



Jäätmetest kütuseni. Biogaas sõidukitele

From Waste to Vehicle Fuel

Ülo Kask

TTÜ soojustehnika instituut

Keskkonnanfestival "Rohevik". 14-16.09.2011. Tallinn, Tartu

Teemad

- n INTERREG IVA projekt W-Fuel
- n Biogaasi lähteained, lähteainete varu
- n Biogaasi saamine
- n Biogaasi puhastamine mootorikütuseks – tehnoloogilised meetodid

EL INTERREG IVA programmi projekt “Biojätmed mootorikütuseks”. *From Waste to Traffic Fuel*



- n „Biojätmed mootorikütuseks“ on 31 kuuline projekt, mis valmistati ette ja käivitati biogaasi keskkonnasõbraliku mootorikütusena kasutamise propageerimiseks.
- n Projekt algas 09.2009 ja lõpeb 03.2012. selle kogumaksumus on 1,11 M€, millest 0,2 M€ jääb kasutada **kahele Eesti partnerile – TTÜ STI ja SEI-T.**



CENTRAL BALTIC
INTERREG IVA
PROGRAMME
2007-2013



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



1918
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Välispartnerid

- n **MTT Agrifood Research** – projekti peapartner, Soome üks tuntumaid teadusasutusi põllumajanduse ja toiduainetööstuse valdkonnas.
- n **Helsinki Piirkondlik Keskkonnaamet** – organisatsioon, mis korraldab vee- ja jäätmekäitlust Helsingi regioonis ning on edukalt käivitanud mitu uutset jäätmevältimise programmi.

Projekti toetajad

- n Projekti elluviimist toetavad:
 - n Rahaliselt – KIK
 - n Mitterahaliselt
 - p Eestis Keskkonnaministeerium,
 - p Lääne-Viru Maavalitsus,
 - p Tallinna Keskkonnaamet,
 - p Mõnus Minek OÜ ning
 - p Baltic Biogas OÜ.

Projekti veebileht (<http://www.wfuel.info>). Uudiskirjad

Projekti väljundid

- n Projekti alustati pilootalade biogaasi potentsiaali kaardistamisega, seejärel koostati jäätmete vältimise kavad kahele maakonnale, kahele potentsiaalsele biogaasijaamale valmib teostatavusuuring ning lõpliku väljundina hinnatakse, milliseid tehnoloogilisi lahendusi ja seadmestikku kasutades oleks tasuv saadav biogaas liiklusvahendite mootorikütuseks puhastada .
- n Projekti praktilisuse suurendamiseks keskendutakse suhteliselt kitsale piirkonnale Eestis - Harju ja Lääne-Viru maakonnale ning neljale regioonile Lõuna-Soomes.

Biogaasi lähteained

- n Eesti tingimustes saab biogaasi tootmisel arvestada kuue põhilise toormeallikaga:
 - p läga ja sõnnik (loomafarmid),
 - p biojätmed (olme, tööstus, kaubandus, põllundus jt),
 - p reoveesetted (asulad, tööstus),
 - p prügilad (suuremate asulate läheduses),
 - p energiakultuurid (kasutamata põllumaad),
 - p muu rohtne biomass (poollooduslikud rohumaad, aiad, pargid jm).

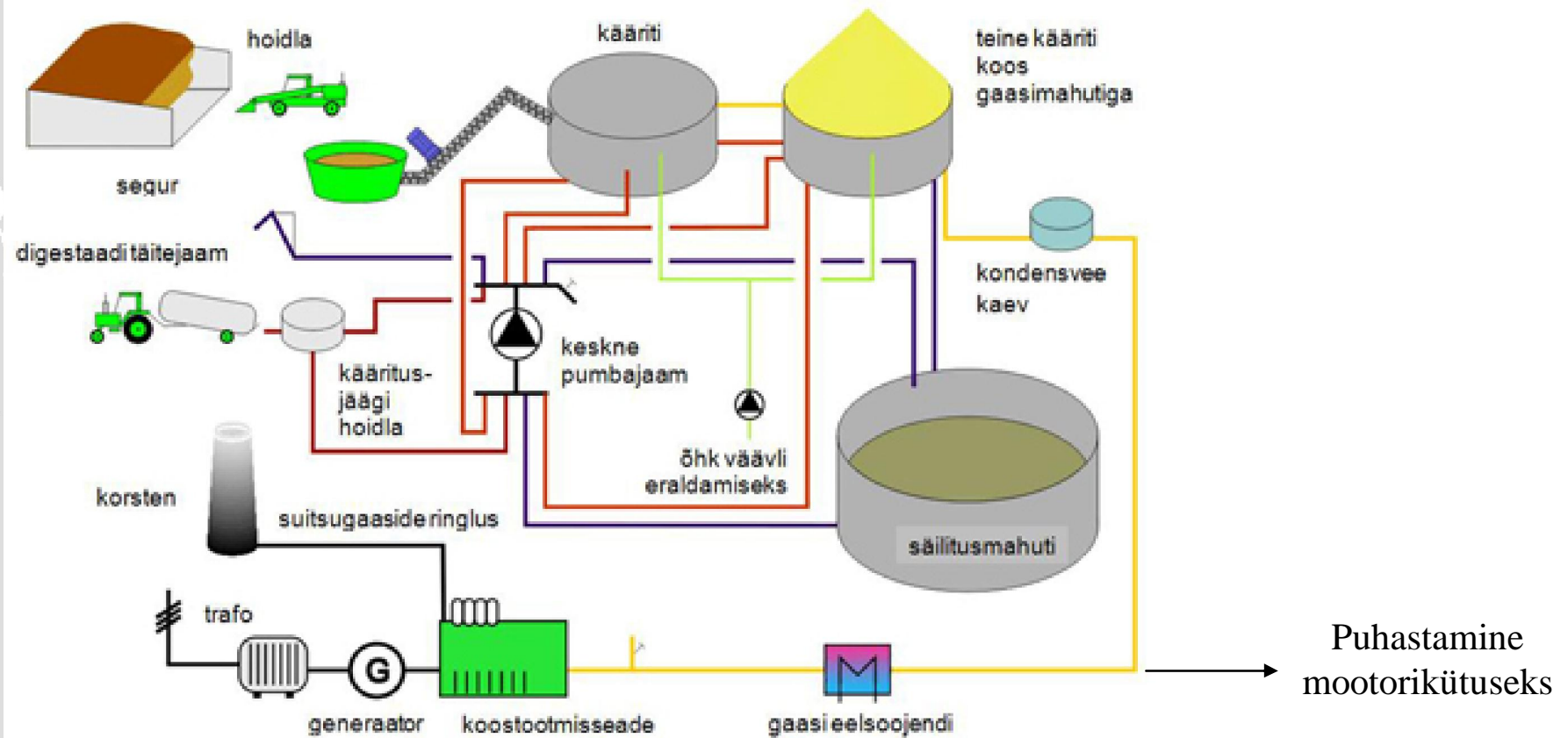
Lähteainete varu

- n Lähtudes eelnimetatud toormeallikatest, võiks Eestis aastas toodetav **biogaasi** kogus olla **391,5 miljonit Nm³** (koos biogaasiga rohtsest biomassist, mida kasvatada umbes 5%-lt haritavast maast).
- n Aastane **biometaani** (98% CH₄) toodang võimalikust biogaasi kogusest võib hinnanguliselt ulatuda **235 miljoni Nm³-ni**, mis moodustaks ühe kolmandiku Eesti aastasest maagaasi tarbimisest.
- n Suurimad potentsiaalsed ressursid biogaasi tootmiseks Eestis on rohtne biomass ning läga ja sõnnik loomafarmidest.
- n *Source: Oja, A., Trink, T. Estonian experiences of SME-s introducing biogas technologies. Nordic Bio-energy Conference, Jyväskylä, Finland, 5-9 September 2011.*

Biogaasi saamine

- n Biogaasi saadakse anaeroobse kääritamise tulemusel vastavates biogaasijaamades (Eestis: Paljassaare reoveepuhastusjaam, Pääsküla ja Jõelähtme prügil, Jööri farmibiogaasijaam).
- n Biogaasi tootmisüksuse käitamine hõlmab järgmisi tehnoloogilisi etappe:
 - **jäätmete või biomassi eeltöötlus** (kuivkääritamise puhul), mis tavaliselt sisaldab peenestamist, jahvatamist, sõelumist ja segamist või eelsegamine (märgkääritamine);
 - **biomassi kääritamine**, mis sisaldab reaktori toitmist ja selles oleva materjali segamist;
 - **gaasimajandus**, mis hõlmab gaasi kogumist, töötlust, säilitamist;
 - **biogaasi kasutamine** – soojuse ja elektri koostootmine või puhastamine mootorikütuseks ja energia/kütuse turustamine;
 - **kääritusjäägi** (digestaadi) käitlus.

Biomassi anaeroobse töötlemise skeem



Teisi jäätmete energiaks vääristamise tehnoloogilisi lahendusi

- n Jäätmete masspõletus (*insineration*);
- n Tahke jäätmekütuse (*RDF*) valmistamine;
- n Jäätmete termiline gaasistamine (pürolüüs) – saadavat gaasi (peamiselt CO) saaks peale puhastamist kasutada mootorikütusena;
- n Jäätmete veeldamine (II põlvkonna vedelad biokütused) – saadav (bio)diislikütus on kasutatav mootorikütusena

Biogaasi, prügilagaasi ja loodusliku gaasi koostis

		Biogas	Landfill gas	Natural gas (Danish)*	Natural gas (Dutch)
Compounds	Methane (vol-%)	60–70	35–65	89	81
	Other hydro carbons (vol-%)	0	0	9.4	3,5
	Hydrogen (vol-%)	0	0-3	0	–
	Carbon dioxide (vol-%)	30–40	15–50	0.67	1
	Nitrogen (vol-%)	~0.2	5–40	0.28	14
	Oxygen (vol-%)	0	0-5	0	0
	Hydrogen sulphide (ppm)	0–4000	0–100	2.9	–
	Ammonia (ppm)	~100	~5	0	–
	Lower heating value (kWh/Nm ³)	6.5	4.4	11.0	8.8

Source: Anneli Petersson, Arthur Wellinger. Biogas upgrading technologies – developments and innovations. IEA Bio-energy, Task 37.

Millest biogaasi puhastada?

- n Vesi (prügilagaas),
- n Süsihappegaas (CO_2),
- n Väävelvesinik (H_2S),
- n Lämmastik ja hapnik (prügilagaas),
- n Ammoniaak,
- n Siloksaanid (prügilagaas, reovee gaas),
- n Tahked osakesed (prügilagaas).

Eesmärk – metaanisisaldus vähemalt 95%
(mõnes riigis ka 80-85% GH_4).

Biogaasi täismahus puhastamise tehnoloogia

- n Biogaasi puhastamine on defineeritud kui CO₂ eraldamine biogaasist või prügilagaasist.
- n Puhastamise järel tõuseb gaasi energiatihedus, sest metaani kontsentratsioon kasvab (kuni 95%).
- n On olemas mitmeid puhastusmeetodeid, milledest osa on nn kaubanduslikud ja osa arendusfaasis (pilootjaamad).

Puhastusmeetodid

- n Vahelduv rõhu all adsorbeerimine (*Pressure Swing Adsorption - PSA*);

CO₂ eraldatakse biogaasist rõhu all adsorbeerimise (materjal aktiivsüsi või tseoliit) teel, suunates seda läbi erinevate mahutite. Regenerereerimise protsessis muutub rõhk mitmeid kordi. Ka H₂S eraldub.

Puhastusmeetodid II

- n Absorptsioon – pesemine veega skraberis.
- n Põhineb asjaolul, et süsihappegaasil on parem vees lahustuvuse võime kui metaanil, eriti madalamatel temperatuuridel.
- n Kui CO₂ skraberis kolonnis olevas vees lahustub kasvab samal ajal gaasis oleva metaani kontsentratsioon.
- n Kõige enam kasutatav ja tehnoloogiliselt väljaarendatud meetod.

Puhastusmeetodid II

n Skraberis pesemine orgaaniliste vedelikega

Sarnane eelmise meetodiga, kuid vee asemel kasutatakse orgaanilisi vedelikke nagu polüetüleenglükooli (selles lahustub CO₂ paremini kui vees. H₂S, hapnik, lämmastik ja vesi eralduvad samuti), Selexol, Genosorb jt.

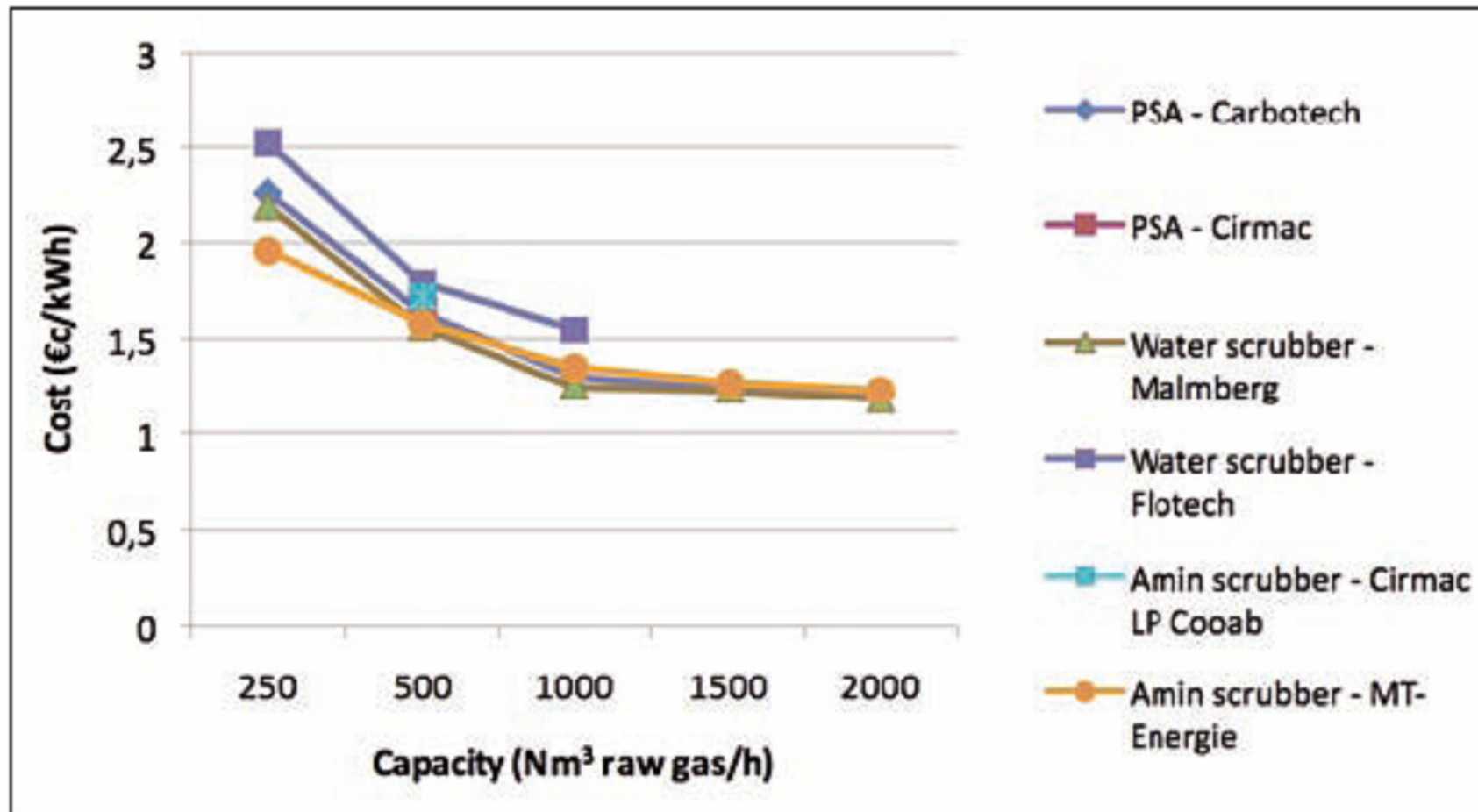
n Pesemine kemikaalidega

Kemikaalidega pesemisel kasutatakse amiinide lahuseid, kus CO₂ mitte ainult ei absorbeeru vaid reageerib keemiliselt amiinidega: monoetanoolamiin (MEA) ja dimetüületanoolamiin (DMEA).

Puhastusmeetodid III

- n Membraanmeetod – membraansepareerimine (levinud prügilagaaside puhastamiseks)
Kuivmembraanide kasutamine põhineb asjaolul, et membraanid lasevad läbi CO₂, vett ja ammoniaaki, H₂S ja hapnik läbivad membraani mingil määral ja lämmastikule ning metaanile on membraanid peaaegu läbimatud.
- n Tavaliselt on membraanid valmistatud torujatest (õõnsatest) kokkupressitud kiududest.
- n Loetletud kaks põhimeetodit on ka maailmas enamkasutatavad.

Puhastusmeetodite võrdlus



Source: Anneli Petersson, Arthur Wellinger. *Biogas upgrading technologies – developments and innovations. IEA Bio-energy, Task 37.*



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Arendatavad puhastusmeetodid

n Puhastamine külmutamisega

Puhastamata biogaas jahutatakse temperatuurini, kus CO₂ kondenseerub või sublimeerub ning eemaldatakse kas vedela või tahke faasina ja metaan jääb gaasi faasi. Samuti eraldatakse vesi ja siloksaanid. Protsess toimub etapiviisiliselt.

Puhta CO₂ sublimeerumise punkt on 194,65 K (-78,5°C).

Arendatavad puhastusmeetodid II

n Metaani rikastamine *in situ* (kääritusprotsessis)

Kääriv mass ringleb desorptsioonkolonni ja kääriti vahel. Puhutakse õhku läbi substraadi. CO₂ pidev eraldumine vedelast massist (lahustub vedelikus) selles protsessis tõstab metaani kontsentratsiooni kääritist väljuvast biogaasist kuni 95%ni.

Hindade võrdlus näitab, et selle meetodiga puhastatud biogaasi maksumus võib olla, toorgaasi kulu juures alla 100 Nm³/h, kuni kolmandik teiste meetoditega saadud puhastatud biogaasist.

Kasutatav väikeste gaasikulude juures ja vedela substraadi korral.

Arendatavad puhastusmeetodid III

n Puhastamine ensüümidega

Ensüümid võivad (sarnaselt meie kopsude tööga) samuti biogaasist CO₂ eraldada.

Tootmishind on kõrge ja meetodi elujõulisust mõjutab ensüümide eluiga.

Täna Teid tähelepanu eest!



Bioenergy is in a good run!