



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Taastuveneregeetika kui võimalus regionaalarengus

Biogaas – tootmise ja kasutamise võimalused

TTÜ Soojustehnika instituut

Ülo Kask

16.11.2007, Eesti Näituste Messikeskus

Teemad

- Biogaasi tootmise potentsiaal
- Biogaasi tootmise tehnoloogilised lahendused
- Biogaasi tootmise potentsiaalsed asukohad



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Biogaasi tootmise potentsiaal

Biogaasi tootmiseks sobivad ja on mitmel pool maailmas levinud järgnevad biomassi ressursid:

- Olmejätmed (nende biolagunev (orgaaniline) osa);
- Tööstusettevõtete biolagunevad tootmisjätmed ja –jäägid;
- Biolagunevad põllumajandusjätmed ja –jäägid taime-, looma- ja linnukasvatusest;
- Reovee setted ja mudad;
- Rohtne biomass (spetsiaalselt kasvatatavad ja sileeritavad energiataimed);
- Asulate prügilad (kogutakse nn prügilagaasi (*landfill gas*), mis oma omadustelt on sarnane eelmistest allikatest anaeroobse kääritamise protsessis saadava biogaasiga).

Biolagunevate jäätmete liigid ja tekkekogused 2006. aastal (t)

- Loomsete kudede jäätmed – 13234 + 11578,
- Taimsete kudede jäätmed - 13133,
- Loomaväljaheited, virts ja sõnnik (sh reostunud allapanu), eraldi kogutud ja mujal käideldud vedelad farmiheitmed – 199763,
- Tarbimis- või töötlemiskõlbmatud materjalid - 580,
- Vadak – 118092,
- Piirituse destilleerimisjäägid – 69080,
- Biolagundatavad köögi- ja sööklajajäätmed – 129
- Toiduõli ja -rasv – 1090,
- Aia- ja haljastujäätmed – 10913,
- Turgudel tekkinud jäätmed – 850
- **Eelmised kokku - 438 442 tonni.**



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Eesti kogu sõnnikust saadud biogaasi potentsiaal (sõnnikukoguse andmed: EMÜ)

1	Jäätmete liik, Eesti kokku	Kogus,	KA	Metaan, CH ₄	Biogaas
		t/aasta	%	m ³	m ³
2	3	4	9	11	
1	Lehmade tahesõnnik	1 356 802	19,2	52 101 197	80 155 687
2	Munakanade poolvedel sõnnik	20 000	24	1 113 600	1 713 231
3	Broilerite tahesõnnik	15 000	40	1 392 000	2 141 538
4	Sigade tahesõnnik	676 867	20,2	31 720 695	48 801 069
5	Hobuste tahesõnnik	23 040	24,4	1 124 352	1 729 772
6	Lambasõnnik	42 480	20	1 699 200	2 614 154
Kokku:		2 091 709		89 151 044	137 155 452



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Energia tootmise potentsiaal biogaasist soojuse ja elektri koostootmisseadmega

Biogaasi hulk	Kütteväärtus	Primaarenergia	Seadme võimsus	Elektri toodang	Soojuse toodang
m ³	kWh/m ³	MWh	MW	MWh _{el}	MWh _{sooj}
1	2	3	4	6	9
137 155 452	6	822 933	102,9	336 579	347 278



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Reoveesetted ja –mudad (KM I jaTK 2004)

- Eesti suuremates reoveepuhastusjaamades (10) käideldavast veest ($113,8 \text{ mln m}^3$) settinud mudast võiks saada anaeroobse lagundamise tulemusel $4,1 \text{ mln m}^3$ biogaasi, mille energeetiline väärtus oleks $24,6 \text{ GWh/a}$.
- Praegu saadakse AS Tallinna Vesi Paljassaare Reoveepuhastusjaamas mudade kääritamisest $\sim 13 \text{ GWh/a}$. AS Tallinna Vesi reovee hulk moodustab eelnimetatud väärtusest ligi poole e ($53,3 \text{ mln m}^3$).



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Eesti suuremate prügilate potentsiaalne gaasitoodang

Jrk nr	Prügila	Hinnanguline prügi mass, mln t	Hinnanguline gaasitook 20 a jooksul, mln m ³		Primaarenergia hulk, GWh	
		Massi gaasitootlikkus	125 m ³ /t	150 m ³ /t	125 m ³ /t	150 m ³ /t
1	Pääsküla, Tallinn *	4	500	600	2500	3000
2	Aardlapalu, Tartu (Lange)	1,5	187,5	225	937,5	1125
3	Narva, Ida-Virumaa (Arumäe)	0,8	100	120	500	600
4	Pärnu, Pärnumaa	0,2	25	30	125	150
5	Võru, Võrumaa (Räpo)	0,1	12,5	15	62,5	75
6	Valga, Valgamaa	0,097	12,125	14,55	60,625	72,75
	Kokku	6,7	837,1	1004,6	4185,6	5022,8

**) SEI töö hinnangul saab 300 mln m³ gaasi. Jäätmekäitlusjaama juhi hinnangul on Pääsküla prügilasse ladestatud 20 a jooksul ~4 mln t prügi*

Prügilagaasi kütteväärtus ~5 kWh/m³



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Prügilatesse paigaldatavate koostootmisjaamade võimsus (Pääsküla näite alusel)

Jrk nr	Prügila	Prügilagaasi aastas, mln m ³	Gaasi kulu tunnis, nm ³ /h	Koostoomisseadme koguvõimsus, kW
1	Pääsküla, Tallinn *	6	800-900	~3 700 (2 tk)
2	Aardlapalu, Tartu (Lange)	1,5	220	1 000
3	Narva, Ida-Virumaa (Arumäe)	0,7	100	500
4	Pärnu, Pärnumaa	0,18	25	125
5	Võru, Võrumaa (Räpo)	0,09	12,5	60
6	Valga, Valgamaa	0,09	12,5	60
	Kokku			5445



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Prügilatesse paigaldatavate koostootmisjaamade võimsus (arvutuslik)

Jrk nr	Prügila	Prügilagaasi aastas, mln m ³	Gaasi kulu tunnis, nm ³ /h	Koostoomisseadme koguvõimsus, kW
1	Pääsküla, Tallinn *	15	1 700	~8 000 (4 tk)
2	Aardlapalu, Tartu (Lange)	3,5	400	1 800 (2 tk)
3	Narva, Ida-Virumaa (Arumäe)	1,8	200	1 000
4	Pärnu, Pärnumaa	0,45	51	250
5	Võru, Võrumaa (Räpo)	0,23	26	120
6	Valga, Valgamaa	0,23	26	120
	Kokku			11290

*6 suurema Eesti prügila prügilagaasi energeetiline potentsiaal
4200-5000 GWh 20 aasta jooksul ehk 210 - 250 GWh/a*



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Pääsküla prügila gaasi ja energia toodang

- Kahe erineva allika alusel on Pääsküla prügila massi hinnatud 2,5 mln tonnile /1/ ja kuni 4 mln tonnile /2/ ja gaasi toodanguks arvestatud 125 kuni 150 m³ tonni prügi kohta.
- Prügilate arvestuslikuks elueaks (st aastad, mille jooksul toimub jäätmete anaeroobne lagunemine ja prügi mass annab keskmiselt ühtlase koguse gaasi tunnis) on hinnatud Eestis 20 aastat.
- Prügilagaasi kütteväärtuseks on võetud 5 kWh/m³. (Metaani sisaldus prügilagaasis 50—55%).

1. *Elektri ja soojuse koostootmine Pääsküla prügilast. SEI, Tallinn 2002*

2. *Tallinna Jäätme keskuse juhi Rein Pillerpau info*



Pääsküla näide

- Kui aastas on toodud Pääsküla prügilasse 100 000 tonni jäätmeid 20 aasta jooksul, siis on sinna ladestatud kokku 2,0 mln tonni. Kui ühest tonnist tekib 150 m³ prügilagaasi, siis aastas ladestatud kogusest kokku 15 mln m³ gaasi (75 GWh/a). Tallinna jäätmekava autorid on hinnanud Pääsküla prügila aastaressursiks 20 mln m³ gaasi. Pääsküla prügila koguessurss 20 aasta jooksul on 300 mln m³ prügilagaasi ehk 1 500 GWh energiat.
- Raske on hinnata, kui palju sellest potentsiaalsest gaasihulgast on atmosfääri lendunud kuid kogutud on alates 1994. aasta lõpust ligikaudu 52 mln m³ prügilagaasi (keskmiselt 4,3 mln m³/a) ehk 260 GWh (21,7 GWh/a).
- AS Terts on paigaldanud kaks soojuse ja elektri koostootmisseadet Jenbacher (836 kWe ja 1010 kWth aastatel 2001 ja 2004).



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ASi Terts kolme viimase aasta elektri, soojuse ja biogaasi müük

Aasta	Elekter, MWh	Soojus, MWh	Biogaas, MWh
2004	7215	5 755	1 120
2005	12 416	9 586	935
2006	13 135	9 982	825

Uued prügilad

- **Väätsa Prügila**
- 2007. aasta septembri seisuga on ladestatud ~100 000 tonni prügi alates 15.11.2000. Toimub tekkiva prügilagaasi kogumine ja põletamine küünalpõletis.
- **Jõelähtme Prügila**
- 2007. aastal oli kogutava prügilagaasi kulu 360 nm³/h ja aastas kogutav eeldatav gaasi hulk 3,1 mln m³. (17 GWh/a, mis võimaldaks paigaldada 1,7 MW koguvõimsusega soojuse ja elektri koostootmisseadme (850 kWe). Tänapäeval põletatakse kogu kogutav gaas küünalpõletis.
- **Uikala Prügila**
- **Paikuse Prügila**
- **Torma Prügila**

Reovee muda, olmejäätmed ja suuremad prügilad kokku – 625-675 GWh/a

Erinevatest toormetest saadavad biogaasi kogused

Toorme tüüp	m ³ biogaasi / m ³ toorme kohta
Sea sõnnik	28
Veise sõnnik	27
Noorloomade sõnnik	23
Kana sõnnik	136
Kalatööstuse jäätmed	185
Rasva jäätmed	700
Rohi	150
Mais	200



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Erinevate põllumajandussaaduste või -jääkide energiatook

Põllumajandussaadus või -jääk	Biomassi saagis, t/ha	Biogaasi saagis, m³/ha	Energiatihedus hektaril, MWh/ha
Hein	7...8	2490...2840	24...28
Aasristik	4...5	1070...1340	10...13
Söödakapsas	6...8	1730...2300	17...22
Päideroog	9...10	2970...3300	29...32
Suhkrupeet	4...6	1180...1770	11...17
Kaera õled	2	580	6
Rapsi õled	2	440	4



1918

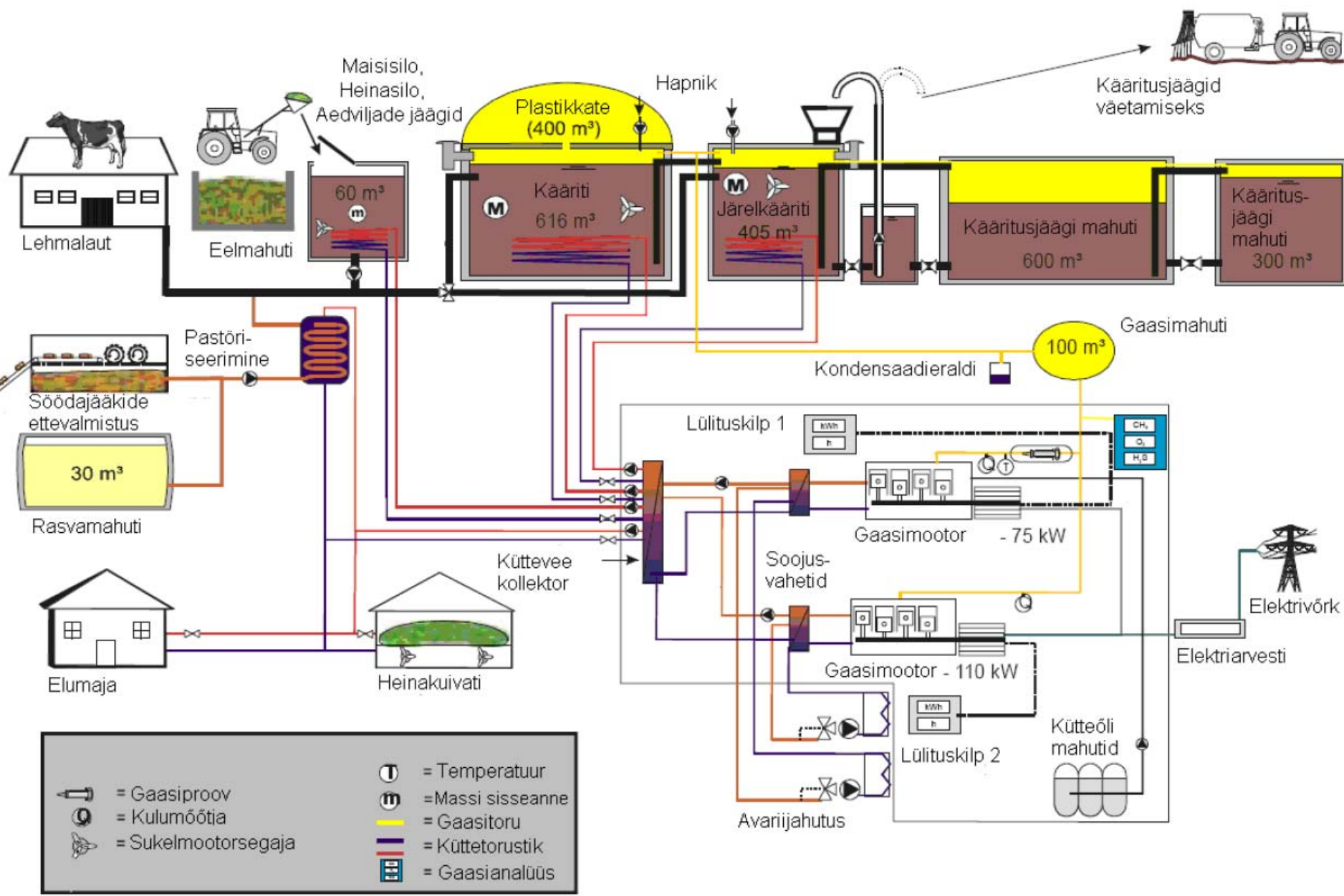
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Biogaasi tootmise tehnoloogilised lahendused

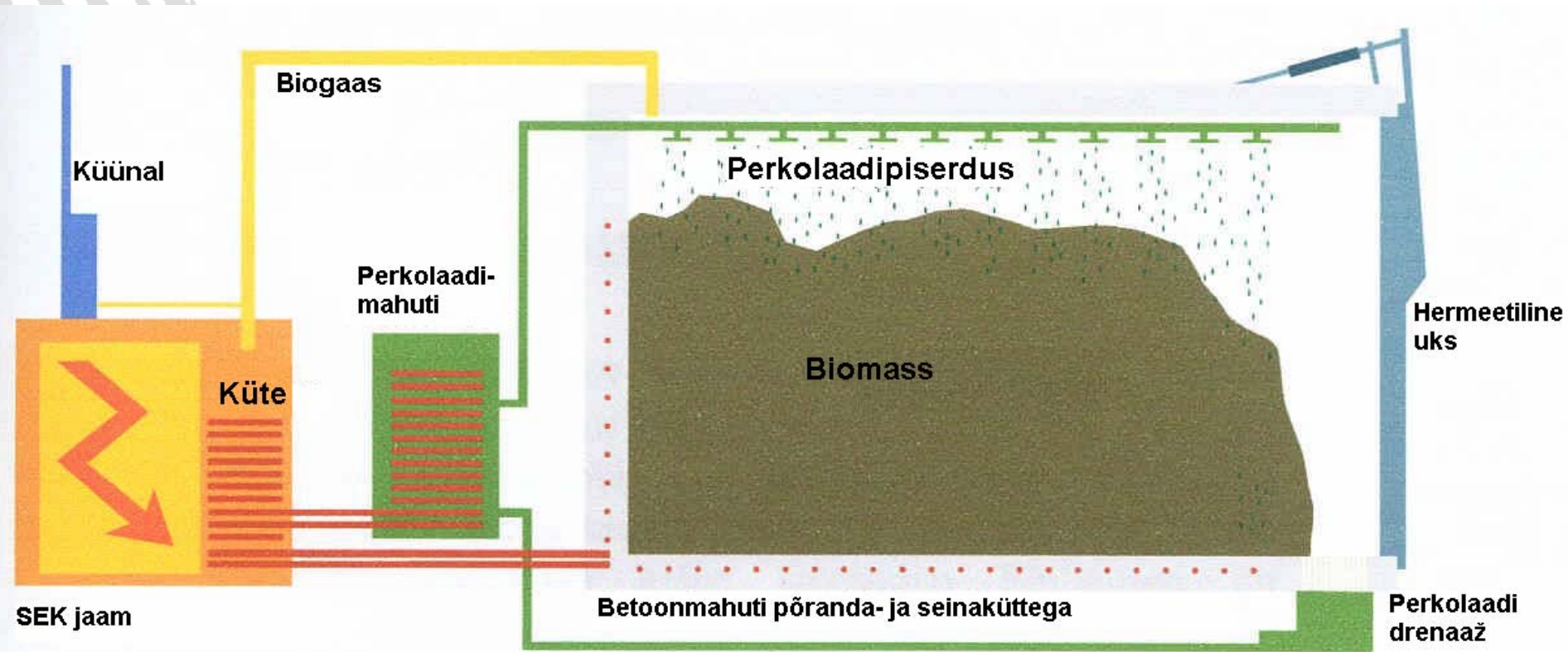
Toorme kuivainesisalduse järgi eristatakse kahte anaeroobse kääritamise meetodit:

- madala kuivaine sisaldusega anaeroobne kääritamine (märgmeetod ehk **vedelkääritamine**);
- kõrge kuivaine sisaldusega anaeroobne kääritamine (kuivmeetod ehk **kuivkääritamine**).
- *Madala kuivaine sisaldusega anaeroobsel kääritamisel* on kuivainesisaldus kääritatavas segus (massis) **4–10 %**. Kui tooraine kuivainesisaldus on kõrgem, tuleb seda vedeldada. Tavaliselt kasutatakse veeldamiseks reovett. Selle protsessi käigus tekib 1,5 – 2,5 m³ biogaasi 1 m³ reaktori mahu kohta (biogaas sisaldab 50 – 70 % metaani), ajaline kestvus on ≈ 20 ööpäeva. Protsessi kestvus sõltub temperatuurist, kääritatava massi hulgast ja toitainete sisaldusest.
- *Kõrge kuivaine sisaldusega anaeroobsel kääritamisel* on toorme kuivainesisaldus reaktoris **25 – 35 %** (mõnedes allikates alates **12% ülespoole**). Seda meetodit võib nimetada kui kuiv anaeroobne komposteerimine. Protsessi kestvus on 16 – 21 ööpäeva, biogaasi tekib 5 – 8 m³ 1 m³ reaktori mahu kohta (biogaas sisaldab ~55 % metaani)

Kooskääritamise jaama näide (vedel sõnnik + silo)



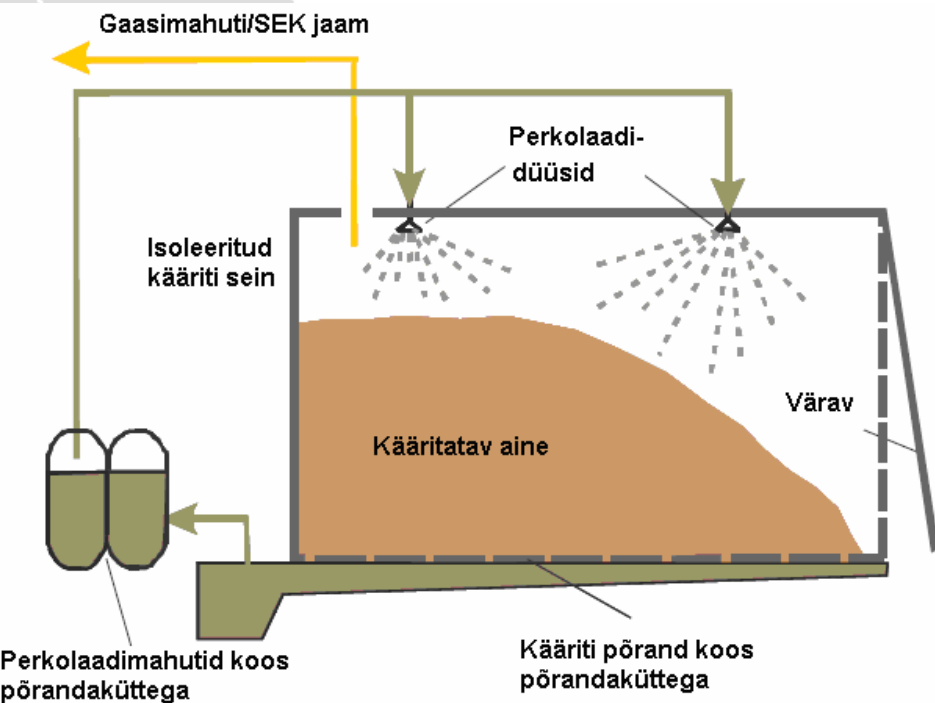
BEKON® süsteemi kuivkääritamine



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

BIOFerm® süsteemi kuivkäärítamine



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Biogaasi tootmise potentsiaalsed asukohad.

Biogaasi tootmine Eestis

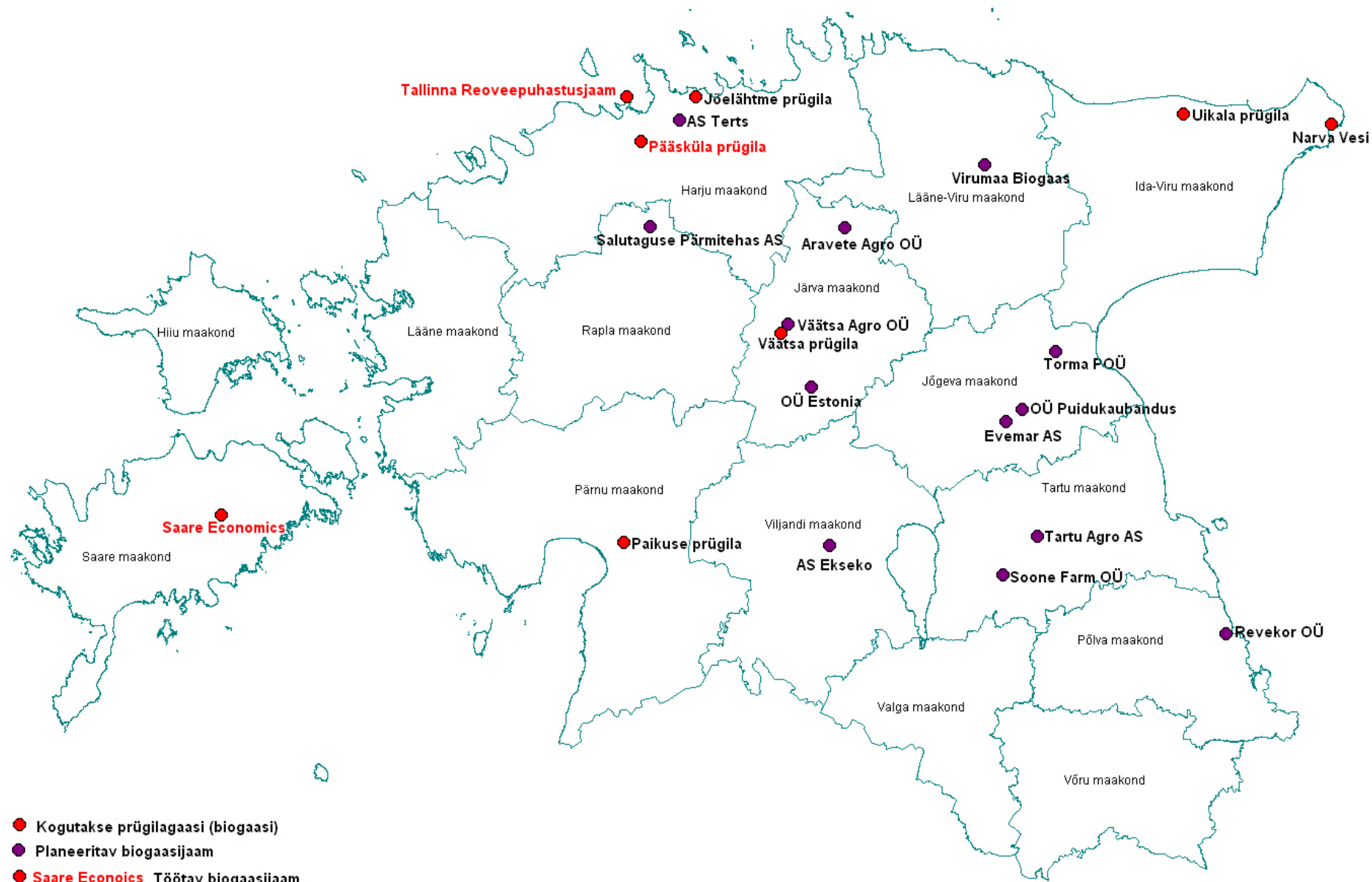
- Läänemaal Linnamäe farmis ja Pärnu Seavabrikus Saugal töötasid nõukogude ajal 8 aasta jooksul biogaasi tootmise ja kasutamise süsteemid. Mõlemad seadmed on seisatatud seoses majandusliku situatsiooni muutustega 1990ndate alguses (Pärnu Seavabrik on likvideeritud) ning Linnamäel ka sõnniku kääritamismahuti leketega.
- Tänapäeval töötavad koostootmisjaamad, Pääsküla prügila juures, Tallinna Reoveepuhastusjaamas ja Valjala vallas AS Saare Economics seafarmi juures.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Eestis töötavad ja kavandatavad biogaasi (prügilagaasi) jaamad



Üldised järeldused

- Käesoleval etapil on osaliselt leitud biomassi ja biolagunevate jäätmete energeetiline potentsiaal, esitatud tehnoloogiaid nende energiaks muundamiseks anaeroobse lagundamise teel (biogaasistamine, nimekiri firmadest ELs) ja antud ülevaade praegusest biogaasi tootmisest ja selekteeritud tulevase võimalikke projekte Eestis.
- **Suuremate reoveepuhastusjaamade muda, olmejäätmete (gaasistamiseks sobiv biolagunev osa) ja suuremate prügilate baasil saaks toota biogaasi kokku – 625-675 GWh/a.**
- **Põllumajandusloomade sõnniku aastane kogus Eesti ulatuses on 2,1 mln tonni, millest toodetava biogaasi 137 mln m³ baasil saaks toota 336 GWh elektrit ja 347 GWh soojust**
- Kasutamata maadel kasvatatavatest energiakultuuridest saada võivat biogaasi kogust ei saa veel hinnata, sest puuduvad lähteandmed.

Soovitused

- Alustada biogaasi tootmise ja energiaks (mootorikütuseks) muundamise laiendamist:
 - Kõikvõimalikud biolagunevad jäätmed ja jäägid, mida saab anaeroobselt töödelda (põllumajandus, tööstus, teenindus, olmesfäär jt). Töötlemisjäägid vääristada väetiseks;
 - Eraldi kääritada reoveesetted ja- mudad (nende käärimisjääk ei sobi reeglina väetiseks);
 - Suurematest prügilatest kogutavat ja eelnimetatud allikatest saadavat gaasi saab kasutada SEKide käitamiseks või mootorikütuse valmistamiseks.

Soovitused II

- Eelnimetatud toorained ja nende käitlemine on suures osas riiklikus või munitsipaalomanduses olevate ettevõtete käes (või osaliselt). Suurematest tulekski alustada ja tellida tasuvuse uuringuid ja äriplaane.
- Eraettevõtetes saab huvi tekitada, kui tegevus muutub kasumlikuks. Viimast soodustab riiklike regulatsioonimehhanismide väljatöötamine (ka üleilmne heitmekaubandus).

Soovitused III

- Biogaasijaamad koos biogaasil töötavate soojuse ja elektri koostootmisseadmetega saavad reeglina paikneda kohtades, kus on piisava võimsusega soojuse tarbijad (kaugküttevõrk, aiand, kuivatid jms).
- Mootorikütust tootvad biogaasijaamad võivad asuda ka suuremate tooraineallikate juures (prügila, jäätmejaam, reoveepuhastusjaam, suurem loomafarm jms).
- Kasutamata maadel energiakultuuride kasvatamisega ja sellest valmistatavast silost biogaasi produtseerimise propageerimisega tuleks olla ettevaatlik. Võib viia põllumajandusliku tootmise tasakaalust välja.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY