaalteenistelt või äriühingute juhtkondadelt. Kõigil neil juhtudel võivad praktikas olla algatuse taga omavalitsusjuhid. Algatus võib tulla ka eraomanduses olevalt gaasi-, energia-, transpordi-, põllumajandus- või autotööstuselt. Sellisel juhul on oluline volikogu liikmete ja muude usaldusisikute tugi, et vajalikud otsused ja vältimatu koostöö omavalitsusega teoks saaks. Rootsis ületab algatuste esitamine ja nende toetamine parteide piire ning suurepäraseid tulemusi on saavutatud kõigi suurte parteide juhitud volikogudes.<sup>27</sup>

Soomes ollakse selles suhtes Rootsi maas, kuigi paljudes omavalitsustes on erinevate parteide esitatud algatusi toetatud ka parteiülel. Kouvola on Soome ainuke omavalitsus, kus mootorikütusena kasutatava biometaani tootmist on 2011. aasta sügisel juba alustatud.

Vaasas on ülikooli projekti abil loodud biometaani tootmise ja jaotamise mudel, mille elluviimiseks loodetakse kaasata erinevaid pooli, kaasa arvatud linnavalitsus.

Turus üritatakse linna keskkonnateenistuse juhtimisel luua tegevusmudelit, mille puhul ühendatakse orgaaniliste jäätmete käitlemine, biometaani kasutamine piirkonna ühistranspordis ja raskeliikluses ning bioväetiste tootmine ja säästev maaviljelus. Projektis osalevad munitsi-

25 Lampinen 2008b

26 Biogasmax 2008

27 Biogasmax 2008

paalomanduses olev jäätme- ja reovee-  
käitlusettevõtte, Åbo Akademi ja veel mõ-  
ned ettevõtted. Joensuu piirkonna aren-  
dusprojekt on esimene volikogu algatusel  
käivitunud biometaaniprojekt. Projekti  
käigus on loodud ka riigihanke konkurssi-  
de korraldamise juhend omavalitsustele ja  
teistele avaliku sektori organisatsioonide-  
le biometaanil töötavate sõidukite ja vas-  
tavate transporditeenuste hankimiseks.<sup>28</sup>

Biogaasi puhastustehnoloogiat kasuta-  
takse veel üsna vähe, mistõttu on kohalike  
otsustajate teadmised sel alal kohati piira-  
tud. Käesoleva teatmiku lisa 1 sisaldab kü-  
simuste ja vastuste kujul palju üldteavet,  
mida saab kasutada algatuste ja otsuste  
alusena.

Vajaliku tehnoloogia valmidus ning  
biometaanii tootmise, müügi ja kasutamise  
äriline tasuvus on Rootsis arvukates oma-  
valitsustes kinnitust leidnud fakt, sama on  
tõendatud Soomeski.<sup>29</sup>

Soomes kasutatakse reoveepuhasti-  
test saadud gaasist suurem osa kas ainult  
soojuse või soojuse ja elektri koostoot-  
miseks. See on siiski transpordisektorist  
väiksema lisandväärtusega energiakasu-  
tus ehk majanduslikult tasuvam oleks ka-  
sutada toodetud gaasi transpordis. Biog-  
aasi kasutamisel hoonete kütmiseks kaob  
selle potentsiaal (eksergiline kasutegur  
on null) kasutamiseks mootorikütusena.  
Biometaan on kergesti valmistatav kütus  
oktaaniarvuga 140, puitu omakorda (mil-  
le ressurss on biojäätmetest oluliselt suu-  
rem) on palju kallim töödelda transpordi-  
kütuseks, aga see sobib hästi soojuse ning  
soojuse ja elektri koostootmiseks. Metaan-  
i külmumispunkt on  $-182\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mis annab  
sellele talvistes oludes bensiinist ja diisli-  
kütusest olulise eelise.

Kui omavalitsused peavad nagnunii  
hakkama kasutama transpordisektoris

28 [http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=12&Itemid=11](http://www.liikennebiokaasu.fi/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=12&Itemid=11)

29 Peura ym. 2009



Sundsvalli reoveepuhastusjaama  
biogaasireaktorid.

taastuvaid energiaallikaid, ei saa hõlpsalt  
kasutusele võetavat ressursi lihtsalt ära  
raisata. Rootsi omavalitsustes on reovee-  
puhastid tänapäeval mootorikütusena ka-  
sutatava biometaanii põhiallikad. Ka 1940.  
aastatel Rootsi omavalitsustes ja Helsin-  
gi transpordis kasutatud biogaas toodeti  
reoveepuhastites.

Soomes on toodud biogaasi tootmisük-  
suste tagasilükkamise põhjuseks olemas-  
olev toimiv kompostimissüsteem. Kom-  
postimisel aga kaob biojätmete kogu  
energiapotentsiaal ning tegelikult tuleb  
kasutada lisaenergiat komposti õhutami-  
seks ja segamiseks. Lisaks kaob kompos-  
timisel suur osa biojätmete toitainetest,  
eriti lämmastik, mille tootmine on kõige  
energia- ja heitmemahukam.

Need probleemid saab lahendada bio-  
gaasitehnoloogia abil, mis on ka tsentra-  
liseeritud kompostimisest majanduslikult  
tasuvam. Omavalitsusüksuse majanduse  
ja keskkonnakaitse seisukohast pole min-  
geid mõistlikke põhjendusi, miks rajada  
uusi tsentraalseid kompostimisetevõt-  
teid. Olemasolevaid kompostimisetevõt-  
teid saab kasutada biogaasijaamade kääri-  
tusjääkide järeltöötlemiseks, mis tagab, et  
juba tehtud investeeringud ei lähe raisku.

Sobivaks põhjenduseks biogaasi mitte-tootmisele on toodud ka biojätmete põletamist mädandamise asemel (biojätmed moodustavad osa segaolmejätmetest, viimaseid põletatakse prügipõletusjaamades). Põletamise käigus kaob aga jätmete väetiseks kasutamise võimalus täielikult, sest tuhka ei ole võimalik selles sisalduvate ohtlike ainete tõttu kasutada ja lämmastik kaob sellest igal juhul. Kääritamise käigus biojätmete (need peab eraldi koguma või eraldama segaolmejätmetest) väetav mõju säilib. Biojätmed on ka märjad, mistõttu suur osa põletamisprotsessis vabanevast soojusest kulub vee aurustamisele. Segaolmejätmete tuhasus toob hakkpuidu kasutamisega võrreldes samuti kaasa väiksema kasuteguri ning nii madalama põlemistemperatuuri kui ka suurema hooldusvajaduse. Samadel põhjustel tasub elektrit toota vaid suurtes põletusjaamades ja sealgi puhta puitkütuse põletamisega võrreldes väiksema kasuteguriga. Jäätmepõletusjaamade suitsugaaside puhastusseadmete kogumaksumus võib olla suuremgi kui energiamuundamise seadmete osa maksumus. Transpordikütust ei saa üldse toota. Kääritamise seisukohast on suur veesisaldus pigem eelis ja energiamuundamise üldkasutegur on põletamisega võrreldes suurem. Protsessi lõppsaadusteks on väga kvaliteetne mootorikütus oktaanirvuga 140 ja väga kvaliteetne väetis.

Soomes on teatud algatustele reageerimisel alahinnatud ka omavalitsuses tekkivate biojätmete kogust ning omakorda ülehinnatud äriliseks tasuvuseks vajaliku kogust. Näiteks on leitud, et pealinna piirkonna 40 000 auto vajaduseks olemasolev biogaasiresurss on tegevuse alustamiseks liiga väike (täpsemalt öeldes oli negatiivse vastuse üheks põhjenduseks ressursi piiratus), kuigi maagaas on juba kütusena kasutusel näiteks liinibussides, mis tähendab, et transpordivahendeid biometaani kasutamiseks on olemas.



Küünalpõleti

Enne Kouvola töötlemisjaama käivitamist 2011. aasta sügisel asus Soome ainuke äriotstarbeline mootorikütusena kasutatava biometaani tootmisüksus Laukaas, 40 lehmaga farmis ning see toodab sõnnikust, taimejääkidest, toidujääkidest, energiataimedest ja kondiitritehase jääkidest biogaasi 30 autole ilma mingite investeeringu- või tootmistoetusteta. Ka kõige väiksemas Soome omavalitsusüksuses tekkivate biojätmete kogus ei jää pisikese farmi jäätmekogusele alla, mistõttu on äriline tasuvus saavutatav kõigis Soome omavalitsustes. Rootsisis on seni kõik biogaasi tootvad omavalitsused rohkem kui 10 000 elanikuga, aga see tuleneb asjaolust, et biogaasi tootmiseks kasutatakse vaid väikest osa tekkivatest biojätmetest.

Transpordisektoris kasutatava biometaanitootmisettevõtete loomiseks tehtud ettepanekute tagasilükkamise põhjusena esitatud prognoos, mille kohaselt on vaja suuri tsentraalseid tootmisüksusi ja suurt sõidukiparki, on juba Laukaa farmi näitel ekslikuks osutunud.

Õeldakse, et farmid vajavad virtsa väetiseks ja sõnnikut ei saa seetõttu energiatootmiseks kasutada. Tegelikult on kääritusjäätised veel parem väetis kui virts. Biogaasi tootmisprotsessis ei hävi jäätmete väetusomadused (nagu kompostimise ja põletamise puhul), vaid selle käigus viiakse nt lämmastik taimede jaoks kergemini omastatavale kujule. Lisaks saab jäätmeenergiat – kütust oktaaniarvuga 140 – kasutada peale autode ka traktorites, kombainides ja teistes masinates. Sel moel saaks Soome toidu olusringi praegust väga suurt fossiilse süsiniku sisaldust märkimisväärselt piirata. Samad põhimõtted kehtivad ka Eesti kohta.

On ka väidetud, et transpordikütuste tootmine justkui ei kuulu omavalitsuse ega omavalitsuse jäätmekäitlus- või energiaettevõtete ega muude munitsipaalettevõtete või äriühingute tegevusalasse. Nii võiks öelda paljude omavalitsuste ja munitsipaalettevõtete tegevusvormide kohta, mis tähendab, et tegemist on puhtalt poliitilise seisukohavõtuga.

Omavalitsuse elanikud vajavad energiat elektri, soojust ja transpordikütuse näol. Elektri- ja soojusenergia tootmine on Soome omavalitsuste ja omavalitsuse ettevõtete puhul tavaline, mistõttu transpordisektoris vajamineva energia (kütuse) tootmine võiks olla loomulik lisa – eriti kui see on seotud biojäätmete käitlemisega, mida omavalitsuse ettevõtte nagunii teevad. Helsingi linn tegi nii 1940. aastatel, tootes kahes reoveepuhastis biogaasi oma sõidukite tarbeks. Hiljutiseks näiteks Soomest võib tuua Merijärvi valla, kus 2009. aasta veebruaris kaasati fossiilsete transpordi-



Soome esimese biometaanitakso omanik Juha Kalmari tangib VW Caddy Ecofuel'i taksot Laukaas, farmis.

kütuste (aga mitte taastuvate st biokütuste) müük omavalitsuse äritegevusse. See pärast pole kahtlustki, nagu mootorikütusena kasutatava biometaanii tootmine ei sobiks kuidagi omavalitsuse või selle ettevõtete äritegevuse alaks. Loomulikult võivad sellega tegeleda ka eraettevõtted.

Kuna ühiskondlike biojätmete ja setete käitlemine kuulub ELi ja Soome seaduste alusel omavalitsuse pädevusse, nagu Eestiski, on biojätmete kasutamiseks transpordikütuse tootmise toormena vaja omavalitsuse kaasabi. Lisaks on vaja otsust biometaanii kasutamiseks omavalitsuse sõidukites. Omavalitsus ei saa seega jääda pelgalt kõrvaltvaatajaks.

Üheks vastuseisu aluseks on peetud ka turul olevate biometaanil töötavate sõidukite ja masinate kesist valikut, mis tähendab, et kõiki omavalitsuse sõidukeid ei saa biometaanile üle viia. Tehniliselt saab kõik sõidukid ja masinad nende mootori tüübist ja kasutatavast kütusest sõltumata viia üle biometaanile kas Soome ja/või välismaa turul saada oleva tehnika abil või olemasolevate seadmete ümberehitamisega. Näiteks sõiduautode ja kaubikute turul on pakkumine üsna suur, kuigi bensiini- ja diiselmootoritega võrreldes siiski väiksem. Teisest küljest ei olegi vältimatult vajalik viia kogu sõidukipark üle biometaanile, vähemalt mitte kohe. Tegevust võib alustada mõne sõidukiga.

Energiasäästumeetmeid, mis hõlmavad transpordisektori energiakasutuse tõhustamist ja liikluse vähendamist, loetakse tihti taastuvatele energiaallikatele ülemineku aseaineks. Säästumeetmeid on siiski vaja ja neid tuleb võtta igal juhul nii fossiilse kui ka biokütuse kasutamisel. Sellised meetmed ei asenda, vaid täiendavad taastuvate energiaallikate kasutamist.

Taastuvate energiaallikate kasutusele võtmisega saab loodetavasti kliimamuutusi mõjutada nii, et praegune elustandard säilib ja isegi paraneb. Sel põhjusel

eeldab EL, et 2020. aastaks vähendatakse transpordisektorist tulenevat kasvuhoo- negaaside heitkogust vähemalt 16%, parandades energiatõhusust vähemalt 20% ja tõstes taastuvate energiaallikate osakaalu transpordi energiakasutuses vähemalt 10%ni. Transpordisektoris tuleb seega kindlasti tegutseda nii energiatõhususe parandamise kui ka taastuvate energiaallikate kasutamise suurendamise nimel. Lisaks tuleb arvestada, et taastuvate energiaallikate kasutuselevõtt annab uusi võimalusi ka transpordi energiatõhususe parandamiseks: biogaas oktaaniarvuga 140 võimaldab suurendada neljataktiliste sisepeõlemismootorite (ottomootorite) kasutegurit, mis juhul on täidetud ka energiatõhususe parandamise eesmärk.

Üldine põhjus, miks algatustes esitatud meetmeid ei täideta, on ka see, et valdkonna analüüs on pooleli. Analüüs peab muidugi olema kõigi uute investeeringute aluseks, aga vähemalt Soomes on peaaegu alati negatiivne otsus tehtud ilma analüüsita.

Kuna biometaanii kasutuselevõtt mootorikütusena mõjutab paljusid omavalitsuse tegevusalasid (kliimakaitses, jäätmehooldus, energiatootmine, liikuvus, tööhõive, põllumajandus), on otsuseid raske teoks teha, kui need esitatakse vaid ühe sektori vaatenurgast. Energia varustuskindluse paranemine transpordisektoris ja mitmekülgne keskkonnakaitseline kasu on olulised motiivid tegevuse alustamiseks, kuigi nende rahalist väärtust on raske mõõta ja majandusanalüüsidesse lisada.<sup>30</sup> Tegemist on ilmselgelt mitmekülgset poliitilist kaalumist nõudva otsustusprotsessiga.

30 Mõnes majandusanalüüsis on ka neid hinnatud ja hindamist normitud, nt Friedrich ja Bickel 2001 ja Sika Institute 2008. Projekti „Biogasmax” raames loodud Falköpingi arvutusmudel sisaldab samuti mõningate selliste omaduste hindamist. Mudeli saab alla laadida aadressilt [www.biogasmax.eu](http://www.biogasmax.eu).

Soomes on ühistransporti korraldavate bussifirmade arvamused olnud paljudel juhtudel volikogu algatuste tagasilükkamise oluline põhjus, mistõttu tuleks bussifirmade rolli eraldi vaadelda.

Linnaliini busside üleviimine biometaanile ei ole biogaasi tootmise alustamiseks vältimatu (biogaasi baasil saab toota ka soojust ja elektrit), aga sellest üksi piisab transpordisektorile püstitatud ELI eesmärgi täitmiseks. Omavalitsuse transpordi korraldavad bussifirmad on väga suured kütusetarbijad ja nende kaasamine muudaks investeeringud biometaanil tootmisse kergemini kättesaadavaks. Bussifirmade kaasamine võiks tagada omavalitsuse otsustega, sest omavalitsusel on ELi ja Soome avaliku sektori hankeseaduse alusel õigus nõuda bussiliiklust puudutavates konkurssides biometaanil kasutamist. Selle kohta on olemas oluline Euroopa Kohtu otsus kaasuses C-513/1999 ja Soome kõrgema halduskohtu aastaraamatu lahend KHO:2003:41. Need lahendid on teinud bussifirma Concordia kaebusele selle kohta, et Helsingi valis konkursi teel kasutamiseks maagaasil töötavad bussid vaatamata sellele, et Concordia diiselmootoriga busside pakkumisel oli odavam hind.<sup>31</sup>

31 Lampinen 2008a

Nimetatud kohtulahendid suunavad kohtupraktikat sõltumata sellest, kuidas bussiliiklus omavalitsustest on korraldatud ja millised on omandisuhted. Samal ajal tagavad need omavalitsuste õiguse korraldada enda ja oma ettevõtete sõidukite hankekonsursid ainult biometaanil töötavate sõidukite pakkujate vahel. Praegu on Soomes (vastupidi Rootsile) selline olukord, et bussifirmade muutmine biometaanil kasutajaks eeldab kirjeldatud konkursi korraldamist. Ka need bussifirmad, mis ilma vastava suunamiseta on biometaanile ülemineku vastu, pakuvad kindlasti gaasil töötavaid busse, kui seda tingimustes nõutakse. Praegune praktika paistab aga olevat selline, et omavalitsused küsivad algatuste kohta bussifirmade arvamust, mis on olnud seni kindlalt negatiivne. See on takistanud biometaanil kasutuselevõttu ka mujal.

Bussifirmad põhjendavad negatiivseid hinnanguid samasuguste müütidega nagu USAs, kus energiaministeerium tegi avalduse, et parandada kasutatud müütide (nn industrial folklore) vigu ja esitada tegelike fakte. See on kasulik dokument, millega saab tutvuda internetis.<sup>32</sup> Enamasti on argumendiks gaasibusside kallidus, mis põhjustab väidetavalt kogu äritegevuse

32 DOE 2000



kulude kasvu. Tegelikult teenivad hankehinnalt diiselbussidest kallimad gaasibussid end tänu odavamale kütusele tagasi. Üldmajanduslikult, kui mitte arvestada keskkonnakasu, on diislikütusega- ja gaasibusside kasutamine üldjoontes sama kallis ehk vahe bussifirma kogu majandustegevuse seisukohast on väike.

Biometaani kasutamine bussikütusena võimaldab suuremat keskkonna- ja ohutusalast kasu, kui diislikütust kasutavad bussid ükskõik millise tehnoloogia abil saavutada suudaksid, kuigi vastuargumentides väidetakse teisiti.<sup>33</sup>Diiselbusside

kasutamine arvatakse säästvat keskkonda, vähendades autoliiklust, kuigi põhi-konkurendid neile on rattasõit ja jalgsi käimine. Biokütuseid kasutavast kergliiklusest ei tuleks fossiilkütuseid kasutava ühistranspordi kasuks loobuda, vaid hoopis ühistransport tuleks panna kasutama biokütuseid. Seda soovitakse bussifirmade arvamustes väidetavalt saavutada pikemas perspektiivis, kui turule tuleb mõni uus tehnoloogia ja vastavad sõidukid, näiteks vesinikbussid. Milleks aga nii kaua oodata, kui biometaanitehnoloogia on juba praegu turul kättesaadav. ■

---

33 Lampinen 2008a



# Tootmise ja kasutamise alustamine

**M**ootorikütusena kasutatava biometaanii tootmiseks sobivate ressursside eelanalüüs on tootmise ettevalmistuse üks osa. Eelanalüüsi kaudu saab teha kindlaks nii omavalitsuses juba toodetava biogaasi kui ka selle lisapotentsiaali. W-Fuel'i projektis on välja selgitatud neljas Lõuna-Soome ja kahe Põhja-Eesti piirkonnas tekkivate setete, biojäätmete ja põllumajanduslikku biomassi koguseid, mida saaks kasutada biogaasi tootmiseks ja viimase puhastamiseks biometaaniks.

Tootmisressursside hindamisel tasub arvestada vähemalt järgmisi jäätmeressursse:

- prügilagaas;
- reoveepuhastite sete;
- sette- ja umbkaevude sete;
- ühiskondlikud biojäätmed;
- põllumajanduse taimsed ja loomsed jäätmed (v.a puitpõhised);
- kaupluste, toidlustusasutuste ja toiduainetööstuse biojäätmed;
- teepeenarde, tee- ja veehoolduse jäätmed;
- tselluloositööstuse settejääd;
- määratud paberijäätmel ja bioplastijäätmel;
- tekstiilijäätmel.

Ka põllumajanduslikku biomassi (mais, energiaheinad) võib kasutada biogaasi tootmiseks, aga sellisel juhul tuleb konkureerida toidutootmisega. Põllumajandusliku biomassi ressurss on jäätmeressurssist oluliselt suurem. Näiteks W-Fuel'i projek-

tis käsitletud Eesti piirkondades on see biojäätmete ja setete kogusest 3...6 korda suurem (sõltuvalt piirkonnast).

Puidujäätmel ei ole tõhus aeroobse või anaeroobse kääritamise teel ära kasutada, aga termilise gaasistamise ja sellele järgneva metaani sünteesi abil saab neist toota biometaanii näiteks tselluloositehastes, saekaatrites ja omavalitsuste jõujaamades. Biogaasitehnoloogia on juba



*Katrienholmi reoveepuhastusjaamas asuv vesipesul põhinev biogaasi puhastusseade.*

pikka aega olnud väljaarendatud, kaubanduslik ja laialdaselt kasutatav. Sünteetilise ehk termilise biogaasi (SBG) tootmine kasutamiseks mootorikütusena pole praegu siiski veel ärilisel tasandil käivitunud, aga nt Malmös ja Göteborgis hakkab see reaalsuseks saama, et täiendada biogaasi (BG) tootmist anaeroobse kääritamise käigus.<sup>34</sup>

Investeeringute kulude eelarved, majandusanalüüsid ja äriplaanid kuuluvad samuti ettevalmistusperioodi tegevuste hulka.<sup>35</sup> Näiteks Vaasas on nende põhjal tõendatud tegevuse kasumlikkus.<sup>36</sup> Tuleb teha ka esialgne tehnoloogiavalik, s.t millised on töötlemisjaamas kasutatavad puhastusmeetodid, transpordiviisid ja tanklad. Erinevate töötlustehnoloogiate variantide kohta on olemas OECD/IEA teatmikke ja muid teabeallikaid.<sup>37</sup> Soome Turvatehnika Keskus ja Maagaasi Ühing on koostanud tehnilise juhendi tanklate planeerimise kohta.<sup>38</sup>

Biogaasi tootmise kõrvalsaadusena tekivad väetised ning süsinikdioksiid ja muud kemikaalid. Need annavad lisatulu, mida on vaja arvestada rahavoo analüüsis.

Tootmise ja tarbimise taseme kohta tuleb seada omavalitsuse ja maakonna tasandi eesmärged. Miinimumnõudeks on ELi määratud taseme saavutamine aastaks 2020 ehk jäätmepõhiste kütuste kasutamine peab moodustama vähemalt 5% omavalitsuse energiatarbimisest. Selleks on kõigi omavalitsuste biojätmete ressursid piisavad.

Kuigi Linköping on näidanud eeskuju, et omavalitsus võib rajada kogu biogaasi tootmise, puhastamise ja jaotusahela, teostatakse selliseid projekte nii Rootsis

kui ka teistes riikides paljude poolte koostöös. Seega on üheks peamiseks tegevuseks vajaliku koostöövõrgustiku loomine. Toodetud gaasi kasutajaskond moodustab koostöövõrgustiku osa, milles saavad osaleda kõik asjast huvitatud. See annab liiks avalikule sektorile ka kõigile omavalitsuse elanikele ja seal tegutsevatele ettevõtetele võimaluse projektis osaleda.

Tootmisinvesteeringute jaoks peavad vähemalt osa tulevase tootmismahu kohta olemas olema kasutuslepingud või muud laadi kindlus, näiteks otsus kasutada biometaan omavalitsuse valduses olevates sõidukites. Üle 40 tootja valmistab gaaskütuse kasutamiseks sobivaid sõidukeid. Valikuruumi on rohkesti kõigi sõidukiliikide puhul. Turu loomine eeldab ka teavitus- ja koolitustegevust ning Rootsi omavalitsuste sarnaseid erasektorile suunatud toetusmeetmeid, näiteks tasuta parkimist. Mootorikütusena kasutatava biometaan projekti etappide kohta on ELi rahastatavas projektis „Biogasmax“ koostatud hea juhend, mis on internetis kättesaadav.<sup>39</sup> Soomekeelset üldteavet nii biogaasitehnoloogia kohta üldiselt kui ka biometaan kasutamise kohta transpordis saab biogaasi kasutamise käsiraamatust.<sup>40</sup>

Eestis ilmus 2009. aastal heal tasemel käsiraamat „Biogaasi tootmine ja kasutamine“. See on lühendatud tõlge saksa keelsest algallikast („Handreichung. Biogasgewinnung und -nutzung“, 3.täiendatud trükk, Gülzow, 2006). Käsiraamatu väljaandmist korraldas Eesti Põllumeeste Keskliit „Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava 2007-2013“ raames. Samuti võiks käesolev trükis kujuneda otsustajatele Eestis heaks abimeheks. ■

34 Lampinen 2009

35 Projekti „Biogasmax“ raames on selleks loodud Exceli arvutusmudel (Falköping Model), mille saab alla laadida aadressilt [www.biogasmax.eu](http://www.biogasmax.eu).

36 Peura ym. 2009

37 IEA 2000, Persson ym.2006, Kattsrtöm 2009

38 TUKES 2008

39 Biogasmax 2008

40 PBI 2008







## Lisad

Lisad põhinevad tekstidel, mis on olnud varem kättesaadavad internetis Puhas Oy hallataval Põhja-Karjala biogaasiprojekti veebilehel aadressil: [www.liikennebiokaasu.fi](http://www.liikennebiokaasu.fi).

Ari Lampinen on kirjutanud lisa 1 ja Anu Laakkonen lisa 2. On kasutatud järgmisi allikaid: Lampinen 2004a–b, 2008a ja 2009

# LISA 1: Korduma kippuvad küsimused mootorikütusena kasutatava biometaani kohta

- A) Biogaasisõidukid
- B) Biogaas
- C) Majandus
- D) Kasvuhoonegaaside heide
- E) Muud keskkonnamõjud
- F) Ohutus

## A. Biometaanisõidukitega seotud küsimused

### Kas biogaas sobib bensiinimootorites kasutamiseks?

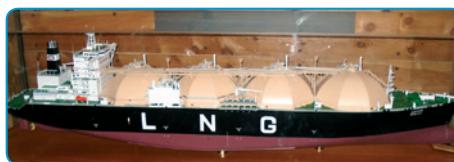
Jah, ja paremini kui bensiin, kuid biogaas tuleb eelnevalt puhastada maagaasi kvaliteedini (saadust nimetatakse biometaaniks), milles metaani sisaldus on 95-98%. Biometaani kasutatakse enamasti just ottomootoris, mida kõige tavalisema kütuse ehk bensiini kasutamise tõttu kutsutakse tihti bensiinimootoriks. Kõnealune mootor on tegelikult tehniliselt gaasimootor, mis tähendab, et see sobib biometaanile ja teistele gaasilaadsetele kütustele paremini kui vedelkütustele. Leiutaja Nikolaus Otto järgi nime saanud ottomootori algne kütus oli gaas ehk süsinikmonooksiid, vesinik ja metaan. Vedelkütuste kasutamine ottomootorites on keerukam kui gaasiliste kütuste kasutamine, sest on vaja eriseadmeid, millega muuta vedelkütus gaasiliseks (nt karburaatori või kütuse eelsoojendamise abil) ning



eraldi kütusepumpa ja filtreid. Biometaani oktaaniarv on üle 140 ehk veel kõrgem kui metaanil, mis tuleneb gaasisegus vähesel määral sisalduva süsinikdioksiidi oktaaniarvu tõstvast mõjust. See tähendab, et biometaani kasutamisel saab ottomootori kompressioonistme muuta palju suuremaks kui bensiini kasutamisel, mis annab ka suurema kasuteguriga.

## Kas biometaan sobib diiselmootorites kasutamiseks?

Jah, sobib. Biometaani kasutatakse enamasti segakütus-diiselmootorites. Neis toimub süütamine vedelkütusega (näiteks biodiisel või taimeõli, mis oli Rudolf Dieseli algse töötava mootori kütus), aga suurem osa energiast (autodes 70–90%, laevades isegi 99%, nagu juures oleval pildil toodud LNG-tankeril, millele Wärtsilä teeb metaanil töötavaid diiselmootoreid) saadakse biometaanist, mis sisestatakse mootorisse koos õhuga. Diiselmootoreid kasutatakse palju Saksamaa farmides elektri ja soojuste koostootmiseks biogaasist (sel juhul biogaasi üldjuhul ei vääristata biometaaniks). Transpordivahendites on biometaanil töötavad diiselmootorid olnud kasutusel aastakümneid, aga neid on seni siiski märgatavalt vähem kui ottomootoreid. Lisaks segakütus-diiselmootoritele on kasutusel väheseid otse sissepritsega diiselmootoreid (HDI mootor – ingl high-pressure direct injection), mis ei vaja käivitamiseks vedelkütust, vaid töötavad ainult biometaaniga.



## Millistele mootoritele veel biogaas (biometaan) sobib?

Biogaas (biometaan) sobib lisaks otto- ja diiselmootoritele ka wankel- ja stirlingmootorite ning gaasiturbiinide, rakettmootorite ja kütuseelementide kütuseks. Kõik need tehnoloogiad on tänapäeval kasutusel. Lisaks sobib biogaas ka kuumpeamootorile, aga see ei ole tänapäeval enam üldiselt kasutusel. Norras sõidab metaanil töötav LNG-tanker ja metaanil töötav kütuseelementidega kaubalaev.

## Mille poolest erineb biometaaniauto tavalisest autost?

Gaasiautos on gaasietteandesüsteem. Lisaks võib gaasiautos olla ka vedelkütuse kasutamise süsteem (kahekütuselised ja segakütuselised sõidukid). Kõik gaasil (täpsemalt surugaasil) töötavad autod ja masi-





nad töötavad ka surubiometaaniga (ehk puhastatud biogaasiga). Kasutusomadustelt ei erine gaasiautod bensiini- ja diiselautodest. Hoolduse poolest on vahe eriti väike. Peamine erinevus on gaasi puhtus bensiini ja diislikütusega võrreldes, tänu millele on kütusefiltri vahetamise välp mitu korda pikem kui bensiini- või diiselautol. Gaasiga töötava sõiduauto iseloomulik tunnus on kaks tankimisava.

### Mis on ühekütuseline gaasisõiduk?

Inglisekeelne termin monofuel tähendab vaid ühe kütuse kasutamiseks mõeldud autot või masinat. Peaaegu kõik Soome autod on ühekütuselised autod, mis on valmistatud kas bensiini või diislikütuse kasutamiseks. Ka ainult biometaani või maagaasi kasutamiseks mõeldud autod on ühekütuselised autod. Raskemad gaasisõidukid, näiteks bussid ja jäätmeveoautod, on üldiselt ühekütuselised, aga saada on ka ühekütuselisi sõiduautosid. Ühekütuselisel

gaasisõidukitel on tavaliselt ottomootor, aga turul on ka muid variante.

### Mis on kahekütuseline gaasisõiduk?

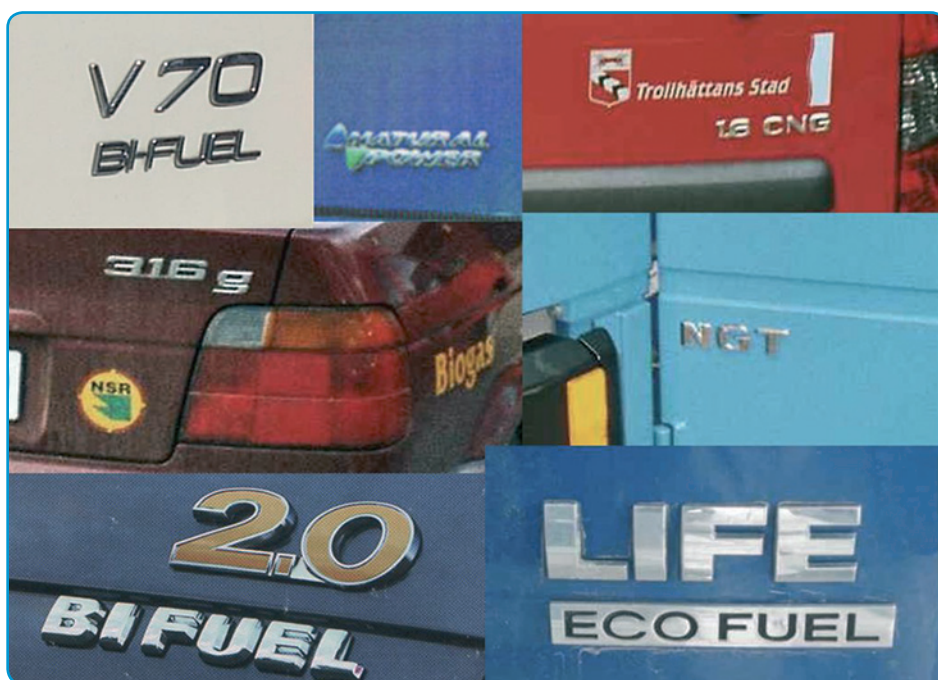
Kahekütuseline (ingl bifuel) sõiduk on otto- või wankelmootoriga sõiduk, mis töötab biometaaniga (ja maagaasiga) ning lisaks vedelkütusega (enamasti bensiin või etanool). Vedelkütuse ja gaasisüsteem on üksteisest täiesti sõltumatud, mis tähendab, et paljudel mudelitel saab juht nupust valida ükskõik kumma süsteemi. Korraga neid kasutada ei saa. Tehniliselt on võimalik, et ka teine kütus on gaasiline (nt vedelgaas või vesinik), aga valmis kujul selliseid sõidukeid turul ei ole. Peaaegu kõigil kahekütuselistel gaasiautodel on ottomootor. Kahekütuseliste sõidukite tootjad kasutavad mitut eri mudelitähist, millest levinuim on CNG.

### Mis on segakütuseline gaasisõiduk?

Segakütuseline (ingl dual fuel) sõiduk on diiselmootoriga sõiduk, mis töötab gaasil ja diislikütusel, sageli ka ainult diislikütusel. Gaasi (ka biometaani) kasutamisel toimub mootori süütamine diislikütusega (nt biodiislikütus) ja siis kasutatakse mõlemaid kütuseid koos, kusjuures autodes tuleb biometaanist 70–90% ja laevades isegi 99% energiast. Oslo fjordis kasutatakse kohalikus transpordis segakütuselise diiselmootoriga laeva, mis kasutab ka biodiislikütust. Segakütuseline diiseltehnoloogia võimal-







dab biometaanil kasutada näiteks kohalike veebusside liikluses, omavalitsuste siseveekogude sõidukite puhul ja praamiliikluses.

### Mis on gaasi-hübriidsõiduk?

See on sõiduk, millel on lisaks gaasimootorile veel üks või mitu elektrimootorit. Elektrimootorite jaoks vajaliku elektri saab toota autos nt biometaaniga või laadida akud elektrivõrgust võetava (nt tuuleenergia abil saadud) elektriga, pidurdusenergia abil või magnetiliselt välisest akust (nt asub bussipeatuse all). Soomes gaasi-hübriid-

sõidukeid seni ei ole, kõik hübriidautod on 100% bensiinil töötavad ja neid ei ole võimalik elektrivõrgust laadida. Rootsis aga on gaasi-hübriidsõidukid juba kasutusel. Hübriidsõiduk võib olla ühe-, kahe- või segakütuseline sõiduk. Hübriidtehnoloogia võimaldab sõltumata kütusest vähendada energiakulu 20%. Kuigi bensiini- ja elektrimootoriga hübriidsõidukite (nt Toyota Priuse) heitmete kogus on suhteliselt suur, saab neid biometaanile ümberhitatuna oluliselt vähendada. Suurepärane lahendus on laaditav biometaanil-hübriidauto, mida saab laadida võrgust näiteks tuuleenergia





või muude taastuvate energiaallikate abil toodetud elektriga.

### **Kas vana bensiiniauto saab ehitada ümber biometaanile?**

Jah, ja saab ka uue bensiiniauto. Sellisel juhul muudetakse ühekütuseline bensiiniauto kahekütuseliseks, kus lisaks biometaanile saab endiselt kasutada ka bensiini. Selliseid ümberehitusi tehakse ka Soomes. Samuti saab biometaanii-hübriidautoks muuta bensiini-hübriidauto, nt Toyota Priuse hübriidautod Kesk-Euroopas.



### **Kas vana diiselauto saab ehitada ümber biometaanile?**

Jah, ja saab ka uue diiselauto. Sellisel juhul muudetakse ühekütuseline diiselauto segakütuseliseks, kus biometaanii kõrval kasutatakse diislikütust (muidugi soovitatavalt biodiislikütust või muud biokütust)

ning enamasti jääb alles ka ainult diislikütuse kasutamise võimalus. Selliseid ümberehitusi tehakse ka Soomes. Raskesõidukid ja liikurmasinad on enamasti varustatud diiselmootoriga, mis tähendab, et need saab muuta segakütuseliseks sõidukiteks. On ka võimalik muuta diiselmootor ottomootoriks või see ottomootori vastu vahetada.

### **Millist kütust gaasiautod kasutada saavad?**

Kõik gaasiautod saavad kasutada biometaanii (BM), sünteetilist biogaasi (SBG), maagaasi (NG) ja sünteetilist maagaasi (SNG). Gaas võib sisaldada väikeses koguses propaani, etaani ja vesinikku. Hütaan (otsetõlge soome keelest) on teatud riikides kaubanduslikult müüdav gaasiline kütus, mis sisaldab kuni 20% vesinikku. Ka see sobib gaasiautodes kasutamiseks. Võimalik on suuremgi vesiniku osakaal, aga see eeldab auto juures väikeste muudatuste tegemist. On olemas ka selliseid autosid, mis suudavad kasutada nii 100% biometaanii, 100% vesinikku kui ka nende mis tahes vahekorras segusid. Maagaas sisaldab väikeses koguses propaani ja etaani, biogaas mitte. Kahekütuselised gaasiautod saavad kasutada ka bensiini ja osa neist bioetanooli. Segakütuselised gaasiautod saavad kasutada ka diislikütust ja osa neist biodiislikütust ja külmpressitud taimeõli. Gaasiautode ise-

loomulik tunnus on seega kütuse valitavus. Rootsis on müügil biometaan ja maagaasi segu (rts fordonsgas), milles on vähemalt 50% biometaan (CBM50). Sellele on antud Põhjamaade luigemärk.

### **Kas kahekütuselises gaasiautos on vaja kasutada bensiini?**

Põhimõtteliselt mitte, sest biometaan sobib kõigisse neisse kasutustingimustesse kuhu bensiingi ja ka sellistesse oludesse, kus bensiini kasutada ei saa (väga madal temperatuur). Praktikas on siiski enamik autotootjaid teinud oma kahekütuseliste mudelitele ühekütuseliste bensiinimudelitega võrreldes võimalikult vähe muudatusi, nii et auto käivitamine toimub endiselt bensiiniga.

### **Kuidas biometaanis sõidukis hoitakse?**

Enamasti surve all. Selleks on autodele kehtestatud standardid: kergsõidukitel on hoiustamisrõhk kuni 200 baari ja raskesõidukitel 250 baari (laevadel ja rongidel võib kasutada ka kõrgemat rõhku). Tanklates on rõhk veel kõrgem. Surubiometaanis ka-

sutavad sõidukid on CBM-sõidukid, aga ka surumaagaasi kasutamiseks mõeldud sõidukitele ehk CNG-sõidukitele sobib biometaan. Teine kasutusel olev hoiuviis on veeldamine, mis juhul hoiumaht väheneb survestamisega võrreldes umbes 60%. Sellised on LBM-sõidukid. Adsorbtsioon- ja absorptsioontehnoloogia abil on võimalik ka biometaan hoiustamine tahkena (ABM-sõidukid), aga selliseid autosid esialgu laitarbekasutuses ei ole.<sup>41</sup>

### **Kust saab biometaaniautosid osta?**

Kõigist hästi varustatud autokauplustest. Kõiki maagaasil töötavaid ja müüdavaid autosid saab kasutada ka biometaaniga. Soomes on see tehnoloogia veel uus ja seni vähe levinud, aga maailmas on selliseid autosid üle 10 miljoni ja neid on kasutatud alates 1930. aastatest. Enamikul maailma autotootjatel on maagaasil põhinevad mudelid ja peaaegu kõikide autotootjate

<sup>41</sup> ABM-sõidukeid on siiski juba esitletud, näiteks aktiivsõe abil gaasi hoiustav Yamaha golfiauto. <http://www.japanfs.org/en/pages/028888.html>.



modulid on saadaval maagaasile ümberehitatuna. Müügil on üle 300 biometaaniga töötada saava sõiduauto- ja kaubikumudeli, üle 50 erineva bussimudeli ja 20 eri tüüpi veoautot. Lisaks on saada biometaaniga töötavaid traktoreid ja muid liikurmasinaid ning mopeede, mootorrattaid, vedureid, laevu ja lennukeid. Kasutatud gaasiautosid on palju saada välismaalt ja ka Soomes on automüüjaid, kes toovad müüki kasutatud gaasiautosid. Lisaks saab oma vana bensiini- või diiselauto biometaaniga kasutamiseks ümber ehitada. Selliseid ümberehitusi tehakse ka Soomes.

### **Kus saab biometaaniga tankida?**

Soomes oli 2011. aasta suvel vaid üks ääriksel otstarbel tegutsev tankimiskoht. See on 2002. aastal Laukkas Kalmari farmis avatud tankla. Lisaks on veel üks erakasutus, ühte autot teenindav talus asuv tankimiskoht. Biometaaniga autod saavad kasutada ka Lõuna-Soomes asuvaid Gasumi, Hamina Energia ja Mäntsälän Sähkö hallatavaid maagaasitanklaid, mida 2009. aasta lõpus oli 14. Rootsis oli 2011. aasta kevadel 129 avalikku gaasitanklat ja 47 eratanklat, mis asuvad bussiparkides, jäätmeveoautode baasides, muudes eraettevõtetes ning linna sõidukite ja töömasinate parkides. Gaasitanklaid (biometaanitanklaid) leidub ka paljudes teistes riikides. Kuna neid on bensiini- ja diislikütuse tanklatega võrreldes vähe, tuleb nende paiknemine enne sõitma asumist kindlaks teha. Asukohti on võimalik leida internetist ning riikide ja nende regioonide kaardidelt. Rootsi jaamade paiknemine on toodud aadressil [www.gasbilen.se](http://www.gasbilen.se), kust saab tellida ka paberatlase.

Eestis 2012. aasta alguse seisuga biometaaniga tankimise võimalust veel ei ole. Küll on aga juba kasutusel kaks surugaasitanklat, üks Tallinnas ja teine Tartus. Kavas on ehitada veel kolmas surugaasitanklat Tallinnasse ja seejärel ka tanklad Narva ja Pärnu. Need surugaasitanklad annavad tulevikus võimaluse sõidukites ka suru-biometaaniga kasu-



tamiseks – kui biogaasi hakatakse rohkem tootma ja nõuetekohaselt puhastama (väärastama) biometaaniks, ning lahendatakse ka biometaaniga maagasi võrku suunamise tehnilised ja õiguslikud küsimused.

### **Kuidas biometaaniga tankitakse?**

#### **Kui kaua see kestab?**

Surubiometaaniga (CBM) tankimiseks on kaks eri süsteemi: kiire ja aeglane tankimine. Kiirtankimissüsteemi, mille puhul gaas tuleb otse kõrgsurve all olevast mahutist (hoidlast), kasutatakse tavalistes tanklates. Tankimine kestab mõne minuti ehk ligikaudu sama kaua nagu bensiini puhul. Kestus sõltub sellest, millise surve all tankla hoiumahutid on, ehk mida kõrgem surve, seda kiirem tankimine.

Aeglast tankimissüsteemi kasutatakse busside, jäätmeveoautode ja kommunaal-sõidukite parkides ning eramajade garaažides. Selline tankimine kestab mitu tundi, mis tähendab, et see on sobiv tankimisviis öö läbi parklas seisvatele sõidukitele. Aeglane tankimine on palju odavam, sest hoiutankke pole üldse vaja, vaid gaas survestatakse tankimise käigus. Veeldatud biometaaniga (LBM) tankimine on alati kiirtankimine ja see vastab tavapäraste vedelkütuste tankimisele. Biometaaniga tankimine on bensiini ja diislikütuse tankimisest lihtsam ja tervisele ohutum, sest tankimise ajal pole vaja tankimispüstolist kinni hoida ega mürgiseid aure sisse hingata.



### **Kuidas biometaani hulka tanklates mõõdetakse?**

Biometaani tankimisel ei ole ühikuks liiter, vaid kas Nm<sup>3</sup> (normaalkuupmeeter ehk kuupmeeter gaasi normaالرõhul ja temperatuuril 0 °C) või kg (kilogramm). Nm<sup>3</sup> on tavaline mõõtühik Rootsis ja see vastab energiamahult umbes 1,1 liitrile bensiinile või 1 liitrile diislikütusele. Kilogramm on kasutusel Soome maagaasitanklates ja see vastab energiasalduselt umbes 1,5 liitrile bensiinile.

### **Kas biometaani kasutamisel auto võimsus muutub?**

See võib muutuda ükskõik kummas suunas, aga enamasti olulist muutust ei ole. Biometaaని oktaaniarv on üle 140, mis tähendab, et see on bensiinist tunduvalt parema kvaliteediga kütus. Kui mootor seadistatakse biometaani kasutamisele, on see võimsam kui bensiiniga. Üks võimalus võimsuse lisamiseks on tõsta mootori surveastet, aga sellisel juhul on tulemuseks ühekütuseline sõiduk, sest bensiin on kõrge kompressiooniga mootorite jaoks liiga halva kvaliteediga (mootor hakkab kloppima). Teine võimalus on võtta kasutusele kompressor, mis võimaldab biometaani puhul kasutada kõrgemat ülelaadimisrõhku kui bensiiniga ja sel moel saadakse biometaaniga suurem võimsus. Teatud autodel, eriti vanematel, on mootor optimeeritud töötamiseks bensiiniga, mis juhul saadakse bensiiniga suurem võimsus kui biometaaniga (nt biometaani jaoks ei reguleerita süütenurka).

See tuleneb asjaolust, et olemasolev bensiinimootor on tahtnud muuta gaasil töötavaks võimalikult väikese vaevaga ega ole peetud vajalikuks kasutada ära biometaani paremaid omadusi, võrreldes bensiiniga. Biometaani kvaliteet avaldab ka oma mõju. Väikese metaanisaldusega gaasi kasutamisel võimsus bensiiniga võrreldes väheneb. Kui kasutatakse Rootsi transpordikütuse standardile vastavat biometaani, siis seda ei juhtu. Enamiku kahekütuseliste autode võimsus ja sõiduomadused jäävad enam-vähem samaks, ükskõik millist kütust kasutatakse ja sama kehtib ka segakütuseliste autode kohta.

### **Kas biometaani kasutamisel auto kütusekulu muutub?**

See võib muutuda ükskõik kummas suunas samadel põhjustel nagu võimsus, aga enamasti olulist muutust ei ole. Gaasilise kütuse kulu mõõdetakse kuupmeetrites või kilogrammides, mitte liitrites. Tarbimise jäämine samaks tähendab, et energiakulu (mitte kulu liitrites) kilomeetri kohta jääb samaks.

### **Mitu kilomeetrit ühe tankimisega läbida saab?**

Paljudel autodel on gaasiballooni maht arvestatud umbes 300 km läbimiseks, aga tehases valmistatud mudelite läbisõit ühe tankimisega võib kõikuda vahemikus 200–700 km. Sellise vahemaa saab läbida ilma auto istekohtade ja pagasiruumi mahu vähendamiseta. Lisapaigaldiste abil saab tan-



gitava gaasi kogust suurendada. Näiteks universaalkerega autol saab tagaistme asemele paigutada 600 km läbimiseks piisava gaasivaru (sellisel juhul registreeritakse auto kaubikuna) ning lisaks saab pagasiruumi paigutada 600 km läbimiseks vajaliku varu nii, et pagasile jääb ruumi sama palju, kui seda on tavalises sõiduautos. Kaubikul on gaasivaru mahtu võimalik veelgi rohkem suurendada. Praktikas on 300 km läbimiseks piisav gaasivaru peaaegu kõigil gaasi-autodel (näiteks tavaliste elektriautodega võrreldes on see vahemaa kolmekordne). Kuna enamik gaasiautosid on kahekütuselised, saab lisakilomeetreid läbida tänu bensiini- või etanoolipaagile. See on vajalik linnadevahelises liikluses, kus gaasitanklate võrk ei ole väga tihe (nt Soomes ja Põhja-Rootsis). Lõuna-Rootsis on biometaanitanklate võrk juba sedavõrd arenenud, et 300 km tankimispiir on piisav ka ilma bensiini lisakütusena kasutamata.

### **Kas biometaaniga kasutamisel peab olema maagaasi varukütuseks?**

Ei, aga maagaas vajab biometaaniga varukütuseks, sest Soome maagaas on tervikuna pärit Venemaalt ja selle tarne võib paljudel põhjustel katkeda. Seega on maagaasi varustuskindluse seisukohast oluline suurendada biometaaniga ja sünteetilise biogaasi tootmismahte. Biogaasi tootvates ja seda mootorikütusena kasutavates omavalitsustes peab siiski olema mingi varusüsteem võimalike tootmisseisakute tarbeks. Variante on mitu. Sõiduautes ja kaubikutes saab kasutada kahekütuselise mootori tehnoloogiat ehk sõita vajaduse korral bensiini

või etanooliga. Raskesõidukite ja liikurmasinade puhul on võimalik segakütuselise mootori tehnoloogia ehk kasutada saab ka diislikütust, biodiislikütust või taimeõli. Ühekütuseliste gaasisõidukite kasutamine on lühemate seisakute ajaks tagatud surugaasi varude abil ning pikemate seisakute jaoks saab rajada veeldatud biometaaniga hoidla. Kui omavalitsuses on kaks biogaasi tootvat ja seda biometaaniks vääristavat ettevõtet, on ebatõenäoline, et mõlemas tekib korraga seisak, mis tähendab, et biometaaniga kättesaadavus on tagatud ka sel moel. Kui naaberomavalitsuses toodetakse samuti biometaaniga, saab võimalike seisakute ajaks kokku leppida tarned sealt kas gaasitoru või vastavate veokite abil. Ka maagaasi saab teisaldada gaasitoru kaudu ja veokitega.

Eestis tõenäoliselt sedavõrd palju biogaasijaamu ja biogaasi puhastusjaamu ei rajata, et biometaaniga asenduskütust poleks vaja. Ilmselt hakatakse biometaaniga juhtima maagaasivõrku kus võimalik või rajatakse suhteliselt hõredalt asuvaid biometaanitanklaid. Seega tulevad meilgi kasutusele erinevad variandid, mis Soomes (vt eelmist lõiku) ja teisteski riikides.

### **Kui osta Kesk-Euroopast gaasiauto, siis kas on kindel, et see töötab ka biometaaniga?**

Ei ole kindel, sest Kesk-Euroopas on autoturul kasutatud rohkem vedelgaasil kui surugaasil töötavaid autosid. Üsna tihti öeldakse müügikuulutusel, et tegemist on gaasiautoga, aga ei täpsustata, millist gaasi see kasutab. Kasutatava gaasi liik tuleb



kindlasti selgeks teha, sest vedelgaasi ja surugaasi (metaani) ei saa omavahel asendada. Valet gaasi ei saa tankida juba see pärast, et standardile vastavad tankimis-püstolid on erinevad. Vedelgaasi võib küll mõne protsendi jagu biogaasi hulka lisada, aga tankimisliitmike kokkusobimatuse tõttu ei saa tavalisi vedelgaasi tankimiskohti kasutada. Metaani tankimine vedelgaasiautosse põhjustab hoiusurve suure erinevuse tõttu plahvatuse. Soomes ei ole ühtegi avalikku vedelgaasitanklat, mistõttu vedelgaasiauto ostmine välismaalt on viga, mida on siiski tehtud. Harva on saada ka muid gaase nagu vesinikku, puugaasi või dimetüületrit (DME) kasutavaid autosid, aga ka need ei sobi biometaani kasutamiseks (on olemas ka mõned erinevaid gaase kasutavad autod, aga need on selleks spetsiaalselt loo-

dud või ümber ehitatud). Kesk-Euroopast gaasiauto ostmisel tuleb seega valida metaanil töötav auto, mida kutsutakse tavaliselt maagaasiautoks. Näiteks Saksamaal tuleb kontrollida, kas autol on märge Erdgas või Biogas, Šveitsis Erdgas või Naturgas, Suurbritannias natural gas või biogas, Rootsis naturgas või biogas, Itaalias metano jne. Metaani (maagaasi) kasutavate autode tankimisliitmikud ja kütusesüsteemid on standarditud, mistõttu saab Kesk-Euroopast ostetud sõiduaautosid ja kaubikuid tankida ka Soome biometaani- ja maagaasitanklates. Raskeõidukite puhul (nt bussid ja jäämeveoautod) on kasutusel mitu standardit nii tankimisrõhu kui ka liitmike kohta, mis tähendab, et Kesk-Euroopast ostetud bussi tankimine ei pruugi mujal tingimata õnnestuda (sobivust tuleb kontrollida). ■

## B. Biogaasiga seotud küsimused

### Mis on biogaas?

Biogaas on anaeroobses (hapnikuvabas) keskkonnas toimuva mikroobide (bakterite, arhede) elutegevuse produktina tekkiv gaas, millest suurema osa moodustavad metaan ja süsinikdioksiid. Bakterid kasutavad toitainena mitmesuguseid taimseid ja loomseid orgaanilisi ühendeid. Erandiks on ligniin, mida leidub palju puidus. Seepärast puit biogaasi tootmiseks ei sobi, küll aga sobib paber, sest see koosneb peamiselt tselluloosist. Biogaasi tekib looduses pidevalt ka inimeste ja loomade seedetraktis ning biomassi lagunemisel. Soomlaste soolegaasidena ühes aastas vabanevast metaanikogusest piisaks autoga 1,5 miljoni kilomeetri läbimiseks ning lisaks saaks soolestikust väljuva vesinikuga läbida veel miljon kilomeetrit.

### Mis on reaktorgaas ja prügilagaas?

Reaktorgaasiks võib pidada biokeemiliste protsesside tulemusel saadavat biogaasi või termokeemiliste protsesside käigus valmistatavat sünteetilist biogaasi. Prügilagaas on prügilate kehendis anaeroobsetes tingimustes tekkiv (sarnaselt biogaasi jaamas toimuvatele protsessidele) ja seal kogutav biogaas. Reaktorigaasi metaanisaldus on suurem (üldjuhul vähemalt 60%, kui see on saadud biogaasireaktoris. Termokeemilises reaktoris saadava gaasi valdavaks põlevaks komponendiks on sageli CO) kui prügilagaasil (vähemalt 40%, aga võib ulatuda kuni 65%ni). Mõlemad sisaldavad rohkesti süsinikdioksiidi. Prügilagaasis esineb ka gaasilist lämmastikku, mis pärineb prügilagaasi kogumissüsteemi imetaanvast õhust.

### Mida tähendavad biogaasistamine, mädandamine ja anaeroobne kääritamine?

Biogaasistamine, mädandamine ja anaeroobne kääritamine (ingl anaerobic digestion) on sünonüümid, mis tähendavad biogaasi tootmist selleks spetsiaalselt ehitatud biogaasireaktoris. Biogaasi tootmine toimub tavapärasel õhurõhul kas temperatuuril 35 °C (mesofiilne protsess) või 55 °C (termofiilne protsess). Järelgaasistamisel kasutatakse lisaks psührofiilset protsessi, mis toimub temperatuuril 0–20 °C ehk tavapärares Soome temperatuurioludes (see vastab suurema osa loodusliku biogaasi tekkimistingimustele Soome looduses). Eestis on kasutusel mesofiilsed protsessid, sest termofiilse protsessi käigushoidmine vajaks liiga palju energiat, mistõttu saada-va soojuse ja elektri või biometaani hulk oleks sellevõrra väiksem.

Anaeroobne lagunemine toimub ka teistel temperatuuridel, aga kõige optimaalsem on see temperatuuridel 35 °C ja 55 °C. See tuleneb asjaolust, et nendel temperatuuridel on mikroobide elutegevuse tulemusel saadava biogaasi hulk maksimaalne. Vastav tehnoloogia on olnud kasutusel juba terve aastatuhande oma alguses loomiskohas Hiinas.

### Mis on metaan?

Metaan (CH<sub>4</sub>) on biogaasi (samuti maagaasi) põhikomponent ja selle energiat sisaldav osa, mida saab kasutada katlakütusena, transpordivahendite mootorikütusena ning kütusena elektri ja soojuse koostootmisel vastavates seadmetes. Metaani energiasisaldus (tarbimisaine alumine kütteväärtus) on 50 MJ/kg ehk suurem kui bensiinil ja diislikütusel (41–43



MJ/kg). Metaani oktaaniarv on 138 ehk tunduvalt kõrgem kui bensiinil (95–99).

### **Mis on biometaan?**

Biometaan on mitmete erinevate tehnoloogiate abil biogaasist valmistatud (puhastatud, vääristatud) metaanirikas (95–98%) gaasiline kütus. Biogaasistamine (mikrobioloogiline protsess) ja termiline gaasistamine (termokeemiline protsess) on enim kasutatavad meetodid biometaani lähteaine tootmiseks, aga leidub ka teisi.

### **Mida tähendavad termiline gaasistamine ja metaani süntees?**

Termiline gaasistamine tähendab termokeemilist protsessi, mille puhul puit või muu tselluloosi sisaldav materjal (biomass) lagundatakse kõrgel temperatuuril vähese hapniku juuresolekul peamiselt süsinikmonooksiidiks, vesinikuks ja metaaniks. Metaani süntees tähendab kõrgel temperatuuril ja rõhul katalüsaatorite abil toimuvat süsinikmonooksiidi ja vesiniku ühendamist metaaniks. Termilist gaasistamist on tööstuslikus mastaabis rakendatud juba 17. sajandi lõpust ja metaani sünteesi 20. sajandi algusest.

### **Mille poolest erineb biogaas maagaasist?**

Maagaas on fossiilkütus, mis tähendab, et selle põletamisel tekkiv CO<sub>2</sub> (süsinikdioksiid) loetakse kasvuhoone efekti suurendavaks (kliimamuutusi tekitavaks). Biogaas on taastuvast energiaallikast (biomassis) saadav kütus ja selle põletamisel tekkivat CO<sub>2</sub> ei loeta kliimamuutusi tekitavaks, sest see seotakse fotosünteesi käigus biomassi kasvamisel ega põhjusta seega täiendavat koormust keskkonnale. Nii bio- kui ka maagaasi põhikomponent on metaan. Toorbiogaas ja toormaagaas sisaldavad ka palju muid komponente ja erinevad teineteisest oluliselt. Töödeldud biogaas ja töödeldud maagaas koosnevad mõlemad peaaegu tervikuna metaanist. Kuigi nende ülejäänud

komponendid erinevad, on nad siiski teineteist asendavad energiaallikad. Tulenevalt muudest komponentidest on puhastatud biogaasi energiasisaldus pisut väiksem kui maagaasil, aga oktaanarv on pisut kõrgem kui puhastatud maagaasil. Toormaagaas sisaldab paljudes maardlates rohkem metaani kui toorbiogaas, kuid paljudes maardlates on töötlemata maagaasi metaanisaldus ka väiksem kui enamikus toorbiogaasi tootmiskohtades.

### **Kas biogaasi tuleb puhastada (töödelda, vääristada), et see vastaks maagaasi kvaliteedile?**

Toorbiogaasi tuleb võrrelda toormaagaasiga ning puhastatud biogaasi puhastatud maagaasiga. Soome maagaasivõrgus ei voola toormaagaas, vaid selle tootmiskohas Siberis puhastatud maagaas. Toorbiogaas vastab pärast puhastamist puhastatud maagaasi kvaliteedile. Nii biogaasi kui ka maagaasi tuleb transpordivahendites kasutamiseks puhastada. Sõidukimootorites kasutamiseks toimuvat puhastamist nimetatakse ka töötlemiseks (vääristamiseks), et eristada seda lihtsamast puhastamisest, mida kasutatakse biogaasi puhul elektri ja soojuse koostootmiseks (sealgi põletatakse biogaasi otto- või diiselmootorites ja elektrit genereeritakse mootoriga samal võllil töötavate elektrigeneraatorite abil). Seal on puhastamise käigus eelkõige eemaldatavaks ühendiks vesi. Töötlemisel eemaldatakse toorgaasist suurem osa süsinikdioksiidist, väävelvesinikust ning prügilagaasi ja teatud toormaagaaside puhul ka lämmastikust. Süsinikdioksiid ja lämmastik ei kahjusta mootorit, aga need vähendavad gaasi energiasisaldust ja võtavad gaasihutites asjatult ruumi. Kõigi siinkohal esitatud küsimuste ja vastuste puhul mõeldakse biometaani all töödeldud biogaasi ning maagaasi all töödeldud maagaasi, kui pole öeldud teisiti.

**Kuidas biogaasi töödeldakse?**

Erinevaid tehnoloogiaid on mitu, kuid kõige lihtsam ja tavalisem on vesipesu. Töötlemata biogaas juhitakse surve all läbi veesamba, millest metaan, kui vees halvasti lahustuv gaas, tungib läbi, aga süsinikdioksiid ja väävelvesinik kui vees kergesti lahustuvad ühendid jäävad vette. Toorbiogaasi töötlemine on seega toornafta töötlemisega võrreldes väga lihtne protsess. See võtab palju vähem energiat ja tekitab palju vähem heitmeid kui toornafta töötlemine.

**Kas biometaaniga saab kasutada ka talvel?**

Paremini kui bensiini ja diislikütust. Metaani jäätumispunkt on  $-182\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mistõttu see sobib kasutamiseks ka Kuul ja Marsil. Vesi võib tekitada biometaanis probleeme nagu ka kõigis teistes kütustes, sest vee sissepääsu ei saa ühegi kütuse puhul täielikult välistada. Vee eemaldamine on alati üks osa biogaasi puhastamisest. Mootorikütusena kasutatava biometaaniga kvaliteedinõuetes on kesksel kohal niiskus ja seda kontrollitakse tankimissüsteemis. Rohke niiskuse pääsemine gaasi hulka nt rikke tõttu toob kaasa tankla automaatse sulgumise.

**Kui paljudele autodele biometaanist piisab?**

Kui kõik Soome biojätmed ja -setted ning kogu prügilagaasi saaks kasutada biogaasi tootmiseks, piisaks sellest 700 000 sõiduauto jaoks.

Lisaks saab biogaasi valmistada põllumajanduslikust biomassist ja energiataimedest. See ressurss on jäätmeressursist veelgi suurem. Sünteetilist biometaaniga võiks erinevat päritolu puitjätmetest toota 8 miljonile autole. Linnades tekkivatest biojätmetest ja setetest piisaks linnatranspordi kütuseks, s.t kõigile bussidele, jäätmeveoautodele, taksodele, omavalitsuste ja nende ettevõtete autodele, mis liiguvad pidevalt või peamiselt linna piires. Näiteks Jyväskylä biojätmetest ja setetest piisaks

rohkem kui 6000 autole ja Espoo Ämmäsuo prügilagaasist rohkem kui 600 bussile ehk kogu pealinnapiirkonna bussi liikluse vajadusteks.

Projektis W-Fuel saadud tulemuste põhjal piisaks Harjumaa näitliku biogaasijaama (Hinnu seafarmi juures) toodangust ligikaudu 1200 sõiduautole või 135 raskeveokile aastas. Lääne-Virumaa näitliku biogaasijaama (Rakveres) toodangust aga ligikaudu 540 sõidukile aastas (sh nt ca 30 bussi, 20 veoautot, 20 jäätmeveoautot ja 470 sõiduautot).

**Kui palju maksab kodune tankimispunkt?**

Kui maja on ühendatud gaasivõrku, saab oma auto jaoks hankida koduse tankimispunkti, kus on võimalik tankida autot öösel parkimise ajal. Selline seade maksab paar tuhat eurot. Neid on Soomes juba kasutusel maagaasivõrguga liitunud majades. Sellist tankimissüsteemi saab kasutada ka biometaanivõrkudes, mida on juba näiteks Rootsis. Kodune tankimispunkt on nn aeglase tankimise seade, mille juurde ei kuulu kõrgsurvega gaasimahutit, vaid gaas survestatakse võrgust otse auto ballooni.

**Milliseid muid eeliseid annab biometaaniga kasutamine liikluses?**

Transpordisektorile vajaliku energia varustuskindlus suureneb. Transport on eriti haavatav kriisiolukorras, sest Soome transpordikütus on praegu 100% imporditud, kaasa arvatud bensiini ja diislikütusesse segatavad biokomponendid. Täpselt sama olukord on ka Eestis.

**Kas on vaja biometaaniga, kui on saada jätmetest toodetud bioetanooli?**

Jah, sest muidu jääks kasutamata üle 95% biojätmete energiaressursist. Linnade biojätmetest ja setetest sobib vaid alla 5% (suhkru- ja tärklisejäägid) etanooli tootmiseks tavapärasel alkoholi tootmisprotsessis (nn I põlvkonna bioetanooli tootmine).

Biogaasi tootmisprotsessis saaks kasutada kõiki biojätmeid ja setteid. Teisest küljest sobib biogaasi tootmisprotsess kokku bioetanooli tootmisprotsessiga (ehk käärimisega): etanooli valmistamisel tekib jäätmeid, mille energiasisaldus on vähemalt sama suur kui toodetud etanooli oma ja sellised jäätmed saab muuta biogaasiks. Soomes ei kasuta transpordi jaoks bioetanooli valmistav St1 etanoolitootmises tekkivate jäätmete energiat, küll aga tehakse seda Rootsis kütuseks mõeldud bioetanooli tootmises. Seega läheb Soomes vähemalt pool kasutatud energiaressursist raisku. St1 kasutab siiski tekkivaid jääke loomasöödana. St1 arendab tehnoloogiat, mille puhul saab tulevikus suurema osa jäätmetest ära kasutada. Käärimisprotsess sobib tselluloosi ja hemitselluloosi sisaldavate jäätmete kasutamiseks pärast eeltöötlust, aga ka selline tehnoloogia (mis on teada juba 19. sajandi algusest) suudab kasutada vaid osa biojätmetest. Biogaasitehnoloogiale jääb ka sel juhul kasutusruumi ja on võimalik, et St1 laiendab tulevikus oma tegevust mootorkütusena kasutatava biometaani tootmisele, sest maagaasi müüakse juba selleks otstarbeks kahes St1 jaamas ning St1 on Soome ainsa biometaanitakso sponsor Laukaas. Bioetanooli kasutamine (Soomes ja Rootsis E85, Brasiilias E100) eeldab eraldi seadistatud autosid, mis tähendab sõidukipargi muutmist (nagu ka biometaani puhul). Tavalistes tänapäeva autodes ei saa kumbagi kütust kohe, ilma seadistamata kasutada. Rootsis ja paljudes teistes riikides on siiski juba nüüd autosid, mis töötavad nii biometaani kui ka bioetanooliga. Olemasolevad autod saab samuti ehitada ümber mõlema kasutamiseks, nagu tehakse näiteks Rootsis. Biometaani, bioetanooli ja paljusid muid biokütuseid ning taastuvaid energiaallikaid läheb vaja selleks, et asendada fossiilkütuste kasutamist liiklusvahendites.

### **Kas biogaasi tootmine võib konkureerida toidutootmisega?**

Võib juhul, kui kääritamiseks sobivate taimede kasvatamiseks kasutatakse põllumaad. Jäätmete kasutamine ei konkureeri toidu- ega muu tootmisega ning see ei konkureeri ka maakasutuse poolest, sest eraldi suuri maa-alasid pole vaja. Biogaasitehnoloogia sobib kõige paremini märgade, kiiresti lagunevate biojätmete kasutamiseks. Selliseid jäätmeid tekib kõigis omavalitsustes ja neist tuleb igal juhul lahti saada.

### **Kas kompostimine konkureerib biogaasi tootmisega?**

Jah. See on peamine põhjus, miks biogaasi tootmine on Soomes sedavõrd vähe levinud. Kompostimisel kaob kogu jäätmete energiaressurss ning lisaks kulutatakse energiat komposti segamiseks ja õhutamiseks. Kompostimisel kaob oluline osa jäätmete toitainesisaldusest, eriti puudutab see lämmastikku, mille tootmine on kõige energia- ja heitmemahukam. Biogaasitehnoloogia võimaldab kasutada jäätmete energiat ja lisaks säilivad ka jäätmetes olevad toitained, mis tähendab, et kääritusjäätgid kõlbavad väga hästi väetamiseks. ■

## C. Majandusliku poolega seotud küsimused

### Kui palju biometaan bensiini ja diislikütusega võrreldes maksab?

Energiasisalduse kohta ümber arvestatult maksab biometaan Rootsi ja Soome tanklates 20–60% vähem kui bensiin ja 10–40% vähem kui diislikütus. Toornafta hinna tõustes hinnavahe kasvab.

### Millised on biometaanil töötava sõiduauto käidukulud võrreldes diiselauga?

Biometaanil töötav sõiduauto maksab sama palju nagu vastav diiselauga. Biometaaniauto aastane sõidukimaks on väiksem kui diiselauga (sest pole nn diislikütusemaksu).

Biometaan maksab vähem kui diislikütus, sest gaasilistel kütustel ei ole kütuseaktsiisi. Biometaaniauto hooldus maksab sama palju kui diiselauga puhul. Biometaaniauto kasutamine on seega diiselaugast majanduslikult tasuvam isegi siis, kui mitte arvestada positiivset keskkonnamõju.

Kuigi Eestis biometaani transpordikütusena praegu veel ei kasutata, kehtib biometaanile põhimõtteliselt aktsiisivabastus. Aastast sõidukimaksu Eestis praegu ei rakendata.

### Millised on biometaanil töötava sõiduauto kasutuskulud võrreldes bensiiniauga?

Kahekütuseline gaasiauga maksab keskmiselt 3000 eurot rohkem kui ühekütuseline bensiiniauga (varieerub vahemikus 1000–6000 eurot). Biometaani kasutatava auto aastane sõidukimaks on peaaegu sama kui vastaval bensiiniauga (sest kummalgi pole nn diislikütuse maksu). Biometaan maksab märgatavalt vähem kui bensiin, mistõttu



saab auto kõrgema ostuhinna väiksemate kütusekulude kaudu tagasi. Biometaaniauga hooldus maksab sama palju kui bensiiniauga puhul. Biometaaniauga kasutamine on seega bensiiniaugast majanduslikult tasuvam isegi siis, kui mitte arvestada positiivset keskkonnamõju.

Kuna Eestis biogaasi transpordikütusena veel ei kasutata, ei ole ka vastavaid võrdlusandmeid. Esialgset tulemusel suru(maa)gaasi kasutamisel transpordikütusena näitavad, et nii busside kui sõiduaugade puhul on surugaasi kasutamine ökonoomsem, võrreldes bensiini ja diislikütusega (kuigi surugaasil ei ole aktsiisivabastust nagu on biometaanil).

### **Kui palju maksab auto ümberehitamine biometaanile?**

See sõltub margist ja mudelist, aga jääb sõiduautode puhul 3000 euro kanti. Kaubikute ja raskemate autode korral on hind kõrgem, tulenedes eelkõige suurematest gaasiballoonidest.

Kristjan Relvik 6.12.2011 seminari ettekandes<sup>42</sup> on kirjast gaasiseadmete hinnad mõnedele autodele: Opel Omega 1900 EUR+KM, Scania sadulveok 6500 EUR+KM.

### **Kas biometaanibusside kasutamine on kallim kui diiselbusside kasutamine?**

Ei ole. Selle kohta on mitmetest riikidest palju kogemusi. Minnes diiselbussidelt üle tavapärase neljataktilise mootoriga gaasibussidele hoolduskulud suurenevad süüteküünalde vahetamise vajaduse tõttu ja vähenevad tänu puhtale kütusele, mis võimaldab pikamaid kütusefiltrite ja mootoriõli vahetamise välpasid. Muud hooldustööd on mõlema bussitüübi puhul täpselt samad ja nende kulu on võrreldes pesemiskuludega üsna väike. Kuna biometaan on

oluliselt odavam kui diislikütus (ka biodiislikütus), on biometaanibusside kasutuskulud väiksemad kui diiselbussidel, mis tähendab, et kõrgem soetamishind teenitakse peatselt tagasi. Bussifirmale on oluline, et biometaanibusside kütusekulu saab juhtida pikaajaliste hankelepingute kaudu, mis vabastab ettevõtja nafta hinnakõikumistest tulenevatest riskidest. See on võimalik, sest biogaasi tootmishind ei sõltu nafta hinnast. Gaasibusside kasutuselevõtule ollakse Soomes vastu nüüdseks müütideks tunnustatud argumentide alusel. Müütidele tuginemine on tavaline ka USAs, mistõttu USA energiaministeerium koostas nende ümberlükkamiseks teatmiku (DOE 2000), mis on kättesaadav internetis.

### **Milliseid muid eeliseid annab biometaani kasutamine liikluses?**

Transpordisektorile vajalik energia varustuskindlus suureneb. Transport on eriti haavatav kriisiolukorras, sest Soome kütus on praegu 100% imporditud, kaasa arvatud bensiini ja diislikütusesse segatavad biokomponendid. Sama olukord kehtib ka Eestis. ■

---

42 Relvik 2011



## D. Kasvuhoonegaaside heitega seotud küsimused

### **Kas biometaan vähendab autode kasvuhoonegaaside heidet rohkem kui hübriidtehnoloogia ja teised autode energiatõhusust parandavad tehnoloogiad?**

Jah. Suurte biometaaniautode kasvuhoonegaaside heitkogus on väiksem isegi fossiilkütusega sõitva mopeedi omast. Biometaaaniautodega saab kasvuhoonegaaside heitkogust vähendada üle 95%, samas kui hübriidtehnoloogia abil saab seda teha kuni 20% võrra. Näiteks suure biometaanil töötava Volvo (V70) kasvuhoonegaaside heitkoguse saavutamiseks (u 12 g CO<sub>2</sub> km kohta) peaks bensiiniauto tarbima kütust alla 0,4 l/100 km, mis on praktikas kasutatavate autode puhul võimatu. Ja kui ka niisugune auto ehitataks, saab ka selle heitkogust biometaani abil veel üle 90% vähendada. Teatud juhtudel on mootorikütusena kasutatava biometaani heitkogus isegi negatiivne, mis tähendab, et biometaani kasutamine on kasvuhoonegaaside heite suhtes veel

parem kui liikumatus: see tuleneb muidu atmosfääri pääseva metaani (süsinikdioksiidist palju mõjusama kasvuhoonegaasi) põlemisest mootoris süsinikdioksiidiks. Fossiilkütustel pole seega biometaaniautode suhtes kasvuhoonegaaside heite vähendamisel mingit konkurentsivõimalust. Näiteks Soomes müüdiv hübriidauto Toyota Prius töötab 100% fossiilkütusel ehk see saab kasutada vaid bensiini. Selle kasvuhoonegaaside heitkogus kilomeetri kohta on suure biometaanil töötava Volgoga võrreldes kümnekordne, kuigi Prius kulutab kilomeetri kohta energiat vaid poole Volvo tarbitavast kogusest. Hübriidtehnoloogia ühendamine biometaanitehnoloogiaga annab parema lõpptulemuse, näiteks Toyota Prius'e biometaaniversiooni heitkogus on bensiinimootoriga võrreldes 95% väiksem. Selliseid autosid Soomes hetkel ei ole. Hübriidtehnoloogia pole seega biometaanitehnoloogia konkurent, vaid neid tuleks kasutada üheskoos.

### **Kas energiakasutusest tulenevat kasvuhoonegaaside heitkogust poleks lihtsam mõjutada elektri ja soojuse koostootmise kaudu, sest Soome autopargi vahetamine kestab kümme aastat?**

Ei, sest 10 aastat on võrreldes jõujaamade ja küttekatelde kasutusega (20–40 a) üsna lühike aeg. Seepärast saab just transpordis uue tehnoloogia kõige kiiremini kasutusele võtta.

Sama kehtib põhimõtteliselt ka Eesti kohta. Mõelda võiks ju ka veel nii, et fossiilsed autokütused ei ole uuenevad, need saavad ükskord ikka otsa, biogaas on aga taastuv mootorikütuse lähteaine. Ja pealegi, koostootmisjaamades saab edukalt kasutada teist uuenevat loodusvara, puitu, milleks siis panna biogaas konkureerima puiduga. Igale energiakandjale ikka sobivaim lahendus!

Näiteks Brasiilias toodi 100% bioetanooli ning bioetanooli ja bensiini kasutavad segakütuselised autod turule 2003. aastal ja 2,5 aastaga hõivasid nad juba 80% uute autode turust. Kõigil kodanikel on võimalus otseselt mõjutada autopargi edendamist, aga samasugust mõjutamisvõimalust paremate elektri ja soojuse koostootmistehnoloogiate kasutuselevõtuks ei ole. Maanteeliiklus toimub Soomes täielikult

fossiilkütuste baasil, aga elektri ja soojuse koostootmisel kasutatakse palju ka selliseid energiaallikaid, mille kasvuhoonegaaside heitkogus on vähene või olematu. Energiaühiku kohta mõõdetuna vähendab biometaanil kasutamise transpordis (ehk praegust transpordikütust asendades) kasvuhoonegaaside heitkogust viis korda, võrreldes biometaanil kasutamisega elektritootmisel.

### **Kas St1 poolt Soomes 2009. aastal müügile toodud jäätmepõhise etanooli E85 (REFUEL) kasvuhoonegaaside heitkogus on väiksem kui biometaanil?**

Ei, suurem. St1 jäätmepõhine etanool on suurepärane kütus ja selle abil saab fossiilkütustega võrreldes vähendada heitmeid kuni 80%, aga selle kasutamisel tekkiv heitkogus on biometaaniga võrreldes siiski viiekordne. Mõlemale kütusele on turul ruumi ja mõlema kasutamist tuleb edendada, sama puudutab ka teisi jäätmepõhiseid transpordikütuseid, näiteks kasutatud taimeõlist valmistatud biodiislikütust. Biometaanil on siiski ka kõigist jäätmepõhistest kütustest kõige väiksemad kasvuhoonegaaside heite näitajad ning lisaks saab biogaasitehnoloogia abil biojätmeid tervikuna ära kasutada, samas kui bioetanooli ja biodiislikütuse tootmiseks sobib vaid väike osa biojätmetest. ■



## E. Muude keskkonnamõjudega seotud küsimused

### Millist saastet biometaani kasutamisest transpordis tekib, võrreldes bensiini ja diislikütusega?

Biometaani täielikul põlemisel tekib süsinikdioksiid ja veeaur. Mittetäielikul põlemisel tekib mõnevõrra ka lenduvaid orgaanilisi ühendeid (VOC) ja vingugaasi (CO), aga biometaani kasutamisel ei teki kindlasti polüaromaatseid süsivesinikke (PAH), mida tekib bensiini ja diislikütuse kasutamisel rohkesti (nende hulka kuuluvad mürgised ja kantserogeensed ühendid). Põlemisel tekib kütuses ja õhus sisalduvast lämmastikust ka lämmastikoksiide. Kui bensiini või diislikütuse kasutamist minnakse üle biometaanile, väheneb enamiku saastekomponentide hulk üle 90% ja suitsemist ei esine. Bensiini ja diislikütuse kasutamine põhjustab sadade erinevate ühendite heitmeid, millest paljud on mürgised.

### Kas biometaani kasutamisega saab mõjutada linnade müraprobleemi?

Jah. Transpordivahendid on kindlasti kõige olulisemad müratekitajad linnades ja kõige kõrgema müratasemega on diiselmootoriga bussid (eriti päeval, kui liiklussagedus on tihe ja sõitjate arv suur) ja veoautod (nt eriti öösel ja varahommikul töötavad jäätmeveoautod). Kui asendada need biometaanil töötava ühekütuselise ottomootoriga

busside ja veoautodega, väheneb müra intensiivsus üle 50%.

### Kuidas saab biometaani kasutamisega kaitsta vesikonda?

Bensiini ja diislikütust müüvate tanklate lekkes on kõige tavalisem põhjavee saastumise põhjus Soomes. Eestis põhjavee saasteallikate pingerida puudub.

Biometaani gaasilise oleku tõttu ei saa tankimiskohas tekkida voolavat leket ja seega pole ka põhjavee saastumise ohtu. Vesikonna kaitset parandab ka see, et biojätmeid käideldakse lahtise kompostimise või prügilasse paigutamise asemel suletud protsessiga biogaasijaamades.

### Kuidas vähendada biometaani abil haisuprobleeme?

Biometaani põlemisel tekkiv heitgaas on lõhnatu, mistõttu liiklusest tulenev haisuprobleem kaob. Biometaani tankimine toimub õhutihedalt, seega pole ka siin haisuprobleeme. Võimalike lekete korral biogaasijaamas pole samuti haisuprobleeme, sest biogaasi ja prügilagaasi põhikomponendid metaan, süsinikdioksiid ja lämmastik on lõhnatud. Haisu võib tekkida vaid väevliühenditest, konkreetset väävelsüsinikust. Biogaasi tootmine on suletud protsess, mistõttu biojätmete haisuprobleem on prügilasse ladustamise ja kompostimisega võrreldes oluliselt väiksem. Haisu võib levida vaid vastuvõtuseadmetest, enne biojätmete sisestamist reaktorisse. Kuid see on välditav vastuvõtuseadmete ruumisestest lahendustega, kust ventilatsiooniseadmetega eemaldatakse õhk läbib enne atmosfääri juhtimist biofiltreid. ■





## F. Ohutusega seotud küsimused

### Kas biometaan kasutamine on ohutu?

Jah. Õnnetused on küll võimalikud, sest biometaan ei oleks ju kasutatav mootorikütusena, kui see ei põleks ega plahvataks. Biometaan on siiski bensiinist ja diislikütusest ohutum. Biometaan nagu ka teiste kütuste ohutu kasutamine eeldab, et järgitakse ohutusnõudeid.

### Helsingi kaubanduskeskuse Kamppi all asuvasse bussijaama ei lubata gaasibusse. Kas gaasibussid on ohtlikumad kui diislibussid?

Ei ole. Tehnilised põhjused sissepääsu takistamisele puudutavad tegelikult rohkem diislibusse kui gaasibusse. Takistamine on seega poliitiline otsus, mida saab igal ajal muuta. Ka välismaal on palju siseruumides asuvaid

bussijaamu, kõige lähemal nt Stockholmis, ja gaasibussidel kui diislibussidest ohutumatel sõidukitel on sinna vaba pääs. Näiteks põles Kampis 2009. aasta novembris diislibuss, gaasibuss poleks samal põhjusel põlema süttinud. Ka Tallinnas ei taheta lubada siseneda gaasibussidel Viru keskuse all asuvasse bussiterminaali kuigi see on väga hästi õhutatav.

### Millised on liiklusvahendite kokkupõrke korral biometaanist tulenevad ohud bensiini ja diislikütusega võrreldes?

Biometaanist tulenevad ohud on mitmel põhjusel väiksemad. Kokkupõrkel on kütusest tingitud plahvatus või põleng võimalik, kui kütusepaak puruneb ja sädemed süütavad lekkiva kütuse. Gaasiballonid on palju tugevamad kui bensiini- ja diislikütusepaak-





gid, mistõttu nende purunemine on tunduvalt ebatõenäolisem. Kui balloon peaks siiski purunema, siis metaan väga kerge gaasina lendub kohe, kuid bensiini- ja diislikütuseaurud jäävad õhust raskemana lekkekohta võimalikku sädet ootama. Bensiini- ja diislikütuseaurud võivad süttida juba väga madala kontsentratsiooni puhul (alla 1%), metaani süttimiseks peab kontsentratsioon õhus olema vähemalt 5%. Diislikütus on bensiinist ohutum märgatavalt väiksema aurutumise tõttu, tänu millele on ka süttimiseks vajaliku kontsentratsiooni tekkimine ebatõenäolisem.

### **Millised on tulekahju korral biometaanist tulenevad ohud bensiini ja diislikütusega võrreldes?**

Biogaasist tulenevad ohud on väiksemad. Metaani isesüttimistemperatuur on 650 °C, bensiinil ja diislikütusel on see 250 °C. Põlen-gu tekkimisel eritavad bensiin ja diislikütus rohkesti suitsu ja väga palju tervisele kahju-

likke mürgiseid ja kantserogeenseid ühendeid. Biogaasi põlemine suitsu ei tekita ja ka mürgised ühendeid tekib äärmiselt vähe.

### **Millised on lekke korral biometaanist tulenevad ohud bensiini ja diislikütusega võrreldes?**

Biometaanist tulenevad ohud on väiksemad. Mootorikütusena kasutatav biogaas koosneb 95-98% ulatuses metaanist ja vähesest süsinikdioksiidist, mis on mõlemad mittemürgised ja lõhnutud üendid. Gaasilisena need lenduvad ega saa kahjustada pinnast või veekogusid. Bensiin ja diislikütus sisaldavad väga palju inimesele ja ökosüsteemile mürgiseid ühendeid, mis lekete tagajärjel kanduvad nii pinnasesse kui ka vesikonda. Biometaan kujutab lekte korral lendudes ohtu kasvuhoonegaasina, kuna selle kasvuhooneefekti põhjustav mõju (GWP – global warming potential) on CO<sub>2</sub> omast 25 korda suurem (100 aasta ajahorisondil) ([http://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_warming\\_potential](http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_potential)). ■

# LISA 2. Ülevaade Rootsi omavalitsuste tegevusest mootorikütusena kasutatava biogaasi valdkonnas

## 1. Linköping

Rootsi suuruselt viies linn Linköping on olnud mootorikütusena kasutatava biogaasi süsteemi arendamisel Rootsis üks olulisemaid omavalitsusüksusi. Seepärast on see esitatud ühe näitena soomekeelses teatmikus toodud 15 omavalitsuse tutvustuse seas (eestikeelses teatmikus on esitatud kaks olulisemat näidet). Linköping teeb tihedat koostööd naaberomavalitsustega. Koos Norrköpingiga moodustub Rootsi suuruselt neljas linnapiirkond (rts storstadsregion) ja seal on ka oma ülikool. Linköping on oma tänapäevase toiduainetööstuse, kõrgtehnoloogilise uurimis- ja arendustöö ning biogaasiga näide sihipärasest investeerimisest keskkonda. 1980. aastate lõpus kannatasid Linköpingi elanikud diiselbusside põhjustatud probleemide käes: heitgaasid ja kõrge müratase vaevasid suurt osa kesklinna. Kasvavate keskkonnaprobleemidega samal ajal seisis omavalitsuse transpordiettevõtte LITA (Linköpings Trafik AB) uue katsumuse ees. Bussiliikluse kohta esitati uued normatiivid ja ettevõtte pidi tugevdama oma konkurentsivõimet. Noil aegadel planeeriti Göteborgi ja Stockholmi vahele maagaasitrassi ja sellega seoses tekkis gaasibusside idee. LITA tellis konsultatsioonifirmalt Ecotraffic gaasibusside kasutamise esialgse analüüsi. Asja arutati ka Linköpingi omavalitsu-



se tehniliste ekspertorganisatsioonidega Tekniska Verken ja Transportforskningsberedningen (TFB, praegu VINNOVA, vastab Soome TEKESile). Kavandamisel olnud gaasitrassi projekt lõpetati siiski samal ajal esialgse analüüsi valmimisega.

LITA omas nüüd head kava keskkonna parandamiseks, aga bussidele polnud gaasi. Linköpingi reoveepuhastusjaamas kasutati kääritusreaktorist saadavat biogaasi jaama energiaallikana. Kuna seda peeti siiski üsna kalliks soojusallikaks, hakkas Tekniska Verken 1980. aastate lõpus otsima toorbiogaasile muud rakendust. Gaasi prooviti kasutada selleks kohandatud autos Saab 900, aga toorgaasi metaanisaldus oli liiga väike ja süsinikdioksiidisaldus liiga suur. TFB rahastamisel tehti uus uuring gaasi töötlemise kohta transpordikütuseks ja see näitas biometaani suurepäraseid kasutusvõimalusi. Projekti



edenemist mõjutas ka see, et ettevõtte Scan tapamajajäätmetele otsiti paremaid käitlusvõimalusi.

1990. aastal alustasid Linköpingi omavalitsus, Tekniska Verken, LITA, Östgötatrafiken ja mõned riigiasutused juhtprojekti „LITA på biogas” (kahene tähendus: „LITA biogaasiga” või „Usalda biogaasi”), mille eesmärk oli töödelda biogaasi sõidukites kasutamiseks ja ehitada viis kasutusel olnud bussi ümber biometaanile. Esimesed bussid hakkasid sõitma 1992. aastal. Paljudele tehnilistele probleemidele vaatamata projekti usuti ja biometaani tootmisse lisandus uusi koostööpartnereid. 1995. aastal otsustasid Linköpingi võimukandjad üksmeelselt, et keskkonnaküsimustesse tuleb panustada. Biometaani tootmise arendamisele oli see väga oluline otsus. Otsustati ka, et diisibussid asendatakse biometaanibussidega ja ühissõidukite kasutamine tehakse elanikele lihtsaks. Omavalitsus maksis Östgötatrafikeni biometaanile üleminekust tulenenud lisakulud. Samal ajal kasvas ühiskonna keskkonnateadlikkus ja see peegeldus ka biometaaniprojektis. Varem olid kõige tähtsamad lähikeskkond ja majanduslikud asjaolud, nüüd pöörati tähelepanu keskkonnaküsimustele laiemalt. Ka Linköpingist väljaspool tõusis biometaan kui huvipakkuv alternatiiv esile ning samalaadseid projekte kavandati Norrköpingis, Stockholmis, Uppsalas ja Trollhättanis.

1997. aastal valmis Linköpingis Rootsi esimene tahketel biojätmetel töötav biogaasiettevõtte. Selle peamise tooraine moodustasid Scani tapamajajäätmed ja ümbruskonna farmide sõnnik. Juba 27 bussi sõitsid

biometaaniga. Järgmistel aastatel tegid Tekniska Verken, reoveepuhasti käitaja ja Linköpingi ülikool intensiivset koostööd biometaanitootmise tehnilise arendamise vallas. 1990. aastate lõpuks oli biometaanist saanud Linköpingi linnaliinibusside põhikütus. Ettevõtete ja eraisikute huvi mootorikütusena kasutatava biometaani vastu kasvas nii kiiresti, et tootmine ei suutnud sellega sammu pidada. Linköping otsustas toetada Linköping Biogas ABd, et tootmist laiendada. 1999. aastal käivitas Tekniska Verken projekti „Mergas”, millega tagati busside biometaaniga varustus. Samas tekkis ka eraisikutel võimalus tankida avalikes biometaanitanklates.

Aastatel 2001–2005 koostasid Linköpingi linn ja Tekniska Verken biometaani kasutamise edendamiseks abinõude kogumi. Abinõude hulka kuulusid teabeedastus, parkimissoodustus, Resecentrumi ümbruse taksode ala, biometaani kasutamine ühissõidukites ja omavalitsuse sõidukite järkjärguline üleviimine biometaanile. Need töid kaasa läbimurde ja teadlikkus biometaanist kui mootorikütusest kasvas. Biogaasi kasutamine eraautodes sai võimalikuks 2001. aastal, kui avati esimene avalik tankla ja investeeriti selle turundusse. Uus gaasitöötusjaam avati 2002. aastal, kui biometaanil sõitis juba 64 linnaliini autobussi.

2003. aastal muudeti Linköping Biogas AB ümber Svensk Biogas ABks ja Tekniska Verkenist sai selle ainuomanik, s.t uuest ettevõttest sai saajaprotsendilisel munit-sipaalasutuse tüdarettevõtte. Samal aastal alustati Naturvårdsverketi rahastatavat projekti „Matgas”, mille käigus loodi süs-

teem biojätmete kogumiseks suurkõikidest. Projekt oli edukas juba esimesel aastal, kui biojätmeid õnnestus koguda arvatust oluliselt rohkem.

2004. aastal ehitati uus Kallerstadi bus-sidepoo, kus igal bussil on aeglase tankimise süsteemis oma koht. Bussijuht ühendab bussi päeva lõpus tankimissüsteemiga, mis täidab öö jooksul paagi. Pärast biometaanibusside depoo investeeringut tehti ka lõplik otsus kasutada ainult biometaanibusse. 2005. aastal laiendas Svensk Biogas oma tegevust, asutades biogaasiettevõtte Norrköpingis (valmis 2007. a). Linköpingi ja Norrköpingi ettevõtted täiendavad üksteist, spetsialiseerudes erinevale toorainele. Norrköpingi ettevõtte kasutab ainult taimset toorainet. Linköpingis võetakse vastu tapamaja ja toiduainetööstuse jäätmeid ning vedelaid ja poolvedelaid biojätmeid. Kõik jäätmed võetakse vastu pumbataval kujul. Tekniska Verkeni ettevõtte Prefab eeltöötleb pakitud jäätmeid ja tapamaja loomsed jäätmed liiguvad biogaasiettevõttesse Tekniska Verkenile kuuluva kahe kilomeetri pikkuse toru kaudu.

Maailma esimene biometaanirong Amanda, mis kuulub Tekniska Verkenile ja ehitati ümber diislrongist, võeti kasutusse 2006. aastal. See sõidab Linköpingi ja

Västerviki vahel iga päev. Rongil on oluline imago kujundav väärtus: Amandat on käinud imetlemas poliitikud ja teised külalised kogu maailmast. 2006. aastal oli Linköpingi piirkonnas Rootsi tihedaim biometaanivõrgustik 14 tanklaga. Samal aastal leidsid omavalitsusjuhid, et omavalitsuse ettevõtte võib tegeleda ka rahvusvahelise äritegevusega, ja nii loodigi selleks eraaktsiaselts Swedish Biogas International AB. Ettevõtte omanikeks on muu hulgas kaks kinnisvarafirmat, mis näitab, et keskkonnaküsimused ja nende lahendamine huvitavad ka erainvestoreid. Äriplane läbimurre oli seega saavutatud ja äritegevus rahvusvahelistel turudel hakkas kasvama. Teine Linköpingist alguse saanud rahvusvaheliselt tegutsev ettevõtte on 2005. aastal asutatud Scandinavian Biogas Fuels AB, mis tegutseb Uppsalas ja Linköpingis, ning selle tütar-ettevõtte, koos Hollandi firmaga Gastreatment Services B.V. asutatud Scandinavian GtS Stockholmis.

ELi nõue biokütuse 5,75%-lise osakaalu kohta aastaks 2010 täideti Linköpingis neli aastat varem, sest juba 2006. aastal ületas biometaan osakaal transpordikütustes 6%. 2009. aastal oli biometaan osakaal Linköpingis kasutatavates kütustes 7%. Tähelepanuväärne on see, et Linköping



alustas mootorikütusena kasutatava biogaasi tootmise edendamist juba enne, kui Rootsi riik hakkas selleks toetusi jagama. Linköping valmistub biometaani nõudluse kasvaks, otsides tootmiseks uusi tooraineid. Biojätmeid on tavapäraselt põletatud muude jäätmete hulgas prügipõletusjaamades, aga nüüd peetakse läbirääkimisi biojätmete eraldi kogumise kohta. Tekniska Verken alustas 2009. aastal koostöös

ühe Inglismaa ettevõttega raskesõidukite ümberehitamist segakütuselisteks sõidukiteks. Linköpingis oli 2009. aasta juunis viis biometaani kiirtankimiskohta ning bussidepoo aeglase tankimise süsteem. Avalikud tanklad kuuluvad Svensk Biogasile ja koos teistes omavalitsusüksustes paiknevate tanklatega on tal neid kokku 15. Svensk Biogas on müünud biometaani konteinerites ka Stockholmi.



## 2. Stockholm

Rootsi pealinnas Stockholmis elab üle 810 000 inimese, Suur-Stockholmi piirkonnas 1,8 miljonit. Stockholm alustas keskkonnasäästlike sõidukite arendamist 1990. aastate keskel. Projekti „Miljöbilar i Stockholm” tegevus on sellest ajast peale jätkunud linna keskkonnanõuandjana ühe osana ning see on hõlmanud mitu rahvusvahelist ELi rahastatud projekti. Üldeesmärk on suurendada ökoautode osakaalu Stockholmis. Arendustöö Stockholmis on nagu Rootsis tervikuna suunatud paljudele biokütuse variantidele ja tootmistehnoloogiatele. Ökoautode osakonnas töötab kuus inimest.

Mootorikütusena kasutatava biometaaniga seotud tegevuse arendamises on

olnud neli faasi. Esimeses faasis aastatel 1995–1996 alustati pilootprojekti 20 autoga. Perioodil 1996–2001 alustati mootorikütusena kasutatava biometaani tootmist ja viidi läbi projekt „ZEUS”. Biometaaniautode arv tõusis kahesajani. Aastatel 2002–2006 võeti kasutusele teine biometaanitootmisüksus. Biometaanibusse ja erasõidukeid lisandus ning osaleti projektis „Trendsetter”. Aastatel 2006–2010 oli turu laienemise, piirkondliku koostöö ning projekti „Biogasmax” aeg. 2009. aasta esimesel poolel lisandus Stockholmi 1000 uut biometaaniautot.

Tegevuse olulised verstapostid on olnud järgmised: 2003. aastal tehtud strateegili-

ne poliitiline otsus selle kohta, et biogaasi esmane kasutuskoht on transport; 2003. aastal sõlmitud leping ettevõttega Tukholman Liikenne (SL) biometaani kasutamise kohta ühistranspordi bussides; 2004. aastal AGA Gas ABga sõlmitud leping biometaani müügi kohta ning 2006. aastal toimunud läbimurre biometaani kasutamisel taksofirmade ja muude ettevõtete autodes.

Mootorikütusena kasutatava biometaani lähteaine Stockholmis pärineb praegu reoveepuhastitest. Stockholmi Vesi toodab biometaani kahes reoveepuhastusjaamas (Bromma ja Henriksdal) kokku 8 miljonit Nm<sup>3</sup> aastas. Kogused kasvavad ja tootmisüksusi planeeritakse lisaks reoveepuhastusjaamade juurde ka eraldi kogutud biojätmete kääritamiseks.

Swedish Biogas Internationalil (SBI) on kavas rajada Stockholmi biometaaniettevõtte, millest peaks saama Rootsi siiani suurim tootmisüksus tootismahuga 10,5 Nm<sup>3</sup> aastas. SBI on sõlminud Fortumiga 15-aastase lepingu gaasi müügi kohta. Fortum omakorda on uurinud Stockholmi vana gaasivõrgu remontimisvõimalusi mootorikütusena kasutatava biometaani müügiks. Stockholmi Vesi asutas biometaaniga seotud tegevuse arendamiseks munitsipaalet-

tevõtte Fordonsgasbolaget, aga müüs selle hiljem Scandinavian Biogas Fuels International AB-le.

Suurim erakapitalil põhinev biometaani kasutaja on Stockholmi transpordiettevõtte, mis kasutab biometaani sajas bussis ja kavatseb lähiaastatel tõsta selliste busside arvu viiesajale. Gaas tuleb biometaanibuside tankimisdepoosse mööda toru lähedal asuvast Henriksdali reoveepuhastusjaamast. Seal toodeti mootorikütusena kasutatavat biogaasi tegelikult ka juba 1940. aastatel. Stockholmi piirkonnas on 11 avalikku biometaanitanklat, mida haldab mõni tanklakett (Shell, Statoil, OKQ8 ja Uno-X) või autofirma (Bilia/Tanka) üksi või koostöös gaasifirmaga AGA.

2009. aastal tanklavõrku laiendati, avades viis uut avalikku tanklat ning jäätmeveoautode tankimiskoha Högdaleni jäätmepeletusjaamas. Avalike tanklate gaas pärineb Bromma reoveepuhastusjaamast, kus biometaani tootmist alustati juba aastal 1996. AGA hoolitseb surubiometaani (CBM) transportimise eest tanklatesse. Vaid Bromma külmjaama juhitakse gaas toru mööda. Sajad Stockholmi biometaanitaksod on suurimad avalike tanklate biometaani kasutajad. Stockholmi probleem





on vahepeal olnud biometaanil nappus nõudluse kasvamisel, liiga väike tanklate arv ning tehnilised rikked tanklates.

Stockholmil on aastani 2020 ulatuv biometaanil tootmise suurendamise kava ning eesmärk minna 2015. aastaks täielikult üle biokütustele. Biometaanil tootmise suurendamiseks alustatakse kahes reoveepuhastusjaamas torubiogaasil töötlemist, et seda saaks kasutada mootorikütusena. Põllumajanduse orgaanilistest jäätmetest loodetakse koguda 50% kääritamiseks. Põl-

lumaast tahetakse 15% kasutada energiataimedel kasvatamiseks ning ära kasutatakse ka põllumajanduses tekkiv sõnnik.

Soomekeelses teatmikus on tutvustatud veel 13 Rootsi omavalitsusüksuse tegevust biogaasil valdkonnas. Uusi andmeid Rootsi, Soome ja Kesk-Euroopa olukorra kohta saab Ari Lampineni soomekeelsest reisiülevaatest „Matkaraportti 1/2011: Keski-Euroopa, Ruotsi ja Suomi 2.–20.6.2011”, 27.07.2011, 80 lk. ■



# Lisateave

## Linke

### Soomes:

- Soome mootorikütusena kasutatava biogaasi teavituseht ja Põhja-Karjala biogaasiprojekt: [www.liikennebiokaasu.fi](http://www.liikennebiokaasu.fi)
- Lõuna-Pohjanmaa ja Pohjanmaa biogaasiprojekt: [www.biomode.fi](http://www.biomode.fi)
- Soome Biogaasi Ühing MTÜ: [www.biokaasuyhdistys.net](http://www.biokaasuyhdistys.net)

### Ruotsissa:

- Biogaasiautode leht: [gasbilen.se](http://gasbilen.se)
- Ökoautode leht: [www.miljöfordon.se](http://www.miljöfordon.se)
- Ökoautode organisatsioon Gröna Bilister: [www.gronabilister.se](http://www.gronabilister.se)
- Rootsi Biogaasi Liit: [www.sbgf.info](http://www.sbgf.info), üldteave: [www.biogasportalen.se](http://www.biogasportalen.se)
- Rootsi Gaasiliit: [www.gasforeningen.se](http://www.gasforeningen.se)
- Rootsi Gaasitehnika Keskus: [www.sgc.se](http://www.sgc.se)
- Lõuna-Rootsi piirkondlik biogaasikeskus Biogas Syd: [www.biogassyd.se](http://www.biogassyd.se)
- Lääne-Rootsi piirkondlik biogaasikeskus Biogas Väst: [www.biogastvast.se](http://www.biogastvast.se)
- Ida-Rootsi piirkondlik biogaasikeskus Biogas Öst: [www.biogastost.se](http://www.biogastost.se)
- Kesk-Rootsi piirkondlik biogaasikeskus Biogas Mitt: [www.biogastmitt.se](http://www.biogastmitt.se)

### Eestis

- Biogaasi tootmine ja kasutamine. Lühendatud tõlge saksakeelsest algallikast „Handreichung. Biogasgewinnung und –nutzung“, 3.täiendatud trükk, Gülzow, 2006) Eesti Põllumeeste Keskliit
- INTERREG IV programmi projekti BioGasBus koduleht: <http://www.balticbiogasbus.eu/web/>
- EL IEE programmi projekt GasHighway koduleht: <http://www.gashighway.net/>
- <http://www.lote.ut.ee/874010>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Global-warming\\_potential](http://en.wikipedia.org/wiki/Global-warming_potential)

## Kirjandus- References

ABM-sõidukeid on siiski juba esitletud, näiteks aktiivsõe abil gaasi hoiustav Yamaha golfi-auto. <http://www.japanfs.org/en/pages/028888.html>.

Biogasmax (2008). How to Implement a Biomethane Project – Decision Maker’s Guide. EU Biogasmax –project. 63 p. [www.biogasmax.eu](http://www.biogasmax.eu)

DOE (2000). Natural Gas Busses – Separating Myth from Fact. Alternative fuel information series, US Department of Energy, 4p.  
[http://www.kaapeli.fi/~tep/projektit/liikenteen\\_biopolttoaineet/CNGbuses\\_MythsFact.pdf](http://www.kaapeli.fi/~tep/projektit/liikenteen_biopolttoaineet/CNGbuses_MythsFact.pdf)

EC (2000). The Decision Maker’s Guide to Natural Gas Vehicles. Task Force Natural Gas Vehicles. European Communities, 34 p.

Gasföreningen (2006). En tjugoprocentig övergång till biogas som fordonsbränsle ger 60000 arbetstillfällen i Sverige. Biogasrapport Juni 2006, Svenska Gasföreningen, Stockholm, 12 s. [www.gasforeningen.se](http://www.gasforeningen.se)

GB (2005). Utmaning 2010 – Hur kommuner kan minska bilismens miljöpåverkan. Gröna bilister, 96 s.

Goldman M. (2009). Sälja och köpa gasbil – en vägledning. Gröna bilister, Stockholm, 80 s.

Eesti biokütuste turu ülevaade, 2011. Eesti Konjunktuuri Instituut

IEA (2000). Biogas upgrading and utilization. IEA Bioenergy Task 24, 20 p.

Kuittinen V. & Huttunen M.J. (2009). Suomen biokaasurekisteri n:o 12 - Tiedot vuodelta 2008. Ekologian tutkimusinstituutin raportteja N:o 5, Joensuu Yliopisto, 77 s. (Soome biogaasiettevõtted on koondatud vastavasse registrisse, mille viimane versioon sisaldab 2008. aasta andmeid. Biogaasiregistrid on koostatud Joensuu ülikoolis koostöös Soome Biogaasi Ühingu ja Soome Keskkonnakeskusega.)

Kättström H. (2009). Kryotekniikka avaa mahdollisuuden suurimittaiselle liikennebiokaasutuotannolle. Biokaasu 1(1): 8-10.  
[http://www.biokaasuyhdistys.net/images/stories/pdf/Biokaasulehti\\_lokakuu2009.pdf](http://www.biokaasuyhdistys.net/images/stories/pdf/Biokaasulehti_lokakuu2009.pdf)

Lampinen A. (2003). Jätteidien liikennekäyttöpotentiaali Suomessa. Kuntatekniikka 58(1): 31-34.

Lampinen A. (2004a). Biokaasutuotannon ja hyödyntämisen perusteet. Dimensio 68(3):4-8.

Lampinen A. (2004b). Autoilua ilman huonoa omaatuntoa – Millainen on biokaasuauto. *Dimensio* 68(3): 8-9.

Lampinen A. (2005). Biokaasuajoneuvot liikennemelun vähentäjinä. *Ympäristö ja Terveys* 36(2-3):58-61.

Lampinen A. (2008a). Liikennebiokaasulainsäädäntö. *Palvelututkimus No 8/2008*. Levön-instituutti, Vaasan yliopisto, 211 s.

Lampinen A. (2008b). Fossiilisten liikennepolttoaineiden tukimekanismien kehitys Suomen verolainsäädännössä. *Oikeus* 37(4): 453-473. <http://www.edilex.fi/lakikirjasto/oikeus>

Lampinen A. (2009). Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisu B:17, Joensuu, 437 s. <http://www.liikennebiokaasu.fi/julkaisut.htm>

Lampinen A. (2011a). Biokaasun ja maakaasun tankkausasemaverkosto Suomessa ja Euroopassa huhtikuussa 2011. Raportti 16.5. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshanke, Joensuu, 23 s.

Lampinen A. (2011b). Kilpailutusohje kunnille ja muille julkisen sektorin organisaatioille biokaasuajoneuvojen ja biokaasukäyttöisten kuljetuspalveluiden hankintaan. Pohjois-Karjalan liikennebiokaasuverkoston kehityshankkeen julkaisu 1/2011, Joensuu, 35 s.

Lampinen A., Pöyhönen, P. & Hänninen K. (2004). Traffic fuel potential of waste based biogas in industrial countries – the case of Finland. In: Sayigh (ed.) *Proceedings of World Renewable Energy Congress VIII*, Denver 28.8.-3.9., Elsevier, 5 p.

Linköping (2008). *Biogas i Linköping – Från idé till verklighet*. Linköpings kommun, 56 s.  
Myllymaa T., Moliis K., Tohka A., Rantanen P., Ollikainen M. & Dahlbo H. (2008a). Jätteiden kierrätyksen ja polton käsittelyketjujen ympäristökuormitus ja kustannukset. Inventaarioraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 28/2008, 82 s. Suomen ympäristökeskus SYKE. ISBN:9789521132513, ISBN:978-952-11-3251-3 (PDF). <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=298205&lan=fi&clan=fi>

Myllymaa T., Moliis K., Tohka A., Isoaho S., Zevenhoven M., Ollikainen M. & Dahlbo H. (2008). *Jätteiden kierrätyksen ja polton ympäristövaikutukset ja kustannukset – jätehuollon vaihtoehtojen tarkastelu alueellisesta näkökulmasta*. Suomen ympäristö 39 / 2008, *Ympäristönsuojelu*, 192 s., Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-3235-3. ISBN:978-952-11-3235-3 (PDF). <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=298884&lan=fi&clan=fi>

PBI (2008). *Biokaasun hyödyntämisen käsikirja – jätteestä energiaksi ja polttoaineeksi*. Research Institute for Project Based Industry & Åbo Academin teollisuustalouden laboratorio. Turku, 39 s. [http://www.abo.fi/public/media/9578/biokaasunkasikirja\\_web.pdf](http://www.abo.fi/public/media/9578/biokaasunkasikirja_web.pdf)

Persson M., Jönsson O. & Wellinger A. (2006). Biogas Upgrading to Vehicle Fuel Standards and Grid Injection. IEA Bioenergy Task 37, 34 p.

Peura P., Pakkanen M., Järvinen T. & Kitinoja A. (2009). Biomode –liiketoimintasuunnitelma – Biokaasun liikennekäyttö Vaasan seudulla. Palvelututkimus No 6/2009. Levón-instituutti, Vaasan yliopisto, 37 s.

Kristjan Relvik K. (2011). Diisel ja ottomootorite ümber- ehituse võimalustest maagaasile. [http://www.lote.ut.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1096042/Kristjan+Relvik\\_EST.pdf](http://www.lote.ut.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1096042/Kristjan+Relvik_EST.pdf)

TUKES (2008). Suunnitteluohje maa- ja biokaasun tankkausasemille. Turvatekniikan keskus ja maakaasuyhdistys, 23 s.

Uusi-Penttilä P. (2004). Biokaasun liikennekäyttö Jyväseudulla – Esiselvitys. Jyväskylä Science Park, 59 s. [http://www.kaapeli.fi/~tep/projektit/liikenteen\\_biopolttoaineet/JKL\\_esiselvitys2004.pdf](http://www.kaapeli.fi/~tep/projektit/liikenteen_biopolttoaineet/JKL_esiselvitys2004.pdf)

VINNOVA (2008). Insatser immom transportområdet med störst effekt för reduktion av koldioxid. VINNOVA 14.8.2008. Stockholm, 25 s.



Suomen  
Soome



Biokaasuyhdistys  
Biogaasi Ühing



CENTRAL BALTIC  
INTERREG IV A  
PROGRAMME  
2007-2013



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND  
**INVESTING IN YOUR FUTURE**



KESKKONNAINVESTEERINGUTE  
KESKUS