Tartumaa Arendusselts

LEADER EESTI

Maaelu Arengu Euroopa Põllumajandusfond: Euroopa investeeringud maapiirkondadesse

LEADER

www.emu.ee

Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences
Tehnikainstituut
Institute of Technology

TARTUMAA TAASTUVATE, OLME- JA TÖÖSTUSJÄÄTMETE ENERGIARESSURSSIDE ÜLEVAADE

Lõpparuanne

Tartu 2011

Käesolev töö on koostatud MTÜ Tartumaa Arendusselts tellimusel. Vastavalt lähteülesandele on projekti üldeesmärgiks luua eeldused ettevõtlusaktiivsuse kasvuks ja mikro- ja väikeettevõtete tekkimiseks, mis tuginevad piirkonna omapäral ning kohalikul ressursil.

Töö aruanne annab ülevaate Tartumaa energiakasutusest, taastuvenergia ressurssidest, maavarade energeetilisest potentsiaalist, olme- ja tööstusjäätmete kasutusvõimalustest energia tootmisel, energiamajanduse arendusplaanidest ning projektidest ja energia tootmisega seotud ettevõtetest. Võimalike agro-energeetiliste ahelate kohta on koostatud kirjeldused.

Töö koostajad:

Andres Annuk
Erkki Jõgi
Timo Tamm
Mait Kriipsalu
Aija Kosk
Pavel Bogdanov
Argo Normak

Prof. Andres Annuk

Energeetika osakonna juhataja
Eesti Maaülikool, tehnikainstituut

Sisukord

1. Tartumaa energiakasutus 5
   1.1. Kütuste tarbimine 5
   1.2. Elektrienergiaga varustatus 15
      1.2.1 Elektrienergia tarbimine 16
      1.2.2 Elektrienergia tootmine 18
   1.3. Gaasivarustus 20
2. Tartumaa taastuvenergia ressursid 22
   2.1. Hüdroenergia 22
   2.2. Päikeseenergia 24
   2.3. Tuuleenergia 26
   2.4. Biomass 29
      2.4.1 Metsa biomass 29
      2.4.2 Põllumajanduslik ressurss 32
      2.4.3 Rohumaade ressurss 33
      2.4.4 Sõnniku ja läga energeetiline potentsiaal 34
3. Põlev-maavarad 39
4. Olme- ja tööstusjäätmed energia tootmise allikana 42
   4.1. Nõuded jäätmehoolduse korraldamisele 43
   4.2. Jäätmehoolduse korraldus Eesti Vabariigis 46
   4.3. Uuringuobjekt ja mõisted 46
   4.4. Olme- ja tööstusjäätmed Tartu maakonnas 49
   4.5. Alternatiivsed võimalused ja vastuolud jäätmete energeetilise kasutuse ja teiste jäätmekäitlusmeetodite vahel 53
   4.6. Jäätmete energiasisaldus 55
      4.6.1 Masspõletus 55
      4.6.2 Jäätmekütus 56
5. Energeetikaalased arendusettepanekud omavalitsuste arengukavades 58

6. Energiamajandusega seotud projektid 63
7. Energia tootmisega seotud ettevõtted Tartumaal 64
7.1. Ülevaade energiatootjatest 64
7.2. Kütuste tarbimine 67
7.3. Soojus- ja elektrienergia müük 71
7.4. Tartumaa energiatootmisettevõtete arendusplaanid 73
7.5. Munitsipaalhoonete kütmine Tartumaa valdades 75
8. Taastuvenergia kasutuse võimalused 77
8.1. Päikeseenergia 77
8.2. Tuuleenergia 78
8.3. Hüdroenergia 79
8.4. Soojuspumbad 80
8.5. Biomassi põletamine 81
8.6. Biogaasi tootmine 86
9. Agro-energeetilised ahelad 90
9.1.1 Puiduenergia ahel 92
9.1.2 Biogaasi ahel 95
Kokkuvõte 100
Kasutatud kirjandus 102

Lisad

Lisa 1. Tartumaal kasutatud kütuste kogused aastatel 1991 … 2009.
Lisa 2. Tartumaal aastatel 1991 … 2009 tarbitud kütuste energiasisaldus, TJ
Lisa 3. Tartumaa tööstus- ja kodutarbijate summaarne elektrienergia tarbimine TJ aastatel 2006 … 2010
Lisa 4. Arendusprojektide kokkuvõte
Lisa 5. Ühe kääritiga biogaasijaama põhimõtteskeem

1. Tartumaa energiakasutus

1.1. Kütuste tarbimine

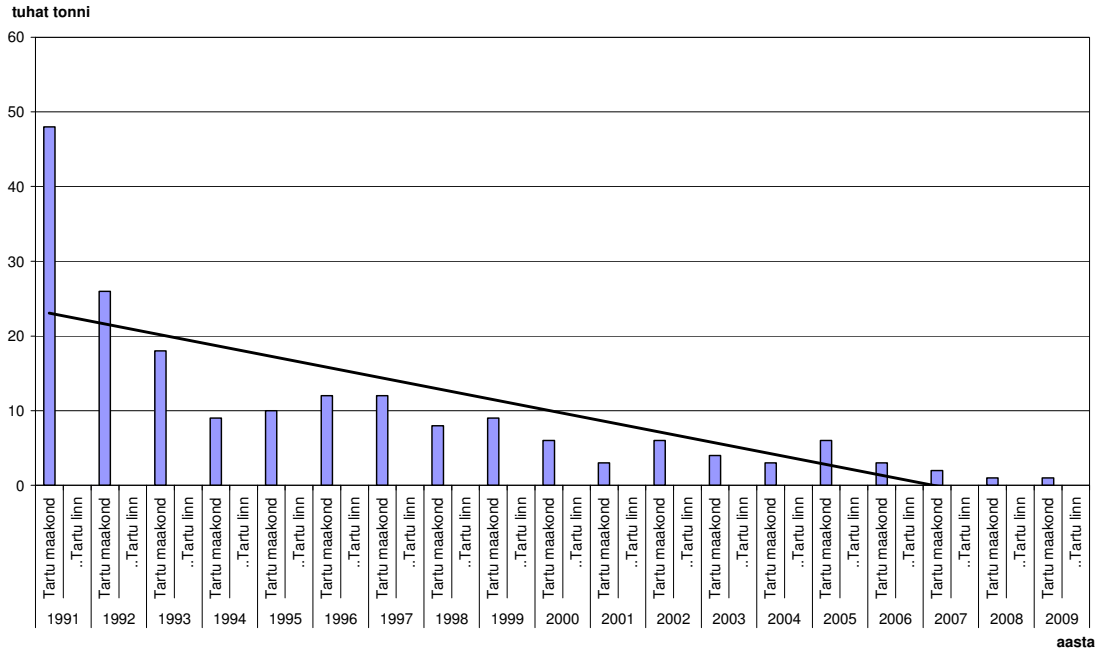
Tuginedes Statistikaameti andmebaasidele, on Tartumaal kasutatud kõiki Eestis levinud kütuseid: kivisüsi, põlevkivi, turvas ja turbabrikett, küttepuud, hakkpuit ning -jäätmed, maagaas, raske- ja kerge kütteõli, põlevkiviõli, diislikütust ning autobensiini. Arvulised väärtused kütuste tarbimise kohta aastatel 1991 ... 2009 on toodud Lisas 1. Spetsiifilisemalt, omavalitsuste kaupa, ei ole võimalik andmeid esitada, sest Statistikaamet on hakanud omavalitsuste lõikes andmeid koguma ja avaldama alles 2010. aasta kolmandast kvartalist ning andmestik ei puuduta esialgu energeetikasektorit.

Kuna erinevaid kütuseid omavahel koguseliselt võrrelda on keerukas, siis on kõik kogused tuginedes alumisele küttevääртusele teisendatud tarbitud energiakoguseks ning toodud Lisas 2.

Järgnevalt analüüsime kütuse kasutamist artiklite kaupa, tuginedes Lisas 1 toodud andmetele.

Kivisöe tarbimine on drastiliselt kahanenud võrreldes vahetult iseseisvuse taastamise järgse perioodiga (joonis 1.1.). Seda peamiselt tööstustarbijate kadumise ning ka teistele – enamasti kohalikele – kütustele ülemineku tõttu. 2008. ja 2009. aastal oli kogu maakonna kivisöe tarbimiskogus 1000 tonni.

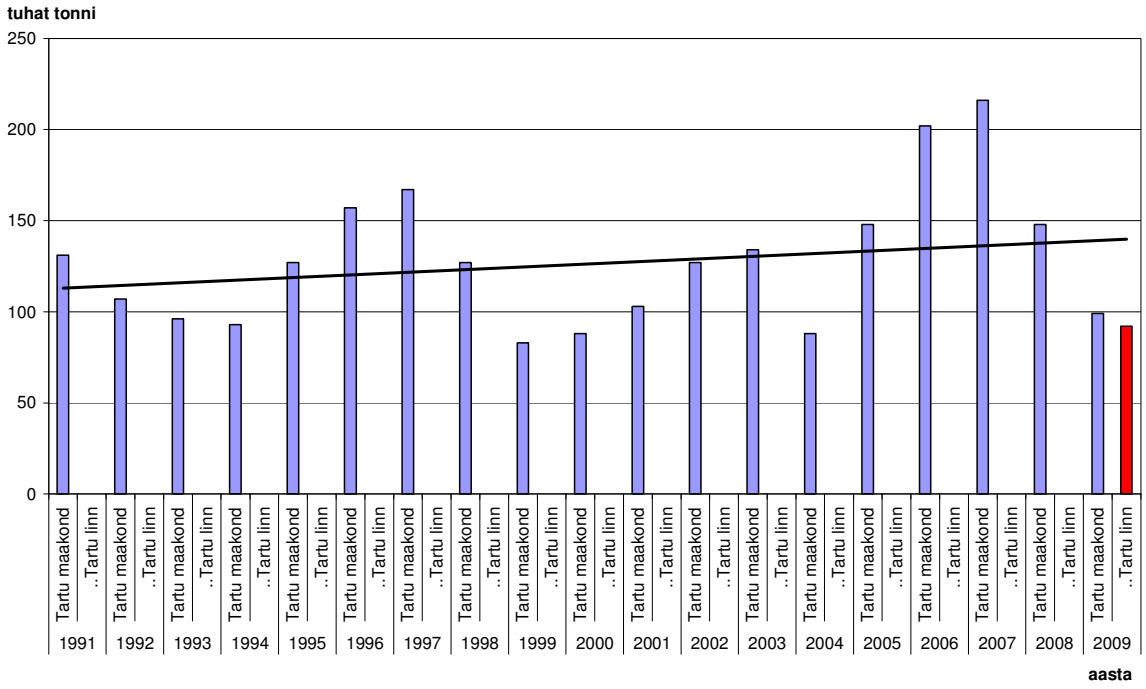
Põlevkivi on töös vaadeldud perioodil kasutatud aastatel 1993...1994. Hilisematel aastatel Tartumaal põlevkivi soojus- ja elektrienergia tootmiseks ei ole kasutatud.



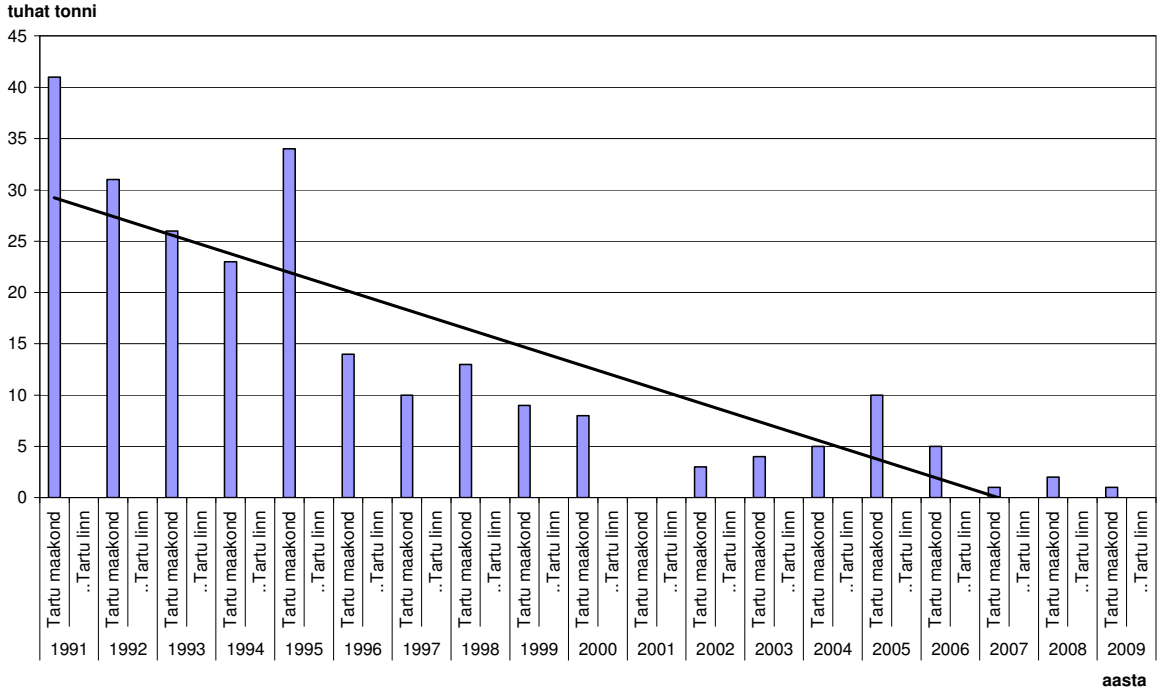
Joonis 1.1. Kivisöe tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]

Kütteturvast, eelkõige frees- ja tükkturvast kasutatakse eelkõige tsentraalkatlamajade kütusena, vähesel määral ka eratarbijate poolt. Suurtarbijateks on Tartu linna mitmed katlamajad, Luunja valla territooriumil Lohkvas paiknev Tartu Elektrijaam ning varasemalt suurima tarbijana Puhja vallas tegutsev Sangla Turvas AS. Viimase katlamaja üleviimisega puidupõhisele kütusele on 2009. aastal langus olnud tuntav. Ka on Anne Soojus AS poolt opereeritav Tartu Elektrijaam efektiivsema põletustehnoloogia kasutuselevõtuga viinud tarbitavad kogused langustrendile. Seoses eelnevaga on oodata 1991. aastast väikese tõusuga turbatarbimise trendi muutumist languseks (joonis 1.2).

Turbabrikett oli 1990ndatel küllaltki levinud kütus peamiselt eramute kütmisel, osatähtsus on muude küttevõimaluste tulekuga järjest vähenenud (joonis 1.3). Tõenäoliselt turbabriketi masstootmine kas hääbub tootmise kasumlikkuse künnist mitteületava tarbimise tõttu ning tootmise freesturbale orienteerimise tõttu. Küttepuude hinnatõusu ja ülenõudluse tõttu võib oodata turbabriketi kasutuse suurenemist.

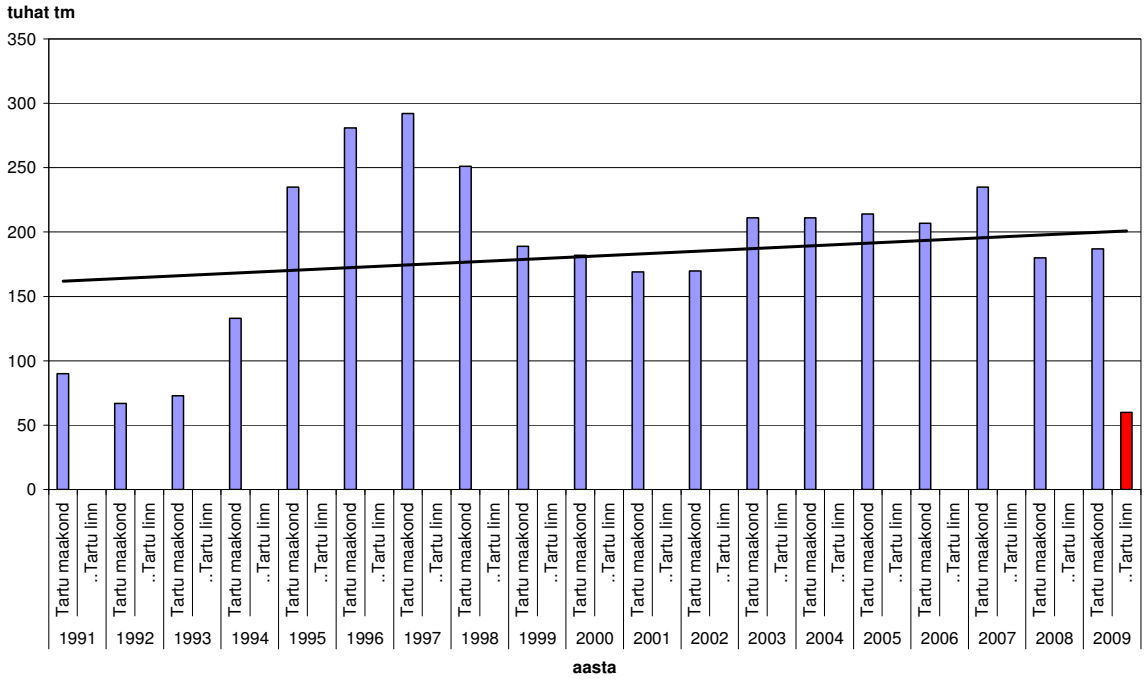


Joonis 1.2. Kütteturba tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]



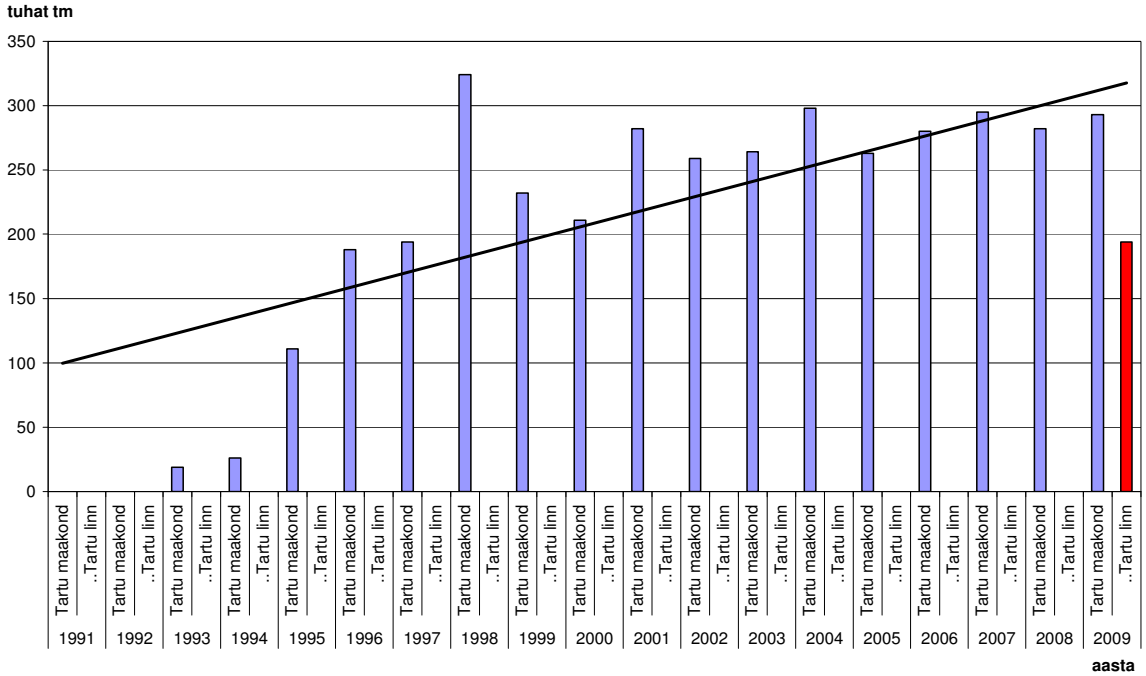
Joonis 1.3. Turbabriketi tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]

<u>Küttepuud</u> on kõige levinum kütus soojusenergia tootmiseks just eraisikute puhul, ja seda peamiselt hajaasustusega maapiirkondades, kus pole tsentraalkütet. Tsentraalkütte ettevõtetest kasutavad halupuitu kütusena vaid kaks ettevõtet Luunja ja Võnnu asulate katlamajades.



Joonis 1.4. Küttepuude tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]

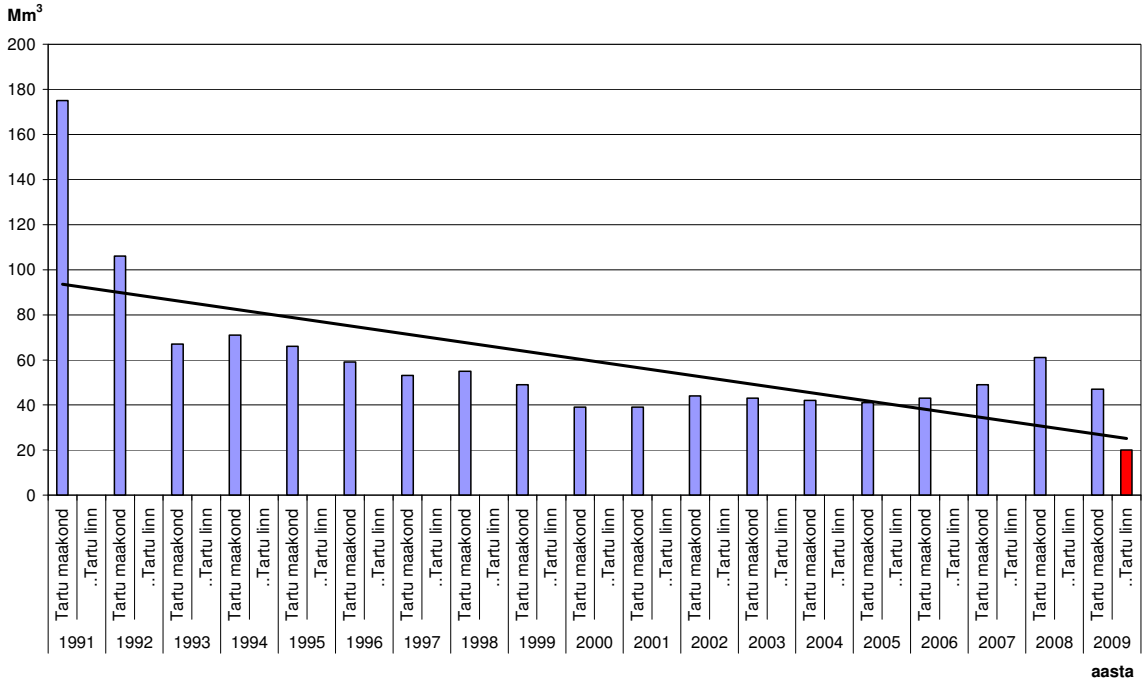
<u>Hakkpuidu ja puidujäätmete</u> peamisteks tarbijateks on suured soojatootmisettevõtted Tartus, Elvas, Lohkvas ning alates 2009. aastast ka Puhjas. Praegusel ajal on need eelistatud kütuseliikideks suhtelise odavuse, keskkonnasõbralikkuse ja kütmisprotsessi automatiseeritavuse tõttu. Neid aspekte silmas pidades viidi 90ndate keskpaigas hulk katlamaju peamiselt raskekütteõlilt üle hakkpuidule, millest johtub ka joonisel 1.5. nähtav hüppeline tõus. Viimase kümnendi jooksul on märgata üsnagi stabiilset kasvu.



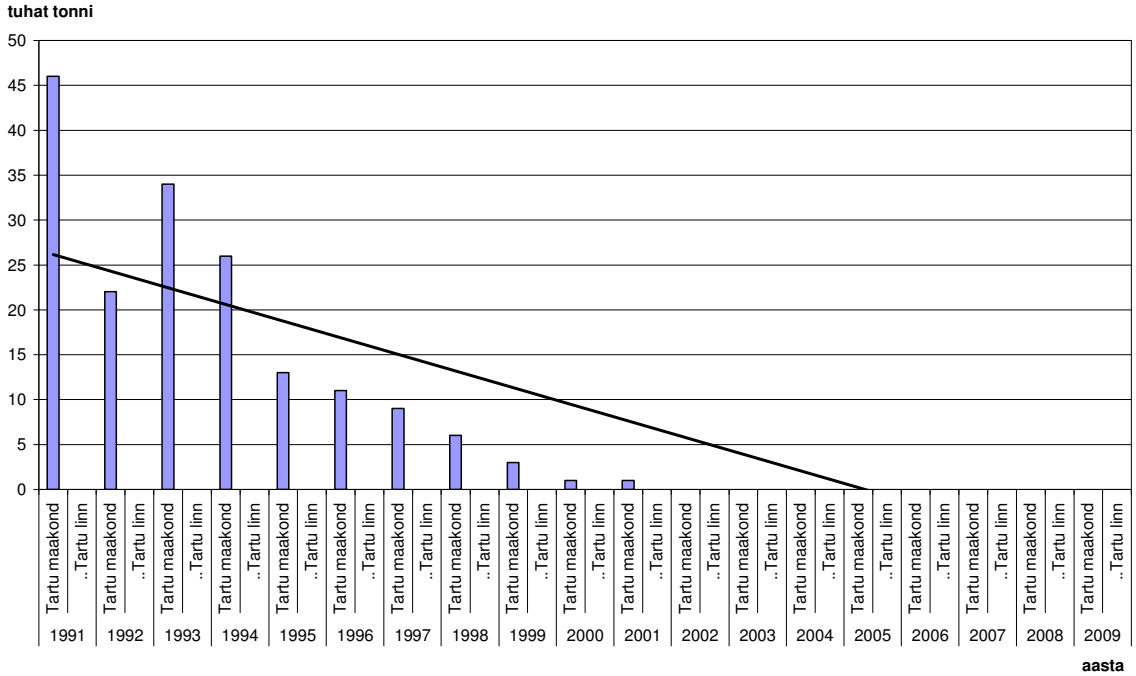
Joonis 1.5. Hakkpuidu ja puidujäätmete tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]

Maagaas on eelistatud kütus peamiselt kasutamismugavuse tõttu, kuid kasutusvõimalused on piiratud torustiku paiknemisega. Suurim osa tarbimisest on Tartu linnas, peamiselt soojuse tootmiseks tsentraalkatlamajades ja ettevõtetes, aga ka eramajade kütteks ja majapidamisgaasina. Koostootmisjaamadest kasutavad maagaasi Luunja vallas Lohkvas paiknev AS Fortum Tartu koostootmisjaam, mis kasutab maagaasi abikütusena ja ka AS Grüne Fee Eesti koostootmisjaam, mis varustab kasvuhooneid elektri ja soojusega. Aastate lõikes on täheldada väikest langusetrendi, mis võib olla põhjustatud hakkpuidu ning kütteturba kasutuse suurenemisest (joonis 1.6).

Raske kütteõli e. masuut on praegusel ajal vähe levinud kütus. Varasemal ajal on olnud kasutusel paljudes tsentraalkatlamajades, kuid tänaseks asendatud teiste kütustega ja seetõttu lõppes masuudi kasutamine Tartumaal 2001. aastal (joonis 1.7). Osa katlamaju viidi üle näiteks põlevkiviõlile, maagaasile ja biokütustele, kuid paljude väiksemate asulate ning ettevõtete katlamajade opereerimine lõpetati.

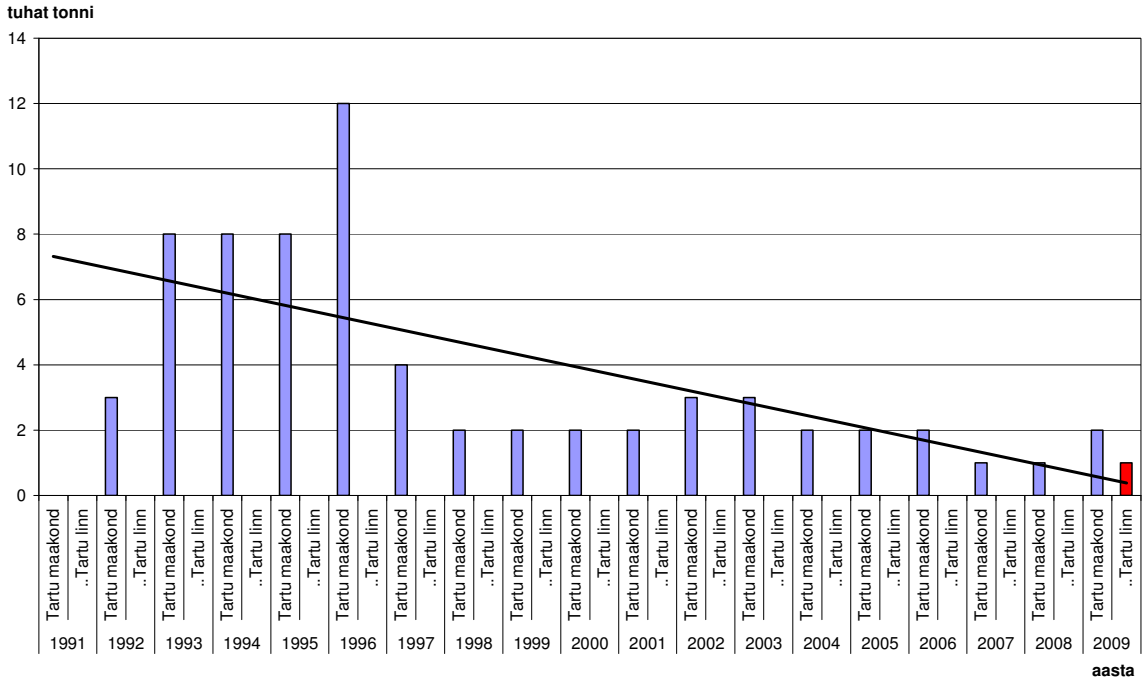


Joonis 1.6. Maagaasi tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]



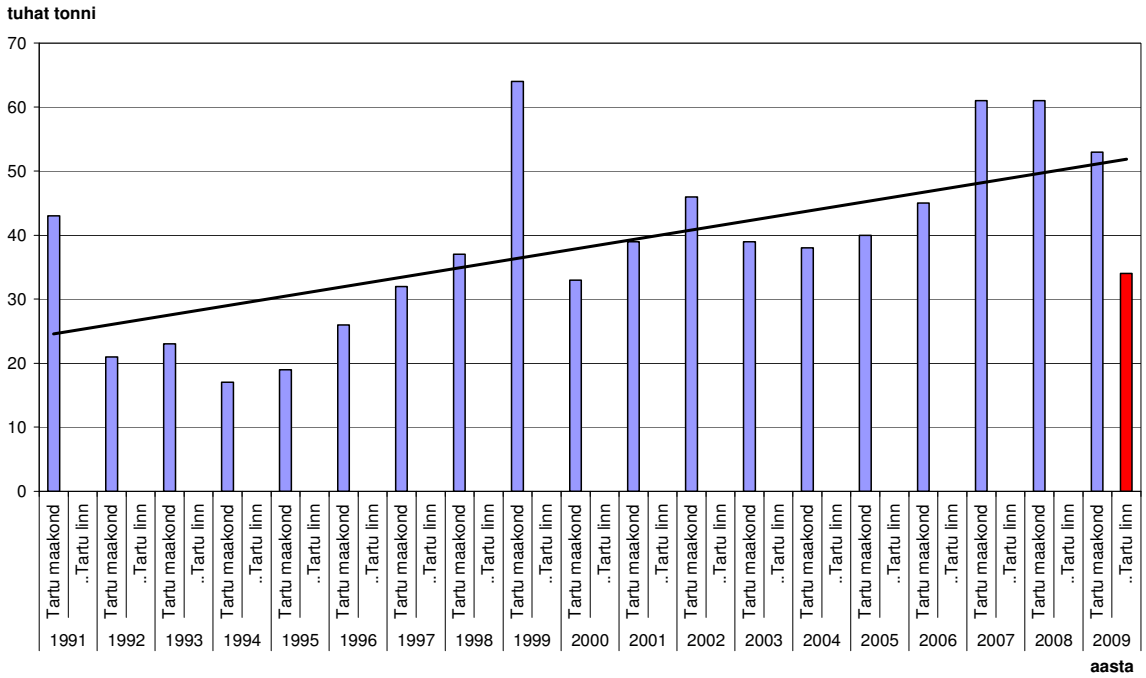
Joonis 1.7. Raske kütteõli tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]

<u>Põlevkiviõli</u> on Eestis toodetud katlakütus, mida müüakse mitme erineva tootemargina. Põhikütusena kasutatakse põlevkiviõli Nõo, Tõravere, Rõngu, Märja ja Ilmatsalu asulate tsentraalküttekatlamajades, samuti mingil määral Elva linnas. Tarbimismahud on olnud Tartumaal langustrendis (joonis 1.8), kuid tulevikuks võib prognoosida tarbimise püsimist sellel tasemel või isegi kasvu. Viru Keemia Grupi ja Eesti Energia Õlitööstuse poolt arendatavad uued tootmisüksused peaksid tagama põlevkiviõli hea kättesaadavuse ja loodetavasti ka parema kvaliteedi ning konkurentsivõimelise hinna.



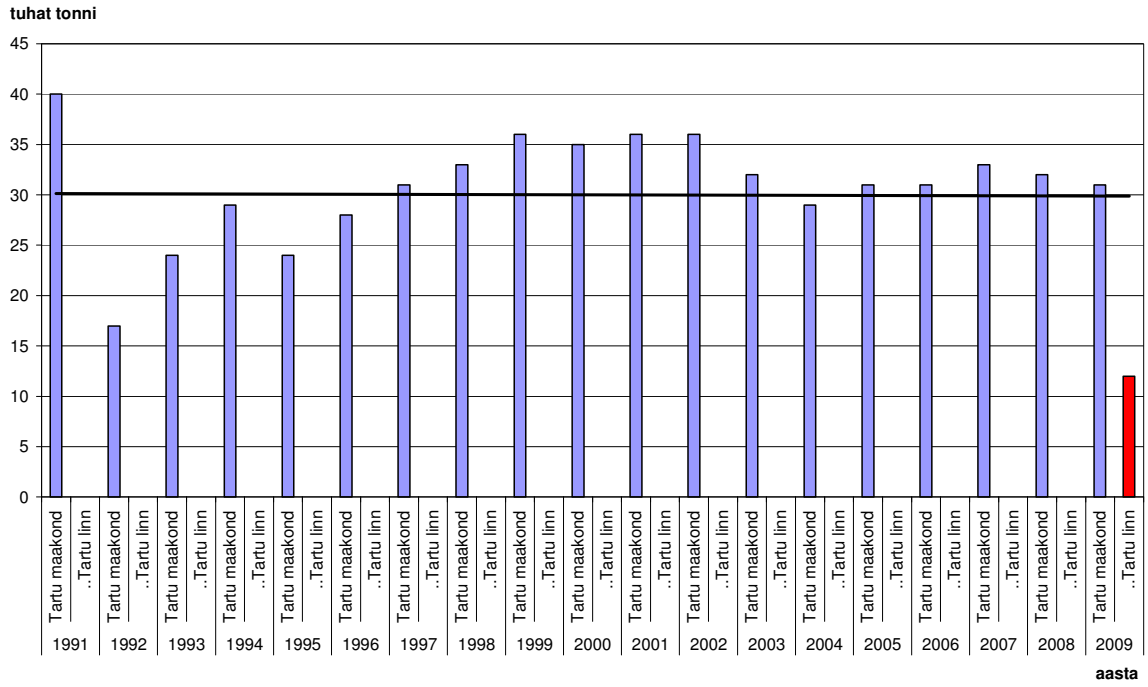
Joonis 1.8. Põlevkiviõli tarbimine Tartumaal aastatel 1991...2009. [1]

<u>Kerge kütteõli ja diislikütus</u> on defineeritud vastavalt vedelkütuse erimärgistamise seadusele, mille järgi on kerge kütteõli kas Eestisse imporditud või Eestis toodetud kütus, mida ei maksustata diislikütuse aktsiisimääraga. Kerge kütteõli kasutatakse peamiselt erakatlamajades ja osades tsentraalkatlamajades; näiteks reservkütusena Elvas ja Tartu linnas ning Vara vallas. Ülejäänu moodustab mootorikütus, mida kasutatakse transpordis diiselmootoriga liiklusvahendites ja ka elektrigeneraatorites. Regionaalselt on suurimad tarbimissektorid raskeveod ja ühistransport. Trend näitab hoogsat kasvu, peamiselt diislikütuse toel (joonis 1.9).



Joonis 1.9. Kerge kütteõli ja diislikütuse summaarne tarbimine Tartumaal aastatel 1991 ... 2009. [1]

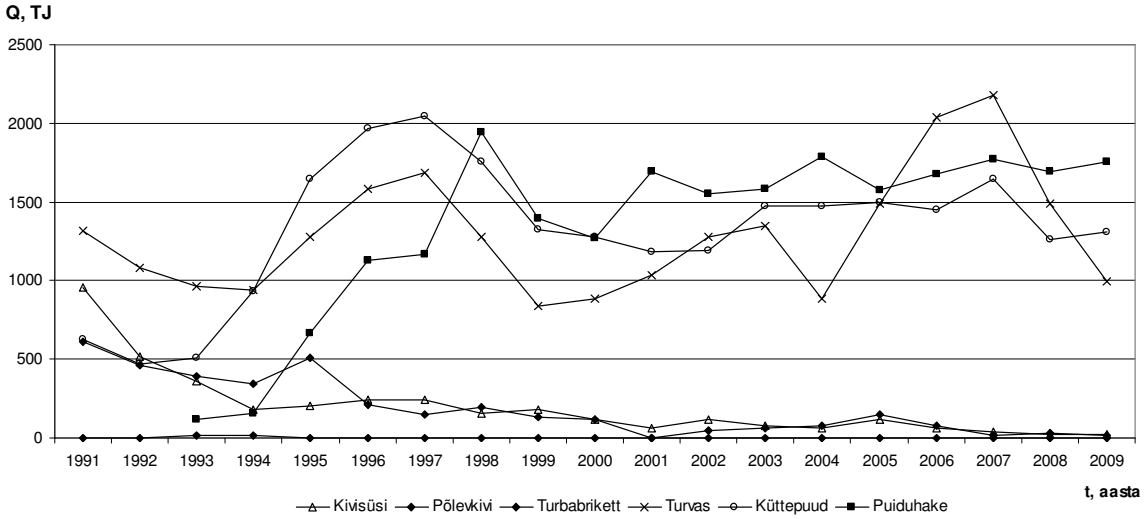
<u>Autobensiin</u> on kasutusel igapäevaselt mootorikütusena. Tarbimine on Tartumaal üsna püsiva tõusva trendiga (joonis 1.10). Viimastel aastatel toimunud suured hinnakõikumised pole tarbimise kasvu eriti pidurdanud. Samas tulevikuks on prognoositud bensiini jätkuvat hinnatõusu ja selle osalist asendamist metaangaasi, biokütuste ja elektriga seoses hübriidautode ning elektriautode laialdasema levikuga. Lähiaastatel on oodata bensiini tarbimise asendumist peamiselt vedelgaasi ja surumaagaasi kasutusega.



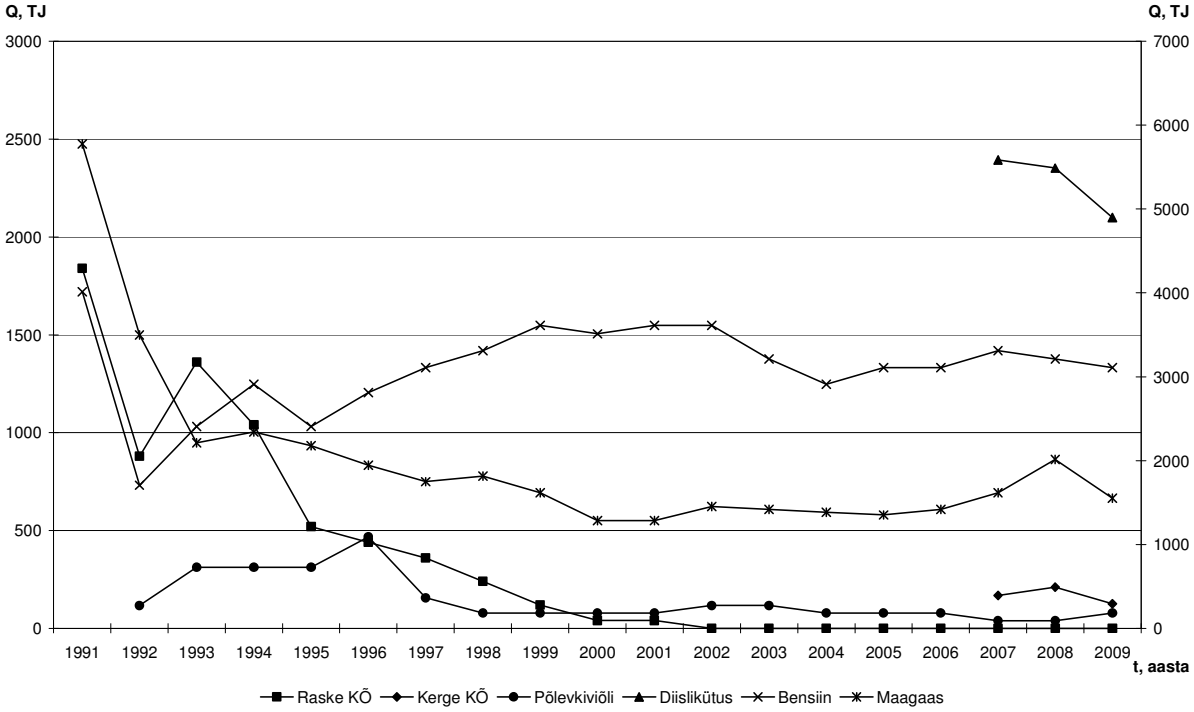
Joonis 1.10. Autobensiini tarbimine Tartumaal aastatel 1991 ... 2009. [1]

Võimaldamaks erinevatest kütustest saadava energiakoguse võrreldavust on kogused teisendatud teradžaulideks. Teisendused on tehtud vastavalt Statistikaameti poolt kasutatavatele alumistele kütteväärtustele arvestades madalaimat väärtust, arvutustulemused on toodud tabelis Lisa 1. Tartumaa energiakasutus. Tulem ei näita ehk kõige täpsemalt reaalset või maksimaalset võimalikku saadavat energiakogust, kuid annab täpse ülevaate miinimumkogustest. Enimkasutatavate kütuste kütteväärtused on: maagaas – 33…34 GJ/tuh.m^3, diislikütus – 42…43 GJ/t, autobensiin – 43…44 GJ/t, hakkpuit – 6…7 GJ/tm, küttepuit 7…8 GJ/tm, turvas – 7…12 GJ/t, turbabrikett 15…18 GJ/t.

Jälgides kütustes salvestatud energia tarbimist joonistelt 1.11 ja 1.12 võib järeldada, et kasutatavatest kütustest suurem osa energiat saadakse maagaasist, hakkpuidust ja küttepuudest. Puitkütused võib lugeda kohalikeks kütusteks, millest hakkpuitu kasutatakse peamiselt tsentraalkütte ettevõtete ja küttepuud eratarbijate poolt. Tahkekütustest suuremal hulgal tarbitav kütus on ka turvas, mis leiab ka tarbimist peamiselt tsentraalkütte-ettevõtete poolt. Maagaas on täielikult sisseostetud ressurss. Vedelkütustest kasutatakse enim diiselkütust ja autobensiini.



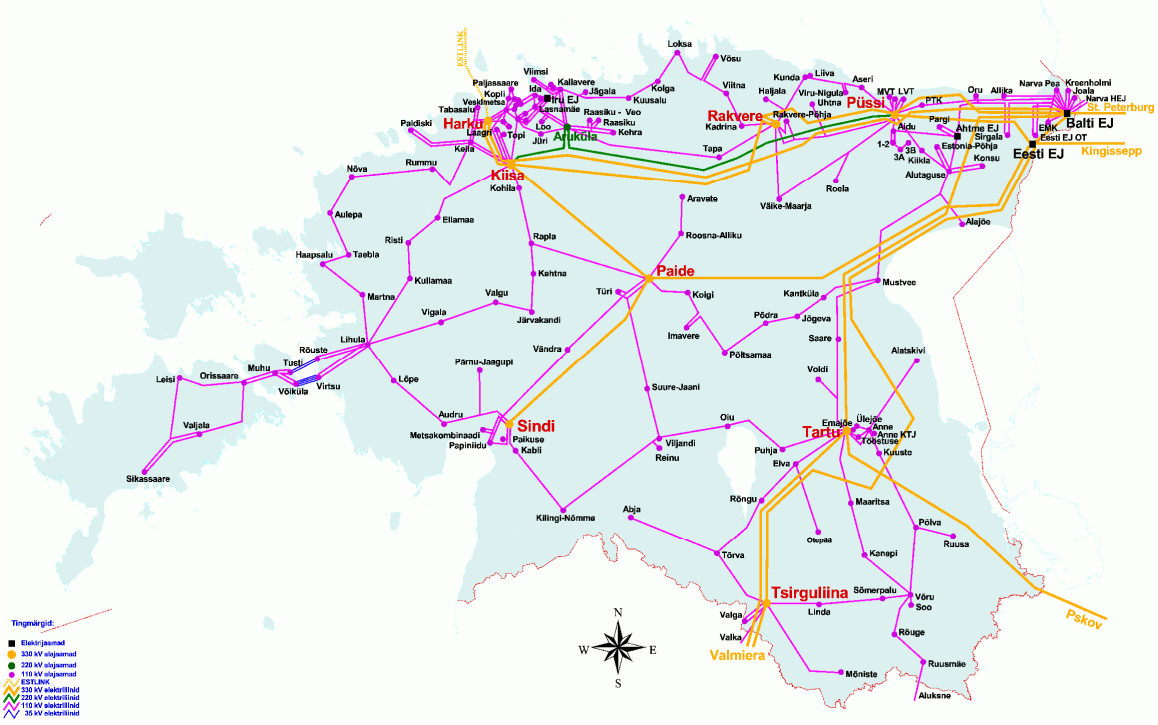
Joonis 1.11. Tahketes kütustes salvestatud energia tarbimine aastatel 1991...2009. [1,3]



Joonis 1.12. Gaasis ja vedelates kütustes salvestatud energia tarbimine Tartumaal aastatel 1991 ... 2009. Vedelad kütused vasakul teljel, gaas paremal. [1,3]

1.2. Elektrienergiaga varustatus

Tartu maakond on elektrienergiaga varustatud ühe Balti SEJ – Tartu alajaam 330 kV pingega Eesti põhivõrgu õhuliiniga (joonis 1.13). Lisaks lähtuvad Tartust 330 kV liinid Pihkvasse ja Valmierasse olles osaks nn Balti Ringist. Lisaks on võrguettevõtte Elering arengukavas planeeritud ja osaliselt ka alustatud Tartu – Viljandi – Sindi 110 kV ülekandeliini rekonstrueerimine 110/330 kV õhuliiniks. Pikemas perspektiivis on Tartu, Pärnu ja Tallinna elektrivarustuse parendamiseks ja töökindlamaks muutmiseks kavas ehitada Tartu – Sindi – Harku 330 kV õhuliin.



Joonis 1.13. Eesti 110…330 kV elektrisüsteem. [4]

Tartu alajaamas alaldatakse 330 kV pingetele 110/35/15/10 kV ning jaotatakse laiali mööda vastava nimipingega kõrgepingevõrkusid. Tarbijaid toidetakse lokaalsetest, peamiselt 10/0,4 kV alajaamadest, mida Tartumaal on hetkel kokku üle 3000 (Eestis kokku ~18000) ning see arv kasvab pidevalt seoses võrguettevõtte poolse elektriliinide ja jaotlate kaasajastamisega. Kuna elektrivarustuse struktuur on keerukas ning ei järgi omavalitsuste piire vaid piirkonna asustatust ja industrialiseerituse taset, siis mõned Tartumaad elektrienergiaga varustavad alajaamad paiknevad maakonna piiridest väljaspool nagu Saare ja Voldi.

Tartu maakonna suurimaks elektrienergiat tarbivaks omavalitsuseks on Tartu linn, sellele vastavalt on üles ehitatud ka hetkel toimiv ülekandevõrk (joonis 1.15), kus piirkonna keskne, 330 kV alajaam ja jaotla paikneb Tartus ning elektrivarustus on tagatud kasutades 110 ja 35 kV õhu- ja kaabelliine linnas ja selle lähiümbruses paiknevate alajaamade ringtoiteks. Kaugemal paiknevate keskuste nagu Alatskivi, Elva, Puhja, Rõngu toiteks on kasutatud 110 kV ülekandeliine.

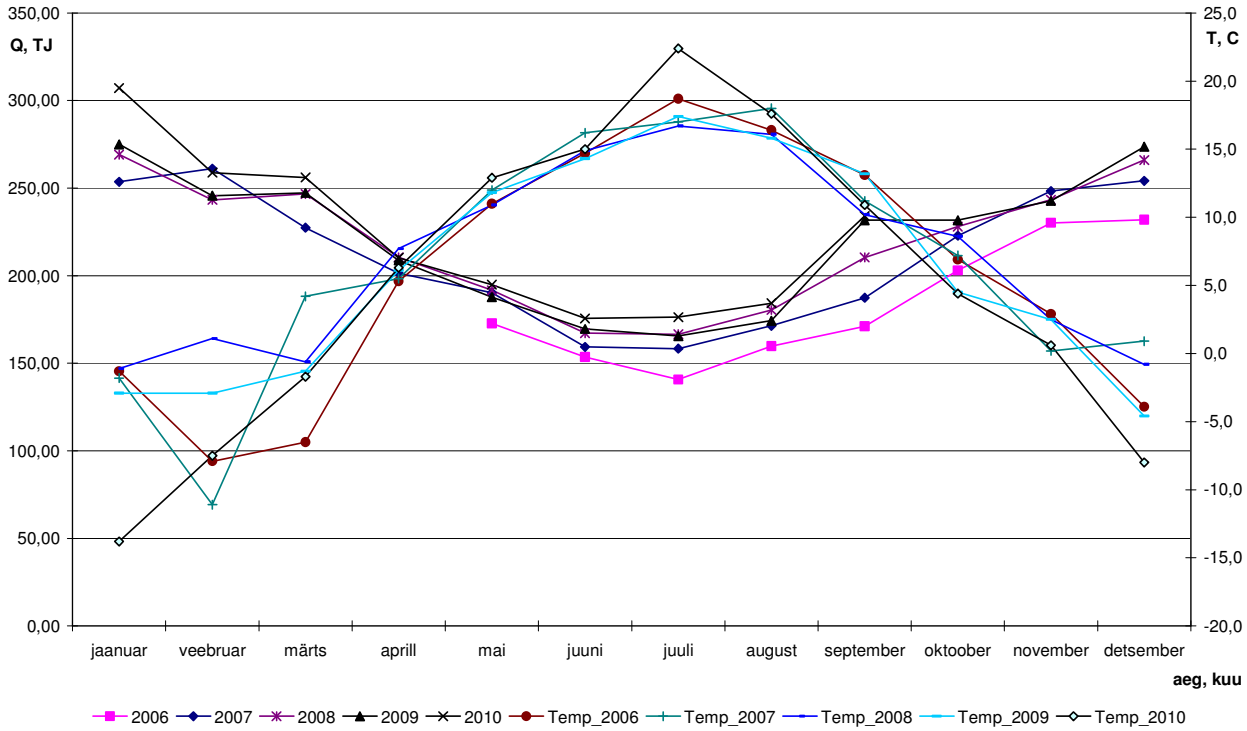
15 ja 10 kV liinide ja jaotlate ning ka madalpingeliinide paiknemisega saab tutvuda Maa-ameti kitsenduste kaardil: http://geoportaal.maaamet.ee/.

1.2.1 Elektrienergia tarbimine

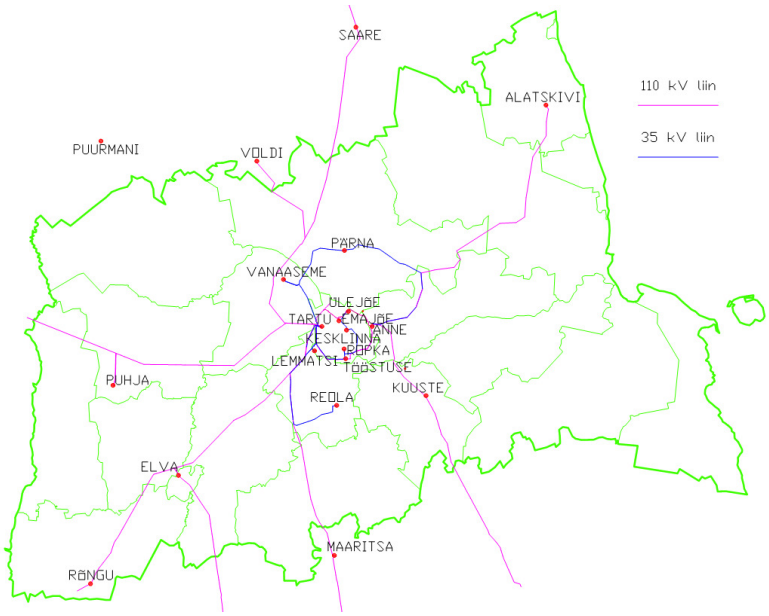
Kuna elektrienergia kättesaadavus on hea ja tarbimine on väga laialt levinud, siis on andmete käideldavuse ja selguse huvides antud analüüsis kasutatud Tartumaad elektrienergiaga varustavaid suuremaid jaotlaid läbinud elektrienergia hulki. Nendeks jaotlateks on: Alatskivi, Anne, Elva, Emajõe, Kuuste, Puhja, Rõngu, Saare, Tartu, Tööstuse, Voldi ja Ülejõe.

Jaotlate paiknemine on märgitud joonisele 1.15. Elektrienergia summaarne tarbimine kuude lõikes aastatel 2006…2010 on toodud joonisel 1.14. Jooniselt on hästi näha elektrienergia tarbimise sesoonne iseloom, kus jahedamatel perioodidel on energiatarbimine peaaegu poole suurem suvisest. Aastate lõikes on märgata väikest kasvutrendi.

Elektrienergia tarbimise väärtused kuude lõikes ja jagunemine tööstus- ning kodutarbijate vahel aastatel 2006…2010 on toodud Lisas 3.



Joonis 1.14. Elektrienergia tarbimine Tartumaal kokku TJ ning keskmised välisõhu temperatuurid Tartus aastatel 2006…2010. [7]



Joonis 1.15. 110 ja 35 kV kõrgepingeliinide ning 110/35/15/10 kV alajaamade paiknemine Tartumaal ja lähiümbruses. [5,7]

1.2.2 Elektrienergia tootmine

Tartumaal paikneb hetkel viis registreeritud elektrienergia tootmisüksust summaarse elektrilise võimsusega 32,02 MW (tabel 1.1). Lisaks on teada, et ehituseelses faasis on Tähtvere valda Ilmatsallu planeeritud biogaasil töötav koostootmisjaam elektrilise võimsusega 1,5 MW.

Tabel 1.1. Elektrienergiat üldisesse võrku tootvad tootmisüksused Tartumaal [7]

Tootmisüksus	Võimsus, MW_{el}	Tüüp	Energiaallikas
Tartu Elektrijaam	25	soojuselektrijaam	turvas, hakkpuit
AS Grüne Fee Eesti	4	soojuselektrijaam	maagaas
AS Sangla Turvas Elektrijaam *	2,5	soojuselektrijaam	turvas
AS Sangla Turvas tuulik	0,3	tuulik	tuul
Tõravere Vesiveski	0,02	hüdroelektrijaam	vesi

* Lõpetas tootmise 2008. a.

Suurimaks elektrienergia tootjaks on AS'le Fortum kuuluv ja AS Anne Soojuse poolt opereeritav koostootmisjaam (tabelis 1.1 nimet. „Tartu Elektrijaam"), mis hakkas elektrienergiat võrku andma 2009. aastal.

Teiseks suureks elektrienergia tootjaks on AS Grüne Fee, kes toodab elektrienergiat peamiselt enese tootmisvajaduste katmiseks, kuid ülejäägi korral müüb seda ka võrku.

AS Sangla Turvas kuulunud soojuselektrijaam on tänaseks oma tegevuse lõpetanud, töös on samale ettevõttele kuuluv tuulik Puhja lähedal.

Juhul, kui Tartumaal on veel mõni elektrienergiat tootev üksus, siis puudub neil hetkel võrguettevõttega elektrienergia müügileping ja seetõttu ei kajastu see ka siinses töös.

Elektrienergia müügi arvulised väärtused on toodud tabelis 1.2.

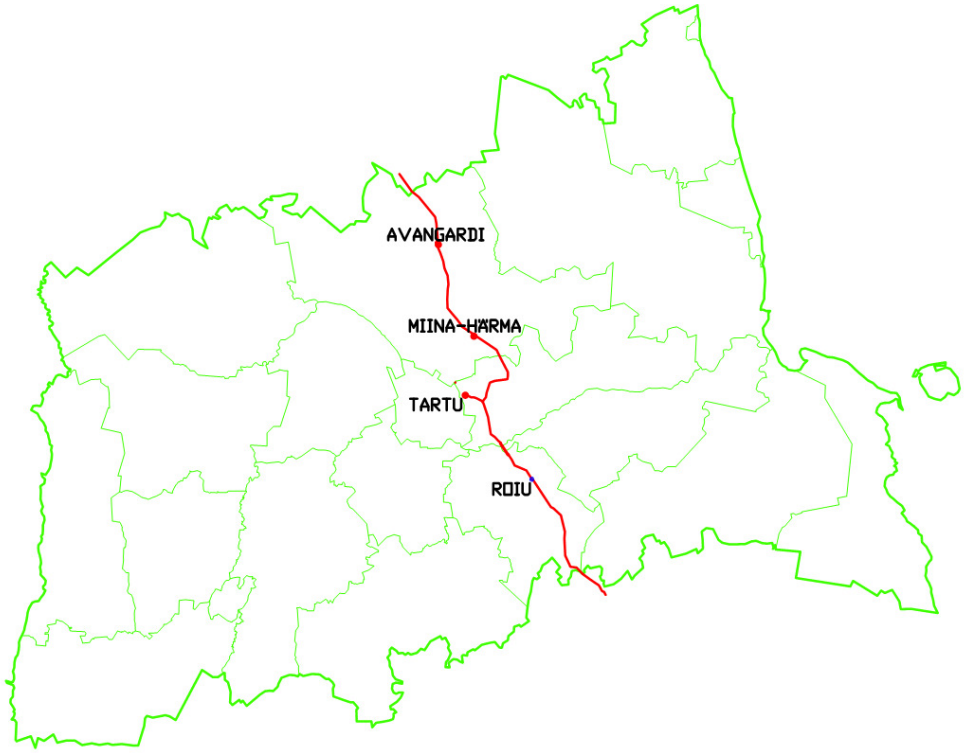
Tabel 1.2. Tartumaa energiatootjate poolt Eesti Energia Jaotusvõrk OÜ kaudu müüdud elektrienergia kogused aastatel 2006 … 2010 ja selle protsentuaalne kogus kogu Eestis toodetud elektrienergiast [2,7]

		jaanuar	veebruar	märts	aprill	mai	juuni	juuli	august	september	oktoober	november	detsember
2006	Toodang	-	-	-	-	52,22	310,77	360,31	490,21	492,74	492,36	572,52	680,44
	$\%_{kogutoodang}$	-	-	-	-	0,0020	0,0138	0,0155	0,0155	0,0215	0,0154	0,0184	0,0217
2007	Toodang	680,95	575,33	573,21	549,23	741,43	972,80	656,49	569,28	530,11	396,44	587,85	870,81
	$\%_{kogutoodang}$	0,0201	0,0156	0,0159	0,0170	0,0231	0,0323	0,0197	0,0157	0,0134	0,0097	0,0138	0,0201
2008	Toodang	769,44	749,23	311,54	426,88	286,00	540,94	552,04	789,28	892,47	1027,48	748,27	548,65
	$\%_{kogutoodang}$	0,0186	0,0209	0,0114	0,0158	0,0118	0,0251	0,0233	0,0226	0,0238	0,0282	0,0217	0,0155
2009	Toodang	32,67	73,77	118,53	139,14	147,61	103,08	77,11	97,98	218,97	218,97	144,15	34,12
	$\%_{kogutoodang}$	0,0009	0,0022	0,0037	0,0064	0,0071	0,0040	0,0039	0,0046	0,0091	0,0090	0,0062	0,0012
2010	Toodang	40,82	83,93	151,56	52,40	35,34	31,92	24,65	27,54	172,43	-	-	-
	$\%_{kogutoodang}$	0,0009	0,0021	0,0036	0,0017	0,0010	0,0009	0,0007	0,0008	0,0051	-	-	-

Märkus: Andmed ei sisalda AS Fortum Lohkva koostootmisjaama elektrimüüki.

1.3. Gaasivarustus

Tartumaad läbib Irboška– Tartu – Rakvere D kategooria ülekandevõrgu gaasitorustik (joonis 1.16) millel asuvatest gaasijaotus- ja rõhualandusjaamadest jäävad Tartumaale: Tartu gaasijaotusjaam (Luunja vallas) ning Miina-Härma ja Avangardi gaasijaotusjaa vallas). Tartu GJJ varustab maagaasiga Tartu linna ning Ülenurme, Haaslava ja Luunja valla territooriumitel paiknevaid A ja B kategooria gaasitorustikke. Miina-Härma GJJ varustab peamiselt Kõrveküla ning Avangardi GJJ Lähte, Vedu ja Äksi tarbijaid. Võrguettevõttel Eesti Gaas on kavas välja ehitada Roiule (Haaslava vald) uus gaasijaotusjaam tagamaks Tartu linnale ning Ülenurme vallale kvaliteetsemat teenust. Gaasijaotusjaamades alaldatakse rõhk jaotusvõrgule kohaseks ning suunatakse tarbijale. Konkurentsiameti andmetel tegutseb Tartumaal kuus võrguettevõtet (tabel 1.3), kellel on õigus pakkuda võrguteenust.



Joonis. 1.16. D-kategooria gaasitorustiku ja gaasijaotusjaamade paiknemine Tartumaal. [5]

Tabel 1.3. Maagaasi võrguettevõtjad Tartumaal [6]

Ettevõte	Paikmine
Eesti Gaas Võrguteenus AS	Suurim tarnija Tartumaal
Fortum Termest AS	1. Haaslava, Ülenurme, Kambja ja Mäksa valla territooriumidel; 2. Tartu linna Aardla linnaosa ja Ülenurme valla Soinaste ning Lemmatsi külade territooriumidel 3. linna Tammelinna linnaosas
Ihaste Gaas OÜ	1. Uus Ihaste ja Vana Ihaste piirkonnas Tartu linnas ja Tartumaal
Raadimõisa Gaas OÜ	1. Tartu linna Raadi-Kruusamäe linnaosa, Tartu valla Vahi küla ja Tila küla ning Luunja valla Lohkva küla territoorium 2. Ülenurme ja Tähtvere valla territooriumidel 3. Ülenurme valas ja alevikus 4. Tõrvandi aleviku piirkond 5. Tartu valla Äksi aleviku piirkond
Termox AS	1. Kõrveküla piirkond Tartu vallas
Varmata AS	1. Aruküla tee ja Kvissentali elamurajooni piirkonnas Tartu valla ja Tartu linna territooriumidel 2. Ülenurme valla territooriumil Tartumaal

2. Tartumaa taastuvenergia ressursid

2.1. Hüdroenergia

Esimene teadaolev vesiveski Eestis on aastast 1219 Kohila veski Jõelähtme jõel. Aastal 1857 ehitati Kreenholmi manufaktuur, kus olid 380 HJ vesirattad – neid peeti tolle aja võimsaimateks. Hinnanguliselt on kogu Eesti hüdroenergia potentsiaal umbes 300 MW, mis on erinevatel hinnangutel 1...1,5% Eesti praegusest elektrijaamades installeeritud võimsusest. Sellest tehniliselt rakendatav potentsiaal erinevatel hinnangutel on 30...60 MW. Tartu maakonna hüdroenergia tehniline ressurss on TTÜ Elektroenergeetika instituudi andmetel sellest 4% ehk 1,6...3,2 MW. Näiteks narva jõe ressurss on võrdne teiste jõgede summaarse ressursiga.

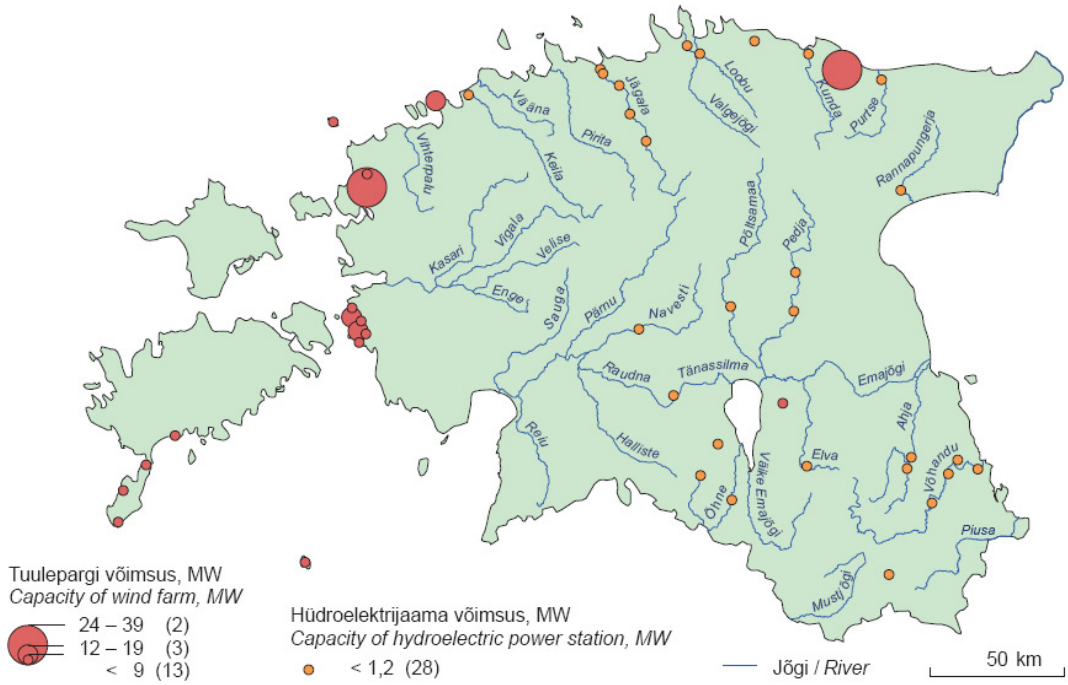
Tartumaal asub 42 üle 25 km^2 valgalaga jõge. Pikim neist on Emajõgi (100 km), mis voolab läbi Tartu linna ning jagab selle kaheks, kuid selle jõe langus on kõigest 0,03 m/km. Teised pikemad jõed on Ahja jõgi (92 km), Elva jõgi (72 km) ja Amme jõgi (64 km). Tartumaa suuremate jõgede langus on väike.[8]

Spetsialistide hinnangul on majanduslikult tasuv ainult selliste endiste veskite ja minihüdrojaamade taastamine, kus on piisavalt säilinud hüdrotehnilisi rajatisi. Majandusliku olukorra ja hindade muutumine võib seda olukorda parandada niimoodi, et muutub tasuvaks ka vanade veskite taastamine ja ka uute ehitamine.

Eraldiseisvate objektide energiavarustuseks sobib väikehüdroenergia hästi. Elektrivõrguga ühendamise korral on võimalik toota ka elektrivõrku, kuid keskkonnapiirangute tõttu on väikeste hüdrojaamade rajamine paljudele jõgedele seotud lisanõuetega või keelatud.

Teoreetilisest hüdroenergia ressursist kasutatav ressurss on kordi väiksem, sest potentsiaalseid hüdrojaamade rajamise asukohti on vähe. Seadmete kasuteguri parandamine ja olemasolevate jaamade uuendamine on suure potentsiaaliga, nagu on leitud Setomaa piirkonna uuringus. [9]

Joonisel 2.1 on näha alla 1,2 MW võimsusega töös olevad hüdroelektrijaamad seisuga 1. jaanuar 2010.



Joonis 2.1. Hüdroelektrijaamad seisuga 1. jaanuar 2010. [10]

Hüdroenergia ressursi poolest on Tartumaal kolm arvestatavat jõge [8] :

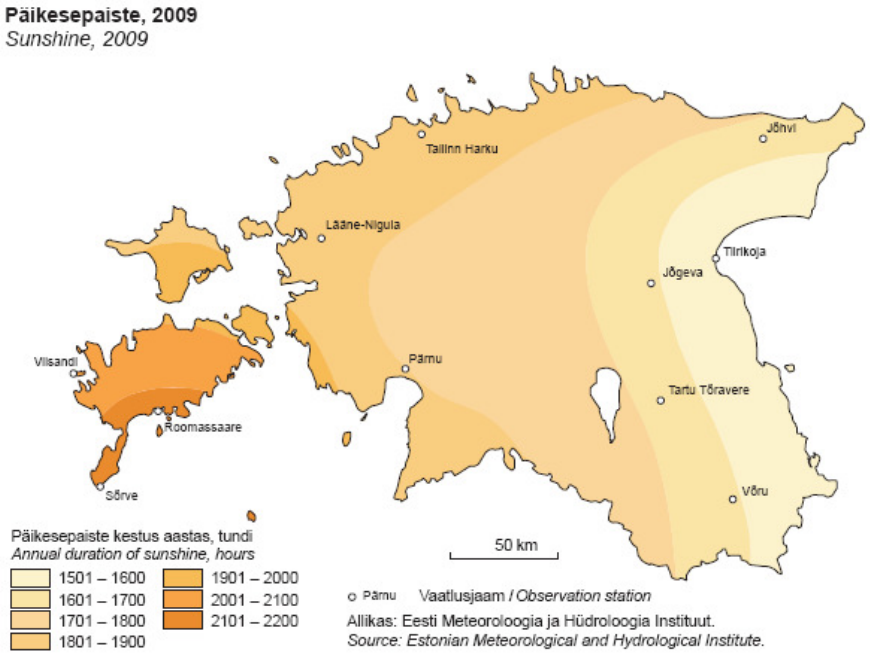
- Ahja jõgi algab Erastvere järvest ja suubub Emajõkke 8,8 km enne Emajõe suubumist Peipsi järve. Jõgi on alamjooksul laevatatav. Keskjooksul paiknevad Saesaare veehoidla ja Saesaare hüdroelektrijaam. Jõe langus on 87 meetrit s.o 0,92 m/km. Pikkus 103,4 km ja valgala pindala 1 074,3 km^2.
- Amme jõgi algab Kuremaa järvest ja suubub Emajõkke. Jõe langus on 51,6 meetrit s.o 0,87 m/km. Jõe pikkus on 59 km ja valgala pindala 501 km^2.
- Elva jõgi algab Valgjärvest Põlva maakonnas. Jõe langus on 144 meetrit s.o 2 m/km. Jõe pikkus on 72 km ja valgala pindala 456 km^2.

2.2. Päikeseenergia

Iga päev langeb maale Päikeselt selline kogus energiat mida jätkuks maa-asukatele 27 aastaks. Meie kasutame sellest kõigest 1%. Päikeseenergia ning sel põhinevad energialiigid (tuuleenergia, laineenergia, hüdroenergia ja ka biomass) on enamus meie taastuvenergiaallikatest. Päikeseenergiat saab kasutada mitmel erineval viisil:

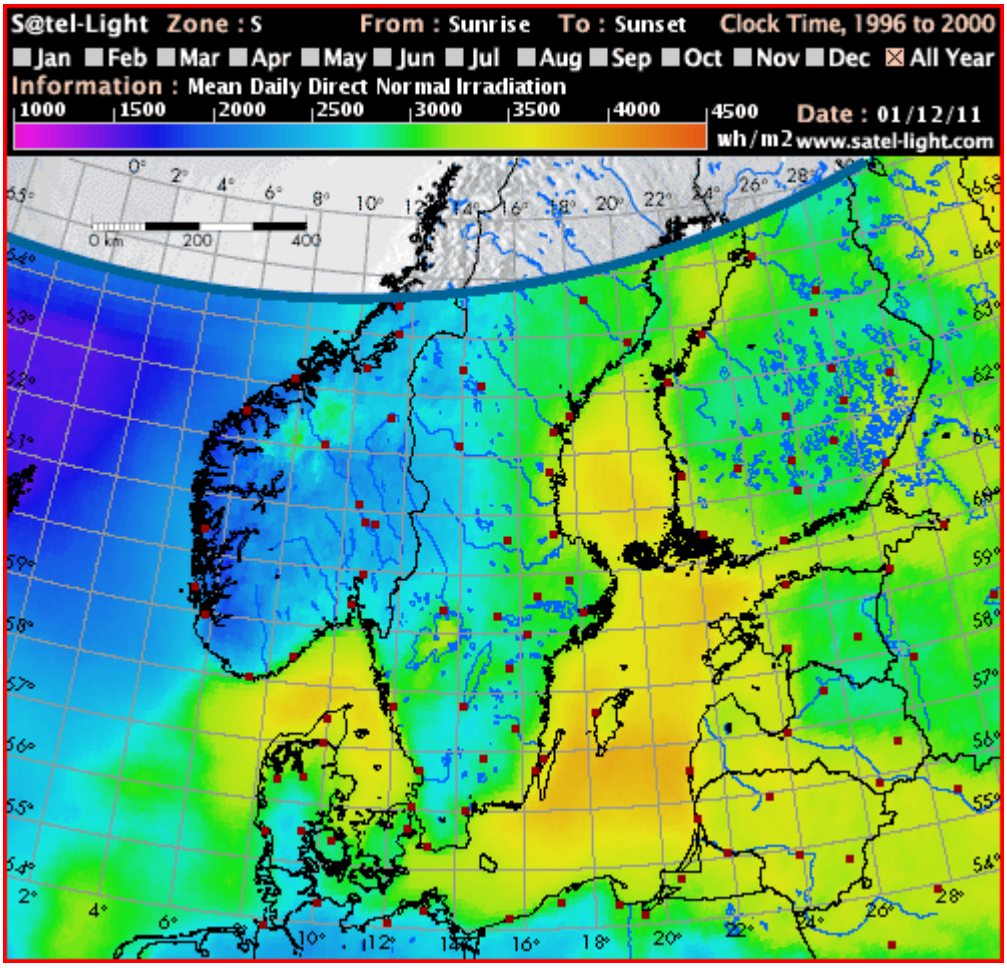
- fotogalvaaniline e. fotoelektriline muundamine;
- päikesepaneelid ja päikese elektrijaamad;
- sooja vee tootmine;
- hoonetes otsene päikeseenergiat.

Päikesepaistelise aja maksimaalne pikkus umbes 50% aastast, mis on umbes 4350 tundi. Tegelik aeg lüheneb pilvisuse tõttu märgatavalt kuigi osa kiirgust jõuab siiski maale ka pilvise taeva puhul. Joonisel 2.2 on näha päikesepaiste kestus aastas tundides. Tartu maakonnas on päikepaiste kestus 1 500…1 900 tundi aastas, vähenedes Peipsi suunas.



Joonis. 2.2. Päikesepaiste kestus 2009. aastal. [10]

Euroopas kõigub päikesepaisteliste tundide arv aastas piirkonniti palju. Saaremaal võib koguni olla päikesepaistet 2 200 tundi aastas, mis on umbes 25% kogu aastast, aga põhiline osa langeb suveperioodi, mil energiatarbimine kütteks on minimaalne. Suveperioodil saab päikeseenergiat kasutada efektiivselt vee soojendamiseks. Joonisel 2.3 on näha keskmised päevased päikeseenergia kogused. Tartu maakonnas on keskmine päevane energia ligikaudu 3 000W·h/m^2.

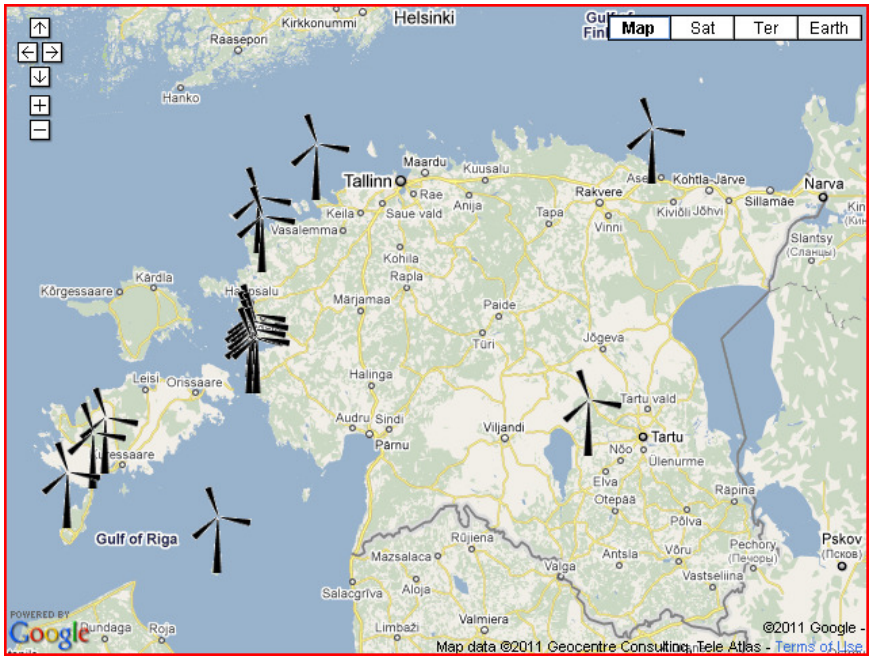


Joonis 2.3. Keskmine päevane päikeseenergia 1996…2000. aastal (W·h/m^2). [11]

2.3. Tuuleenergia

Tuuleenergia on mehaanilise energia liik, mis vabaneb õhu liikumisel. Tuuleenergia muundatakse mehaaniliseks energiaks tuuleveskites ja tuule jõul töötavates veepumpades. Tuuleenergia muundavad elektrienergiaks tuulegeneraatorid. Kõige rohkem tuulikuid on Saksamaal, kus saadakse kõige suurem osa maailma tuuleenergiast.

Eestis oli 2010. aasta novembrikuuks installeeritud ligikaudu 149 MW tuulegeneraatoreid. Jaanuarist septembrini oli tuuleenergia toodang 180,3 GW·h septembris toodeti 4,9% Eesti kogu elektri tarbimisest tuulikutega. Tabelist 2.1 on näha arendamisel olevad tuulepargid, kokku on arendamisel 380 MW võimsusi.



Joonis 2.4 Eesti tuulepargid. [12]

Kaardil (vt. joonis 2.4) on näha praegu töötavad tuulepargid. Tartu maakonnas on hetkel üks tuulik. AS Sangla Turvas asukohaga Puhja vallas on püstitanud 1 turbiin võimsusega 0,3 MW. Kaardilt on näha, et enamus tuuleparke asuvad läänerannikul, kus on tuuled kõige soodsamad. Valdaval osal sisemaast on aastane keskmine tuulekiirus 3…4 m/s. Rannikualadel on aastane

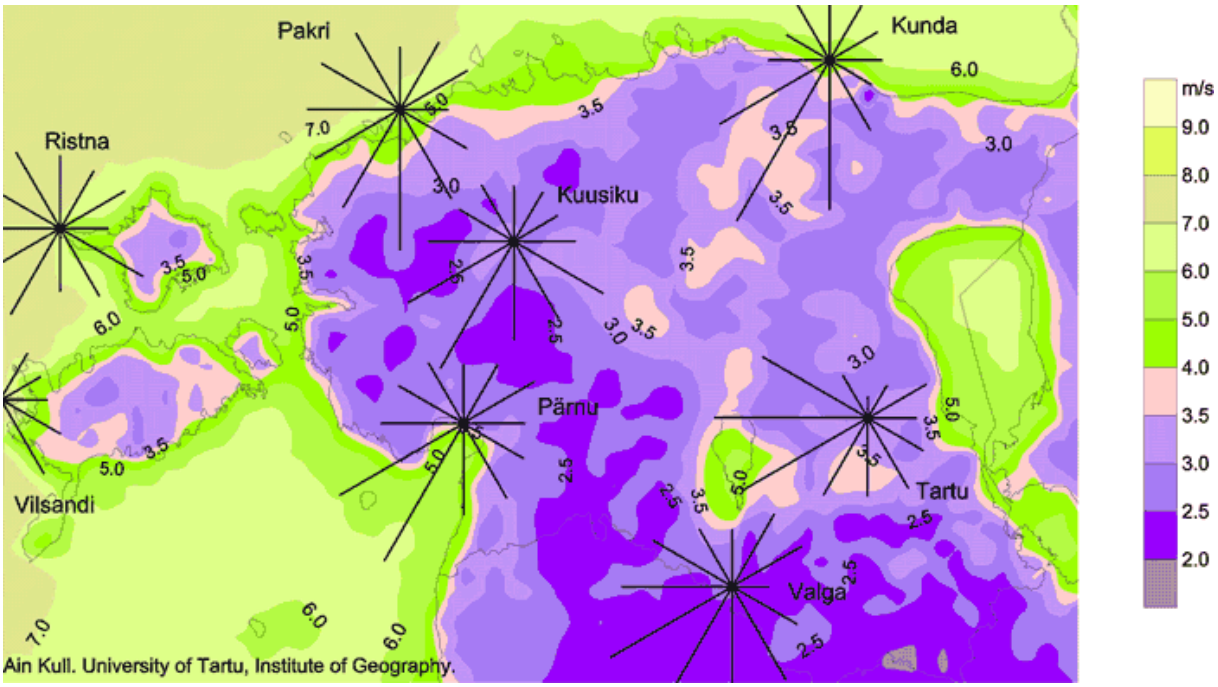
keskmine tuulekiirus umbes 2 korda suurem kui sisemaal (10 meetri kõrgusel). Metsavööndis on tuule kiirus umbes 3 m/s.

Tabel 2.1 Tuuleenergia projektid Eestis [12]

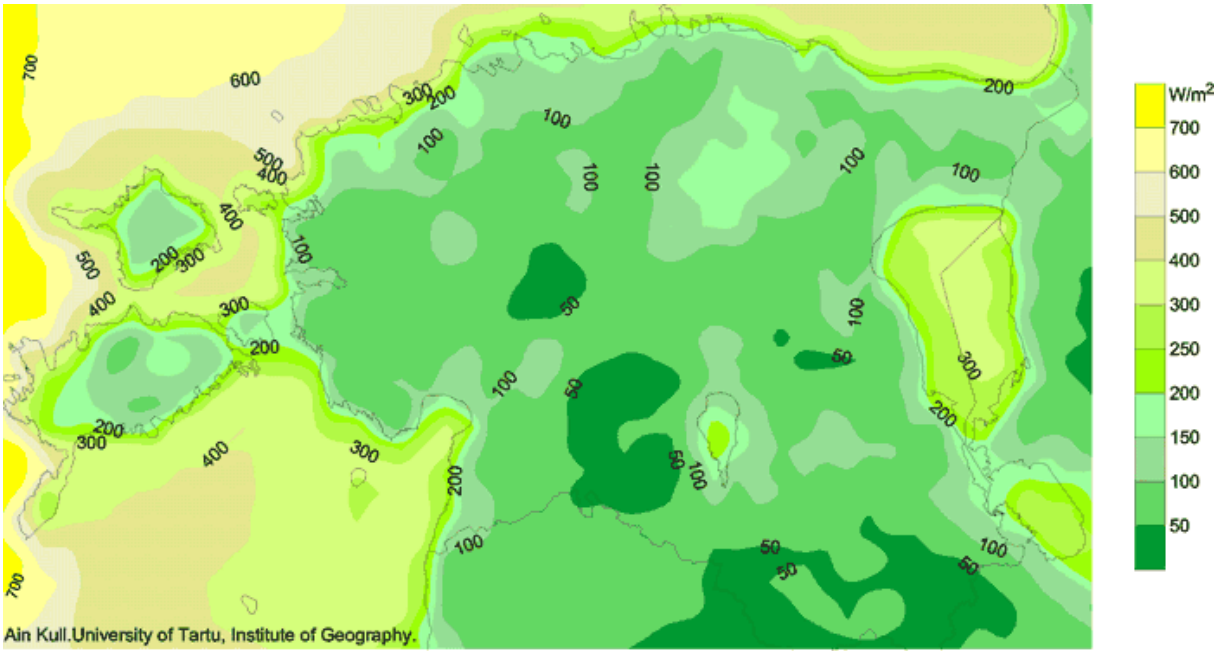
Tuuleenergia projektid Eestis		
Arendamisel	**Võimsus MW**	**Arendaja**
2010		
Virtsu III	6,9	Nelja Energia OÜ
Päite-Vaivina	62	Est-Wind Power OÜ
Aseri	24	Nelja Energia OÜ
2011		
Aulepa	9	Eesti Energia AS
Paldiski	53	Nelja Energia OÜ, Eesti Energia AS
Narva I	39	Eesti Energia AS
Kunda	6	Nelja Energia OÜ
Mäli	12	Tuuleenergia OÜ
Tamba	6	Tuuleenergia OÜ
Sikassaare	1,98	Stacey OÜ
2012		
Purtse	40	Raunistal AS
Narva II	37	Eesti Energia AS
Tooma II	8	Nelja Energia OÜ
Esivere II etapp	13,5	Skinest Energia AS
2013		
Vaivara (Udria)	40	Raunistal AS
Türisalu	21	Türisalu Tuulepark OÜ
Kokku arendamisel	**379,38**	
Planeerimisel		
2014		
Aidu	32	Rasireks Elekter OÜ
Aidu	100	Kindel Vara OÜ
Kestla	17,5	Alikonte OÜ
Toila/Vaivara	1 000	Roheline Elekter OÜ
Kullenga	1,8	WindPower Eesti OÜ
Hiiumaa	kuni 500	Raunissaar AS
Varja	94	Raisner OÜ
Häädemeeste (Urissaare, Orajõe, Piiri)	9 tuulikut	Eesti Energia AS
Varbla (Selja küla)	10…12 tuulikut	EST Kinnisvara OÜ
Sindi	150	Eurowind OÜ
Võiküla (Muhu)	9+2	Estwind Energy OÜ

Eesti tuuleatlase andmetel (vt. joonis 2.5) on Tartu maakonna aastased keskmised tuulekiirused vahemikus 3…5 m/s sõltuvalt piirkonnast. Peipsi ja Võrtsjärve kaldal ulatub

tuule kiirus aasta keskmiselt kuni 5 m/s. Mujal aga on aasta keskmine tuulekiirus 3…3,5 m/s. Tuule kiirused on antud 10 meetri kõrgusel.



Joonis 2.5 Eesti keskmised tuulekiirused. [13]



Joonis 2.6 Tuuleenergia energiatihedus 30 m kõrgusel. [13]

Energiatihedus näitab tuulest põhjustatud energia hulka vertikaalpinna m^2 kohta. Ühikuks on W/m^2. Sellest ressursist on kasutatav vaid osa. Peipsi järvel on energiatihedus vahemikus 200…400 W/m^2, suurenedes rannikult järve keskele. Võrtsjärvel on energiatihedus 100…250 W/m^2 kohta. Mujal Tartu maakonnas on valdavalt energiatihedus 50…200 W/m^2. Võrdluseks, mereäärsetel aladel ulatub energiatihedus kuni 500 W/m^2.

Majanduslikult otstarbekas on tuuleenergia kasutamine aladel, kus on tuulekiirus 10 meetri kõrgusel vähemalt 5 m/s. Potentsiaalsed alad tuulikute paigaldamiseks oleks Võrtsjärve ja Peipsi järve äärsed alad, kus keskmine tuule kiirus Eesti tuuleatlase andmetel on 5 m/s.

2.4. Biomass

Biomass on taastuvenergiaallikas, bioloogiline materjal elavatest või hiljuti elanud organismidest, põllumajanduslikust tootmisest, metsatööstusest ja sellega seotud tootmisest pärit jäätmete ja jääkide bioloogiliselt lagunev osa. Samuti tööstus- ja olmejäätmete bioloogiliselt lagunev osa. Biomassi kasutatakse põhiliselt elektri- või soojatootmiseks. Kuigi fossiilsed kütused on tekkinud biomassist, ei nimetata neid biomassiks üldlevinud definitsiooni kohaselt, sest need sisaldavad süsinikku, mis on olnud pikalt ringlusest väljas. Umbes 32% maakonna pindalast katab mets, kolmandik on põllumaa ja ligi veerand moodustavad sood. Tartu maakonnas kasutatav biomass tuleb järgnevatest tööstustest:

- metsatööstus;
- taimekasvatus;
- loomakasvatus.

2.4.1 Metsa biomass

Metsaressursi energeetilise väärtuse leidmiseks vajalikud andmed on saadud MTÜ Tartumaa Arendusselts poolt tellitud ja OÜ ForInfo poolt koostatud Tartumaa metsaressursi aruandest, mis kajastab Metsaressursi arvestuse riikliku registri andmeid 2010. a oktoobri seisuga. Metsaregistri andmed katavad 98,1 tuhat ha, samal ajal kogu metsa all olev pind Tartu

maakonnas on 117,1 ha. Omavalitsuste kaupa leitud metsade energeetilise ressursi leidmisel on arvestatud metsade üldist keskmist liigilist koosseisu.

Kändude maht on okaspuude puhul 12% tüve mahust, 10% pehmete lehtpuude puhul (haab, kask, mustlepp, hall-lepp) ning 20% kõvade lehtpuude puhul (saar, tamm)

Tartumaa metsade energeetilise väärtuse leidmisel on aluseks võetud puuliikide keskmine küttevääртus MJ/kg. Andmed on toodud tabelis 2.2.

Tabel 2.2. Puidu keskmine küttevääртus. [14]

Puuliik	Puidu kuivaine alumine küttevääртus, MJ/kg
Kask	19,4
Kuusk	19,0
Mänd	19,4
Lepp	18,5
Haab	18,4
Keskmine	18,9

Tabelis 2.3 on leitud Tartumaa küpsetes metsades oleva puidu mahu energeetiline ressurss sortimentide kaupa. Mahtude andmed on võetud Tartumaa metsaressursi aruandest.

Tabel 2.3 Tartumaa küpsete metsade puidu energeetiline väärtus (seisuga oktoober 2010).

Puuliik	Puidu energeetiline väärtus GW·h							
	Jämepalk	Peenpalk	Paberipuu	Küttepuu	Jäätmed	Oksad	Kännud	Kokku
mänd	1712,0	502,9	452,2	145,1	515,8	233,0	399,4	3960,5
kuusk	847,3	336,3	515,7	15,8	405,4	191,4	287,0	2599,0
kask	1269,1	676,5	1723,7	593,9	1079,7	320,6	534,3	6197,8
haab	298,0	96,1	544,5	458,2	329,3	138,1	172,6	2036,7
hall-lepp	29,3	64,7	520,7	330,6	283,6	98,3	122,9	1450,2
sanglepp	100,7	69,0	234,4	131,7	133,0	53,5	66,9	789,2
kõvalehtpuud	65,6	27,6	25,1	4,6	32,3	12,4	31,1	198,8
Kokku	4322,0	1773,2	4016,4	1680,0	2779,1	1047,2	1614,1	17232,1

Tabel 2.4 Võimalik aastane puidukasutus kütteks ja kogu metsatagavara ja selle energeetiline potentsiaal omavalitsuste kaupa, GW·h

Omavalitsus	Aastas kändudeta		Aastas kändudega		Kogu metsatagavara, m^3	Kogu metsatagavara energeetiline potentsiaal, GW·h
	Jagatuna 10a	Jagatuna 5a	Jagatuna 10a	Jagatuna 5a		
Alatskivi	9,6	19,2	14,2	28,5	852 599	1278,9
Elva linn	0,0	0,0	0,0	0,0	33 424	50,1
Haaslava	7,7	15,5	13,0	26,0	612 096	918,1
Kallaste linn	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Kambja	14,2	28,4	21,7	43,4	1 216 023	1824,0
Konguta	4,4	8,8	6,6	13,2	417 692	626,5
Laeva	11,9	23,9	17,4	34,9	1 880 503	2820,8
Luunja	5,6	11,1	8,3	16,5	420 215	630,3
Meeksi	10,7	21,4	16,5	32,9	913 425	1370,1
Mäksa	8,2	16,4	12,7	25,4	529 213	793,8
Nõo	10,4	20,8	16,6	33,2	873 441	1310,2
Peipsiääre	2,5	5,1	3,8	7,7	202 659	304,0
Piirissare	0,0	0,0	0,0	0,0	3 821	5,7
Puhja	3,2	6,3	4,6	9,3	509 141	763,7
Rannu	6,2	12,4	9,8	19,6	642 598	963,9
Rõngu	9,7	19,3	15,8	31,6	827 282	1240,9
Tartu	13,5	27,1	19,9	39,9	1 083 253	1624,9
Tartu linn	0,0	0,0	0,0	0,0	586	0,9
Tähtvere	7,9	15,8	11,4	22,8	543 866	815,8
Vara	24,1	48,3	36,3	72,6	2 231 880	3347,8
Võnnu	11,3	22,7	17,8	35,6	1 417 116	2125,7
Ülenurme	2,2	4,5	3,5	7,0	203 407	305,1
Kokku	163,5	326,9	250,0	500,1	15 414 240	23 121

Märkus: arvutustel on aluseks võetud, et 1 m^3 puidust saab 1,5 MW·h energiat. [18] Arvestatud on ainult küpse puidu mahtu. Jagatuna 10a – kogu võimalik kütteks kasutatava küpse puidu energeetiline väärtus jagatud kümne aastaga. Jagatuna 5a – jagatud viie aastaga.[16]

Võimalikud puidukasutuse mahud kütteks omavalitsuste kaupa kuupmeetrites on välja toodud Tartumaa metsaressursi aruandes, neid andmeid kasutades on leitud omavalitsuste metsatagavara energeetiline potentsiaal ja võimalik küttepuidu kasutusmaht, andmed on toodud tabelis 2.4. Võib eeldada, et kütteks kasutatava puidu alla kuulub küttepuu, jäätmed, oksad ja kännud. Metsaressursi analüüsi järgi arvutatud küttepuidu aastased energeetilised mahud annavad väiksema koguse, kui on küpsete metsade ressurss (vt tabel 2.3). Ilmselt on

arvestatud väiksema raieaktiivsusega, kui ressurss lubaks. Või muude metsanduslike teguritega, mida ei ole välja toodud.

2.4.2 Põllumajanduslik ressurss

Põllumajandusliku ressursi andmed on saadud MTÜ Tartumaa Arendusselts poolt tellitud ning Eesti Maaülikooli Põllumajandus-ja keskkonnainstituudi mullateaduse ja agrokeemia osakonna poolt koostatud Tartumaa maaressursi aruandest (edaspidi Tartumaa maaressursi aruanne). Tabelis 2.5 on välja toodud Tartu maaressursi aruande alusel Tartu maakonna põllumajanduslikud maad (ha).

Tabel 2.5 Tartu maakonna põllumajanduslikud maad (2009. aasta seisuga).

Pindala liik	Pindala, ha
Toetusõiguslik pind	101 687
Taotletud pind	75 392
Kasutamata maad	26 295

Tabelis 2.6 on toodud nii maakonna kohta kokku kui omavalitsuste kohta eraldi kultuuride teoreetilised saagid. Välja on jäetud taastuvenergia tootmise seisukohalt vähemtähtsad ja vähese kasvupinnaga kultuurid. Arvutustes on aluseks võetud Eesti Statistikaameti andmete 2007…2009 aastatel kultuuride keskmised saagikused.

Teravilja kogusaak on 2010. aasta PRIA andmetele tuginedes Tartu maakonnas hinnanguliselt 124 tuhat tonni. Kuna teravilja kasutatakse loomasöödana, siis ei saa arvestada seda bioenergiaallikana, kuid kõrvalproduktina jääb meile põhk. Erinevate allikate kohaselt saab 1 hektarilt teraviljapõllult põhku 1,6...2 tonni (15% niiskust). Arvutuste aluseks on võetud 2,0 t/ha põhku. Kui põhku muuks otstarbeks ei kasutata, vaid purustatakse põllule ja küntakse mulda, siis tekib huumust juurde orienteeruvalt 0,3 t/ha.

Tartu maakonnas saab kokku teraviljatootmise kõrvaproduktina ligikaudu 73 tuhat tonni põhku. Kui arvutada teraviljakasvatusest saadav põhk ümber energiaks, arvestades, et põhu alumine kütteväärtus on 4 MW·h/t [12], saame energeetiliseks ressursiks 292 000 MW·h,

Reaalselt võib hinnata põhu ülejäägiks 10…20%, mille puhul tuleks vastavalt energeetiline ressurss 29 200 MW·h ja 58 400 MW·h. Omavalitsuste kaupa on põhu teoreetiline ressurss toodud tabelis 2.9 ja joonisel 2.7.

Tabel 2.6 Tartu maakonna ja omavalitsusüksuste põllumaa kultuuride kogusaak tonnides

Vald	Heintaimed (kõrrelised)	Liblik-õielised	Köögiviljandus	Teravili	Kartul
Alatskivi	4 978,6	419,1	945,6	3 539,9	123,4
Haaslava	9 961,3	2 613,1	87,3	8 427,0	923,4
Kambja	17 104,5	4 184,5	174,8	6 377,8	1 694,4
Konguta	7 229,0	3 546,1	2 786,2	7 958,8	280,6
Laeva	3 862,8	3 948,7	0,0	5 173,5	85,1
Luunja	10 836,7	6 205,0	1 209,8	6 813,1	837,5
Meeksi	2 564,5	1 137,0	1 213,7	1 662,8	243,0
Mäksa	6 903,5	1 632,9	1 228,0	6 420,9	1 460,7
Nõo	16 357,3	7 664,6	120,1	10 615,4	846,4
Peipsiääre	0,0	0,0	799,2	193,9	0,0
Puhja	4 374,3	91,2	274,3	8 961,3	120,8
Rannu	20 781,5	3 422,1	735,3	8 127,5	277,7
Rõngu	25 189,4	2 213,1	2 040,1	8 307,8	378,4
Tartu	36 827,4	2 151,3	539,3	14 933,1	475,2
Tähtvere	17 522,3	1 755,7	0,0	7 246,2	80,2
Vara	16 985,1	2 532,3	190,4	7 542,4	419,5
Võnnu	7 455,8	1 028,5	322,3	6 799,4	113,6
Ülenurme	9 104,8	847,3	332,4	4 898,0	2 831,5
Tartumaa	218 038,8	45 392,4	12 998,9	123 998,9	11 191,4

2.4.3 Rohumaade ressurss

PRIA andmetel on toetust taotletud heinamaade pind 25 482 ha. Arvestame, et saame kasutusele võtta ka need pinnad rohumaadena, millele pole toetust taotletud. Tinglikult kasutamata maade pindala on 26 295 ha. Me ei saa arvestada bioenergia ressursina kultuurrohumaadena kasutuses olevaid pindu, sest sõltuvalt aastast, kasutatakse enamjaolt põldudelt saadav ressurss loomasöödaks. Osadelt pindadelt niidetakse hein korra aastas toetuse saamise eesmärgil. Tartumaa maaressursi aruande kohaselt oli 2007. aasta

hooldusniidetav põllumajandusmaa 13% kogu toetusalusest maast ehk 9 600 ha. Arvestades, et heintaimed ja liblikõielised moodustavad sellest vastavalt 85,5% ja 14,5% (heintaimede ja liblikõieliste kasvupindade suhe), siis nendelt maadelt saadav biomass oleks 82 080 (heintaimed 10 KA t/ha) tonni ja 12 525 (liblikõielised 9 KA t/ha) tonni. Põletamisel oleks võimalik heintaimedest saada energiat 410 GW·h ja liblikõielistest 57,6 GW·h (energeetiline väärtus 5,0 ja 4,6 MW·h/t). Biogaasi tootmisel saadav energia tootmiskadusid arvesse võtmata on vastavalt 261 GW·h ja 40 GW·h (energeetiline väärtus ha kohta – 31,8 ja 28,6 MW·h). [20]

Võttes kasutusele kasutamata maad rohumaadena, kus kasvab põldhein, mille arvutuslik saagikus on Tartu maaressursi aruande andmetel keskmiselt 3 t/ha saame, biomassi toodanguks 78 885 tonni. Põletamisel oleks selle kogu energeetiline potentsiaal 331 GW·h (energeetiline väärtus 4,2 MW·h/t) [21].

2.4.4 Sõnniku ja läga energeetiline potentsiaal

Arvutustes on lähtutud 23.08.2010 seisuga PRIAst saadud andmetest. Arvutused on tehtud vastavalt loomade arvule ja loomühiku kohta toodetavast sõnniku kogusest. Tabelis 2.7 on Tartu maakonna omavalitsusüksuste kaupa välja toodud loomade arvud.

Vastavalt nendele PRIA andmetele on tehtud arvutused. Arvutustest on välja jäetud nii lambad kui kitsed, kuna kitsede kogus on väike ning lammaste pidamine toimub enamjaolt välitingimustes, mistõttu sõnniku kogumist ei toimu. Vedelsõnniku kogused arvutuses looma kohta on: veised – 20,1 tonni, sead – 1,9 tonni aastas.

Tabelis 2.8 on välja arvutatud tabeli 2.7 andmete põhjal vedelsõnniku toodang, biogaasi saagis ja selle energeetiline väärtus. Veiste ja sigade lägas oleva kuivaine (KA) sisaldus on vastavalt 10% ja 7%. Orgaanilise kuivaine (oKA) sisaldus lägas olevast kuivainest on veiste puhul 75…82% ja sigade puhul 75…86%. Arvutuste aluseks tabelis 2.8 on väärtuseks võetud vastavalt 78% ja 80% (oKA % KA). Biogaasi saagis orgaanilise kuivaine tonni kohta on veistel 200…500 m^3 ja sigadel 300…700 m^3.[22]

Tabel 2.7 Tartu maakonna põllumajandusloomade arvud

Omavalitsusüksus	Põllumajandusloomad			
	Veised	Lambad	Kitsed	Sead
Alatskivi	40	63	0	0
Haaslava	848	30	7	0
Kambja	854	461	5	0
Konguta	269	357	5	0
Laeva	153	87	8	8 506
Luunja	53	67	15	0
Meeksi	180	29	0	0
Mäksa	629	205	13	0
Nõo	1 022	185	13	0
Peipsiääre	1	0	0	0
Puhja	20	35	0	0
Rannu	3 091	3	0	1 411
Rõngu	1 484	329	27	6 508
Tartu	1 088	635	13	4 430
Tähtvere	3 849	9	0	5 371
Vara	157	201	0	0
Võnnu	62	276	8	0
Ülenurme	213	283	3	0
Kokku	14 013	3 255	117	26 226

Vedelsõnnikust teoreetiliselt võimalik saadav biogaasi kogus Tartu maakonnas on 9 084 577 m^3. Loomasõnnikust saadav biogaasi kogu energeetiline potentsiaal 45,4 GW·h küttevääritusel on 5 kW·h/m^3 [23]. Reaalselt oleks biogaasi tootmine võimalik suuremate farmide juures või mitme tootja koostöös ühistuna (ühisettevõttena). Biogaasi tootmise jääki – kääritusjääki – saab kasutada põldudele orgaaniliseks väetiseks, selle hoiustamine ja laotamine toimub samadel alustel vedelsõnnikuga.

Tabel 2.8 Sõnniku hinnanguline kogus, biogaasi saagis ja energeetiline väärtus

Omavalitsusüksus	Liik	Kogus	Sõnniku toodang			Biogaas saagis		Energeetiline väärtus
			m^3/a	KA, t/a	oKA, t/a	m^3/t oKA	kokku, m^3/a	GW·h
Alatskivi	veised	40	804	80	63	350	21 949	0,11
Haaslava	veised	848	17 045	1 704	1 329	350	465 323	2,33
Kambja	veised	854	17 165	1 717	1 339	350	468 615	2,34
Konguta	veised	269	5 407	541	422	350	147 608	0,74
Laeva	veised	153	3 075	308	240	350	83 956	0,42
	sead	8 506	16 161	1 131	905	500	452 519	2,26
Luunja	veised	53	1 065	107	83	350	29 083	0,15
Meeksi	veised	180	3 618	362	282	350	98 771	0,49
Mäksa	veised	629	12 643	1 264	986	350	345 151	1,73
Nõo	veised	1 022	20 542	2 054	1 602	350	560 802	2,80
Peipsiääre	veised	1	20	2	2	350	549	0,00
Puhja	veised	20	402	40	31	350	10 975	0,05
Rannu	veised	3 091	62 129	6 213	4 846	350	1 696 124	8,48
	sead	1 411	2 681	188	150	500	75 065	0,38
Rõngu	veised	1 484	29 828	2 983	2 327	350	814 315	4,07
	sead	6 508	12 365	866	692	500	346 226	1,73
Tartu	veised	1 088	21 869	2 187	1 706	350	597 018	2,99
	sead	4 430	8 417	589	471	500	235 676	1,18
Tähtvere	veised	3 849	77 365	7 736	6 034	350	2 112 062	10,56
	sead	5 371	10 205	714	571	500	285 737	1,43
Vara	veised	157	3 156	316	246	350	86 151	0,43
Võnnu	veised	62	1 246	125	97	350	34 021	0,17
Ülenurme	veised	213	4 281	428	334	350	116 879	0,58
Kokku		40239	331491	31654	24760		9084577	45,42

Tabelis 2.9 on kokkuvõtlik ülevaade taastuvenergia tootmise teoreetilise ressursi kohta omavalitsuste kaupa. Teoreetiline aastane puidukasutus kütteks on võetud tabelist 2.4. Kogu teoreetiliselt kütteks kasutatava küpse puidu energeetiline ressurss on jagatud kümne aasta peale s.o 163 GW·h, kusjuures arvestamata kändusid, kuna juurimine toimub ainult osaliselt.

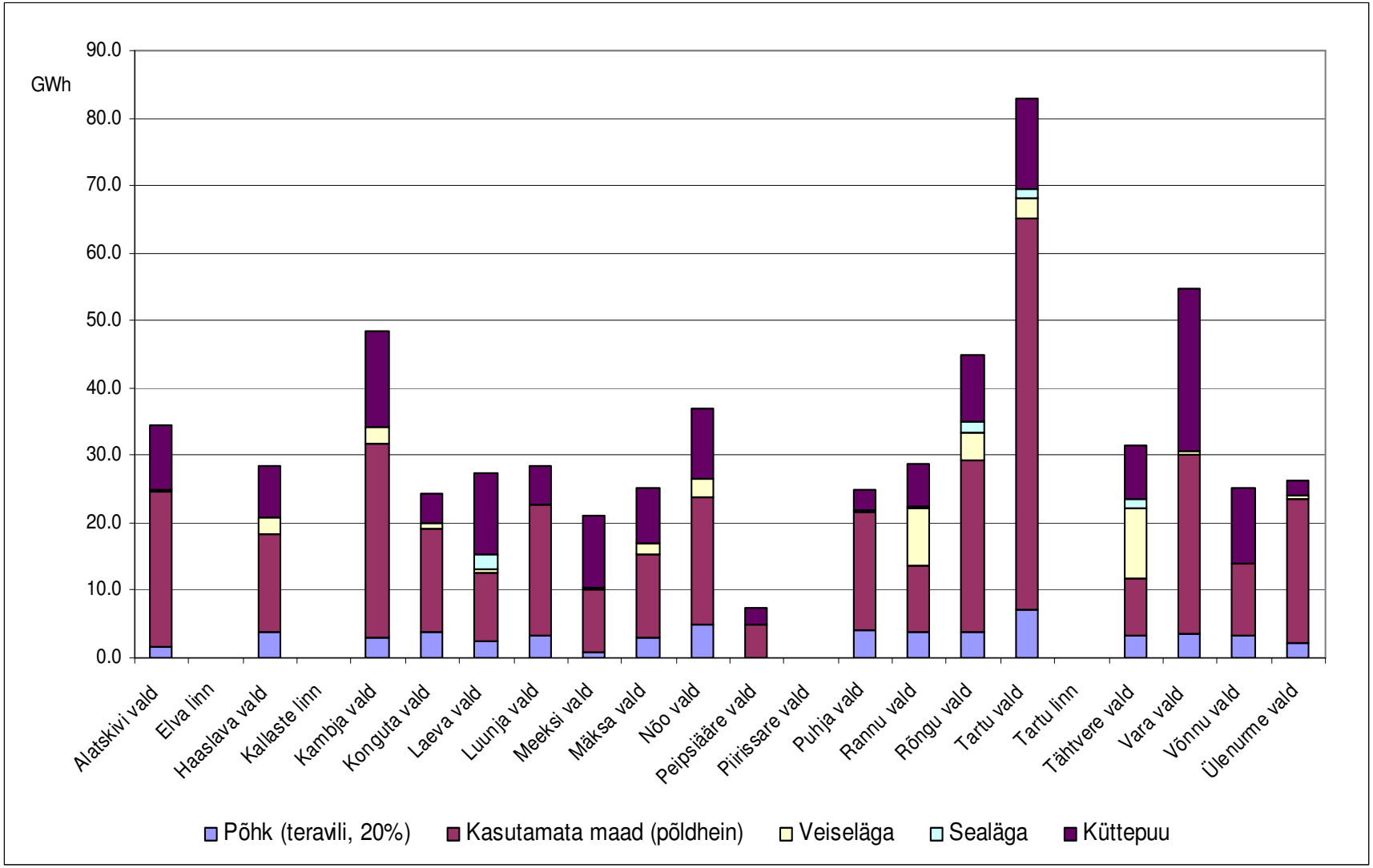
Põllumajanduses tekkiva põhu kogus on arvutatud omavalistuste kaupa teravilja kasvupindade alusel, arutluskäik on toodud lk. 31. Põhu energeetiline ressurss on võrreldav igaaastase küttepuidu kasutusega, aga kuna suurem osa sellest on mõistlik viia tagasi mulda, siis tabelis 2.9 on näidatud 20% põhu kogusest.

Tabel 2.9. Biomassi teoreetiline ressurss taastuvenergia tootmiseks Tartumaal, GW·h

Omavalitsus	Kütteks puitu aastas	Põhk (teravili, 20%)	Kasutamata maad (põldhein)	Biogaas		Kokku
				Veiseläga	Sealäga	
Alatskivi vald	9,6	1,7	23,1	0,1	-	34,5
Elva linn	-	-	-	-	-	-
Haaslava vald	7,7	4,0	14,4	2,3	-	28,4
Kallaste linn	-	-	-	-	-	-
Kambja vald	14,2	3,0	28,8	2,3	-	48,3
Konguta vald	4,4	3,7	15,5	0,7	-	24,4
Laeva vald	11,9	2,4	10,2	0,4	2,3	27,2
Luunja vald	5,6	3,2	19,4	0,1	-	28,4
Meeksi vald	10,7	0,8	9,2	0,5	-	21,2
Mäksa vald	8,2	3,0	12,2	1,7	-	25,1
Nõo vald	10,4	5,0	18,9	2,8	-	37,1
Peipsiääre vald	2,5	0,1	4,8	0,0	-	7,4
Piirissaare vald	-	-	-	-	-	-
Puhja vald	3,2	4,2	17,5	0,1	-	25,0
Rannu vald	6,2	3,8	9,8	8,5	0,4	28,7
Rõngu vald	9,7	3,9	25,4	4,1	1,7	44,8
Tartu vald	13,5	7,0	58,2	3,0	1,2	82,9
Tartu linn	-	-	-	-	-	-
Tähtvere vald	7,9	3,4	8,2	10,6	1,4	31,5
Vara vald	24,1	3,5	26,5	0,4	-	54,6
Võnnu vald	11,3	3,2	10,6	0,2	-	25,3
Ülenurme vald	2,2	2,3	21,1	0,6	-	26,2
Kokku	163,3	58,4	331,3	38,4	7,0	598,4

Kui võtta kasutusele kasutamata põllumaad (maad, millele pole toetust taotletud) põldheina kasvatamiseks, oleks nendelt maadelt võimalik saada energiaheina, mille energiasisaldus on 331 GW·h.

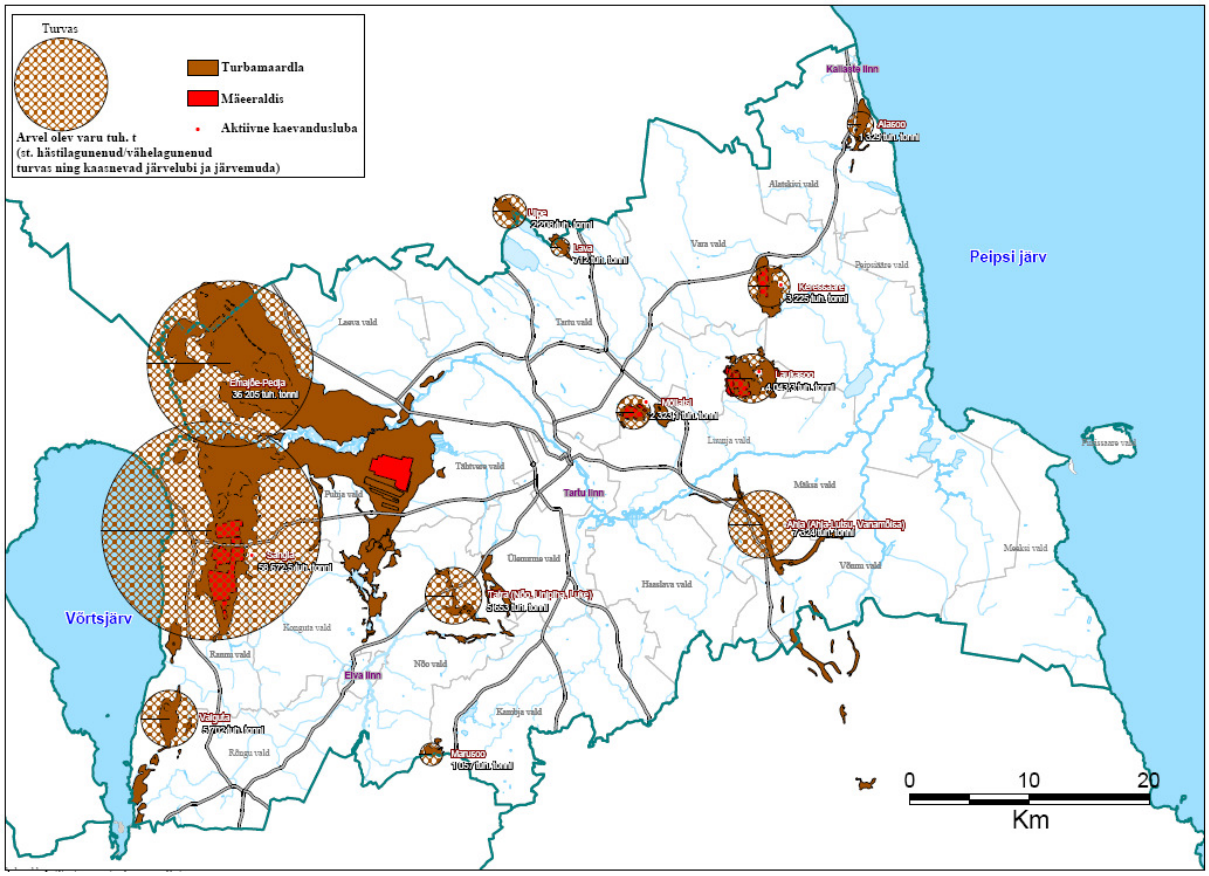
Veiseläga ja sealäga kasutus on kõige reaalsem biogaasijaamades, toodetavast biogaasist on teoreetiliselt võimalik saada 45 GW·h energiat aastas. Biomassi teoreetiline ressurss taastuvenergia tootmiseks on Tartu maakonnas 598 GW·h aastas, graafiliselt on tulemused toodud joonisel 2.7.



Joonis 2.7. Biomassi teoreetiline ressurss taastuvenergia tootmiseks Tartumaal omavalitsuste lõikes.

3. Põlev-maavarad

Ainuke põlev-maavara regioonis on turvas. Tartu maakonnas on 11 kohaliku tähtsusega turbamaardlat ja üks üleriigilise tähtsusega – Sangla turbamaardla. 2010. aasta juuni seisuga on välja antud kuus kaevandamisluba, taotlemisel on kolm ja kahest on loobutud. Kaardil (vt. joonis 3.1) on näha Tartu maakonna turbamaardlad.



Joonis 3.1. Tartu maakonna turbamaardlad. [15]

Turba kui maavara kvaliteedi põhilised näitajad on:

- botaaniline koostis;
- lagunemisaste;
- tuhasus;
- happesus;
- küttevääртus.

Lagunemisastme alusel liigitatakse turvas:

1. vähelagunenud turbaks – raba- ja siirdesooturvas lagunemisastmega alla 25% ja madalsooturvas lagunemisastmega alla 15%;
2. hästilagunenud turvas.

Vähelagunenud turvast kasutatakse aiandusturbana, allapanuks lautades ning söödalisandite, kasvustimulaatorite ja absorbeerivate materjalide tootmiseks. Hästilagunenud turvast kasutatakse peamiselt kütteks, väetiste ja kompostide valmistamiseks, aktiivsöe ja vaha tootmiseks ning mudaraviks.

Küttetükkturbaks sobib turvas lagunemisastmega üle 25% ehk hästilagunenud turvas. Lõigatud tükid kuivavad looduslikul teel. Tükkturba keskmine niiskus on 37…39% ning sisaldab energiat keskmiselt 3,4 MW·h/t. Küttefreesturba keskmine niiskus on 46…47% ning sisaldab energiat keskmiselt 2,8 MW·h/t.

Järgnevates tabelites (tabel 3.1 ja 3.2) on välja toodud Tartu maakonna turbavarude kogused ja hästilagunenud turba puhul on välja arvutatud turba energeetiline potentsiaal.

Tabel 3.1 Vähelagunenud turba kogused maardlate kaupa Tartu maakonnas (tuh.t) [15]

Maardla nimetus	aT	pT	aR	pR	Kokku
Sangla	3 480,4	14	1 183	40	4 717,4
Emajõe-Pedja	-	-	-	2 693	2 693
Laukasoo	730,5	756	-	-	1 486,5
Keressaare	1 341,7	-	-	-	1 341,7
Valguta	-	70	88	-	158
Kokku	5 552,6	840	1 308	2 733	10 433,6

Märkused: aT-aktiivne tarbevaru; pT -passiivne tarbevaru; aR-aktiivne reservvaru; pR-passiivne reservvaru.

Peaaegu pool regiooni vähelagunenud turba varudest leidub Sangla turbamaardlas s.o 47 177 tuh.t. Kokku on regioonis 104 336 tuh.t vähelagunenud turvast.

Tabel 3.2. Hästilagunenud turba kogused ja energeetiline potentsiaal maardlate kaupa Tartu maakonnas (tuh.t).

Maardla nimetus	aT	pT	aR	pR	Kokku, tuh. tonni	Energeetiline väärtus, TW·h
Sangla	21 483	327	25 057	4 434	51 300	157
Emajõe-Pedja	-	-	4 952	28 560	33 512	102
Laukasoo	1 595	962	-	-	2 557	8
Möllatsi	1 285	583	-	-	1 868	6
Keressaare	1 865		-	-	1 865	6
Valguta	-	143	2 996	2 369	5 508	17
Lava	-	-	436	20	456	1
Ulpe	-	-		623	623	2
Marusoo	-	-	756		756	2
Alasoo	-	-	931	398	1 329	4
Tatra (Nõo, Unipiha, Luke)	-	-	3 732	203	3 935	12
Ahja (Ahja-Lutsu, Vanamõisa)	-	-	4 525	2 354	6 879	21
Kokku	26 228	2 015	43 385	38 961	110 588	338

Märkused: aT- aktiivne tarbevaru; pT - passiivne tarbevaru; aR- aktiivne reservvaru; pR - passiivne reservvaru.

Tartu maakonna turbamaardlate energeetilise väärtuse leidmisel on arvestatud kogu hästilagunenud turba kogust. Vähelagunenud turba energeetilist väärtust pole arvutatud kuna, vähelagunenud turvast ei kasutata peamiselt kütteks. Andmed turba koguste kohta on saadud MTÜ Tartumaa arendusselts poolt tellitud ja Tartu Ülikooli Ökoloogia ja Maateaduste instituudi poolt koostatud Tartumaa maavarade uuringust (vt allikas 15).

Regiooni turbamaardlate energeetiline potentsiaal on 338 TW·h küttevääртusel 3,05 kW·h/kg [19]. Pool varudest paikneb Sangla turbamaardlas s.o 51 mln t.

4. Olme- ja tööstusjäätmed energia tootmise allikana

Käesoleva analüüsi aluseks on Tartumaal peamiselt 2008. ja 2009.a. tekkinud jäätmed. Jäätmetekke ja -käitluse ülevaateid koostab Keskkonnateabe Keskus. Jäätmearuandlus toimub vastavalt keskkonnaministri 23.detsembri 2004. a määrusele nr 38, (RTL 2005, 3, 11) *Jäätmearuande vorm, esitatavate andmete ulatus ja aruande esitamise kord*. Jäätmete liigitamise ja kodeerimise aluseks on *Jäätmete, sealhulgas ohtlike jäätmete nimistu* (kehtestatud Vabariigi Valitsuse 6. aprilli 2004. a määrusega nr 102; RTI, 2004, 23, 155). Keskkonnateabe Keskuse koduleht „Keskkonnainfo“ sisaldab jäätmekäitluse ülevaatearuandeid alates aastast 2000 kuni aastani 2009 ja jäätmekäitluse koondtabeleid aastate 2001 – 2007 kohta. Keskkonnateabe Keskuse kogutud andmed on kättesaadavad ka Eesti Statistikaameti kodulehel.

Käesolevas töös ei osutunud otstarbekaks olmejäätmete koguseid ja koostist arvutada Eestis toimunud suuremate sortimisuuringute (SEI 2008, ENTEC 2004) tulemustest lähtuvalt. Neis uuringutes käsitleti ainult kodumajapidamises moodustunud olmejäätmeid. Antud töö uurimisobjekt oli Tartumaa olme- ja tööstusjäätmete energeetiline ressurss, mistõttu olmejäätmete sortimisuuringud annaks vaid ühe osa jäätmete üldhulgast.

Olme- ja tööstusjäätmete kütusena kasutamise võimalusi on kaalutud IRU põletusseadmete uuringu [35] ja Tartu jäätmepõletustehase eeluuringu [30] alusel. Jäätmekütuse kasutamise võimalusi on võrreldud Kunda põletusseadmete uuringu [33] ja jäätmekütuse standardi alusel [31].

Aruandes on antud ülevaade alternatiivsete jäätmekäitlusvõimaluste vastavusest Euroopa Liidu nõuetele, keskkonnamõjust ja majanduslikust tulususest lähtuvalt ning toodud välja vastuolu energeetilise kasutuse ja teiste jäätmekäitlusvõimaluste vahel.

4.1. Nõuded jäätmehoolduse korraldamisele

16. juunil 2008.a. kiitis Euroopa Parlament teisel lugemisel heaks jäätmete raamdirektiivi, mis sisaldab muuhulgas jäätmete korduskasutamise ning ringlussevõtu eesmärke aastani 2020. Kokkuleppe kohaselt peavad liikmesriigid rakendama meetmeid, et 2020. aastaks taaskasutatakse või võetakse ringlusse 50% majapidamistest ja muudest sarnastest jäätmevoogudest pärinevast paberist, metallist, plastist ja klaasist ning 70% mitteohtlikest ehitus- ja lammutusjäätmetest. Jäätmete raamdirektiiviga kinnitati viieastmeline jäätmekäitlustoimingute hierarhia, mille kohaselt erilist rõhku pannakse jäätmetekke ennetamisele ning vähendamisele. Liikmesriigid ja ühendus peavad selle süsteemi järgi prioriteetsuse järjekorras võtma jäätmehoolduse arendamisel kasutusele järgmisi meetmeid:

1) jäätmete ennetamine ja vähendamine;
2) jäätmete korduskasutamine;
3) jäätmete ringlussevõtu;
4) muud taaskasutamistoimingud, sh. põletamine;
5) jäätmete ohutu ja keskkonnasäästlik kõrvaldamine.

Liikmesriigid pidid eelpool loetletud meetmed oma õigusruumi integreerima 12. detsembriks 2010.a. Eestis on eelpool loetletud jäätmekäitlustoimingute hierarhia olnud aluseks jäätmekäitluse korraldamisele ka varem. Kõrvalekaldeid jäätmehierarhiast aktsepteeritakse juhul, kui need põhinevad teaduslikel uuringutel ja põhjendustel, kusjuures siiski lähtutakse jäätmekäitlust korraldades üldistest keskkonnakaitse põhimõtetest nagu säästva arengu ja ettevaatuse põhimõttest, samuti tehnilisest ja majanduslikust rakendatavusest, ressursside säästmisest ja ka üldisest keskkonna-, tervise-, majandus- ja sotsiaalmõjudest [29].

Jäätmekäitlushierarhia järgimine käesoleva aruande mõistes tähendab seda, et jäätmete kasutamine energia tootmiseks on parem kui ladestamine, kuid halvem kui jäätmete taaskasutamine materjalina. Et Tartumaal prügilat ei ole ja jäätmeid ladestada niikuinii ei saa, tuleb jäätmed koguda ja maakonnast välja viia. Jäätmete ümber töötamine jäätmekütuseks kohapeal võimaldaks küll optimeerida vedu, kuid ei ole jäätmehierarhias eelistatud. Jäätmete vedu mujale põletamiseks on soodsam kui jäämete vedu teistesse prügilatesse, kuid võrreldes materjali ümber töötamisega siiski ebasoodne.

Vastavalt Eesti jäätmeseadusele [24] tähendab jäätmete korduskasutamine taaskasutamist, kus jäätmeid kasutatakse nende esialgsel otstarbel, ehk samal otstarbel kui tooteid, millest nad on tekkinud. Jäätmete ringlussevõtt on jäätmete taaskasutamismoodus, kus jäätmetes sisalduvat ainet kasutatakse tootmisprotsessis esialgsel või muul otstarbel, kaasa arvatud bioloogiline ringlussevõtt. Jäätmete ringlussevõtuks ei loeta jäätmete põletamist. Bioloogiline ringlussevõtt on jäätmete biolaguneva fraktsiooni lagundamine kontrollitavates (juhitavates) tingimustes mikroorganismide abil. Bioloogiline lagunemine võib sündida kahte moodi: aeroobselt või anaeroobselt. Kompostimine on aeroobne eksotermiline bioloogiline lagundamisprotsess, milles orgaaniline aine laguneb bakterite ja seente ja muude organismide elutegevuse toimel homogeenseks huumusrikkaks materjaliks. Kompostimise peamised kõrvalsaadused on süsihappegaas ja vesi. Orgaaniliste jäätmete anaeroobse lagundamise eesmärk on saada biogaasi, mistõttu seda kutsutakse jäätmete biogaasistamiseks. Prügilasse ladestamist ei loeta bioloogilise ringlussevõtu vormiks. Jäätmete taaskasutamine on jäätmekäitlustoiming, millega jäätmed või neis sisalduv aine või materjal võetakse kasutusele toodete valmistamisel, töö tegemisel või energia tootmisel. Jäätmete energiakasutusest saab rääkida, kui põletuskõlblikke jäätmeid kasutatakse energia tootmiseks nende põletamisel eraldi või koos muude jäätmete või kütusega, kasutades ära tekkinud soojuse.

Kehtiv Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 1999/31/EÜ 26. aprillist 1999.a. *prügilate kohta* (EÜT L 182, 1999) sätestab protsentuaalselt, kui palju tohib olla biolagunevaid jäätmeid ladestatavate olmejäätmete hulgas järgnevateks aastateks. Eesti Vabariigis kehtiva jäätmeseaduse [24] § 134 järgi ei tohi prügilasse ladestatavate olmejäätmete hulgas biolagunevaid jäätmeid olla:

1) üle 45 massiprotsendi alates 2010. aasta 16. juulist;
2) üle 30 massiprotsendi alates 2013. aasta 16. juulist;
3) üle 20 massiprotsendi alates 2020. aasta 16. juulist.

Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 1999/31/EÜ ega Eesti jäätmeseadus ei sätesta kohustust bioloogiliste jäätmete kompostimise ega põletamise kohta. Jäätmehierarhiat silmas pidades on biokäitlus parem kui jäätmete masspõletus.

Pakendiseadus (RT 2004, 41, 278) sätestab pakendite taaskasutamise sihtarvud. Alates 2009.aasta 1. jaanuarist tuleb pakendijäätmeid taaskasutada pakendijäätmete kogumassist vähemalt 60% ja pakendijäätmete kogumassist ringlussevõetuna vähemalt 55% kuid mitte rohkem kui 80% kalendriaastas. Täpsustatult tähendab see, et pakendiettevõtja peab taaskasutama pakendimaterjali liike kalendriaastas vähemalt järgmises ulatuses:

1) 70% klaasijäätmete kogumassist ringlussevõetuna;
2) 70% paberi- ja kartongijäätmete kogumassist, kusjuures 60% kogumassist ringlussevõetuna;
3) 60% metallijäätmete kogumassist ringlussevõetuna;
4) 55% plastijäätmete kogumassist, kusjuures 45 plastijäätmete kogumassist ringlussevõetuna ja 22% plastijäätmete kogumassist uuesti plastiks töödelduna;
5) 45% puidujäätmete kogumassist, kusjuures 20% kogumassist ringlussevõetuna.

Ehkki plast- ja paberpakendid on energiarikkad, neid üldjuhul siiski põletada ei tohi. Seaduse kohaselt tuleb pakendid üle sortida ning materjal kasutusele võtta, kui see on tehnoloogiliselt võimalik, majanduslikult otstarbekas ning ei koorma keskkonda.

Jäätmeid tohib põletada ainult spetsiaalses põletusseadmes. Nõuded selleks on sätestatud Keskkonnaministri määrusega nr 66: 'Jäätmepõletustehase ja koospõletustehase rajamise, kasutamise ja sulgemise nõuded' (RTL 2004, 83, 1316). Määrust ei kohaldata katlamajale, mis põletab järgmisi jäätmeliike ning kasutab ära soojuse:

1) põllumajanduse ja metsanduse taimseid jäätmeid;

2) toiduainetööstuse taimseid jäätmeid;

3) tselluloosi tootmise ja tselluloosist paberi tootmise kiulisi taimseid jäätmeid;

4) puhtaid puidujäätmed;

5) korgijäätmeid.

Puidujäätmeid, mis võivad sisaldada halogeenitud orgaanilisi ühendeid või raskmetalle, tavakatlamajas põletada ei tohi. Ka jäätmekütust ei tohi tavakatlamajas põletada.

4.2. Jäätmehoolduse korraldus Eesti Vabariigis

Jäätmehoolduse üldine korraldus Eestis on jaotatud neljaks tasandiks: riigi, omavalitsuse, ettevõtte ja kodumajapidamise tasand.

Riigi tasandil kuulub seadusandlik võim riigikogule ka jäätmealases tegevuses. Vabariigi Valitsuse, s.h Keskkonnaministeeriumi ülesandeks on koordineerida ühtse jäätmehoolduse elluviimist. Maakonna tasandil on jäätmehoolduse korraldamisel oluline roll keskkonnaametil. Riigi tasandil teeb jäätmehoolduse järelevalvet keskkonnainspektsioon.

Omavalitsuse tasandil on jäätmeseaduse kohaselt jäätmehoolduse arendamine kohaliku omavalitsusüksuse (edaspidi *KOV*) ülesanne. KOVi üksuse jäätmehoolduse korraldamiseks kehtestatakse volikogu määrusega jäätmekava ja jäätmehoolduseeskiri. Keskkonnajärelevalve seaduse (RT I 2001, 56, 337) järgi on kohalik omavalitsusorgan või -asutus keskkonnajärelevalve teostaja valla või linna territooriumil.

Ettevõtte tasandil reguleerivad jäätmekäitlust jäätmeluba, jäätmekäitleja registreerimistõend ja ohtlike jäätmete käitluslitsents. Linna- ja vallavalitsusel on õigus nõuda ettevõttelt jäätmekava koostamist, kui see on vajalik. Ettevõtte tasandiga on tihedalt seotud tootjavastutuse põhimõte, näiteks tootja kohustused tema poolt valmistatud, edasimüüdud või sisseveetud probleemtootest tekkivate jäätmete kokkukogumise ja nende taaskasutamise või nende kõrvaldamise osas.

Kodumajapidamise tasandil on olulised liituda korraldatud jäätmeveoga, olmejäätmete sortimine tekkekohas, pakendi ja pakendijäätmete eraldi kogumine, ohtlike jäätmete eraldamine ja nende viimine kogumispunkti jm. Kodumajapidamises tekkinud jäätmete käitlemisel on vaja juhinduda valla või linna jäätmehoolduseeskirjast [29].

4.3. Uuringuobjekt ja mõisted

Vastavalt jäätmeseadusele [24] on **jäätmed** defineeritud kui vallasasi või kinnistatud laev, mille valdaja on ära visanud, kavatseb seda teha või on kohustatud seda tegema. Äraviskamine tähendab vallasasja kasutuselt kõrvaldamist, loobumist selle kasutusele võtmisest või

kasutuseta hoidmist, kui selle kasutusele võtmine ei ole tehniliselt võimalik, majanduslikest või keskkonnakaitselistest asjaoludest tulenevalt mõistlik.

Jäätmed jagunevad tavajäätmeteks ja ohtlikeks jäätmeteks. **Tavajäätmed** on kõik jäätmed, mis ei kuulu ohtlike jäätmete hulka. **Ohtlikud jäätmed** on jäätmed, mis võivad olla ohtlikud tervisele, varale või keskkonnale. Vabariigi Valitsuse 6. aprilli 2004.a. määrusega nr. 103 (RT I 2004, 23, 156) on kehtestatud kord jäätmete liigitamiseks ohtlike jäätmete hulka, lähtudes jäätmete päritolust, koostisest, ohtlike ainete kemikaaliseaduse mõttes sisaldusest ning kahjulikust toimest.

Tavajäätmed omakorda jagunevad püsijäätmeteks ja biolagunevateks jäätmeteks. **Püsijäätmed** on jäätmed, milles ei toimu olulisi füüsikalisi, keemilisi ega bioloogilisi muutusi. Püsijäätmed ei lahustu, põle ega reageeri muul viisil füüsikaliselt või keemiliselt, nad ei ole biolagundatavad ega mõjuta ebasoodsalt muid nendega kokkupuutesse sattuvaid aineid viisil, mis põhjustaks keskkonna saastumist või kahju inimese tervisele. Püsijäätmete leostuvus veekeskkonnas, ohtlike ainete sisaldus ning nõrgvee ökotoksilisus ei põhjusta täiendavat keskkonnakoormust, seda eriti põhja- ja pinnavee kvaliteedinõudeid silmas pidades. **Biolagunevad jäätmed** on anaeroobselt või aeroobselt lagunevad jäätmed, näiteks toidujäätmed, paber ja papp.

Olmejäätmed on kodumajapidamisjäätmed ning kaubanduses, teeninduses või mujal tekkinud oma koostise ja omaduste poolest samalaadsed jäätmed.

Tööstusjäätmed on mistahes tööstusettevõtte tootmistegevuses tekkivad jäätmed [28].

Jäätmed on nende tekke ja ohtlikkuse alusel jaotatud kategooriatesse ning antud neile kood. Jäätmete jaotamise aluseks on Vabariigi Valitsuse 6. aprilli 2004.a. määrusega 102 vastu võetud „*Jäätmete, sealhulgas ohtlike jäätmete nimistu*" (RT I 2004, 23, 155) [26]. Tekkepõhiselt on jäätmed jaotatud 20 kategooriasse, mis on välja toodud tabelis 4.1.

Tabel 4.1. Nimistu jaotiskoodid [26]

Kood	
01	Maavarade ja maa-ainese uuringutel, kaevandamisel ning füüsikalisel ja keemilisel töötlemisel tekkinud jäätmed
02	Põllumajanduses, aianduses, vesiviljeluses, metsanduses, jahinduses ja kalapüügil ning toiduainete valmistamisel ja töötlemisel tekkinud jäätmed
03	Puidu töötlemisel, plaatide ja mööbli ning tselluloosi, paberi ja kartongi tootmisel tekkinud jäätmed
04	Naha-, karusnaha- ja tekstiilitööstusjäätmed
05	Nafta ja õli rafineerimisel ning fraktsioneerimisel, maagaasi puhastamisel ja kivisöe ning põlevkivi utmisel tekkinud jäätmed
06	Anorgaanilistes keemiaprotsessides tekkinud jäätmed
07	Orgaanilistes keemiaprotsessides tekkinud jäätmed
08	Pinnakatete (värvide, lakkide ja klaasjate emailide), liimide, hermeetikute ja trükivärvide valmistamisel, kokkusegamisel, jaotamisel ja kasutamisel tekkinud jäätmed
09	Fotograafiajäätmed
10	Termilistes protsessides tekkinud jäätmed
11	Metallide ja muude materjalide pinnatöötlusel ja pindamisel ning värviliste metallide hüdrometallurgiaprotsessides tekkinud jäätmed
12	Metallide ja plastide mehaanilisel vormimisel ning füüsikalisel ja mehaanilisel pinnatöötlemisel tekkinud jäätmed
13	Õli- ja vedelkütusejäätmed (välja arvatud toiduõlid ning jaotistes 05, 12 ja 19 nimetatud jäätmed)
14	Orgaaniliste lahustite, külmutusagensi- ja vahu- või aerosoolikandegaasijäätmed (välja arvatud jaotistes 07 ja 08 nimetatud jäätmed)
15	Pakendijäätmed; nimistus mujal nimetamata absorbendid, puhastuskaltsud, filtermaterjalid ja kaitseriietus
16	Nimistus mujal nimetamata jäätmed
17	Ehitus- ja lammutuspraht (sealhulgas saastunud maa-aladelt eemaldatud pinnas)
18	Inimeste ja loomade tervishoiul või sellega seonduvatel uuringutel tekkinud jäätmed (välja arvatud köögi- ja sööklajäätmed, mis ei ole tervishoiuga otseselt seotud)
19	Jäätmekäitlusettevõtete, ettevõtteväliste reoveepuhastite ning joogi- ja tööstusvee käitlemisel tekkinud jäätmed
20	Olmejäätmed (kodumajapidamisjäätmed ja samalaadsed kaubandus-, tööstus- ja ametiasutusjäätmed), sealhulgas liigiti kogutud jäätmed

Arvestades töö ülesannet on tööst välja jäetud jäätmed, mida Tartumaal ei teki ning jäätmed, millest energia tootmine on võimatu (kivid, pinnas jms). Töös on ressursiarvestusest välja jäetud sorteerituna kogutud metallid, klaas, vanarehvid ja ohtlikud jäätmed. Viimased nõuavad eritöötlust ning seetõttu ei ole ressursina arvestatavad. Kuna jäätmeseaduse reguleerimisalast jäävad välja reovesi ja koos reoveega käitlemisele kuuluvad või keskkonda heidetavad jäätmed (septikusetted), mullaviljakuse parandamiseks või mujal põllumajanduses taaskasutatud sõnnik ning muud mullaviljakuse suurendamiseks taaskasutatud põllu- või metsamajanduses tekkivad loodusomased biolagunevad jäätmed, siis käesolevas aruandes neid ei käsitleta.

Kasutatava energiasisaldusega jäätmeteks on järgmiste koodinumbritega jäätmed:

- olmejäätmed (kodumajapidamisjäätmed ja samalaadsed kaubandus-, tööstus- ja ametiasutusjäätmed), sealhulgas liigiti kogutud jäätmed (kood 20, sh 20 01 ja 20 02 01, 20 02 01, 20 02 03, 20 03 01, 20 03 07, 20 03 98, 20 03 99);
- ehitus- ja lammutuspraht (sealhulgas saastunud maa-aladelt eemaldatud pinnas) (kood 17 01, 17 02, 17 09 04);
- pakendijäätmed; nimistus mujal nimetamata absorbendid, puhastuskaltsud, filtermaterjalid ja kaitseriietus (kood 15 01)
- põllumajanduses, aianduses, vesiviljeluses, metsanduses, jahinduses ja kalapüügil ning toiduainete valmistamisel ja töötlemisel tekkinud jäätmed (kood 02) välja arvatud 02 01 06.
- tööstusjäätmed ja muu (kõik ülejäänud koodid).

4.4. Olme- ja tööstusjäätmed Tartu maakonnas

Ajavahemikus 2004…2009 Eestis tekkinud jäätmekogused, sealhulgas tavajäätmete ja ohtlike jäätmete kogused on toodud välja tabelis 4.2.

Tabel 4.2 Jäätmeteke aastatel 2004…2009, tonni [45]

	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Tavajäätmed	10 226 372	11 479 790	13 248 956	12 618 774	11 608 917	8 843 359
Ohtlikud jäätmed	7 244 568	7 015 908	6 763 532	8 617 851	7 736 679	6 783 924
Kokku	17 470 940	18 495 698	20 012 488	21 236 625	19 345 596	15 627 283

Tabelist 4.2 on näha, et perioodil 2004… 2007 suurenes jäätmete hulk Eestis kasvanud ja moodustunud jäätmete hulk suurenenud märgatavalt, ca 17%. Jäätmeteke on otseses seoses majanduse edenemise ja tööstustoodangu kasvuga. Aastatel 2004…2007 suurenes toodangu väljalase elektrienergia tootmises, metallide ja ehitusmaterjalide tootmises, puidutöötlemises ja toiduainete tootmises ning nendes valdkondades tekkiski ka põhiosa jäätmetest. Majanduse languse perioodil, aastatel 2007…2009 vähenes jäätmete hulk oluliselt. Tabelis 4.2 toodud arvudest järeldub, et Eestis tekib ühe elaniku kohta kõiki liike jäätmeid kokku ca 12 tonni.

Eesti eripära on põlevkivi töötlemisega seotud jäätmete suur osakaal ja see, et neist omakorda suur osa liigitatakse ohtlikeks.

Tartu maakonnas tekkis perioodil 2005…2009 kokku 2,6 milj. tonni jäätmeid. Jäätmetekke, sealhulgas tava- ja ohtlike jäätmete tekke andmed aastate kaupa on koondatud tabelisse 4.3 [27].

Tabel 4.3. Jäätmeteke Tartumaal 2005…2009 aastal, tonni [45]

	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Tavajäätmed	425 773	490 128	660 932	504 862	529 680
Ohtlikud jäätmed	1 810	2 874	4 264	6 549	6 937
Kokku	427 582	493 002	665 196	511 411	536 617

Tabelist 4.3 on näha, et Tartu maakonna jäätmeteke järgib üldjoontes riigi jäätmetekke trende perioodil 2005…2007 jäätmeteke maakonnas suurenes ca 36%. Aastatel 2008. ja 2009. on jäätmeteke stabiliseerunud ca 520 tuhandele tonnile aastas. 2009. a. tekkis Tartumaal ühe elaniku kohta 3 587 kg jäätmeid, s.h tavajäätmeid 3 541 kg ja ohtlikke jäätmeid 46 kg.

Tartumaal 2008. ja 2009.a. tekkinud olme- ja tööstusjäätmete kogused, sealhulgas energeetilist ressurssi omavate jäätmete kogused valdade kaupa on tabelis 4.4.

Võrreldes 2008. aastaga on 2009. a. jäätmete kogus Tartumaal kasvanud ca 25 tuhat tonni. Tartumaa suurima jäätmetekitaja, Tartu linna, jäätmete kogus kasvas ca 100 tuhande tonni võrra. Jäätmete kogused kasvasid ka Rannu vallas (39 402 tonni), Elva linnas (6 591 tonni) ja Vara vallas (4 505 tonni). Samas energiatootmiseks kasutatavate jäätmete kogus on sel perioodil Tartumaal vähenenud ca 103 tuhat tonni. Olulisemalt on need kogused vähenenud Ülenurme vallas (63 990 tonni), Laeva vallas (27 542 tonni) ja Tartu linnas (20 640 tonni). Siinkohal tuleb märkida, et Ülenurme ja Laeva vallas on ka kogu jäätmeteke samas suurusjärgus vähenenud.

2008. ja 2009. a. andmetele tuginedes saab väita, et Tartumaal moodustuvatest olme- ja tööstusjäätmetest saab energia tootmiseks kasutusele võtta keskmiselt 37% jäätmeid. Kogu

Tartumaa jäätmetekkest moodustasid vaadeldaval perioodil energia tootmiseks kasutatavad jäätmed tekkepõhiste koodide järgi keskmiselt:

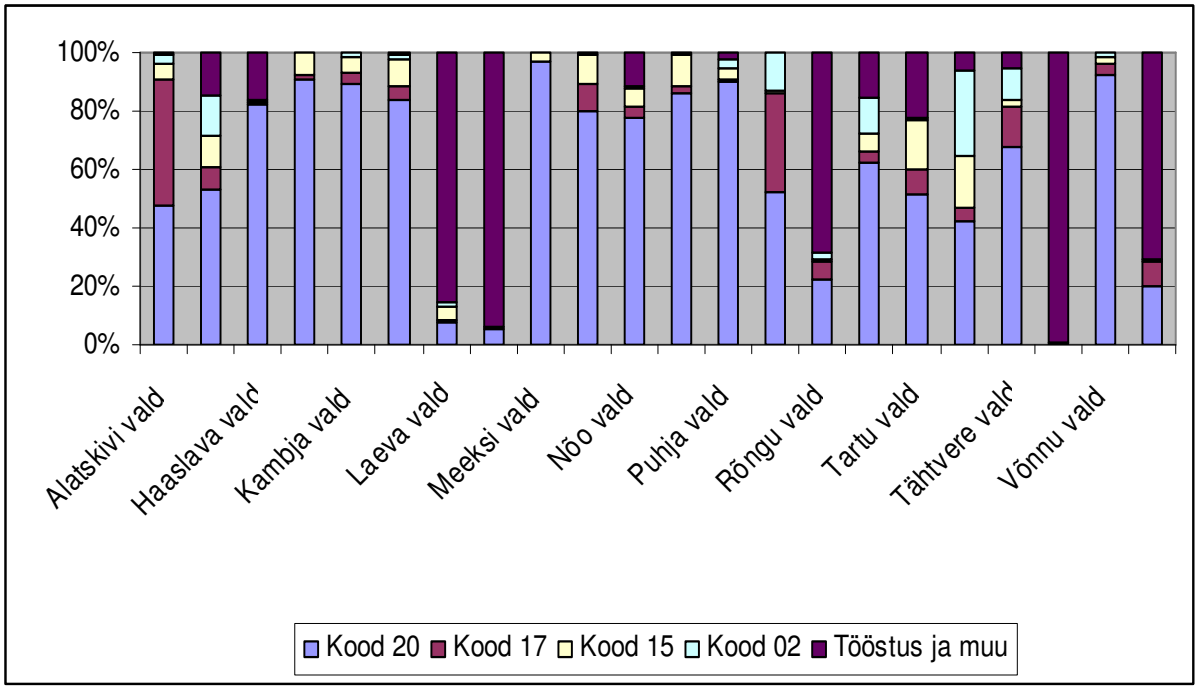
- tööstusjäätmed ja muu – 19%;
- olmejäätmed (kood 20) – 11%;
- ehitus- ja lammutuspraht (kood 17) – 3%;
- põllumajanduses moodustunud jäätmed (kood 02) – 2%;
- pakendijäätmed (kood 15) – 2%.

Tabel 4.4. Tartumaa omavalitsustes tekkinud olme- ja tööstusjäätmete kogused ning energeetilist ressurssi omavate jäätmete kogused valdade kaupa 2008. ja 2009.a.

Kohalik omavalitsus	2008.a. tekkinud jäätmed		2009.a. tekkinud jäätmed	
	Kokku	Energeetilist ressurssi omavad jäätmed	Kokku	Energeetilist ressurssi omavad jäätmed
Alatskivi vald	3 636	145	309	252
Elva linn	11 929	3 640	18 520	2 313
Haaslava vald	5 197	729	2 617	2 013
Kallaste vald	145	117	197	158
Kambja vald	788	365	969	384
Konguta vald	2 941	143	146	89
Laeva vald	32 167	30 529	3 171	2 987
Luunja vald	12 210	7 121	24 143	12 072
Meeksi vald	99	53	79	59
Mäksa vald	2 772	2 202	435	253
Nõo vald	8 851	850	6 953	827
Peipsiääre vald	93	42	58	25
Piirissaare vald	3	3		
Puhja vald	5 667	545	2 126	451
Rannu vald	572	499	39 974	710
Rõngu vald	13 536	545	2 631	2 286
Tartu linn	270 780	87 790	370 879	67 149
Tartu vald	17 137	10 074	20 063	12 060
Tartumaa määramata	27 404	4 040	7 883	3 464
Tähtvere vald	2 143	1 883	1 193	1 013
Vara vald	18 383	18 239	22 888	22 352
Võnnu vald	286	215	247	198
Ülenurme vald	74 670	73 469	11 137	9 479
Kokku	511 411	243 238	536 617	140 591

Ülevaate 2009. a. energeetilist ressurssi sisaldavate jäätmete protsentuaalne koostise massi järgi omavalitsuste kaupa saab jooniselt 4.1. Joonist analüüsides selgub, et energia tootmiseks kasutatavate jäätmete keskmised osakaalud jäätmekoodide järgi 2009. a. andmetel on järgmised:

- tööstusjäätmed ja muu – 42%;
- olmejäätmed (kood 20) – 42%;
- ehitus- ja lammutuspraht (kood 17) – 4%;
- põllumajanduses moodustunud jäätmed (kood 02) – 7%;
- pakendijäätmed (kood 15) – 5%.



Joonis 4.1. Energeetilist väärtust sisaldavate jäätmete osakaalud kohalike omavalitsuste jäätmetekkes 2009. a.

Valides alternatiivseid jäätmekäitlusvõimalusi, tuleb arvestada Euroopa Liidu tasemel kehtestatud jäätmekäitluse sihtarve; kohaliku, regionaalse ja riikliku jäätmekäitlussüsteemi arengut; olemasolevaid jäätmekoguseid; jäätmekäitlusest tulenevat keskkonnamõju; ja majanduslikku tõhusust. Samas tuleb jäätmete taaskasutamist kavandades pidada silmas, et tegemist on jäätmete suhtes konkureerivate toimingutega.

4.5. Alternatiivsed võimalused ja vastuolud jäätmete energeetilise kasutuse ja teiste jäätmekäitlusmeetodite vahel

Alternatiivsete jäätmekäitlustoimingute kaalumiseks on SEI-Tallinna poolt 2007.a. läbi viidud olelusringipõhine uuring „Olmejäätmete käitlusalternatiivide keskkonnamõjude ja majanduskulude olelusringipõhine uuring". Uuringu eesmärgiks oli hinnata ja võrrelda olmejäätmete võimalike käitlusstsenaariumide (jäätmematerjalide ringlussevõtt, kompostimine, põletamine, prügilasse ladestamine) globaalseid ja regionaalseid keskkonnamõjusid ning anda üldisemal tasandil hinnang nende majanduskulude kohta. Uuringu eelduseks oli, et valitud jäätmekäitlustoimingute rakendamisel täidetakse eelpool loetletud sihtarve.

Uuringu läbiviimiseks koostati kolm stsenaariumi:

0 stsenaarium – baasstsenaarium;
1 stsenaarium – Eestisse rajatakse kuni kaks olmejäätmete põletustehast;
2 stsenaarium – Eestis võetakse jäätmed kasutusele materjalina ja bioloogilisse ringlusse.

Baasstsenaarium lähtus olemasolevast jäätmekäitluse olukorrast. Eeldati, et jätkub seni kestnud olukord, kus valdav osa (76%) kogutud olmejäätmetest ladestatakse prügilasse. Olmejäätmetes sisalduvatest taaskasutatavatest jäätmematerjalidest (nt metall, paber ja papp, pakendijäätmed) kogutakse ja suunatakse materjalina ringlusse ca 17%. Ligikaudu 7% olmejäätmetest kompostitakse.

Jäätmete põletamise stsenaariumi kohaselt eeldati, et Eestisse ehitatakse kaks jäätmepõletustehast (Tallinnasse ja Tartusse) ning märkimisväärne osa olmejäätmetest põletatakse. Võttes arvesse vajadust täita õigusaktidega sätestatud taaskasutuseesmärgid, tuleks olmejäätmetest materjalina ringlusse võtta ca 24%. Eeldades, et suuremates linnades rakendub teatud tasemel biolagunevate jäätmete tsentraalne kogumis- ja käitlussüsteem, võib eeldada, et bioloogilise ringlussevõtuna käideldakse vähemalt 10% olmejäätmetest. Arvestades jäätmepõletustehaste kavandatud võimsusi (Tallinnas 220 000 tonni, Tartus 100 000 tonni), suunatakse piirkonnas tekkivatest olmejäätmetest 50% põletustehasesse. Ülejäänud olmejäätmed (16%) ladestatakse.

Ringlussevõtu ja kompostimise stsenaariumi kohaselt Eestis olmejäätmeid ei põletata. Õigusaktidega sätestatud taaskasutuseesmärkide saavutamiseks 25% olmejäätmetes

taaskasutatakse materjali ringlussevõtuna ning 33% biolagunevate olmejäätmete kompostimise kaudu. Ülejäänud olmejäätmed, hinnanguliselt 42%, ladestatakse prügilasse.

Alternatiivsete jäätmekäitlusstsenaariumide olelusringipõhine keskkonnamõju ja majanduskulu hindamine ning võrdlemine näitas, et baasstsenaarium on kõige suurema keskkonnamõjuga ja suurima majanduskuluga. Samuti ei taga baasstsenaariumi edasine rakendamine vastavust õigusaktide nõuetele (vt tabel 4.5).

Tabel 4.5. Alternatiivsete jäätmekäitlusstsenaariumide võrdlus, % [29]

Stsenaarium	Materjali ringlussevõtt	Bioloogiline ringlussevõtt	Energiakasutus	Ladestamine	Vastavus õigusakti nõuetele
0	17	7	0	76	Ei vasta
1	24	10	50	16	Vastab
2	25	33	0	42	Vastab

Olmejäätmetes sisalduvate taaskasutatavate materjalide (eelkõige metallid ja pakendijäätmed) ringlussevõtt ning olmejäätmete põletamine koos sooja- ja elektrienergia tootmisega on perspektiivne stsenaarium. Alternatiividega võrreldes on sellel stsenaariumil väikseim keskkonnamõju ning positiivse kõrvalmõjuna vähenevad fossiilkütuste põletamisega seotud heitmed. Üha tõusvaid energiahindu arvesse võttes omab 1. stsenaarium ka arvestatavat majanduslikku tulu. Ka jäätmete kogumisel ja taaskasutamisel materjali ringlussevõtuna on positiivne keskkonnamõju, kuid võrreldes põletusstsenaariumiga on see suhteliselt väike. Biolagunevate jäätmete tsentraalse kogumis- ja käitlussüsteemi majanduskulud võivad olla küllaltki suured, kuid tulu saadava komposti müügist suhteliselt kasin.

Kokkuvõtteks on uuringu tulemusel leitud, et olmejäätmete käitlussüsteemi kavandamisel on oluline esmajoones vähendada prügilasse ladestatavate jäätmete kogust. Ülejäänud alternatiivsete jäätmekäitlusvariantide kavandamisel tuleb silmas pidada nende sobitumist kohalikku situatsiooni ja fakti, et jäätmete suhtes on jäätmekäitlusetoimingutel konkureeriv iseloom.

Tartumaal tekkis aastatel 2008 ja 2009 olme- ja tööstusjäätmeid vastavalt 511 411 ja 536 617 tonni. Energeetilist ressursi sisaldavate jäätmete leidmisel jäeti käesolevas uuringus välja jäätmed, mis nõuavad spetsiaalset ümbertöötlust (eelkõige ohtlikud jäätmed); reoveesetted ja põllumajanduses või metsamajanduses taaskasutatud sõnnik; jäätmed, millest energia tootmine tänapäeva võimalusi arvestades on praktiliselt võimatu (näiteks kivid, betoon, pinnas jms); ja sorteeritult kogutud metallid, klaas, vanarehvid. Tartumaal 2008. ja 2009.a. tekkinud jäätmekogused on kasvanud ca 5%, kuid seda eelkõige niisuguste jäätmete osas, mis ei sisalda kasutatavat energeetilist ressurssi. Samal perioodil on energeetilist ressurssi sisaldavate jäätmete kogus vähenenud 243 238 tonnilt 140 591 tonnini ehk 43%. Energeetilisest ressursist suurema osakaalu moodustavad olmejäätmed (42%), järgnevad tööstusjäätmed ja muu (41%) ning põllumajanduses moodustunud jäätmed (7%). Oluliselt on langenud aastatel 2008…2009 pakendijäätmete osakaal energiat sisaldavate jäätmete massist – 23%lt 6%ni.

4.6. Jäätmete energiasisaldus

Jäätmeid võib põletada soojus- ja elektrienergia saamiseks ainult spetsiaalses põletusseadmes . Kõige levinum tehnoloogia on masspõletus, kus jäätmed põletatakse sortimata ja töötlemata kujul. Vähimaks võimalikuks masspõletustehase mahuks peetakse 100 000 tonni jäätmeid aastas. Prügi põletatakse põletusettevõttes aasta ringi ilma pausideta, mistõttu tuleb tagada jäätmetega varustamine ning leida lahendus suvel toodetud soojusenergiale. Mahu poolest väiksemad tehnoloogilised lahendused on pürolüüs (Eestis olmejäätmete pürolüüsi kogemust ei ole) ja jäätmekütuste põletamine.

4.6.1 Masspõletus

Maailmas oli 2010. aasta seisuga 2180 jäätmepõletusettevõtet [32]. Sellest kolm neljandikku asuvad Aasias. Euroopas on 488 põletustehast. Eestis on jäätmete põletamise tasuvust uurinud Tallinna Tehnikaülikool [34]. Masspõletustehas on otsustatud rajada Iru elektrijaama juurde, mis põletaks 220 000 tonni sortimata olmejäätmeid aastas, võimsusega 17 MW_{el} ja 50 MW_{soojus}. Projektiga seotud keskkonnamõjude hinnang valmis juba 2007 [35]. Projekteerija ja ehitaja on välja valitud.. Et AS Eesti Energia ei oma prügiveovõrgustikku, on ette näha jäätmete vedu Irusse üle Eesti.

Masspõletusseadme rajamist on kaalutud ka Tartu linna. Tartu linna ja maakonna ning Kagu-Eesti põlemiskõlblike jäätmete mahtu on hinnatud 100 000 tonnile aastas (küttevääртus 10,8 MJ/kg), jaama võimsuseks 8 MW_{el} ja 23 MW_{soojus}. 8 000 tunnise aastakoormuse põhjal on arvutatud aastaseks soojus- ja elektrienergia toodanguks vastavalt 190 GW·h ja 64 GW·h. Põletusseadme maksumuseks on hinnatud 67 miljonit eurot [30]. Tartu põletusettevõtte rajamisest on käesolevaks ajaks loobutud.

100 000 tonni jäätmete masspõletuse käigus tekib ligikaudu 25 000…30 000 tonni väheohtlikku koldetuhka ja 3 000 tonni ohtlikku lendtuhka, mis tuleks ladestada Vaivara ohtlike jäätmete prügilasse.

4.6.2 Jäätmekütus

Jäätmekütus (*refuse derived fuel – RDF, solid recovered fuel – SRF*) on jäätmetest toodetud kütus. Jäätmed purustatakse ning sõelutakse välja mittevajalik mineraalainerikas fraktsioon. Järgi jäänud paberi- ja plastirikas fraktsioon võidakse selle omaduste parandamiseks peenestada, kuivatada ja vajadusel ka brikettida. Erinevalt jäätmete masspõletusest, kus jäätmed põletatakse sortimata ja töötlemata kujul, on jäätmekütuse kvaliteet standardiga määratud (*Solid recovered fuels – Specification and classes, CEN/15359*). Jäätmekütust võib põletada soojus- ja elektrienergia saamiseks või tsemendiahjudes. Ainus koht Eestis, kus jäätmekütust põletada tohib, on Kunda Tsemenditehas. Et põlemisjäägid jäävad tsemendi koostisse, seatakse jäätmekütustele tehnilised nõuded ning kütus jagatakse klassidesse küttevääртuse, kloori- ja elavhõbedasisalduse järgi (Tabel 4.6).

Eestis toodetud jäätmekütus kaldub olema liiga niiske, mistõttu seda võib olla vaja kuivatada. Ühe tonni jäätmekütuse saamiseks kulub ca kaks tonni jäätmeid. Jäätmekütusel võib olla hind, kuid seda ainult ümbertöötlejate olemasolul. Tootmisjääkidest (*commercial waste*) saab parema kvaliteediga kütust kui olmejäätmetest. Jäätmekütust võib toota ka väikestes kogustes ning kütust saab eksportida tootena. Jäätmekütust tohib laos hoida kolm aastat.

Tootmisjääkidest (*commercial waste*) saab parema kvaliteediga kütust kui olmejäätmetest. Jäätmekütust võib toota ka väikestes kogustes ning kütust saab eksportida tootena. Jäätmekütust tohib laos hoida kolm aastat.

Tabel 4.6. Jäätmekütuste kvaliteediklassid [31]

Nimetus		Ühik	Kvaliteediklass				
			1	2	3	4	5
Kütteväärtus (Net calorific value NCV)	Keskväärtus	MJ/kg*	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Kloor (Cl)	Keskväärtus	% KA	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Elavhõbe (Hg)	Mediaan	mg/MJ*	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	80% jaotus	mg/MJ*	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00

*laekumise hetkel

Jäätmekütust on Eestis uurinud AS Kunda Nordic Tsement [33]. Kunda Tsemenditehase nõuded jäätmekütusele:

- tarbitav kogus 60 000…80 000 t/a
- kütteväärtus ≥ 18 MJ/kg
- niiskus ≤ 15 %
- tuhasus ≤ 15 %
- kloori ja väävli sisaldus ≤ 1 ppm KA
- osakese suurus 20 mm

Jäätmekütuse tootmist planeerib AS Ragn-Sells, kelle jäätmekütusetehas peaks valmima 2011 aasta lõpuks. Tallinnasse Suur-Sõjamäele rajatav tehas on suuteline ümber töötlema 120 tuhat tonni olmejäätmeid aastas. Veolia gruppi kuuluv Tallinna Prügila rajab samuti jäätmekütuse tootmise tehast. Ka selle tootmismaht ulatub 120 000 tonnini. Kõrgekvaliteedilist jäätmekütust on võimalik kasutada tsemenditööstuses Kunda tsemenditehases või Läti tsemenditööstuses, madalama kvaliteediga jäätmekütus sobib aga elektri- ja soojusenergia koostootmiseks. Põletajate nõutavad jäätmekütuste kogused on nii suured, et väikeettevõte neid üksi tarnida ei suuda. Seepärast on ettevõtete koostöö äärmiselt tähtis. Jäätmekütuse tootjate ühishuvisid kaitseb Euroopa Jäätmekütusetootjate Organisatsioon (European Recovered Fuel Organisation, ERFO), Eestis koondab jäätmekütuse tootjate huvisid Eesti Jäätmekäitlejate Liidu vedamisel projekt "Jäätmete Taaskasutusklaster". Jäätmekütuse tootmine eeldab spetsiaalseadmete ja jäätmeloa olemasolu.

Jäätmekütuste tootmine on kulukas. Tarbija jäätmekütuse eest üldreeglina siiski ei maksa, vaid talle tuleb sageli peale maksta. Ettevõtmise muudab kasumlikuks see, kui jäätmekütuse tootmiseks tehtud kulutused on väiksemad, kui sama koguse prügilasse ladestamine.

5. Energeetikaalased arendusettepanekud omavalitsuste arengukavades

Tartumaa omavalitsustel on kõigil vastu võetud arengukavad, mis rohkemal-vähemal määral käsitlevad energeetikaalaseid valupunkte ning ka natuke tulevikuvisioone. Järgnevalt on toodud kokkuvõttev ülevaade omavalitsuste arengukavades energeetikat puudutavatest punktidest:

Alatskivi vald. Arengukava periood 2005…2010+. Arengukavas käsitletakse olemasolevat elektri- ja soojusenergiaga varustatust. Leitakse, et Alatskivi 110/15 kV alajaama võimsusest tarbitakse hetkel vaid kolmandik. Tuuakse välja võimalus taastada/rekonstrueerida Alatskivi jõel asunud vesiveski hüdroelektrijaamaks, eelnevad vajalikud uuringud on tegemata. Tsentraalne soojusenergiaga varustus katkes 1992. aastal, praeguseks välja ehitatud lokaalsed katlamajad. Sobivatel tingimustel pakutakse omavalitsuse poolset tuge tsentraalkütte rekonstrueerimiseks.

Elva linn. Arengukava periood 2008…2015. Arengukavas käsitletakse nii soojus- kui elektrienergiavarustust tuues välja nii olemasolev kui ka eesmärgid. Tänavavalgustust on käsitletud eraldi jaotisena.

Soojusenergiaga varustatus – olemasolev teenusepakkuja ja katlamajad, kasutatavad kütused, köetavad hooned, küttetorustiku seisukord. Leitakse, et olemasolevas torustikus on suured kaod. Võetakse eesmärgiks soojusvarustuse arengukava uuendamine, soojasõlmede paigaldamine Arbimäe keskküttepiirkonda kuuluvaisse korruselamutesse ja soojustrasside rekonstrueerimine ning paigaldamine maa alla.

Elektrienergiaga varustatus – konstateeritakse Elvas teostatud elektrivarustuse rekonstrueerimistööde tegemisi ning osaliselt uute liinide ning alajaama paigaldamist. Eesmärgiks võetakse õhuliinide asendamine kaabelliinidega või maakaabliga, elektrivarustuse üldise töökindluse tõstmine, olemasolevate alajaamade võimsuse suurendamine ja elektriliine ohustavate puude kärpimine.

Tänavavalgustuse kohal on märgitud, et on koostatud valgustusvõrgu plaan, millele on märgitud valgustite lülituspunktid, võimsused ja asukohad. Konstateeritakse juhistiku vananemist ning uue vastu vahetamise vajalikkust. Eesmärgiks võetakse amortiseerunud

elektrijuhtmete väljavahetamine kaabelliinide vastu, vanade elektripostide väljavahetamine, tänavavalgustuse rajamine uutesse tänavatesse, vanade 250 W kõrgrõhu elavhõbedalampide väljavahetamist ning kiiret reageerimist elektririkete kõrvaldamiseks.

Haaslava vald. Arengukava periood 2004…2013. Arengukava käsitleb omavalitsuse piirides olevaid kommunikatsioone ning konstateeritakse elektrienergiaga varustatuse piisavus. Tuuakse välja huvi maagaasi jaotustorustiku laiendamise vastu Kurepalu ja Päkste küladesse. Leitakse, et tänavavalgustuse olukord Aardla ja Kurepalu külades on halb ning võetakse eesmärgiks tänavavalgustuse laiendamine eelnimetatud asulates.

Kallaste linn. Arengukava periood 2008…2015. Arengukavas ainuke energeetikat käsitlev punkt mainib, et linnas on autonoomsed katlamajad ning kaugküttesüsteem puudub.

Kambja vald. Arengukava periood 2007…2016. Energeetikat mainitakse alapunkti „Infrastruktuur ja keskkond“ all tuues välja alajaamade vähesusest ning elektriliinide madalast töökindlusest tingitud sagedased pingekõikumised ja –katkestused. Eesmärkidena nähakse välisvalgustuse rekonstrueerimist ja laiendamist ning energiatootmise arendamist kohaliku tooraine baasil.

Konguta vald. Arengukava periood 2008…2015. Arengukava energeetikat käsitlevaks osaks on „Infrastruktuur, maakasutus ja elamumajandus“, mille all mainitakse Annikoru keskkatlamaja mittetöötamist, soojamajanduse lahendusi elamuti kaupa, kas elektri-, puidu- või turbaküttel kateldega. Kohaliku omavalitsuse hoone, koolimaja ja lasteaed on varustatud kergel kütteõlil töötavate kateldega ning mainitakse ka elektrikütte reservvõimalust. Mõned munitsipaalhooned on ka ahiküttel. Eesmärgiks võetakse olemasolevate hoonete energiasäästu-alastele projektidele kaasaaitamise.

Laeva vald. Arengukava periood 2007…2013. Arengukava käsitleb eraldi energiavarustust ja välisvalgustust ning soojavarustust. Elektrienergiaga varustatuse kohal tuuakse välja elektrivõrkude arendamise võrguettevõtte poolt, mis tagab omavalitsuse piires kvaliteetsema teenuse. Põhirõhk on trafopunktide ehitamisel ja oma ressursi ammendanud liinide rekonstrueerimisel. Lisaks mainitakse Sinikülas olevaid täielikult amortiseerunud valgusteid, mis vajavad väljavahetamist.

Soojavarustuse punkti all tuuakse välja, et Laeva külas tsentraalküte puudub ja hoonetes on lokaalkatlamajad. Põhikooli- ja spordihoonesse on paigaldatud maaküttel töötavad katlamajad ning sooja vee vajadus on kaetud elektriboileritega. Lasteaed-külakeskuse soojavarustus on lahendatud kergel kütteõlil töötava katlamajaga, perearstikeskus ja kultuurimaja on ahiküttel. Laeva külas olevad korterelamud haldavad ja kasutavad eraldi katlamaja. Mainitakse, et teistes Laeva valla külades nagu Kämara, Kärevere, Siniküla, Valmaotsa, Väänikvere, on kõigil majapidamistel ja ettevõtetel oma küttesüsteemid ning tsentraalseid küttesüsteeme Laeva vallas käesoleva arengukava kehtimise perioodil plaanis rajada ei ole. Eraldi pole välja toodud tegevusi ega eesmärke.

Luunja vald. Arengukava periood 2004…2010 (2013). Arengukavas energeetika-alased punktid puuduvad.

Meeksi vald. Arengukava periood 2009...2013. Võetakse arengueesmärgiks energiavarustuse väljaarendamise Mehikoorma aleviku uues piirkonnas, tänavavalgustuse rajamise Aravusse, Mehikoorma tänavavalgustuse edasiarendamist ning valla energiasüsteemi üldist parendamist.

Mäksa vald. Arengukava periood 2010…2026. Arengukavas kirjeldatakse olemasolevaid tänavavalgustuse süsteeme ning hinnatakse need üldkokkuvõttes heas korras olevaks. Viidatakse vajadusele laiendada tänavavalgustust Vana-Kastre ristmikule. Lisaks tuuakse välja eesmärkidena omavalitsusele kuuluvate hoonete energiasäästlikkuse suurendamine ja energiasäästlikkust suurendavate projektide soosimise.

Nõo vald. Arengukava periood 2008…2011. Arengukavas tuuakse välja, et Nõo vallas on kolm kaugküttepiirkonda, mida teenindavad õliküttel töötavad katlamajad. Nõo vallas on vastu võetud energiakasutuse arengukava (Estivo 2001). Arengueesmärgiks seatakse katlamajade renoveerimise nii Nõos kui Tõraveres.

Peipsiääre vald. Arengukava periood 2010…2015. Arengukavas puudutatakse energeetika-temaatikas vajadust lõpuni ehitada Kolkja, Kasepää ja Varnja alevikes tänavavalgustus.

Piirissaare vald. Arengukava periood 2006…2013. Energeetika-alaseid alapunkte-teemasid antud arengukava ei käsitle.

Puhja vald. Arengukava periood 2008…2021. Arengukavas tuuakse välja uute alajaamade ja elektriliinide ehitamise vajaduse, kuna kaugemates külades on probleeme pinge kvaliteediga. Soojamajanduse osas mainitakse, et tsentraalne kaugküttevõrk on ainult Puhja alevikus, mujal kasutatakse lokaalkütet. Soojatorustik ja -sõlmed on amortiseerunud ning vajavad rekonstrueerimist.

Rannu vald. Arengukava periood 2010…2016. Arengukava näeb ette käsitletava perioodi jooksul eelkõige koostööd ettevõtlusega – taastuvenergeetika võimaluste uurimist ja kasutamist.

Algatatud on soojamajanduse arengukava koostamine, mis on aluseks investeeringute kavandamisel. Taastuvenergiaga tegelev ettevõte Nelja Energia OÜ on avaldanud soovi ehitada Rannu alevi energiavajaduse katteks põllumajandusjäätmetel töötav biogaasijaam.

Rõngu vald. Arengukava periood 2007…2020. Arengukava sätestab olemasoleva elektrienergia ülekandevõrgu renoveerimise vajaduse ning seab eesmärgiks olemasolevat tänavavalgustusvõrku laiendada koos kergliiklusteede rajamisega. Soojamajanduse alateema toob välja olemasolevate küttesüsteemide haldajad ning vallavalitsuse hallatavad hoonete küttesüsteemid.

Strateegiliste eesmärkidena tuuakse energiasäästu meetmete rakendamine (ühiskondlike hoonete soojustamine ja nende küttesüsteemide kaasajastamine), tänavavalgustuse rekonstrueerimise ja rajamise, korteriühistute toetamise energiasäästu projektides, küttemajanduse korrastamise ning Rõngu aleviku soojamajanduse renoveerimise toetamist ja kaugküttetrassi ehitust.

Tartu linn. Arengukava periood 2007…2013. Arengukavas on sätestatud tänavavalgustuse rekonstrueerimise ja iluvalgustuse rajamise vajadus.

Tartu vald. Arengukava periood 2007…2012. Tuuakse välja võrguettevõtte puudujääke pingekvaliteedi tagamisel mitmetes valla asulates. Soojamajanduse kohal tuuakse välja tsentraalkütte kasutamine Lähte asulas, mujal on korruselamud lokaalküttel. Tsentraalküttevõrk on olemas ka Vasula alevis, aga hetkel kasutusest väljas.

Eesmärkideks on võrguettevõtte arengule kaasaaitamine tagamaks vallas vajalike ühendusvõimsuste kättesaadavuse ja standarditele vastava pingekvaliteedi, väljaarendatud

keskkonnasäästlikud soojusvarustussüsteemid ja valla ühiskondlike hoonete energiasäästlikkus koos energiajuhtimissüsteemi ja tõhustatud soojustusega.

Tähtvere vald. Arengukava periood 2007…2013. Arengukavas tuuakse välja energiakava puudumine ning selle koostamise vajalikkus. Eesmärkideks on kaugküttesüsteemi terviklikkus ja energiavarustuse jätkusuutlikkus, elektrimajanduse korrastamine ja arendamine koostöös võrguettevõttega, tänavavalgustuse arendamist valla asulatest ning ökonoomsemate süsteemide rakendamist

Vara vald. Arengukava periood 2002…2010. Probleemidest tuuakse esile sagedasi elektrikatkestusi, mis viitab nõrgale võrgule. Eesmärkidena seatakse kaugküttesüsteemide rajamist ja rekonstrueerimist

Võnnu vald. Arengukava periood 2007…2013. Arengukava toob välja liinide vananemise, mistõttu on vajalik rohke võrguettevõttepoolne parandustöö, valla kaugemates piirkondades on pingekvaliteet siiski korralikult tagamata.

Ülenurme vald. Arengukava periood 2009…2013. Arengukavaga peetakse vajalikuks mitmete valla piirkondade varustamist tänavavalgustusega ning olemasolevate toiteliinide väljavahetamist.

Soojamajanduse aspektist tuuakse välja vallas tegutsevad katlamajad ning nende kütused, amortiseerunud torustikust tulenevad probleemid kuid konstateeritakse kaugkütte säilitamise vajalikkust.

6. Energiamajandusega seotud projektid

Tartu maakonnas tehtud, käimasolevatest ja planeeritud arendusprojektide kohta on võimalik saada ülevaade Lisas 4 toodud tabeli alusel, täismahus tabel on lisatud Exceli tabelina. Põhiliselt puudutavad arendusprojektid säästvat arengut, transporti, biogaasi arendust ning kaugküttevõrgustike renoveerimist. Suures osas projektides on kas projekti täideviijana või partnerina Tartu linn.

Projektid võib jagada kahte gruppi: sotsiaalsed – inimeste käitumist uurivad ning tulemi baasil energeetika-, eluruumi- ja keskkonnaalast teadlikkust tõstvad (säästlik liikumine tööstusaladel, energiaagentuuri loomine, ühistranspordi parendamine, energiasääst ja -tõhusus); ning rakenduslikud – kohalike kütuste nagu reoveel ning biolagunevatel põllumajandus- ja olmejäätmetel põhineva biogaasi kasutuselevõtt nii transpordikütusena kui ka elektri- ja soojuse koostootmisjaamas, küttesüsteemide rekonstrueerimisprojektid, tänavavalgustuse rekonstrueerimiseprojektid.

Bioenergia liikidest on kõige aktiivsemalt tegeletud biogaasi tootmise ja kasutamise projektidega. Energiavarustuses ja transpordikütusena kasutamise võimalustega on välja toodud järgnevad biogaasiallikad:

1. põllumajandusjäätmed nagu silojäägid ja vedelsõnnik koos võimalike lisasubstraatidega;
2. Aardlapalu prügilast eralduv gaas;
3. Tartu regioonis tekkivad ja eraldi kogutavad biolagunevad olmejäätmed;
4. Tartu regioonis tekkivad toiduainete töötlemisel rasvapüüduritest teisaldatav õli ja rasv;
5. Tartu linna reoveemuda anaeroobne kääritamine.

Loetletud projektides (vt lisa 4) on üheks suuremaks väljakutseks Tartu linna ühistranspordi üleviimine biogaasile ning soojuse ja elektri koostootmine.

7. Energia tootmisega seotud ettevõtted Tartumaal

7.1. Ülevaade energiatootjatest

Tartumaa energiatootjatest ülevaate koostamiseks saadeti 2010. aasta sügisel vallavalitsustesse e-postiga küsimustik, et täpsustada soojatootmise olukord valdades. Linnavalitsustesse küsimustikku ei saadetud, sest Tartumaa linnades tegutsevad ettevõtted olid teada. Valdadest saadi 7 vastust infoga energiatootmise ettevõtete ja kontaktisikute ning lokaalküttel olevate munitsipaalhoonete kohta. Ettevõtete nimekirja täpsustamiseks kasutati Keskkonnaministeeriumi hallatavat keskkonnainfo registrit ja keskkonnalubade andmebaasi KLIS. Järgnevalt saadeti küsimused ettevõtetesse ja kuna saabunud andmed olid ebaühtlased, siis esitati päring valimis olevate ettevõtete kütuste tarbimise kohta ka Keskkonnateabe keskusele. Andmete kogumiseks ja täpsustamiseks ning kohalike oludega tutvumiseks külastati kuut vallavalitsust ja üheksat ettevõtet.

Keskkonnainfo registri järgi tegutseb Tartumaal 14 õhusaasteloaga energiatootmisettevõtet [36]. Nendel ettevõtetel on keskkonnalubade infosüsteemi KLIS järgi Tartumaal katlamaju 12 omavalitsuses 22-st.

Tabel 7.1. Energiatootmisega seotud ettevõtted Tartumaal [36,37,38]

Nr	Ettevõte	Tegutsemise piirkond	Tootmisüksusi, tk
1	Anne Soojus AS	Tartu linn, Luunja vald	11
2	Avoterm OÜ	Rõngu vald, Tähtvere vald	2
3	Cambi OÜ	Kambja vald	1
4	Ekvi Soojus OÜ	Luunja vald	1
5	Elva Soojus OÜ	Elva linn	3
6	Eraküte AS	Tartu linn	3
7	Fortum Termest AS	Tartu linn	1
8	Kenadron OÜ	Vara vald	1
9	Olme OÜ	Ülenurme vald	3
10	Sangla Turvas AS	Puhja vald	1
11	SW Energia OÜ	Tähtvere vald, Rõngu vald	2
12	Tartu Valla Kommunaal OÜ	Tartu vald	1
13	Termox AS	Nõo vald	3
14	Toruorel MÜ	Võnnu vald	1
		Kokku	34

Kokku haldavad ettevõtted 34 õhusaasteloaga energiatootmisüksust, mille hulka kuulub lisaks tsentraalkatlamajadele üks jõujaam Tartu piiril Luunja vallas Lohkva külas ja 7 lokaalkatlamaja Tartu linnas [37]. Mingil põhjusel ei olnud tutvumise ajal keskkonnalubade andmebaasis kättesaadavad materjalid Ekvi Soojus OÜ ja AS Anne Soojus Tartus Turu tn. 18 asuva katlamaja kohta. Kuid keskkonnaameti dokumendiregistris on ettevõtete poolt saadetud kvartaalsed aruanded, mis kajastavad ka nimetatud objektide õhusaastearvutusi ja ka õhusaaste loa registreerimisnumbrit, ilmselt on tegemist andmebaasi probleemiga.

Tabel 7.2. Tartumaal tegutsevad energiatootmisettevõtted ja kasutatavad kütused omavalitsuste lõikes [36,37,38]

Omavalitsus	**Energiatootmisettevõte**			
	Nimi	**Tootmis-üksuse tüüp**	**Tootmis-üksusi, tk**	**Kütus**
Elva linn	Elva Soojus OÜ	tsentraal	3	puit, kütteõli, puidujäätmed
Kambja vald	Cambi OÜ	tsentraal	1	hakkpuit, turvas, kütteõli
Luunja vald	Anne Soojus AS Anne Soojus AS Ekvi Soojus AS	jõujaam tsentraal tsentraal	1 1 1	hakkpuit, turvas, maagaas hakkpuit, maagaas halupuit, puidujäätmed
Nõo vald	Termox AS	tsentraal	3	raske kütteõli
Puhja vald	Sangla Turvas AS	tööstus/ tsentraal	1	Hakkpuit, turvas
Rõngu vald	Avoterm OÜ SW Energia OÜ	tsentraal tsentraal	1 1	põlevkiviõli põlevkiviõli
Tartu vald	Tartu Valla Kommunaal OÜ	tsentraal	1	maagaas
Tartu linn	Anne Soojus AS Anne Soojus AS Eraküte AS Fortum Termest AS	tsentraal lokaal* tsentraal lokaal	3 6 3 1	maagaas, hakkpuit, turvas maagaas, kütteõli hakkpuit, maagaas, kütteõli maagaas
Tähtvere vald	Avoterm OÜ SW Energia OÜ	tsentraal tsentraal	1 1	põlevkiviõli, maagaas põlevkiviõli
Vara vald	Kenadron OÜ	tsentraal	1	hakkpuit, kütteõli
Võnnu vald	Toruorel MÜ	tsentraal	1	halupuit, puidujäätmed
Ülenurme vald	Olme OÜ	tsentraal	3	maagaas, hakkpuit

* Ettevõtte kodulehel toodud info järgi haldab AS Anne Soojus Tartu linnas 14 lokaalkatlamaja.

Energiatootmisettevõtted tegutsevad põhiliselt Tartu ja Elva linnas ning Tartu linna ümbritsevates valdades, erandina tuleb ära märkida Võnnu, Vara ja Rõngu, Puhja ja Kambja vald. Ettevõtete tegutsemise eelduseks on tsentraalküttesüsteemide olemasolu. Lisaks Tartu ja

Elva linna kaugküttevõrkudele, on tsentraalküte Tartumaal 15 asulas. Ülevaade on esitatud tabelis 7.3.

Energiatootmisettevõtete kontaktisikutele saadeti küsimustik ülevaate koostamiseks kütuste tarbimisest, energia tootmisest, tehnilisest olukorrast ja tehtud ning planeeritavatest investeeringutest. Vastuste detailsus oli erinev ja kogu soovitud infot kõigist ettevõtetest ei saadud. Lünkade täitmiseks saadeti teabenõue Keskkonnateabe keskusele, kust saadi infot 2007., 2008. ja 2009. aasta kütuste kasutamisest valimis olevate ettevõtete kohta.

Tabel 7.3. Energiatootmisettevõtete poolt köetavad asulad Tartumaal.

Omavalitsus	Ettevõte	Köetav asula	Tootmisüksusi, tk
Elva linn	Elva Soojus OÜ	Elva	3
Kambja vald	Cambi OÜ	Kambja	1
Luunja vald	Anne Soojus AS	Tartu, sh Lohkva	2
	Ekvi Soojus OÜ	Luunja	1
Nõo vald	Termox AS	Nõo, Tõravere	3
Puhja vald	Sangla Turvas AS	Puhja	1
Rõngu vald	Avoterm OÜ	Rõngu	1
	SW Energia OÜ	Käärdi	1
Tartu linn	Anne Soojus AS	Tartu	17 *
	Eraküte AS	Tartu	3
	Fortum Termest AS	lokaalkatlamaja, Tartu	1
Tartu vald	Tartu Valla Kommunaal OÜ	Lähte	1
Tähtvere vald	Avoterm OÜ	Märja	1
	SW Energia OÜ	Ilmatsalu	1
Vara vald	Kenadron OÜ	Vara	1
Võnnu vald	Toruorel MÜ	Võnnu	1
Ülenurme vald	Olme OÜ	Ülenurme, Tõrvandi, Uhti	3
		Kokku	34

* Kodulehe andmetel haldab Anne Soojus AS Tartus 3 tsentraalkatlamaja, mis töötavad ühisesse võrku ja 14 lokaalkatlamaja.

Tabelis 7.3 toodud asulate tsentraalküttesüsteemid on väga erinevad tarbijate arvu, müüdava energiakoguse, kui ka tehniline seisukorra poolest. Tartus, kus on teiste asulatega võrreldes tarbijaid rohkem ja müügimahud suuremad, suudetakse pidevalt investeerida, kuid väiksemates asulates on olukord keerulisem. Põhjamaades peetakse tsentraalkütet asulates kõige paremaks ja keskkonnasäästlikumaks lahenduseks, kuid tarbijate vähesuse või

majanduslike raskuste korral on tsentraalküttesüsteemide säilimine mitmes asulas üsna kriitiline.

7.2. Kütuste tarbimine

Tartumaal energiatootmise- ja edastamisega tegelevate ettevõtete poolt tarbitavate kütuste mahtude selgitamiseks analüüsiti ettevõtetest ja Keskkonnateabe keskusest saadud andmeid. Maagaasi tarbimine on esitatud normaalkuupmeetrites, aga ülejäänud kütuste kogused on esitatud tonnides. Esitatud andmed ei pretendeeri absoluutsele täpsusele, sest osa mahuühikutes esitatud koguseid on teisendatud tonnidesse keskmisi mahukaalusid kasutades. Valimisse haaratud ettevõtete poolt kokku 2009. aastal tarbitud koguseid on võrreldud keskkonna lubadel näidatud maksimaalsete aastaste kogustega, kokkuvõtted on esitatud tabelites 7.4 ja 7.5 ning joonistel 7.1 kuni 7.3.

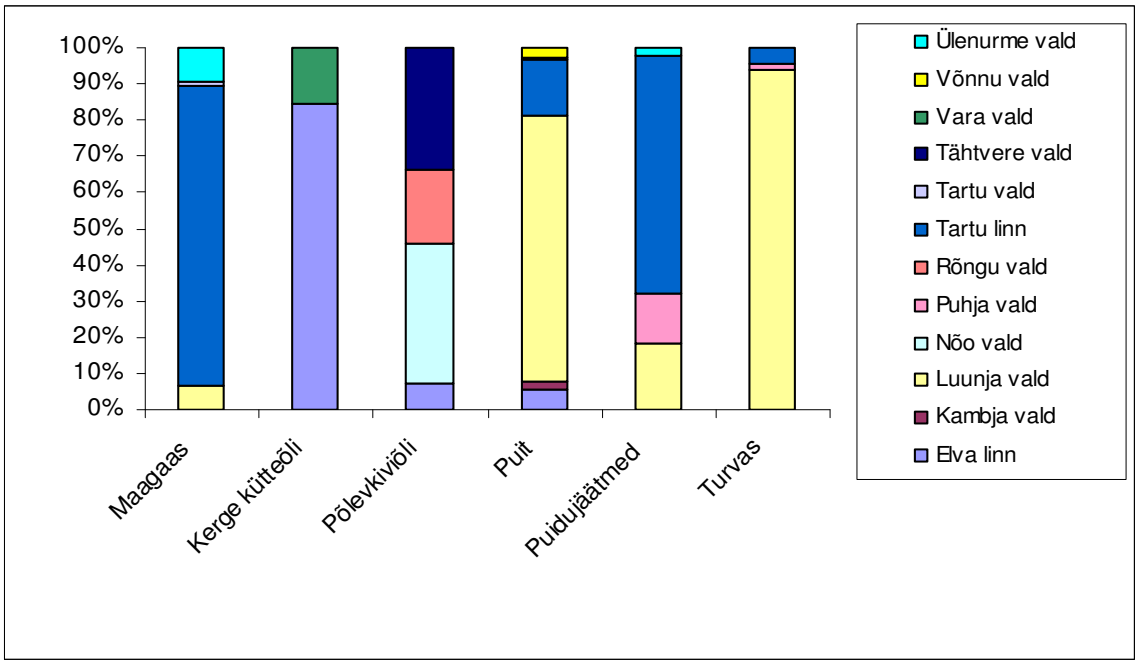
Tabel 7.4. Kütuste tarbimine energiatootmisettevõtete poolt 2009. aastal, kütuste kogu-tarbimist Tartumaal on võrreldud välisõhu saastelubade järgi lubatud kogustega

Omavalitsus	Maagaas, tuh. m^3	Kerge kütteõli, t	Põlevkiviõli, t	Puit, t	Puidu-jäätmed, t	Turvas, t
Elva linn		12	130	4 451		
Kambja vald				1 806		
Luunja vald *	1 089			58 585	4 785	88 020
Nõo vald			691			
Puhja vald					3 613	1 415
Rõngu vald			362			
Tartu linn	14 220			12 406	17 144	4 172
Tartu vald	178					
Tähtvere vald			606			
Vara vald		2		770		
Võnnu vald				2 009		
Ülenurme vald	1 583				562	
Kokku	17 070	14	1 789	80 026	26 104	93 607
Kokku saastelubadel	132 669	980	4 418	299 844	385 562	377 181

* Suurem osa kütuseid tarbib AS Anne Soojus, mis toodab elektrit ja varustab soojusenergiaga Tartu Linna.

Taastuvad kütused on mitmes asulas põhikütusteks. Tabelis toodud puitkütuste alla kuuluvad nii hakkpuit, kui ka halupuit. Valdavalt kasutatakse hakkpuitu, halupuiduga köetakse väiksemate asulate katlamajades, näiteks Luunjas ja Võnnus. Suurem osa kütuste tarbimisest koondub Tartu linna ja Luunja valda. Kuid saasteallika asukoha järgi analüüsides on Luunja valla osakaal paisutatud ja moodustab puidu, puidujäätmete ja turba tarbimisest vastavalt 72, 15 ja 94 protsenti Tartumaa energiatootmisettevõtetes, andmed on toodud tabelis 7.5. Sellise suure osakaalu põhjustab AS Anne Soojus hallatavate soojus- ja elektrienergia koostootmisjaama ning keskküttekatlamaja paiknemine Luunja vallas Lohkva külas, kuid suurem osa kütuste tarbimisest ei ole seotud valla tarbijatega, vaid suunatakse Tartu linna tarbijatele.

Kütuste kasutuse jagunemine omavalituste vahel on toodud joonisel 7.1. See annab hea ülevaate erinevat liiki kütuste kasutuse piirkondlikest eripäradest, kuid erinevate kütuste kasutuse mahud on väga erinevad. Põhilise osa energiast saadakse Tartumaal maagasi, puitkütuste ja puidujäätmete ning turba põletamisel, ülevaatlikud andmed kütuste kasutamisest primaarenergia järgi aastatel 2007…2009 on toodud joonisel 7.4.



Joonis 7.1. Kütuste kasutuse jaotus Tartumaa omavalitsustes energiatootmisettevõtete poolt 2009. aastal.

Tabel 7.5. Kütuste tarbimine 2009. aastal energiatootmisettevõtete poolt, kütuste kogutarbimist Tartumaal on võrreldud välisõhu saastelubade järgi lubatud kogustega

Asula	Maagaas, GJ	Kerge kütteõli, GJ	Põlevkiviõli, GJ	Puit, GJ	Puidu-jäätmed, GJ	Turvas, GJ
Elva linn	0	472	4 940	53 406	0	0
Kambja	0	0	0	21 669	0	0
Luunja	0	0	0	10 464	8 673	0
Lohkva *	36 584	0	0	692 559	39 751	890 762
Nõo	0	0	19 988	0	0	0
Tõravere	0	0	6 270	0	0	0
Puhja	0	0	0	0	36 561	14 320
Rõngu	0	0	8 892	0	0	0
Käärdi	0	0	4 875	0	0	0
Tartu linn	477 799	0	0	148 872	173 497	42 221
Lähte	5 981	0	0	0	0	0
Märja	0	0	12 768	0	0	0
Ilmatsalu	0	0	10 260	0	0	0
Vara	0	86	0	9 239	0	0
Võnnu	0	0	0	24 107	0	0
Ülenurme	24 898	0	0	0	0	0
Uhti	0	0	0	0	5 690	0
Tõrvandi	28 289	0	0	0	0	0
Kokku	573 549	558	67 993	960 317	264 172	947 303
Kokku saastelubadel	4 457 666	40 160	185 556	3 034 423	3 901 892	1 261 365

* Luunja vallas Lohkva külas asuvad AS Fortum Tartu soojus- ja elektrienergia koostootmisjaam ja tsentraalkatlamaja, mille soojusenergiast suurem osa antakse Tartu Keskkatlamaja AS kaugküttevõrku.

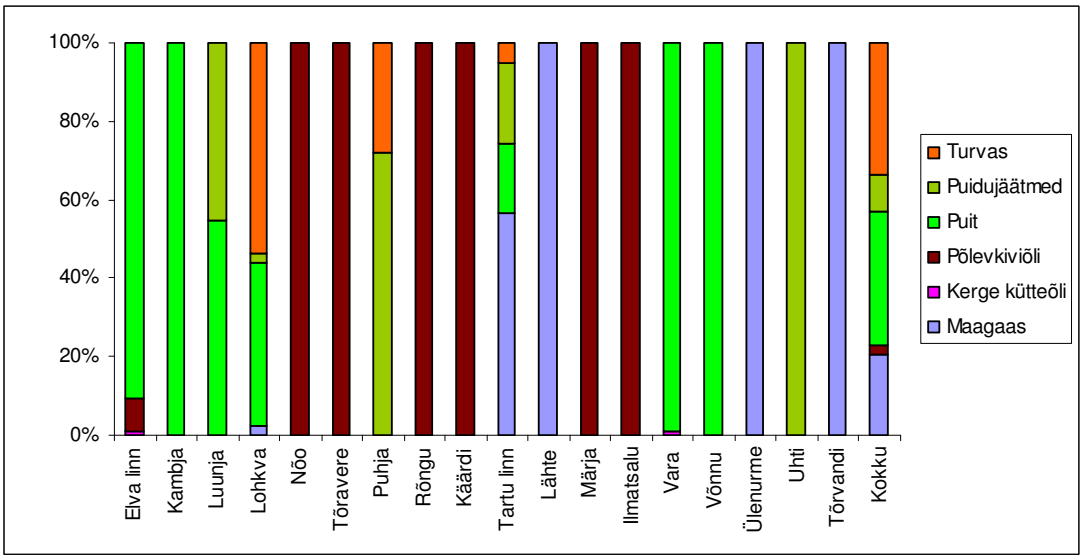
Positiivse aspektina on Tartumaal tahkete biokütuste osakaal energiatootmises ca 78%, puit- ja turbakütustele järgneb maagaasi kasutus. Fossiilkütustest on peale maagaasi osades katlamajades domineerivaks kütuseks veel põlevkiviõli, mis on põhikütuseks Nõo, Tõravere, Rõngu, Käärdi, Märja ja Ilmatsalu asulates, kuid nende energiatarbimine on sedavõrd madal, et ettevõtetele lubatud kütuste kogutarbimisest Tartumaal on kütteõlide osakaal väiksem kui kolm protsenti.

Varasemal ajal on Tartumaal olnud ka söel töötavaid katlamaju, kuid praeguseks on need kas suletud või üle viidud teistele kütustele. Väga vähene on kerge kütteõli kasutus, ilmselt on seda tinginud kütteõli kõrge hind, põhikütusena kasutab seda ainult üks katlamaja Tartu linnas. Ilmselt on kergekütteõli kasutajad väiksemad katlamajad, mida ettevõtted ei halda.

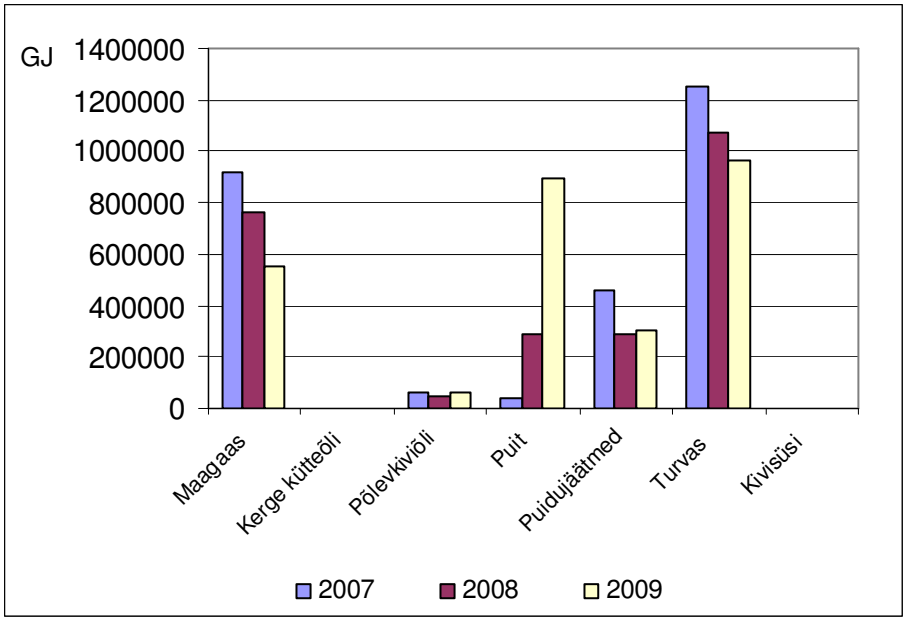
Turbakütustel, mis on mahult puitkütuste järel teisel kohal, kasutatakse ainult suurtes katlamajades. Kõige suurem turbakasutaja on AS Anne Soojus, millel on kaks katlamaja ja jõujaam, mis kasutavad frees ja tükkturvast. Samuti kasutab turvast kütusena Puhjas AS Sangla Turvas, kuid nad on oma jõujaama demonteerinud ja katlamaja kasutab alates 2009. aastast põhikütusena hakkpuitu ning puidujäätmeid.

Võrreldes erisaastelubadel toodud kütuste tarbimismahtudega, on 2009. aastal olnud tegelikud mahud oluliselt väiksemad. Maagaasi kasutus on 13% lubatud mahust, puitkütustel 32%, turbal 75%, puidujäätmete osas kõigest 7%. Kõikide kütuste lõikes moodustas kütuste tarbimine 2009 aastal kõigest 22% erisaastelubadega lubatud primaarenergia kogusest. Samas oli kohalike tahkete biokütuste osakaal 78% kütuste tarbimisest. Tartu linnas tegutsevate ettevõtete osaks jäi kogu energiatootmisettevõtete tarbimisest 88% hakkpuidust, 81% puidujäätmetest ja 98% turbast.

Joonistel 7.2 on toodud asulates kütuste kasutamise proportsioonid, vastavalt ettevõtete küsitluse tulemustele. Kohalike kütuste kasutamine on väga levinud. Eranditeks on väiksemad asulad, kolmes neist kasutatakse maagaasi ja kuues põlevkiviõli. Ka Tartu linnas on maagaasi kasutuse proportsioon üle 55%, kuid ca 2/3 Tartu linna soojusenergiast tuleb Luunja vallas asuvast jõujaamast.



Joonis 7.2. Primaarenergia kasutuse jaotus protsentuaalselt Tartumaa asulates 2009.a. kasutatud kütuste lõikes energiatootmisettevõtete poolt.



Joonis 7.3. Primaarenergia kasutus Tartumaal kasutatud kütuste lõikes 2007…2009. a. energiatootmisettevõtete poolt [37]

Aastatel 2007…2009 toimunud muudatused kütuste kasutamisel on osaliselt tingitud hindade muutusest ja katlamajade üleviimisest kohalikele kütustele. Aga kõige suuremat mõju on kindlasti avaldanud suuremad ümberkorraldused AS Tartu Fortum ja AS Sangla Turvas poolt. 2009 aastal käivitati Lohkvas hakkpuidul, puidujäätmetel ja turbal töötav uus jõujaam, mida haldab AS Anne Soojus. Samal aastal valmis ka AS'i Sangla Turvas uus katlamaja, vana jõujaama opereerimine lõpetati ja põhikütusena kasutatakse puidujäätmeid. Joonisel 7.3 on nimetatud ka kerge kütteõli ja kivisüsi, kuid nende kasutus on nii väike, et ole joonisel kuvatud. Kivisütt kasutas AS Anne Soojus viimase ettevõttena 2007. aastal.

7.3. Soojus- ja elektrienergia müük

Soojus- ja elektrienergia müügi kohta on kogutud info ettevõtetest küsitluslehega, osade andmete puudumisel on lüngad täidetud arvutuslike suurustega, mis on leitud kütuste tarbimise järgi analüüsi koostajate poolt. Müügimahud lõpptarbijatele 2009. aasta kohta on esitatud tabelis 7.6. Elektrienergiat müüs ainult AS Anne Soojus.

Tabel 7.6. Energia müük lõpptarbijatele kaugkütte ettevõtete poolt Tartumaal 2009.a.

Omavalitsus	Asula	Soojusenergia müük		Elektrienergia müük
		MW·h	%	MW·h
Elva linn	Elva linn	10 399	2,0	
Kambja vald	Kambja	4 682	0,9	
Luunja vald	Luunja *	3 000	0,6	
Nõo vald	Nõo	4 982	1,0	
	Tõravere	1 370	0,3	
Puhja vald	Puhja	5 122	1,0	
Rõngu vald	Rõngu	1 635	0,3	
	Käärdi *	1 000	0,2	
Tartu linn	Tartu linn **	476 014	91,3	104 230
Tartu vald	Lähte	1 551	0,3	
Tähtvere vald	Märja	1 983	0,4	
	Ilmatsalu	2 024	0,4	
Vara vald	Vara	1 350	0,3	
Võnnu vald	Võnnu	1 114	0,2	
Ülenurme vald	Ülenurme *	5 000	1,0	
	Uhti *	1 000	0,2	
	Tõrvandi *	6 000	1,2	
	Kokku	521 226	100	104 230

* Ligikaudne väärtus, arvutatud kütuse tarbimise järgi
** Sisaldab ka Luunja valla Lohkva küla tarbijatele müüdud energia kogust

Varasematel aastatel on elektrienergiat tootnud ka AS Sangla Turvas, kuid seoses seadmete amortiseerumise ja suurte kuludega, lõpetati Puhja koostootmisjaama tegevus 2008. aastal.

Tartumaa asulates paiknevate keskküttekatlamajade müügimahud on väga erinevad ja võrreldes Tartu linna ettevõtete tootmise ja müügiga suurusjärgu võrra väiksemad. Väiksemates kohtades tegutsevad ettevõtted on hädas vähese tootmis- ja müügimahuga, mis tingib finantsvahendite puudujääki ning kõrgema hinna võrreldes linnade suuremate kaugküttesüsteemidega.

Tartu linna ettevõtetel AS Keskkatlamaja ja AS Eraküte oli 2010 aasta 1. detsembri seisuga kehtestatud piirhinnad vastavalt 744,71 ja 768,61 kr/MW·h, tegelikult müüsid ettevõtted soojusenergiat isegi odavamalt.

Võrdlusena teiste asulate soojusenergia hinnad ilma käibemaksuta 1. detsember 2010.a. seisuga:

- Elva 790 kr/MW·h;
- Ilmatsalu 860 kr/MW·h;
- Kambja 987,5 kr/MW·h;
- Luunja 756 kr/MW·h;
- Lähte 1 146 kr/MW·h;
- Puhja 500 kr/MW·h;
- Vara 925 kr/MW·h;
- Võnnu 898,3 kr/MW·h.

Kõige soodsam hind on Puhjas 500 kr/MW·h ja väikeste asulate hulgas Luunjas 756 kr/MW·h. Puhjas on soodne hind tänu AS Sangla Turvas tootmistegevusele, mis võimaldab Puhja asula tarbijaid varustada tootmise jääksoojusega. Luunjas on hind teiste asulatega võrreldes soodsam tänu väga kokkuhoidlikule tegutsemisele.

7.4. Tartumaa energiatootmisettevõtete arendusplaanid

Elvas on tehtud katlamajade uuendamiseks investeeringuid viimati 2006. ja 2007. aastal. 2010. aastal rekonstrueeriti kesklinna trassid ja sellega on 95% kaugküttetorustikust uuendatud. Lähiaastatel on plaanis viia Elva haigla juures asuv õliküttel töötav katlamaja üle biokütustele.

Kambja valla ettevõte OÜ Cambi, mis tegutseb Kambja alevikus, tegi viimase suurema investeeringu 2010 aastal trassidesse, sellega saadi soojusvõrk väga heasse korda. Ka katlamaja on heas korras ja lähiajal suuremaid rekonstrueerimisi ei plaanita. Munitsipaalhoonetest on vallal plaanis Kodijarve puhkekodu hooned üle viia soojuspumbaga küttesüsteemile ja kasutada kütteks kohaliku järve soojust.

Luunja vallas on aktiivsed arutelud Luunja asula keskküttesüsteemi ümber. Luunja asulas haldab katlamaja ja kaugküttevõrku OÜ Ekvi Soojus, vallaga on alustatud läbirääkimisi trasside ja katlamaja rekonstrueerimiseks. Vastuolud seisnevad selles, et ettevõtja tahab teha osade kaupa, et mitte võtta liigseid riske, aga vallavalitsus sooviks korraga ja ühe suure hankega rekonstrueerida katlamaja ja trassid. Samuti on arutusel kevad-suvise küttekoormuse

ja sooja tarbevee tootmisvõimsuse katteks soojuspumpade paigaldamine, et sellel perioodil jätta katlad seisma.

Puhja vallas on planeeritud maaaluse kaugküttetorustiku rekonstrueerimine ja maapealsele osale uue soojustuse ja katte paigaldamine. Selleks on esitatud taotlus KIK-i meetmesse.

Tartu vallas on plaanis rekonstrueerida Lähte asula kaugküttetorustik ja ühendada Lähte Gümnaasium asula süsteemi. Asulas planeeritakse kaugküttepiirkonnas uute elamute ehitust. Katlamajade rekonstrueerimiseks vajadust ei ole, Lähte konteinerkatlamaja valmis 2006. aastal.

Tähtvere vallas on planeeritud rekonstrueerida Ilmatsalu asula kaugküttetorustik aastal 2011, rekonstrueerimist toetab KIK taastuvenergia meetme raames. Lisaks on moodustatud uus ettevõte OÜ Tartu Biogaas ja algatatud projekt biogaasijaama ehituseks. Projekti realiseerumise korral hakkab Ilmatsalus tööle biogaasil töötav koostootmisjaam, mis toodab elektrit üldisesse elektrivõrku ja varustaks jääksoojusenergiaga osaliselt Ilmatsalu asula kaugküttesüsteemi. Projekti põhiarendaja on OÜ Baltic Biogas koostöös kohalike ettevõtjatega, biogaasijaam peaks valmima 2013. aastaks.

Vara vallas haldab Vara asula tsentraalkatlamaja OÜ Kenadron. Katlamaja põhikütuseks on praeguseks hakkepuit, katlamaja viidi halupuidult hakkepuidule üle 2008. aastal, kui paigaldati uus katel. Uus katel võimaldaks kasutada vajadusel ka halupuitu. 2010. aastal alustati kaugküttetorustiku rekonstrueerimisega, mis lõpetatakse 2011. aastal, kogu vana torustik asendatakse uute eelisoleeritud torudega. Põhiliseks probleemiks on osade tarbijate soov loobuda kaugküttest, mis seab ohtu süsteemi majandusliku jätkusuutlikkuse.

Võnnu vallas on üks energiatootmisettevõte, mida haldab Võnnu asula tsentraalkatlamaja. Katlamaja töötab halupuudel, puitu lõigutakse ja tükeldatakse kohapeal. Katlad on paigaldatud 1995. aastal ja on rahuldavas korras, 2010. aastal rekonstrueeriti sooja tarbeveesüsteemi soojusvaheti. Asulas on 4-toru kaugküttesüsteem, mis vajab rekonstrueerimist, pidevalt teostatakse avariiremonte. Asulas on kõrge pinnavesi ja seetõttu on lagunenud drenaažiga künades torustik osaliselt vee sees, mis põhjustab kiiret korrodeerumist ja suuri soojakadusid. Tungiv vajadus on välja vahetada vana torustik uue eelisoleeritud torustiku vastu.

7.5. Munitsipaalhoonete kütmine Tartumaa valdades

Tartumaa vallavalitsustesse saadetud päringus küsisime lisaks energiatootmisettevõtete ka lokaalküttel olevate munitsipaalhoonete kohta, et saada ülevaade selliste objektide arvust ja asukohast. Kõikidest valdadest vastust ei saanud, kuid tuli palju huvitavat informatsiooni, mis on koondatud tabelisse 7.7. Põhiliselt on tegemist eraldiseisvate hoonetega, mida köetakse traditsionilisel viisil ahjudega või kateldega. Kuna viimastel aastatel on järjest suurenenud puidu kasutus ja halupuidu tootmine on muutunud ettevõtluseks, siis üha rohkem on probleeme halupuidu kvaliteediga. Väikeste objektide kütmisel võiks lisaks halupuidule kasutada ka turbabriketti, mis on kohalik toode ja hea alternatiiv puidule, eriti halvasti kuivatatud halupuidule.

Valdades külastatud munitsipaalhoonete küttelahendustest võiks ära märkida halupuidu katlamaja Uula huvikeskuses ja Laeva valla munitsipaalhoonetesse paigaldatud maasoojuspumbad. Õlikatlamajade lahendustest oli huvitav Annikoru kooli õlikatlamaja, kus oli rakendatud õlihoidlas alarõhuventilatsiooni põlevkiviõli lõhna levimise takistamiseks hoonesse. Tähelepanu väärib ka Rannu vallavalitsuse plaan taastada kaugküttesüsteem Rannu asulas ja liita praegused kütteõlil töötavad objektid ja korruselamud uuesti ühtsesse võrku. Plaan on kavas ülesse ehitada biogaasijaama baasil, mis annaks lisa tootmistegevust kohalikele põllumajandusettevõtjatele ja varustaks asulat soojusenergiaga.

Tabel 7.7. Lokaalküttel munitsipaalobjektid Tartumaa valdades küsitluses saadud vastuste ja külastustel kogutud andmete põhjal

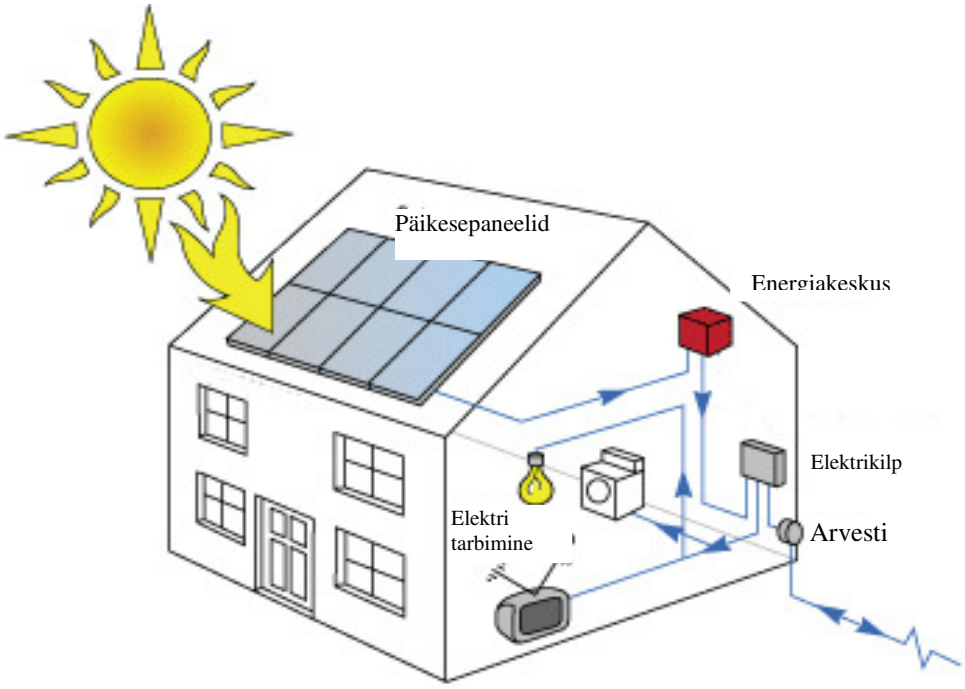
Omavalitsus	Munitsipaalobjektid lokaalküttel	
	Nimetus	**Kütus**
Kambja vald	Kammeri Eriinternaatkool Kuuste Põhikool Kodijärve Hooldekodu Unipiha Algkool Aarike Hooldekeskus SA	halupuit, kütteõli kergekütteõli maaküte, halupuit halupuit maaküte, halupuit
Konguta vald	Annikoru kool-lasteaed ja vallamaja Annikoru rahvamaja Annikoru sotsiaalmaja	põlevkiviõli halupuit elekter
Laeva vald	Laeva külakeskuses Korterelamu, arstikeskus Laeva Põhikool Laeva Spordihoone Laeva Kultuurimaja	kütteõli halupuit maaküte maaküte maaküte
Meeksi vald	Mehikoorma Põhikool Meeksi vallamaja	kütteõli kütteõli
Nõo vald	Nõo Hooldekodu SA	kütteõli
Piirissaare vald	Munitsipaalhoone	halupuit
Puhja vald	vallamaja Uula huvikeskus/raamatukogu	elektriküte halupuit
Rannu vald	Rannu Keskkool Rannu Rahvamaja Rannu Külakeskus Barbara Rannu Lasteaed Kureküla Raamatukogu Tamme klubi, Väike-Rakke Rannu vallamaja	kütteõli kütteõli kütteõli kütteõli õhksoojuspump halupuit halupuit
Tartu vald	Kõrveküla Lasteaed Kõrveküla Põhikool Kõrveküla spordihoone Vallamaja, Kõrveküla Vedu raamatukogu	maagaas maagaas maagaas maagaas maagaas
Võnnu vald	Korter, Lääniste küla Elamu, 2 tk, Lääniste küla Elamu, Võnnu alevik Kaarhall, Võnnu alevik Elamu, Kurista küla Elamu, Imste küla	halupuit halupuit halupuit halupuit halupuit halupuit

8. Taastuvenergia kasutuse võimalused

8.1. Päikeseenergia

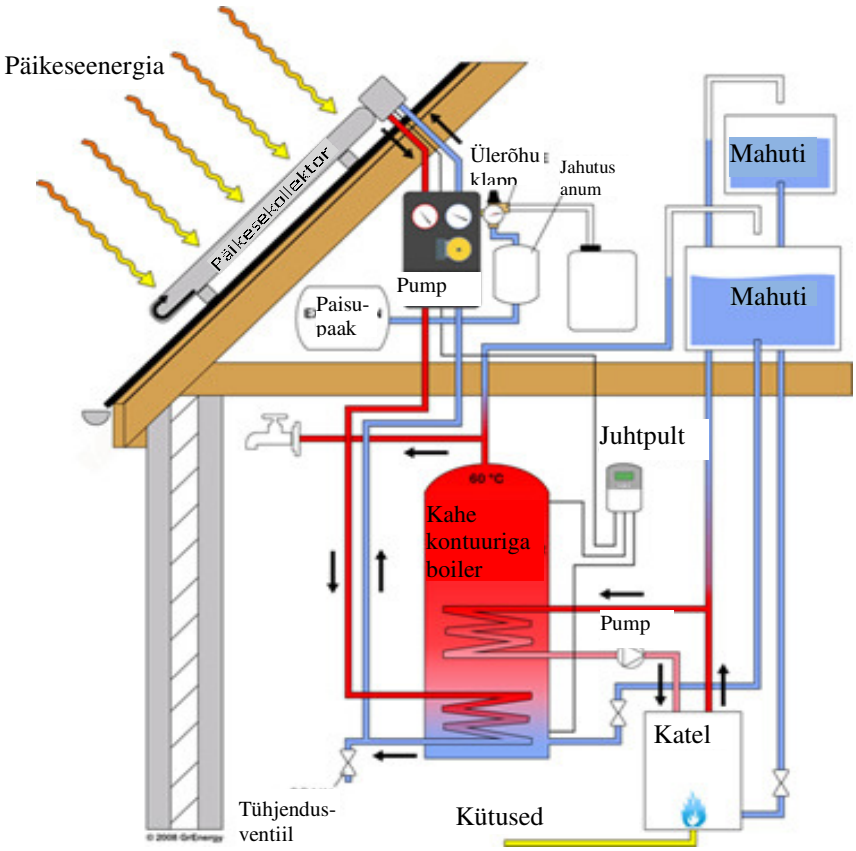
Päikeseenergia kasutamiseks pakutakse Eestis tarbijatele kahte tüüpi seadmeid: fotoelektrilised paneelid elektri tootmiseks ja päikesekollektorid vee kuumutamiseks. Alljärgnevalt on esitatud lühike tutvustus.

Fotoelektriline muundamine on otsene valguse muundamine elektriks pooljuhtelementide abil. Kui sellistest elementidest koostatud paneelid ühendada vooluvõrku, siis tekkiva elektrienergiaga saab varustada majapidamist või tehnilisi seadmeid, põhimõtteskeem on toodud joonisel 8.2.



Joonis 8.2. Fotoelektriliste elementidega hoone energiavarustuse skeem. [41]

Päiksekollektorid on üldjuhul mõeldud kuuma tarbevee tootmiseks kombineeritult teiste energiaallikatega (näiteks elektriküte). Päikesekollektorite süsteemid sisaldavad veemahutit, päikesekollektorit ja juhtimiskeskust. Kahe mahutiga süsteemis kuumutatakse päikeseenergiaga vesi enne, kui see juhitakse tavalisse boilerisse. Ühe eramu näide on toodud joonisel 8.3.



Joonis 8.3. Päikesekollektoriga tarbeveesüsteem. [42]

Päikesekollektoreid on mitut tüüpi. Laias laastus võib neid jaotada kaheks: lamekollektorid ja vaakumkollektorid. Meie kliimasse sobivad mõlemad. Päikesekollektorid töötavad ka talvel päikesepaistelise ilmaga. Päikeseenergia lahendused on rajatud üldjuhul ühe hoone energiavajaduse katmiseks, ülevaade Tartumaa looduslikest võimalustest on toodud peatükis 2. Kui loobuda võimsamatest elektril töötavatest majapidamismasinatest, siis oleks meil igaühel võimalik katta elektritarbimine ainult päikesepaneelidega. Kindlasti on sellised lahendused heaks alternatiiviks üksikutes maamajapidamistes, mille juurde elektriliini rajamise investeering on liiga suur.

8.2. Tuuleenergia

Tuuleenergia ressurssi on kirjeldatud peatükis 2, kus on toodud ka ülevaade Eestis arendatavatest tuuleparkidest. Tartumaal on täna töös üks tuulik ja see asub Puhjas. Tuuletingimused Tartumaal ei soosi tuulikute kasutamist, aga tehnoloogiat arendades ja

energiahinna jätkuva tõusu korral võib tuuleenergia kasutamine olla tulevikus majanduslikult mõistlik. Aga kindlasti tuleb järgida tervise- ja keskkonnakaitse tingimusi, mis on mitmel pool tuuleenergia arendajate, kohalike elanike ning keskkonnaspetsialistide vahelise arutelu fookuses.

Arvestades Tartumaal esinevate tuulte keskmisi kiiruseid, mis on joonisel 2.5 toodud kaardi järgi keskmiselt 3…3,5 m/s. Meile teadaolevalt ei ole arendajad algatanud planeeringuid tuuleparkide rajamiseks Tartumaale, kuid elumajade ja ettevõtete juurde on paigaldatud väiketuulikuid. Kuna tegemist on ühe tarbija põhiste lahendustega, mis sobivad väga piiratud kohtadesse, siis antud töös me väiketuulikute paigaldamist pikemalt ei käsitle.

Huvilistel tasub tutvuda Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooni kodulehel (www.tuuleenergia.ee) esitatud materjalidega ja tuuleenergia klastri tegevustega.

8.3. Hüdroenergia

Hüdroenergiast on juttu käesoleva töö punktis 2.1, kus on välja toodud, et Tartumaal on hüdrojaama ehituseks sobivaimad kolm veekogu: Ahja, Amme ja Elva jõgi. Tartumaal hüdroenergia kasutuse suurendamiseks väga head võimalused puuduvad. Kui aga siiski soovitakse rajada mõnele jõele uus mikrohüdrojaam, siis võiks järgida spetsialistide soovitusi.

Põhjalik ülevaade on hüdroelektrijaamade rajamise põhimõtetest, tehnoloogiast, töö etappidest ja planeerimisest toodud Hüdroelektrijaama rajaja käsiraamatus, mille on välja andnud Rõuge vallavalitsus, koostaja Tanel Lukason. Käsiraamat on suunatud kõigile huvilistele ja on mõeldud tasuta jagamiseks. Rõuge Energiapargi kodulehel on küll tutvustav tekst, kuid käsiraamatu faili tuleb ilmselt eraldi küsida.

Hüdroelektrijaama rajamise investeeringu suurus sõltub väga palju kohalikest looduslikest oludest, investeeringust suurema osa moodustavad rajatiste ja seadmete maksumus. Mida suurem on paisu kõrgus, seda väiksem on investeering võimsusühiku kohta ja alla 1m languse korral on juba raskusi toimiva turbiini leidmisega. Lisapiirangutest on peamised looduskaitsealade ja lõhede rändega seotud eeskirjad, millega tuleb arvestada.

Suuremad võimalused hüdroelektrijaama rajamiseks on seal, kus on hüdrorajatised olemas. Siis on kergem saada vee-erikasutusluba. Uute paisude rajamisel tuleb sõlmida kokkulepped kinnistute omanikega. [43]

Kuigi esmapilgul on hüdroelektrijaama rajamine kallis ja paljude piirangutega, on korralikult planeeritud ja ehitatud paisjärved kohalikku elu rikastavad, mis annab kindlasti paljudele entusiastidele teiste kohalike elanike ning ametnike toetuse ja võimaluse väikeste hüdroelektrijaamade rajamiseks.

8.4. Soojuspumbad

Soojuspump on oma ehituselt sarnane külmutusseadmega. Piirkondadele, kus on vaja vähest kütmist ja vähest jahutamist pakuvad soojuspumbad energiasäästliku alternatiivi elektriküttele ja õhukonditsioneeridele. Samuti võivad soojuspumbad olla mugavaks alternatiiviks ka ahjudele ja kateldele, mis vähendavad tööd hoonete kütmisel.

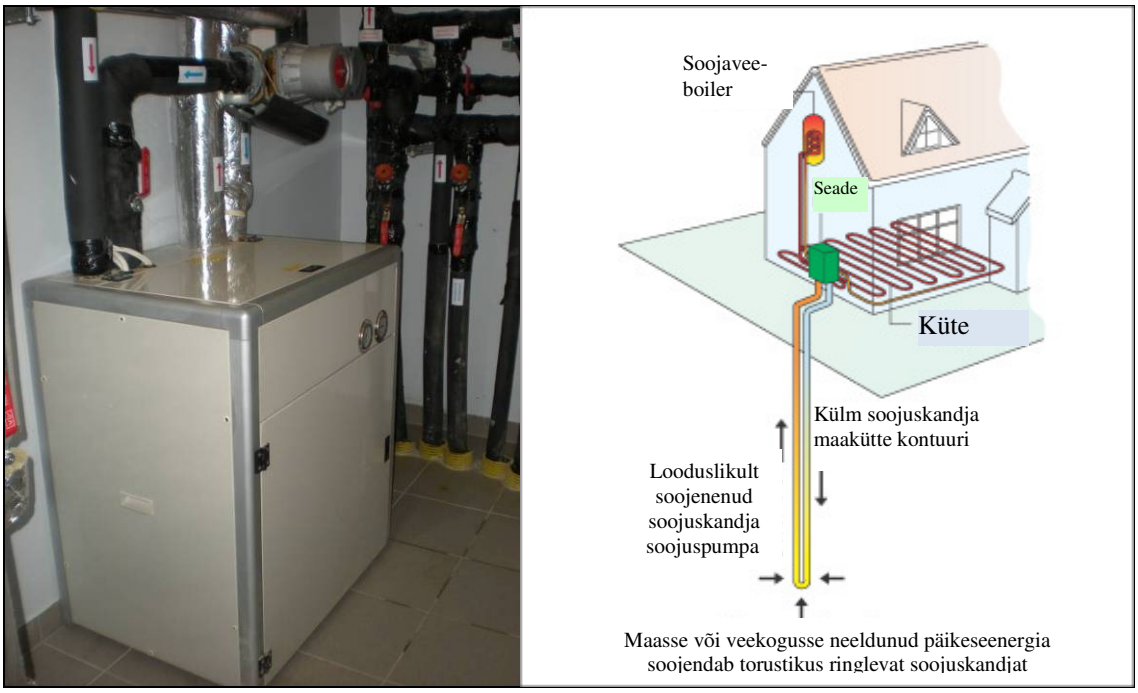
Elektrikütte asendamise korral õhksoojuspumbaga saadakse elektritarbimises kokkuhoidu, kuid ahjudega hoonesse soojuspumba paigaldamisega vähendatakse küll puude kulu aastas, kui suureneb elektritarbimine ja seetõttu rahaline kulu ei pruugi väheneda. Soojuspumpadega on võimalik saada soojusenergiat järgmistest allikatest:

- välisõhk;
- põhjavesi ja veekogud;
- maapind;
- tehnoloogiline jääksoojus (ka väljatõmbeventilatsioon).

Kõige kõrgema kasuteguriga on maapinnast või veekogust energiat saavad soojuspumbad. Sellised pumbad maksavad küll rohkem kui õhksoojuspumbad, kuid need võimaldavad maasoojusega hoonet kütta ka talvel madalate välistemperatuuride korral.

Tartumaal on heaks näiteks Laeva asulas koolimaja, võimla ja kultuurimaja kütmiseks paigaldatud maasoojuspumbad. Näitena on toodud Laeva kultuurimajas asuv soojuspump ja selle tööpõhimõtet illustreeriv skeem joonisel 8.4. Laeva kultuurimaja soojuspump on paigaldatud 2009. aastal, selle küttevõimsus on 60 kW, köetava hoone netopind on 534 m^2 ja kütmiseks kulub aastas ca 25 000 kW·h elektrienergiat.

Samuti kasutatakse maasoojuspumpa Kambja vallas Arikese Hooldekeskuse hoonete kütmisel ja plaan on kaasaegsel maasoojuspumbal põhineva süsteemiga varustada ka Kodijärve Hooldekodu. Energiasäästlike hoonete kütmiseks ja varustamiseks sooja tarbeveega on soojuspumpade näol tegemist töökindla ja mugava lahendusega, kui elektrienergia hind oluliselt ei tõuse, siis on tegemist ka majanduslikult mõistliku alternatiiviga eriti just elektri- ja õliküttele.



Joonis 8.4. Laeva kultuurimaja soojuspump ja maasoojuspumba põhimõtteskeem [44]. Foto: A.Normak.

8.5. Biomassi põletamine

Biomassi kasutamine hoonete kütmisel, tehnoloogilise soojuse allikana ja ka elektri- ja soojuse koostootmisel on laialdaselt levinud. Hea ülevaate biomassi kasutamisest tahke biokütusena annab „Biokütuste kasutaja käsiraamat“, mis on huvilistele internetis kättesaadav vt kasutatud kirjandusallikas nr. 18).

Levinumad biomassi muundamise tehnoloogiad on põletamine, gaasistamine ja pürolüüs. Biomassi gaasistamise ja pürolüüsi tehnoloogiaid arendatakse maailmas pidevalt edasi, kuid Eestis ei ole ühtegi jaama rajatud. Biomassi gaasistamist termiliselt (kõrgel temperatuuril,

vähese hapniku keskkonnas) kasutatakse koostootmise eesmärgil, tekkinud gaasiga käitatakse gaasimootorit või gaasiturbiini. Pürolüüs on samuti biomassi termiline lagundamine, põhiliseks saaduseks on pürolüüsiõli.

Katlamajades ja koostootmisjaamades kasutatakse põhiliselt hakkpuitu, puidujäätmeid (saepuru, koor), turvast. Kui vaadata Tartumaal kütuste kasutamist (peatükk 1, joonis 1.5, 1.11 ja lisa 2), siis hakkpuidu kasutus 194 tuh. tm, ehk 1 758 TJ ja kasutatava halupuidu kogus on 1 309 TJ. Samas on hinnanguline küttepuidu aastane metsanduslik ressurss Tartumaal ca 590 TJ ja koos puidujäätmetega ca 1 600 TJ (vt tabel 2.3).

Aastase tarbimise ja metsaressursi andmeid võrreldes näeme, et Tartumaal kasutatakse 2 korda rohkem puitu energiatootmisel, kui kohapealne küttepuidu ressurss võimaldab. Sellist olukorda saab põhjendada järgmiselt: suur osa puitkütuseid tuuakse teistest piirkondadest, kasutatakse ka palgi- ja paberipuud ning Tartumaa puiduressurss võib olla ka alahinnatud.

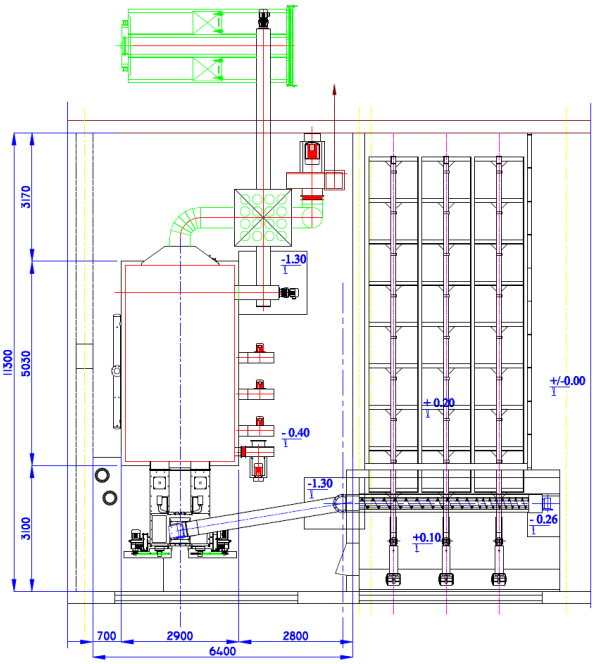
Põhiline osa praegusest taastuvenergia kasutusest, mis kajastub statistilistes andmetes on seotud soojusenergeetikaga, alates halupuude kasutamisest ahiküttega majades kuni tsentraalkatlamajadeni. Uue suunana on viimaste aastatel hakatud rajama koostootmisjaamasid, mis toodavad põhiliselt hakkpuidust ja puidujäätmetest elektrit ning soojust. Seni on käivitatud sellised koostootmisjaamad Tartus (Lohkva, Luunja vald), Tallinnas ja Pärnus aga ajakirjanduses on võimalike asukohtadena nimetatud ka Kuressaare, Kohtla-Järve, Paide ja Valga linna.

Peatükis 7 toodud andmete järgi kasutavad tsentraalkütteettevõtted puitkütuseid seitsmes omavalitsuses. OÜ Toruorel (Võnnu) ja OÜ Ekvi Soojus (Luunja) kasutavad põhiliselt halupuitu, ülejäänud ettevõtted hakkpuitu ja puidujäätmeid (saepuru, puukoor, purustatud saetööstuse jäätmed).

Tartumaal lähiminevikus tehtud investeeringutest toome näiteks Elva keskkatlamaja rekonstrueerimise puidujäätmete põletamiseks, mille teostas OÜ Märja Monte, kust pärineb ka allpool toodud info.

Investeering tehti aastatel 2006…2007 KIKi finantstoetusega. Rekonstrueerimise käigus demonteeriti eelkoldega saepuru katel, tõsteti ümber konteinerkatlamaja ning paigaldati peenestatud puidujäätmetel töötav katel, mille võimsus niiskete (kuni 55%) puidujäätmete

põletamise korral on 3 000 KW ning kuivade (20…25%) puidujäätmete põletamisel 4 000 KW. Katlamaja hoonesse ehitati mehhaniseeritud puidukütuse punker, hüdroajamite ruum ning puidujäätmete hoidla. Puidukatla ja konteinerkatlamaja ruumid eraldati tuletõkkeseinaga. Kokkuvõtlikud andmed on toodud tabelis 8.1 ja katlamaja plaan joonisel 8.5.



Joonis 8.5. Elva keskkatlamaja; vasakul: katlamaja välisvaade; paremal: puidujäätmetel töötava katla asendiplaan. Foto: A.Normak, joonis Märja Monte OÜ.

Katel on täisautomaatne. Katlaagregaadi kolle ning restid on jahutatavad. Kõikide seadmete ajamid on varustatud sagedusmuunduritega (sujuv juhtimine). Katel on varustatud vajalike kaitseseadmetega. Katlaagregaadi töö on jälgitav ja juhitav Interneti kaudu.

Katlamaja opereerib OÜ Elva Soojus, mis haldab Elvas veel kahte katlamaja. Üle üheksakümne protsendi tarbitavast kütusest on puidujäätmed ja hakkpuit. Soojusenergia piirhind tarbijatele oli 790 kr/MW·h (seisuga 01.12.2010), mis on üks madalamaid Tartumaal.

Samas peab märkima, et sellise katlamaja investeering eeldab suurema asula kütmist. Väiksemates asulates võib tekkida investeeringu tagasimaksmisel probleeme. Lahenduseks saab olla taastuvenergia investeeringutoetuste kasutamine katlamaja ja soojatorustiku rekonstrueerimiseks, mida paljud ettevõtted on juba ka kasutanud.

Tabel 8.1. Elva keskkatlamaja rekonstrueerimise andmed

Üldandmed		
Kaugküttega köetav maht	m^3	180 731
s.h: munitsipaal	%	45
elanikkond	%	37
tööstus	%	18
Soojustrasside pikkus	m	3 553
Katlamaja		
Hakkepuidukatla võimsus	MW	3...4
Katla tüüp		veekatel
Katla mark		Justsen
Mehhaniseeritud hoidla maht	m^3	90
Tipukatla võimsus	MW	6
Kasutatud kütus		
hakkpuit	m^3/a	16 000
põlevkiviõli	t/a	13
Kasutegur	%	83
Energia toodang	MW·h/a	8 695
Soojuse müük	MW·h/a	7 055
Soojuse müügihind	EUR/MW·h	51
Majanduslikud näitajad		
Katlamaja maksumus*	tuh.EUR	448
Ekspluatatsiooni kulud		
Kütus	tuh.EUR/a	150
Töötasud	tuh.EUR/a	74
Muud kulud	tuh.EUR/a	44.0
Kokku ekspluatatsiooni kulud	tuh.EUR/a	268
Tulud soojuse müügist	tuh.EUR/a	356
Rahavoog	tuh.EUR/a	89
Lihtne tasuvusaeg	a	5

* Katlamaja rekonstrueerimise maksumus oli kokku 12 mln. krooni, millest 5 mln. KIKi kaudu Finantstoetus.

Tartumaa kõikides omavalitsustes võiks metsa majandamiseks ning puidu kasutamiseks ja väärindamiseks aktiivsemat arendustööd teha. Puidu kasutamise suurenemisega on tekkimas olukord, kus väiksematel tarbijatel on raskusi kütuse varumisega.

Üheks lahenduseks on kohaliku väheväärtusliku ressursi kogumiseks ja kasutamiseks lahenduste väljatöötamine. Eesti on selles osas heaks näiteks Muhu vald, kus Liiva asula katlamaja töötab lähipiirkonnast kogutud võsast toodetud hakkpuidul.

Sellist mudelit oleks võimalik ka Tartumaa omavalitsustes. Võsa kogumist ja hakkimist on mõnes kohas ka juba tehtud, näiteks Vara vallas, kus võsa lõigati oma töötajatega, pärast kuivamist telliti teenusena võsa hakkimine ja hakkpuidu vedu katlamajja.

Hakkpuidu kogumiseks on Muhu vallavalitsus soetatud väikese hakkuri, mis hakib edukalt teepervedel ja mujalgi kasvavat võsa, tagades nii kütte ja töökohad kohalikele kui ka maastikuhoiu piirkonnale. Fotod hakkurist ja katlamajast on toodud joonisel 8.6.

Teepervedelt ja põlluservadest kogutud võsast tehtud hakkpuitu segatakse vajadusel ostetud hakkpuitu, turbaga või saepuruga.

Joonis 8.6. Vasakul: Muhu valla võsahakkur; paremal: Liiva katlamaja. Fotod: A.Normak

Alternatiivina puidule on järjest enam hakatud kasutama ka rohtset biomassi ja põllumajandustootmise jääke (näiteks viljajäägid töötlemisest).

Rohtsest biomassist sobivad katlamajades ja koostootmisjaamades kasutamiseks energiahein ja põhk, mis on ka Tartu maakonnas suure energeetilise potentsiaaliga (vaata peatükk 2). Eestis kasutakse energiaheina Lihula katlamajas Läänemaal, mille tutvustus, kui üks võimalik agro-energeetiline ahel on toodud peatükis 9.

8.6. Biogaasi tootmine

Biogaasi tootmine on üheltpoolt looduslik protsess, mis toimub õhuvabas keskkonnas , kus bakterite poolt lagundatakse orgaanilist materjali ja selle tulemusena tekib põlevgaas. Biogaas koosneb põhiliselt metaanist ja süsihappegaasist, ligikaudu 65% ja 35%, kui tingimused on head. Täpsem koostis on toodud tabelis 8.2.

Eestikeelses kirjanduses on kõige parem ülevaade biogaasi valdkonnast Saksamaal välja antud ja eesti keelde tõlgitud käsiraamatus „Biogaasi tootmine ja kasutamine“. Eestikeelse trükise väljaandja on Eesti Põllumeeste Keskliit, käsiraamat on kättesaadav ka internetis: http://tek.emu.ee/kasulikud-materjalid/kasiraamatud/ (vt kirjandusallikas 22).

Biogaasijaamasid on paljude erinevate tehnoloogiliste lahendustega. Protsessi olemus on küll sama, aga kasutatav tehnoloogia (masinad, mahutid, torustikud jne) sõltub põhiliselt töödeldavast materjalist ja kasutusotstarbest. Lihtsustatult võiks biogaasijaamades kasutatava anaeroobse kääritamise tehnoloogia jagada nelja gruppi: põllumajanduslikud, tööstuslikud ja reoveejaamade kääritid ning väikeseadmed. Erinevused on põhiliselt ehituslikud, kuid olenevalt kääritatava materjali omadustest ja lagundatavusest, on ka tootlikkused ruumalaühiku kohta erinevad. Tartumaal on võimalik rakendada põllumajanduslikku ja reoveetöötluses kasutatavat tehnoloogiat.

Tabel 8.2. Biogaasi koostis [22]

Koostisosa	**Kontsentratsioon, mahu %**
Metaan	50 - 75
Süsihappegaas	25 - 45
Vesi	2…7 (20…40 °C)
Väävelvesinik	0,002…2
Lämmastik	< 2
Hapnik	< 2
Vesinik	< 1

Metaanisisaldus biogaasis sõltub erinevatest faktoritest, nagu substraadi veesisaldus, käärimistemperatuur, viibeaeg käärimiskambris ja substraadi ettevalmistus (peenestusaste). Tartumaal oleks suures mahus võimalik toota biogaasi põllumajanduslikest substraatidest. Peatükis 2 on toodud biomassi energeetiline potentsiaal ja tabelis 2.8 on toodud biogaasi

tootmise potentsiaal sõnniku koguste järgi omavalitsuste lõikes. Maakonna peale kokku saaks toota 9 miljonit kuupmeetrit biogaasi. Lisaks saaks kasutada ka silo, heina, põhku ja toiduainetööstuse ülejääke. Põllumajanduslike substraatide biogaasi potentsiaal on toodud tabelis 8.3. Peale põllumajandusliku biomassi ja reoveemuda kääritamise saab biogaasi ka bioloogiliselt lagunevate jäätmete ümbertöötlemisel ja ka prügimägedelt vastava kogumistorustikuga. Kuid biogaasijaamu planeerides tuleks põllumajanduslikul biomassil ja jäätmetel (ka reoveemuda) baseeruvaid jaamu käsitleda erinevalt, sest jäätmeid töötlevates jaamades tuleb rakendada täiendavaid tehnoloogilisi meetmeid jäätmete vastuvõtuks, eeltöötlemiseks ja jäätmete ohutustamiseks. Ja selliste jaamade kääritusjäägi kasutamisel väetusainena on lisapiirangud.

Tabel 8.3. Põllumajanduslike substraatide biogaasi tootmise potentsiaal [22,45]

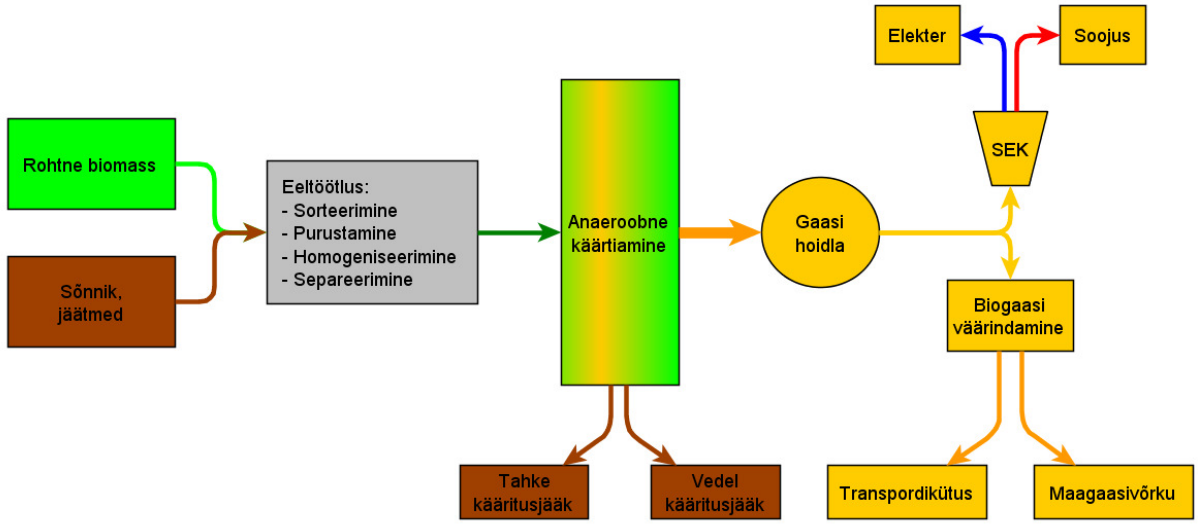
Koostisosa	KA, %	oKA, % KA	Biogaasi kogus, m^3/t VM	Biogaasi kogus, m^3/t oKA	Metaani sisaldus, mahu %
Veiseläga	8…11	75…82	20...30	200…500	60
Sealäga	u 7	75…86	20…35	300…700	60…70
Veise tahesõnnik	u 25	68…76	40…50	210…300	60
Sea tahesõnnik	20…25	75…80	55…65	270…450	60
Maisisilo	20…35	85…95	170…200	450…700	50…55
Rohusilo	25…50	70…95	170…200	550…620	54…55
Nisupõhk	90	92	232	280	55
Hein	88	93	399	323	67

Lühendid: KA – kuivaine sisaldus; VM – värske materjal; oKA – orgaaniline kuivaine

Biogaasi tootmine on olenevalt kasutatavast tehnoloogiast tavaliselt ühe- või kaheastmeline. Kääritis hoitakse temperatuuri vahemikus 35…40 °C (mesofiilne protsess) ja lisatavat materjali sisestatakse kääritisse pidevalt (vedelad substraadid), perioodiliselt (mitu korda päevas) või tsükliliselt (portsu kaupa iga 20…40 päeva tagant). Biogaasijaama lihtsustatud plokkskeem on toodud joonisel 8.7.

Eestis on üks töötav põllumajanduslik biogaasijaam Saaremaal Jööris. Jaam töötab ainult sealäga baasil, gaasitoodangu suurendamiseks lisasubstraate ei kasutata. Sõnnik kogutakse kaheksast Saaremaa laudast (27 000 siga) kokku 40 000 t/a. Selline kogus sõnnikut võimaldab aastas toota biogaasi ca 1,2 miljonit m^3. Jaamas on ka soojus- ja elektrienergia koostootmisseade, mis pideva käitamise korral toodab aastas 2 200 MW·h elektrienergiat ja 3500 MW·h soojust (kasutatakse kääriti soojendamiseks ja hoonete kütmiseks). Jaama vaade on toodud joonisel 8.8.

Pikemalt on biogaasi agro-energeetilisest ahelast juttu peatükis 9.



Joonis 8.7 Biogaasijaama lihtsustatud plokkskeem.

Joonis 8.8. Saaremaa biogaasijaam Jööris. Foto: A.Normak.

9. Agro-energeetilised ahelad

Viimasel ajal on palju juttu fossiilkütustel baseeruva energeetika ümberkorraldamise vajadusest, et tagada energiavarustuse jätkusuutlikus. Euroopa Liidu taastuvenergia direktiiv näeb ette, et aastaks 2025 tõuseks taastuvenergia osakaal lõpptarbimises 25 protsendini [39,40]. Senised suuremad investeeringud on tehtud tuuleparkide ja biomassil töötavate koostootmisjaamade rajamiseks.

Tartumaal ei ole väga häid looduslike tingimusi tuuleparkide rajamiseks, kuid biomassi kasutamise arendamiseks on laialdased võimalused. Eestis on pikad ajaloolised traditsioonid puidu kasutamise osas, kuid küttepuiduga ei ole enam võimalik katta meie energiatarbimist. Et vähendada fossiilkütuste tarbimist ja suurendada taastuvenergia osakaalu, tuleb piirata energiatarbimist energiasäästu meetmete rakendamisega hoonetes ja tootmises ning võtta laialdasemalt kasutusele võsa ning rohtse biomassi ressursid.

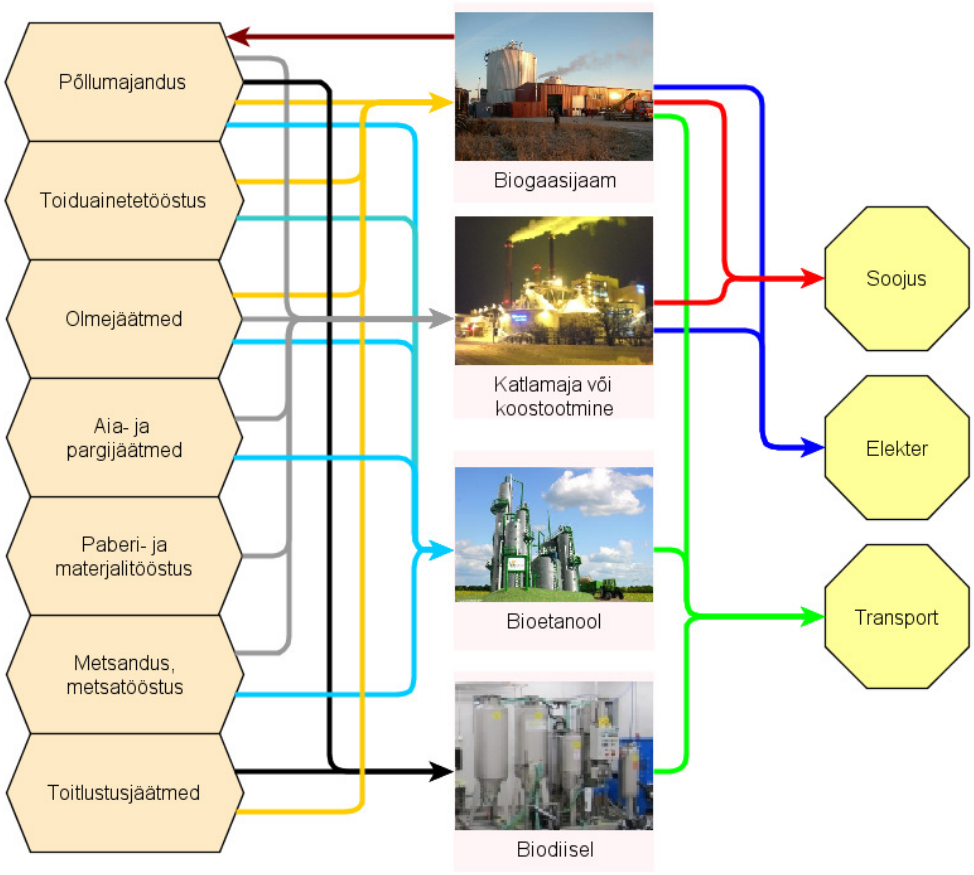
Selles peatükis tutvustame agro-energeetilisi ahelaid, mida saaks Tartumaal rakendada. Põhimõtteliselt tähendab „agro-energeetiline ahel“ biomassi väärindamise ahelat, millesse on haaratud põllumajandus, biomassi logistika, energiatootmine ja tarbijad.

Eestisse on see mõiste tulnud läbi rahvusvahelise projekti RADAR, milles uuriti partnerpiirkondade energiavarustuse probleeme ja koostati iga piirkonna jaoks agro-energeetilise ahela näide. Projektis arendati piirkondlike süsteeme, mis võimaldaksid tagada enda energiavajadused energiakultuuridest ja põllu- ning metsamajandamise jäätmetest. Süsteem koosneb kolmest etapist: jätkusuutlik biomassi tootmine, töötlemine ja energia muundamine ning kasutamine. Projektis käsitleti järgmisi ahelaid:

- puiduenergia ahel: põhineb lignotselluloossetel biomassi jääkidel;
- biogaasiahel: põhineb taimsel ja loomsel biomassil;
- biodiisli ahel: põhineb õlitaimedel;
- bioetanooli ahel, põhineb põllumajandussektori taimsel biomassil nagu teravili.

Eestis oli pilootpiirkonnaks Setomaa ja agro-energeetilise ahela näide koostati biogaasi jaama näitel Meremäe piirkonna kohta. [47]

Joonisel 9.1 on esitatud erinevate agro-energeetilisi ahelaid käsitlevate allikate põhjal ülevaatlik plokkskeem.



Joonis 9.1. Agro-energeetilised ahelad. [47,48,51]

Joonisel 9.1 toodud kaka esimest agro-energeetilist ahelat on peamiselt mõeldud soojuse ja elektri koostootmiseks, viimased aga biokütuste tootmiseks. Kuigi viimasel ajal on hakatud järjest rohkem rääkima ka biogaasi kasutuse suurendamisest transpordikütusena. Samas, kui bioetanooli ja biodiisli tootmisele ja kasutamisele on esitatud karmid säästlikkuse kriteeriumid, mille kohaselt ei toetata biokütuste tootmist, kui need ei võimalda vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni (arvestatakse ka energiakulu biomassi tootmiseks). Samuti on plaanis Eestis jätta pikendamata biokütustele kehtin aktsiisivabastus. [39,40]

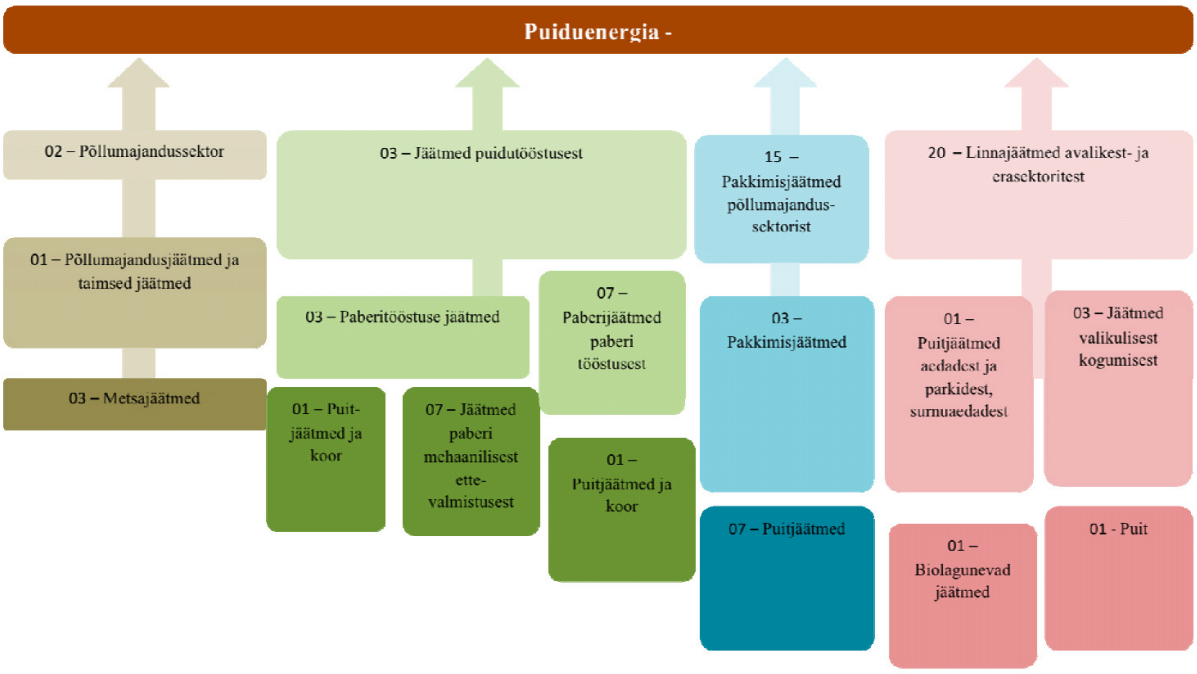
Agro energeetiliste ahelate võimalusi on analüüsitud veel Misso valla taastuvenergia ressursside kasutusvõimaluste uuringus. Selles töös tõdeti, et Misso vallas on eeldusi rohtse biomassi põletamise ja biogaasi agro-energeetiliste ahelate arendamiseks. [51]

9.1.1 Puiduenergia ahel

Puidul põhinev energeetiline ahel ei ole Eestis oma olemuselt agro-energeetiliseks ahel, kuigi kesk-eurooplaste pakutud metoodika seda nii käsitleb. Projektis RADAR välja pakutud puiduenergiaahela skeem on toodud joonisel 9.2.

Eestis on tugev metsandussektor ning puidul põhinev energeetika, seetõttu võiks Eestis nimetada agro-energeetilise ahela mõistes „puiduenergia ahela“ ümber „kuiva biomassi ahelaks“, mille all mõtleme põllumajandusest (sh looduslikelt rohumaadelt) pärineva kuiva biomassi kasutamist.

Puitkütuste puhul on oluline mainida, et tegemist ei ole suletud kohaliku turuga, vaid kauplemine käib ka Skandinaaviamaade, Läti ja Venemaaga. Seevastu põllumajanduslik biomass on oma madalama ja muutliku kvaliteedi tõttu problemaatiline kaubandusartikkel ja kohalikule tarbimisele ei paku rahvusvaheline kaubandus konkurentsi. Seetõttu on läbi agro-energeetilise ahela vähemväärtusliku biomassi väärindamine suure kohaliku mõjuga ja parandab energiavarustuskindlust.



Joonis 9.2. Puiduenergia ahela plokkskeem. [47]

Tartumaal on väga suur kasutamata põllumaade potentsiaal. Olukorras, kus puidu hind tõuseb ja puitkütuste osas ületab nõudlus kütteperioodil pakkumise, oleks mõistlik osade asulate kütmine viia üle energiaheinal ja põhul töötavate süsteemide peale, mis oleks üks agro-energeetilise ahela variant, mida praktikas rakendada.

Eestis on töötavaks näiteks Lihula katlamaja Läänemaal. Katlamaja on põhimõtteliselt sama, mis on toodud eespool Elva näites, kuid kütuse ladu ja etteandetransportöörid tuleb rajada vastavalt kütuse kasutusele. Lihula katlamaja tutvustavad fotod on toodud joonisel 9.3.

Joonis 9.3. Lihula katlamaja; ülal vasakul: katlamaja eestvaade; ülal paremal: kütuseladu; all vasakul: suurpallide liin; all paremal: katelseade. Fotod: A.Normak.

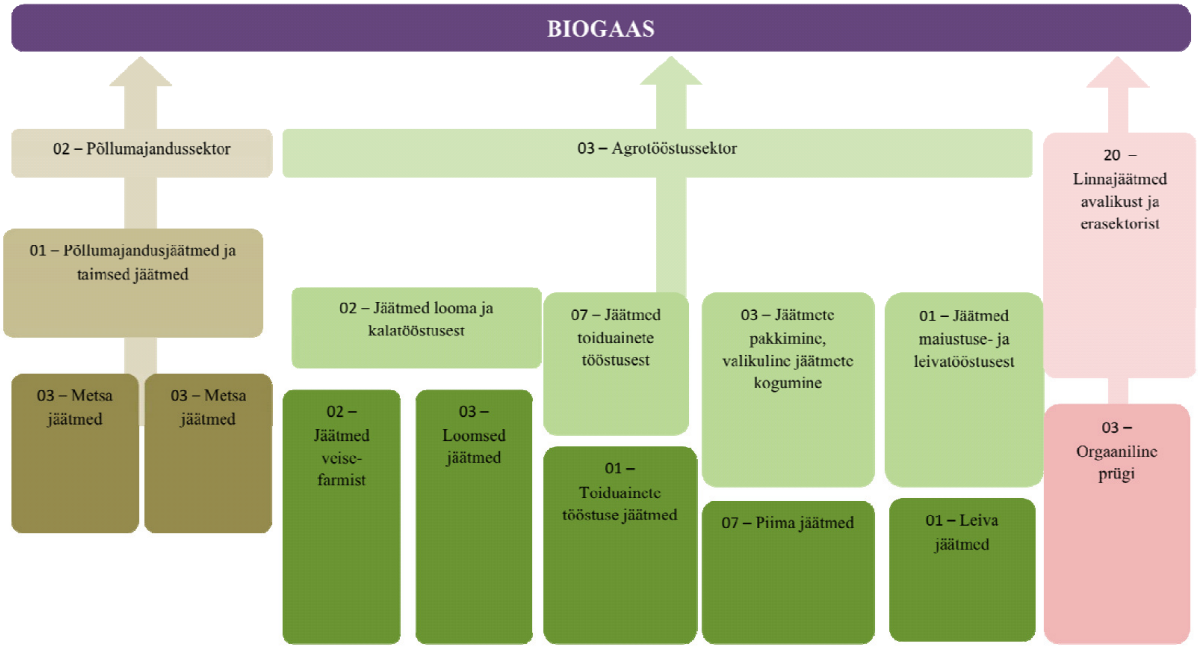
Lihula katlamaja rekonstrueeriti aastatel 2008…2009, paigaldati Danstoker'i universaalne kuiva rohtset biomassi (lubatud niiskus kuni18%) või hakkpuitu (lubatud niiskus kuni 45%) põletav katelseade. Põhikatla võimsuseks on 1,8 MW. Tehtud investeeringu suuruseks oli 11,5 mln, krooni. Kütusena kasutatakse heinapakke, üks pakk kaalub ca 350 kg ja annab umbes 1 MW·h soojusenergiat. Kütteperioodil 2009…2010 kasutati 1000 tonni heina ja 200 tonni hakkpuitu, soojusenergia hind tarbijatele 903 kr/MW·h (ilma käibemaksuta). [49]

Lihula on pärast selle investeeringu tegemist positiivne näide, et investeeringu tegemine on aidanud vähendada soojusenergiale tehtavaid kulutusi. Ajal, kui paljudes kaugküttevõrkudes tõsteti soojusenergia hinda, siis Lihulas 2010 aastal langes soojusenergia hind tarbijatele tasemele 861 kr/MW·h (ilma käibemaksuta). [50]

9.1.2 Biogaasi ahel

Tartumaal on ettevalmistused käimas kahe biogaasijaama rajamiseks. Sõnnikul töötavat biogaasijaama planeeritakse Ilmatsalu asulasse ja reoveemudal ning jäätmetel töötavat jaama Tartu reoveepuhastisse. Biogaasijaama rajamise võimalusi on arutatud ka Rannu vallas.

Biogaasi agro-energeetiline ahel on toodud joonisel 9.4. Biogaasi tootmisel on võimalik kasutada põllumajandusest, liha- ja toiduainetööstusest pärit biomassi ning bioloogiliselt lagunevaid jäätmeid.



Joonis 9.4. Biogaasi agro-energeetiline ahel. [47]

Erinevaid näiteid biogaasijaamade planeerimisest on toodud käsiraamatus „Biogaasi tootmine ja kasutamine“ (vt kirjandusallikas 22). Siinkohas esitame mudelarvutuse, mis on tehtud Eesti Maaülikooli Eerika katselauda põhjal. Arvutuse andmed on toodud tabelis 9.4 ja põhimõtteskeem lisas 5.

Tabel 9.4. Ühe kääritiga biogaasijaama andmed

Üldandmed		
Loomade arv		150
Loomade liik		veised
Substraat, kokku	t/a	4 020
s.h. veiseläga	t/a	3 000
söödajäätmed	t/a	20
tahesõnnik	t/a	1 000
Biogaasi jaam	üheastmeline	
Kääritamise temperatuur	^{o}C	38
Kääriti maht	m^3	600
Substraadi lisamine	t/p	11
Kääritamise viibeaeg	päeva	50
Biogaasi toodang	m^3/a	135 600
Metaani toodang	m^3/a	81 300
Energia omatarve	kW·h/a	130 900
Biogaasi kütteväärtus	$kW·h/m^3$	6
Biogaasi energiasisaldus	kW·h/m3	805 200
Koostootmisjaam		
Tüüp		gaasimootor
Elektriline võimsus	kW	40
Nimikoormuse töötamise aeg	h	7 000
Sisendvõimsus	kW	114
Kasutegur		
elektri tootmisel	%	35
soojuse tootmisel	%	50
Energia toodang		
elekter	kW·h/a	252 000
soojus	kW·h/a	122 200
Majanduslikud näitajad		
Biogaasijaama maksumus	tuh.EUR	270
Koostootmisjaama maksumus	tuh.EUR	40
Maksumus kokku	tuh.EUR	310
Ekspluatatsiooni kulud	tuh.EUR/a	9
Tulud elektrimüügist	tuh.EUR/a	21
Tulud soojuse müügist	tuh.EUR/a	13
Kokku tulud	tuh.EUR/a	33
Aastane rahavoog	tuh.EUR/a	24
Lihttasuvusaeg	a	12

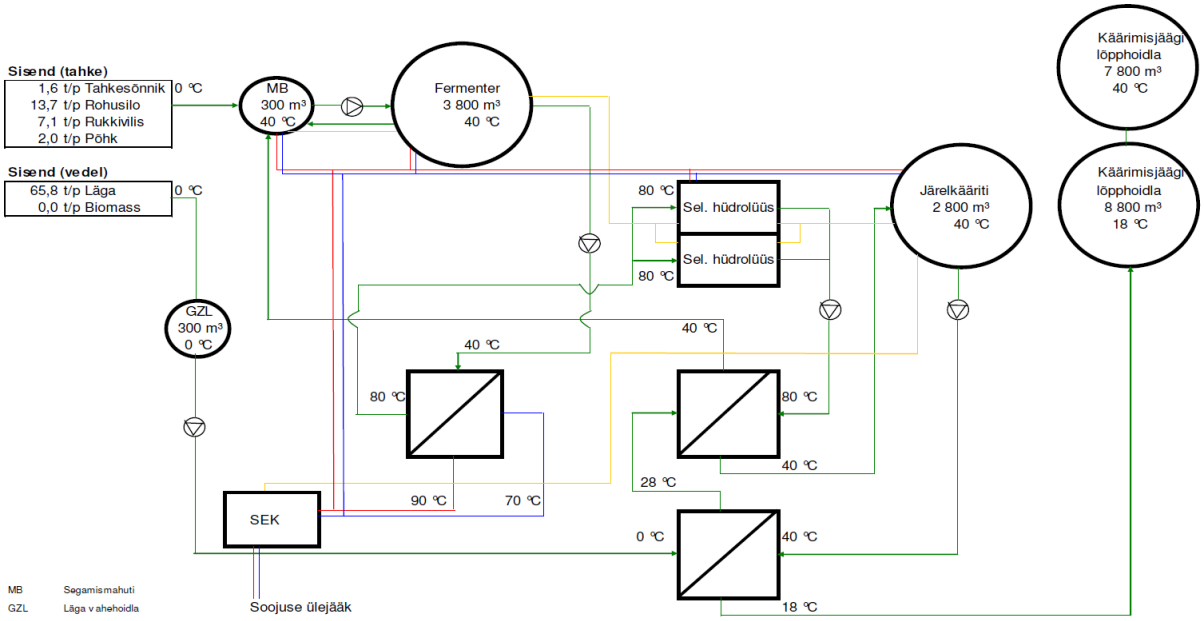
Antud teema uurimiseks koostasime erinevate biogaasijaamade rajamise teostatavusanalüüside kohta ülevaate. Avalikult kättesaadavate materjalide põhjal on koostatud võrdlus Märja katselauda, Meremäe, Tõravere ja Torma biogaasijaamade uuringutes esitatud andmete põhjal. Koondandmed on esitatud tabelis 9.5.

Erika katselaudas on 150 veist, aastas tekib 3 000 t vedelsõnnikut ja 1 000 t tahesõnnikut ning 20 t sööda ülejääke. Selle koguse biomassi kääritamiseks on plaanitud paigaldada 600 m^3 kääriti, mis töötab temperatuuril 38 °C. Substraati lisatakse 11 tonni ööpäevas. Aastane biogaasisaagis on 136 tuh. m^3, mis võimaldab toota müügiks 252 000 kW·h elektrienergiat aastas. Soojusenergiat saab aastas 435 000 kW·h, millest saaks müüa 30%, sest ülejäänud kulub jaama omatarbeks. Arvutuse alusel on katselauda biogaasijaama lihttasuvusaeg 12 aastat. Investeeringu toetuste korral peaks olema sellise jaama rajamine võimalik. Investeeringu või opereerimiskulude suhtes on projekt väga tundlik, st kulude suurenedes on suur oht, et energia müügist saadav sissetulek ei kata kulusid.

Meremäe biogaasijaama rajamist on planeeritud Kimeko POÜ sigala juurde eelpool tutvustatud RADAR projekti raames. Biogaasi kääriteid on ette nähtud 2 tk a' 2500 m^3. Koostootmisseadme võimsuseks valiti 844 kW_{el}. Toorainena on planeeritud tahesõnniku ja silo kasutamine. Investeeringu suuruseks on arvestatud 2,6 mln Eurot. Jaam toodaks aastas 4 782 MW·h (omatarve 30 %) soojusenergiat ja 6 752 MW·h (omatarve 8 %) elektrienergiat. Energia müüki on ette nähtud: elektrit 6 752 ja soojust 3 347 MW·h/a. Soojusenergia tarbijana on eeldatud kasvuhooneid. Arvutuslik lihttasuvusaeg on 8 aastat. Kokkuvõttena on leitud, et investeeringu tegemine oleks tasuv, aga maandada tuleks soojusenergia müügi ja oskusteabe riskid. [47,48]

Torma biogaasijaama rajamist on analüüsitud Torma Põllumajandus Osaühingu veiselautade juurde. Uuringus analüüsiti jaamu elektrilise võimsusega 150 kW, 365 kW, 537 kW, 716 kW ja 1.021 kW. Antud töös teeme lühikese ülevaate kahe variandi kohta (150 kW_{el} ja 537 kW_{el}). Teises variandis (537 kW_{el}) on planeeritud selektiivse hüdrolüüsi seadmed, et parandada gaasitootlust rohtse biomassi kasutamise korral, jaama põhimõtteskeem on toodud joonisel 9.5. Toorainena on planeeritud ~ 24 000 m^3 läga ning ~ 600 tonni sõnnikut aastas ning 8 300 tonni biomassi (rohusilo, rukkivilis, põhk). Väiksem jaam on planeeritud ainult sõnniku baasil. Kääriteid on teises variandis 2tk (3 800 ja 2 300 m^3), mis on järjestikku, st jaam on kaheastmeline ja teine kääriti on järelkääriti. Koostootmisseade on valitud 537 kWel. Jaama maksumuseks on arvutatud 2,4 mln Eurot. Energia müüki on ette nähtud: elektrit 4 296 ja

soojust 2 660 MW·h/a. Soojusenergia müüki ei ole arvestatud, kuna soojatorustiku rajamine asulasse ei ole samuti investeeringusse kaasatud. Arvutuslik lihttasuvusaeg on ilma investeeringutoetuseta 52 aastat. Kokkuvõttena on öeldud, et etteantud eelduste korral ei ole biogaasi jaama rajamine majanduslikult võimalik. [52]



Joonis 9.5. Torma biogaasijaama põhimõtteskeem variandi 2 korral. [52]

Tõravere biogaasijaama on planeeritud Soone Farm OÜ lautade juurde. Toorainena on planeeritud 10 000 tonni veisesõnniku ja 8 850 tonni biomassi kasutamist. Biogaasi kääriteid on jaamas kaks tükki: 1700 ja 4 200 m^3. Koostootmisseadme võimsuseks on valitud 500 kW_{el}. Investeeringu suuruseks on arvestatud 1,44 mln Eurot ja energia müüki on planeeritud: elektrit 3 705 ja soojust 2 521 MW·h/a. Soojusenergia tarbijana on eeldatud Tõravere kaugküttesüsteemi. Arvutuslik lihttasuvusaeg on 14 aastat. Kokkuvõttena on leitud, et Eestis oleks võimalik biogaasijaama rajada, kui näiteks lisaks investeeringutoetustele oleks elektri müügist saadav tulu 9,6 eurosenti kilovatt tunni kohta (1,5 kr/kW·h). [53]

Analüüsitud tööde kohta on ülevaatlikud andmed esitatud tabelis 9.5. On näha, et koostatud analüüside arvutused põhinevad erinevatel tehnoloogilistel skeemidel ja majanduslikel

eeldustel. Suured on kõikumised nii investeeringu mahu, ekspluatatsioonikulude, kui ka energiamüügi osas. Kõige pikema tasuvusajaga variantide korral ei ole planeeritud soojusenergia müüki, mis on olulise mõjuga.

Tabel 9.5. Erinevate biogaasiprojektide koondandmed [47,48,52,53]

Nimetus	Kimeko 844 kW	Torma 150kW	Torma 537 kW (variant 1)	Soone Farm 500 kW	Märja katselaut 40 kW
Substraadid					
Vedelsõnnik, t/a	-	24 000	24 000	10 000	3 000
Tahesõnnik, t/a	22 670	600	600	-	1 000
Biomass, t/a	12 250	-	8300	8 850	20
Biogaasi jaam					
Kääriti maht, m^3	2 x 2 500	2000	3 800+2 300	1 700+4 200	600
Substraadi lisamine, t/p	96	67,4	90,2	51,6	11
Koostootmisjaam					
Elektriline võimsus, kW	844	150	537	500	40
Energia müük					
Elekter, MW·h/a	6 752	1 200	4 296	3 705	252
Soojus, MW·h/a	3 347	-	2 660	2 521	122
Majanduslikud näitajad					
Biogaasijaama maksumus, tuh. €	2 600	1 094	2 382	1 440	270
Ekspluatatsiooni kulud, tuh. €/a	410	69	310	234	9
Aastane rahavoog, tuh. €/a	331	30,6	46,2	109	24
Lihttasuvusaeg, a *	8	36	52	14	12
Investeering võimsusühikule, €/kW_{el}	3081	7293	4436	2880	6750
Ekspluatatsioonikulu toodetud elektrienergia suhtes, €/ MW·h	61	58	72	63	36
Soojusenergia müügi osakaal toodetust, % **	70	0	0	55	30

* Investeeringutoetust ei ole arvestatud

** Soojusenergia müügi osakaal koostootmisseadme arvutuslikust jääksoojusest

Kokkuvõte

Tartumaa energiakasutus koosneb kütuste ja elektrienergia tarbimisest. Kütuste tarbimine on umbes 9000 TJ aastas, millest 3600 TJ moodustavad transpordikütused. Ligikaudu 2800 TJ kasutatakse kaugküttes ja 2600 TJ kodumajapidamistes ning ettevõtete poolt. Lisaks kasutatakse elektrienergiat 200 TJ aastas.

Kütustest kasutatakse kõige rohkem diiselkütust, puitu, turvast ja maagaasi. Ülevaatlikud andmed kütuste tarbimisest aastate lõikes on toodud joonistel 1.11 ja 1.12.

Taastuvenergia ressurssidest on kindlasti kõige suurema potentsiaaliga päikeseenergia. Tartumaa aasta keskmine päevane päikeseenergia kogus on ligikaudu 3000 $W \cdot h/m^2$, probleemiks on muidugi pime aeg, selleks ajaks peaks olema energia salvestatud. Kui kogu energiavarustus (9000TJ) Tartumaal lahendada päikesepaneelide baasil, siis vajaliku elektrienergia saamiseks on vaja ligikaudu 3000 hektarit päikesepaneele. Vaba maad on meil piisavalt, kuid täna on jätkuvalt probleemiks päikesepaneelide ja akude üsna kõrge hind.

Tuule ja hüdroenergia laialdasemaks kasutamiseks Tartumaal häid tingimusi ei ole. Väikeste hüdroelektrijaamade rajamine on jõgedele küll teoreetiliselt võimalik, kuid sobivaid asukohti on vähe ja paisude rajamiseks on ka piirangud keskkonnakaitse eesmärkidel. Tuuleenergia rakendamise peamiseks probleemiks on Tartumaa madalad tuulekiirused, mille muundamiseks ei ole sobivaid tehnoloogilisi lahendusi, mis suudaks tagada pidevat energiavarustust.

Biomassi kasutatakse laialdaselt hoonete kütmisel, põhilised kütused mida kasutatakse on: halupuit, hakkpuit ja turvas. Kütteturvast kasutavad ainult kaugkütteettevõtted, aga puitkütustest ligikaudu pool, ülejäänu kasutatakse väikekatlamajades ja ahjude ning pliitide kütmisel. Kuigi turvas on Tartumaal kõige levinum põlevloodusvara ja see on bioloogilist päritolu, ei peeta seda taastuvaks kütuseks, sest juurdekasv on aeglane ja pärast turbasoo kuivendamist lakkab sootuks. Sellele vaatamata on turvas oluline kohalik ressurss.

Taastuvatest biomassi ressurssidest on kõige suurema energeetilise potentsiaaliga puit, kuid puit on ka väga väärtuslik ehitusmaterjal ja seetõttu leiab energeetikas kasutamist vähemväärtuslik osa ning puidujäätmed. Tartumaal igaaastaselt raiutava küttepuit ja puidujäätmed katavad ligikaudu pool kütteks kasutatava puidu mahust. Suuresti on see

tingitud Tartu linna tsentraalkütte ettevõtete kütustekasutusest, mis on üle 90 % maakonna kaugkütte mahust. Selle nõudluse rahuldamiseks tuuakse osa kütuseid teistest maakondadest, aga ka Lätist ja Venemaalt.

Puidu kasutamise edendamiseks kohalikus energiavarustuses on vaja arendada nii puidu logistikat (raie, ladustamine, transport), kui ka katlamajade ning väikeste koostootmisjaamade tehnoloogilisi lahendusi. Kõige suurem probleem on selles ahelas kindlasti katlamajade rekonstrueerimine ja investeeringute tegemine kaasaegsete katelseadmete paigaldamiseks.

Agro-energeetilistest ahelatest on perspektiivseimad lahendused biogaasijaamad, need võiks ehitada iga suurema loomapidamisfarmi juurde. Kui vaadata tabelis 2.8 toodud sõnnikukoguseid, siis kõik vallad, kus on käideldavad sõnnikukogused üle 10 000 tonni aastas (Tähtvere vallas Ilmatsalus on jaam juba projekteerimisel) peaks kindlasti kaaluma biogaasijaamade rajamist asulate lähedusse, mis võimaldaks jääksoojust kasutada elumajade ja munitsipaalhoonete kütmiseks.

Biogaasijaamade ehitamine vähendab põllumajanduse keskkonnamõju ja annab põllumajandusettevõtetele lisasissetuleku. Biogaasi saab kasutada otse katlakütusena või soojuse- ja elektri koostootmiseks, gaasimootoriga koostootmisseadmed on ühes sobilikumad asulate katlamajade juurde paigaldamiseks. Erinevates projektides analüüsitud võimalusi on kokkuvõtlikult tutvustatud peatükis 9, mis näitab, et biogaasijaamade rajamine on toetustega võimalik, kuid projektid tuleb hoolikalt läbi kaaluda ja riskid maandada, sest liiga suured investeeringu- või ekspluatatsioonikulud võivad projekti majanduslikult muuta mõtetuks.

Kohaliku majanduse ja ettevõtluse elavdamiseks tuleks tegeleda nii kohaliku metsanduse ja metsatööstuse, kui ka agro-energeetiliste ahelate arendamisega. Mõlemad valdkonnad on olulised energiavarustuse seisukohalt ja parandavad maapiirkondades tööhõivet. Metsamajanduse osas tuleks tegeleda erametsaomanike aktiviseerimisega ning püüda luua piirkondlike metsamajandamise ühistuid. Biogaasi ahelate arendamisel on oluline teavitustöö, sest tegemist on uute lahendustega, ja ettevõtete ning omavalitsuse koostöö projektide ettevalmistamisel ning finantseerimisel.

Kasutatud kirjandus

1. KE07. Kütuse tarbimine kütuse liigi ja maakonna järgi. Statistikaamet, statistika andmebaas: Majandus – Energeetika – Energia tarbimine ja tootmine
2. KE033. Elektrijaamades energia tootmiseks tarbitud kütus. Statistikaamet, statistika andmebaas: Majandus – Energeetika – Energia tarbimine ja tootmine
3. Mõisted ja metoodika. Statistikaamet. Kättesaadav: http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/02Energeetika/02Energia_tarbimine_ja_tootmine/02Luhiajastatistika/KE_20.htm
4. Elering OÜ. Eesti elektrisüsteemi kaart. Kättesaadav: http://www.elering.ee/index.php?id=178.
5. Maa-amet: Geoportaal. Kitsenduste rakendus. Kättesaadav: http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Kitsendused-p90.html
6. Konkurentsiamet. Võrguettevõtjad gaasiturul. Kättesaadav: http://www.konkurentsiamet.ee/?id=16220
7. Eesti Energia Jaotusvõrk OÜ
8. Tartu maakond. Vikipeedia, vaba entsüklopeedia. Kättesaadav: http://et.wikipedia.org/wiki/Tartu_maakond.
9. Setomaa ja Ape regiooni taastuvenergia ressursside uuring (Põhiaruanne). 2009-2010. OÜ PAB&Ko. 55 lk. Kättesaadav: http://www.pea.ee.
10. Eesti statistika aastaraamat 2010. Tallinn. Statistikaamet. Ofset OÜ, 401 lk.
11. Satel-Light. The European Database of Daylight and Solar Radiation. Kättesaadav: http://www.satel-light.com/indexmS.htm
12. Tuuleenergia Eestis. Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon. Kättesaadav:http://www.tuuleenergia.ee/about/statistika/
13. Eesti tuuleatlas. Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon. Kättesaadav: http://www.tuuleenergia.ee/lehed/atlas.html
14. Paist, A. Soojusgeneraatorid. Õppematerjal, TTÜ. Kättesaadav: http://www.ttu.ee/public/s/soojustehnika-instituut/2._Puit.pdf
15. Tartumaa maavarad. 2010. Tartu Ülikool. Ökoloogia ja maateaduste instituut. 116 lk.
16. Tartumaa metsaressursi uuring. 2010. OÜ Forinfo. 25 lk.
17. Tartumaa maaressurss. 2010. Eesti Maaülikool. 107 lk.
18. Biokütuse kasutaja käsiraamat. 2005 Tallinna Tehnikaülikool. Kättesaadav: http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Biokytuse_kasutaja_kasiraamat.pdf
19. Luud, A., Ani, M. Kohalike energiaallikate energeetiline potentsiaal. Keskkond ja põlevkivi kaevandamine Kirde-Eestis. TLÜ Ökoloogia Instituut. Publikatsioonid 9/2005 Kättesaadav: http://www.keo.eco.edu.ee/failid/kogumik9/10ptk.pdf
20. Rohtsete energiakultuuride uuringud. 2007. Eesti Maaülikool. Kättesaadav: http://tek.emu.ee/userfiles/taastuvenergia_keskus/ylevaatelised%20uuringud/Mes_rohtsete_energiakultuuride_uuring.pdf
21. Sikk, V. Energia. Eesti põllu- ja maamajanduse infoportaal. Kättesaadav: http://www.pikk.ee/est/Loomakasvatus/sootmisealused/toitained/energia
22. Biogaasi tootmine ja kasutamine. 2009. Kättesaadav: http://tek.emu.ee/userfiles/taastuvenergia_keskus/biogaasiraamat_veebiversioon.pdf
23. Biomassi tehnoloogiauuringud ja tehnoloogiate rakendamine Eestis. 2009. Tallinna Tehnikaülikool. Kättesaadav: http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Tellitud%20uuringud/Biomassi_tehnoloogiauuringud_ja_tehnoloogiate_rakendamine_Eestis_2.pdf

24. Jäätmeseadus (RT I 2004, 9, 52)
25. Jäätmete raamdirektiiv sai parlamendi toetuse. Pressiteade. Kättesaadav: http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=IM-PRESS&reference=20080616IPR31745&language=ET
26. Jäätmete, sealhulgas ohtlike jäätmete nimistu (RT I 2004, 23, 155).
27. Eesti jäätmekäitluse koondtabelid. Keskkonnateabe Keskus. Kättesaadav: http://www.keskkonnainfo.ee/index.php?lan=EE&sid=115&tid=109&l1=29
28. Maastik, A., Kajander, J., Heinonen, P., Hyvärinen, V., Karttunen, K., Kosola, M-L. Ots, H., Seuna, P. EnDic2004. Finnish Environmental Institute. Helsinki, Tartu.
29. Riigi jäätmekava aastateks 2008 – 2013. Kättesaadav: http://www.valitsus.ee/failid/j__tmekava_2008_2013.pdf
30. Feasibility study for the installation of waste-to-energy CHP plant and local area district heating network in Tartu County. Project no ENE 07012.ÅF-Estivo AS, 2008. Tallinn.
31. CEN/15359: Solid recovered fuels – Specification and classes
32. Waste-to-Energy 2010. The worldwide market to waste incineration plants 2010/2011. Ecoprog GmbH. Cologne/Oberhausen.
33. Tahkete jäätmete energiakasutus tsemendiahjus, doseerimis- ja põletusuuring. Rakendusuuringu aruanne. Kunda. AS Kunda Nordic Tsement, 2005.
34. Tehnilis-majanduslik hinnang jäätmepõletusele Eestis, 2004 – 2005. TTÜ Soojustehnika instituut, töövõtuleping 480L. Vastutav täitja Aadu Paist. Tallinn
35. Kütusena jäätmeid kasutava soojus- ja elektrienergia koostootmisploki rajamine Iru elektrijaama territooriumile. Keskkonnamõju hindamise aruanne. ÅF-Estivo AS 2007. Tallinn.
36. Keskkonnaregister. Kättesaadav: http://register.keskkonnainfo.ee
37. Keskkonnalubade infosüsteem. Keskkonnateabe keskus. Kättesaadav: http://klis2.envir.e
38. Keskkonnaameti avaliku teabe portaal, dokumendiregister. Kättesaadav: http://www.keskkonnaamet.ee/sadr
39. Taastuvenergia direktiiv 2009/28/EC. Kättesaadav: http://ec.europa.eu/energy/renewables/targets_en.htm
40. Eesti taastuvenergia tegevuskava. Kättesaadav: http://www.mkm.ee/taastuvenergia/
41. Resources for Green Living in the Chesapeake Bay Area. Kättesaadav: http://www.aiacbcgreen.org
42. Solar Advanced Systems. Kättesaadav: http://www.solaradvancedsystems.co.uk
43. Enno, V. Väikeste hüdroelektrijaamade otstarbekus ja ehitamise võimalused. Ettekanne. Kättesaadav: http://www.polvamaa.ee/energeetika/esitlused/Voldemar_Enno/Mooste_konverents-21.10.2010.pdf
44. Heat Pump Assocation. Kättesaadav: htp://www.heatpumps.org.uk
45. Põllumajanduses kasutatavate biogaasiseadmete gaasitootlus. Väljaandja: Registreeritud ühendus Põllumajandustee tehnika-ja ehitushoolekogu (KTBL), Darmstadt, Saksamaa.
46. Tõlge saksa keelest Eesti Põllumeeste Keskliit. Kättesaadav: http://www.bioenergybaltic.ee/?id=1334
47. Raising Awareness on renewable energy Developing Agro-eneRgetic chain models (RADAR), Final report on the Agro-Energetic Chain Models. Kättesaadav: http://www.radarproject.eu
48. Kask, Ü., Kikas, M. (2009). Projekt „RADAR“ – teerajaja Setomaal. Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine (57 - 66). Tartu: Eesti Maaülikool
49. Källe, M., Kohalikud biokütused ja Lihula katlamaja (2010), ettekanne. Kättesaadav: http://www.polvamaa.ee/energeetika/esitlused/Margus_Kalle/margus_kalle_esitlus_101021_lihula_soojus.pdf
50. Lääne Elu, Laupäev, 20. november 2010 , http://www.le.ee/?a=uudised&b=7953

51. Misso valla taastuvenergia ressursside kasutusvõimaluste uuring (2009). Kättesaadav: http://www.pea.ee/files/Misso_valla_uuring.pdf
52. Torma Põllumajandusosaühingu biogaasijaama projekti teostatavusuuring (2008). Kättesaadav:http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Torma_uus.pdf
53. Biogaasijaama teostatavuse analüüs, Soone farm (2008). Kättesaadav: http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Selefon_Biogaasijaama_TA_Soone_Farm.pdf

LISAD

Lisa 1. Tartumaal kasutatud kütuste kogused aastatel 1991 … 2009 [1]

Aasta	Kivisüsi	Põlevkivi	Turvas	Turbabrikett	Küttepuud	Hakkpuit ja puidujäätmed	Maagaas	Raske kütteõli	Põlevkiviõli	Kerge kütteõli ja diislikütus	Kerge kütteõli	Diislikütus	Autobensiin
	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tm	tuhat tm	milj. m^3	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tonni	tuhat tonni
1991	48	-	131	41	90	-	175	46	-	43	-	-	40
1992	26	-	107	31	67	-	106	22	3	21	-	-	17
1993	18	2	96	26	73	19	67	34	8	23	-	-	24
1994	9	2	93	23	133	26	71	26	8	17	-	-	29
1995	10	-	127	34	235	111	66	13	8	19	-	-	24
1996	12	-	157	14	281	188	59	11	12	26	-	-	28
1997	12	-	167	10	292	194	53	9	4	32	-	-	31
1998	8	-	127	13	251	324	55	6	2	37	-	-	33
1999	9	-	83	9	189	232	49	3	2	64	-	-	36
2000	6	-	88	8	182	211	39	1	2	33	-	-	35
2001	3	-	103	-	169	282	39	1	2	39	-	-	36
2002	6	-	127	3	170	259	44	-	3	46	-	-	36
2003	4	-	134	4	211	264	43	-	3	39	-	-	32
2004	3	-	88	5	211	298	42	-	2	38	-	-	29
2005	6	-	148	10	214	263	41	-	2	40	-	-	31
2006	3	-	202	5	207	280	43	-	2	45	-	-	31
2007	2	-	216	1	235	295	49	-	1	61	4	57	33
2008	1	-	148	2	180	282	61	-	1	61	5	56	32
2009	1	-	99	1	187	293	47	-	2	53	3	50	31
2009*	-	-	92	-	60	194	20	-	1	34	1	33	12

* Tartu linn

Lisa 2. Tartumaal aastatel 1991 … 2009 tarbitud kütuste energiasisaldus, TJ [1,3]

Aasta	Kivisüsi	Põlevkivi	Turvas	Turbabrikett	Küttepuud	Puiduhake ja –jäätmed	Maagaas	Raske kütteõli	Põlevkiviõli	Kerge kütteõli ja diisilkütus	Kerge kütteõli	Diisilkütus	Autobensiin
1991	960	-	1320	615	630	-	5775	1840	-	1806	-	-	1720
1992	520	-	1079	465	469	-	3498	880	117	882	-	-	731
1993	360	16	968	390	511	630	2211	1360	312	966	-	-	1032
1994	180	16	937	345	931	469	2343	1040	312	714	-	-	1247
1995	200	-	1280	510	1645	511	2178	520	312	798	-	-	1032
1996	240	-	1583	210	1967	931	1947	440	468	1092	-	-	1204
1997	240	-	1683	150	2044	1645	1749	360	156	1344	-	-	1333
1998	160	-	1280	195	1757	1967	1815	240	78	1554	-	-	1419
1999	180	-	837	135	1323	2044	1617	120	78	2688	-	-	1548
2000	120	-	887	120	1274	1757	1287	40	78	1386	-	-	1505
2001	60	-	1038	-	1183	1323	1287	40	78	1638	-	-	1548
2002	120	-	1280	45	1190	1274	1452	-	117	1932	-	-	1548
2003	80	-	1351	60	1477	1183	1419	-	117	1638	-	-	1376
2004	60	-	887	75	1477	1190	1386	-	78	1596	-	-	1247
2005	120	-	1492	150	1498	1477	1353	-	78	1680	-	-	1333
2006	60	-	2036	75	1449	1477	1419	-	78	1890	-	-	1333
2007	40	-	2177	15	1645	1498	1617	-	39	2562	168	2394	1419
2008	20	-	1492	30	1260	1449	2013	-	39	2562	210	2352	1376
2009	20	-	998	15	1309	1645	1551	-	78	2226	126	2100	1333

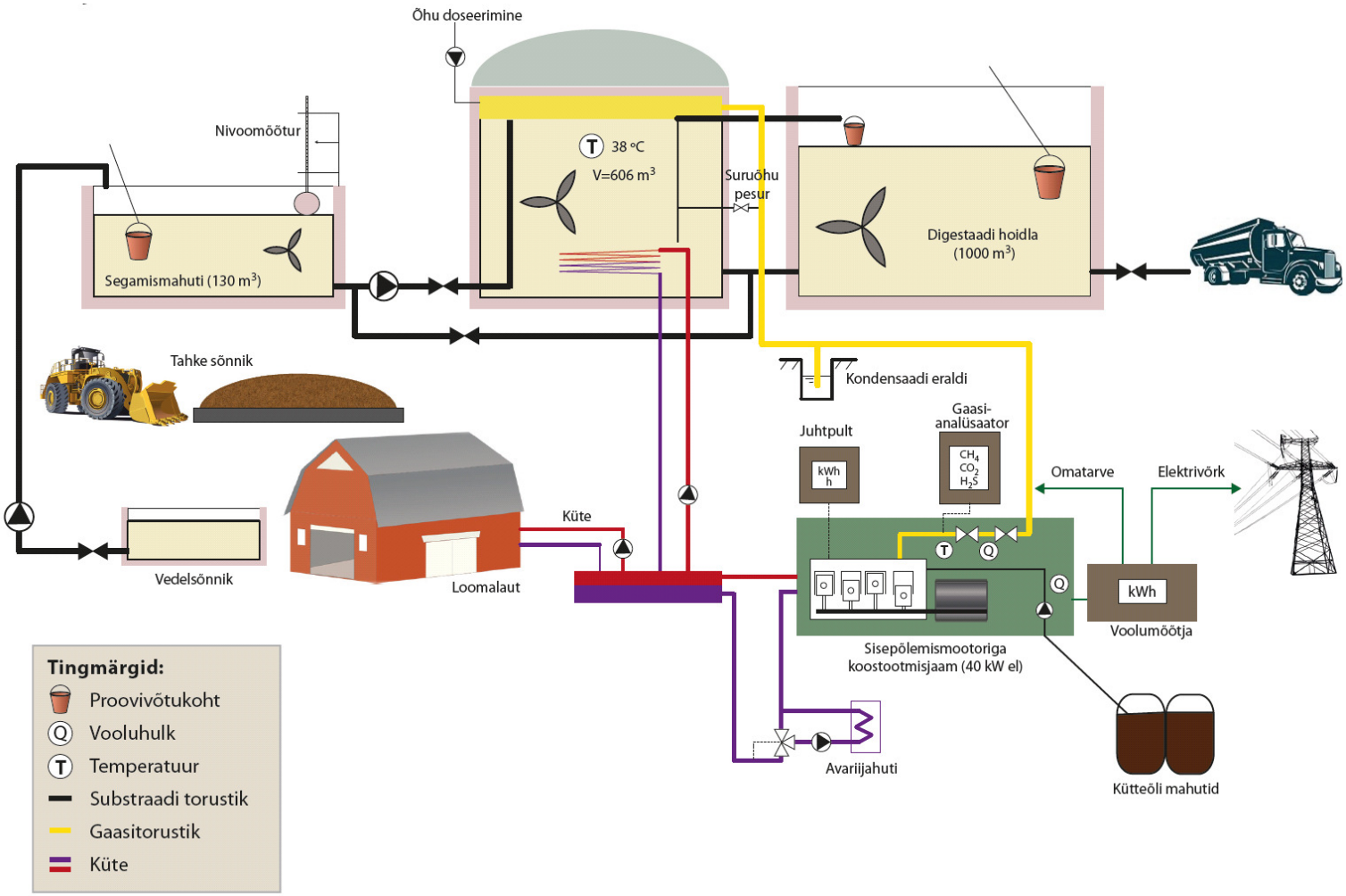
Lisa 3. Tartumaa tööstus- ja kodutarbijate summaarne elektrienergia tarbimine TJ aastatel 2006 … 2010 [2,7]

		jaanuar	veebruar	märts	aprill	mai	juuni	juuli	august	september	oktoober	november	Detsember
2006	Kodu	-	-	-	-	36,29	33,79	29,55	31,96	37,65	38,56	43,73	51,02
	Tööstus	-	-	-	-	136,53	119,80	111,16	127,85	133,48	164,40	186,44	180,91
	Kokku	-	-	-	-	172,82	153,60	140,71	159,82	171,13	202,96	230,18	231,93
2007	Kodu	55,80	67,89	40,91	42,29	36,17	35,05	31,68	34,28	39,35	44,55	49,66	71,17
	Tööstus	197,84	193,23	186,39	159,10	154,19	124,26	126,72	137,11	148,04	178,20	198,62	183,01
	Kokku	253,64	261,12	227,30	201,39	190,36	159,31	158,40	171,39	187,40	222,75	248,28	254,18
2008	Kodu	48,46	63,26	49,35	44,19	40,24	43,47	31,65	36,09	46,28	47,88	53,56	69,18
	Tööstus	220,74	180,04	197,39	166,25	151,38	123,71	134,94	144,34	164,10	180,14	189,90	196,89
	Kokku	269,20	243,29	246,74	210,44	191,62	167,17	166,59	180,43	210,38	228,02	243,47	266,06
2009	Kodu	63,26	63,86	56,87	48,00	41,30	49,19	34,75	34,86	48,66	50,98	50,98	62,94
	Tööstus	211,78	181,74	190,39	160,70	146,44	120,44	130,73	139,42	183,06	180,74	191,78	210,70
	Kokku	275,04	245,60	247,25	208,70	187,74	169,63	165,48	174,28	231,72	231,72	242,76	273,63
2010	Kodu	82,93	77,67	58,90	48,36	44,84	43,90	37,01	40,54	56,16	-	-	-
	Tööstus	224,22	181,23	197,20	161,91	150,12	131,71	139,23	143,73	177,84	-	-	-
	Kokku	307,15	258,90	256,10	210,27	194,96	175,62	176,24	184,26	234,00	-	-	-

Lisa 4. Arendusprojektide kokkuvõte

Projekt	Finantseerija	Eesti partner, teostaja	Ettepanekud
Bio-transpordikütuste kasutamise edendamine - ADORE IT 2	Intelligent Energy Europe	Eesti Maaülikool	▪ Luua regiooni vähemalt viis biokütuse tanklat ▪ Lühendada tegevus- ja kasutuslubade väljastamisele kuluvat aega vähemalt 10%
Baltic Biogas Bus	Baltc Sea Region Programme 2007 - 2013	Tartu linn	▪ Ühistranspordis kasutatavate biogaasibusside kasutuselevõtt on kasumlikum, kui diiselbussid ▪ Võtta kasutusele Aardlapalu prügilast saadav biogaas
Sustainable Production through Innovation in Small and Medium Enterprises - SPIN	Baltc Sea Region Programme 2007 - 2013	Tartu Ülikool	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Säästlik tänavavalgustus	Eesti-Läti-Vene piiriülese koostöö programm, Euroopa Regionaalarengu Fond (ERDF)	Tartu linn	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Intelligentne tänavavalgustus	INTERREG IVC	Tartu linn	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
EmPower	Intelligent Energy Europe	Tartu Teaduspark	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Säästlik liikumine tööstusaladel - MoMa.BIZ	Intelligent Energy Europe	Tartu linn	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Tartu Regiooni Energia Agentuur - TREA	Intelligent Energy Europe / Energiaagentuuri loomise meede	Tartu Linnavalitsus	Sisulised tegevused toimuvad ellu viidavate arendusprojektide raames
Reovee jääkmuda kääritamisel saadud biogaasi kasutamise võimalused Tartu linnas	SA Keskkonnainvesteeringute Keskus / Keskkonnakorraldus	Tartu Veevärk AS	▪ OV koostada Tartu regiooni biolagunevate jäätmete kogumise süsteem ▪ Läbi viia rakendusuuring biolagunevate jäätmete tekke, dünaamika ja inimeste valmisoleku jäätmeid liigiti koguda selgitamiseks ▪ Aardlapalu prügila biogaasi kasutuselevõtt
BUSTRIP (Baltic Urban Sustainable Transport Implementation and Planning - Säästva linnatranspordi kavandamine ja rakendamine Läänemere regioonis)	INTERREG III B	Tartu linn	Konkreetsed arendusettepanekud puuduvad
Wood Energy and Cleantech	INTERREG IV	Eesti Maaülikool	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Sustainable Energy Strategies as a Chance for Regional Development (PEA)	Baltic Sea Region Programme 2007 - 2013	Eesti Maaülikool, Lõuna-Eesti Taastuv-energia Keskus (LETEK)	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Biomassienergia ja territoriaalse planeerimise piirkondlike strateegiate täiendamine (BioEnArea)	INTERREG IVC	Tartu Regiooni Energiaagentuur (TREA)	Projekt on käimas, oodatavateks tulemusteks on juhendid, nelja piirkonna biomassi tegevuskava, alaprojektide tulemused jne

Lisa 4. Arendusprojektide kokkuvõte (*järg*)

Projekt	**Finantseerija**	**Eesti partner, teostaja**	**Ettepanekud**
Biogas and Networks, Improve regional policies for bio-energy and territorial development (BaN); BioEnArea projekti alaprojekt	INTERREG IVC	Eesti Maaülikool, Tartu linnavalitsus	Projekt on algusfaasis
The Bioenergy System Planners Handbook (BISYPLAN) ; BioEnArea projekti alaprojekt	INTERREG IVC	Eesti Maaülikool	Projekt on algusfaasis
Energy positive farm (ENPOS)	INTERREG IV	Eesti Maaülikool	Konkreetsed arendusettepanekud hetkel puuduvad
Biojäätmetel põhinev soojus- ja elektrienergia koostootmisjaam Ilmatsalus	SA Keskkonnainvesteeringute Keskus	OÜ Tartu Biogaas	Biogaasijaama kaasrahastamine, biogaasil töötava koostootmisjaama rajamine
Kambja aleviku kaugküttetorustiku rekonstrueerimine	SA Keskkonnainvesteeringute Keskus	OÜ Cambi	Kaugkütte torustiku uuendamine eelisoleeritud torudega
Vara valla Vara küla kaugküttevõrgu rekonstrueerimine	SA Keskkonnainvesteeringute Keskus	OÜ Kenadron	Kaugkütte torustiku uuendamine eelisoleeritud torudega

Lisa 5. Ühe kääritiga biogaasijaama põhimõtteskeem