



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Ülevaade Eesti biogaasi potentsiaalist

Ülo Kask

TTÜ soojustehnika instituut, Eesti Biokütuste Ühing.
Projekti GaasiKiirTee regionaalne seminar,
3.12.2009.

Teemad

- Euroopa Liidu biogaasi toodang ja tootmise potentsiaal
- Biogaasi tootmise ajaloost Eestis
- Ülevaade biomassi ressurssidest biogaasi tootmiseks Eestis.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Arengud biogaasi tootmises Euroopas I

- EL hinnangul ületab kogu **energia sisaldus kääritatavast põllumajandusjäätisest ja prügilagaasist 80 Mtoe** (930 TWh) aasta.
- Lisaks sellele on hinnatud, et kui 20%-l haritud maast kasvatatakse jätkusuutlikult energiataimi (rotatsiooni süsteemis), on võimalik toota **320 Mtoe aastas biogaasi energiataimedest EL 25-s liikmesriigis**.
- Iga-aastane biogaasi kogus EL-s aastani 2010, mida on võimalik toota **elusloomade kasvatamise jäätmetest, heitvete puhastamise jäätmetest ja prügilates on 15 Mtoe** (175 TWh).
- Samas kui **30 ja 45 Mtoe** (350 ja 520 TWh) on hinnatud biogaasi koguseks mida saaks vastavalt **põllumajandusjäätmetest ja puidust ning energiataimedest iga-aastaselt kuni aastani 2010**.
- **2005. aastal oli EL kogu toorbiogaasi toodang 4.7 MToe** (55 TWh), samal ajal elektri toodang biogaasi baasil oli 14,6 TWh.

Arengud biogaasi tootmises Euroopas II

- Soomes on hinnatud, et jäätmepõhine biogaasi tootmise potentsiaal võiks olla 14 TWh aastas. 2005. aastal oli Soomes biogaasi toodang 150 GWh. Lisaks sellele toodeti biogaasi munitsipaalprügilatest 570 GWh, aga ainult 53% sellest gaasist oli kasutusel energia tootmisel.
- Kogu Saksamaa biogaasi potentsiaal on 24 miljardit m³ aastas. See vastab 14%le kogu maagaasi tarbimisest või 50 TWh elektri ja 72 TWh soojuse tootmisele aastas. Umbes 85% potentsiaalset loodetakse toodetavat energiataimedest ja põllumajandusjäätmetest. Kui kogu potentsiaal ära kasutada oleks vaja rajada juurde 20 000 biogaasijaama.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Arengud biogaasi tootmises Euroopas III

- Suure osa taimede metaani tootlikust on Soomes testitud. Põhja piirkondades on mitmeaastased taimed kõige sobilikumad biogaasi tootmiseks. Nad vajavad väiksemates kogustes väetisi ning keskkonnamõju nende harimisel on väiksem kui näiteks suhkrupeedi, rapsiseemnete tootmisel ning teraviljast bioetanooli ja biodiisli tootmisel nendes piirkondades.
- Lähitulevikus on oodata biogaasi kasutuse kasvu mootorikütusena mitmetes riikides (tänapäeval on juba üle 6 miljoni gaasil töötavat mootorsõidukit maailmas).
- Puhastatud biogaasi lisamine maagaasi võrku. Šveits, Saksamaa ja Rootsi on arendanud rahvuslikud standardid biogaasi lisamisele gaasivõrku.
- Turule on sisenemas uued energiasäästu tehnoloogiad biogaasi muundamisel energiaks (madalate emissioonidega), sealhulgas mikroturbiinid, Stirling mootorid ja kütuseelemendid.
- Biogaasi tehnoloogia on turg hoogsalt edenemas kasvava majandusega piirkondades nagu Aasia ja Lõuna-Ameerika, eriti Hiinas ja Indias. Hiinas oli 2005. aastal biogaasi toodang 6,5 miljardit m³ ning hinnanguliselt kasvab see 25 mld m³ aastaks 2020 (umbes 150 TWh).



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Ülevaade EL biogaasi toodangust (EL 25) 2007, kt_{oe}

Aasta	Prügilagaas	Reovee muda gaas	Muud allikad
■ 2007 ¹	3116	949.5	1281
■ Eesti ² (2008)	2.31 (3.1*)	1.48 (1.1*)	1.28 (-*) (läga)

Eesti kohta – biogaas energia tootmiseks

- 1 –
- 2 – Eesti Konjunkturiinstituut
- * - A Biogas Road Map for Europe

Arvutuslik biogaasi potentsiaal sõnnikust ja energiakultuuridest aastaks 2020 (FAOSTAT 2009, AEBIOM arvutused) *

Riik	Haritav maa 1000 ha	Biogaasi potentsiaal, 5% maast, 15/t/ha Mt _{oe}	Sõnnik - loomad, sead Mt	Biogaas sõnnikust 35% kasutuses Mt _{oe}	Kokku Mt _{oe}
EU 27 -	108546	23,39	1556,9	6,04	29,43
Eesti -	598	0,13	4,1	0,02	0,15

* - A Biogas Road Map for Europe



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Saadav energia hektarilt arvestades rohtse biomassi keskmisi hektarisaake (2002-2004 EL 25)

Crop/plant	Energy carrier	Average yield, toe/ha/MWh/ha	Range toe/ha/MWh/ha
Silo maize	biogas	3,9/44,0	6,1 – 1,4/68,8 – 15,8
Grasses (natural) (Estonian example)	biogas*	2,1/23,6	1,6 – 2,3/17,7 - 26,7
Reed (<i>Phragmites Australis</i>) (Saaremaa, Estonia)	biogas*	1,9/21,0	

* TTÜ katsete alusel



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Biogaasijaamad Eestis 1980ndate lõpus

- Pärnu Seavabriku biogaasijaam (Sauga) kasutas biogaasi tootmiseks sealäga
 - Töötas aastatel: 1987-1997 (Eesti - Tšehhi ühisprojekt),
 - Projekteeritud gaasitoodang 6210 nm³/ööp (aastal 1997: 3500 nm³/ööp),
 - Tegevus lõpetati 1997 koos seavabriku sulgemisega.
- Linnamäe kolhoosi biogaasijaam (Lääne maakond) kasutas biogaasi tootmiseks sealäga).
 - Töötas aastatel: 1987- 1995 (Taani tehnoloogia ja seadmed),
 - Tegevus lõpetati 1995 betoonist kääritusmahutite korrodeerumise tõttu.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Taastuvate energiaallikate baasil toodetava elektri osa Eestis

- Eesti kütuse- ja energiamajanduse strateegiliseks eesmärgiks on saavutada aastaks 2010 taastuvelektri osakaaluks **5,1%** brutotarbimisest. Samuti märgitakse, et taastuvelektri osakaalu tõus jätkub ning aastaks **2020** on taastuvelektri osakaal Eestis kuni **10%** bruto elektritarbimisest.
- 2008. a oli Eesti elektri brutotarbimine **7 427 GWh** ja sellest taastuvelektri osa **~2,8 %**. Lähiaastatel on oodata uute tuuleparkide ja biokütustel ja turbal töötavate soojuse ja elektri koostootmisjaamade lisandumist (**480 MW_{el}**) ning alustatud on Balti EJ põlevkivi keevkihtplokis biomassi põletamist, millega tagatakse eesmärgiks seatud taastuvelektri osakaal brutotarbimisest aastaks **2010** ja sisuliselt ületatakse ka juba aastaks **2020** seatud eesmärki.
- Vaadates muude taastuvate energiaallikate arvelt saavutatavaid tulemusi ning seatud eesmäärke, tekib kindlasti küsimus, **kas on mõtet biogaasiga tegeleda?**

Ülevaade biomassi ressurssidest biogaasi tootmiseks Eestis.

“Biomassi tehnoloogiauurid ja nende rakendamine Eestis”. TTÜ STI uuring, 2007

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

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



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

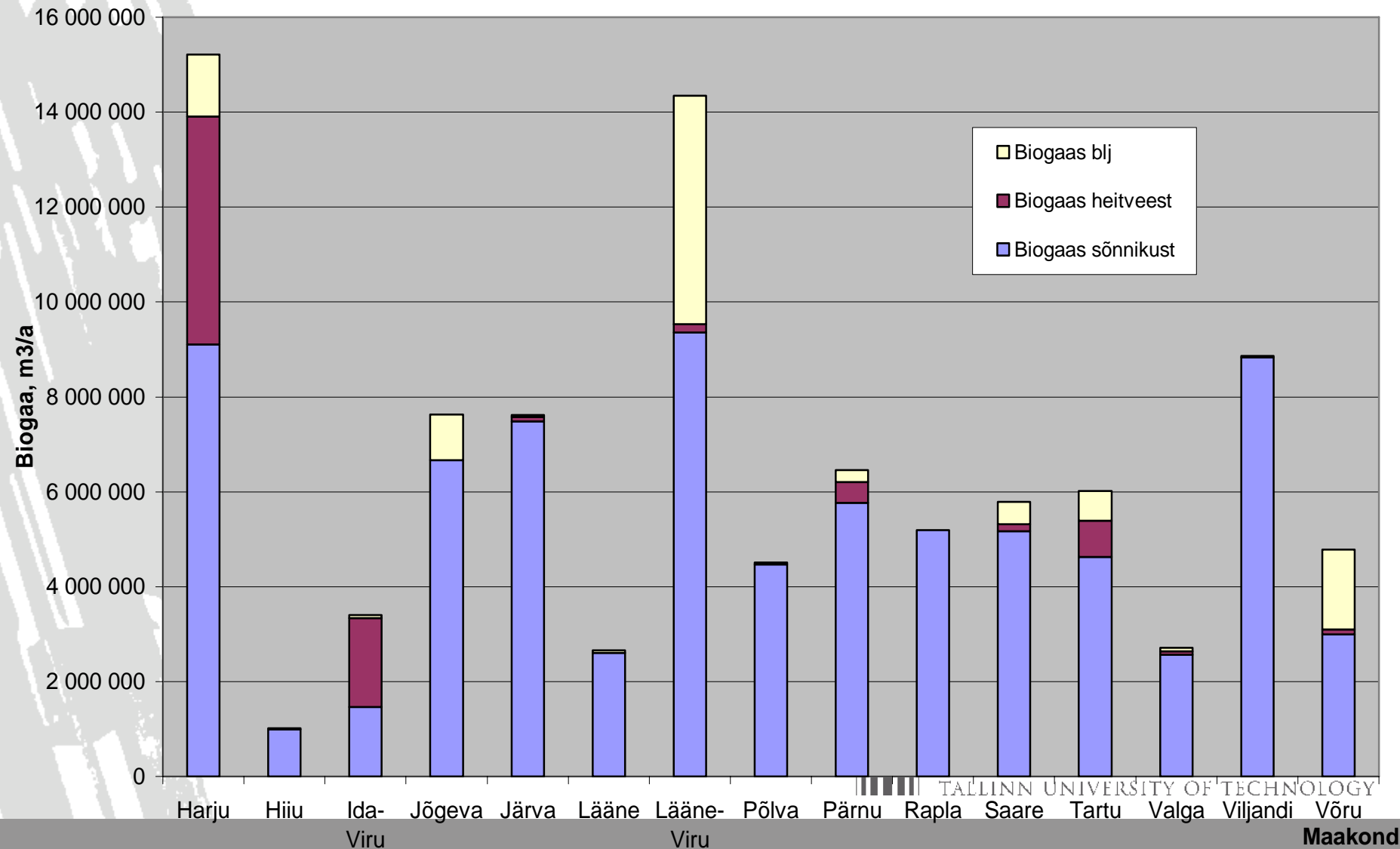
Eestis sõnnikust, reovee mudast ja biolagunevatest jäätmetest saadava biogaasi hulk

Nr	Maakond	Sõnnik kokku	Biogaas sõnnikust	Reovee muda	Biogaas heitveest	Blj	Biogaas blj	Biogaas kokku
		t/a	m ³ /a	t/a	m ³ /a	t/a	m ³ /a	m ³ /a
1	Harju	160 433	9 102 797	62 459 129	4 804 548	25 942	1 303 610	15 210 955
2	Hiiu	26 789	997 758	0	0	379	19 763	1 017 521
3	Ida-Viru	39 481	1 461 629	24 451 117	1 880 855	854	60 769	3 403 253
4	Jõgeva	193 051	6 668 990	0	0	18 469	957 229	7 626 219
5	Järva	206 417	7 479 121	1 227 000	94 385	474	42 534	7 616 039
6	Lääne	72 722	2 605 394	0	0	724	54 075	2 659 469
7	Lääne-Viru	282 362	9 350 871	2 356 000	181 231	46 293	4 809 346	14 341 448
8	Põlva	133 810	4 469 342	0	0	703	39 136	4 508 478
9	Pärnu	153 521	5 761 724	5 713 000	439 462	4 034	250 594	6 451 779
10	Rapla	148 711	5 186 281	0	0	0	0	5 186 281
11	Saare	144 598	5 165 871	1 938 364	149 105	12 962	476 054	5 791 030
12	Tartu	132 697	4 622 185	9 930 630	763 895	4 545	633 261	6 019 341
13	Valga	68 373	2 564 945	979 114	75 316	961	66 756	2 707 017
14	Viljandi	288 447	8 833 695	0	0	435	26 550	8 860 245
15	Võru	83 406	2 994 057	1 370 480	105 422	50 705	1 687 667	4 787 145
	Kokku	2 134 818	77 264 659	110 424 834	8 494 218	918 167 480	10 427 343	96 186 220

Sõnnikust, reovee mudast ja biolagunevatest jäätmetest saadav energia

Maakond	Elektri toodang sõnnikust	Soojuse toodang sõnnikust	Elektri toodang reovee mudast	Soojuse toodang reovee mudast	Elektri toodang blj	Soojuse toodang blj	Elektri toodang kokku	Soojuse toodang kokku	Mootorite elektriline võimsus kokku	Mootorite soojuslik võimsus kokku
	MWh _{el}	MWh _{th}	MWh _{el}	MWh _{th}	MWh _{el}	MWh _{th}	MWh _{el}	MWh _{th}	MW _{el}	MW _{th}
Harju	22 338	23 048	11 790	12 165	3 199	3 301	37 328	38 514	4,67	4,81
Hiiu	2 448	2 526	0	0	48	50	2 497	2 576	0,31	0,32
Ida-Viru	3 587	3 701	4 616	4 762	149	154	8 352	8 617	1,04	1,08
Jõgeva	16 366	16 886	0	0	2 349	2 424	18 715	19 310	2,34	2,41
Järva	18 354	18 937	232	239	104	108	18 690	19 284	2,34	2,41
Lääne	6 394	6 597	0	0	133	137	6 526	6 734	0,82	0,84
Lääne-Viru	22 947	23 676	445	459	11 802	12 177	35 194	36 313	4,40	4,54
Põlva	10 968	11 316	0	0	96	99	11 064	11 415	1,38	1,43
Pärnu	14 139	14 589	1 078	1 113	615	635	15 833	16 336	1,98	2,04
Rapla	12 727	13 132	0	0	0	0	12 727	13 132	1,59	1,64
Saare	12 677	13 080	366	378	1 168	1 205	14 211	14 663	1,78	1,83
Tartu	11 343	11 703	1 875	1 934	1 554	1 603	14 771	15 241	1,85	1,91
Valga	6 294	6 494	185	191	164	169	6 643	6 854	0,83	0,86
Viljandi	21 678	22 367	0	0	65	67	21 743	22 434	2,72	2,80
Võru	7 347	7 581	259	267	4 142	4 273	11 748	12 121	1,47	1,52
Kokku	189 607	195 634	20 845	21 507	25 589	26 402	236 041	243 544	29,5	30,4

Eestis sõnnikust, reovee mudast ja biolagunevatest jäätmetest saadavad biogaasi hulgad



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

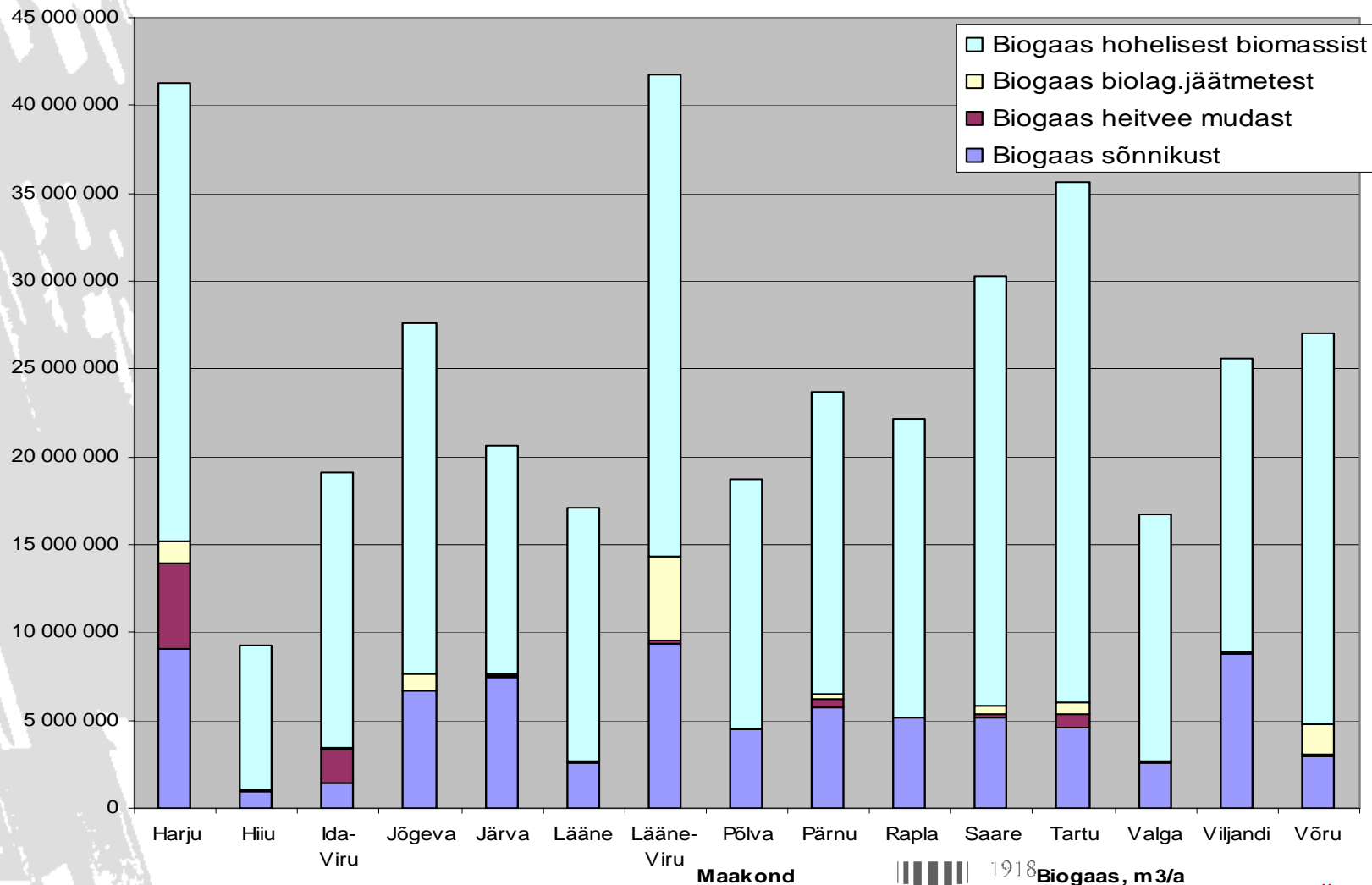
*6 suurema Eesti prügila prügilagaasi energeetiline potentsiaal
4200-5000 GWh 20 aasta jooksul ehk 210 - 250 GWh/a*

Reaalne potentsiaalne koguenergia on 4,5 korda väiksem

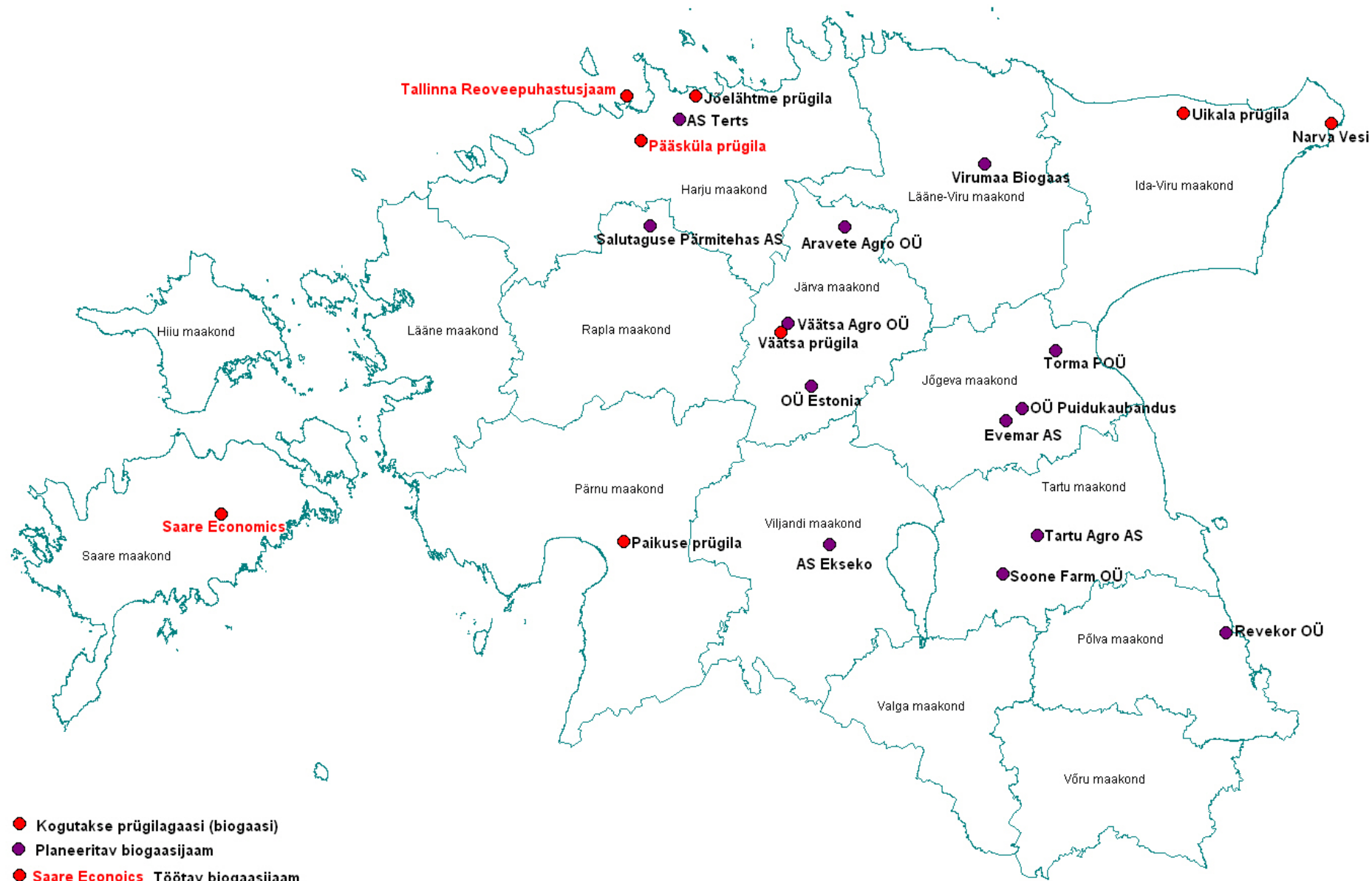
Rohtsest biomassist saadav potentsiaalne biogaasihulk ja energia

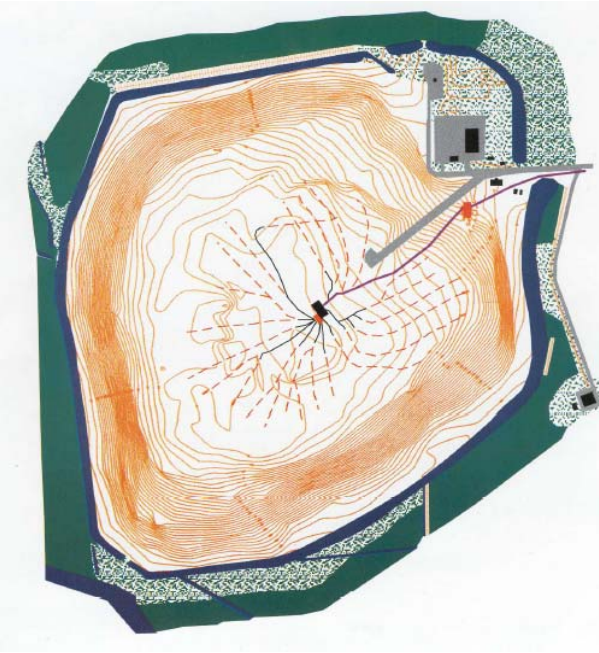
Nr	Maakond	Kasutamata maa	Biomassi kogusaak	Biogaas	Elektri toodang biomassist	Mootori elektriline võimsus	Soojuse toodang biomassist	Mootori soojuslik võimsus
		ha	t/a	m ³	MWh _{el}	MW _{el}	MWh _{sooj}	MW _{sooj}
1	Harju	26 336	192 253	26 050 254	63 927	8	65 959	8
2	Hiiu	8 335	60 846	8 244 565	20 232	3	20 875	3
3	Ida-Viru	15 862	115 793	15 689 897	38 503	5	39 727	5
4	Jõgeva	20 246	147 796	20 026 331	49 145	6	50 707	6
5	Järva	13 181	96 221	13 037 986	31 995	4	33 012	4
6	Lääne	14 634	106 828	14 475 221	35 522	4	36 651	5
7	Lääne-Viru	27 722	202 371	27 421 216	67 292	8	69 431	9
8	Põlva	14 362	104 843	14 206 172	34 862	4	35 970	4
9	Pärnu	17 384	126 903	17 195 384	42 197	5	43 539	5
10	Rapla	17 177	125 392	16 990 630	41 695	5	43 020	5
11	Saare	24 770	180 821	24 501 246	60 126	8	62 037	8
12	Tartu	29 917	218 394	29 592 401	72 620	9	74 928	9
13	Valga	14 136	103 193	13 982 624	34 313	4	35 404	4
14	Viljandi	16 956	123 779	16 772 027	41 159	5	42 467	5
15	Võru	22 469	164 024	22 225 211	54 541	7	56 274	7
	Kokku	283 487	2 069 455	280 411 166	688 129	86	710 001	89

Eestis sõnnikust, reovee mudast, biolagunevatest jäätmetest ja rohtsest biomassist saadava biogaasi hulk



Eestis töötavad ja kavandatavad biogaasi (prügilagaasi) jaamad





Paljassaare reoveepuhastusjaama biogaasijaam



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Üldised järeldused

- Sõnnikust, heitvee mudast ja biolagunevatest jäätmetest saab keskmiselt 96 mln m³ biogaasi aastas, millest saab toota 236 GWh elektrit (mootorite elektriline koguvõimsus 29,5 MW) ja 244 GWh soojust (mootorite soojuslik koguvõimsus 30,4 MW).
- Rohtsest biomassist, milleks oleks näiteks mais, päideroog, ida-kitsehernes, ristikhein või hein rohumaadelt saaks keskmiselt 280 mln m³ biogaasi aastas, millest saab toota 688 GWh elektrit (mootorite elektriline koguvõimsus 86 MW) ja 710 GWh soojust (mootorite soojuslik koguvõimsus 89 MW).
- Kogu teoreetiline biogaasihulk aastas oleks 377 mln m³, millest toodetava elektriga saaks varustada 224 000 leibkonda (739 000 inimest, 1,25 MWh/in) ja toodetava soojusega 99 500 leibkonda (295 356 inimest, 3,23 MWh/in).
- Toodetav elektri hulk, 924 GWh/a, moodustaks 10,3% 2006 a. elektri kogu tarbimisest Eestis ja toodetav soojushulk, 954 GWh/a, 10,3% tarbijatele edastatavast soojusest.
- Välditav CO₂ kogus oleks 970 200 t/a (1,05 t_{CO2}/MWh).
- **Biogaasiga tasub küll tegelda!**



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Üldised järeldused

- Olenevalt gaasimootori elektrilisest võimsusest (0,5-1,0 MW) mahuks Eestisse teoreetiliselt 100-200 biogaasijaama, kuid reaalsed jaamade võimsused ja asukohad sõltuvad arendajatest ja tooraine saadavusest.
- Prügilate biogaasi reaalse toodangu kindlakstegemise kohta vajatakse eraldi uuringuid, sest vahe käesoleva teoreetilise lähenemise ja Pääsküla näite varal saadud tegelike biogaasihulkade vahel on mitmekordne.
- Igal juhul oleksid suuremad prügilad täiendavad taastuva energiaressursi allikad ja ~40-50 GWh aastas reaalselt saadava energia hulk.

Soovitused

- Alustada biogaasi tootmise ja energiaks (mootorikütuseks) muundamise laiendamist.
 - Kõikvõimalike biolagunevate jäätmete ja jääkide, mida saab anaeroobselt töödelda (põllumajandus, tööstus, teenindus, olmesfäär jt), käärimisjääk vääristada väetiseks;
 - Eraldi kääritada reoveesetted ja -mudad. Kuna nende käärimisjääk ei sobi reeglina väetiseks, muuta see kütuseks;
 - Suurematest prügilatest kogutavat ja eelnimetatud allikatest saadavat gaasi saab kasutada SEKide käitamiseks või mootorikütuse valmistamiseks.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Soovitused II

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



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

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 tugeva toetamisega tuleks olla ettevaatlikum. Võib viia põllumajandusliku tootmise tasakaalust välja.



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Täna nä tähelepanu eest!



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY