



Baltic Sea Region
Programme 2007-2013

Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund)



Public Energy Alternatives



*Võru maakonna energiakasutuse
ja
potentsiaalsete energiaressursside uuring*

Koostaja: MTÜ Piiriäärne Energiaarendus

VÕRU 2012

SISUKORD

SISSEJUHATUS	2
KOKKUVÕTE.....	3
Regulatsioonid ja seadusandlik raamistik energiamajanduses	7
Energiasectori regulatsioonid:.....	7
Võru Maakonna energiamajandusega seotud dokumendid	12
1. VÕRUMAA POTENTIAALSETE ENERGIARESSURSSIDE UURING.....	15
1.1 Hüdroressurss.....	17
1.2 Päikeseenergia ressurss.....	21
1.3 Tuuleenergiaressurss.....	30
1.4 Biomass	33
1.4 Maaressurss.....	40
1.5 Põllumajanduslik biomass	43
Kokkuvõte ja järeldused	50
2. VÕRUMAA ENERGIAKASUTUSE UURING.....	53
2.1 Energia tarbimine	53
2.1.1 Kütuste tarbimine.....	53
2.1.2 Mootorikütuste tarbimine.....	55
2.1.2. Elektrienergia tarbimine.....	59
2.1.3 Soojuse tarbimine.....	65
2.1.4 Energia tarbimine kokku.....	69
3. Energia tootmine	72
Soojaenergia tootmine	72
Elektrienergia tootmine	73
Kütuste tootmine	74
CO2 emissioon.....	75
Energiabilanss.....	76
Energiabilanss.....	76
Järeldused ja ettepanekud	78

SISSEJUHATUS

Käesolev Võru maakonna energiakasutuse ja potentsiaalsete energiaressursside uuring on tellitud Võru Maavalitsus poolt ja koostatakse Läänemere piirkonna programmi poolt rahastatud projekti PEA (*Public Energy Alternatives*) tegevusena. Projekti PEA üldiseks eesmärgiks on taastuenergia ja energiaefektiivsuse väärtustamine ning energeetikastrateegiate arendamine, vähendades nii sõltuvust importenergiast kui ka energiatarbimisest tulenevaid kulusid tulevikus

Uuringud viiakse läbi sooviga saada ülevaade maakonna senisest energiakasutusest ja kaardistada kohalikud potentsiaalsed energiaressursid. Uuring toob välja, kui palju ja millist energiat tarbitakse, kui palju ja millist energiat kohapeal toodetakse ning milliseid kütuseid ja energiakandjaid selleks kasutatakse.

Uuring koosneb kolmest osast: energiaressursside uuring, energiatootmise ja -tarbimise uuring ning kuue objekti tasuvusanalüüsid.

Uuringu andmed on kogutud nii avalikest allikatest kui ka läbiviidud küsitluste tulemusel.

Uuringu on koostanud Martin Kikas ja Urmo Lehtveer.

Täname koostöö eest Võru Maavalitsust, Võrumaa omavalitsusi, Eesti Energiat, Eesti Statistikaametit, PRIA-t, Maa-Ametit, Maksu- ja Tolliametit ning Võrumaa ettevõtteid.

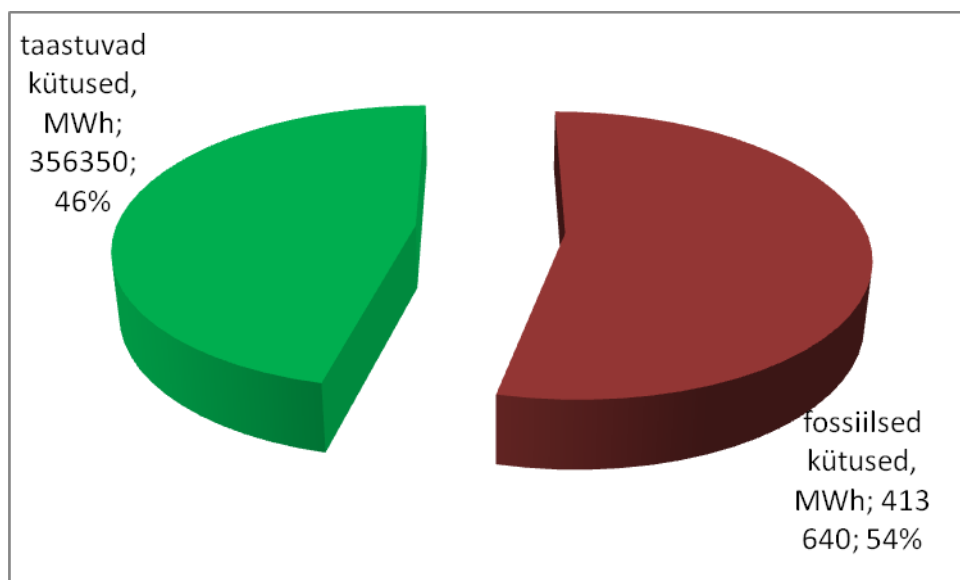
KOKKUVÕTE

Täna kasutatakse suur osa Võrumaal raiutava küttepuidu ja puidutöötlemisjääkide primaarenergiast energia muundamise protsessides (peamiselt soojuse tootmiseks). Arvestatavaks lisanduvaks allikaks võib pidada raiejäätmeid, kasutamata ressursid on kändud ja rohtne biomass. Biomassil põhineva energia, sh elektri ja soojuse koostootmise arengut pidurdavaks teguriks on soojuskoormuse vähesus ning asjaolu, et soodsa soojuskoormusega piirkondadesse on juba paigaldatud uued, ainult soojust tootvad seadmed. Samuti piirab arengut biokütuste mahukas eksport, mis reguleerib hinda ja vastavalt “välisturu” (nii väljaspool Võrumaa kui ka Eestit) nõudlusele kohalikel energiatootjatel esineb ressursipuudust.

Võrumaa energiatarbimine on kokku 770 GWh millest toodetakse ise 405 GWh, sellest enamuses maakonnas tarbitav soojusenergia ja 65 MWh hüdroelektrienergiat. Mootorikütuseid maakonnas ei toodeta.

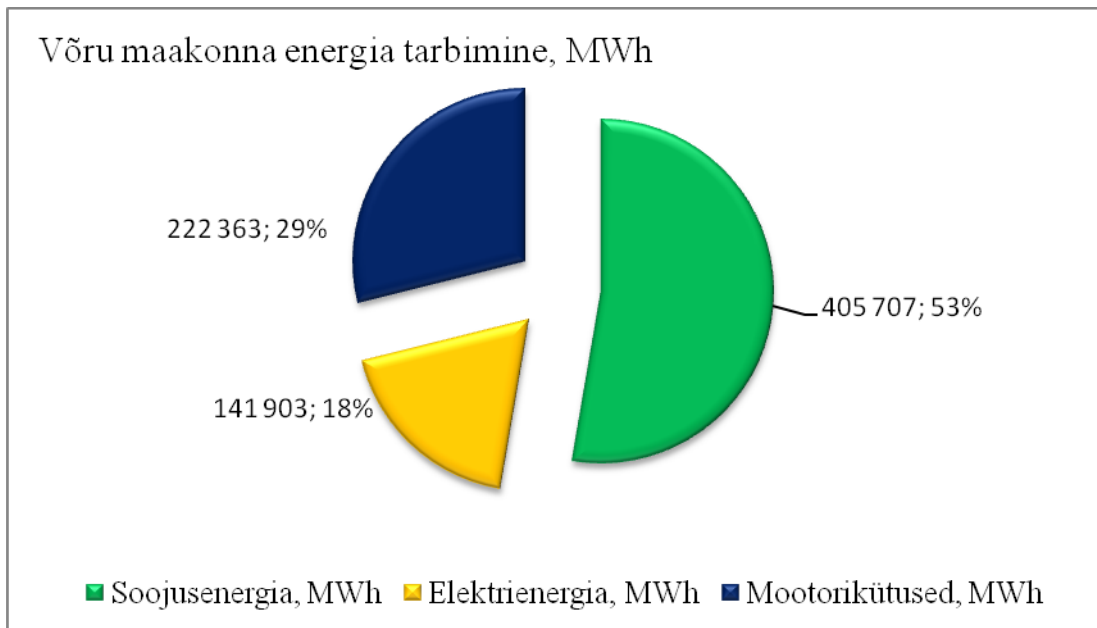
Maakonnas toodetakse puitkütuseid (hakkepuit) koguses 611 GWh, millest kohapeal toodetakse 344 GWh soojusenergiat ja ülejäänud 267 GWh ulatuses puitkütuseid viiakse maakonnast välja.

Võrumaa kogu energiatarbimisest 46% ehk 356 GWh moodustab taastuvatest allikatest toodetud energia. Eesti vastav näitaja on 19,5%. Mis on ka mõistetav sest Võrumaal on hästi väljaarenenud metsa ja puidutööstus.



Joonis1. Võru maakonna energiatarbimises kasutatud kütuste jaotus

Selline suur taastuvkütuste osakaal tuleb soojusenergia tootmisest kus taastuvatest allikatest toodetakse 85% kogu tarbitavast soojusest Soojusenergia ongi kõige suurem energialiik mida kohapeal tarbitakse.



Joonis 2. Energia tarbimine maakonnas

Oluline võimalus maakonna arenguks läbi energiamajanduse on kohaliku ressursi kasutades toota rohkem energiat nii maakonna tarbijate kui väljaspool maakonda tarbijatele. Selline kohaliku ressursi väärimine energiaks loob uusi töökohti ja annab lississetulekut kohalikele elanikele.

Võrumaa realselt tehniliselt kättesaadavaks ja kasutuselevõetav biomassi ressursi tarbimisväärtuseks on 840 GWh, selle lisandub veel päikeseenergia kasutamise võimalus, kus ühel hektaril tavakasutusest väljasoleval maal võib toota 90-200 MWh elektrienergiat aastas. Võrumaal rajatav arvestuslikult 100 kW päikeseelektrijaam planeerib toodanguks kuni 170 MWh aastas.

Võru maakonna tehniliselt kättesaadavad ressursid on kirjeldatud alljärgnevas tabelis.

Tabel 1. Biomassi tehniliselt kasutatav ressurss

Biomassi tüüp	Biomassi kogus	Energiasisaldus MWh
Mets (küttepuid, raidmed ja kändud), m ³	222 256	444 512
Elektriliinide alt saadav biomass (metsamaal)(50%), t	1002	5 294

Puidutööstuse jäätmed, m3	337 098	269 678
Sõnnik (60%), t	171 708	28 331
Rohumaadelt saadav biomass (20%), t	41 720	41 303
Kasutamata maadelt saadav biomass (50%), t	8 349	34 924
Põhk (20%), t	4 134	16 538
KOKKU	*	840 580

Teoreetiline biomassi ressurss on **1 287 GWh**, mis selgelt suurem kui eeltoodud tabelis, kuid selle kättesaadavust ja kasutamist raskendavad mitmed asjaolud.

Biomassi kättesaadavust metsast ja metsamaadelt takistavad alljärgnevad tegurid:

- kaitsealad;
- raidmete kättesaadavus. RMK andmetel on reaalne kasutada 12–20 % raidmetest;
- kännud ei ole veel leidnud laialdasemat kasutust ja kasutada kände lageraie aladelt;
- elektriliinialustelt metsamaadelt on reaalselt biomassi varuda majanduslikult ebaotstarbekas, hetkel on see ressurss kasutamata.

Põllumajandusliku biomassi kasutamine sõltub nii ressursi saadavusest, selle aastaringsest pakkumisest kui transpordi kaugusest.

Eelkõige omab energiatootmise seisukohalt potentsiaali sõnnik ja rohtne biomass, mida saab edukalt kasutada biogaasi tootmiseks.

Heina kasutamine on võimalik ka lisakütusena põletamisel kuid ka siin on oluline transpordi kaugus ja rohtse biomassi puhul ka biomassi saagikus.

Biogaasi tootmist saab arendada suuremate farmide läheduses ja piirkondades, kus on soojaenergia kasutamise võimalus eelkõige puidutööstus või kaugküttevõrk. Majanduslikult on ilmselt kõige otstarbekam rajada biogaasijaam Võru linn vahetusse lähedusse. Alternatiivina on toodetud biogaasi võimalik kasutada ka mootorikütusena.

Rohtse biomassi kasutamine energiatootmiseks omab samuti perspektiivi, sest selle kasvatamiseks on olemas maa ja tehnoloogia..

Õlgede kasutamine biokütusena Võrumaal ilmselt kasutust ei leia, sest õled on üheks olulisemaks mulda tagastatava orgaanilise aine allikaks

Põllumajanduskultuuride, sealhulgas õlikultuuride kasvatamine energeetilistel eesmärkidel annab täiendava võimaluse tulu tootmiseks põllumajandusmaalt. Võru maakonnas oli 2009. aastal energiakultuuride kasvatamise toetusega hõlmatud pinda 566 ha. Alates 2010. aastast energiakultuuride kasvatamise toetust enam ei maksta.

Võrumaa 2010 aastal aastane soojuse ja elektrienergia tarbimine jagatuna elanike arvule on 14,6 MWh, sellest soojusenergia 10,8 MWh ja elektrienergia 3,8 MWh aastas.

Eestis vastavad näitajad on 6,64 MWh soojusenergiat ja 6,5 MWh elektrienergiat.

Soojusenergia tarbimine moodustab 53% kogu energiatarbimisest, 29% moodustab mootorikütused ja 18% on elektri osakaal.

Suurim soojusenergia tarbijagrupp on elanikud, elektrienergia puhul on suurim tarbijategrupp ettevõtted.

Tabel 3. Energia tarbimine tarbijagruppide lõikes

Sektor	Soojus	Elekter	Mootorikütus
Avalik sektor	26 483	15 992	-
Elanikud	275 826	56 881	-
Muud	103 398	69 030	-
Kokku	405 707	141 903	222 363

19,5% kogu soojaenergiast tarbitakse kaugküttevõrkudes. Aastas teeb see kokku MWh. Toimivad kaugküttevõrgud asuvad Võru linnas, Vastseliinas, Rõuges, Viitinas, Väimelas, Parksepas, Puigal, Antslas ja Lasval.

Hoonetest moodustab suurima tarbijate rühma kortermajad. Kortermaju ja ridaelamuid on maakonnas kokku ehitusregistri andmetel (2010a) 764 elamut. Nende soojusenergia tarbimine on kokku 85 430 MWh mis moodustab 31% kogu elanikkonna soojusenergia tarbimisest.

Energia tootmises domineerib soojusenergia tootmine. Vähesel määral, ca 0,0004% toodetakse hüdrojaamades ka elektrienergiat. Lähitulevikus, 2012 aastal, käivitub 100 kW võimsusega päikseenergiapark Kurenurmes.

CO² emissioon Võru maakonna energiamajanduses arvatati lähtuvalt kütuste kasutamise statistikast. Maakonna kogu CO² emissioon on 196 450 tonni aastas (Tabel 4)

Tabel 4. Kütuste tarbimine ja nende CO² emissioon

	Põlevkiviõli tuh. t	Kerge kütteõli tuh. t	Diislikütus tuh. t	Autobensiin Tuh. t	Elekter MWh
Kogus	3	1	13	5	
Energia tarbimisel, MWh	32 526	11 676	151 788	59 770	141 903
CO² emissioon, t	9 075	3 117	40 527	14 883	128 847,9

Võrumaa 2010. aastal seotud süsiniku kogus puitses biomassis metsas on 175 525 000 tonni.

Regulatsioonid ja seadusandlik raamistik energiamajanduses

Riikliku energiapoliitika elluviimise ja arendamisega tegeleb Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium ning energiaturu järelevalvet teeb Konkurentsiamet.

Eesti energiasektori missiooniks on tagada Eestis **pidev, tõhus, keskkonda säästev ja põhjendatud hinnaga energiavarustus ning säästlik energiakasutus [1]**.

Riiklik üldeesmärk seoses taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaaluga on toodud alljärgnevas tabelis 1.1.

Tabel 1.1. Riiklikud üldeesmärgid taastuvatest allikatest toodetud energiale [2].

Eesmärk	Näitaja
A) Taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaal energia summaarses lõpptarbimises 2005. aastal (S2005) (%)	18
B) Taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaal energia summaarses lõpptarbimises – eesmärk aastaks 2020 (S2020) (%)	25
C) Energia eeldatav kogutarbimine pärast kohandamist 2020. aastal (ktoe)	3 451
D) Taastuvatest allikatest toodetud energia eeldatav kogus, mis vastab 2020. aasta eesmärgile (arvutamiseks korrutatakse punkt B punktiga C), (ktoe)	863

Üldeesmärgid tulenevad EL energiatõhususe direktiivist **2009/28/EÜ [2]**

Energiasektori regulatsioonid:

1. Säästva arengu seadus [3]

Säästva arengu seadus sätestab säästva arengu rahvusliku strateegia alused, looduskeskkonna ja loodusvarade säästliku kasutamise alused. Looduskeskkonna ja loodusvarade säästliku kasutamise eesmärgiks on tagada inimesi rahuldav elukeskkond ja majanduse arenguks vajalikud ressursid looduskeskkonda oluliselt kahjustamata ning looduslikku mitmekesisust säilitades.

Majandusharudes ja piirkondades, kus looduskeskkonna saastamine ja loodusvarade kasutamine võivad ohustada looduslikku tasakaalu või bioloogilise mitmekesisuse säilitamist, suunatakse arengut riigi algatatud arengukava alusel. Arengukava koostatakse energeetika, transpordi, põllunduse, metsanduse, turismi ning keemia-, ehitusmaterjali- ja toiduainetööstuse arengu suunamiseks.

2. Elektrituru seadus [4]

Seadus näeb ette elektrituru toimimise põhimõtted. Elektrituru seadus reguleerib elektrienergia tootmist, edastamist, müüki, eksporti, importi ja transiiti ning elektrisüsteemi majanduslikku ja tehnilist juhtimist. Peaesmärk on tagada põhjendatud hinnaga, keskkonnanõuete ja tarbija

vajaduste kohane tõhus elektrivarustus ning energiaallikate tasakaalustatud, keskkonnahoidlik ja pikaajaline kasutamine.

3. Maagaasiseadus [5]

Maagaasiseadus reguleerib maagaasi impordi, ülekande, jaotamise ja müügiga seonduvaid tegevusi gaasivõrgu kaudu ning võrguga liitumist. Nimetatud tegevused peavad olema koordineeritud ning vastama objektiivsuse, võrdse kohtlemise ja läbipaistvuse põhimõtetele, et tagada kindel, usaldusväärne, efektiivne, põhjendatud hinnaga ning keskkonnanõuetele ja tarbijate vajadustele vastav gaasivarustus.

4. Kaugkütteseadus [6]

Kaugkütteseadus reguleerib soojuse tootmise, jaotamise ja müügiga seonduvaid tegevusi kaugküttevõrgus ning võrguga liitumist. Nimetatud tegevused peavad olema koordineeritud ning vastama objektiivsuse, võrdse kohtlemise ja läbipaistvuse põhimõtetele, et tagada kindel, usaldusväärne, efektiivne, põhjendatud hinnaga ning keskkonnanõuetele ja tarbijate vajadustele vastav soojusvarustus.

5. Vedelkütuse seadus [7]

Vedelkütuseseadus sätestab kütuseaktsiisi laekumise ja enamkasutatavate mootorikütuste kvaliteedi tagamise eesmärgil vedelkütuse käitlemise alused ja korra, vastutuse seaduse rikkumise eest ning riikliku järelevalve teostamise korralduse. Vedelkütuseseadus ei reguleeri vedelkütuse käitlemisel kasutatavatele seadmetele, ehitistele ning mõõtevahenditele esitatavaid tehnilisi ja ohutusnõudeid.

6. Vedelkütusevaru seadus [8]

Seadus sätestab kohustusliku vedelkütusevaru moodustamise, hoidmise ja haldamise alused. Vedelkütusevaru on riigi käsutuses või kontrolli all olev käesoleva seadusega kindlaksmääratud naftatoodete kogus, mis moodustatakse riigi julgeoleku ja elanikkonna toimetuleku tagamiseks, energia ja kütuse varustamisega seotud rahvusvaheliste lepingute alusel võetud kohustuste täitmiseks ning majandustegevuse häirete vältimiseks või häirete mõju vähendamiseks naftatoodetega varustamise häirete korral.

7. Seadmete energiatõhususe seadus [9]

Seadmete energiatõhususe seadus reguleerib energia ja muude ressursside tõhusama kasutamise eesmärgil teatud liiki kodumasinatele, soojusseadmetele ja seadistele esitatavaid energiatõhususe ja energiamärgistuse nõudeid, seadmete registreerimist ja nõustamist nende asendamise korral ning seadmete nõuetele vastavuse hindamise ja tõendamise aluseid ja korda.

8. Ehitusseadus [10]

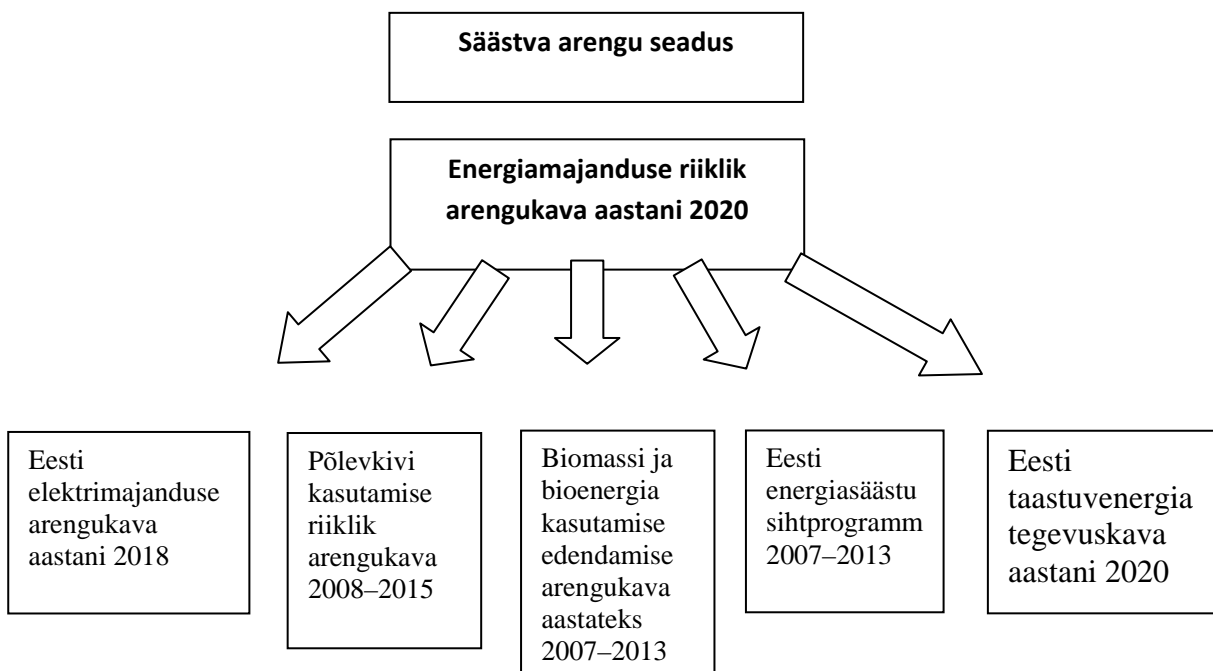
Käesolev seadus sätestab nõuded ehitistele, ehitusmaterjalidele ja -toodetele ning ehitusprojektidele ja ehitiste mõõdistusprojektidele, samuti ehitiste projekteerimise, ehitamise ja kasutamise ning ehitiste arvestuse alused ja korra, vastutuse käesoleva seaduse rikkumise

est ning riikliku järelevalve ja ehitusjärelevalve korralduse. Sätestab energiamärgise ja selle väljaandmise korra.

Lisaks valdkondlikule regulatsioonile mõjutavad energiasektori arengut oluliselt ka keskkonnavalased õigusaktid.

Ülalloetletud seadustest tulenevalt on koostatud mitmed energiamajanduse valdkonda puudutavad arengudokumendid.

Energiamaajanduse arengukava on aluseks elektrimajanduse, põlevkivi, biomassi ja bioenergia valdkonna arengukavadele, taastuvenergia tegevuskavale ning energia säästmise küsimusi käsitlevale energiasäästu sihtprogrammile.



Joonis 1.1 Arengudokumentide hierarhia.

Energiamaajanduse arengut tagavad dokumendid

1. Eesti elektrimajanduse arengukavas aastani 2018 [11] seatakse strateegilised eesmärgid elektrimajanduse arendamiseks järgneva kümne aasta jooksul, kirjeldades eesmärke ja nende saavutamise meetmeid elektrivarustuse tagamise, keskkonnavõimaluse vähendamise, rahvusvaheliste energiaühenduste loomise, elektrituru avamise ning elektritarbimise kasvu osas [1].

2. Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2008–2015 [12] strateegiliseks eesmärgiks on tagada Eesti varustatus põlevkivienergiaga ja kindlustada Eesti energeetiline sõltumatus. Lisaks tõstab arengukava esile pikemaajalises perspektiivis võimaluste leidmise põlevkivi aastase kasutusmahu järkjärguliseks vähendamiseks mahuni 15 miljonit tonni aastaks 2015.

Põlevkivi arengukavas sätestatud strateegiline eesmärk tõsta põlevkivi kaevandamise ja kasutamise efektiivsust toetab energiamajanduse arengukava eesmärki tagada Eestis säästlik energiavarustus ja -tarbimine [1].

3. Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007–2013 [13] eesmärgiks on luua kodumaise biomassi ja bioenergia tootmise arenguks soodsad tingimused, et vähendada Eesti sõltuvust imporditavatest ressurssidest ja fossiilsetest kütustest ning vähendada survet looduskeskkonnale. Arengukava eesmärk on vähendada Eesti sõltuvust imporditavatest energiaressurssidest ning laiendada biomassi kasutamist energia toorainena, mis ühtib energiamajanduse arengukava eesmärgiga tagada pidev energiavarustus energiaallikate mitmekesistamise ning ühtlasema jaotusega energiabilansis [1].

4. Energiasäästu sihtprogramm 2007–2013 [14] sõnastab Eesti kütuste ja energia kokkuhoiupoliitika sihid aastateks 2007–2013 ning määrab nende saavutamiseks vajalikud meetmed.

Programmi eesmärgiks on tagada kütuste ja energia tõhusam kasutamine Eestis, mis on olulise tähtsusega energiamajanduse arengukava eesmärkide täitmiseks energiasäästu ja energiatõhususe valdkondades [1]. Rakendusplaan on koostatud aastateks 2007–2009. Uuemal hetkel, uuringu koostamise ajal, veel ei ole.

5. Eesti taastuvenergia tegevuskava aastani 2020 [15] kirjeldab EL taastuvenergia direktiivis 2009/28/EÜ ette nähtud eesmärgid ja planeeritavate tegevuste loetelu ning kirjelduse.

Lisaks mõjutavad energiamajandust veel alljärgnevad regulatsioonid:

1. Eesti keskkonnanstrateegia aastani 2030 [16] sätestab energiamajanduse eesmärgiks toota elektrit mahus, mis rahuldab Eesti tarbimisvajadust, ning arendada mitmekesiseid, erinevatel energiaallikatel põhinevaid väikese keskkonnakoormusega jätkusuutlikke tootmistehnoloogiaid, mis võimaldavad toota elektrit ka ekspordiks. Keskkonnanstrateegias püstitatud eesmärkidest tulenevalt on energiamajanduse arengukavas kavandatud meetmed energiatehnoloogiate arendamiseks järgnevateks aastateks.

2. Eesti keskkonnategevuskava aastateks 2007–2013 [17] (Eesti keskkonnanstrateegia aastani 2030 rakendusplaan) eesmärgiks on energiatarbimise kasvu aeglustamine ja stabiliseerimine, tagades samas inimeste vajaduse rahuldamise ehk tarbimise kasvu olukorras primaarenergia osakaalu suurenemise vältimine ja ennetamine.

3. Eesti säästva arengu riiklik strateegia “Säästev Eesti 21” [18] toetab üldjoones taastuvatel loodusressurssidel põhineva energia tootmise osakaalu kasvu, eelisarendades ja toetades energiasäästlikku tegevust. Need suundumused kajastuvad otseselt ka energiamajanduse arengukavas, mille eesmärgiks on tagada Eestis pidev, tõhus, keskkonda säästev ja põhjendatud hinnaga energiavarustus ja -tarbimine.

4. Eesti eluasemevaldkonna arengukava 2008–2013 [19] näeb ette meetmeid kortermajade energiasäästlikkuse parandamise osas, samuti teadlikkuse tõstmist elamufondi parendamiseks, mis on olulise tähtsusega energiamajanduse arengukava eesmärkide täitmisel energiasäästu valdkonnas.

5. Eesti paiksetest ja liikuvatest saasteallikatest välisõhku eralduvate saasteainete summaarsete heitkoguste vähendamise riiklik programm aastateks 2006–2015 [20], mis

hõlmab põhiliste saasteainete heitkoguste vähendamise võimalikke suundumusi aastatel 2006–2015.

6. Riiklik struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007–2013 [21] seab eesmärgiks tõhusama energiakasutuse, mis võimaldaks tulevikus ennetada potentsiaalset energeetilist defitsiiti ja seeläbi anda riigile rahvusvahelisi konkurentsivõime või julgeolekueeliseid pikemas plaanis.

Elukeskkonna arendamise rakenduskava kohaselt toetatakse energiamajanduse arendamise prioriteetse suuna raames alljärgnevat valdkondi: 1) taastuvenergiaallikate laialdasem kasutuselevõtt; 2) alternatiivsete energiaallikate kasutamine transpordis; 3) välisõhukaitse ja kliimamuutuste leevendamine; 4) energiasäästu arendamine elamumajanduses (sh elanike teavitamine elamute energiasäästlikkuse võimalustest).

Strateegias sätestatud arengusuunad kajastuvad ka energiamajanduse arengukava meetmetes energiavarustuse mitmekesistamisel.

Võru Maakonna energiamajandusega seotud dokumendid

Võru maakonnas energiamajanduse arengut suunavad dokumendid on järgmised:

- a. Võrumaa üldplaneering.
- b. Võrumaakonna arengustrateegia (eelnõu).
- c. Setomaa ühtne taastuvenergia kasutuselevõtu strateegia (2009).
- d. Võrumaa energiamajanduse strateegia (koostamisel, valmib 2012).

Võru maakonnas on energiamajanduse kavad 5 omavalitsusel 13-st:

- **Võru linn.** Võru linna soojamajanduse arengukava aastani 2020 (koostanud OÜ Pilvero, 2008)
- **Haanja vald.** Energiamajanduse arengukava 2004–2008 (OÜ Pilvero)
- **Misso vald.** Misso valla taastuv- energiaressursside uuring (AF Estivo AS, 2009)
- **Sõmerpalu vald.** Sõmerpalu valla munitsipaalhoonete energiakasutuse arengukava (SA Regionaalsed Energiakeskused 2005)
- **Rõuge vald.** Rõuge valla energiakasutuse arengukava RV Projekt OÜ, 2002
- **Vastseliina vald.** Vastseliina valla energiamajanduse arengukava (Martin Kikas, 2011)

Eesti siseriiklikud toetused energiasektoris on alljärgnevad:

Tabel 1.2 toetusmeetmed Eestis [15].

<i>Meetme nimetus ja viitenumber</i>	<i>Meetme liik*</i>	<i>Eeldatav tulemus**</i>	<i>Sihtrühm ja/või -tegevus***</i>	<i>Olemasolev või kavandatud</i>	<i>Meetme algus- ja lõppkuupäev</i>
<i>1. Soodustariif</i>	Reguleeriv	Suurenenud energiatoodang taastuvatest allikatest	Elektritootja	Olemasolev	ETS täiend. 01.07.2010
<i>2. Päritolusertifikaat</i>	Reguleeriv	Suurenenud energiatoodang taastuvatest allikatest	Elektritootja	Olemasolev	ETS
<i>3. Biokütuste vabastus kütuseaktsiisist</i>	Reguleeriv	Suurenenud vedelate biokütuste tarbimine	Tarbija	Olemasolev	ATKAS kuni 27.07.2011
<i>4. Investeeringutoetus Taastuvenergiaallikate laialdasem kasutamine energia tootmiseks</i>	Rahaline	Suurenenud energiatoodang taastuvatest allikatest	Kaugkütte ettevõtte	Olemasolev	Alates 24.03.2009
<i>5. Bioenergia tootmise investeeringutoetus</i>	Rahaline	Suurenenud energiatoodang taastuvatest allikatest	Põllumajandustootja	Olemasolev	Kuni 2013
<i>6. Mitmekesistamine mittepõllumajandusliku tegevuse suunas</i>	Rahaline	Suurenenud biokütuste tootmine	Põllumajandustootja	Olemasolev	Kuni 2013
<i>7. Metsandussaadustele lisandväärtuse andmise investeeringutoetus</i>	Rahaline	Suurenenud biokütuste tootmine	Biokütuse tootja	Olemasolev	Kuni 2013

8. Riiklik energiatehnoloogia programm – ETP	Rahaline	Tehnoloogia arendamine	T&A tegevused	Olemasolev	2007–2013
9. Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007-2013- T&A Tegevused	Rahaline	Tehnoloogia arendamine/ uuringud	T&A tegevused	Olemasolev	2009–2014

1. VÕRUMAA POTENTIAALSETE ENERGIARESSURSSIDE UURING

Aegade jooksul on inimesed õppinud kasutama erinevaid allikaid või varasid oma energiavajaduse rahuldamiseks. Nii mõnegi kütuse kasutuselevõtt on oluliselt mõjutanud kogu majanduse kulgu ja arengutempot ning seeläbi ka inimeste heaolu

Praegusajal kasutatakse peamiselt viit energiaallikat. Naftat ja naftasaadusi kasutatakse kõige enam ning nad annavad suurema osa kogu energiavajadusest. Kiiresti on kasvanud maagaasi tootmine ja tarbimine. Kuigi kivisöe osatähtsus on pidevalt vähenenud, on see kütuseliik ikka veel kõige olulisem energiaallikas nii elektri kui soojuse tootmisel. Veejõud ja tuumaenergia, mida kasutatakse peamiselt elektrienergia saamiseks, annavad kokku vaid kümnendiku vajaminevast energiast. Viimastel aastakümnetel on üha enam kasutama hakatud alternatiivseid energialiike – tuule-, päikese-, maasisest ja bioenergiat, kuid nende osatähtsus energiamajanduses tervikuna on tagasihoidlik. Inimkonna kasutuses on veel mitmeid energialiike (Maa pöörlemise energia, gravitatsioonienergia, termotuumaenergia), mida praeguse tehnoloogia abil ei osata või liiga kõrge hinna tõttu ei tasu kasutada.

Järjest halvenev keskkonnaseisund ja naftavarude lõppemine sunnib käesoleval sajandil otsima uusi teid energiamajanduses. Muutused energeetikas on tingitud ka inimühiskonna muutuvatest vajadustest. Kuigi energiavajadus pidevalt kasvab, võimaldab kaasaegne tehnoloogia energiat järjest tõhusamalt kasutada. Mõõtmelalt väiksemad masinad ja seadmed, ökonoomsemad mootorid või isegi säästupirnid kasutavad vähem energiat. Energiat saab kokku hoida, vältides asjatuid või vähest kasu toovaid energiakulutusi. Kui eelmisel sajandil rajati hiigelsuuri elektrijaamu ja energiat transporditi järjest kaugemale, siis uued tehnoloogiad võimaldavad toota odavat elektrienergiat väiksemal hulgal, kuid tarbija vahetus läheduses.

Eesti energiaressurssides ja primaarenergia bilansis on kodumaiste energiaallikate osatähtsus kõrge, baseerudes suures osas põlevkivil. See annab elektrivarustuses arvestatava strateegilise sõltumatuse (imporditavate energiaallikate osakaal on meil ~1/3, EL liikmesriikides keskmiselt ~2/3). Põlevkivi suuremahulise kasutamise positiivseteks külgedeks on riigi energeetiline varustuskindlus ning vähene hinnasõltuvus maailmaturust. Negatiivse poolena tõusevad esile suured keskkonnakahjustused nii põlevkivi kaevandamisel kui ka kasutamisel ning põlevkivi madal kütteväärtus. Põlevkivi osakaalu primaarenergia bilansis mõjutab oluliselt elektrienergia ekspordimaht – mida suurem on elektri eksport, seda suurem on põlevkivi osakaal primaarenergia bilansis.

Eesti taastuvenergia potentsiaal avaldub eeskätt biokütustel baseerivas elektri ja soojuse koostootmises ning tuuleenergiast, samuti arendatakse väikesemahulist hüdroenergeetikat. Potentsiaali omab ja järjest suuremat kasutuselevõttu nähakse jäätmete kasutamisel ning päikseenergia rakendamisel.

Taastuvate energiaallikate osakaal Eesti energiabilansis tervikuna suureneb tasapisi, kuid järjekindlalt.

Juba täna kasutatakse suur osa raiutava küttepuidu ja puidutöötlemisjääkide primaarenergiast energia muundamise protsessides (peamiselt soojuse tootmiseks). Arvestatavaks lisanduvaks allikaks võib pidada raiejäätmeid. Biomassil põhineva elektri ja soojuse koostootmise arengut pidurdavaks teguriks on soojuskoormuse vähesus ning asjaolu, et soodsa soojuskoormusega piirkondadesse on juba paigaldatud uued, ainult soojust tootvad seadmed. Samuti piirab arengut biokütuste mahukas eksport, mistõttu esineb kohalikel energiatootjatel ressursipuudus.

Selles alauuringus kirjeldatakse ja kaardistatakse Võrumaa energiaressursid, tuues välja nende kogused, kvaliteedi, energeetilise väärtuse ja kättesaadavuse.

Uuringus lähtutakse tellija poolt esitatud lähteülesandes esitatud tingimustest.

Ressursside kogused ning energeetilised näitajad tuuakse välja üldlevinud massi- ja kaaluühikutes (m^3 , t) ning energiaühikutes (J, MWh).

1.1 Hüdrossurss

Võrumaa jõed sobivad üsna väikese võimsusega vesirataste ja turbiinide käivitamiseks. Võrumaal on hetkel ca 20 väikest hüdroelektri tootjat väljundvõimsustega alla 20 kW, kellest võrku müüvad elektrit 4–5 majapidamist. Lisaks sellele kasutatakse langeva vee jõudu vesioinaste abil vee pumpamiseks ja paari vesiveski käivitamiseks.

Samas on väikese võimalusega vanu vesiveskikohti enamus kasutusele võtmata, kuna sageli on takistuseks järjest karmistuvad keskkonnanõuded. Samuti on probleemiks kulukas investering ja pikk tasuvusaeg. Taastatud veskipaisudel oleks lisaks energeetilisele väärtusele ka suur kultuuriajalooline ja keskkonnakujunduslik väärtus.

Tabel 1.2 Võrumaa jõgede üldisloomustus

Jõgi, pikkus, valgala	Kaitse	Veeressurss
<p>Piusa jõgi</p> <p>Valgala pindala: 511.1 km²</p> <p>Pikkus: 106.2 km</p>	<p>Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134)</p> <p>* Lõheline elupaigana kaitstav veekogu (RTL, 18.10.2002, 118, 1714).</p> <p>* Veekogu kuulub "Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362): Avimehe oja suudmest allavoolu Eesti piires</p>	<p>Piusa on Eesti suurima langusega ja suhteliselt suure kaldega jõgi. Jõe veepinna absoluutne kõrgus on lähtel 244,1 m ja suudmes 29,8 m. Keskmine lang on 1,95 m/km. 1930. aastail oli jõel vähemalt 28 vesiveskit. 1960. aastail oli jõel 15 paisu. Ülemjooksul mõõdetud voolukiirus 0,1–0,7 m/s, keskjooksul 0,4–1 m/s, alamjooksul 0,3–0,4 m/s. 1997. a mõõdetud vooluhulk ülemjooksul Vana-Saalusel 80 l/s, keskjooksul Vastseliinas 300 l/s ja Tellastes 800 l/s ning alamjooksul Piusa silla lõigus 1200 l/s.</p>
<p>Võhandu jõgi</p> <p>Valgala pindala: 1401.7 km²</p> <p>Pikkus: 175.6 km</p>	<p>* Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134)</p> <p>* Lõheline elupaigana kaitstav veekogu (RTL, 18.10.2002, 118, 1714).</p> <p>* Veekogu kuulub "Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja</p>	<p>Võhandu on Eesti pikim jõgi, mis paikneb Võru ja põkva maakonnas. Jõe veepinna absoluutne kõrgus on lähtel 132,5 m ja suudmes 30,1 m, jõe langus on 0,65 m/km. Voolukiirus ülemjooksul 0,2–0,4 m/s, keskjooksul 0,3–1 m/s ja alamjooksul 0,2–0,5 m/s. Ligikaudne vooluhulk 1995. aasta juulis Põhajaõe Ritsike lõik 200 l/s, Võhtla</p>

	harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362): Kurvitsa sillast Sõmerpalu maantee sillani ja Paidra paisust Ruusa raudteesillani	lõik 1200 l/s, Utita lõik 2300 l/s, Sõmerpalu lõigus 2300 l/s.
<p>Mustjõgi</p> <p>Valgala pindala: 993.5 km²</p> <p>Pikkus: 89.2 km</p>	<p>Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134)</p> <p>Veekogu kuulub "Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362): Pärlijõe suudmest suubumiseni Koiva jõkke</p>	<p>Koiva (Gauja) jõe suurim ja veerikkaim lisajõgi Eestis. Jõe ülem- ja keskjooks ning alamjooksu ülemine osa paiknevad Võrumaa ja alamjooksu alumina osa Valgamaa territooriumil.</p> <p>Musjõgi on suhteliselt väikese kaldega. Jõe veepinna absoluutne kõrgus on lähtel 80,9 m ja suudmes 51,2 m.</p> <p>Voolukiirus ülemjooksul 0,1 m/s, keskjooksul 0,3–0,6 m/s, alamjooksul 0,3–0,6 m/s</p> <p>Alamjooksu aasta keskmine vooluhulk 10–12 m³/s ja minimaalne vooluhulk 2,5–3,5 m³/s. 1995. a aasta juulis vooluhulk litsmetsa lõigus 40 l/s, Roosiku lõigus 1100 l/s, Vana-Roosa lõigus 1450 l/s, Tsirgumäe lõigus 3000 l/s</p>
<p>Pärlijõgi</p> <p>Valgala pindala: 158.2 km²</p> <p>Pikkus: 42.1 km</p>	<p>Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134) Veekogu kuulub "Lõhe, jõeforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362): Rõuge–Krabi maantee sillast suubumiseni Mustjõkke</p>	<p>Mustjõe keskjooksu suurim lisajõgi, mis paikneb suuremas osas Võrumaa territooriumil. Läti territooriumil 4 km/ 32 km² valgast. Voolukiirus ülemjooksul 0,1–0,7 m/s, keskjooksul 0,2–0,8 m/s, alamjooksul 0,3–0,5 m/s. Alamjooksul on keskmine vooluhulk 1,5-1,8 m³/s ja maksimaalne vooluhulk 3–40 m³/s ja minimaalne vooluhulk 0,1–0,15 m³/s. Vooluhulk 1994. juulis Saarlase ülemise</p>

		paisu lõigus 90 l/s, Saarlase alumise paisu lõigus 110 l/s, Sänna silla juures 480l/s ja alamjooksul 600 l/s.
Antsla jõgi Valgala pindala: 131.6 km ² Pikkus: 23.1 km	Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134). Veekogu kuulub "Lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362): Ojalepa oja suudmest suubumiseni Väike-Emajõkke	Väikese emajõe keskjooksu vasakpoolne lisajõgi. Jõepinna absoluutne kõrgus lähtel 103,1 m ja suudmes 43 m, keskmine lang 2,4 m/km. Keskjooksul voolukiirus 0,2 m/s, alamjooksul voolukiirus 0,3–1 m/s.
Iskna jõgi Valgala pindala: 86.8 km ² Pikkus: 28.5 km	Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134)	Võhandu jõe lisajõgi. Vooluhulga ja kiiruse andmed puuduvad.
Pedetsi jõgi Valgala pindala: 123.4 km ² Pikkus: 28.1 km	Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134). Veekogu kuulub "Lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362): Siksali oja suudmest allavoolu Eesti piires.	Algab kirikumäe järvest ka suubub Aiviekstese jõkke Lätis. Vooluhulga ja kiiruse andmed puuduvad.
Peetri jõgi Valgala pindala: 43 km ² Pikkus: 26.2 km	Veekogu kuulub "Lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse" (RTL 2004, 87 1362)	Mustjõe alamjooksu vasakpoolne lisajõgi. Algab Eestis asub ainult jõe alamjooks. Eesti piiril jõe veepinna absoluutne kõrgus 85 m ja mustjõkke suubumisel 56,2 m, keskmine lang 1,15 m/km. Voolu kiirus 0,2–1 m/s. Vooluhulk Karisöödi lõigus 1993. aasta juulis 750 l/s.

Rõuge jõgi Valgala pindala: 68.3 km ² Pikkus: 26 km	–	Võhandu jõe parempoolne lisajõgi. Vooluhulga ja kiiruse andmed puuduvad.
Ärnu jõgi Valgala pindala: 164.9 km ² Pikkus: 28.7 km	* Veekogu kuulub kas osaliste lõikudena või tervikuna riigi poolt korrashoitavate ühiseesvoolude loetellu (RTL 2006, 7, 133; RTL 2007, 63, 1134)	Väike-Emajõe keskjooksu vasakpoolne lisajõgi. Jõe veepinna absoluutne kõrgus 97 meetrit ja suudmes 39 m, keskmine lang 2,64 m/km. Keskjooksul voolukiirus 0,3–0,4 m/s, alamjooksul 0,5 m/s.

Võrumaal tegutseb viis hüdrojaama kes on ühendatud võrku ja müüvad toodetud energiat elektrivõrgus.

Võrumaa hüdrojaamad on:

- Jüri Vakk Saarlasõ
- Paidra vesiveski hüdroelektrijaam
- Ala-Rõuge Külalistemaja OÜ
- Maainvest OÜ, Utita veski
- Osühing Kakkoveski

Võru maakonna võrku müüdnud elektrienergia kogus oli 2010 aastal 65 MWh.

1.2 Päikeseenergia ressurs

Päikesekiirguse, mida kasutavad päikesepaneelid energia tootmiseks, saab jagada kolme klassi: otsekiirgus, hajuskiirgus ja maapinnalt peegelduv kiirgus.

Otsekiirgus on paralleelsete kiirtena leviv päikesekiirgus, mis jõuab maapinnani siis, kui taevas on pilvitu. Otsekiirgus annab kõige enam energiat, mille maksimaalseks püüdmiseks kasutatakse ka ühe- või kaheteljelisi päikest järgivaid ajameid (ingl. K “tracking system”). Otsekiirgust esineb Eestis kõige enam saartel ja Põhja-Eestis. Lõuna-Eestis on pilvisust enam ja seega päikesepaneelide tootlikkus mõnevõrra väiksem.

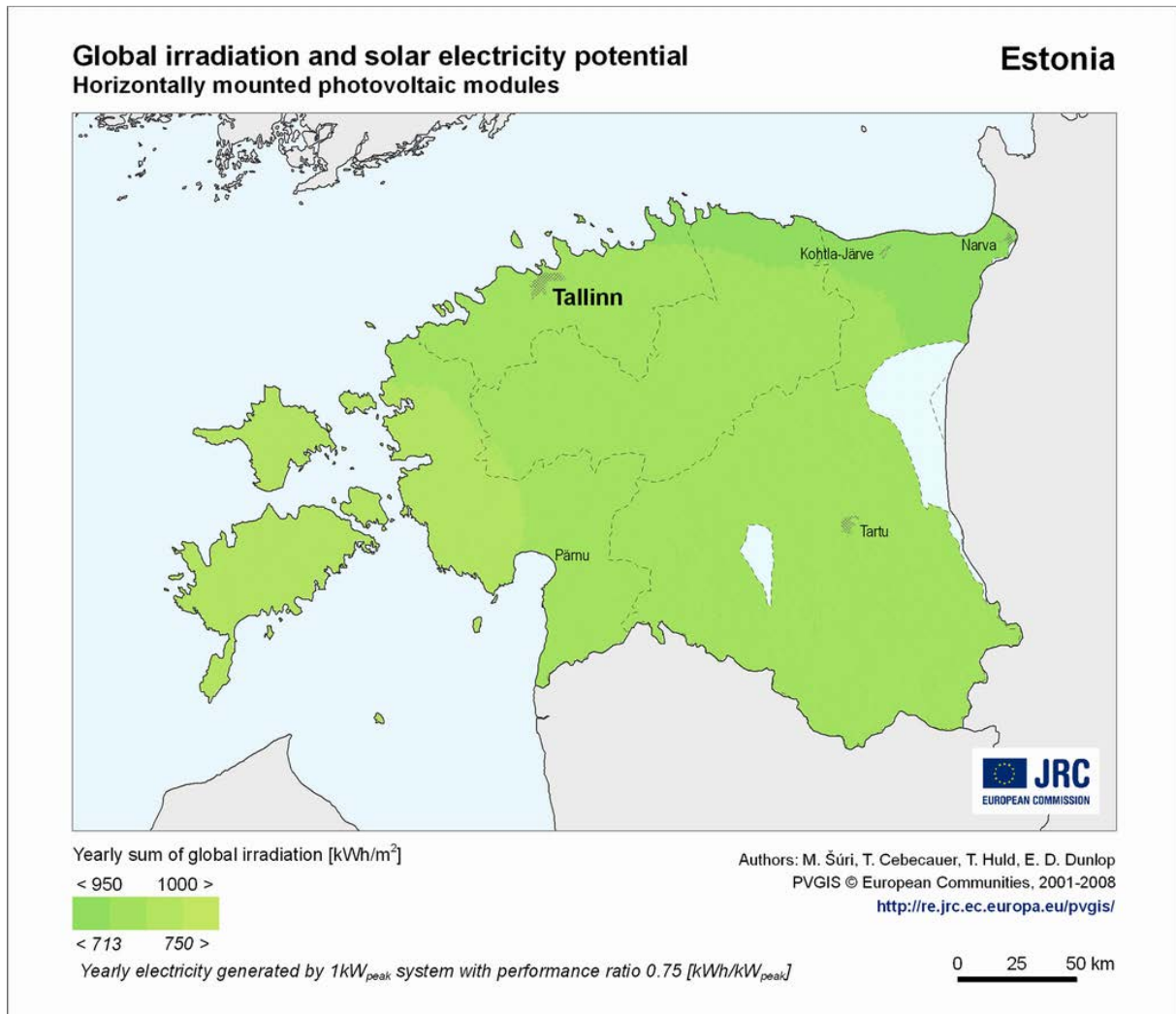
Hajuskiirgus e difuusne kiirgus tekib pilvede või udu mõjul, aga ka õhusaaste on hajuskiirguse tekkimise põhjuseks. Hajuskiirguse puhul ei ole üldjuhul vahet, mis ilmakaarde paneelid suunatud on, energia tootlikkus jääb samaks. Seda seletab lihtne asjaolu, et pilvise ilmaga ei teki objektist varju. Kuigi difuusne päikesekiirgus on oluliselt väiksema energiaga kui otsekiirgus, siis ikkagi on see arvestatav elektri tootmisel päikeseenergiast. Praktilised mõõtmised näitavad, et pilves ilmaga on paneelide tootlikkus *ca* seitse korda väiksem võrreldes otsekiirgusega.

Kolmas liik on **maapinnalt peegelduv päikesekiirgus**. Eesti puhul on täiesti arvestatav lume pinnalt peegelduv päike. Näiteks veebruaris keskpäevase päikesepaistelise ilmaga näitasid mõõtmistulemused Tallinna lähiümbruses otsekiirguseks 850 W/m^2 , aga $80\text{--}85^\circ$ nurga all maapinna suhtes, kus hakkas mõju avaldama ka lumepinnalt peegelduv päikesevalgus, näitas kiirgusemõõtja 900 W/m^2

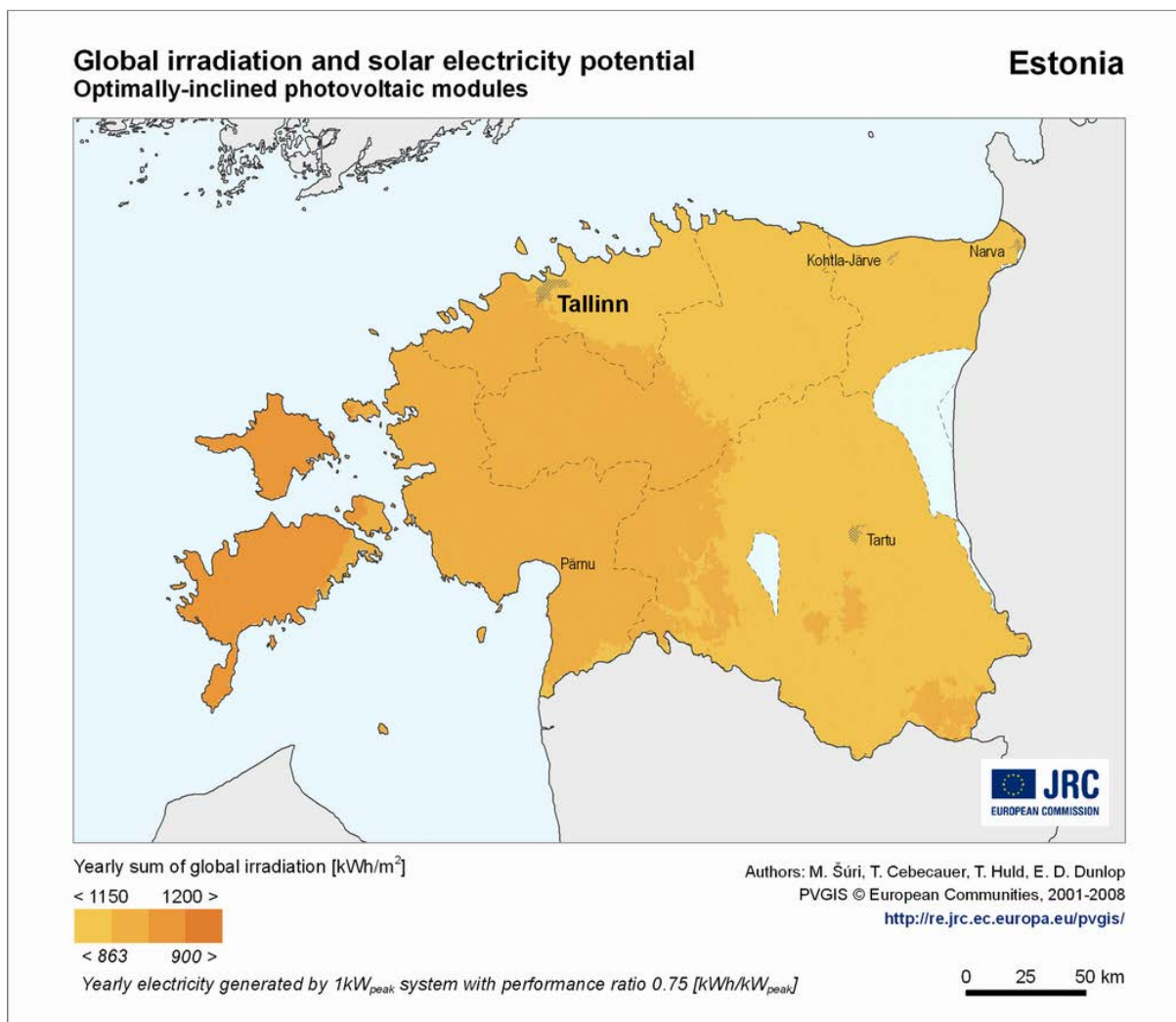
Päikeselt jõuab maale kiirgust kaugelt rohkem kui me seda ära kasutada suudame.

Horisontaalpinnal mõõdetud päikesekiirguse hulk aastas on Eestis keskmiselt $950\text{--}1050 \text{ kWh/m}^2$ (saartel ja rannikul rohkem), mis on pisut alla Euroopa keskmise $1100\text{--}1200 \text{ kWh/m}^2$, optimaalse kaldega pinnal mõõtes on u 25% suurem saak.

Madalperiood on oktoobrist märtsini. Märts ja oktoober on üleminekukuud, mil solaarsüsteem suudab juba või veel pakkuda arvestatavat tuge. Aprillist septembri lõpuni on tootlikkus tipus.



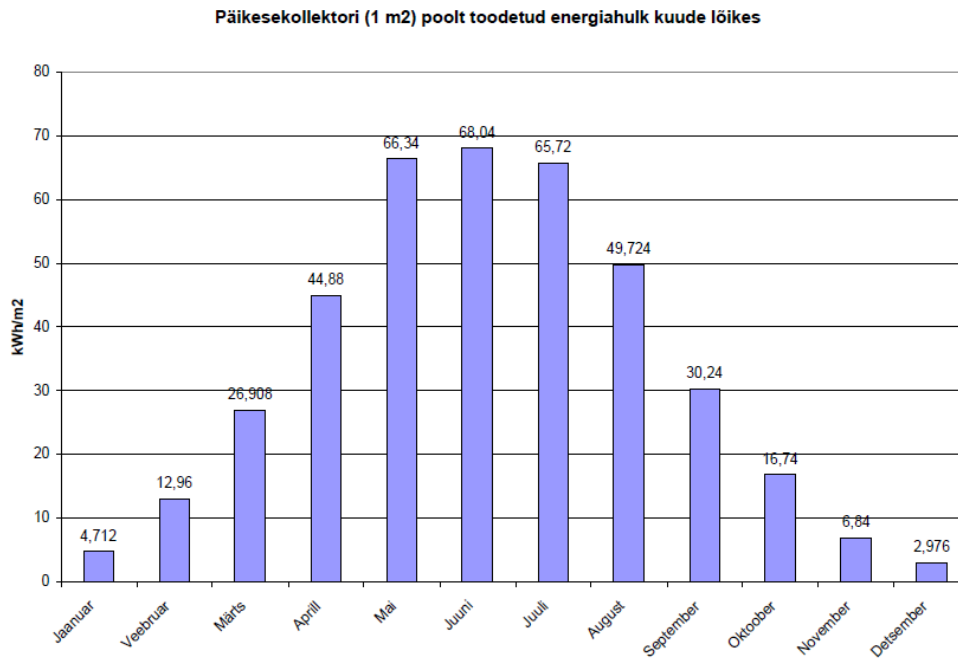
Joonis 1.1 Päikesekiirgus (kWh/m²) Eestis horisontaalse PV paneeli korral



Joonis 1.2 Päikesekiirus (kWh/m²) optimaalse PV paneeli paigalduse korral

Tabel 1.3 Eesti ilmastiku mitme aasta keskmised andmed

Kuu	Aktinomeetriline resurss [kWh/m ²]	Päikeseline aeg [tundi]	Keskmine päevane õhutemperatuur [°C]	Päikeselisel ajal maapinnale langev soojusvoog [W/m ²]
Jaanuar	13,2	30,5	-2,6	432,8
Veebruar	31,58	60,5	-5,38	522,0
Märts	78,2	127,5	-0,75	613,3
Aprill	111,2	183	5,93	607,7
Mai	152,5	269	11,15	566,9
Juuni	172	292,5	15,15	588,0
Juuli	163	278,5	18,4	585,3
August	125,9	231	18,23	545,0
September	75	150	13,93	500,0
Oktoober	35,22	87	8,13	404,8
November	12,75	31,5	2,8	404,8
Detsember	7,75	21	1,63	369,0



Joonis 1.3 Päikesekollektori 1 m² poolt toodetud energiahulk aastas kuude kaupa.

Kirjanduse andmetel on Eestis 1 m² tasapinnalise (lame-) päikesekollektori keskmiseks tootmisvõimsuseks 300–450 kWh soojusenergiat aastas (Joonis 1.3), vaakumtorutüüpi kollektori korral 550–650 kWh. Eesti laiuskraadidel on realselt võimalik päikse soojuse kasutamine alates märtsist kuni septembrini, intensiivsemalt suve keskel.

Tabel. 1.4 1 kW päikesesüsteemi tootlikkus Eesti oludes

	1kW süsteemi tootlikkus		Tootmiseks 1kWh energiat
	kWh kuus	kWh päevas	päevas peab olema paneelide võimsus
Jaauanuar	20,2	0,65	1,54
Veebruar	48,7	1,74	0,57
Märts	87,7	2,83	0,35
Aprill	125	4,17	0,25
Mai	154	4,96	0,2
Juuni	148	4,94	0,2
Juuli	150	4,83	0,21

August	122	3,95	0,25
September	85	2,85	0,35
Oktoober	52,7	1,7	0,59
November	20,9	0,7	1,43
Detsember	12,2	0,39	2,56
AASTAS	1030		

Tabel. 1.5 PV elektriijaama tootlikus ideaalasendis 40 kraadise kaldega maapinna suhtes suunatuna lõunasse. Toodangust on maha arvestatud süsteemi kaod 15%.

	1kW PV süsteemi tootlikus	
	kWh päevas	kWh kuus
Jaanuar	0.69	21.3
Veebruar	1.71	47.8
Märts	2.71	84.1
Aprill	3.83	115
Mai	4.66	145
Juuni	4.50	135
Juuli	4.43	137
August	3.79	118
September	2.73	81.8
Oktoober	1.68	52.0
November	0.70	21.1
Detsember	0.39	12.1
AASTAS kWh	970	

Võimalused päikeseenergia kasutuselevõtuks

Päikeseenergia plussid- tasuta kütus, töökindel tehnoloogia, madalad hoolduskulud, pikk kasutusiga ja garantii

Päikeseenergia miinused- sesoonsus, pikk tasuvusaeg ilma toetuseta

Tasuvusaeg- Ilma toetuseta on päikeseelektrijaamade tasuvus täna Eestis 20 ja enam aastat.

Päikeseelektrijaamad

Probleemid- hetkel pole lõplikult väljatöötatud selget regulatsiooni mikroelektrijaamade võrguga liitumiseks.

Päikeseelektrijaamasid saab kasutada esiteks sõltumatu elektrivarustuse tagamiseks- Suvilad, varutoite pikendamine elutähtsatel objektidel; teiseks elektrivõrguga ühenduses oleva lokaalse elektrijaamana.

Suvilad- Elektrivõrgust lahutatud süsteeme saab kasutada suvemajades, kus puudub elektrivarustus. Sõltumatu elektrijaama paigaldamine võib olla teatud juhtudel soodsam, kui võrguga liitumine. Päike kombineeritakse reeglina akupanga ja varugeneraatoriga. Terviklahenduse hinnad alates 500 EUR.

Eramud- elektrijaam elektri arve vähendamiseks. Selline elektrijaam on seotud elektrivõrguga ja omatarbest ülejääv päikeseelekter müükase võrku. Sellise 1 kW võimsusega elektrijaama hinnad võivad alata 3000 EUR-st. Võrku lubatakse lihtsustatud korras vastavalt seadusele kuni 15 kW võimsusega mikroelektrijaam. Päikeseelektrijaam tasub kõige kiiremini ära eramus, kuna elektri hinnad lõpptarbijale on kõige kõrgemad Päikeseelektrijaama saab kombineerida maakütte seadmega nii et see kataks 100% maakütte aastasest elektrivajadusest.

Korteriühistud- elektri arve vähendamine. Elektrit toodetakse hoone elektrivõrku ja potentsiaalselt saaks selline jaam katta ühistu üldelektri kulu. Võimalik paigaldada nii fassaadile kui katusele.

Ettevõtted- elektri arve vähendamine. Võimalik vähendada elektriarveid oma elektrijaama paigaldamisega tootmishoone katusele või oma kinnistule.

Omavalitsused- elektri arve vähendamine. Võimalik katta avalikus kasutuses olevate hoonete elektrikulu osaliselt või täielikult. Võimalik toota elektrienergiat elektrisõidukite elektrikulu katteks. Näiteks kui elektriauto tarbib 100 km läbimiseks 15 kWh elektrienergiat, siis 10 kW Päikeseelektrijaam toodab aastas elektrit 10000 kWh mis võrdub 66000 km läbimisega.

Päikeseküte soovitavad kasutuskohad

Esinevad probleemid- päikesekütet paigaldatakse hoonetele, kus puudub suvine soojavee kasutus, nagu koolid ja lasteaiad. Selliste objektide puhul on arvutuslikul ja tegelikud keskkonnaefektid suur erinevus, kuna suvine soojavee kasutus on tagasihoidlik ja võib tingida ka tehnilisi probleeme.

Plussid- tasuta taastuv energia

Miinused- sesoonsus, energia salvestamisel on piirid, tasuvusaeg pikk

Suvilad- sooja tarbevee tootmine

Eramud- sooja tarbevee tootmine, kütte toetus

Korteriühistud- sooja tarbevee tootmine

Ettevõtted- eelkõige aastaringse soojavee tarbega ettevõtted- majutusasutused, raviasutused, ujulad

Munitsipaalhooned- aastaringse soojavee tarbega asutused nagu hoolekodud, ujulatega hooned

Võrumaa päikseenergia potentsiaal

Kui arvestada ühe kW paneelide tootlikkuseks 900 kWh aastas ja paigutada igale hektarile 100 kW paneele, siis on Võrumaal võimalik toota kasutusest ühel hektaril 90 MWh elektrienergiat. Näiteks on Võru maakonnas kasutuses väljasolevatel maadel (ca 5700 ha) ja vabadel (20% kogu kasutuses olevast looduslikest ja püsirohumaadest) püsirohumaadel (ca 4600), kokku 10300 ha-l toota 927 000 MWh elektrienergiat aastas. Loomulikult tuleb arvestada ka võimalusega liituda elektrivõrguga.

Kui arvestada asulates asuvate hoonete katustega siis on päikeseenergia kasutamise potentsiaal veelgi kõrgem.

Olemasolevate soojuspumbatehnoloogiate kirjeldus

Maasoojusenergia hõlmab nelja erinevat liiki energiaallikat: energiakaev, maapind (maakollektor), põhjavesi ja veekogu (veekollektor). Soojuspumbale sobiv energiaallikas valitakse lähtuvalt hoone energiavajadusest ja asukohast.

Maakollektor. Suvel salvestub maapinna ülemistesse kihtidesse päikeseenergia. Lisaks päikeseenergiale salvestub maapinda ka vihmavee- ja maapinna lähedase õhu soojusenergia. Kollektori pikkus sõltub soojuspumba võimsusest, ulatudes 250 - 50000 m. Torustik paigaldatakse 100 cm sügavusele vahekaugusega vähemalt 1 m ja täidetakse külmumiskindla vedelikuga (külmakandja). Torustikus ringlevale külmakandjale ülekandunud maasoojusenergiat kasutatakse soojuspumba abil hoonete kütmiseks ja sooja tarbevee tootmiseks. Maakollektori kasutamine on ülimalt säästlik meetod. Suurim soojuspumba tootlikkus saavutatakse niiske pinnase korral.

Veekollektor. Kui maja on ehitatud veekogu lähedale, siis saab soojuspumbaga veekogu põhja paigaldatud kollektori abil ammutada kütmiseks vajalikku soojusenergiat.

Energiakaev. Maapinna sügavamas aluskihis asub peaaegu konstantse temperatuuriga aastaringne geotermiline energiaallikas. Energiakaevudeks nimetatakse vertikaalseid või kaldu puurauke, millesse paigaldatud torustiku kaudu ammutatakse pinnasekihti salvestunud päikeseenergiat hoonete ja tarbevee kütmiseks. Puuraugu läbimõõt on enamasti 50 -160 mm. Väikesema läbimõõduga puuraukudesse (50 -100 mm), mida kasutatakse otseaurustumisega soojuspumpade korral, paigaldatakse 15 – 30 m sügavusele väikese läbimõõduga vasktorud. Plasttorustikuga energiakaevud vajavad suurema läbimõõduga (100 - 160 mm) ja sügavusega (100 -200 m) puurkaeve. Kui energiakaevud ei täitu veega, siis nad täidetakse. Energiakaevust saadav soojus meetri kohta on vähemalt kaks korda suurem võrreldes horisontaalse paigaldusega. Energiakaeve ei saa kasutada veevõtuallikana, kuna see võib jääda. Suletud süsteem lõpuni tamponeeritud soojuspuuraugus („vai“) tähendab, et energiapuuraugus asetseb üks või mitu suletud torustikku, milles ringleb madala keemistemperatuuriga vedelik. Kui soojuspuurauk on lõpuni tamponeeritud, siis sanitaarkaitseala ega veevõtukohta hooldusnõudeid ei määrata.

Põhjavesi. Põhjavett saab kasutada soojusallikana, sest temperatuur on aastaringselt 4 - 12 °C. Soojuspump kogub põhjavette salvestunud päikeseenergiat. Tavaliselt kasutatakse kahte üksteisest 15 - 20 m kaugusel asuvat puurkaevu, ühte vee võtmiseks ja teist vee tagasi juhtimiseks. Rohke veetootlikkusega pinnastes on põhimõtteliselt võimalik kasutada vee pumpamist läbi soojuspumbas oleva aurusti (avatud süsteem) ning siis tagasi maapinda (soovitavalt teise puurauku), kus see taas soojeneb ja tekib ringlus kahe puurkaevu vahel. Puurkaevude süsteemi moodustavad puurkaevud peavad olema ühe sügavused ning asuma ühes veekihis ennetamaks erinevate veekihtide segunemist ja veehulkade vähenemist väljapumbatavast veekihist. Sellise süsteemi negatiivseks küljeks on kindluse puudus

maapinnas piisava veeringluse tekkimise osas. Põhjavee reostamise oht tekib ainult siis kui on eiratud paigaldusnorme. Õieti koostatud süsteemis on põhjavee reostus välistatud.

Õhksoojuspumbad võimaldavad kasutada õhus peituvat soojusenergiat maja kütmiseks. Õhksoojuspump võtab energiat maja ümbritsevast välisõhust või ventilatsiooniõhust ja muudab selle soojuseks. Selle protsessi toimimiseks on vajalik sisendenergia ehk elektrienergia olemasolu, kusjuures 1 kWh sisendenergiaga on võimalik õhksoojuspumbaga saada kuni 5 kWh väljund- ehk kütteenergiat. Õhksoojuspump on keskkonnasõbralik ja säästlik kütelahendus. Õhksoojuspumpade soojustegurite määramisel ja testimisel kasutavad tootjad Euroopa standardites EN 255 ja EN 14511 kindlaks määratud välistemperatuure +2 °C või +7 °C. Meie laiuskraadil vajavad õhksoojuspumbad kindlasti lisakütteallikat.

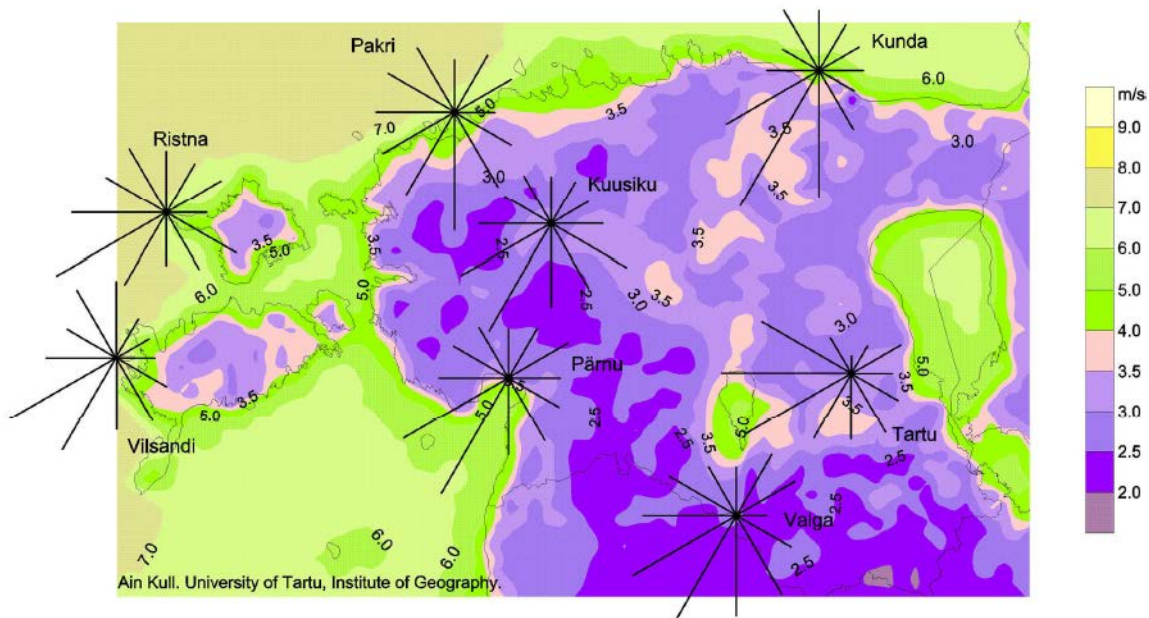
Õhk-õhk-soojuspumpa nimetatakse lühemalt ka lihtsalt õhksoojuspumbaks või õhusoojuspumbaks. Õhk-õhk-soojuspump ammutab vajaliku soojusenergia välisõhust ja annab selle edasi ruumis ringlevale õhule. Antud tüüpi soojuspumbad sobivad hästi enamikele väiksematele hoonetele (kuni 100 m²). Eriti sobiv on õhk-õhk-soojuspumbalahendus ühepereelamutele, väiksematele poodidele, kontoritele, garaažidele jne. Õhk-õhk-soojuspumpadega ei saa toota sooja tarbevett. Puuduseks on veel, et õhk-õhk soojuspumba töö efektiivsus sõltub otseselt välistemperatuurist ja talviste külmade ajaks on vajalik lisakütteallika olemasolu. Välistemperatuurini -10°C töötab enamus mudeleid efektiivselt. Välistemperatuuril -15°C ja osadel mudelitel isegi -20°C on märgitud soojatoodang veel kaks korda suurem kui kulutatud elektrienergia. Siiski kulub madalatel temperatuuridel lisaenergiat välisseadme karteri soojendamisele ja sulatusprotsessidele, mis alandavad seadme efektiivsust. Kindlasti tuleb õhk-õhk soojuspumba valikul arvestada ka seadme (nii sise- kui välisosa) mürataset.

Õhk-vesi soojuspump kogub soojusenergia välisõhust ja annab selle maja vesiküttesüsteemile (radiaator- või põrandaküte) ning toodab samas ka sooja tarbevett. Seda tüüpi soojuspumpa on suhteliselt lihtne paigaldada. Peamiseks eeliseks maakütte ees on maakollektori puudumine. Õhk-vesi soojuspump võimaldab kuumal suvepäeval ka jahutada. Õhk-vesi soojuspumpade tootjad kasutavad soojustegurite määramisel ja testimisel Euroopa standardites kindlaks määratud välisõhutemperatuure +2 °C või +7 °C. Meie kliimaoludes on vajalik lisakütteallika (elektriküttekeha) olemasolu. Õhk-vesi soojuspump võimaldab vähendada küttekulusid kuni 65%, kuigi täpne küttekulu sõltub mitmest faktorist nagu maja asukoht ja suurus ning soovist kasutada või mitte kasutada jahutamise funktsiooni. Oluliseks faktoriks on keskkonnasõbralikkus. Võrreldes traditsiooniliste fossiilsel kütusel baseeruvate küttesüsteemidega vähendab õhus oleva soojusenergia kasutamine maja kütmiseks tunduvalt CO₂ emiteerimist ümbritsevasse keskkonda.

1.3 Tuuleenergiaressurss

Eesti paikneb Läänemere rannikul intensiivse tsüklonaalse tegevuse piirkonnas. Tugevamad tuuled puhuvad rannikualadel. Rannikualadel ulatub aasta keskmine tuulekiirus 10 meetri kõrgusel maapinnast kuni 7 m/s. Liigestatud pinnamoe ja metsade takistava toime tõttu kahaneb tuulekiirus järsult sisemaa suunas. Umbes kahekümne kilomeetri laiuses rannikutsoonis kahaneb tuulekiirus ligi 40%, sügavamale sisemaa suunas tuulekiiruses enam hüppelist kahanemist ei toimu. Valdaval osal sisemaast on aasta keskmine tuulekiirus 3–4 m/s.

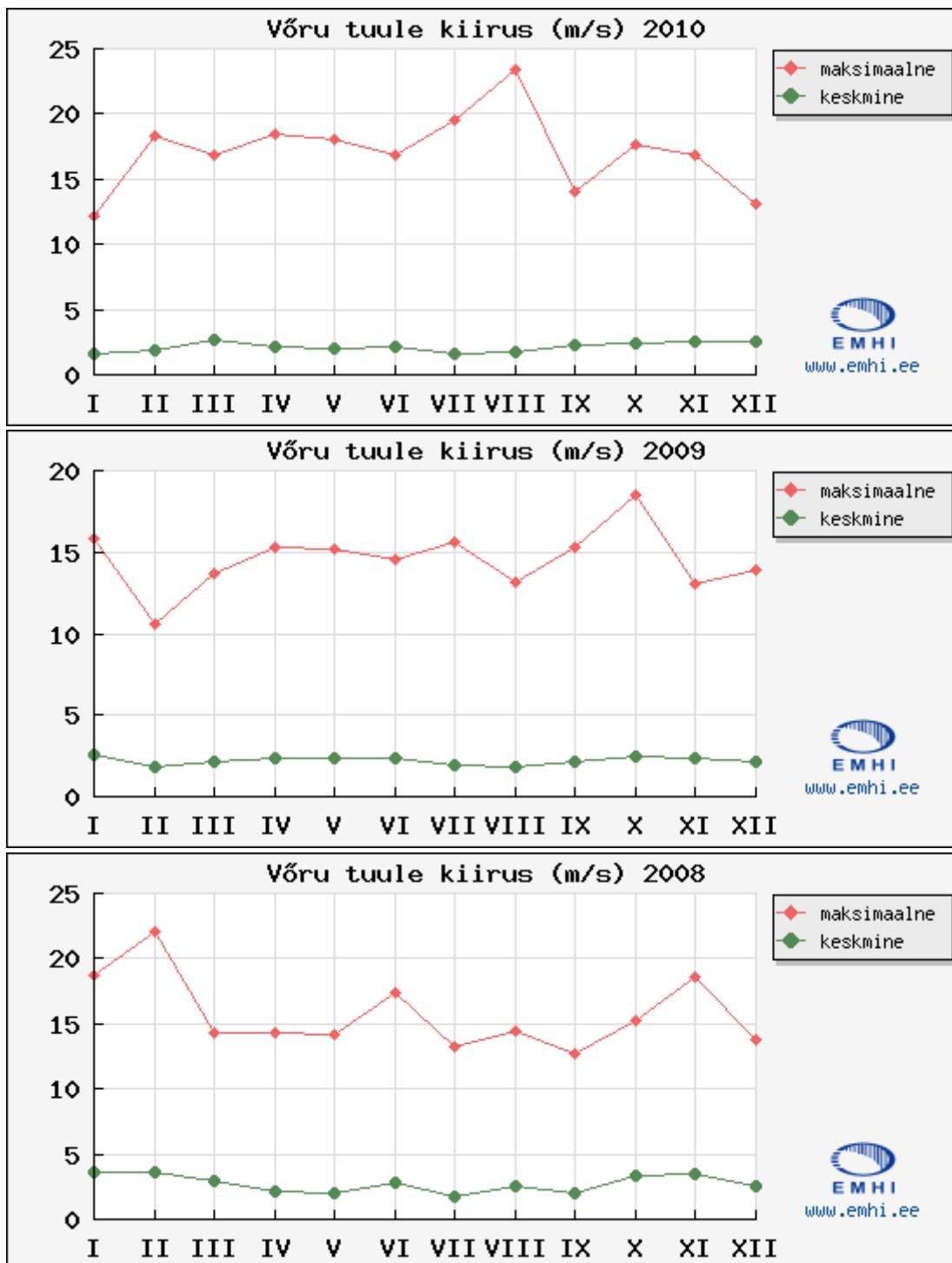
Maapinnast 50 m kõrgusel sõltub tuulekiirus eeskätt kaugusest rannikust. Läänemerega piirnevatel aladel on aasta keskmine tuule kiirus kuni 9 m/s, Liivi ja Soome lahe kohal 7–8 m/s. Sisemaal jääb keskmine tuulekiirus enamasti 4–5 m/s vahemikku. Metsavööndis jääb kiirus alla 3 m/s.



Joonis 1.5 Eesti tuuleatlas, keskmised tuulekiirused 10 m kõrgusel

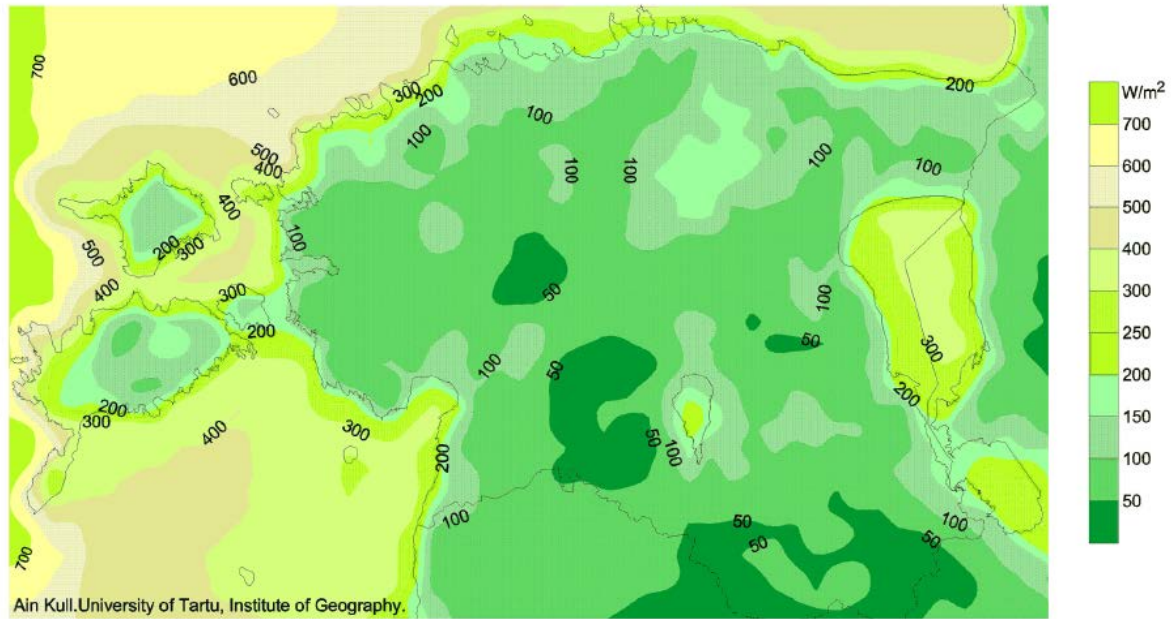
Võrumaa tuulekiirused jäävad Eesti tuuleatlase andmetel 10 meetri kõrgusel vahemikku 2–2,5 m/s. Valdavad on lääne- ja edelatuuled.

Seda tõestavad ka alltoodud EMHI koostatud Võrumaa tuulekiiruste graafikud.



Joonis 1.6 Tuule kiirus Võrus 2008–2010 kuude lõikes (EMHI)

Keskmine energiatihedus (W/m^2) näitab tuulest põhjustatud energia hulka ühe ruutmeetri kohta. Sellest ressursist on kasutatav vaid osa. Kasutatav energiahulk sõltub aerodünaamikaseadusest, elektrituuliku tehnilisest lahendusest, tuuliku püstitamisel kehtestatud piirangutest (kaitsealad, asustus, elektrivõrgu iseloom jne.) ja muudest teguritest. Mereäärsetele tuulele avatud rannikualadel ulatuvad keskmise energiatiheduse väärtused $550 W/m^2$.



Joonis 1.7 Eesti tuule energiatiheduse kaart

Meie regiooni tuule energiatihedus 30 meetri kõrgusel jääb vahemikku 0–100 W/m². Erinevate ekspertide hinnangul arvatakse, et üldreeglina on tuuleenergiat otstarbekas kasutada aladel, kus aasta keskmine tuulekiirus 10 meetri kõrgusel maapinnast on vähemalt 4 m/s. Kui aga pidada silmas ka majanduslikku otstarbekust, tuleks eelistada alasid, kus tuulekiirus on üle 5 m/s.

Võrumaal asuva tuulegeneraator Rõuge Ööbikoru tornis. Tegemist on vertikaalteljelise generaatoriga, mille võimsus on 3 kW.

Probleemid

Peamisteks probleemideks on väiketuulikute madal töökindlus. Päikeseenergia seadmetega on väiketuulikute töökindlus kordades väiksem. See on tingitud eelkõige liikuvatest osadest aga ka suuremast volukõikumisest süsteemist, mis viib võimalike elektroonika riketeni. Teiseks probleemiks on sobivate paigalduskohtade vähesus. Tuulegeneraatori toodang on väga palju sõltuv konkreetsest paigast ja isegi väiksed objektid 100 m Raadisse võivad tema tööd oluliselt mõjutada.

Plussid- suurem toodang talvepoolaastal

Miinused- pikk tasuvusaeg, vähene töökindlus, heli- ja visuaalne häiring

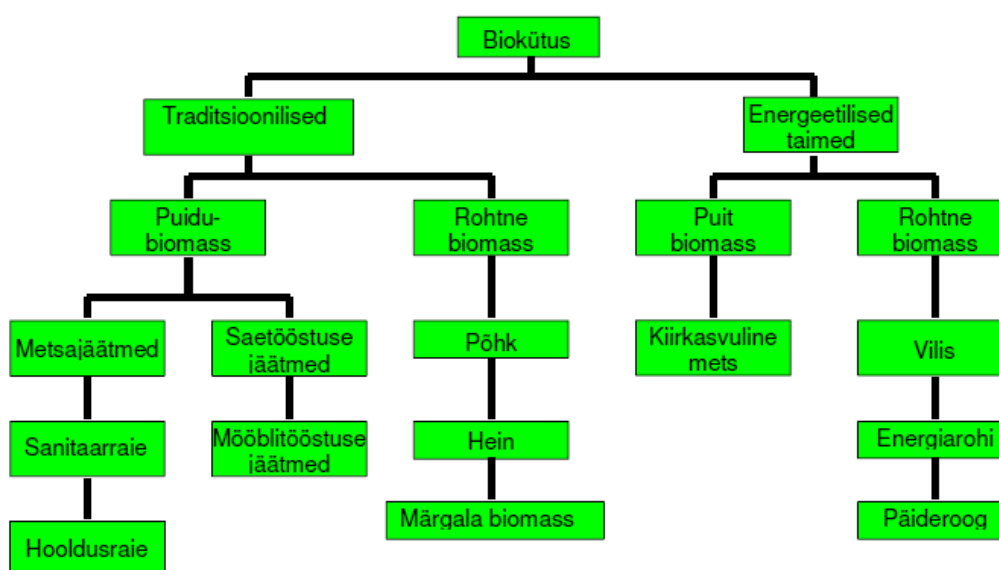
Soovitused

Väiketuulegeneraatori püstitamine Võrumaal on soovitatav ainult tuulele täiesti avatud paikades. Võrumaal on üldjuhul soovitatav oma elektrijaama rajamisel kasutada päikeseenergiat, kuna investeeritud summa kohta saab päikeseelektrijaamast aastas rohkem energiat.

1.4 Biomass

Biomass on üks viiest peamisest energiaallikast maailmas põlevkivi, nafta ja maagaasi ja tuumaenergia kõrval. Biomass taastuvenergiaallikas, mis on olemuselt bioloogiline materjal elavates või hiljuti elanud organismidest.

Energeetikas kasutatakse biomassi põhiliselt sooja, elektri või mootorikütuste tootmiseks. Energia tootmiseks saadakse biomassi eelkõige metsast, metsatööstusest, heinamaadelt, põllumajandusest ja olmest. Antud uuringus käsitleme biomassa metsa, raiejäätmeid, rohtset biomassi, põllukultuure ja põllumajandusjäätmeid, biolagunevat olmeprügi ja tööstusjäätmeid.



Joonis 1.8 Biokütuse allikad

Mets

Metsad on suurimad biomassi kogumise alad. Energeetika seisukohast omavad tähtsust küttepuude, raiejäätmete ja elektriliinide alused kogused. Kasutusest väljas olevatelt maadelt saadava biomassi arvutus on toodud rohtse biomassi peatükis.

Andmeid metsavarude kohta kogutakse metsade inventeerimisega. Eestis on viimasel paarikümnel aastal regulaarselt inventeeritud ainult riigimetsi. Erametsade inventuur on sõltunud nende registreerimisest maakatastris, omanike huvist metsi majandada ja ka vajalike rahaliste vahendite olemasolust. Kõik lausinventeerimisega kogutud metsaadmed kantakse metsaresursi arvestuse riiklikku registrisse (Metsaregistrisse).

Selleks, et arvutada olemasolev potentsiaal, tuleb välja selgitada metsamaa suurus, metsatagavara suurus, liigiline koosseis, aastane juurdekasv, piirangud, aastased raided.

Metsa all mõtleme ka raiejäätmeid, kände ja metsamaad läbivate elektriliinide alust biomassi. Raiejäätmete kättesaadavus on erinev – sõltuv asukohast ja pinnasest. Käesolevas töös on kasutatud RMK spetsialistide hinnangut.

Eestis tervikuna moodustab metsamaa pool riigi territooriumist, täpsemalt 2 212 700 ha ehk 50,6%.

Võru maakonna pindalast moodustab metsamaa 109 700 ha ehk ligikaudu 47,6%, millest metsakorraldusega korraldatud 93 669 ha (Aastaraamat Mets2009). Võru maakonna metsas oleva biomassi koguseks Keskkonnateabe keskuse andmetel (2009) on 26 478 000 m³ puitu ehk keskmiselt 241 m³/ha.

Võrumaa metsad on puidurikkamad kui Eestis keskmiselt. Metsamaa osakaal ja puidu tagavara ülevaade võrrelduna naabritega on toodud tabelis 1.5.

Tabel 1.5 Metsamaa osakaal ja metsa tagavara Kagu-Eestis (Keskkonnateabe keskus 2008)

Maakond	Metsamaa pindala	Metsasus	Metsatagavara	
			1000 m ³	m ³ /ha
	ha	%		
Põlvamaa	115 700	53,5	26 309	231
Valgamaa	119 800	58,5	26 930	216
Võrumaa	108 900	47,2	26 478	241
Eesti	2 212 700	50,6	442 484	201

Metsamaa osakaal Võru maakonnas valdade kaupa on saadud Maa-ameti kaardandmete põhjal.

Tabel 1.6 Võrumaa metsasus ja selle osakaal valdade kaupa

Omavalitsus	Mets ha	Metsasus
Antsla vald	12 338,4	46%
Haanja vald	9641,17	56%
Lasva vald	6983,24	41%
Meremäe vald	5312,83	40%
Misso vald	11 146,25	59%
Mõniste vald	9543,81	54%
Rõuge vald	14 331,49	54%
Sõmerpalu vald	7595,62	42%
Urvaste vald	4582,49	33%

Varstu vald	8781,00	51%
Vastseliina vald	11 757,20	53%
Võru linn	239,89	17%
Võru vald	9156,89	45%

Võrumaa metsa aastaseks juurdekasv on keskmiselt 570 000 m³ puitu, mille energeetiline väärtus on 4 104 000 GJ ehk tarbimisväärtusena 1 140 912 MWh

Riigimetsas toodab iga hektar keskmiselt 10,4 MWh ja erametsas 10,6 MWh aastas.

Tabel 1.7 Võrumaa metsamaa 2009

Omandivorm	Metsamaa jagunemine ha	Metsatagavara 1000 m³	Aastane juurdekasv m³/ha	Metsa aastane juurdekasv m³
Riigimets	44 281	8116	5,2	230 61
Eramets	50 135	9524	5,3	265 715

Erametsade suurem keskmine juurdekasv tuleneb puuliikidest – seal on rohkem lehtpuud.

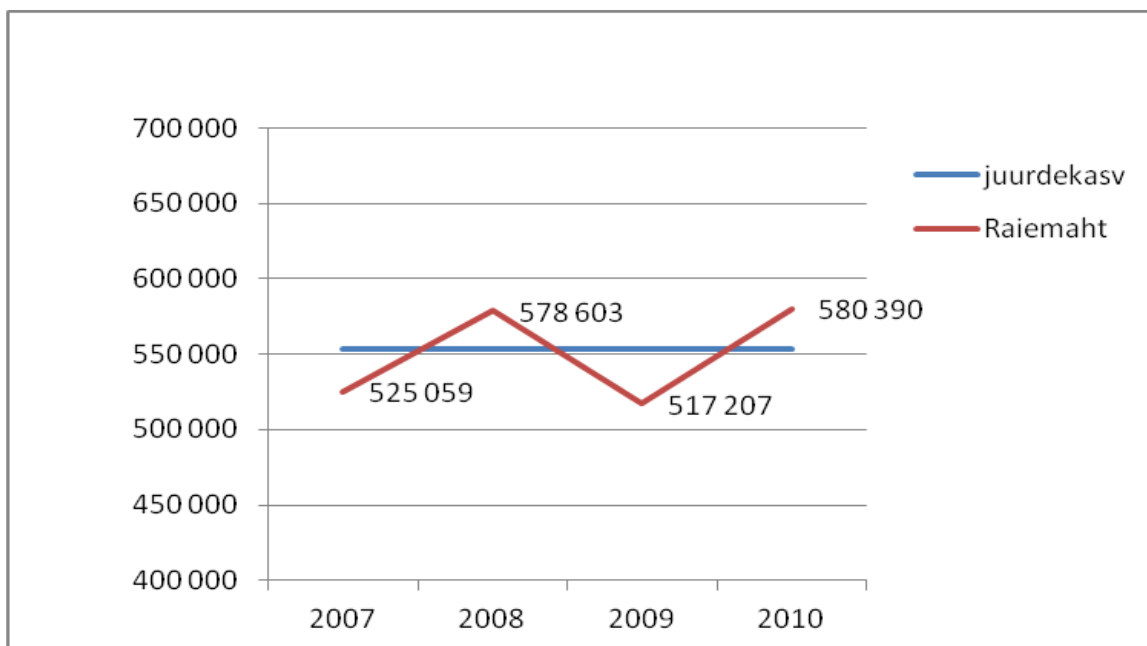
Andmed raiemahtude kohta on saadud Keskkonnaministeeriumi koostatud Eesti metsa ülevaatest. Arvestatud on reaalselt elluviidud raided. Aastane juurdekasv on kogu metsa arvestuses.

Tabel 1.8 Võrumaa raiemaht 2007–2010 m³

	Uuendusraie	Hooldusraie	Valikraie	Muu raie	Kokku
2007	411 446	107 974	42	5 598	525 060
2008	460 053	111418	1	7 131	578 063
2009	415 322	95 270	49	6 466	517 207
2010	434 603	140 791	232	4764	580 390*

* Statistikaameti andmetel oli 2010. aastal raiemahuks 675 179 m³ sh erametsadest 315 796 m³. Selles raiemahus on arvestatud erametsa osas raielubadega kaetud raiemaht mitte aga tegelikult elluviidud raided.

Keskkonnateabe keskuse uuringu (2011) järgi jääb erametsades raiumata ca 30–40% lageraietest, seega tabelis 1.6 on märgitud raiemahuks 580 390, mis peaks vastama rohkem tegelikkusele.



Joonis 1.9 Metsa aastane juurdekasv ja raiemaht Võrumaal (m³)

Joonisel 1.9 on toodud võrdlus viimaste aastate raiete ja metsa keskmise juurdekasvuga. Nagu näha, läheneb raiemaht iga-aastasele juurdekasvule. Reaalne kasutatav juurdekasv on veelgi väiksem, sest osa metsast on kaitsealune mets.

Raielankidelt kasutatakse ära reeglina likviidne puit, mis sisaldab nii tarbe- kui küttepuitu. Peale selle jääb raiest järgi hulk materjali – raiejätmed, mis omavad samuti teatud energeetilist väärtust. Raiejätmed on üks olulisem hakkpuidu tootmise toore.

Keskonnateabe keskuse andmetel on 2002–2007 aastatel keskmine era kui riigimetsas kokku raiete sortiment toodud tabelis 1.7

Tabel 1.9 Sortimendi osakaal raietes 2002–2007 keskmiselt

Sortiment	Jämepalk	Peenpalk	Paberipuu	Küttepuu	Jätmed
Osakaal	28%	12%	20%	23%	15,9%

Teadlaste uuringute tulemusena saadud hinnanguline biomassi jaotus kogu puu lõikes on toodud tabelis 1.10.

Tabel 1.10 Kasvava okaspuu biomassi jaotus

	Biomassi jaotus, %			
	Mänd		Kuusk	
Tüvi	100	69	100	59
Latv, oksad	23	16	45	27
Känd, juured	22	15	24	14
Kokku	145	100	169	100

Tabelis 1.10 on toodud biomassi jaotus kogu puu lõikes kuuse ja männi näitel kahte moodi arvestades Näiteks männi puhul: esimene veerg toob välja osakaalud juhul, kui arvutuse aluseks võtta tüvi – 100% (siis kogu puu on 145%) ja teine veerg on arvutatud arvestusega, et kogu puu kokku moodustab 100% (siis tüvi moodustab 69%).

Tabel 1.11 Võrumaal teoreetiliselt saadavad metsa biomassi kogused erinevate liikide kaupa (m³)

	Kogu metsa raiemahht m³	Sh. küttepuu (osakaal 23%) m³	Sh realiseeritavad raidmed (osakaal 19,6%), m³	Kännud (arvestuslik 12%) m³
2007	525 060	120 764	102 912	63 007
2008	578 603	133 078	113 406	69 432
2009	517 207	118 958	101 373	62 064
2010	580 390	133 489	113 756	69 646
Keskmine	550 315	126 572	107 861	66 037

Tabelis 1.9 on toodud mahud mis on arvestuslikud ehk tegemist on teoreetilise ressursiga mis on maakonnas olemas. Teoreetiline raidmete määr on küll 15–25%, kogutavad raidmeid 12% ja realselt kättesaadav sõltuvalt sesoonsusest 8% kogu puust (RMK). Lisaks on kannud võimalik kätte saada vaid lageraietelt ehk siis realselt kasutatav kogus oleks 75% arvestuslikust mahust.

Realselt kättesaadava biomassi hindamisel on kasutatud tabelis 1.10 toodud sortimendi osakaalu, millele on lisatud kändude teoreetiline maht. Seega on reaalne kättesaadav biomassi kogus aastas vastavalt tabelis 1.10 toodule 222 256 m³.

Tabel. 1.12 Metsast realselt aastas kättesaadava biomassi potentsiaalne energeetiline väärtus

Biomassi liik	m³	GJ	MWh
Küttepuu	126 572	910 590	253 144
Raidmed	44 025	316 726	88 050
Kännud	51 659	371 647	103 318
Kokku metsast saadav biomass	222 256	1 598 964	444 512
Metsast saadav biomass ilma kändudeta	170 597	1 227 316	341 194

Tabelis 1.12 on arvestatud ka kannud kättesaadava biomassi hulka. Täna ei ole veel majanduslikult otstarbekas kände kasutada energia tootmisel. Jättes kannud arvestamata

saame, et Võrumaal saadakse aastas energiatootmiseks 170 597 m³ puitu mille energeetiline tarbimisväärtus on 341 194 MWh

Ressursside hindamisel on oluline arvestada ja hinnata ka puitu, mida on võimalik saada elektriliinide alt. Liinialusest maast moodustab metsamaa Võrumaal ligi kolmandiku, mis on Eestis üks väiksemaid näitajaid.

Elektriliinide alust biomassi ja selle kasutamist on uuritud EMÜ-s (2010). Vastavalt uuringu mõõtmistulemustele arvatati välja tüvede ja okste biomassid pindalaühikule sõltuvalt mullatüübist. Tulemused varieerusid vahemikus 39,2–18 149,9 kg/ha ning andsid keskmiseks tulemuseks 1743,9 kg/ha. Nimetatud tulemused tuleks võtta hinnangulistena. Tüvede keskmiseks ülemiseks kütteväärtuseks saadi 19,956 kJ/g standardveaga 0,058% samas kui okste puhul olid samad näitajad vastavalt 20,732kJ/g ning 0,102%.

TTÜ magistri- ja bakalaureuseastme töödes on toodud, et 3-aastase raieringi puhul kasvab madalpingeliinide all hektari kohta keskmiselt (0,4 kV) 1,42 tonni aastas, 6–20kV liinide all 1,66 tonni, 35–110 kV liinide all 0,66 tonni ja 220–330kV liinide all 0,73 kV.

Vastavate andmetega arvatatud tulemused Võrumaa kohta on toodud tabelis 1.13

Tabel 1.13 Elektriliinide alt saadava biomassi koguse hinnang

	Põhivõrk	Jaotusvõrk	Madalpinge	Kokku
Elektriliinide aluse maa pindala, ha	564	2664	1480	4708
Metsi läbiv liinialuse maa pindala, ha	268	950	333	1551
Potentsiaalne puidutoodang, t/aastas	177	1356	473	2005
Energeetiline väärtus, MJ	3 363 000	25 764 000	8 987 000	38 114 000
MWh	934	7157	2 496	10 587

Kokku on võimalik elektriliinide aluselt maalt saada 2007 tonni puitu aastas, mille energeetiline väärtus on kokku 10 587 MWh.

Puidutööstuse jäätmed

Võrumaal on metsa ja puidutööstus domineeriv tööstusharu. Seetõttu omavad puidutööstuse jäätmed olulist rolli kütuste ja energia tootmisel.

Võrumaa aastane metsa raiemaht on 550 315 m³ (tabel 1.9), sellest 40% moodustab palk (jame ja peenpalk kokku). Saematerjali tootmisel tekib 40-45% jäätmeid (saepuru, koor,

servad jms). Kui võtta aluseks jäätmete oaks 40% saame saematerjali lõikamisel jäätmete koguseks 88 050 m³ aastas, vt tabel 1.12

Tabel 1.12 Saetööstuse jäätmete kogus ja primaarenergiasisaldus.

Raiemaht, m ³	Palk, m ³	Jäätmed, m ³	Energia sisaldus, MWh
550 315	220 126	88 050	158 490

Eesti Statistikaameti andmetel tekib Võrumaa ettevõtetes aastas üle 300 000 m³ puidutööstuse jäätmeid. Alljärgnevas tabelis on toodud toodetud jäätmete kogused 2007-2010 aastal

Tabel 1.13 Võru maakonna puidutööstuse jäätmete kogus 2008-2010 a.

Aasta	Puidutööstuse jäätmete kogus, m ³	Energiasisaldus, MWh
2008	282 469	225 975
2009	320 135	256 108
2010	337 098	269 678

Tabelist 1.13 selgub, et 2010 aastal tekkis Võrumaal puidutööstuse jäätmeid 337 098 m³ mille energiasisaldus on 269678 MWh. Andmed on saadud Eesti Statistikaametist.

Kokku on Võru maakonna puidul põhineva biomassi energiasisaldus 610 872 MWh
Alljärgnevas tabelis 1.14 on välja toodud realselt energiamajanduses kasutatava puitse biomassi kogused aastas.

Tabel 1.14 Võrumaal 2010 a. kasutatud metsast saadud biomassi kogus

Biomassi liik	Kogus	Energiasisaldus
Metsast saadud puit	170 597 m ³	341 194 MWh
Puidutööstuse tekkivad jäätmed	337 098 m ³	269 678 MWh
KOKKU	*	610 872 MWh

Tabelis 1.14 ei ole arvestatud kändudega ega ka liinide alt saadud biomassiga.

Kokkuvõtte ja järeldused on toodud lk 58.

1.4 Maaressurss

Võrumaa pindalast 230 500 ha oli Maaameti andmetel seisuga 01.jaanuar 2010 registreeritud 26 533 katastriüksusena pindalaga 210 988 ha.

Energiaauringu seisukohast huvitas meid eelkõige maatulundusmaa, mis moodustas kokku 198 873 ha.

Tabel 1.14 Maatulundusmaa suurus omavalitsustes Võrumaal (Maaamet 01.01.2010)

Haldusüksus	Registreeritud katastriüksused		Sihtotstarvete liikide järgi	
			Maatulundusmaa (011)	
	Arv	pindala	arv	pindala
Antsla	2 752	24 874,9	1 589	22 826,4
Haanja	1 739	16 074,4	1 430	15 145,8
Lasva	1 887	15 270,7	1 513	14 672,5
Meremäe	2 251	12 205,5	1 946	11 744,2
Misso	1 402	17 563,6	1 164	17 033,0
Mõniste	978	16 218,4	789	15 074,1
Rõuge	2 298	24 698,3	1 840	23 380,9
Sõmerpalu	1 496	16 842,0	1 116	16 192,6
Urvaste	1 223	12 566,2	994	12 060,5
Varstu	1 116	15 255,7	865	14 582,0
Vastseliina	2 141	20 332,5	1 666	19 605,1
Võru	4 665	18 049,0	2 306	16 545,3
Võru linn	2 585	1 036,9	4	10,8
Võrumaa	26 533	210 988,1	17 222	198 873,2

Maatulundusmaa sisaldab metsamaad ja põllumajanduses kasutusel olevat maad. Osa metsamaad ja rohumaad on registreeritud riigikaitsemaana – 528 ha maakonnas, ja kaitsealuse maana – 3278 ha.

Metsamaa ja metsast saadavat biomassi vaadeldi eelmises peatükis. Põllumajandusest saadavat toorainet ja rohumaade kasutamist energiatootmisel analüüsitakse järgmises peatükis.

Üheks võimalikuks täiendavaks sisendiks energiamajandusse on kasutamata maadelt saadav biomass.

Kasutamata maade suuruse hindamisel kasutati PRIA andmeid ja kaardikihte. Võrreldi 2003 aastal registrisse ja kaartidele kantud massiive 2010 aastal põllumajandustoetuste taotlemisel esitatud massiividega. Saada vahe moodustab kasutamata maa.

Tabel 1.15 Kasutamata maa omavalitsuste lõikes PRIA kaardiandmete võrdlemisel.

Omavalitsus	PRIA2003 ha	PRIA massiiv 2010 ha	Taotlemata ha
Antsla vald	9917,03	9430,95	486,08
Haanja vald	4124,43	3977,14	147,29
Lasva vald	7186,32	6599,82	586,50
Meremäe vald	5911,56	5300,34	611,22
Misso vald	3187,94	2942,89	245,05
Mõniste vald	4717,96	4542,54	175,42
Rõuge vald	6202,58	5996,30	206,28
Sõmerpalu vald	7184,65	6504,96	679,69
Urvaste vald	7079,70	6096,22	983,48
Varstu vald	5533,25	5261,75	271,50
Vastseliina vald	5783,64	5155,97	627,67
Võru linn	30,03	0,00	30,03
Võru vald	6647,07	5962,81	684,26
Võrumaa kokku	73 506,16	67 771,69	5734,47

Nagu tabelist järeldub, on deklareerimata maa osakaal üsna väike, moodustades **5734 ha**. Kui arvestada sellelt maalt saadava heina saagikuseks 2,9 t KA/ha, siis potentsiaalselt on võimalik kasutamata maadelt põletamisel maksimaalselt saada 69 849 MWh energiat.

Tabel 1.16 Biomassi saak ja energeetiline väärtus (MWh)

Omavalitsus	Taotlemata ha	Biomassi saak t	Energeetiline väärtus MWh
Antsla vald	486	1409	5919
Haanja vald	147	426	1790
Lasva vald	587	1702	7150
Meremäe vald	611	1772	7442

Misso vald	245	711	2984
Mõniste vald	175	508	2132
Rõuge vald	206	597	2509
Sõmerpalu vald	680	1972	8282
Urvaste vald	983	2851	11973
Varstu vald	272	789	3313
Vastseliina vald	628	1821	7649
Võru linn	30	87	365
Võru vald	684	1984	8331
Võrumaa kokku	5734	16 629	69 840

Tabelis toodud arvud näitavad teoreetilist ressursi, kuna selle ressursi kasutamine on raskendatud. Kasutamata maaüksused on väikese pindalaga ja paiknevad laiali üle maakonna, seetõttu on sealt heina või biomassi varumine majanduslikult kallim või ebaotstarbekas. Lisaks on see maa kehvema viljakusega. Selle ressursiga võib arvestada vaid juhul, kui loodav energiatootmisüksus paikneb piisavalt lähedal.

1.5 Põllumajanduslik biomass

Heintaimedest energiatootmine võib toimuda kahel viisil: kasutada heintaimede biomassi biogaasi tootmiseks või kasutada põllult saadavat biomassi kateldes kütteks. Esimene viis on rohkem levinud Lääne-Euroopas, põletamine seni peamiselt Soomes ja Rootsis.

Rohtsetest energiakultuuridest teatakse peamiselt õlikultuure. Vähem on teada rohtsete energiakultuuride kasutamisest kütmiseks, biogaasi või etanooli tootmiseks.

Heintaimede, sealhulgas energiakultuuride kasvatamist soodustavaks teguriks on vaba põllumajandusmaa olemasolu. Samuti on energiataimede kasvatamist seni piiranud nõudluse ühekülgsus või puudumine turul.

Aastatel 2007–2009 oli võimalik saada energiataimede kasvatamise toetust. Alates 2010. aastast seda kahjuks enam ei jagata.

Võru maakonnas põllumajandusest tulevat energiatootmiseks vajaliku biomassi potentsiaali hinnati peamiselt tuginedes Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ameti (PRIA) andmebaasile. Arvud tegeliku põllumajandusliku maa kasutusest tuletati PRIA andmebaasist. PRIA andmete alusel Võru maakonnas toetuse saamiseks deklareeritud pinnad kasutusotstarbe järgi on toodud alljärgnevais tabelis 1.17–1.19.

Tabel 1.17 2008. aastal deklareeritud pinnad Võru maakonnas otstarbe järgi.

Omavalitsus	Looduslik rohumaa	Pikaajaline rohumaa	Põllukultuurid	Püsikultuurid	Muu maa	KOKKU
Antsla vald	431	3 042	4 733	39	144	8 388
Haanja vald	272	1 391	467	9	34	2 172
Lasva vald	156	1 387	3 710	111	35	5 400
Meremäe vald	116	588	2 838	3	27	3 571
Misso vald	55	474	686	2	0	1 217
Mõniste vald	195	1 667	2 296	2	240	4 401
Rõuge vald	340	1 458	2 489	10	6	4 303
Sõmerpalu vald	218	817	4 444	135	7	5 621
Urvaste vald	225	1 027	2 368	10	23	3 653
Varstu vald	243	730	2 167	8	6	3 155
Vastseliina vald	203	1 138	1 280	13	29	2 664
Võru linn	2	337	163	1	0	503
Võru vald	319	1 524	2 284	21	8	4 155
KOKKU	2 776	15 581	29 925	364	559	49 205

Tabel 1.18 2009. aastal deklareeritud pinnad Võru maakonnas otstarbe järgi.

Omavalitsus	Looduslik rohumaa	Pikaajaline rohumaa	Põllukultuurid	Püsikultuurid	Muu maa	KOKKU
Antsla vald	535	4 338	5 762	36	183	10 855
Haanja vald	284	1 488	563	11	58	2 404

Lasva vald	275	1 442	4 731	120	86	6 655
Meremäe vald	135	590	3 037	3	154	3 919
Misso vald	88	566	644	2	7	1 307
Mõniste vald	291	3 051	3 206	3	277	6 828
Rõuge vald	614	1 425	2 461	6	84	4 590
Sõmerpalu vald	114	827	4 646	147	251	5 985
Urvaste vald	184	960	2 297	9	99	3 548
Varstu vald	262	838	2 486	6	32	3 625
Vastseliina vald	300	1 089	1 413	11	19	2 831
Võru linn	66	280	232	1	52	631
Võru vald	281	1 483	2 529	22	32	4 347
KOKKU	3 430	18 375	34 009	376	1 335	57 525

Tabel 1.19 2010. aastal deklareeritud pinnad Võru maakonnas otstarbe järgi.

Omavalitsus	Looduslik rohumaa	Pikaajaline rohumaa	Põllukultuurid	Püsikultuurid	Muu maa	KOKK U
Antsla vald	887	4 131	5 816	54	181	11 069
Haanja vald	281	1 551	672	9	59	2 571
Lasva vald	193	1 698	4 927	12	63	6 894
Meremäe vald	138	667	3 031	3	120	3 958
Misso vald	108	604	637	2	7	1 357
Mõniste vald	361	3 042	3 338	9	284	7 034
Rõuge vald	747	1 546	2 502	6	93	4 894
Sõmerpalu vald	100	857	4 481	155	273	5 867
Urvaste vald	203	1 118	2 417	8	65	3 811
Varstu vald	267	1 061	2 406	6	49	3 789
Vastseliina vald	334	1 243	1 309	9	12	2 906
Võru linn	67	225	205	0	11	509
Võru vald	268	1 488	2 611	16	37	4 420
KOKKU	3 953	19 232	34 354	289	1 252	59 080

Tabelist 1.19 selgub, et rohtse biomassi kogumiseks arvestatava rohumaa pindala on kokku maakonnas 23 183 ha.

Rohumaalt saadava rohtse biomassi energiasisalduse arvutamisel on saagikuseks arvestatud 9 t/ha haljasmassina (ESA andmetel 2010 a saagikus Võrumaal. 8,6 t/ha looduslikult rohumaalt ja 9,6 t/ha pikaajaliselt rohumaalt). Rohusilo ja muruniite omadused on toodud alljärgnevas tabelis (Biogaasi tootmine ja kasutamine, Käsiraamat).

Tabel 1.20 Rohusilo ja muruniite omadused

Substraat	KA %	oKA %	Biogaasi saagis m ³ /t värskes massis	Biogaasi saagis m ³ / oKA	CH4 sisaldus %
Rohusilo	25–50	70–95	170–200	550–620	54–55
Muruniide	ca 12	83–92	150–200	550–680	55–65

Arvutuste aluseks on võetud biogaasi saagiseks 180m³/t kohta ja metaani sisaldus 55%.

Tabel 1.21 Biogaasi aastane teoreetiline toodang pikaajaliselt ja looduslikult rohumaalt kokku

Omaavalitsus	Rohumaa ha	Saak t	Biogaasi toodang m ³	Metaani kogus m ³	Biogaasi energiasisaldus MWh
Antsla vald	5 018	45 162	8 129 160	4 471 038	44 710
Haanja vald	1 831	16 479	2 966 220	1 631 421	16 314
Lasva vald	1 891	17 019	3 063 420	1 684 881	16 849
Meremäe vald	804	7 236	1 302 480	716 364	7 164
Misso vald	712	6 408	1 153 440	634 392	6 344
Mõniste vald	3 402	30 618	5 511 240	3 031 182	30 312
Rõuge vald	2 292	20 628	3 713 040	2 042 172	20 422
Sõmerpalu vald	957	8 613	1 550 340	852 687	8 527
Urvaste vald	1 321	11 889	2 140 020	1 177 011	11 770
Varstu vald	1 327	11 943	2 149 740	1 182 357	11 824
Vastseliina vald	1 576	14 184	2 553 120	1 404 216	14 042

Võru linn	292	2 628	473 040	260 172	2 602
Võru vald	1 755	15 795	2 843 100	1 563 705	15 637
KOKKU	23 184	208 602	37 548 360	20 651 598	206 516

Tegemist on teoreetilise ressurriga, seda oleks juhul kui kogu maa kasutatakse silo tootmiseks. Reaalselt tuleb arvestada ca **20% maade ehk 4627 ha** kasutamisega, sest suurem osa rohumaid kasutatakse loomakasvatuses. Samuti tuleb arvestada ressursi asukoha kaugust energiatoomise kohast. Seetõttu on reaalne kasutatav kogus biomassi 41720 tonni, mille energiasisaldus biogaasi tootmisel on **41 303 MWh**.

Täiendava biomassi ja energiaallikana saab vaadelda ka põhku. ESA andmetel oli 2010 teravilja kogusaak Võrumaal kokku 28212 tonni teravilja mida kasvatati 12 920 ha. Kui võtta põhu saagikuseks 1,6 t põhku ha saame aastaseks põhu koguseks 20672 tonni. Põhu teoreetiline potentsiaal Võrumaal oleks seega **82 688 MWh** energiat.

MES poolt tellitud biomassi uuringu tulemusena leiti, et biokütusena põhk ilmselt lähiaastatel arvesse ei tule, sest see on üheks olulisemaks mulda tagastatavaks orgaanilise aine allikaks huumuse taastootmisel. Eriti oluline on seda arvestada Lõuna-Eesti vähehuumuslikel muldadel. Põhu kasutamine on majanduslikult otstarbekas seal kus seda on ülejäägiga ja energiatootmise üksus on lähedal.

Loomakasvatus

Energiatootmise seisukohalt on uur potentsiaal ka loomakasvatuses, eelkõige veise- ja seakasvatuses. Eriti just majandustingimustes, kus ettevõtted suurenevad ja karmistuvad ka keskkonnaohutuse tagamise nõuded, on vaja tekkinud vedelsõnnikule või sõnnikule leida ka alternatiivseid ümbertöötlemisvõimalusi. Loomakasvatusest saadav sõnnik omab potentsiaali biogaasi tootmiseks. Tabelis 1.22 on toodud sõnnikust saadava gaasi kogus ja metaani sisaldus

Tabel 1.22 Sõnnikust tekkiv gaasi kogus ja metaani sisaldus

Substraat	Biogaasi kogus		Metaani sisaldus mahu %
	m ³ /t substraadist	m ³ /KA	
Veise vedelsõnnik	20–30	200–500	60
Sea vedelsõnnik	20–35	300–700	60–70
Veise tahesõnnik	40–50	210–300	60
Sea tahesõnnik	55–65	270–450	60
Linnusõnnik	70–90	250–450	60

Ressursiuuringu käigus võrreldi Võrumaa loomade arvu kahe andmeallika, PRIA ja Statistikaameti andmete vahel. PRIA andmed lähtuvad taotletud ja väljastatud loomapidamise toetustest. Statistikaameti poolt saadud loomade arv on registreeritud küsitlusmomendi

seisuga. Küsitlus toimus oli 2007. aasta 1. juunil ning 2010. aasta 1. septembril. PRIA andmed sisaldavad vaid veiseid, lambaid ja kitsi. Statistikaameti andmed sisaldavad ka väikeloomi, keda ei saa arvestada sõnnikukoguste arvutamisel. Tabelis 2.23 on kirjeldatud 2007. ja 2010. Statistikaameti küsitluste tulemused – loomade arvud Võru maakonnas.

Tabel 1.23 Loomade arv Võrumaal (allikas: Statistikaamet)

	Veised	Piima- lehmad	Lambad	Kitsed	Hobused	Sead	Küülikud	Mesilased	Kodulinnud
2007	10538	4321	7517	–	–	12283	–	1563	15108
2010	10471	3817	7276	360	270	13971	266	1661	11530

Arvestuse pidamiseks ning arvutustes kasutatakse mõistet loomühik (LÜ). Loomühik (LÜ) on standardne mõõtühik, mis võimaldab koondada andmeid eri liiki loomade ja lindude kohta. Loomühikud määratakse kindlaks üksikute loomakategooriate söödavajaduse alusel. Ühele loomühikule vastab üks piimalehm, teiste loomade koefitsiendid on väiksemad. Näiteks siga on 0,33, lammas 0,15 jne [25].

Tabel 1.23 Loomühikute arv Võrumaal omavalitsuste kaupa 2010.a (allikas: Statistikaamet)

Omavalitsus	Majapidamiste arv, tk	Loomühikute arv, tk	Sõnnik t/a	Biogaas m ³ /a	Energia kWh
Antsla vald	133	2 506	50120	1653960	9096780
Haanja vald	81	757	15140	499620	2747910
Lasva vald	79	787	15740	519420	2856810
Meremäe vald	95	2 725	54500	1798500	9891750
Misso vald	51	386	7720	254760	1401180
Mõniste vald	46	1 132	22640	747120	4109160
Rõuge vald	111	704	14080	464640	2555520
Sõmerpalu vald	62	846	16920	558360	3070980
Urvaste vald	86	785	15700	518100	2849550
Varstu vald	66	286	5720	188760	1038180
Vastseliina vald	94	221	4420	145860	802230
Võru vald ja linn	94	1 542	30840	1017720	5597460
Maakond kokku	998	12 676	253520	8366160	46013880

Tabelis 1.23 on arvatud kõigi loomühikute teoreetiline sõnniku kogus ja sellest saadav biogaasi hulk. Realse sõnniku koguse ja sellest saadava arvetusliku biogaasikoguse saab kasutades PRIA andmeid.

Tabel 1.24 Loomade arv Võrumaa omavalitsuste kaupa PRIA andmetel

Omavalitsus	Loomade arv		
	Veised	Lambad	Kitsed
Antsla vald	2593	459	34
Haanja vald	576	431	65
Lasva vald	799	495	23
Meremäe vald	149	543	27
Misso vald	396	134	1
Mõniste vald	1098	795	19
Rõuge vald	523	494	14
Sõmerpalu vald	1098	226	5
Urvaste vald	927	354	5
Varstu vald	628	1097	20
Vastseliina vald	196	204	5
Võru vald	998	483	18
Maakond kokku	9981	5715	236

PRIA andmed on nende reaalsete põllumajandustootjate andmed, kelle tegevusest tekib mingigi arvestatav kogus sõnnikut. Reaalselt on võimalik biogaasi tootmiseks kasutada veise, lehma ja sea sõnnikut.

Tabelis 1.25 on toodud PRIA andmetel veise ja sigade arv mis on arvatud loomühikuteks, tekkiv sõnniku kogus ja sellest saadav arvestuslik biogaasi hulk.

Tabel 1.25 Võru maakonnas põllumajanduses tekkiv sõnnik ning arvestuslik biogaasi kogus ja energeetiline väärtus.

Loomühikute arv	Sõnnik t	Biogaas m ³	Energia MWh
14 309	286 180	9 443 940	47 219

Sõnnikust saadav potentsiaalne energiahulk on 47 GWh.

Alljärgnevas tabelis on toodud biomassi teoreetiline ja tehniline ressurss. Teoreetiline ressurss hindab kogu võimalikku ressursi. Tehniline ressurss näitab reaalselt tehniliselt kasutuselevõetavat osa ressursist.

Tabel 1.26 Võrumaa teoreetiline biomassi ressurss aastas

Ressurss	Kogus	Energeetiline väärtus, MWh
Küttepuu, m³	126 572	253 144
Raidmed, m³	107 861	215 722
Kännud, m³	66 037	132 074
Elektriliinide alt saadav biomass (metsamaal), t	2 005	10 587
Puidutööstuse jäätmed, m³	337 098	269 678
Sõnnik, t	286 180	47 219
Rohumaadelt saadav biomass, t	208 602	206 516
Deklareerimata maadelt saadav biomass, t	16 698	69 849
Põhk, t	20 672	82 688
KOKKU	*	1 287 477

Kokkuvõte ja järeldused

Võru maakonnas on arvestuslikult energiamajanduses kasutada oleva biomassi aastane kogus 840 GWh. Tabelis 1.27 on toodud metsa, puidutööstusjäätmete ja põllumajandusliku biomassi allikad, ressursi kogus ja energeetiline väärtus aastas. Tabelis on arvestatud ainult reaalselt tehniliselt kasutuselevõetav ressurss.

Tabel 1.27 Biomassi reaalselt kasutuselevõetav aastane kogus Võrumaal

Biomassi tüüp	Biomassi kogus	Energiasisaldus MWh
Mets (küttepuid, raidmed ja kändud), m³	222 256	444 512
Elektriliinide alt saadav biomass (metsamaal)(50%), t	1002	5 294
Puidutööstuse jäätmed, m³	337 098	269 678
Sõnnik (60%), t	171 708	28 331
Rohumaadelt saadav biomass (20%), t	41 720	41 303
Kasutamata maadelt saadav biomass (50%), t	8 349	34 924
Põhk (20%), t	4 134	16 538
KOKKU	*	840 580

- Kasutuselevõetava biomassi ressursi on ligikaudu samapalju, 840 580 MWh, kui kogu Võrumaa energiatarbimine kokku 769 973 MWh, seega on teoreetiliselt võimalik kogu Võrumaa energiavajadus biomassiga ära katta.
- Olemasolev biomassi kogus, 840 GWh katab ära sooja- ja elektrienergia vajaduse arvestades ka muundamistegureid. Seega on võimalik kõik maakonna katlamajad puitkütustele viia.
- Elektriliinide aluselt maalt on võimalik saada 2005 tonni puitu aastas, mille energeetiline väärtus on 10 587 MWh. Kui arvestada energiatootmise kasuteguriks 0,85 ja kadu trassis mitte arvestada, siis saaks sellest kogusest tarbida 9000 MWh ulatuses soojaenergiat ehk sellega saaks ligi kümme aastat kütta Võru Kreuzwaldi Gümnaasiumi või 25 tüüpilist 60 korteriga paneelmaja aasta aega.

- Ainuüksi metsast ja puidutööstusest saadav biomassi kogus (2010 aastal 610872 MWh) kataks ära kogu maakonna sooja- ja elektrienergia vajaduse. Praegu läheb osa sellest biomassist maakonnast välja.
- Metsas raiete suurenemisega suureneb ka võimaliku ressursi kogus. 10-12% raiete suurenemist toob kaasa ka ressursi suurenemise
- Erametsad on vähem hooldatud ja korrastatud kui riigimetsad ja seetõttu on raske hinnata seal asuva ressursi potentsiaali. See vajab täiendavat uuringut, mis oleks heaks võimaluseks koostööle teadusasutustega.
- Kasutusest välja jäänud maad, (sh ka põllumajandusmaad) on võrreldes kasutatud maaga reeglina väiksema viljelusväärtusega ning piiratuma kasutussobivusega. Selle potentsiaali rakendamine traditsiooniliste põllumajandussuundade annaks küll maale lisandväärtuse kasvu, ent ei suurenda märkimisväärselt maapiirkondade tööhõivet.
- Alternatiivse maakasutussuunana võib kõne alla tulla energiaheina tootmine. See oleks suurema tööjõuvajadusega ning tagaks kasutamata (põllu)maade korrashoiu ja maastikuväärtuse säilimise. Heintaimedest energiamajanduses kasutatava biomassi tootmiseks kasutatav tehnika ja agrotehnoloogia kattub 100% sellega, mida kasutatakse rohusöötade tootmiseks.
- Nii kasutusest väljas olevatelt maadelt kui püsirohumaadelt saadav biomass annaks võimaluse varustada toormega nii biogaasijaamu kui kasutada mahaniidetud heina ja õlgi väiksemates katlamajades katlakütusena. Kõne alla tulevad lokaalsed katlamajad ja väiksemad kaugküttesüsteemid. Selle rakendamine vajab igal erineval juhul juba konkreetseid arvutusi.
- Biogaasialane kompetents Eestis tervikuna on veel tagasihoidlik, kuid kiiresti kasvamas. Planeeritud biogaasijaamade tasuvused on pikaajalised ja pole võimalikud ilma investeeringu toetuseta või osutuvad võimalikuks elektrienergia tootmisel. Kuid kui vaadata komplekselt kogu ahelat alates sõnniku ja rohtse biomassi kui toorme piisavast olemasolust ning sõnniku käitlemise vajadusest, siis on see kindlasti võimalus energia tootmiseks ja täiendava tööhõive ning sissetuleku tagamiseks maakonnas. Samas aitab see ära lahendada sõnniku käitlemise keskkonnanõuetele vastavalt.
- Biogaasist soojuse ja elektri koostootmine on võimalik vaid piirkondades, kus on tagatud toodetud soojuse müük tarbijale. Sellisteks piirkondadeks on olemasolevatest tarbijatest kaugküttevõrgud Võru linnas, Võru vallas, Rõuges ja Vastseliinas või planeeritavad uued tööstused või tööstusalad, kus on aastaringne soojusenergia vajadus.
- Teine võimalus biogaasi toota ja kasutada on väärindada biogaas mootorikütuseks. Sellisel juhul ei ole oluline soojuse tarbija olemasolu ja see annab võimaluse rajada biogaasitehas toorme asukoha lähedale. Võrumaal oleks potentsiaalsed asukohad suuremate loomakasvatustehaste läheduses Kimeko (Meremäe, Obinitsa).
- Olmejäätmetest biolagunevate jäätmete kasutamine biogaasi tootmisel sõltub jäätmete tekkest ja nende kogumise korraldamisest. Võru maakonnas omavad potentsiaali vaid Võru linn ja Antsla, sest mujal kasutatakse suurem osa biolagunevatest jäätmetest ära komposteerimisel.

- Teravilja kasvatamist energiamajanduse seisukohalt saab vaadata kui põhu tootmist sest teravilja kasutamine kütteks tasub end vaid vilja hinna madalseisu ajal. Etanooli tootmisel on kartul, suhkrupeet ja söödapeet kaks kuni kolm korda tasuvamad. Kui rukkist etanooli saagikus on 12 MWh/ha siis kartulil 33 MWh/ha.
- Kasutusest väljas olevad maad ning pikaajalised ja looduslikud rohumaadel on võimalik alternatiivina biomassi kasvatamisele (või ka sellega koos) kasutusele võtta päikeseelektritootmiseks. Ühele hektarile paigutatud 100 kW võimsusega päikesepaneelid toodavad aastas arvutuslikult 900 MWh elektrienergiat.
- Kokku on võimalik toota püsi-ja pikaajalistel rohumaadel ca 4600 ha-l ja kasutamata maade ca 5700 ha-l, kui paigutada igale hektarile 100 kW paneele, 927 000 MWh elektrienergiat, mis katab kuue kordselt Võrumaa aastase tarbimise.

2. VÕRUMAA ENERGIAKASUTUSE UURING.

Selles alauuringus koguti Võrumaa omavalitsustes energiatootmise ja -tarbimise andmed 2008.–2010. aastate kohta, analüüsiti energia tarbimist ja tootmist maakonnas ja arutati CO₂ heide ning koostati maakonna energiabilanss.

Energiakasutus on seotud piirkonna jätkusuutliku arenguga. Oma ressursside oskuslikum kasutamine võib anda konkurentsieelise turul või tagada pikaajalisema ning stabiilsema arengu.

Andmete kogumisel kasutati riiklike andmebaase, omavalitsuste ankeetküsitlemist ning intervjuusid.

Uuringus keskenduti täiendavalt avaliku sektori ja eratarbija kliendigruppidele. Seda sellepärast, et nendes gruppides on võimalik omavalitsustel ja maavalitsusel ning riigil tekitada muutusi läbi strateegia ja reaalse tegevuskava.

2.1 Energia tarbimine

2.1.1 Kütuste tarbimine

Võrumaal kasutati 2010. aastal kütuste ja elektrienergia tarbimisega **769 973 MWh** energiat. Uuringu tulemusena saadud tulemus ei lange kokku Statistikaameti kütuste kasutamise andmetega kuid erinevus ei ole suur ca 8% .

Statistikaameti andmed Võru maakonnas energia tootmise ja tarbimise katteks kütuste kasutamise kohta on toodud tabelis 2.1 aastatel 2007–2010.

Tabel 2.1 Kütuste tarbimine Võrumaal 2007.–2010. a (Statistikaameti andmetel)

Aasta	Küttepuud tuh m ³	Hakkpuut ja puidujäätmed tuh m ³	Põlevkiviõli tuh t	Kerge kütteõli tuh t	Diislikütus tuh t	Autobensiin tuh t
2007	77	131	3	1	13	6
2008	39	116	2	2	14	6
2009	41	119	3	1	12	6
2010	40	128	3	1	13	5

Statistikaameti andmed võtavad arvesse vaid neid ettevõtteid, kelle juriidiline aadress on Võru maakonnas, jättes välja mitmed suured soojusetootjad, kelle peakontor asub väljaspool maakonda.

Nagu tabelist 2.1 näha, on kõige kasutatavamaks kütuseks biomass, täpsemalt puitkütused. Puitu kasutab enamuse eramajapidamistest oma majade kütteks ja mitmed maakonna omavalitsuste kaugküttevõrgud. Puitkütuseid kasutavad paljud ettevõtted oma ruumide või ka tootmisprotsesside varustamiseks soojaenergiaga.

Puitkütuse omadusi mõjutab suurel määral selle niiskusesisaldus. Kasvava puu niiskusesisaldus on tavaliselt vahemikus 40–60%. Väljas kuivanud halupuude niiskusesisaldus on umbes 20–25%. Puidu niiskusesisalduse vähenedes suureneb puidu kütteväärtus lineaarselt. Kuiva puidu kütteväärtus sõltub puuliigist vähe ja on tavaliselt 5–5,3 MWh/t.

Kütuse kütteväärtus määratakse ja esitatakse kirjanduses enamasti massiühiku kohta. Puitkütuse kasutamisel peetakse kasutatud kütuse arvestust valdavalt mahuühikutes, halupuude arvestus ruumimeetrites (rm) ja tihumeetrites (tm) ning hakkpuidu puhul puistekuupmeetrites. Seega on ka praktiline vajadus väljendada puitkütuse kütteväärtust mahuühikutes. Tabelis 2.2 on esitatud näitena õhukuivade halupuude kütteväärtused sõltuvalt puuliigist massi- ja mahuühikutes.

Tabel 2.2. Halupuude kütteväärtused sõltuvalt puuliigist niiskusesisaldusel 25% (tarbimisaine alumine kütteväärtus)

Puuliik	MJ/kg	kWh/kg	MWh/tm	MWh/rm
Kask	13,6	3,79	2,58	1,8
Kuusk	13,7	3,81	1,87	1,29
Mänd	13,6	3,77	2,07	1,45
Lepp	13,3	3,69	2,1	1,47
Haab	12,9	3,58	1,93	1,36

Kütuste omavaheliseks võrdlemiseks on vajalik taandada kütused ühisele ühikule. Selleks on võetud kütuse primaarenergia sisaldus.

Uuringus kasutatud kütteväärtused kütuste koguste arvutamisel energiaühikuteks on toodud tabelis 2.3.

Tabel 2.3 Vedelkütuste kütteväärtused

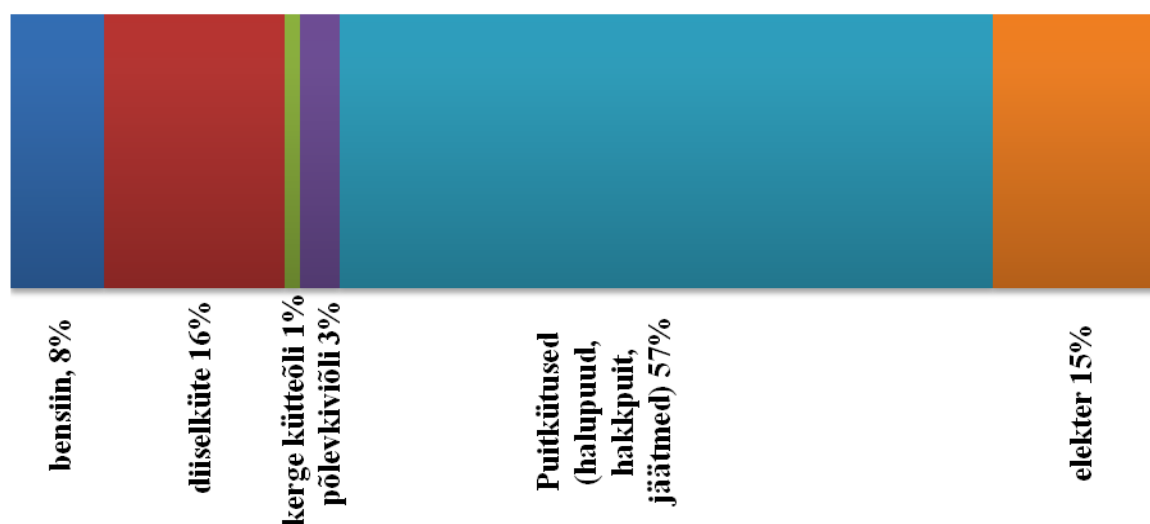
Kütus	Põlevkiviõli	Kergekütteõli	Diiselmütus	Bensiin
Kütteväärtus,GJ	38,0 GJ/t	41 GJ/t	43,5 GJ/t	45,5 GJ/t

Vastavalt tabelis 2.3 kasutatud kütteväärtustele on arvutatud kasutatud kütuste kogused energiaühikutesse (MWh). Tulemused on toodud tabelis 2.4

Tabel 2.4 Võrumaal tarbitud kütuste primaarenergia sisaldus ja elekter (MWh) Statistikaameti andmetel

	Küttepuud tuh tm	Puiduhake ja -jätmed tuh tm	Põlevkivi- õli tuh t	Kerge kütteõli tuh t	Diisli- kütus tuh t	Auto- bensiin tuh t	Elekter MWh	Kokku
Kogus	40	128	3	1	13	5	-	-
Energia GJ	300 000	832 000	117 000	42 000	546 000	215 000	-	2 052 000
Energia tarbimisel MWh	83 400	231 296	32 526	11 676	151 788	59 770	141 903	712 359

Tabelis 2.4 on kütused taandatud primaarenergiale ja lisatud on elekter. Elektrit võib käsitleda Võrumaa kontekstis kui primaarenergiaallikat, sest maakonnas elektritootmine on väga väike. Tabelist on näha, et puitkütuste tarbimine moodustab üle poole kogu tarbitavast energiast.



Joonis 2.1 Kütuste ja elektrienergia tarbimine Võrumaa energiamajanduses 2009. aastal

2.1.2 Mootorikütuste tarbimine

Energia, õigemini kütuste kasutamist transpordis on uurida keerulisem kui sooja või elektrienergia kasutamist. Puudub kindel statistika maakonna ja omavalitsuste kaupa. Tarbijad on liikuvad ja tarbimine ei ole nii kindlalt seotud asukohaga. Käesoleva uuringus analüüsiti mootorikütuste kasutamist Võrumaal tervikuna ja avalikus sektoris. Avaliku sektori mootorikütuste tarbimise väljaselgitamiseks küsitlesime omavalitsusi.

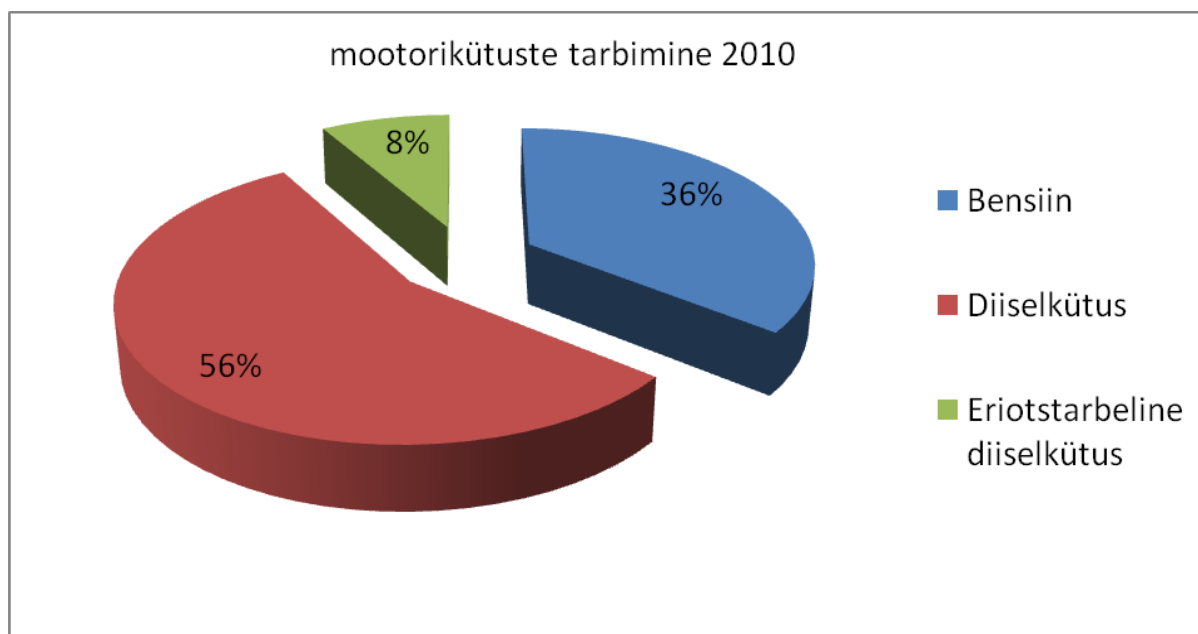
Statistikaameti kaudu on võimalik saada üldine kütuste tarbimine maakonnas. Sealt on võimalik arvestada mootorikütuste osakaal mis annab mingi ettekujutuse kütuste kasutamisest transpordivahendites.

Käesolevas töös on kasutatud Maksu- ja Tolliameti andmeid maakonna tanklates müüdüd Alljärgnevalt on toodud Maksu-ja Tolliameti andmed Võrumaa tanklates müüdüd kütuste koguste kohta. Arvestatud ei ole salakütuse osakaalu.

Tabel 2.5 Mootorikütuste tarbimine Võrumaal 2008–2010 liitrites (MTA)

Aasta	Bensiin	Diiselmütus	Eriotstarbeline diiselmütus
2008	10 345 701	16 893 781	1 815 475
2009	9 196 582	11 323 038	2 091 845
2010	7 895 291	12 389 316	1 866 319

Nagu tabelist 2.5 ja Jooniselt 2.2 järeldada võime, moodustab diiselmütte 56% tarbitud ja koos eriotstarbelise diisliga 64% mootorikütustest Võrumaal. See on seletatav raskeveokite, busside ja põllumajandustehnika suurema osakaaluga transpordis



Joonis.2.2 Mootorikütuste tarbimise jagunemine Võrumaal 2010. aastal

Tabel.2.6 Võrumaal 2010. aastal tarbitud mootorikütus energiaühikutes

Kütus	Kogus (l)	Tonnid	MWh
Bensiin	7 895 291	5 921	74 018
Diiselmütus kokku	14 255 636	12 260	148 344

KOKKU	22 150 927	18 181	222 363
--------------	------------	--------	---------

Tabelist näeme, et tarbitud mootorikütuste energia moodustas kokku 222 363 MWh, millest 74 018 MWh bensiin ja 148 344 MWh diiselküte.

Kokku tarbiti 2010. aastal 22 150 927 liitrit mootorikütust.

Registreeritud mootorsõidukite arv ARK andmetel seisuga 30.11.2011 oli maakonnas 25 605 sõidukit.

Tabel 2.7 Registreeritud mootorsõidukite arv maakonnas (seisuga 30.11.2011)

	Veoauto	Sõiduauto	Buss	Muud	Kokku
Kokku	2914	19862	145	2684	25605
Sh eraisikutel	1376	17090	38	1947	20451

Keskmise läbisõidu kohta on Maanteeameti tellimisel tehtud vastav uuring. Uuringu tulemusel oli 2008. aastal sõiduautode aasta keskmine Eestis sooritatud läbisõit registris oleva sõiduki kohta sõiduautodel 13 919 km, bussidel 42 888 km ja veoautodel 17 826 km.

Avalik sektor – omavalitsused – on samuti üks olulisemaid mootorikütuse tarbijaid. Võrumaa omavalitsused tarbisid kokku üle 500 000 liitri mootorikütuseid. Täpsemad andmed on toodud tabelis 2.8

Tabel 2.8 Mootorikütuste tarbimine avaliku teenuse osutamisel omavalitsuste kaupa 2010. aastal

Omavalitsus	Omavalitsuse kulud transpordile		
	Bensiin, l	Diiselkütus, l	MWh
Antsla	12420	40100	534
Haanja	10423	0	98
Lasva	6000	16000	223
Meremäe	12267	2997	146
Misso	5694	11040	168
Mõniste	4446	2585	69
Rõuge	10582	30801	420
Sõmerpalu	2274	23838	269
Urvaste	6545	95270	1053
Varstu	15917	82628	1009

Vastseliina			0
Võru vald	6206	4041	100
Võru linn			0
KOKKU	92774	309300	4 088

Tabelis 2.8 toodud andmed on saadud ankeetküsitluse käigus omavalitsustelt. Kogused erinevad omavalitsuste kaupa. See tuleneb sellest, et omavalitsustes on avaliku teenuse korraldamine erinevalt lahendatud – sõltuvalt sellest, kas teenus ostetakse sisse või osutatakse seda ise. Samuti on sisse arvestatud isikliku sõiduauto kasutamine ametisõitudeks, kui omavalitsustes seda kasutatakse.

Järeldus:

- Võrumaal kasutati mootorikütuseid ühe elaniku kohta aastas 588 liitrit ja energiaühikutes 5,9 MWh
- Kui arvestada keskmiseks kütusehinnaks 1,1 EUR / liiter siis maksid Võrumaa tarbijad mootorikütuste kasutamise eest ligi 25 miljonit eurot.
- Omavalitsuste kulutused mootorikütustele moodustasid 2010 aastal üle 500 000 euro.
- Salakütuse osakaaluks hindavad MTA spetsialistid 1–1,5 % turust, mis ei ole märkimisväärne kogus
- Võrumaal on ressursi, et võimalusel kaaluda taastuvate mootorikütuste tootmist. Kuni 2008. aastani toodeti Võrumaal biodiislit.

2.1.2. Elektrienergia tarbimine

Käesolevas uuringus analüüsime elektrienergia tarbimist üldiselt maakonnas ja omavalitsustes. Samuti tuuakse välja elektri tarbimine avalikus sektoris, koduklientide hulgas ja valdkondade kaupa. Elektrienergia tarbimise andmed on saadud Eesti Energialt.

Tabel 2.9 Elektrienergia tarbimine omavalitsuste kaupa 2008–2010 a

Omavalitsus	2008 MWh	2009 MWh	2010 MWh
Võru linn	59 342	55 950	56 724
Antsla	11 061	10 751	11 666
Haanja	2 962	2 834	3 026
Lasva	4 817	4 753	5 173
Meremäe	1 929	2 042	2 331
Misso	2 101	2 290	2 559
Mõniste	2 664	2 775	3 086
Rõuge	5 734	5 602	5 968
Sõmerpalu	14 855	14 755	15 794
Urvaste	2 812	2 598	2 829
Varstu	2 079	2 075	2 392
Vastseliina	5 764	5 621	6 019
Võru	23 136	23 339	24 336
Maakond kokku	139 257	135 386	141 903

Rohelise elektrienergia kasutamise moodustab kogu elektritarbimisest ainult 0,004 %.

Alljärgnevas tabelis on toodud taastuva elektrienergia kasutamine Võru maakonnas omavalitsuste kaupa ja Kagu-Eesti maakondade võrdlus.

Tabel 2.10 Rohelise energia tarbimine Kagu-Eesti maakondades ja Võrumaal, MWh.

Aasta	2009	2010
Põlva maakond	212	521
Vaga maakond	133	708
Võru maakond	111	602
Võru linn	79	291
Antsla	0	143
Haanja	12	22

Lasva	4	15
Meremäe	3	2
Misso	1	2
Mõniste	0	4
Rõuge	0	14
Sõmerpalu	0	27
Urvaste	0	9
Varstu	1	16
Vastseliina	5	5
Võru	5	53

Koduklientide tarbimine moodustas 2010. aastal 40% kogu maakonna elektrienergia tarbimisest, mistõttu on see oluline kliendirühm. Tabelis 2.11 on toodud koduklientide tarbimine omavalitsuste kaupa.

Tabel 2.11 Elektrienergia tarbimine kodukliendi poolt

Linn/vald	2008	2009	2010
Võru linn	15 693	15 720	16 749
Antsla	4 550	4 576	5 204
Haanja	1 261	1 306	1 453
Lasva	1 776	1 867	2 226
Meremäe	957	990	1 171
Misso	637	650	743
Mõniste	975	993	1 175
Rõuge	2 512	2 595	2 910
Sõmerpalu	2 429	2 452	2 772
Urvaste	1 648	1 677	1 850
Varstu	1 083	1 125	1 240
Vastseliina	2 236	2 285	2 637
Võru	15 693	15 720	16 749
Maakond kokku	51 448	51 957	56 881

Alljärgnevas tabelis 2.12 on toodud elektrienergia tarbimine Võrumaa omavalitsustes. Välja on toodud tarbimine tegevusalade lõikes vastavalt EMTAK ehk Eesti majanduse tegevusalade klassifikaatorile.

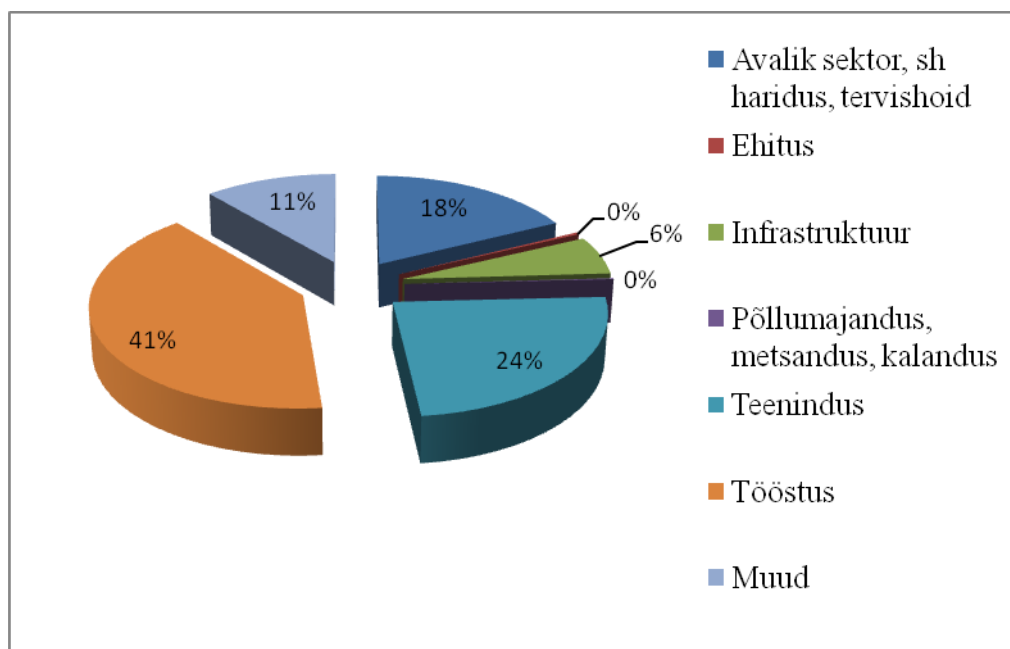
Tabel 2.12 Elektrienergia tarbimine sektorite kaupa, omavalitsuste lõikes

Vald / linn	Sektor	2008	2009	2010
Antsla	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	1 072	1 075	1 181
	Ehitus	117	120	125
	Infrastruktuur	125	161	161
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	7	6	6
	Teenindus	1 589	1 550	1 304
	Tööstus	1 771	1 623	1 804
	Muud	1 831	1 641	1 880
Antsla KOKKU		6 512	6 175	6 462
Haanja	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	601	567	583
	Ehitus	60	55	60
	Infrastruktuur	130	96	157
	Teenindus	263	182	146
	Tööstus	326	349	363
	Muud	321	279	265
Haanja KOKKU		1 701	1 528	1 573
Lasva	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	362	359	389
	Ehitus	-1	0	0
	Infrastruktuur	41	43	49
	Teenindus	2 070	1 955	1 976
	Tööstus	367	354	375
	Muud	203	175	159
Lasva KOKKU		3 041	2 886	2 947
Meremäe	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	395	446	491
	Infrastruktuur	34	37	41
	Teenindus	318	304	310

	Tööstus	222	234	279
	Muud	4	30	40
Meremäe KOKKU		973	1 052	1 160
Misso	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	306	279	283
	Ehitus	3	22	9
	Infrastruktuur	42	57	50
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	1	0	0
	Teenindus	735	753	828
	Tööstus	106	191	219
	Muud	271	337	426
Misso KOKKU		1 464	1 640	1 816
Mõniste	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	230	217	221
	Ehitus	0	0	0
	Infrastruktuur	63	83	60
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	0	0	0
	Teenindus	161	167	163
	Tööstus	948	1 003	1 122
	Muud	287	312	344
Mõniste KOKKU		1 690	1 782	1 910
Rõuge	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	1 094	1 080	1 131
	Ehitus	100	70	106
	Infrastruktuur	342	222	302
	Teenindus	576	309	340
	Tööstus	371	464	482
	Muud	739	863	697
Rõuge KOKKU		3 222	3 007	3 057
Sõmerpalu	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	386	479	467
	Ehitus	1	0	3
	Infrastruktuur	45	51	42

	Põllumajandus, metsandus, kalandus	10	11	10
	Teenindus	301	300	341
	Tööstus	10 846	10 712	11 299
	Muud	838	750	860
Sõmerpalu KOKKU		12 426	12 303	13 022
Urvaste	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	406	432	443
	Ehitus	0	0	0
	Infrastruktuur	19	19	20
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	11	1	0
	Teenindus	193	194	192
	Tööstus	242	1	15
	Muud	292	274	310
Urvaste KOKKU		1 164	921	979
Varstu	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	261	238	251
	Ehitus	56	57	59
	Infrastruktuur	52	53	54
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	11	6	10
	Teenindus	121	132	128
	Tööstus	32	32	35
	Muud	463	433	617
Varstu KOKKU		997	950	1 152
Vastseliina	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	416	408	386
	Ehitus	34	37	34
	Infrastruktuur	442	422	384
	Teenindus	1 632	1 575	1 695
	Tööstus	821	807	752
	Muud	184	87	130
Vastseliina KOKKU		3 528	3 336	3 382
Võru	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	3 279	3 356	3 398

	Ehitus	643	515	533
	Infrastruktuur	1 267	1 315	1 264
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	0	0	0
	Teenindus	1 128	1 150	1 188
	Tööstus	7 528	7 264	7 481
	Muud	2 322	2 282	2 365
Võru KOKKU		16 167	15 882	16 228
Võru linn	Avalik sektor, sh haridus, tervishoid	6 943	6 677	6 768
	Ehitus	3 123	3 017	2 557
	Infrastruktuur	2 852	2 692	2 929
	Põllumajandus, metsandus, kalandus	223	91	103
	Teenindus	13 728	13 400	13 209
	Tööstus	14 967	12 745	12 281
	Muud	1 813	1 608	2 128
Võru linn KOKKU		43 649	40 230	39 974



Joonis 2.3 Elektrienergia tarbimine valdkondade kaupa kogu maakonnas

2.1.3 Soojuse tarbimine

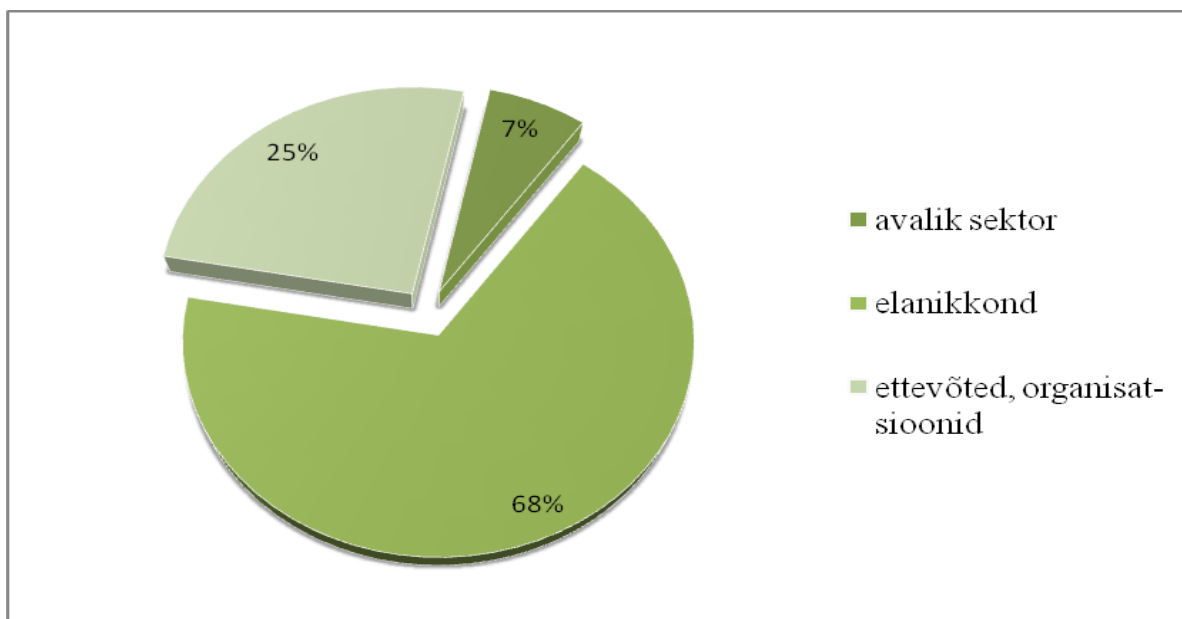
Käesolevas uuringus vaadeldi ja analüüsiti soojusenergia kasutamist maakonnas üldiselt, omavalitsustes ja olulisemates sektorites. Välja on toodud soojuse tarbimine kaugküttevõrkudes ja avalikus sektoris.

Soojusenergia on suurim kasutatav energialiik maakonnas, moodustades 54% kogu energiatarbimisest.

Võru maakonnas tarbiti 2010. aastal kokku 405 GWh soojusenergiat sellest 85% (343 579 MWh) on taastuvatest kütustest toodetud soojusenergia ja 62 146 MWh (15%) fossiilsete kütustega toodetud (vt soojuse tootmine)

Tabel 2.13 Soojuse tarbimine omavalitsustes tarbijagruppide lõikes.

Omavalitsus	Soojusenergia kokku, MWh			
	Avalik sektor	Elanikkond	Ettevõtted, organisatsioonid	Kokku
Antsla	3 165	31 138	2 524	36 827
Haanja	823	10 797	105	11 726
Lasva	927	13 795	3 155	17 878
Meremäe	1 034	12 181	83	13 297
Misso	870	8 314	340	9 524
Mõniste	539	10 121	979	11 638
Rõuge	975	18 787	581	20 343
Sõmerpalu	973	14 463	54 271	69 707
Urvaste	1 399	11 939	121	13 459
Varstu	1 204	11 399	96	12 699
Vastseliina	1 726	17 149	1 213	20 088
Võru vald	3 150	48 320	11 486	62 956
Võru linn	9 697	67 422	28 446	105 565
KOKKU	26 483	275 826	103 398	405 707



Joonis 2.4 Soojuse tarbimine maakonnas tarbijagruppide lõikes

Kaugküte on soojuse tootmine ja võrgu kaudu jaotamine tarbijate varustamiseks soojusega kaugküttesüsteemi kaudu.

Kohalikul omavalitsusel, volikogul on tulenevalt Kaugkütteseadusest õigus määrata kaugküttepiirkond oma haldusterritooriumi piires.

Kaugküttepiirkond on üldplaneeringu alusel kindlaks määratud maa-ala, millel asuvate tarbijajagaldiste varustamiseks soojusega kasutatakse kaugkütet, et tagada kindel, usaldusväärne, efektiivne, põhjendatud hinnaga ning keskkonnanõuetele ja tarbijate vajadustele vastav soojusvarustus [6].

Kaugküttepiirkonnad on kehtestatud alljärgnevas omavalitsustes:

- a) Võru linnas kuulub kaugküttepiirkonda kolm eraldi võrgupiirkonda;
- b) Võru vallas Puiga, Parksepa ja Väimela alevikes.

Võrumaa 11 asulas on toimiv kaugküttevõrk. Alljärgnevas tabelis on toodud kaugküttevõrkude asukohad, tarbijate arv ja soojusenergia tarbimine.

Tabel 2.14 Kaugküte Võru maakonna omavalitsustes

Omavalitsus	Kaugküttesüsteemi asukoht	Operaator	Tarbijate arv	Tarbimine MWh/a
Antsla	Antsla, Antsla Gümnaasiumi katlamaja	SW Energia	4	1 441
	Vana-Antsla, Vana-Antsla Katlamaja	SW Energia	6	1 826
Lasva	Lasva	Lasva Liimpuit OÜ	3	593
Rõuge	Rõuge, Rõuge aleviku keskkatlamaja	OÜ Rõuge Kommunaalteenus	7	1090

	Sh. Viitina, Viitina katlamaja	OÜ Rõuge Kommunaalteenus, OÜ Karat-Real	2	421
Vastseliina	Vastseliina, Rahu tn katlamaja	OÜ VAKS	11	2 529
Võru vald	Puiga	OÜ Puiga Soojus	10	1 300
	Sh. Väimela	OÜ Termoexpert	16	4 287
	Sh. Parksepa	OÜ Par-Cal	17	3 470
Võru linn	Võru linn	AS Võru Soojus	216	62 137

Suurim tarbijate grupp kaugküttevõrgustikus on eratarbijad eelkõige kortermajad.

Tabel 2.15 Tarbimine omavalitsuste kaugküttevõrkudes tarbijate kaupa

Omavalitsus	Kaugküte, MWh			
	avalik sektor	elanikkond	ettevõtted, organisatsioonid	Kokku
Antsla	2320	630	53	3002
Haanja	0	0	0	0
Lasva	0	545	0	545
Meremäe	0	0	0	0
Misso	0	0	0	0
Mõniste	0	0	0	0
Rõuge	300	1051	38	1389
Sõmerpalu	0	0	0	0
Urvaste	0	0	0	0
Varstu	0	0	0	0
Vastseliina	754	1296	274	2324
Võru vald	3075	4704	525	8304
Võru linn	8321	40873	7911	57104
KOKKU	14769	49098	8800	72668

Kaugküttevõrkude osakaal maakonna soojusenergia tarbimises on 18% ja näiteks Võru linnas 54%. Mis on seletatav sellega, et tiheasustusosalal kriitilise arvu tarbijate olemasolul on optimaalseim lahendus kaugküte.

Kaugkütte trasside probleemseim osa on trasside kvaliteet. Maakonnas on enamuses trassidest vanad ja vajavad renoveerimist. Maakonnas tervikuna on kaugküttetrasse 33,4 km sellest eelisoleeritud toruga on 13,3 km, mis on 39,6% kõigist trassidest.

Lokaalsete süsteemide poolt toodetud soojusenergia tarbimine moodustab maakonnas 82%. Alljärgnevas tabelis on toodud soojusenergia tarbimine lokaalküttes tarbijagruppide lõikes.

Tabel 2.16 Soojusenergia tarbimine lokaalküttes tarbijagruppide kaupa

Omavalitsus	Lokaalküte, MWh			
	avalik sektor	elanikkond	ettevõtted, organisatsioonid	Kokku
Antsla	845	30 509	2 470	33 825
Haanja	823	10 797	105	11 726
Lasva	927	13 250	3 155	17 333
Meremäe	1 034	12 181	83	13 297
Misso	870	8 314	340	9 524
Mõniste	539	10 121	979	11 638
Rõuge	675	17 736	543	18 954
Sõmerpalu	973	14 463	54 271	69 707
Urvaste	1 399	11 939	121	13 459
Varstu	1 204	11 399	96	12 699
Vastseliina	971	15 853	939	17 763
Võru vald	75	43 616	10 961	54 652
Võru linn	1 377	26 550	20 535	48 461
KOKKU	11 714	226 728	94 597	333 039

Tabelis 2.15 on Sõmerpalu valla tarbimine suur seetõttu, et seal asub ja mõjutab tulemust AS Toftan.

Suurimad soojuse tarbijad maakonnas on tööstusettevõtted, kes kasutavad otseselt soojust tootmisprotsessis, ja koolihooned.

Tabel 2.17 Suurimad soojuse tarbijad Võru maakonnas

Ettevõte	Omavalitsus	Kütus	kütuse kogus tonnides	CO ₂ tonnides	Energia MWh
Toftan AS	Sõmerpalu vald	Puidujäätmed	27725	0	59054
Võru Juust AS	Võru linn	Põlevkiviõli	1209,86	3753,006	12825
Kuperjanovi ÜJP	Võru linn	Puiduhake	2690	0	5918
Barrus AS	Võru vald	Puidujäätmed	1223	0	2605
Cristella VT OÜ	Võru linn	Kerge kütteõli	225,171	688,880	2567
Kapa Puit OÜ	Lasva vald	Puidujäätmed	750	0	1598

Kaitsevägi	Võru vald	Kerge kütteõli	131,41	433,633	1498
Sirje AS	Võru linn	Puidujäätmed	640	0	1363
Atorat OÜ	Võru linn	Puiduhake	553	0	1217
Splitwood OÜ	Võru vald	Puidujäätmed	520	0	1108
Jumek AS	Lasva vald	Puidujäätmed	514	0	1095
Kortermaja Koreli 22	Võru linn	Kaugküte (puiduhake)	-	0	1095
Förmann NT AS	Vastseliina vald	Puidujäätmed	480	0	1022
Hesveka & Co AS	Võru linn	Puidujäätmed	468	0	997
Viljandi Aken ja Uks AS	Mõniste vald	Puidujäätmed	450	0	959
Abris AS	Võru linn	Süsi	128	303,675	922
Võru Kesklinna Gümnaasium	Võru linn	Kaugküte (puiduhake)	-	0	897
Võru Kreutzwaldi Gümnaasium	Võru linn	Kaugküte (puiduhake)	-	0	883
KÜ Jüri 80	Võru linn	Kaugküte (puiduhake)	-	0	856
Teede REV-2 AS	Võru vald	Põlevkiviõli	77,9	233,038	826
Kortemaja Lille 13	Võru linn	Kaugküte (puiduhake)	-	0	818

2.1.4 Energia tarbimine kokku

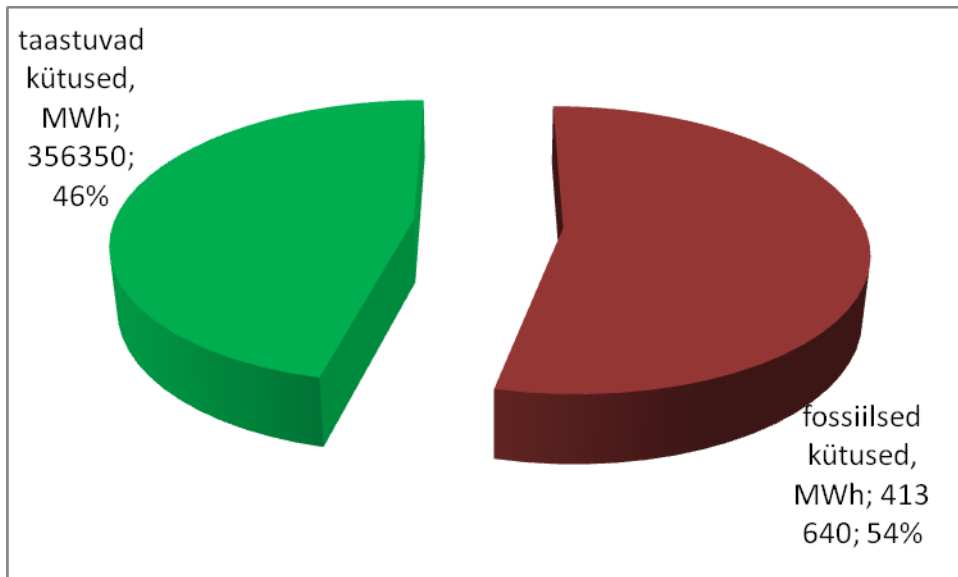
Võrumaa energiatarbimine oli 2010 aastal 769 973 MWh.

Tabel 2.18 Võrumaa energiatarbimine 2010 aastal kütuste allikate lõikes

Energialiik	Energiatarbimine, MWh	taastuvad kütused, MWh	fossiilsed kütused, MWh
Soojusenergia	405707	343 579	62146
Elektrienergia	141 903	12771	129131
Mootorikütused	222363	0	222363
KOKKU	769973	356350	413640

Tabelis 2.18 toodud elektrienergia tarbimises on arvestatud 9% taastuvaid allikaid (tuul ja biomass).

Kokkuvõttes tarbis Võru maakond 2010. aastal 46% ulatuses taastuvaid kütuseid (Joonis 2.5)

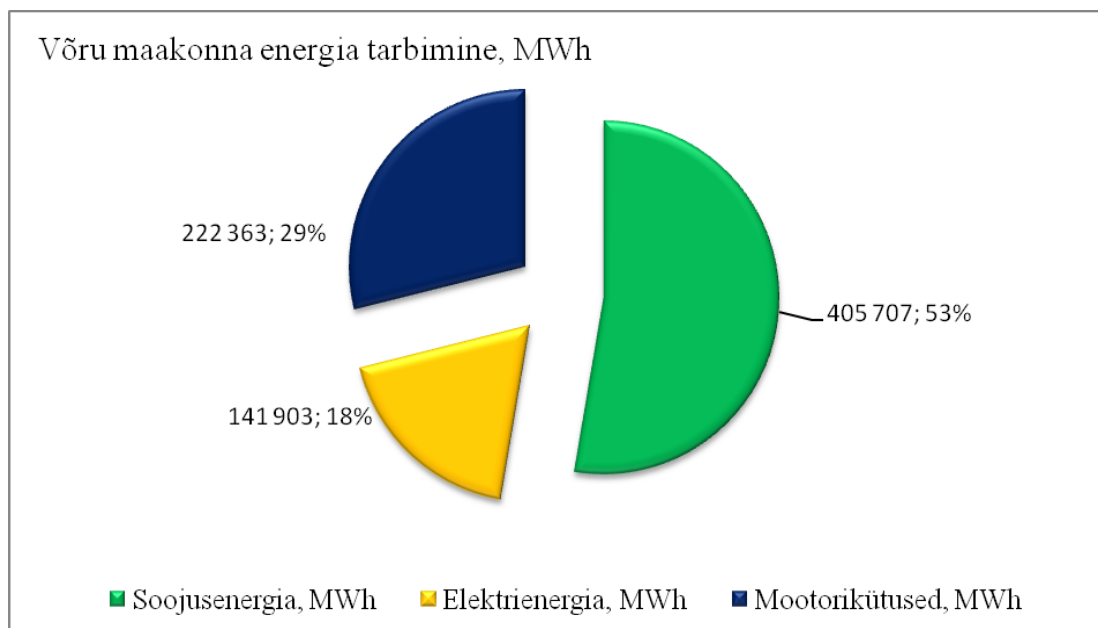


Joonis 2.5 Taastuvate kütuste osakaal tarbimises 2010. aastal

Energia tarbimine energialiigiti on toodud tabelis 2.19 ja seda illustreerib Joonis 2.6.

Tabel 2.19 Energia tarbimine liigiti 2010. aastal.

Energialiik	Kogus, MWh	Osakaal, %
Soojusenergia	405 707	53 %
Transpordikütuste energia	222 363	29 %
Elektrienergia	141 903	18 %
KOKKU energia tarbimine	769 973	100 %



Joonis 2.6 Võrumaa energia tarbimine liikide lõikes (2010)

Tabel 2.20 Energia tarbimine maakonnas 2010. aastal tarbijagruppide lõikes, MWh

Sektor	Soojus	Elekter	Mootorikütus
Avalik sektor	26 483	15 992	-
Elanikud	275 826	56 881	-
Muud	103 398	69 030	-
Kokku	405 707	141 903	222 363

Tabelis toodud elektrienergia andmed on saadud Eesti Energialt, soojuse andmed on saadud omavalitsustelt küsitlusankeetide vastuste ja ettevõtete poolt esitatud andmete alusel.

Elanikkonna soojusenergiatarbimist saab vaadelda veel kui kortermajade ja individuaalelamute (ühe- ja kahepereelamute) tarbimisena.

Kortermaju ja ridaelamuid on maakonnas kokku ehitusregistri andmetel (2010a) 764 elamut. Nende soojusenergia tarbimine on kokku 85 430 MWh mis moodustab 31% kogu elanikkonna soojusenergia tarbimisest.

3. Energia tootmine

Energiatootmine Võru maakonnas on peamiselt soojuste tootmine. Vähesel määral toodetakse ka elektrienergiat. Kokku toodeti 2010 aastal Võrumaal energiat 405 772 MWh.

Tabel 3.1 Võrumaal toodetud energia 2010 aastal

Energialiik	Toodetud kogus, MWh	Taastuvallikatest, MWh	Fossiilsetest allikatest, MWh
Soojusenergia	405 707	343579	62146
Elektrienergia	65	65	0
KOKKU	405772	343644	62146
		84,6 %	15,4%

Taastuvatest allikatest kõige levinum on biomass, mis moodustab ligi 100% kogu kütusest mida kasutatakse kohalikus energiatootmises, lisandub väikeses osas hüdroressurs. Nagu tabelist 2.21 näeb võib biomassi osakaaluks lugeda 85% kohalikus energiatoomises.

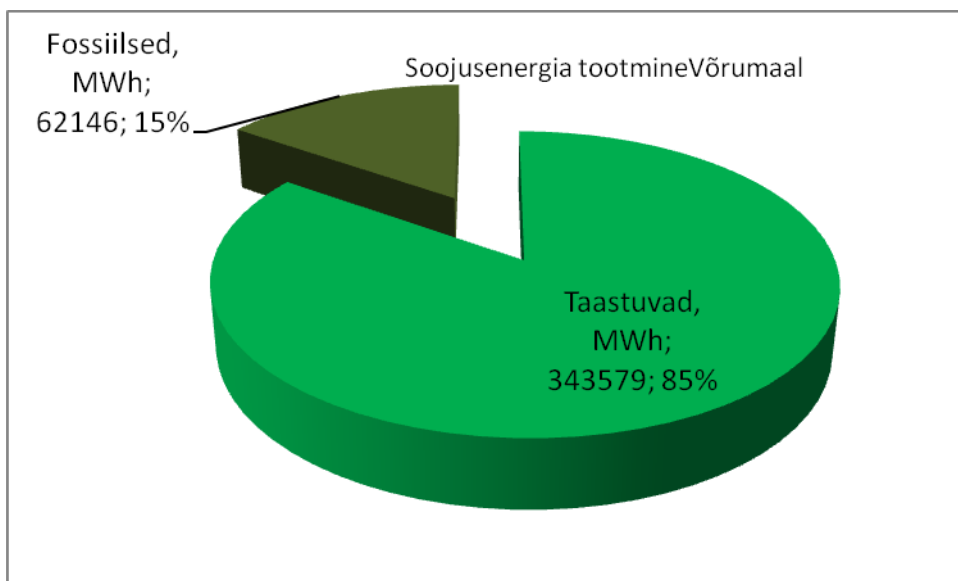
Võru maakonna on 43 ettevõtet (soojusenergiatootjat) kes omavad 0,3 MW või suurema võimsusega katlaid ning 5 võrku tootvat hüdrojaama. Sellest 28 soojusenergiatootjat toodavad soojusenergiat taastuvatest allikatest.

Lisandumas on Kurenurme päikseelektrijaam arvutusliku võimsusega 100 kW, mis alustab tööd 2012 suvel.

Soojaenergia tootmine

Soojusenergia tootmise võib võtta võrdseks soojuste tarbimisega, sest soojust toodetakse ise endale vastavalt tarbimisele. Erinevus on vaid kaugküttevõrkudesse toodetav energia kus soojusenergiat toodetakse võrku.

Kokku toodetakse Võrumaal 405 707 MWh soojusenergiat, millest 85%, 343579 MWh toodetakse taastuvatest allikatest. Peamiseks taastuvaks allikaks on biomass, vähesel määral ka maasoojus.



Joonis 3.1 Soojusenergia tootmine allikate lõikes.

Kaugküttevõrkudes toodetav/tarbitav energia on toodud eelpool Tabelis 2.13. Suurimad tootjad on suuremad ettevõtted ja kaugküttevõrgud.

Tabel 3.2 Maakonna kümme suuremat soojusenergia tootjat ja kasutatav kütus

Tootja	Omaavalitsus	Kütus
Võru Soojus AS	Võru linn	Kaugküte (puidujäätmed)
Toftan AS	Sõmerpalu vald	Puidujäätmed
Võru Juust AS	Võru linn	Põlevkiviõli
Kuperjanovi ÜJP	Võru linn	Puiduhake
SW Soojus OÜ	Võru vald	Puiduhake
Vee-Ekspert OÜ	Võru vald	Kaugküte (põlevkiviõli)
Par-Cal OÜ	Võru vald	Kaugküte (puiduhake)
Barrus AS	Võru vald	Puidujäätmed
Cristella VT OÜ	Võru linn	Kerge kütteõli
Vaks OÜ	Vastseliina vald	Kaugküte (puiduhake)

Elektrienergia tootmine

Eesti Energia Jaotusvõrk OÜ teeninduspiirkonnas asub 2010. aasta lõpu seisuga 66 elektrienergia tootjat, kelle toodang on 2010. aastal võrku antud. Nende hulgas on 17 Kagu-Eestis ja 5 Võru maakonnas. Suuremad Eestis tegutsevad elektrijaamad ja tuulepargid on ühendatud põhivõrguettevõtjaga Elering.

Tabel 3.3 Elektrienergia tootmine Kagu-Eesti maakondades ja Võrumaa valdades

Maakond	Vald	2008	2009	2010
Põlva		10 633	10 223	9 352
Valga		240	552	580
Võru		127	62	65
	Rõuge	2	12	16
	Lasva	45	44	26
	Sõmerpalu	80	6	23

Võrumaal tegutseb viis elektrienergia tootjat:

- Jüri Vakk – Saarlase külalistemaja
- Paidra vesiveski hüdroelektrijaam
- Ala-Rõuge Külalistemaja OÜ
- Maainvest OÜ – Utita veski
- Osühing Kakkoveski

Kõik Võrumaal tegutsevad elektrienergia tootjad, kes võrku elektrienergiat annavad, toodavad elektrienergiat hüdroenergia baasil.

Seega Võrumaal toodetud elektrienergiast 100% moodustab taastuvallikatest toodetud elekter.

Kütuste tootmine

Tabel 3.4 Kütuste tootmine Võrumaa ettevõtetes

Kütus	Ühik	2007	2008	2009	2010
Küttepuud	m ³	155 868	187 677	193 377	202 476
Puiduhake	m ³	140 147	101 523	162 445	279 026
Puitbrikett	T	11 795	4 501	4 152	4 562
Puidutööstusjäätmel	m ³	202 291	282 469	320 135	337 098
Puidugraanul	T	3 466	–	–	–
Biodiiseli	T	529	671	–	–

Kasutatud on statistikaameti andmeid. Arvestatud on valimis olevate juriidiliste isikutega ning seetõttu ei pruugi siin olla kõiki tootjaid.

CO2 emissioon

Võru maakonna metsamaadel oleva biomassi abil seotud süsiniku kogus 2010. aastal 181 034 000 tonni.

Alljärgnevas tabelis on kirjeldatud erinevate puuliikide biomassi kogus ja selle poolt seotud süsiniku kogus.

Tabel 3.5 Võrumaal 2010. aastal seotud süsiniku kogus puuliikide kaupa

Puuliik	Puitne biomass metsamaal	Seotud süsiniku kogus puitses biomassis metsamaal
Mänd	103561,88	52816,56
Kuusk	79044,38	40312,64
Kask	95809,17	45988,40
Haab	21474,42	10307,72
Hall lepp	29561,36	14189,46
Sanglepp	18425,06	8844,03
Remmelgas	4564,26	2190,84
Muu puu	13300,93	6384,45
Kokku	365741,47	181034,09

CO₂ emissioon, arvestades energia tootmisel kasutaud kütuseid, moodustas 2010. aastal 196 450 tonni

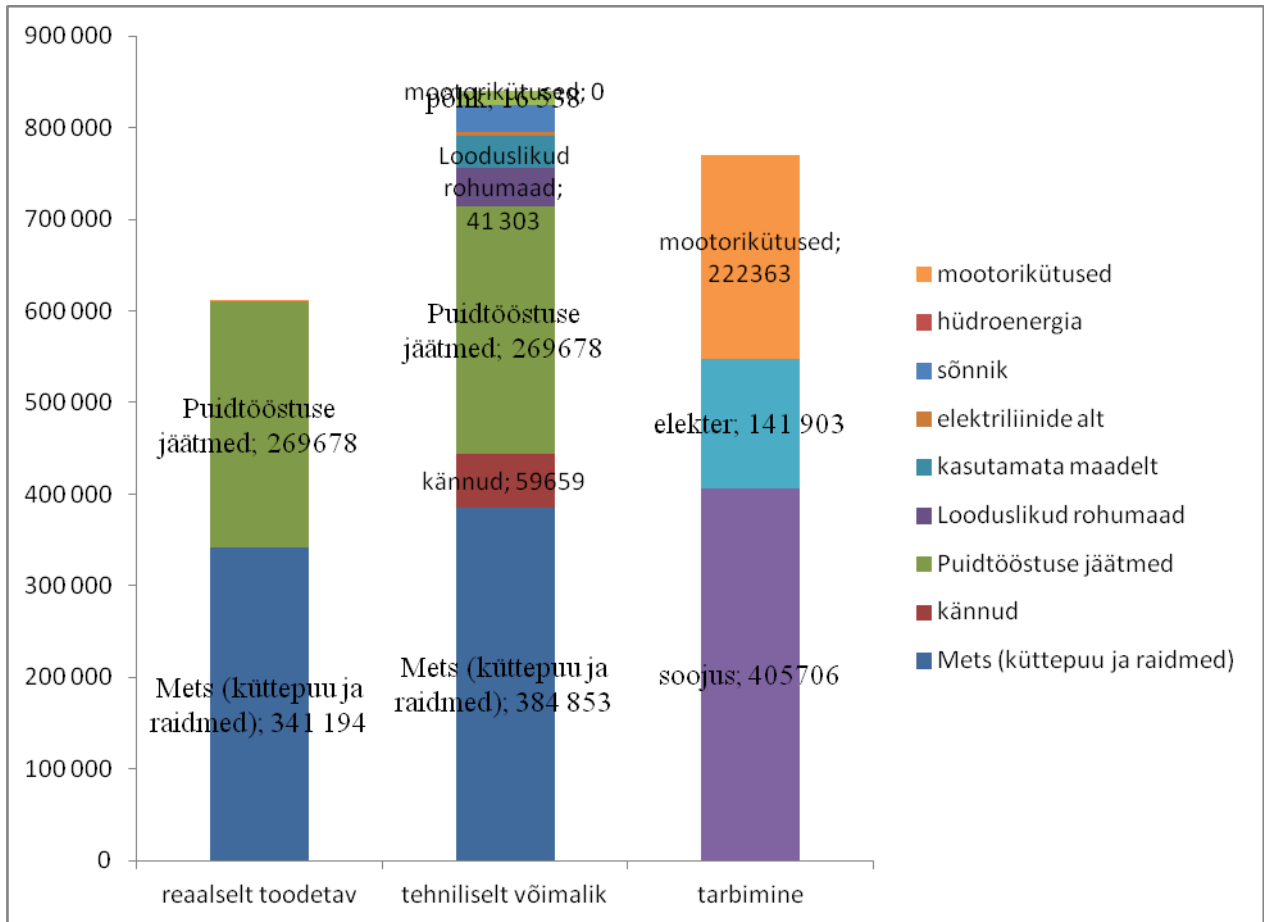
Tabel 3.6 CO₂ emissioon kütuste lõikes

	Põlevkiviõli tuh t	Kerge kütteõli tuh t	Diislikütus tuh t	Autobensiin tuh t	Elekter
Kogus	3	1	13	5	
Energia tarbimisel, MWh	32 526	11 676	151 788	59 770	141 903
CO₂ emissioon, t	9075	3117	40 527	14 883	128 847,9

Energiabilanss

Energiabilansi koostamise aluseks on maakonnas toodetud ja tarbitud energia. Bilanss näitab tasakaalu energia tootmiseks kasutatud ressursi ja tarbitud energia vahel.

Joonis 3.2 kirjeldab maakonna energiatarbimist ja ressursi olemasolu.



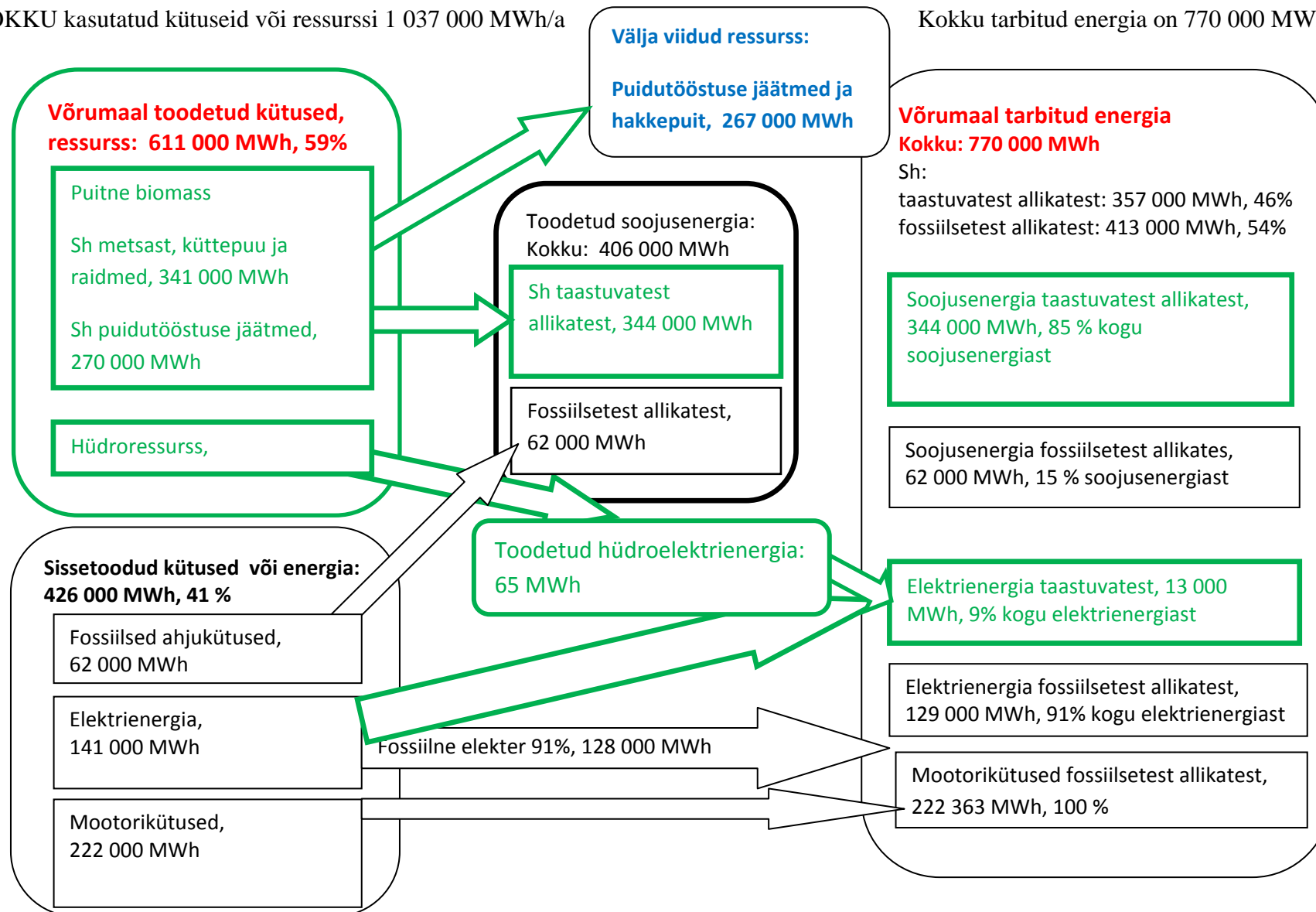
Joonis 3.2 Võru maakonna energiaressurss ja tarbimine, MWh

Joonisel on kirjeldatud reaalselt toodetav ressurss või kütus: küttepuu ja raidmed metsast ning puidutööstuse jäätmed. Teises tulpas on kirjeldatud võimalik, reaalselt kättesaadav nn tehniline ressurss tulevikus. Kolmas tulp iseloomustab maakonna tarbimist. Andmed on toodud energia ühikutes, MWh

Joonisel 3.3 on kujutatud lihtsustatud maakonna energiavoodiagramm, mis aitab selgitada energiaressursside ja energia kasutamist

KOKKU kasutatud kütuseid või ressursi 1 037 000 MWh/a

Kokku tarbitud energia on 770 000 MWh/a



Järeldused ja ettepanekud

- Energiatarbimine avaliku sektori hoonetes on kõrge, sest enamus hooneid on veel renoveerimata. Osa neist hoonetest renoveeritakse nn CO₂ kvoodi müügi rahadest, kuid siiski jääb veel palju renoveerimata hooneid. See annab võimaluse energiatarbimise vähendamiseks avalikus sektoris. EL leiab oma energiapoliitikas, et avalik sektor peab olema energiatõhususe tõstmisel eeskujuks ja on seadnud eesmärgi renoveerida avaliku sektori hooneid mahus 3% aastas.
- Kortermajad omavad samuti suurt potentsiaali energiatõhususe tõstmiseks. Hetkel ei ole Võrumaal ühtegi täielikult renoveeritud kortermaja. Eestis tervikuna ligi 200 kortermaja (veebruar, 2012). Saadav sääst oleks 20-30% sektori peale kokku.
- Kaugküttevõrkudes on seoses energiatarbimise vähenemise ja kütusehindade tõusuga tekkimas tugev surve hinnatõusuks.
- Hinnatõusu leevendamiseks kaugküttevõrkudes on üheks võimaluseks uute soojusenergiatarbijate lisandumine võrku või uute optimaalsemate ja efektiivsemate seadmete kasutuselevõtt. Mõlemad on kindlasti üheks koostöökohaks omavalitsuste ja kaugküttevõrkude operaatorite vahel. Võru linna näitel on võimalik laieneda Pika tänava tööstusettevõtteni.
- Võimalik on kaugkütteoperaatorite sisenemine energiasäästu turule. Operaator saab olla initsiaator ja peatöövõtja hoonete renoveerimisel ning uute küttesüsteemide lähedustesse investeerimisel, sealhulgas ka lokaalsete, kui see majanduslikult otstarbekamaks osutub. Kusjuures osutatud teenuse maksumus tuleks saavutatud energiasäästust ehk säästust saadav võit läheks jagamisele tellija ja teostaja vahel. See suurendab soojatootja vastutust ja seotust kogukonnaga.
- Elektri ja soojuse koostootmisjaamade rajamine on võimalik piirkondades, kus on tagatud pidev aastaringne soojakoormus. Eelkõige Võru linna kaugküttevõrgus, teatud toetusega ka Väimela, Parksepa ja Vastseliina kaugküttevõrkudes.
- Koostootmisjaamade rajamine on võimalik ka tootmisettevõtetes kus on pidev soojaenergia vajadus nagu Toftan, Barrus jt puidutootmisettevõtted, kes kasutavad puidukuivateid ja omavad puidujäätmeid.
- Ühistranspordi ja avaliku sektori kasutuses oleva transpordi üleviimine taastuvale transpordikütusele annab võimaluse edendada maakonnas ka mootorikütuste tootmist biomassist.