Puitkütuste ja puitkütuseks sobiliku toorme kasutus Eestis

(Lõpparuanne)

Tellija: SA Erametsakeskus

Koostajad: Tallinna Tehnikaülikool, Eesti Maaülikool

Tallinn-Tartu

2013

SISUKORD

0 SISSEJUHATUS 5

1 PUITKÜTUSE KASUTUSELEVÕTU RIIKLIKE EESMÄRKIDE TÄITMISE ANALÜÜS, VÕIMALIKE PUUDUSTE ANALÜÜS 6

1.1 EL ENERGIA- JA KLIIMAPOLIITIKAST SEONDUVALT BIOMASSI ENERGEETILISE KASUTAMISEGA 6
1.2 EL JA EESTI EESMÄRKIDEST SEOSES TAASTUVATE ENERGIAALLIKATE KASUTAMISEGA 11
1.3 ARENGUKAVAD 12

2 PUITKÜTUSTE TOORAINE SENISE KASUTUSE (ALATES AASTAST 2000) JA PERSPEKTIIVSE VAJADUSE (KUNI AASTANI 2020 KAASA ARVATUD) ANALÜÜS ERINEVATE PUITKÜTUSE LIIKIDE JÄRGI 19

2.1 EESTIS ASUVATE ÜLE 300 KW MAKSIMAALSE SOOJUSTOOTMISE VÕIMSUSEGA KATLAMAJAD NING SOOJUSE VÕI ELEKTRI JA SOOJUSE KOOSTOOTMISEGA TEGELEVAD KOOSTOOTMISJAAMAD 19
2.2 KAUGKÜTTE KATLAMAJAD. OLEMASOLEVAD JA POTENTSIAALSED SOOJUSE JA ELEKTRI KOOSTOOTMISJAAMAD 22
2.3 PUITKÜTUSEL TÖÖTAVAD KATLAMAJAD NING SOOJUSE JA ELEKTRI KOOSTOOTMISJAAMAD EESTIS 25
2.4 PUITTOORME KASUTUS MITTEKÜTUSELISTEL EESMÄRKIDEL 26

3 PUIDUENERGIA KASUTAMISE SUURENDAMISE SOOVITUSTE JA ABINÕUDE TERVIKLIKE SKEEMID 27

3.1 PUITKÜTUSTE TOOTMISEKS KASUTATAVA TOORME (RAIEJÄÄTMED, MADALAKVALITEEDILINE LEHTPUU, MUU) OSAKAAL AASTATE LÕIKES 27
3.2 OLEMASOLEVAD JA TULEVASED ASUMID EESTIS, KUHU ON OODATA KUNI AASTANI 2030 INIMASUSTUSE TIHEDUST MÄÄRAL, ET SEAL ON KÕIKI SOTSIAALMAJANDUSLIKKE TEGUREID ARVESTADES KASULIK RAKENDADA KAUGKÜTET 32
3.2.1 Eesti kaugküttesüsteemid ja nende olukord 32
3.2.2 Kaugküttesüsteemides kasutatavad kütused, soojuse hinnad 32
3.2.3 Kaugküttesüsteemide kestlikkus 33
3.2.4 Kaugkütte arengutrendid 37
3.3 OLEMASOLEVATE PUITKÜTUSTE KASUTUSELEVÕTTU TOETAVATE MEETMETE ANALÜÜS PUITKÜTUSE TOORME VARUMISE, PUITKÜTUSE TOOTMISE JA VÄIKEKATLAMAJADES NING KOOSTOOTMISJAAMADES KASUTAMISE KOGU TARNEAHELA OSAS 39
3.3.1 Toetused puitkütuste tootmiseks ja kasutamiseks Eestis. 39
3.3.2 Toetused puitkütuste tootmiseks ja kasutamiseks EL liikmesriikides 46
3.3.3 Lühiülevaade energiapuidu tootmise ja kasutamise toetamisest Soomes. 48
3.3.4 Võimalike ohtude väljatoomine hakkpuidu tootmise ja kasutamise jaoks 50
3.4 SOOVITUSI JA ABINÕUSID KOHALIKELE OMAVALITSUSTELE VIIMAKS VÄIKEKATLAMAJU ÜLE PUITKÜTUSELE 51

4 PUIDUENERGEETIKAGA SEONDUVATE TÖÖKOHTADE DÜNAAMIKA EESTIS ALATES AASTAST 2000 (METSANDUS, PUIDUTÖÖSTUS, PUIDU KASUTUSEGA SEOTUD ENERGEETIKA) JA PROGNOOS KUNI AASTANI 2020 (KAASA ARVATUD) 53

5 ERINEVATE SOOVITUSTE JA ABINÕUDE TERVIKLIKE SKEEMIDE VÄLJATÖÖTAMINE PUIDUENERGIA KASUTAMISE SUURENDAMISEKS NII SISERIIKLIKULT KUI EKSPORDIKS SH RIIKLIKE TOETUSTE KOMPLEKSSE SKEEMI VÄLJATÖÖTAMINE 57

5.1 SOOVITUSI JA ABINÕUSID PUITKÜTUSTE VARUMISE TÕHUSTAMISEKS 57
5.2 SOOVITUSI JA ABINÕUSID KOHALIKELE OMAVALITSUSTELE VIIMAKS VÄIKEKATLAMAJU ÜLE PUITKÜTUSELE 60
5.3 METSAOMANIKE, PIIRKONDLIKE METSAÜHISTUTE, ETTEVÕTJATE JA KOHALIKE OMAVALITSUSTE TEGEVUSE AKTIVEERIMINE KORRALDAMAKS PUITKÜTUSTE TOORAINE VARUMIST ERAMETSADEST, SH VÄHEVÄÄRTUSLIKEST LEHTPUUPUISTUTEST JA NOORENDIKE HOOLDUSRAIETEST NING KOOSTÖÖ TÕHUSTAMISEKS PUITKÜTUSTE KASUTAMISEL 61

6 SOOVITUSI TEGEVUSTEKS 62

6.1 METSARESSURSI OMANIKE (ERAMETSAOMANIK, METSAÜHISTU, ETTEVÕTJA, RMK) AKTIVEERIMINE JA NENDE TEADLIKKUSE TÕSTMINE. 62

6.2 PUITKÜTUSE KASUTUSELEVÕTUKS SOBIVATE TEHNOLOOGILISTE LAHENDUSTE VÄLJAPAKKUMINE ... 62
6.2.1 Tehnoloogilised lahendused puitkütuste tootmiseks ... 62
6.2.1.1 Tüvestehake ... 62
6.2.1.2 Puu sektsioonide ja kogupuu tehnoloogiad ... 63
6.2.1.3 Hakkpuit raiejäätmetest ... 63
6.2.1.4 Kändude juurimise, kogumise ja töötlemise tehnoloogiad ... 65
6.2.2 Hakkpuitu kasutavate katlamajade tehnoloogiad ... 65
6.2.2.1 Põletustehnoloogiad ... 65
6.2.2.2 Hakkpuidu ladustamise ja edastamise viisid ... 68
6.2.2.3 Hakkpuidu transpordi ja edastamise seadmed ... 69
6.2.2.4 Tahkete osakeste püüdmine suitsugaasidest ... 74
6.2.2.5 Pelletite kasutamisel rakendatavad tehnoloogiad ... 75
6.2.2.6 Halupuude ja briketi rakendustehnoloogiad ... 77
6.2.2.7 Puitkütuste gaasistustehnoloogiad ... 81
6.3 VAJALIKU FINANTSEERIMISSKEEMI KIRJELDUS AASTATE LÕIKES KUNI AASTANI 2020 KOOS PERIOODI ÜLDHINNANGUGA 2020 – 2030 ... 88
6.4 EDASISED TEGEVUSED FOOKUSGRUPIGA, KELLELE TULEB PERIOODIL 2014-2020 PÖÖRATA ENIM TÄHELEPANU ... 89
6.5 ERAMETSAKESKUSE KUI KOMPETENTSIKESKUSE JA RIIKLIKE TOETUSTE RAKENDUSÜKSUSE VÕIMALIK ROLL TOETUSMEETMETE ELLUVIIMISEL ... 89

7 KONKURENTSISITUATSIOON PUITKÜTUSTE TOORME TURUL ... 91

7.1 TOORME RESSURSS EESTIS TERVIKUNA JA MAAKONDADE LÕIKES ... 91
7.2 KONKUREERIVAD TARBIJAD PUITKÜTUSTE TURUL ... 101
7.3 HINNAMUUTUSTE JA -PROGNOOSIDE KIRJELDUSED ... 103

8 PERSPEKTIIVSEID TEHNOLOOGIAID PUIDU BAASIL TOODETAVATE VEDELKÜTUSTE (BIOÕLID, BIOETANOOL) VALMISTAMISEKS ... 106

8.1 LIGNOTSELLULOOSNE TOORAINE (Ü. KASK, 2013) ... 106
8.2 LIGNOTSELLULOOSSE MATERJALI BIOKEEMILINE MUUNDAMINE VEDELKÜTUSTEKS (Ü. KASK, 2013) ... 107
8.3 LIGNOTSELLULOOSSE MATERJALI TERMOKEEMILINE MUUNDAMINE VEDELKÜTUSTEKS (Ü. KASK, 2013) ... 108
8.4 PERSPEKTIIVSEID TEHNOLOOGIAID PUIDU BAASIL TOODETAVATE VEDELKÜTUSTE (BIOÕLID, BIOETANOOL) VALMISTAMISEKS ... 113
8.5 HINNATASE JA MUUD TEGURID, MILLE JUURES ÜLEMINEK FOSSIILSETELT VEDELKÜTUSTELT BIOÕLIDELE OLEKS MAJANDUSLIKULT MÕISTLIK, VÕIMALIKUD RIIKLIKUD TOETUSSKEEMID ... 117
8.6 PÕLEVKIVIÕLI KASUTAVATE KATELDE PUIDU BAASIL TOODETAVATELE VEDELKÜTUSTELE ÜLEVIIMISE MAKSUMUS 2013.A DETSEMBRI SEISUGA ARVESTADES KÕIKI KULUSID JA SOTSIAALMAJANDUSLIKKU MÕJU ... 119
8.7 PUIDU BAASIL TOODETAVATE VEDELKÜTUSTE TERVIKLIK VÄÄRTUSAHEL JA LOGISTIKASKEEM ... 120
8.8 PUIDU BAASIL TOODETAVATE VEDELKÜTUSTE LEGAALNE STAATUS JA KASUTAMISEKS VAJALIKUD LOAD ... 122

9 ERINEVATE KÜTTEVIISIDE OMAVAHELINE VÕRDLUS ... 125

9.1 ÜHEPEREMAJA KÜTTEVARIANDID ... 125
9.2 18 KORTERIGA ELAMU KÜTTEKULU ... 128
9.2.1 Hoone andmed ... 128
9.2.2 Maasoojuspump ... 129
9.2.3 Õhk-vesi soojuspump ... 130
9.2.4 Halupuit ... 130
9.2.5 Pellet ... 130
9.2.6 Kerge kütteõli ... 130
9.2.7 Maagaas ... 130
9.2.8 Elekter ... 130
9.2.9 Kokkuvõte ... 130

10 HAKKPUIDUKATLAMAJA NÄIDISARVUTUS ... 133

10.1 BIOKÜTUSEKATLA VALIK HALJALA ALEVIKU KAUGKÜTTESÜSTEEMI JAOKS ... 133
10.2 HAKKPUIDUKATLAMAJA TASUVUSARVUTUSE MUDEL ... 142

11 JUHTUMIUURINGUD ... 144

11.1 OMAVALITSUSTE EDUSAMMUD FOSSIILKÜTUSTELT BIOKÜTUSTELE ÜLEMINEKUL 144
11.1.1 Saateks 144
11.1.2 Konkurentsiameti seisukohad väikeste kaugküttevõrkude kohta 145
11.1.3 Edukas/ebaedukas omavalitsus, kus on viidud/ei ole viidud soojuse tootmine üle fossiilsetelt kütustelt puitkütustele 147
11.1.3.1 Räpina linna ühtne kaugküttevõrk 147
11.1.3.2 Tabivere kaugküttevõrk 149
11.1.3.3 Muhu Liiva küla kaugküttevõrk 150
11.1.3.4 Vana-Võidu katlamaja 152
11.2 ERI RIIKIDE EDUSAMMUD PUITKÜTUSTE KASUTUSELEVÕTUL VIIMASE 20 AASTA JOOKSUL 153

12 KASUTATUD KIRJANDUS 159

13 LISAD 160

0 SISSEJUHATUS

Käesolev uurimis-arendustöö „Puitkütuste ja puitkütuseks sobiliku toorme kasutus Eestis“ valmis SA Erametsakeskus tellimisel ja Keskkonnainvesteeringute Keskuse rahalisel toel Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika instituudi ja Eesti Maaülikooli maaehitus- ja metsandusinstituudi spetsialistide töö tulemusel 2013. aastal.

Käesolevale lõpparuandele 31.12.2013 eelnesid vahearuanded seisuga 31.07.2013. ja 31.10.2013. Kõiki vahearuannetes esitatud materjale lõpparuandes enam ei kajastatud (nt alapunktis „Puittoorme ressurss Eestis tervikuna ja maakondade lõikes“ ei korratud enam mahukat ressursihindamise metoodikat).

Uurimis-arendustöö koosneb 12 peatükist, milles viimases esitatakse kogu tööst laiendatud kokkuvõte ja lühike inglise keelne resümee (*Summary*). Laiendatud kokkuvõte võib olla ka eraldi levitatav, et tavalugejat mitte koormata mahukate ülevaadete ja analüüsidega.

Aruande koostamisel osalesid Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika instituudist Ülo Kask, Sulev Soosaar, Livia Kask, Villu Vares, Siim Link ja Iige Brempel ning Eesti Maaülikooli maaehitus- ja metsandusinstituudist Peeter Muiste ja Allar Padari.

Töö koostajad on tänulikud Keskkonnaametile ja Arengufondile, kelle kaasabil saadi palju vajalikke lähteandmeid Eesti kaugkütte katlamajade ja katelde kohta, Konkurentsiametile, Statistikaametile, Eesti Jõujaamade ja Kaugkütteühingule, kellelt saadud andmeid ja materjale on töös kasutatud. Kasutatud on ka TTÜ ja EMÜ varasemaid töö temaatikaga seotud materjale ja uuringute aruandeid.

Meie tänu kuulub ka SA Erametsakeskus juhatuse liikmele Jaanus Aun’ale ja arengunõunikule Indrek Jakobson’ile, kellega sujus meie koostöö aruande valmimisel.

1 PUITKÜTUSE KASUTUSELEVÕTU RIIKLIKE EESMÄRKIDE TÄITMISE ANALÜÜS, VÕIMALIKE PUUDUSTE ANALÜÜS

1.1 EL energia- ja kliimapoliitikast seonduvalt biomassi energeetilise kasutamisega

EL energiapoliitika lähtub eelkõige asjaoludest, et fossiilsete energiaallikate kasutamine põhjustab kliimamuutusi ning suur osa energiaallikatest (2011. a 54%, s.h umbes 60% vedelkütuste toorainest ning umbes 30% maagaasist) imporditakse väljastpoolt Euroopa Liitu. Seega ühest küljest on energiapoliitika peamiseks ajendiks kliimamuutustest tulenevad riskid, teiselt poolt tegurid, mis on seotud kütuste tarnekindluse, tõusvate hindade ning ülemaailmse konkurentsiga fossiilkütuste ressursside pärast.

EL praeguse energiapoliitika põhialused on kokku lepitud Lissaboni lepingus, kus prioriteetidena on määratletud:

- energia siseturu toimimine,
- energiaga varustamise kindlus,
- energia tõhus kasutamine ja sääst ning uute ja taastuvate energiaallikate kasutamise edendamine,
- energiavõrgustike integreerimine ning ühendamine.

Praegune energia- ja kliimapoliitiline raamistik põhineb kolmel peamisel eesmärgil (nn 20-20-20 eesmärgid), mida soovitakse ELs 2020. aastaks saavutada:

- vähendada kasvuhoonegaaside heidet võrreldes 1990. aasta tasemega 20%,
- saavutada taastuvate energiaallikate osakaaluks energia lõpptarbimises 20%,
- primaarenergia tarbimist tuleks vähendada 20% (võrreldes prognoosiga, mis ei arvesta meetmeid vaid lähtub tavaarengu jätkumisest).

Käesolevaks ajaks on saavutatud järgmist:

- 2011. aastal oli kasvuhoonegaaside heide ELs 1990. aasta tasemest ligikaudu 16% madalam, samas kui SKP kasvas 1990. aastaga võrreldes 48%,
- 2011. aastal moodustas taastuvenergia osakaal energia lõpptarbimisest 13,0%,
- primaarenergia tarbimise tipp jäi aastatesse 2005/2006, mil tarbiti ligikaudu 1825 Mtoe, praeguseks on see näitaja vähenenud ja jõudnud 2011. aastaks tasemeni 1698,1 Mtoe.

EL õigusaktidest sätestab biomassi kui taastuva energiaallika kasutamist eelkõige direktiiv 2009/28/EÜ[1]. Selle direktiiviga kehtestati EL raamistik taastuvenergia kasutamise edendamiseks ja püstitati taastuvenergia kasutuselevõtu kohustuslikud riiklikud eesmärgid, et suurendada 2020. aastaks taastuvenergia osakaalu energia lõpptarbimises 20%-ni ja taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaalu transpordisektoris 10%-ni. Need on majanduskasvu strateegia *Euroopa 2020*[2] peamised eesmärgid, sest aitavad edendada Euroopa tööstusinnovatsiooni ja tehnoloogiaalast juhtpositsiooni ning vähendada heidet, parandada

[1] EK nõudis 30.05.2013 ametlikult, et Eesti võtaks meetmeid, tagamaks taastuvenergiat käsitlevate ELi eeskirjade järgimise täies mahus saates Eestile põhjendatud arvamuse (rikkumismenetluse käsitlemise teine etapp) kuna Eesti ei ole teavitanud komisjoni taastuvenergiadirektiivi (2009/28/EÜ) täielikust ülevõtmisest. Liikmesriigid pidid taastuvenergiadirektiivi rakendama hiljemalt 5. detsembriks 2010.

[2] COM(2010) 2020. Euroopa 2020. aastal. Aruka, jätkusuutliku ja kaasava majanduskasvu strateegia.

energiavarustuse kindlust ja vähendada sõltuvust energiaimpordist. Samuti nähakse direktiiviga ette taastuvenergia kasutamisega seotud haldusmenetluste lihtsustamine ja elektrivõrgu täiustamine, et parandada taastuvatest energiaallikatest toodetud elektri kättesaadavust. Direktiiviga kehtestati biokütuste ja vedelate biokütuste terviklik säästlikkuskava, mis sisaldab kohustuslikke järelevalve- ja aruandlusnõudeid.

Kuna biomassi põletamisel eralduva CO_2 koguseid kokkuleppeliselt kasvuhoonegaaside heite hulka ei arvestata, siis on oluline esile tuua, et 2011. aastal kinnitas Euroopa Ülemkogu veelkord EL-i kaugemat eesmärki vähendada kasvuhoonegaaside heidet 2050. aastaks 80–95% võrreldes 1990. aasta tasemega, kui seda teevad kõik arenenud riigid. Antud eesmärki kinnitavad 2011. aasta alguses avaldatud Euroopa Komisjoni teatis *Konkurentsivõimeline vähese CO_2-heitega majandus aastaks 2050 – edenemiskava* (COM(2011) 112) ja 2011. aasta lõpus avaldatud teatis *Energia tegevuskava aastani 2050* (COM(2011) 885). Peamised nendes kavades esitatud järeldused on järgmised:

1) Vähendamaks 2050. aastaks kasvuhoonegaaside heitkogust 80–95%, mis vastab tööstusriikide ühiselt võetud vähendamiskohustusele, mille abil loodetakse saavutada rahvusvaheliselt kokkulepitud eesmärki piirata ülemaailmset soojenemist 2 °C, tuleb ELi kasvuhoonegaaside heite taset vähendada 1990. aasta tasemega võrreldes 40%.
2) Taastuvenergia osakaalu suurendamine, energiatõhususe parandamine ning parema ja arukama energiataristu loomine EL energiasüsteemi ümberkujundamiseks.
3) Prognooside kohaselt peaksid energiahinnad tõusma 2030. aastani, vaatamata sellele, kas energiasüsteemi CO2 heidet suudetakse oluliselt vähendada või mitte. See on põhiliselt tingitud sellistest investeeringute tegemisest energiasüsteemi, mida oleks vaja teha igal juhul.

ELs on selge raamistik ja indikatiivsed ning siduvad eesmärgid kliima- ja energiapoliitika juhtimiseks aastani 2020, kuid pikaajaliste (aastani 2030) eesmärkide saavutamiseks on uus raamistik kokku leppimata. Käesoleval aastal algaski ELs diskussioon uute, 2030. aasta siduvate energia- ja kliimapoliitika eesmärkide üle. Märtsis 2013. a astus Euroopa Komisjon (EK) esimesed sammud, et välja töötada ELi kliima- ja energiapoliitika raamistik kuni aastani 2030. Võeti vastu vastav roheline raamat (COM(2013) 169), millega alustati avalikku arutelu 2030. aastani ulatuva poliitika sisu üle. Ühtlasi avaldas EK konsultatiivse teatise, milles käsitletakse süsinikdioksiidi kogumise ja säilitamise edasist arengut Euroopas ning algatatakse arutelu selle üle, kuidas tagada asjaomaste poliitikasuundade õigeaegne väljatöötamine. Lisaks sellele võttis komisjon vastu aruande, milles antakse hinnang liikmesriikide edusammudele 2020. aasta taastuvenergiaeesmärkide saavutamisel, ning aruanded ELis tarbitud biokütuse ja vedelate biokütuste säästlikkuse kohta.

Rohelises raamatus esitatud põhieesmärkideks on kasvuhoonegaaside heite vähendamine, energiavarustuse tagamine ning majanduskasvu, konkurentsivõime ja töökohtade arvu suurendamine kõrgtehnoloogilise ning kulutõhusa lähenemisviisi kaudu. Arutelu kestis 2. juulini 2013. Seejärel kavatseb EK liikmesriikide, ELi institutsioonide ja sidusrühmade seisukohtade alusel 2013. aasta lõpuks välja töötada ELi kliima- ja energiapoliitika raamistiku aastani 2030. Kavade kohaselt peab kliima- ja energiapoliitika olema läbipaistev ja edendama innovatsiooni ning suurendama nii investorite kindlustunnet kui ka nõudlust vähese CO_2-heitega tehnoloogia järele, mis aitaks parendada Euroopa majanduse konkurentsivõimet, jätkusuutlikkust ja energiajulgeolekut.

Biomassi, kui põletamisel kokkuleppeliselt CO_2-vaba kütuse, kasutamist mõjutab nii otseselt kui kaudselt olukord kasvuhoonegaasidega (KHG) toimuva heitmekaubanduse rahvusvahelisel turul. EL heitmekaubanduse (ETS) reeglites (direktiiv 2003/87/EÜ) on

toimunud suured muutused (direktiiv 2009/29/EÜ ja otsus 406/2009/EÜ). Uue korra kohaselt eraldatakse alates 2013. aastast ETSs osalejatele saastekvoodid reeglina enampakkumistel. Kui seni olid elektritootjad saanud KHG heitkvooti tasuta, siis nüüd tuleb suurte põletusseadmete tööks (elektri ja/või soojuse tootmiseks) hakata heitmekvooti ostma oksjonilt, mille tulu laekub riigieelarvesse. Siiski on ka siin võimalikud ajutised erandid, sest elektrisüsteemide kaasajastamiseks võivad liikmesriigid, kes täidavad direktiivi 2003/87/EÜ artikli 10c tingimused, eraldada saastekvoote ajavahemikus 2013–2019 tasuta. Tasuta eraldatavatele saastekvootidele vastava summa peab ettevõtja investeerima vastava taristu ajakohastamisse ning puhtasse tehnoloogiasse. Eestis on olukord selline, et EK kiitis 2012. aasta esimesel poolel heaks Eesti taotluse tasuta KHG saastekvootide eraldamiseks perioodil 2013–2020. Eesti elektrijaamadele võimaldati kogu perioodiks tasuta kokku 21,6 miljonit saastekvoodiühikut. Tasuta eraldatavate kvootide arv väheneb iga aastaga ja jõuab nulli 2020. aastal. Näiteks Eesti Energiale eraldatakse aastatel 2013–2020 Auvere elektrijaama kahe energiaploki ehituse finantseerimiseks kokku 18 mln t tasuta kvoote. EK hindas Auvere elektrijaamale antavate kvootide väärtuseks umbes 308 mln eurot. Kuna CO_2 kvoodi hind on turul äärmiselt kõikuv, on tegu arvestusliku, prognoosipõhise numbriga ning Eestile eraldatavate kvootide hinnanguliseks summaarseks turuväärtuseks kokku on ligikaudu 371 mln eurot. Kui mitte otseselt, siis kaudselt mõjutab selline olukord biomassi (puidu) kasutamise mahtu Narva Elektrijaamades, mis siiski kõige otsesemalt sõltub taastuvelektri toetusskeemi muutmisest lähitulevikus.

Olukord KHG heitmekaubanduse turul ELs mõjutab biomassi energeetilist kasutamist ka sõltumata kvootide erandina tasuta eraldamisest. Peamiseks mõjuriks on seejuures kvoodi hind turul. Viimasel ajal on CO_2 heitmekvoodi hinnad ELi kvoodikaubanduses langenud nii madalale[3], et kaubanduses osalevatel ettevõtjatel puudub stiimul hakata kasutama taastuvaid energiaallikaid.

Viimastel aastatel on seoses biomassi säästlikkuse arvestamisega tõusnud teravalt päevakorda maakasutuse võimaliku muutumise arvestamine. Uuringud on näidanud, et maakasutuse kaudsest muutusest (*ILUC – indirect land use change*) tulenev heide võib erinevate lähteainete puhul suuresti erineda ja nullistada osaliselt või täielikult üksikute biokütustega saavutatud kasvuhoonegaaside heite vähendamise võrreldes nende poolt asendatavate fossiilsete kütuste heitega.

Direktiivides 2009/28/EÜ (taastuvenergia direktiiv) ja 98/70/EÜ (kütusekvaliteedi direktiiv) on küll ette nähtud säästlikkuskriteeriumid, sealhulgas kasvuhoonegaaside heite vähendamise miinimumläved, kuid seejuures ei võeta arvesse maakasutuse kaudsest muutusest tulenevat maa süsinikuvaru muutust. Kuna direktiivides kutsutakse komisjoni üles koostama aruannet maakasutuse kaudse muutuse mõju kohta kasvuhoonegaaside heitele ja vajaduse korral soovitama meetmeid selle minimeerimiseks, siis võttis komisjon 22. detsembril 2010 vastu teatise[4], milles võetakse kokku selles valdkonnas alates 2008. aastast peetud arutelude ja tehtud analüüsi tulemused. Osutatud aruandes tegi komisjon kindlaks terve rea ebaselgeid asjaolusid ja piiranguid, mis esinevad maakasutuse kaudsest muutusest tuleneva mõju olemasolevate arvmudelite puhul ja nentis, et maakasutuse kaudne muutus võib kahandada kasvuhoonegaaside heite vähendamist, mis saavutatakse biokütustega, ning soovitas selle küsimuse lahendamisel lähtuda ettevaatusprintsiibist.

[3] 2013. a juunis ja juulis on kvoodi hind kõikunud taseme 4 €/t CO_2 ümber, olles jaanuaris 2013 langenud kogu kauplemise aja madalaimale tasemele – 2,81 €/t CO_2. Võrdluseks võib märkida, et energiamajanduse prognooside koostamisel on seni tavaliselt kasutatud hinnatasemeid 10, 15 ja 20 või 30 €/t CO_2.
[4] COM(2010) 811

Oktoobris 2012 avaldati EK ettepanek[5] direktiivide 2009/28/EÜ ja 98/70/EÜ muutmise kohta, mille eesmärk on alustada üleminekut biokütustele, millega saab saavutada olulist kasvuhoonegaaside heite vähendamist ka siis, kui võetakse arvesse maakasutuse kaudsest muutusest tingitud heidet. Ettepaneku eesmärgiks on muu hulgas:

- piirata panust, mille tavalised biokütused (millega kaasneb maakasutuse kaudsest muutusest tingitud heite oht) annavad taastuvenergia direktiivis püstitatud eesmärkide saavutamisse;
- parandada täiustatud biokütuste (mille puhul maakasutuse kaudsest muutusest tingitud heide on väiksem) omaksvõttu turul, nii et taastuvenergia direktiivi eesmärkide saavutamiseks kasutataks suuremas ulatuses tavaliste asemel täiustatud biokütuseid;
- täiustada kasvuhoonegaaside heitest aruandmist nii, et liikmesriike ja kütusetarnijaid kohustatakse biokütuse puhul teatama maakasutuse kaudsest muutusest tingitud hinnangulist heidet.

Kuna ettepaneku eesmärgiks on ka kaitsta juba tehtud investeeringuid kuni aastani 2020, siis ei võeta selles seisukohta biokütuste rahalise toetamise tegelike vajaduste kohta enne aastat 2020. Samas arvab EK siiski, et pärast 2020. aastat ei tuleks subsideerida biokütuseid, mis ei anna olulist kasvuhoonegaaside heite vähendamist (kui võetakse arvesse ka maakasutuse kaudsest muutusest tingitud heidet) ja/või on toodetud toidu ja loomasöödana kasutatavatest põllukultuuridest.

Direktiivide muutmise ettepaneku peamised momendid, mis seostuvad käesoleva uuringuga, on võib kokku võtta järgmiselt:

- toidukultuuridest, näiteks teraviljast ja muudest rohkesti tärklist sisaldavatest põllukultuuridest, suhkru- ja õlikultuuridest valmistatud biokütuste ja vedelate biokütuste panust taastuvenergia direktiivi kohaste eesmärkide saavutamisse piiratakse tarbimise praeguse tasemega, seadmata piiranguid nende kogutarbimisele;
- kehtestatakse nõue anda aru maakasutuse kaudsest muutusest tuleneva süsinikuvaru muutusega seotud hinnangulise heite kohta, võttes aluseks parimad teaduslikud andmed, et arvutada biokütuste ja vedelate biokütuste kogu olelusringi jooksul saavutatav kasvuhoonegaaside heite vähendamine.

Tuleb märkida, et maakasutuse kaudsest muutusest tuleneva heite hinnangulist muutumist nähakse ette arvutada modelleerimisega, kuid see sõltub palju modelleerimise raamistikust ja eriti tehtud eeldustest ning sellest tulenevalt võivad tulemused oluliselt varieeruda.

Kokkuvõtteks tuleb märkida, et eelnimetatud ettepanekus esitatavate meetmetega piiratakse panust, mille saab taastuvenergia direktiivis sätestatud eesmärkide saavutamisse anda tavaliste biokütustega. Praeguseks ajaks ei ole nimetatud ettepanek veel vastu võetud ja seega on direktiivid 2009/28/EÜ ja 98/70/EÜ jõus endisel kujul.

Siiski võib arvata, et probleemid seoses maakasutuse muutumise kaudsete mõjudega võivad kasvada olulisteks eelkõige seoses EL impordiga, eelkõige näiteks pelletite massilise impordiga arengumaadest. Kui sellist võimalust ei piirata, võib see lisaks ILUC-efektile tekitada madalast hinnast tingituna tõsiseid majandusprobleeme meie puidutööstusele.

Eesti oludes võib ILUC-mõjuga seoses tekkida probleeme näiteks põllumajanduslikust kasutusest välja jäänud maade metsastamisel või nende kasutusevõtust kas kiirekasvuliste puittaimede ehk nn energiavõsa (*short rotation coppice*) või lühikese raieringiga metsa (*short*

[5] COM(2012) 595

rotation forest) kasvatamiseks. Selliste kavade korral tuleb kindlasti arvesse võtta ILUC-mõju kasvuhoonegaaside heite bilansile.

Seoses biomassi kasutamise laiendamisega on üha laiemalt hakatud lisaks säästlikkuse kriteeriumidele tõstatama ka nn kaskaadkasutuse (*cascade use*) küsimust. Kaskaadkasutuse põhimõte seob kasutusprioriteedid väärindamise taseme ja korduvkasutuse võimalusega. Kui biomassi vaadata laiemalt, siis on kõrgeima prioriteediga kasutamine inimtoiduks, seejärel loomasöödaks jne. Puidu kasutamisel on kõrgeimal positsioonil kasutamine tööstuse toormaterjalina, järgmisena taaskasutamine (*re-use*) ja uuesti ringlussevõtt (*recycling*). Alles seejärel aktsepteeritakse puidu kasutamist kütusena, s.t põletamist.

Eriti teravalt on seda küsimust tõstatatud EL-s seoses säästlikkuskriteeriumide arvestamisega taastuvenergia osatähtsuse arvutamisel. Korduvkasutuse teguri (*cascade factor*) arendamisega puidu tarbimisel on hakatud viimastel aastatel intensiivsemalt tegelema ka teadusuuringutes. Näiteks Hamburgi Ülikooli professor dr Udo Mantau on arvutanud/hinnanud kogu EL puidukasutuse korduvkasutuse keskmiseks teguriks 2010. aastal 1,57[6].

Küsimust on nii otseselt kui kaudselt arutatud ka Euroopa komisjoni ja Parlamendi poolt. Parlamendi aruteludes leiti, et sellise põhimõtte rakendamine „biomassi püramiidis“ peaks viima biomassi hierarhilise, aruka ja efektiivse lisaväärtust andva kasutuseni, millega kaasneks ka arengut toetavad uuringud kogu ahela ulatuses. Siiski ei ole selles küsimuses konsensusele jõutud, sest mitmes arutelus on rõhutatud vajadust kaskaadkasutuse põhimõtet mitte lahutada majanduslikust kontekstist.

Ka laiemalt on sellise põhimõtte võimalik juurutamine tekitanud ulatusliku diskussiooni. Põhimõtte vastaste argumentide hulgas on näiteks järgmised väited:

- kaskaadkasutuse kohustuslikuks tegemine oleks vastuolus turumajanduse põhimõtetega;
- kui metsaomanikul puudub võimalus müüa puitu tööstusele töötlemiseks, siis annab energiakasutus võimaluse puitu siiski realiseerida ja saadud tulu lubab jätkata oma metsa majandamist;
- bioenergeetilist kasutust tuleb lugeda siiski lisaväärtust andvaks kasutuseks, eriti tingimustes, kus fossiilkütuste hinnad pidevalt tõusevad;
- mitmed uuringud on näidanud, et Euroopas on biomassi ressurss suur ja seda saab kasutada erineval otstarbel.

Näitamaks puidu otseselt kütusena kasutamisega seonduvaid probleeme seoses säästlikkuse kriteeriumiga võib siinkohal lisada veel küsimused, mis on tõstatatud biokütuste alastel aruteludel. Euroopa Komisjoni egiidi all teostatud ülevaateuuring[7], kus analüüsitakse mitmeid aastatel 2009–2012 läbi viidud uuringuid, seab teatud juhtudel kahtluse alla puidu energiakasutuse arvestamise kasvuhoonegaaside heite vähendamise eesmärgil. Äärmusliku näitena viidatakse USA praktikale, kus Massachusettsi osariigi taastuvenergia paketi reeglites ei lubata taastuvressursina arvestada energeetilise kasutamise otstarbel raiutud puitu.

Käesoleva aasta septembris uuendatud EL Metsastrateegias (COM(2013)659, A new EU Forest Strategy: for forests and the forest- based sector) siiski jätkuvalt rõhutatakse puidu energeetilist tähtsust - metsa biomass annab umbes poole EL taastuvenergia tarbimisest praegu. Ja taastuvenergiadirektiivi (2009/28/EÜ) 20% taastuvenergia eesmärgi saavutamisel

[6] U. Mantau, U. Wood flows in Europe (EU27). Project report. Celle 2012.

[7] Carbon accounting of forest bioenergy. Conclusions and recommendations from a critical literature review. Edited by: Luisa Marelli. European Commission. Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport. 2013.

on biomassi osatähtsuseks kavandatud ca 42%. Sel juhul puidu kasutamisemaht energeetilisel otstarbel saavutab taseme, mis vastab praegusele metsaraie mahule.

1.2 EL ja Eesti eesmärkidest seoses taastuvate energiaallikate kasutamisega

EL praegusel energia- ja kliimapoliitikal on kolm peamist eesmärki, mida soovitakse saavutada aastaks 2020:

1) vähendada kasvuhoonegaaside heidet võrreldes 1990. aasta tasemega 20%,
2) saavutada taastuvate energiaallikate osakaaluks energia lõpptarbimises 20%,
3) primaarenergia tarbimist tuleks vähendada 20% (võrreldes prognoosiga, mis ei arvesta meetmeid vaid lähtub tavaarengu jätkumisest).

Nimetatud eesmärkidest lähtudes on liikmesriikidele direktiiviga 2009/28/EÜ kohustuslikult määratud ainult taastuvallikate osatähtsuse nõue – 25% aastaks 2020. Selle summaarse eesmärgi saavutamise konkreetsete teede valik on jäetud liikmesriikide pädevusse. Siiski on sätestatud üks nimetatud eesmärgi komponentidest – biokütuste osakaal transpordis kasutatava bensiini ja diislikütuse tarbimisest peab jõudma kohustusliku miinimumeesmärgini 10%, mille kõik liikmesriigid peavad saavutama aastaks 2020, tehes seda kulutõhusal viisil.

Kasvuhoonegaaside vähendamine on kavandatud saavutada kasutades põhiliselt EL KHG kaubanduse (ETS) süsteemi, mis põhines esimestel perioodidel eraldatud ja kolmandal perioodil (2013–2020) valdavalt enampakkumisel müüdavatel saatekvootidel. Siiski on kehtestatud eesmärgid ETS süsteemist välja jäävate ettevõtete KHG heite mahtudele. Vastavalt EL otsusele 406/2009/EÜ on Eestile selles osas kehtestatud 2020. a KHG heitkoguse piirmääraks +11% (võrreldes aastaga 2005), mis seega tähendab, et lubatud on heitemahu kasv.

Primaarenergia tarbimise osas ei ole liikmesriikidele konkreetseid eesmärke seatud. Küll on Eesti seadnud endale riikliku eesmärgi energia lõpptarbimise taseme osas – mitte ületada 2020. aastal 2010. a vastavat taset.

Eesti energiamajanduse peamised eesmärgid, mis on seotud EL kliima- ja energiapoliitikaga, on esitatud tabelis (vt Tabel 1.1) koos vahe-eesmärkide ja 2011. aastaks saavutatud näitajatega.

Tabel 1.1 Eesti üldiseid eesmärke energiamajanduse valdkonnas

Eesmärk	Algtase	Tase 2011	Vaheeesmärk 2015	Eesmärk 2020
Taastuvallikate osakaal energia lõpptarbimises	18,9% (2008)	25,7%	23,6%	25,0%
Energia lõpptarbimise tase, ktoe	2818 (2010)	2 761	2 986	2 818
KHG heitkogus ETS-välises sektoris, tuh t CO_2 ekv.	5467 (2005)	6 021	6 156	6 269

1.3 Arengukavad

Bioenergia tootmise edendamisega on Eestis tegeletud tõsisemalt alates 2006. aastast, kui rakendus *Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007–2013*. *Kütuse ja energiamajanduse pikaajaline riiklik arengukava aastani 2015* (valmis aastal 2004) oli Eestile 2010. aastaks kehtestanud riikliku eesmärgi suurendada taastuvelektri tarbimise osakaalu 5,1%-ni. Alates 1.05.2007. rakendus elektrituru seaduse muudatus, millega suurendati taastuvallikatest toodetud elektri kokkuostuhinda. Sellise toetuse mõjul suurenes taastuvelektri osatähtsus 2010. aastaks juba 15,9%-ni. Osatähtsuse edasisele tõusule aitas kaasa biokütusel koostootmisjaamade rajamine. Järgnevatel aastatel vastuvõetud energeetika valdkonna arengut käsitlevates arengukavades pööratakse taastuvenergeetika, seal hulgas ka bioenergeetika, arendamisele järjest suuremat tähelepanu. Biomassi (sh puitkütuste) kasutamise edasine arendamisvajadus on eesmärgiks seatud mitmes valdkondlikus strateegilises arengudokumendis.

Kõige üldisema raamistiku seab Riigikogu poolt vastu võetud (14.09.2005) *Eesti säästva arengu riiklik strateegia – Säästev Eesti 21*, mis toetab taastuvatel loodusressurssidel põhineva energia tootmise osakaalu kasvu.

Käesoleval ajal on Eesti energiasektorile kõige olulisem arengudokument Riigikogu poolt kinnitatud (otsus 15.06.2009) *Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020* (EnMAK2020), mille eesmärgiks oli siduda omavahel valdkonna spetsiifilised arengukavad (*Eesti elektrimajanduse arengukava 2008–2018, Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2008–2015, Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007–2013, Eesti energiasäästu sihtprogramm 2007–2013*) ning anda energiapoliitika üldsuunad kuni aastani 2020. Arengukava jaguneb kolme eesmärgi vahel, mis kõik toetavad arengukava missiooni tagada Eestis pidev, tõhus, keskkonda säästev ja põhjendatud hinnaga energiavarustus ning säästlik energiakasutus. Arengukava visiooni kohaselt tõhus ja innovaatiline energiasektor toetab Eesti säästvat ja tasakaalustatud arengut.

Märgitakse, et tulenevalt EL taastuvenergia direktiivist tuleb koostada taastuvenergia tegevuskava, milles kavandatakse tegevused direktiiviga seatavate eesmärkide ja vaheeesmärkide saavutamiseks.

Kavas nenditakse, et vedelkütuste hinnatõus maailmaturul on endaga kaasa toonud ka puitkütuste ja turba hinnatõusu. Samas on need kodumaised kütused järjest konkurentsivõimelisemad soojuse- ja elektriturul. Nende ressursside senine eksport on järjest enam asendumas kodumaise tarbimisega. Rõhutatakse, et lähiaastatel valmivad mitmed uued puitu, turvast ja ka jäätmeid kasutavad koostootmisjaamad[8], mis suurendavad oluliselt nõudlust nende ressursside järele, mis omakorda võib viia veelgi nende ressursside kallinemisele. Ka potentsiaalne puidujäätmete põletamine Narva põlevkivikateldes aitab kaasa elektritootmise keskkonnamõju vähenemisele. Energiabilansi mitmekesisuse, keskkonnakaitse, tööhõive ja turu stabiilsuse huvides on oluline nende kodumaiste energiaressursside kasutuse suurendamine. Põlevkivi kasutamine elektritootmiseks väheneb järkjärgult, andes rohkem võimalusi põlevkiviõli ja -kemikaalide tootmiseks.

Arengukavas EnMAK2020 tõdetakse, et 2005. aastal moodustas põlevkivi Eesti sisemaises energiabilansis (st energiatoodete eksporti arvestamata) 45%, kuid energiajulgeoleku- ja kliimakaalutlustest lähtuvalt ei ole otstarbekas ühe fossiilse energiaallika sedavõrd suur osakaal riigi energiabilansis, mis on seotud varustuskindluse, keskkonnakaitseliste ja

[8] Praeguseks on töös koostootmisjaamad Pärnus, Tallinnas (Väo) ja Tartus.

energiaturu riskidega. Seetõttu peetakse vajalikuks suurendada teiste energiaallikate osakaalu energiabilansis, kuid varustuskindluse tagamiseks tuleb arendada ka põlevkivienergeetikat.

Tahkete biokütuste osas on oluline, et sihiks seati taastuvenergia üldise osakaalu suurenemine (25% aastaks 2020) energia lõpptarbimises, mis on ka EL poolt Eestile seatud indikatiivne eesmärk. Samuti võeti eesmärgiks energiasektori süsinikdioksiidi heitmeid aastaks 2020 vähendada kaks korda (7,85 mln t CO_2; 2007. a 15.7 mln t).

Valitsuse korraldusega (nr. 74, 26.02.2009) kinnitatud *Eesti elektrimajanduse arengukava aastani 2018* eesmärgiks on seada üldised pikaajalised arengusuunad pideva, säästliku ja põhjendatud hinnaga elektrivarustuse tagamiseks Eestis. Taastuvenergia osas viidatakse TTÜ uuringutele[9], mille kohaselt avaldub Eesti taastuvenergia potentsiaal eeskätt bioenergial baseeruvas elektri ja soojuse koostootmises ning tuuleenergias. Arengukavas tuuakse välja puidu (puiduhakke) kasutamise võimalus põlevkivi keevkihtkateldes. Selle tulemusel väheneksid kokkuleppeliselt ka CO_2 heitmed. Põlevkivielektri osatähtsus ei tohiks aastaks 2018 ületada 70%. Sellele peaks kaasa aitama üldiseks suuniseks seatud taastuvelektri osakaalu kasvatav trend elektri brutotarbimises, mille kohaselt see pidi moodustama aastaks 2010 vähemalt 5.1% (mis on/oli ka EL poolt Eestile seatud indikatiivne eesmärk[10]) ja aastaks 2015 vähemalt 15%.

Konkreetselt taastuvale bioenergiale on suunatud *Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007–2013* (kinnitatud Valitsuse korraldusega nr 34, 25.01.2007), mille eesmärgiks on luua kodumaise biomassi ja bioenergia tootmise arenguks soodsad tingimused eesmärgiga vähendada Eesti sõltuvust imporditavatest ressurssidest ja fossiilsetest kütustest ning sellega kaasnevalt vähendada survet looduskeskkonnale. Arengukava eesmärk laiendada biomassi kasutamist energia toorainena ühtib energiamajanduse arengukava eesmärgiga tagada pidev energiavarustus energiaallikate mitmekesistamise ning ühtlasema jaotusega energiabilansis. Konkreetseteks eesmärkideks (aastaks 2013) biomassi energeetilise kasutamise osas seati:

- taastuvallikatest toodetud soojuse osatähtsus kogu kaugküttesoojuses 33%;
- biokütustel põhineva koostootmiselektri osa elektri sisetarbimises 3%.

Tuleb märkida, et eelnimetatud arengukava on mitmes aspektis küllaltki aegunud, kuid uuendatud seda seni ei ole. Küll on võetud vastu (Valitsuse korraldus nr 452, 26.11.2010) üldisem *Eesti taastuvenergia tegevuskava aastani 2020*, mis osaliselt uuendab 2007. a biomassi ja bioenergia arengukava mõnda aspekti. Sellise kava (ingl k *National renewable energy action plan – NREAP*) koostamist nõudis EL kõigilt liikmesriikidelt andes ette ka vastava vormi (otsus 2009/548/EÜ). Vastavalt direktiivile 2009/28/EÜ peab iga liikmesriik oma tegevuskavas sätestama riiklikud eesmärgid seoses taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaaluga 2020. aastal transpordi-, elektri-, soojus- ja jahutussektoris tarbitud energias, võttes arvesse teiste energiatõhususega seotud poliitikameetmete mõju energia lõpptarbimisele.

Kõige üldisema eesmärgina fikseeritakse Eesti tegevuskavas taastuvatest energiaallikatest toodetava energia osakaal summaarses energia lõpptarbimises: 2020 – 25% (2005 – 18%). Sellele vastab tegevuskava kohaselt toodetud energiakogus 863 tuh toe (35 PJ), mis omakorda eeldab aasta 2020 kogutarbimiseks 3451 tuh toe (144 PJ).

---

[9] TTÜ uuringud „Taastuvate energiaallikate osakaalu tõstmise võimalused elektri tootmisel Eestis" (2003), ja „Taastuvatest energiaallikatest toodetud elektrienergia kasutamise edendamine" (2005, 2007)

[10] Tegelik taastuvelektri osatähtsus elektri sisemaises brutotarbimises aastal 2011 oli 12,7%.

Tegevuskavas rõhutatakse, et taastuvenergia osakaalu suurendamine nõuab laiemat biomassi kasutuselevõttu, mis omakorda pakub võimalusi maapiirkondade majandustegevuse mitmekesistamiseks biomassi varumise ja esmase töötlemise näol. Toetudes mitmete uuringute tulemustele tuuakse tegevuskavas biomassi energiakasutuse kohta järgmised põhimomendid:

- Eesti metsadest võiks raiuda igal aastal 12–15 mln tm puitu, millest traditsioonilist küttepuitu on umbes 30% (3,6–4,5 mln tm).
- Seni on vähe raiutud lehtpuuressurssi, eriti halli leppa. Vähe kasutatakse raiejäätmeid, mille moodustavad peened ladvaotsad ja oksad.
- Lisaks on võimalik kütteks kasutada kändusid, mida on seniajani täielikult metsa jäetud. Eesti metsadest võiks igal aastal saada 480 tuhat tm okaspuukände.
- Puitkütuste energeetilise potentsiaali hindamisel tuleb lisaks metsast saadavatele puitkütustele arvesse võtta ka mittemetsamaadelt (elektriliinide, kraavide, teede jm trassid, pargid, aiandid jne) raiutav biomass. Sellise puidu toodang on suhteliselt tagasihoidlik kuna tegemist on looduslike aladega, kus suurem osa kasvavast biomassist on rohtne. Metsi läbivate elektriliinitrasside alla jäävalt alalt (u 98 tuh ha), oleks võimalik saada keskmiselt u 42 tuh t puitu (521 TJ energiat).
- Eesti saetööstustes tekkiva saepuru, puiduhakke ja muude puidujäätmete koguseks on hinnatud 500 tuh tm.

Rõhutatakse, et PRIA toetusõiguslikel põllumassiividel on toetustaotlusteta ehk tinglikult kasutamata maad 286 tuhat ha, millest 123 tuhat ha moodustab täielikult kasutamata maa. Arvestades kasutamata põllumaade pindala suurust ei ole rikutud maade kasutamist biomassiressursside ulatuslikumaks kasutuselevõtuks arutatud. Väljaspool PRIA massiive paiknevaid põllumajandusmaid on umbes 147 tuhat hektarit. Need areaalid on valdavalt väga väikese keskmise suurusega, sageli võsastunud looduslikud rohumaad ning seetõttu energiakultuuride efektiivseks kasvatamiseks sobib sellest maast vähene osa. Energiakultuuride kasvatamiseks ja biomassi toodangu suurendamiseks on aga oluline reserv hetkel toetustaotlustega kaetud, kui äärmiselt ekstensiivselt majandatava põllumajandusmaa näol.

Elektri osas on esitatud stsenaarium, mille kohaselt kasvab biomassist (eristamata tahket biomassi ja biogaasi) toodetava elektri tootmine Eestis järgmiselt (vt Tabel 1.2. Biomassist toodetud energia kogupanuseks lõpptarbimisse oodatakse 607 ktoe[11].

Tabel 1.2 Biomassist elektri tootmise stsenaarium 2010–2016, GWh

2005 (tegelik)	**2010**	**2011**	**2012-2014**	**2015-2020**
33	241	307	336*	346*

** – iga-aastased toodangud*

Metsanduse arengut suunav praegu kehtiv alusdokument *Eesti metsanduse arengukava aastani 2020* kiideti Riigikogus heaks 15. veebruaril 2011. Arengukava põhieesmärk on tagada metsade tootlikkus ja elujõulisus ning mitmekesine ja tõhus kasutus. Kava kohaselt ei

[11] Tegelikult on toimunud palju kiiremad muutused, eriti elektri tootmise osas, sest juba 2011. aastal toodeti biomassist 783 GWh elektrit (s.h 740 GWh puidust).

tohiks puidu kasutamine pikas perspektiivis ületada metsa juurdekasvu, suurendada tuleks metsauuendustööde mahtu ja range kaitse alla tuleks võtta vähemalt 10% metsamaa pindalast. Arengukava punktis 3.3. märgitakse, et

> *"Puidu energiaallikana kasutamine aitab leevendada kliimamuutust, sest sellega asendatakse fossiilkütuseid, parandatakse energiasektori sõltumatust välistoorainest, suurendatakse tarnekindlust ja luuakse maapiirkondades uusi töökohti. Puidu kui taastuva energiaallika kasutamine energia tootmiseks kasvab lähiaastatel oluliselt, kuna ehitamisel on mitu puitu tooraineks kasutavat koostootmisjaama. Puidust energia tootmise kasvu korral võib kohalik tooraineturg regiooniti pingestuda, kuna kasvab nõudlus sarnase kvaliteediga puidukiu järele".*

Arengukavas rõhutatakse, et direktiiv 2009/28/EÜ taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta seab eesmärgiks, et aastaks 2020 peab Eestis taastuvenergia osakaal kogu energiatarbimisest olema 25%. Arengukava punktis 3.3. märgitakse, et energia tootmiseks vajatakse aastaks 2020 ligi 1/3 – 1/2 võrra rohkem puitu. Energiakasutuse aspektist on konkreetseks kvantitatiivseks eesmärgiks seatud puitkütuste kasutamise suurendamine energiatootmiseks – viies selle 22 PJ-lt (2009) tasemele 30 PJ (717 tuh toe) aastas[12].

Eesti maaelu arengukava 2007-2013 (MAK), täiendatud 2012, puitkütuste kasutamise probleemidele olulist tähelepanu ei pööra. Märgitakse vaid, et „metsaressursi mitmekülgne ja jätkusuutlik majandamine" on oluline. MAK 2007–2013 raames rakendatavatest meetmetest alammeede 1.4.3 (Investeeringud bioenergia tootmisse) puitkütuste tootmisega seotud investeeringuid ei toetanud. Meetme 1.5 (Metsade majandusliku väärtuse parandamine ja metsasaadustele lisandväärtuse andmine) raames oli võimalik taotleda toetusi uute toodete, töötlemisviiside ja tehnoloogiate soetamiseks ja kasutuselevõtmise arendusprojektidele, sealhulgas ka biokütuste tootmiseks mittestatsionaarsete seadmete või masinate (puidujäätmeid tekkekohal koguv, töötlev tehnika) ja puidugraanulite, puitbriketi, puusöe ning hakkepuidu valmistamiseks kasutatavate statsionaarsete seadmete või masinate soetamisega.

Praegu koostatavas *Eesti maaelu arengukavas 2014-2020* pööratakse biokütuste ja sealhulgas puitkütuste tootmise ja kasutamise probleemidele suuremat tähelepanu.

Üldisematest poliitilistest arengudokumentidest võib seoses energiakasutuse arengusihtidega mainida *Konkurentsivõime kava Eesti 2020* (seni viimane versioon 25.04.2013), milles rõhutatakse, et lähiaastatel tuleb tähelepanu pöörata elektri, mootorikütuste ja muude kütuste kokkuhoiule kodumajapidamistes. Kavandatakse jätkata korterelamute energiasäästu investeeringuid ning laiendada riigipoolseid meetmeid ka eramajade energiasäästu edendamiseks. Kokkuhoiu potentsiaaliks hinnatakse tööstuses 30% soojuse ja 10% elektri osas. Käesoleva uuringu raames tuleb rõhutada, et neid momente on vaja otseselt arvesse võtta puitkütuste vajaduse prognoosimisel. Kaudsemat mõju avaldab ka kavas rõhutatu, et EL heitkoguste kauplemissüsteemi uuel perioodil tuleb keskenduda kauplemissüsteemi väliste sektorite energia- ja ressursisäästu edendamisele. Innovaatiliste investeerimisskeemide kaudu tuleb toetada tööstusettevõtete ja EL heitkogustega kauplemise süsteemi mittekuuluvate ettevõtete ressursi- ja energiatõhususe parandamist ning CO_2 vähendamist soodustavaid meetmeid. Neist viimane meetmete grupp peaks soodsalt mõjuma ka puitkütuste kasutamisele.

Konkurentsivõime kavas tuuakse esile, et Eesti looduslikud tingimused toetavad metsa- ja põllumajandusmaa kasutamise tõhustamist, mis loob eeldused taastuvressursside edasiseks

[12] Seega – kasv 36,4%. 30 PJ vastab ligikaudu 4 mln tihumeetrile puitkütusele.

väärindamiseks ja kasutamiseks nii toiduainete- ja puidutööstuses kui ka energeetikas. Rõhutatakse, et puidu kui taastuvressursi kasutuselevõttu tuleb kestliku kasutusmahu piires lihtsustada. Valdkonna teadus- ja arendustegevus peaks otsima lahendusi, kuidas Eestis olemasolevat biomassi väärindada ehk toota sellest võimalikult suure väärtusega tooteid.

Ka *Vabariigi Valitsuse tegevusprogramm 2011 – 2015* näeb energiajulgeoleku peatükis ette Eesti energiatootmise ja -tarbimise portfellis kodumaiste taastuvate energiaallikate osa suurendamise ning suure süsinikujäljega energiaallikate osakaalu vähendamise. Samas rõhutatakse, et kavas on taastuvenergia tootjatega läbi räägitud taastuvenergia toetuste määra vähendamine olemasolevate projektide osas, pidades silmas õiguskindluse põhimõtet, Eesti energiapoliitika eesmärke ning võimalikult väikest mõju tarbija rahakotile ja uutele projektidele taastuvenergia toetuste määra ülevaatamine, sh energiaallikate lõikes diferentseerimise ning elektri turuhinnast sõltuvusse seadmise[13].

Kuna nii Eesti energeetikas kui kogu majanduses on viimastel aastatel toimunud olulisi muutusi, siis on tekkinud vajadus koostada energiamajanduse valdkonna jaoks uus kaasajastatud arengukava. *Energiamajanduse arengukava aastani 2030* (edaspidi EnMAK2030) koostamise ettepanekus tuuakse välja energiamajanduse pikaajalise arengukava koostamise vajadus, energiamajandusega seotud probleemid erinevates majandusvaldkondades, arengukavas käsitletavad stsenaariumid, stsenaariumide võrdlemise ja mõju hindamise põhimõtted, näidatakse arengukava koostamise põhimõtted ja ajakava, samuti arengukava koostamise korraldus ja arengukava ulatus.

EnMAK2030 on kavandatud asendama järgmisi praegu kehtivaid arengukavu:

- Eesti elektrimajanduse arengukava aastani 2018;
- Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava aastateks 2007-2013;
- Eesti eluasemevaldkonna arengukava 2008-2013.

Koostamisel olev EnMAK2030 peab ka määrama lähtekohad arengukavadele, mida tuleb EL õigusest tulenevalt esitada Euroopa Komisjonile: taastuvenergia tegevuskava taastuvenergia direktiivi 2009/28/EÜ alusel; energiasäästu tegevuskava ja hoonete renoveerimise kava energiasäästudirektiivi 2012/27/EL alusel.

EnMAK2030 koostamise ettepanekus rõhutatakse, et energiamajanduse suure osatähtsuse tõttu majandusele tervikuna tuleks ümber vaadata ka energiamajanduse arengukava koostamise eesmärk. Seni on energiamajandust kavandades lähtutud vaid energiamajanduse kui majandusvaldkonna eelistustest, keskendudes energiajulgeolekule, elektrisüsteemi tehniliste nõuete täitmise tagamisele ja kohati ka energiahindade kujunemisele. Energiamajanduse mõjude hindamine ressursikasutusele, inimese tervisele ja majandusele tervikuna on seni jäänud kvalitatiivsete hinnangute tasemele. Uue arengukava koostamise käigus kavatsetakse pöörata lisaks energiasüsteemi tehniliste nõuete täitmisele varasemaga võrreldes enam rõhku just tehtavate valikute kvantitatiivsete mõjude hindamisele, võrreldes erinevaid vaatluse all olevaid alternatiivseid stsenaariume peamise hindamiskriteeriumi alusel: mõju energiajulgeolekule, mõju looduskeskkonnale (CO_2 jalajälg), mõju inimeste tervisele, mõju ressursikasutuse efektiivsusele ja mõju majanduse energiamahukusele.

Koostamisel olev EnMAK2030 peab kirjeldama Eesti energiapoliitika võimalikke arengusuundi aastani 2030 koos perspektiiviga kuni aastani 2050. Arengukava koostamise eesmärgiks on valida optimaalseim energiavarustuse stsenaarium, mis oleks tarbijale mõistliku hinna ja kättesaadavusega, vähese keskkonnamõjuga, kooskõlas Euroopa Liidu

[13] Vabariigi Valitsuse tegevusprogramm 2011-2015, 5. peatükk, punktid 5 a) ja b)

pikaajaliste energia- ning kliimapoliitika eesmärkidega ning pikaajaliselt konkurentsivõimelisim. EnMAK2030 strateegilisteks eesmärkideks on kavandatud:

- Energiavarustuse tagamine elektrimajanduses[14], soojusmajanduses, transpordisektoris, elamumajanduses ja kodumaiste kütuste tootmises
- Majanduse energiamahukuse vähendamine (konkurentsivõimet kahjustamata) ja energiasäästu suurendamine
- Energiajulgeoleku suurendamine energia tootmiseks vajaliku ärikeskkonna, energiainfrastruktuuri ja ühenduste arendamise kaudu

Seejuures peab optimaalseim energiavarustuse stsenaarium võtma arvesse energeetika valdkonnas või energiamajanduse arenguga tihedalt seotud valdkondades võetud rahvusvahelisi kohustusi. Nende kohustuste täitmist iseloomustavad indikaatorid ja nende taotletavad saavutustasemed on järgmised:

- taastuvenergia osakaal energia lõpptarbimises peab aastal 2020 olema 25% (kohustuslik eesmärk tulenevalt taastuvenergia direktiivist 2009/28/EÜ);
- taastuvenergia osakaal transpordisektori lõpptarbimises peab aastal 2020 olema 10% (kohustuslik eesmärk tulenevalt taastuvenergia direktiivist 2009/28/EÜ);
- energia lõpptarbimine aastal 2020 ei tohi ületada 2010. aasta energia lõpptarbimist 2 840 ktoe (indikatiivne eesmärk tulenevalt energiasäästudirektiivist 2012/27/EL ja konkurentsivõime kavast *Eesti 2020*);
- EL heitkoguste kauplemissüsteemi väliste sektorite summaarne kasvuhoonegaaside emissioon atmosfääri võib aastaks 2020 kasvada kuni 10% võrreldes 2005. aastaga (kohustuslik eesmärk tulenevalt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu otsusest 406/2009/EÜ ja konkurentsivõime kavast *Eesti 2020*).

EnMAK2030 raames koostatakse energiamajanduse teadus- ja arendustegevuse raamprogramm, mis toetab iga vaadeldava valdkonna probleemide lahendamist. Arengukava koostamise raames on kavas läbi viia 10 uuringut[15]. Biomassiga seonduvat hõlmatakse kaudselt kavandatavas uuringus, mis käsitleb energiasäästuprogrammi realiseerimisega kaasneva tööjõuvajaduse kasvu mõju ehitushindadele ja tööjõu saadavusele. Plaanis on ka kohaliku päritoluga ning kohaliku tarbimispotentsiaaliga vedel- ja gaaskütuste (peamiselt biogaas ja metaankütused biogaasist) tootmispotentsiaali uuring koos vastava sotsiaalmajandusliku mõju hindamisega, eesmärgiga selgitada tingimused, millede puhul tuleks eelistada imporditavate kütuste asemele kodumaist kütusetootmist. Uuringu tulemusena selgitatakse muuhulgas mõju energiakultuuride kasvatamisele ja maakasutuse muutumisele.

EnMAK2030 heakskiitmine on planeeritud 2014. a novembrisse.

Lisaks riiklikele arengukavadele on ka vabaühendused koostatud ja esitanud oma visiooni energiavarustuse võimalikust arengust Eestis. Peamiselt tuuleenergia kasutamist edendavaid ettevõtjaid koondava Eesti Taastuvenergia Koja ja Eesti Keskkonnaühenduste Koja koostöös

[14] Elektrituruseaduse kohaselt on varustuskindlus süsteemi võime tagada tarbijate nõuetekohane elektrivarustus. Seaduse kohaselt tuleb tagada põhjendatud hinnaga, keskkonnanõuete ja tarbija vajaduste kohane tõhus elektrivarustus ning energiaallikate tasakaalustatud, keskkonnahoidlik ja pikaajaline kasutamine.

[15] Tuleb tõdeda, et nende hulgas ei ole ühtegi uuringut, mis otseselt käsitleks puidu kui tahke biomassi tootmist-kasvatamist või selle kasutamist kütusena. Arengukava aluseks võeti varem koostatud uuringutes esitatud andmed.

[8] Seda hinnangut võib pidada liiga optimistlikuks – käesoleval ajal juba töötavate ja lähiajal käikuminevate puitküttel koostootmisjaamade võimsus jääb alla 100 MW_{el}, siis suurendada seda neljakordselt Eesti metsaressursside jätkusuutliku kasutamise juures pole realistlik.

valminud kava *Taastuvenergia 100% - üleminek puhtale energiale* (TE100) avalikustati 22. augustil 2012. a. TE100 eesmärgiks on näidata, et Eesti elektri- ja soojusmajanduses on võimalik 2030. aastaks üle minna 100%-liselt taastuvale energiale. Seega esitati visioonina üks võimalikest arengusuundadest Eesti energiasektoris.

TE100 hinnangul on 100% üleminek taastuvenergiale aastaks 2030 Eesti elektri- ja soojamajanduses majanduslikult otstarbekas ning tehniliselt võimalik. Taastuvenergiale üleminek Eestis tagab madalamad energiahinnad, säästab loodust ning tagab parema elukeskkonna. Samuti luuakse uusi töökohti ning hoitakse aastas 450 miljonit eurot kokku CO_2 heitmete pealt. Väärtustades taastuvaid energiaallikaid, luuakse uusi töökohti ja mitmekesistatakse energia tootmisportfelli, tagades kohalikel ressurssidel põhineva ning hajusa energiatootmise, mis kindlustab riigi energiajulgeoleku.

Nenditakse, et biomassi ja biogaasi koostootmise potentsiaal on suures osas veel kasutamata. Ligi pool Eesti pindalast on kaetud metsaga, seega moodustab puit suure taastuva loodusressursi. Puidu osas on tootmisportfellis eeldatud 8 mln tm suurust raiemahtu, mis võimaldab luua rohkem kui 370 MW_{el} efektiivseid koostootmisjaamu üle riigi, mis efektiivselt kasutaks kohalikku primaarenergiat.

Kogu elektrienergia toodangust toodavad TE100 arvutuste kohaselt aastal 2030 avamere tuulepargid 51,1%, maismaa tuulepargid 11,5%, biomassi jaamad 18,6% ja biogaasi jaamad 5,9%. Vajatavast soojusest toodavad TE100 stsenaariumi kohaselt olulise osa biomassil töötavad koostootmisjaamad: 3 457 GWh aastal 2020, 3 213 GWh aastal 2030, 2 897 GWh aastal 2040 ja 2 799 GWh aastal 2050.

Kuna sellise kava elluviimine eeldab suuri investeeringuid, siis nende tagamiseks tuleb luua investeeringuid soosiv ja ligitõmbav ettevõtluskeskkond. Seega, TE100 kohaselt on 100% üleminek taastuvenergiale Eestis võimalik, kui riik loob sobivad investeerimistingimused ning viib fossiilkütustest ja taastuvatest allikatest energiatootjate tegutsemiskeskkonna võrdsetele alustele.

2 PUITKÜTUSTE TOORAINE SENISE KASUTUSE (ALATES AASTAST 2000) JA PERSPEKTIIVSE VAJADUSE (KUNI AASTANI 2020 KAASA ARVATUD) ANALÜÜS ERINEVATE PUITKÜTUSE LIIKIDE JÄRGI

2.1 Eestis asuvate üle 300 kW maksimaalse soojustootmise võimsusega katlamajad ning soojuse või elektri ja soojuse koostootmisega tegelevad koostootmisjaamad

Käesoleva peatüki ülesande täitmiseks pöörduti Konkurentsiameti, Keskkonnaameti ja Keskkonnainvesteeringute keskuse poole. Kasutati Eesti Statistikaameti (ESA) andmebaase, milles on andmed eeltöödelduna (personifitseerimata). Kõige mahukam (katelde arvu järgi) lähtematerjal saadi Keskkonnaametist. Saadeti tabel, kus on kirjas kõikide kütustega töötavad üle 0,3 MW võimsusega (k.a) katlaid omavate ettevõtete andmed. Andmed olid selekteeritud heitmelubadelt (esines lubasid, millel ei olnud kõiki soovitud andmeid, neis kohtades on tabeli lahtrid tühjaks jäänud). Heitmelubasid mitte taotlenud ettevõtete kohta andmed puuduvad. Ei oska ka hinnata kui palju selliseid ettevõtteid ja katlaid võiks olla, kuid nende arv ei tohiks ulatuda üle mõne protsendi üldmahust. Andmed kasutatud kütuste kasutamismahtude kohta, soojuse ja elektri toodangu kohta olid lünklikud. Kokku oli heitmelubadega kaetud 2 333 katelt koguvõimsusega 5 654 MW. ESA andmetel oli katelde koguarv 4 212 ja koguvõimsus 5 202 MW. Vahe katelde arvus võib olla ka selles, et ESA arvestab kõiki katlaid, mida ettevõtted on deklareerinud, kuid meie andmebaasis on katlad alates võimsusest 0,3 MW. Näeme, et vahe koguvõimsuses on väiksem, mis viitabki, et meil on kajastamata palju väikesevõimsuselisi katlaid.

Viimati nimetatud andmebaasi (Excel tabelid) on täiendatud Arengufondis tegutseva Eesti energiamajanduse arengukava koostajate töögrupi andmetega. Sageli ei langenud esimesed ja teised omavahel kokku.

Eesti Statistikaameti (ESA) ametlikud andmed (Tabel 2.1) katelde arvu kohta erinevad Keskkonnaametist kui Arengufondist saadud andmetest, sest ESA kasutatav metoodika on üle võetud EuroStat'ist ning erineb sellest, mida kasutas Arengufondi ekspertgrupp. Näiteks saab välja tuua kui palju Eestis on katlaid, mis töötavad puitkütusel, kuid seda ei ole võimalik jaotada võimsusklasssidesse, kuigi mingis võimsusklassis olevate katelde koguarv on jälle teada.

Tabel 2.1 Katelde koondandmed, 2012[16]

KE043: KATLAD --- Aasta, Katla liik ning Näitaja			
	Katelde arv aasta lõpul	**Katelde summaarne võimsus, MW**	**Toodetud soojus, GWh**
Katlad kokku	4 212	5 202	5 828

Märkus: Ümardamise tõttu võivad väärtuste koondandmed erineda liidetavate väärtuste summast. 2012. aasta toodetud soojuse andmed on korrigeeritud kateldel kokku, kateldel võimsusega üle 60 MW ja maagaasil töötavatel kateldel 08.11.2013.

[16] allikas ESA - http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/02Energeetika/02Energia_tarbimine_ja_tootmine/01Aastastatistika/01Aastastatistika.asp

Aruandele lisatakse elektroonselt MS Office tarkvara vahendusel töödeldav andmebaas Eestis asuvate üle 300 kW (0,3 MW) maksimaalse soojustootmise võimsusega ning kõigi soojuse või elektri ja soojuse koostootmisega tegelevate katlamajade kohta, 2012. aastalõpu seisuga.

Andmebaasis on esitatud iga katlamaja kohta järgmised andmed: välisõhu saasteloa number, asutuse või ettevõtte nimi, omandivorm, maakond, vald/linn, küla/alevik, postiaadress, kontaktid (kontaktisiku nimi, e-post, telefon), katelde arv, katelde võimsus, kasutatavad kütused (liik, kogus), toodang (soojus, soojus/elekter). Muid andmeid ei olnud võimalik saada.

Eraldi lehtedel (sheet) esitatakse andmed kõigi suurema ja võrdse võimsusega kui 0,3 MW katelde kohta, mille omanikud on saanud välisõhu saasteloa. Eraldi lehel on puitkütuse katlad alates võimsusest 0,3 MW (403 katelt, 1 087 MW). Kui neid väärtusi võrrelda ESA andmetega (Tabel 2.2, Tabel 2.3), siis nimetatud tabelis on katelde summaarne võimsus väiksem, kui Keskkonnameti tabelis, mis on arusaamatu, võrreldes alapeatüki esimese lõigu arutlusega. Omaette lehtedel on puitkütuse katlad võimsusega enam kui 1 MW ja rohkem kui 3,0 MW. Eestis on 112 puitkütusel töötavat katelt võimsusega 3,0 MW ja rohkem, koguvõimsusega 870 MW. Viimase tabeli alusel koostati ka **Tõrge! Ei leia viiteallikat.**.

Tõenäoline seletus on, et kasutatakse erinevaid metoodikaid andmete kogumiseks ja interpreteerimiseks. Täpset ülevaadet Eestis olevatest ja töötavatest kateldest, nende võimsusest, kasutatavate kütuste kogustest ja toodetud soojusest ei oma keegi ja nende andmete saamine ainuüksi kõigi Eesti kaugkütte katlamajade kohta (soojuse tootjate kohta) pole teadaolevalt veel kellelgi õnnestunud (Eesti Jõujaamade ja Kaugkütteühingu ja TTÜ varasemad uuringud).

Tabel 2.2 Puitkütusel töötavad katlad, 2012 (allikas ESA)

KE044: KATLAD --- Aasta, Katla liik, Majandusharu ning Näitaja			
Tööstus	391	348	903
Energiasektor	125	253	705
Põllumajandus	67	12	6
Transport	19	9	1
Äri ja avaliku teeninduse sektor	226	97	88
Kokku	**828**	**719**	**1703**

Märkus: Ümardamise tõttu võivad väärtuste koondandmed erineda liidetavate väärtuste summast. 2012. aasta toodetud soojuse andmed on korrigeeritud kateldel kokku, kateldel võimsusega üle 60 MW ja maagaasil töötavatel kateldel 08.11.2013.

Tabel 2.3 Katlad, kus saab põletada puitkütuseid, tööstusharude kaupa (allikas ESA)

2012	Katelde arv aasta lõpul	Katelde summaarne võimsus, MW	Toodetud soojus, GWh
Tööstus			
Katlad kokku	**1 317**	**1 158**	**1 718**
s.h Turbal töötavad katlad	5	11	19
s.h Puidul töötavad katlad	391	348	903
s.h Rohtsel biomassil töötavad katlad**	0	0	0
Energiasektor			
Katlad kokku	**864**	**2 889**	**2 971**
s.h Turbal töötavad katlad	22	97	115
s.h Puidul töötavad katlad	125	253	705
s.h Rohtsel biomassil töötavad katlad**	1	1	4
Põllumajandus			
Katlad kokku	**245**	**97**	**93**
s.h Turbal töötavad katlad	0	0	1
s.h Puidul töötavad katlad	67	12	6
s.h Rohtsel biomassil töötavad katlad**	2	1	0
Transport			
Katlad kokku	**89**	**39**	**21**
s.h Turbal töötavad katlad	0	0	0
s.h Puidul töötavad katlad	19	9	1
s.h Rohtsel biomassil töötavad katlad**	0	0	0
Äri ja avaliku teeninduse sektor			
Katlad kokku	**1 697**	**1 019**	**1 025**
s.h Turbal töötavad katlad	6	4	8
s.h Puidul töötavad katlad	226	97	88
s.h Rohtsel biomassil töötavad katlad**	0	0	0

Märkus:

Ümardamise tõttu võivad väärtuste koondandmed erineda liidetavate väärtuste summast. 2012. aasta toodetud soojuse andmed energiasektoris on korrigeeritud kateldel kokku, kateldel võimsusega üle 60 MW ja maagaasil töötavatel kateldel 08.11.2013.

** Katla liik - Rohtsel biomassil töötavad katlad. Sisaldab teravilja, põhu ja rapsijäätmete tarbimist kateldes.

2.2 Kaugkütte katlamajad. Olemasolevad ja potentsiaalsed soojuse ja elektri koostootmisjaamad

Eestis on 33 linna, 10 alevit, 177 alevikku ja 4 434 küla. Hindamaks soojusvarustuse olukorda on EJKÜ saatnud 2009.a. kohalikele omavalitsustele küsitluse, mille tulemused on koondatud alltoodud tabelis (vt Tabel 2.4). (Kaugkütte energiasääst. Uuring. Arengufond, 2013).

Tabel 2.4 Kaugküttega asulad Eestis (2009)

Maakond	Rahvaarv	Pindala	Asustus-tihedus valdades	Valdu	Asulaid		Saadud infot (KK süsteeme; asulaid)		KK asulaid / võrke	Hooned KKs	Kor-terid KKs	KK piir-kondi	KK võrgu pikkus	Likvi-deerit. KK	Info saadud (valdu)	Ilma KK valdu
		km²	elan./km²		Alev	Alevik	I-2	I-3		1000 m³			m			
Vallad kokku	**474611**	**42788,93**	**11,1**	**194**	**10**	**177**	**113**	**247**	**146**	**5807,5**	**15712**	**64**	**197387**	**190**	**163**	**66**
Harju	523277	4333,13	21,4	18	2	31	21	16	21	980,9	3287	6	31907	10	12	1
Hiiu	10118	1023,26	6,3	4	0	2	2	8	2	61,6	97	0	1515	5	4	2
Ida-Viru	170719	3364,05	9,9	16	1	14	7	15	8	578,2	739	7	23960	11	15	8
Jõgeva	36922	2603,83	9,4	10	0	11	5	18	9	123,3	689	5	8430	17	10	5
Järva	36208	2459,58	10,8	11	1	8	10	26	13	526,4	994	8	18579	13	11	1
Lääne	27552	2383,12	6,7	11	0	6	7	17	8	310,9	1147	3	11560	13	10	3
Lääne-Viru	67375	3627,80	13,0	13	0	21	5	19	11	275,6	1618	3	17833	16	9	3
Põlva	31175	2164,77	11,4	13	0	7	5	9	8	31,8	741	4	8020	6	9	4
Pärnu	88563	4806,68	8,5	19	4	9	16	30	13	381,4	1531	7	13795	24	18	7
Rapla	36684	2979,71	12,3	10	2	12	6	14	9	764,5	1134	2	13958	10	8	3
Saare	34845	2922,19	6,9	15	0	7	9	10	9	208,4	482	1	5865	10	11	4
Tartu	149283	2992,74	13,6	19	0	23	7	24	12	716,7	1813	5	13970	22	16	9
Valga	34265	2043,53	8,6	11	0	7	4	15	6	167,9	24	1	3674	14	10	6
Viljandi	55877	3422,49	9,8	12	0	8	5	11	12	522,3	1112	9	20310	9	10	4
Võru	38072	2305,44	10,3	12	0	11	4	15	5	157,5	304	3	4010	10	10	6

Lühendid:
KK – kaugküte;
I-2 – 1. küsimustiku 2. osa vastused;
I-3 – 1. küsimustiku 3. osa vastused.

Märkus:
Lisaks tabelis esitatud alevitele ja alevikele on Eestis 4434 küla.

Vastanud valdade (siin ei arvestatud ole linnu) hulgas oli 67 (40,9%) ilma kaugkütteta, 97 (59,1%) vallas oli kokku 146 kaugküttevõrku. Kaugküttega asulate arv oli mõnevõrra väiksem, kuna mõnes asulas töötas mitu kaugküttesüsteemi. Kaugküttevõrgu torustiku pikkus on 197,4 km. Kaugküttest köetavate hoonete kubatuur on 5,81 mln m^3, kortereid on kaugküttesse lülitatud 15,7 tuhat.

2013. aastal tehti Arengufondi töögrupi poolt kindlaks 239 kaugküttepiirkonda, kus on eraldiseisev oma tootmisega võrgustik. Jaotus maakondade kaupa on järgmine (allikas Arengufond):

Harjumaa - 40 kaugküttevõrku (välja arvatud Tallinn)
Tallinn - 20 (hinnapiirkondi on sealjuures 8)
Hiiumaa - 2
Ida-Virumaa - 17
Jõgevamaa - 17
Järvamaa - 15
Läänemaa - 8
Lääne-Virumaa- 22
Põlvamaa - 15
Pärnumaa - 13
Raplamaa - 10
Saaremaa - 8
Tartumaa - 17
Valgamaa - 9
Viljandimaa - 17

Võrumaa - 9

Kaugküttevõrgud Eestis on väga erinevad ja sellest tulenevalt on valitud soojuse tootmise viis. Suuremate linnade soojusega varustamiseks on kasutatud soojuse ja elektri koostootmise potentsiaali. Koostootmine välja ehitatud järgmiste kaugküttevõrkude baasil (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 Eestis asuvad soojuse ja elektri koostootmisjaamad (plokid), (Allikas Arengufond)

Asukoht	Kütus	Kütuse tarbimine GWh	SEK, seade	Soojuslik võimsus, MW	Elektriline võimsus, MW
Tallinn	hakkpuit, turvas	1 785	Tallinna EJ	68	24
	maagaas		Iru EJ	380	190
	olmejäätmed		Iru EJ	50	17
Tartu	hakkpuit, turvas	456	Tartu EJ	60	25
Pärnu	hakkpuit, turvas	174	Pärnu EJ	46	24
Narva	Põlevkivi, (puit)	436	Balti SEJ 11. blokk	160	215
Kohtla-Järve; Jõhvi	põlevkivi, generaatorgaas	294	Kohtla-Järve SEJ	70	27
Kiviõli	põlevkivi, generaatorgaas	34	Kiviõli Keemiatööstuse SEJ	20	10 (töösolev: 4 MW)
Sillamäe	põlevkivi, puit, maagaas	182	Sillamäe SEJ	94 (23)	18
Kuressaare	hakkpuit	66	Kuressaare SEK, ORC	9,6	2,4
Paide	hakkpuit	51	Paide SEK	8	2
Põlva	maagaas	28	Põlva SEK, gaasimootor	1,25	0,9
Viljandi	maagaas	83	Viljandi SEK, gaasimootor	2	2
Võhma	puugaas	5	Võhma SEK, gaasimootor	0,46	0,2
Rakvere	hakkpuit		Adven Eesti OÜ ES Bioenergia OÜ	8 8	2 2
Patküla	hakkpuit		Helme vald, AS Helme graanul	15 (18)	6

Lisaks on biogaasi SEK, Jööris, Salutagusel *Aravetel, Oisus, Vinnis* ja 2014. aastal valmib *Ilmatsalus. Pääsküla* prügilas, Tallinna prügilas ja Paikuse prügilas töötavad SEKid prügilagaasil (biogaas), Tallinna Reoveepuhastuse jaamas ja Kuressaare reoveepuhastuse

jaamas (AS Kuressaare Veevärk) töötavad SEKid reoveegaasil (biogaas). Osa nendest on ühendatud kaugküttevõrkudega (*Italicus*).

Kasutamata on suhteliselt suure tarbimisega kaugküttevõrkude potentsiaal koostootmise väljaehitamiseks:

- Haapsalu linn aastase soojuse tarbimisega – 54 243 MWh (valdav kütus hakkpuit)
- Keila linn – 33 785 MWh (valdav kütus hakkpuit)
- Jõgeva linn – 24 170 MWh (ehitatakse uut hakkpuidu katlamaja)
- Rapla linn - 22 945 MWh (paigaldatakse hakkpuidukatel)
- Võru linn - 55 000 MWh (valdav kütus hakkpuit)
- Rakvere linn - 51 000 MWh (2014. käivituvad 2 CHP hakkpuidul)
- Tapa linn - 25 484 MWh
- Viljandi linn - 90 700 MWh (1 maagaasi CHP), valdav kütus hakkpuit

Arvestades ORC (orgaanilise vedelikuga Rankine' ringprotsess) tehnoloogia odavnemist oleks perspektiivikas vaadelda ka kaugküttepiirkondi, kus soojuse tarbimine on vahemikus 10 000- 20 000 MWh ja kaaluda koostootmisseadmete paigaldamist sinna. Sellised kaugküttepiirkonnad on:

- Loksa – 14 276 MWh (hakkpuit)
- Jüri – 17 720 MWh (turvas ja hakkpuit)
- Türi – 19 670 MWh (hakkpuit)
- Tamsalu – 12 260 MWh
- Anija – 17 273 MWh
- Elva – 10 625 MWh (hakkpuit)
- Haabneeme – 17 000 MWh (hakkpuit)
- Saue – 17 300 MWh (maagaas)
- Laagri – 17 781 MWh (maagaas)
- Loo – 13 000 MWh (maagaas)
- Saku – 17 481 MWh (maagaas)
- Tabasalu - planeeritud Tabasalu SEK - 2 MWe, 2 MWe – maagaas

ORC tehnoloogia võimaldab koostootmist välja ehitada ka väiksemate soojuskoormuste korral alates 200 kW kuni 5 MW. Koostootmise majandusliku tasuvuse määramiseks tuleb teostada igal konkreetsel juhul põhjalik eeluuring.

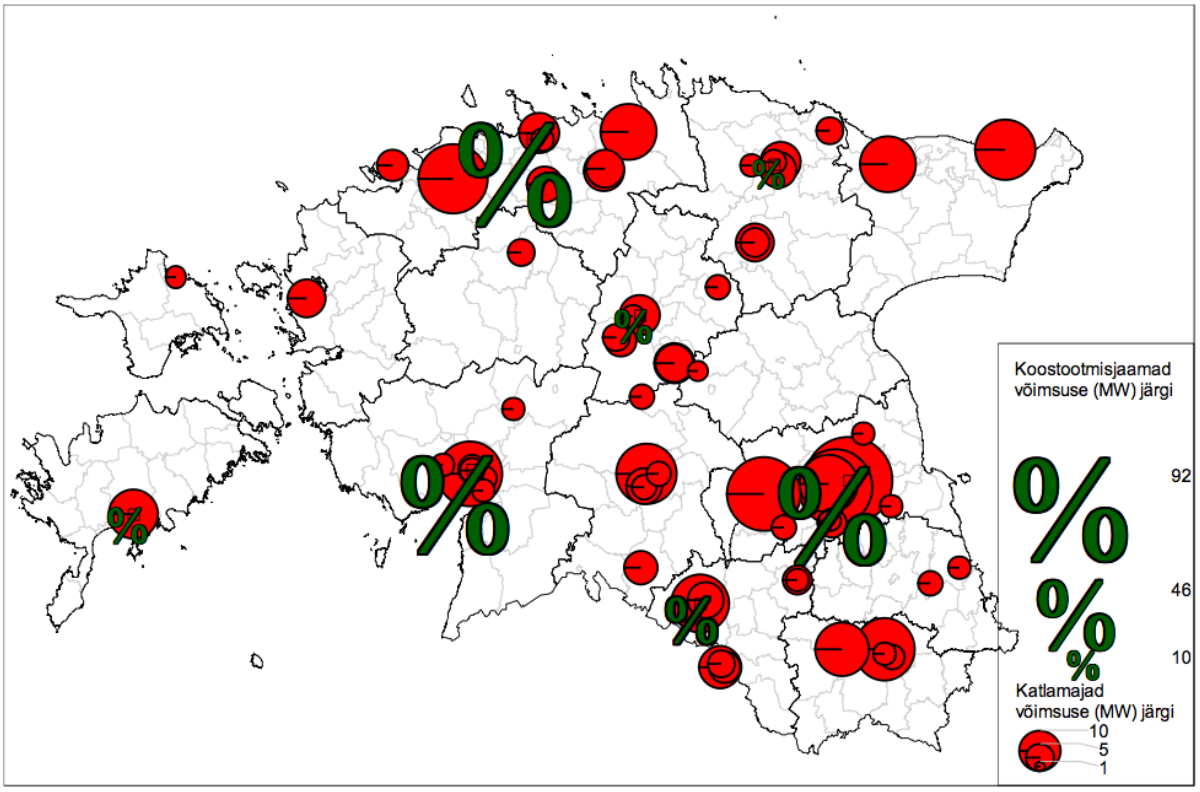
Peale ORC tehnoloogia sobivad veel väiksemates kaugküttevõrkudes ja suurematel üksikobjektidel (koolid, haiglad, tööstusettevõtted jms) kasutada puitkütuse katlaid koos kuumal suruõhul töötavate turbiinidega või puidugaasigeneraatoreid koos gaasimootorite ja elektrigeneraatoritega. Viimaste võimsused algavad 5-10 kW ja ulatuvad 5-10 MWni, kuid need on võrreldes maagaasil töötavate SEKidega palju kallimad, eriti suuremad ja eksperimentaalkorras rajatavad üksused. Ühed töökindlamad ja massiliselt toodetavad on Saksa firma Spanner RE^2 puugaasigeneraatorid koos SEK seadmega ja elektrilise võimsusega 30 kW ja 45 kW, viimase soojuslik võimsus on 100 kW. Neid seadmeid on paigaldatud Läti vabariiki (2 tükki ka Valka linna). Eesti esimene puugaasil töötav SEK rajati Võhma linna (250 kW_{el} ja 600 kW_{th}), millel kestab seni käivitus ja katsetusperiood (2013. aasta detsember).

Kuna nimetatud kaugkütte piirkondades kasutatakse valdavalt hakkpuitu, siis soojuse ja elektri koostootmisjaamade rajamisega puitkütuse kasutuse suurt kasvu ei ole ette näha, sest teises küljest väheneb soojuse kasutus säästumeetmete rakendamisest.

Peale eelpool nimetatud potentsiaalsete puitkütusel tööle hakkavate SEKide on kavandamisel (mõnel juhul on jõutud projekteerimise faasi) Tallinnas (Auragen OÜ rajab kas puitkütusel katlamaja (60 MW) või SEKi Tallinna Elektrijaama kõrvale Väosse ja AS Tallinna Küte on pidanud plaani ehitada puitkütusel töötav blokk Mustamäe katlamajja), Imaveres, Väike-Maarjas ja Sõmerpalus. kuhu Graanul Invest AS kavatseb ehitada sarnased SEKid nagu töötab Patkülas (Tõrva linna lähedal Helme Graanul OÜs). Nende valmimine seisab nii poliitilise (taastuvenergia toetuste kestus ja suurus) kui majandusliku olukorra ebakindluse taga.

2.3 Puitkütusel töötavad katlamajad ning soojuse ja elektri koostootmisjaamad Eestis

Eelmises alapeatükis nimetatud tabeli („Puitkütuse katlad alates 3 MW, andmed 2012. aasta kohta“, Exceli tabel lehel „Puitkütuse katlad alates 3 MW“, lisatud aruandele elektroonselt) alusel paigutati need katlamajad ning soojuse ja elektri koostootmisjaamad (SEK) Eesti maakondade ja valdade kontuurkaardile. Üle 3 MW võimsusega puitkütusel töötavaid (turvas võib olla lisa ja reservkütuseks) katlamaju ning soojuse ja elektri koostootmisjaamu (SEK) kokku on 70 ja üksikkatlaid ja SEKe kokku 112. Katlamajad on jaotatud võimsusgruppidesse: 1-5 MW, 5-10 MW ja üle 10 MW, kusjuures mida suurem on võimsusgrupp, seda suurem on seda tähistatava punase ringi diameeter joonisel (Joonis 2.1). SEKid on tähistatud protsendi märgiga (%) ja mida suurem märk, seda võimsam SEK.



Joonis 2.1 Eesti puitkütustel töötavad katlamajad ning soojuse ja elektri koostootmisjaamad (võimsus üle 3 MW)

2.4 Puittoorme kasutus mittekütuselistel eesmärkidel

Majanduslikel kaalutlustel kasutatakse kütusena eelkõige väheväärtuslikku puitu, mille kasutamine tarbepuiduna pole võimalik. Küttepuidu (eriti hakkpuidu) hankimisel energia saamise eesmärgil tuleb konkureerida teiste, ligikaudu lähedase kvaliteediga puittooret kasutavate tootmisharudega, eriti tselluloositööstusega ja puitlaasplaatide tootjatega.

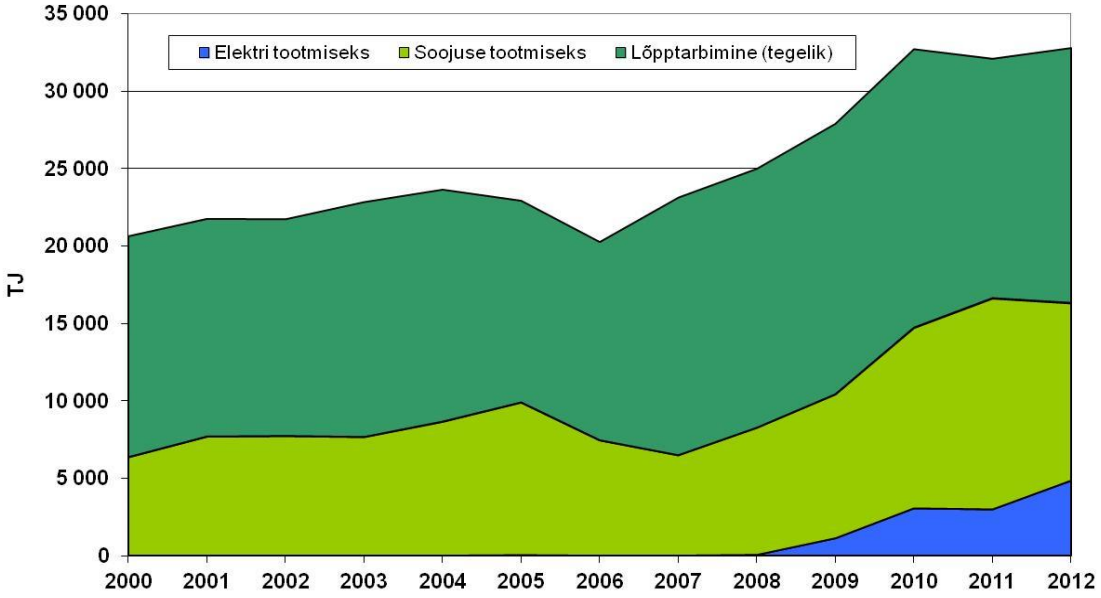
Kuna tegemist on otsese konkurentsiga puittoorme turul, siis analüüsitakse vastavat olukorda peatükis 7.2, mis on pühendatud konkureerivatele tarbijatele puitkütuste turul.

3 PUIDUENERGIA KASUTAMISE SUURENDAMISE SOOVITUSTE JA ABINÕUDE TERVIKLIKE SKEEMID

Selles peatükis esitletakse väljatöötatud soovituste ja abinõude terviklikke skeeme puiduenergia kasutamise suurendamiseks nii siseriiklikult kui ekspordiks, sh riiklike toetuste kompleksseid ja motiveerivaid skeeme.

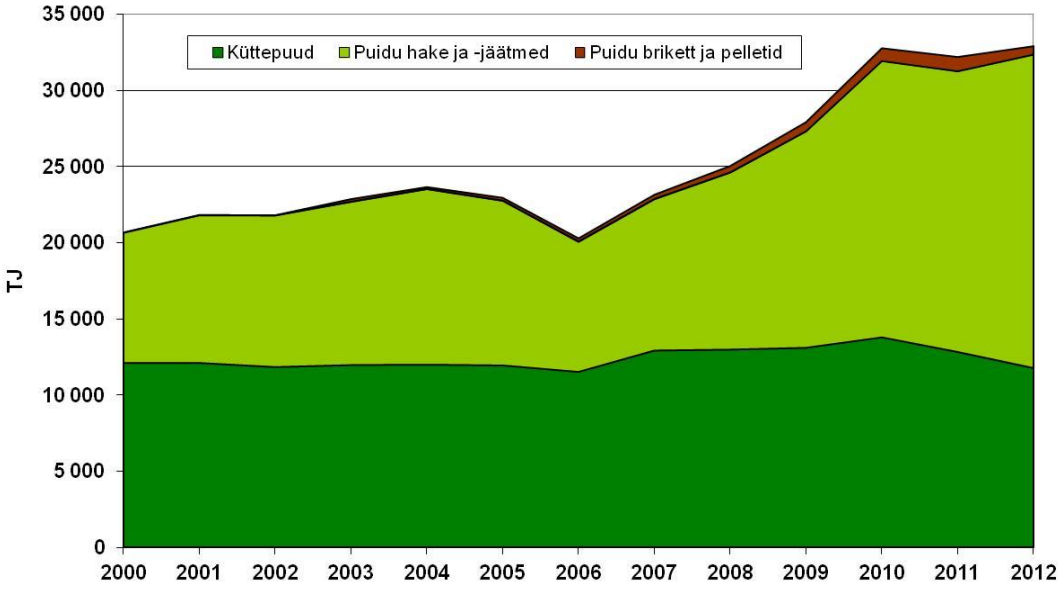
3.1 Puitkütuste tootmiseks kasutatava toorme (raiejäätmed, madalakvaliteediline lehtpuu, muu) osakaal aastate lõikes

Puitkütuste kasutamise proportsioonide areng perioodil 2000–2012 lähtuvalt energeetilise kasutamise otstarbest on Statistikaameti andmete alusel esitatud joonisel (vt Joonis 3.1). Joonisel esitatud soojuse tootmiseks minev osa kasutatakse katlamajades (s.h kaugkütte katlamajades) ja osaliselt ka elektrijaamades. Praktiliselt kasutatakse soojuse tootmiseks ka kõik energiabilansis lõpptarbimisena arvestatavad puitkütused.



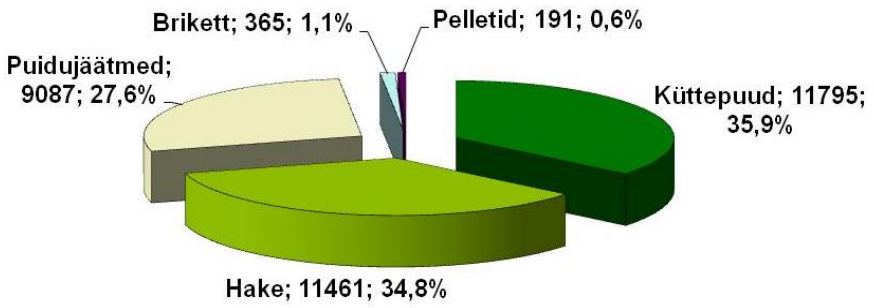
Joonis 3.1 Puitkütuste kasutamine eesmärgiti (TJ), 2000–2012

Puitkütuste kasutamise areng kõigil eesmärkidel kokku kütuseliikide lõikes on esitatud joonisel (vt Joonis 3.2).

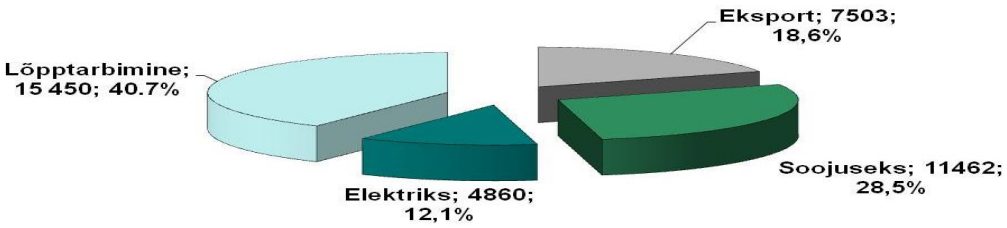


Joonis 3.2 Puitkütuste kasutamine kütuse liigiti (TJ), 2000–2012

Vastavad tarbimisstruktuurid 2012. a kohta on esitatud joonistel (vt Joonis 3.3 ja Joonis 3.4, kõik andmed Statistikaameti andmebaasist).



Joonis 3.3 Puitkütuste kasutamine kütuse liigiti (TJ), 2012



Joonis 3.4 Puitkütuste kasutamine eesmärgiti, koos ekspordiga (TJ), 2012

Analüüsimaks puidu energeetilise kasutamise seisu praegusel ajal on kasutatud Statistikaameti (ESA) vastavaid andmeid. Energiabilansis on sisendina 4,63 mln tm puitu

(küttepuud, hake ja puidujäätmed) ja 463 tuh t puitpelleteid ja -briketti, mis energiaühikutesse teisendatult annab 2012. a puitkütuste toodangu kogumahuks 41,2 PJ.

Tabel 3.1 Puitkütuste toodang 2012

Puitütuse liik	**Naturaalühikud**	**PJ**
Küttepuud	1,69 Mtm	12,78
Hakkpuit	1,64 Mtm	11,50
Puitjäätmed	1,30 Mtm	9,10
Pelletid	442 kt	7,49
Briketid	21 kt	0,36
Kokku	**–**	**41,22**

Märkus: Ümardamise tõttu võivad väärtuste koondandmed erineda liidetavate väärtuste summast.

Puitkütuste import on bilansis väike (0,61 PJ)17, samas eksporditi 7,50 PJ, s.h 6,12 PJ (362 tuh t) puitpelleteid, mis moodustas 18,2% puitkütuste kogutoodangust. Seega jäi Eestis tarbimiseks puitkütustes sisalduvat energiat kokku 32,90 PJ, millest 16,36 PJ kasutati energia muundamiseks: 11,46 PJ katlamajades ja elektrijaamades soojuse tootmiseks ning 4,86 PJ elektri tootmiseks. Ülejäänud puitkütused (16,45 PJ) kasutati nn lõpptarbijate juures, s.h 16,21 PJ kodutarbijate poolt. Kaugküttesoojuse tootmisel on puitkütuste osatähtsus kõrge – kokku toodeti 2961 GWh (30,9%) soojusest puitkütustest, s.h katlamajades 1703 GWh (29,2% katlamajades toodetust) ja elektrijaamades 1258 GWh (33,5% elektrijaamade soojustoodangust). Elektrit toodeti puidust 953 GWh, mis moodustab kogu elektritoodangust 8,0%.

2012. a statistilise energiabilansi (Statistikaamet) analüüs näitab, et Eestis toodetud puitkütused moodustasid ligi viiendiku (19,5%) toodetud kütuste primaarenergiast[18] ja nende tarbimine 14,2% sisemaisest kogutarbimisest. Detailse ülevaate puitkütuste tootmisest ja tarbimisest Eestis esitab Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Puitkütuste tootmine ja tarbimine 2012

Kütus	**Ühik**	**Tootmine**		**Tarbimine**		**Tarbitu osatähtsus**
		Kogus	**TJ**	**Kogus**	**TJ**	**%**
Küttepuud	tuh tm	1 690	12 776	1 560	11 795	92,3%
Hakkpuit	tuh tm	1 642	11 497	1 638	11 461	99,7%
Puitjäätmed	tuh tm	1 300	9 103	1 299	9 087	99,8%

[17] Imporditi 11 tuh tm küttepuid ja 40 tuh tm puidujäätmeid

[18] Praeguses käsitluses kuuluvad primaarenergia hulka ka puitbrikett ja puidupelletid, kuna nende tooraineks olevaid puidujäätmeid ei ole statistilises energiabilansis arvestatud.

Kütus	Ühik	Tootmine		Tarbimine		Tarbitu osatähtsus
		Kogus	TJ	Kogus	TJ	%
Puitpelletid	tuh t	442	7 486	11	191	2,6%
Puitbrikett	tuh t	21	356	21	365	102,5%
Kokku			**41 218**		**32 899**	**79,8%**

Nagu andmetest näha, on puitkütuste tarbimine ja tootmine peaaegu tasakaalus. Erandiks on siin pelletid, mille toodang väga suures osas (81,7%) eksporditakse. Siinkohal tuleb tähelepanu juhtida ka teiste puitkütuste ekspordile, sest Statistikaameti poolt koostatavas energiabilansis kajastatakse ainult pelletite ja briketi eksporti, mitte nt hakke oma. Näiteks on 2011. a kohta S. Švilponise poolt koostatud puidubilansis ekspordi andmete hulgas näidatud: küttepuit 222,0 tuh tm ja hakkpuit 498,7 tuh tm. /Puidubilanss …/.

Viimastel aastatel (kuni 2009) oli puitkütuste tarbimine olnud suhteliselt stabiilne (vt Tabel 3.3). 2010. a toimus suhteliselt järsk tõus – 17.0% võrreldes 2009. aastaga. Põhjuseks oli puidu kasutamise kasv elektrijaamades, mida omakorda tingis taastuvallikatest elektri tootmise riikliku toetusskeemi muutmine. Kui enne 2009. aastat kasutati elektri tootmiseks keskmiselt kuni 0,2% puidu kogutarbimisest, siis 2010 – 2012 tõusis see osatähtsus vastavalt 9,2, 9,0 ja 13,6%ni.

Tabel 3.3 Puitkütuste* tarbimine aastatel 2006–2012, tuh tm

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
3 528	3 743	3 613	3 774	4 415	4 348	4 497

* Puitkütused – s.t küttepuud, hakkpuit ja puitjäätmed kokku

Tabel 3.4 esitab andmed puitkütuste kasutamise kohta põhiliste tarbimisotstarvete lõikes.

Tabel 3.4 Puitkütuste tarbimise jaotus energiabilansis 2012

Kütus	Ühik	Energia muundamiseks			Lõpptarbimine	
		elektri tootmiseks	soojuse tootmiseks	Kokku	Kokku	sh kodu-tarbijad
Küttepuud	tuh tm	0	40	40	1 515	a.p.
	TJ	0	303	303	11 455	a.p.
Hakkpuit	tuh tm	619	1 016	1 635	2	a.p.
	TJ	4 334	7 108	11 442	19	a.p.
Puitjäätmed	tuh tm	75	560	635	663	a.p.
	TJ	526	3 920	4 446	4 637	a.p.

Kütus	Ühik	Energia muundamiseks			Lõpptarbimine	
		elektri tootmiseks	soojuse tootmiseks	Kokku	Kokku	sh kodu-tarbijad
Küttepuit kokku	tuh tm	694	1 616	2 310	2 180	2 166
	TJ	4 860	11 331	16 191	16 111	16 006
Puitpelletid	tuh t	0	6	6	5	5
	TJ	0	107	107	85	85
Puitbrikett	tuh t	0	1	1	20	12
	TJ	0	23	23	339	206
Pelletid ja brikett kokku	tuh t	0	7	7	25	17
	TJ	0	130	130	424	291
Kokku	PJ	4,86	11,46	16,32	16,53	16,30

Võrdlus elektrijaamades ja katlamajades kasutatud üldise kütusekogusega (energiasisalduse alusel) näitab, et elektri tootmisel oli puitkütuste osa ainult 4,4%, soojuse tootmisel aga üle neljandiku (28,7%). Katlamajades oli 2012. a lõpul 828 katelt (19,7% katelde üldarvust), mille põhikütuseks oli puitkütus. Nende katelde koguvõimsus oli 719 MW ja toodang 1,70 TWh, mis moodustab katlamajade summaarsest soojustoodangust 29,2%.

Kasutades 2012. a kohta avaldatud statistikat ja toetudes praeguse olukorra ekspertanalüüsile saab järeldada puidu energeetilise kasutamise arengutegurite kohta järgmist. Viimastel aastatel toimunud taastuvate energiaallikate kasutamise kiire arengu üheks põhjuseks on olnud riigi poolt kasutusele võetud toetused elektri tootmisele, mis sätestati Elektrituruseaduses (ElTS). Toetuste mõju oli suur – taastuvallikatest toodeti 2010. a 1046 GWh, 2011. a 1181 GWh ja 2012. a 1477 GWh elektrienergiat, mis moodustas Eesti elektritarbimisest vastavalt 10,8%, 12,7% ja 15,2%. Seejuures oli Eestile pandud EL poolt kohustuseks jõuda 2010. aastaks 5.1% osatähtsuseni, mida seega ületati rohkem kui kahekordselt. Samal ajal tähendas see kasvavat rahalist koormust elektritarbijatele: 2011. a maksti toetusi 57,2 mln € ja 2012. a 62,7 mln €, s. h biomassist toodetud elektri eest vastavalt 40,1 ja 45,9 mln €. Seetõttu algatas valitsus toetuste süsteemi muutmise, vastav eelnõu ElTS muutmiseks esitati Riigikogule 7. novembril 2012. a. Seadusemuudatusega on kavas vähendada taastuvenergia toetuste mahtu ning esitatud eelnõu kohaselt hakkaks toetatav elektrikogus sõltuma EL poolt seatud taastuvenergia eesmärgi19 saavutamise määrast ning toetused seotakse elektrienergia ja süsinikdioksiidi turuhinnaga. Uus skeem hõlmaks nii juba rajatud kui ka rajamisel olevaid taastuvelektri tootmisüksusi.

Siinjuures tuleb rõhutada, et toetust mõjutava EL poolt 2020. aastaks seatud eesmärgi saavutas Eesti juba 2011. aastal saavutades taastuvallikate osatähtsuseks 25,8%. Seega puudub formaalne vajadus sel eesmärgil toetusi kasutada. Siiski on MKM teatanud, et lähtudes sellest, et Eesti potentsiaal taastuvatest allikatest elektri tootmiseks on märgatavalt suurem siseriiklikust vajadusest, töötatakse välja 25% eesmärki ületava energiakoguse müügistrateegia. Sellisel juhul võib olukord muutuda.

[19] Eesmärk Eesti jaoks – energia lõpptarbimisest 25% taastuvallikatest, EL keskmiselt 20%

3.2 Olemasolevad ja tulevased asumid Eestis, kuhu on oodata kuni aastani 2030 inimasustuse tihedust määral, et seal on kõiki sotsiaalmajanduslikke tegureid arvestades kasulik rakendada kaugkütet

3.2.1 Eesti kaugküttesüsteemid ja nende olukord

Eesti maa-asulates lõpetas perioodil 1990-2007 töö 173 kaugküttesüsteemi, lisaks on kaotatud veel 17 kaugküttesüsteemi, mille likvideerimisaeg pole teada. Kõige arvukamalt lõpetati kaugküttesüsteemide töö aastatel 1994-1998.

Aastal 2013 on Eesti 226st omavalitsusest kaugküte kasutusel 149s. Hinnanguliselt tarbib sel moel toodetud soojust ligi 60% elanikkonnast. Ülejäänud elanikud kasutavad soojuse tootmiseks lokaalseid ja kohtkütte seadmeid. Kokku on Eestis 239 kaugküttevõrku, 1 430 km kaugkütte torustikke kogusoojuse müügiga 4 600 GWh aastas. Kaugküte puudub 77 omavalitsuses.

Konkurentsiamet on müüdava soojuse piirhinna kehtestanud 129s võrgupiirkonnas. Konkurentsiameti hinnapiirkond ei ühti sageli kaugküttevõrgu reaalse paiknemisega (nt Tallinnas Nõmme linnaosa hinnapiirkonnas on 6 erinevat kaugküttevõrku). Samuti ei ole mõningates kaugküttevõrkudes hinnaregulatsiooni veel rakendatud. Seda juhul, kui hind kehtestati enne 01.10.2010.

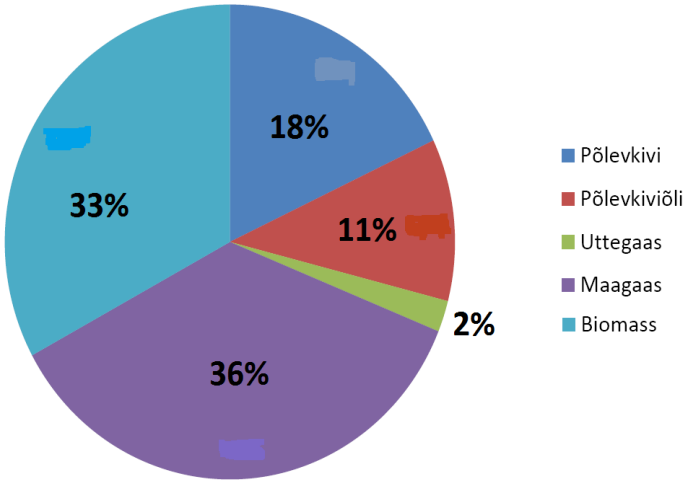
Olemasolevate kaugküttevõrkude jagunemine müügimahu alusel esitatakse Tabel 3.5 (allikas Arengufond).

Tabel 3.5 Eesti kaugküttevõrgud müügimahu järgi

Müügimaht MWh aastas	Piirkondade arv
Kuni 1000	48
1000 - 3000	94
3000 - 5000	32
5000 - 10000	28
10000 - 20000	16
Üle 20000	21

3.2.2 Kaugküttesüsteemides kasutatavad kütused, soojuse hinnad

Biokütuste kasutamine kaugküttevõrkudes on kasvav trend (Joonis 3.5). Biokütust kasutas soojuse tootmisel 77 võrgupiirkonda. Suuremateks on Tallinn, Tartu, Pärnu, Kuressaare ja teised linnad, kus töötavad SEKid. Suuremad biokütustel (peamiselt puitkütusel) töötavate kateldega kaugküttesüsteemid asuvad Võrus, Haapsalus, Keilas, Viljandis, Valgas ja mujal.



Kasutatud kütus, 2012	Osakaal, %
Põlevkivi	18%
Põlevkiviõli	11%
Uttegaas	2%
Maagaas	33%
Biomass	36%

Joonis 3.5 Kaugküttesüsteemides kasutatud kütused, 2011. Tarbitud soojus kokku 4,6 TWh (allikas EnMAK)

Kaugkütte müügimaht oli Eestis 2011. Aastal kokku 4,6 TWh/a, millest linnalised asulad tarbisid 3,9 TWh/a (sh Tallinn 1,7 TWh/a). Pooled kaugküttepiirkonnad tarbivad alla 3 000 MWh/a kokku on nende müügimaht Eestis 0,15 TWh/a ja neis elab hinnanguliselt kokku 26 500 inimest. Aastal 2011 tuli ühe Eesti elaniku kohta 3,5 MWh kaugküttesüsteemides müüdud soojust (kaugküttesüsteemide elaniku kohta rohkemgi). Kaugküttes kasutati kütusena kõige rohkem maagaasi, tänaseks (2013. detsember) on valdavaks saanud biokütused (valdavalt puitkütused, kuid ka biogaas ja luhahein), mille osakaal moodustab tõenäoliselt üle 40%.

Soojuse tootmisel väikestes võrgupiirkondades kasutatakse kõige rohkem põlevkiviõli (50,6%) ja maagaasi (23,6%). Tegemist on suhteliselt kallite kütustega, millest toodetud soojus on tarbijale selgelt kallim hakkpuidust või turbast toodetud soojusest.

Väikestes võrgupiirkondades oli seisuga 01. juuni 2013. põlevkiviõlist toodetud ja müüdud soojuse kaalutud keskmine piirhind 79,78 €/MWh, samas kui hakkpuidust toodetud soojuse vastav näitaja oli 53,86 €/MWh. Lisaks iseloomustab paljusid väiksemaid võrgupiirkondi soojuse madal müügimaht ja sellest tingituna ka madal tarbimistihedus, tootmisseadmete kõrge vanus ning sellest tingituna madal soojuse tootmise kasutegur ning kõrged suhtelised soojuskaod.

Väiksemates võrgupiirkondades müüdava soojuse hind on üldjuhul pigem kõrgem, kui suuremates võrgupiirkondades. Seisuga 01. juuni 2013 oli 89 väikese võrgupiirkonna kaalutud keskmine soojuse piirhind 70,99 €/MWh. See näitaja oli eriti kõrge kõige väiksemates, aastase müügimahuga alla 3 000 MWh võrgupiirkondades, ulatudes hinnani 73,09 €/MWh.

33-e suurema võrgupiirkonna (aastase müügimahuga üle 10 000 MWh) kaalutud keskmine soojuse piirhind oli 57,96 €/MWh. Selle põhjuseks on eelkõige asjaolu, et suuremates võrgupiirkondades on aktiivsemalt soojuse tootmist moderniseeritud ning mindud üle odavamale biokütusele. Väiksemates piirkondades domineerivad seevastu põlevkiviõli ja maagaas.

3.2.3 Kaugküttesüsteemide kestlikkus

Kaugkütte jätkusuutlikkuse hindamiseks on pakutud mitmeid kriteeriume, peamiselt tehnilisi, kuid ka sotsiaalseid. Üheks kriteeriumiks on tarbimistihedus ehk kui palju tarbitavat soojust

(MWh) edastatakse aastas kaugküttevõrgu torustiku ühe meetri kohta (MWh/m). Alla 1,0 väärtusega kaugküttepiirkond on suure tõenäolisusega jätkusuutmatu. Selliseid kaugküttevõrke on kokku 65 (30 000 inimest ja tarbimismaht 168 GWh) kõigist hinnatud Eesti kaugküttevõrkudest (Tabel 3.6).

Tabel 3.6 Potentsiaalselt jätkusuutmatud kaugkütte piirkonnad, kus tarbimistihedus jääb alla 1 MWh/m (allikas Arengufond)

Müügimaht MWh	**Piirkondade arv**
Kuni 1000	14
1000 - 3000	38
3000 - 5000	10
Üle 5000	3

Paljudes tänastes kaugküttevõrkudes, eriti endiste majandite keskasulates, on suhteline soojuskadu lubamatult suur (keskmine kadu 21%) ja köetavates hoonetes pole rakendatud peaaegu üldse energiasäästumeetmeid, vaid mõnel pool on vahetatud aknaid, uksi, korrastatud küttesüsteemi või paigaldatud välissoojustust. Seoses sellega on energiasäästu potentsiaal kaugküttevõrkudes ja hoonetes väga suur, mis omakorda võib vähendada tarbimiskoormust määrani, millest alates kaugküttesüsteemi kestlikkus satub küsimärgi alla.

Kuidas hinnata uue kaugküttesüsteemi rajamise või olemasoleva likvideerimise otstarbekust?

Mõnikord loodetakse ka järk-järguliselt väheneva turuga väikeste kaugküttesüsteemide lõpetamise otstarbekust hinnata teatud tehniliste näitajate abil. Kahjuks ei ole sellistele küsimustele võimalik anda üldistavat vastust. Kaugkütte kasutuselevõtu ja ka lõpetamise otstarbekuse üle otsustamine saab toimuda ainult iga konkreetse asula või asumi kohta eraldi, arvestades väga paljusid tegureid, millest määravaks kujunevad põhiliselt majanduslikud aspektid. Sageli tõstatatakse küsimus mõne tehnilise aspekti osas, millena tihti käsitletakse hoonestustihedust piirkonnas, kuhu kaugkütte rajamist kaalutakse. Tuleb rõhutada, et hoonestustihedust ja sellest tulenevaid mõnesid kaugküttevõrgu näitajaid võib kasutada ainult väga ligikaudsete piirnäitajatena, millest väiksemate väärtuste korral ei ole otstarbekas täpsemaid eeluuringuid ega tasuvusarvutusi teostada. Samas on oluline, et piirnäitajatest suuremad väärtused ei taga mingil juhul automaatselt protsessi tasuvust.

Soome kaugkütteettevõtete ühendus *Suomen Kaukolämpö Ry* on oma materjalides esitanud kaks näitajat, mida soovitatakse esmase ligikaudse hinnangu saamiseks kaugkütte rajamise otstarbekuse üle otsustamisel. Need näitajad on hoonestustihedus (*rakennustiheys*) ja võimsustihedus (*tehotiheys*), mõlemad arvutatuna kaugküttevõrgu pikkuse suhtes.

Hoonestustihedus arvutamine: $H = V / L$,

kus H – hoonestustihedus, m^3/m;

V – köetavate hoonete kubatuur, m^3;

L – kaugküttevõrgu kanalite (torustike) kogupikkus, m.

Võimsustiheduse arvutamine: $T = N / L$,

kus T – võimsustihedus, kW/m;

N – tarbijate liitumisvõimsus, kW;

L – kaugküttevõrgu kanalite (torustike) kogupikkus, m.

Kuna tarbijate soojusvajadus kütteks ja ventilatsiooniks on otseses sõltuvuses hoonete köetavast mahust, siis mõlemad näitajad iseloomustavad tegelikult soojuse tarbijate paiknemise tihedust antud paikkonnas. Hoonestustihedus iseloomustab tarbijate paiknemise tiheduse kaudu ka kaugküttevõrgu tihedust kaugkütte piirkonnas ja võimsustihedus tarbijate võimsusvajadust. Mida suuremad on nende näitajate väärtused, seda efektiivsem ja tasuvam võiks uuritavas piirkonnas kaugkütte kasutuselevõtmine olla.

Soome oludes on eelnimetatud näitajate soovituslikud väärtused olnud järgmised:

hoonestustihedus: H > 35–40 m^3/m;

võimsustihedus: T > 1,1 kW/m.

Kui võrrelda kaugkütte toimimise eeldusi, mis on arvutatud tihedusnäitajate alusel, siis Arengufondi 2013. aasta uuringu raames esitatud täpsustavale küsimustikule vastanud omavalitsustes on olukord paremgi kui Soome väikestes kaugküttesüsteemides: nende valimis oli kaalutud keskmine hoonestustihedus 59,2 m^3/m (varieerudes 12,8 ja 95,4 m^3/m vahel) ja võimsustihedus keskmiselt 1,20 kW/m (0,83–2,16 kW/m). Seega lähtudes valimi keskmistest väärtustest on kaugkütte toimimiseks tehnilised eeldused küll olemas, kuid kaugküttesüsteemi toimimise edukus sõltub veel paljudest teguritest, millest mitmed on tublisti olulisemad kui tarbimistihedus.

Kaugküttevõrgu tehniliste parameetrite sobivust tarbimismahuga võib hinnata ka kasutades kaugküttevõrgu erikoormuse karakteristikut K, mis arvestab nii torustiku pikkusi kui läbimõõte ning mida arvutatakse järgmiselt:

$$K = Q / (L\ D_{kk}),$$

kus K – kaugküttevõrgu erikoormuse karakteristik, MWh/(m·mm);

Q – aastane soojustarve, MWh;

L – kaugküttevõrgu summaarne pikkus, m;

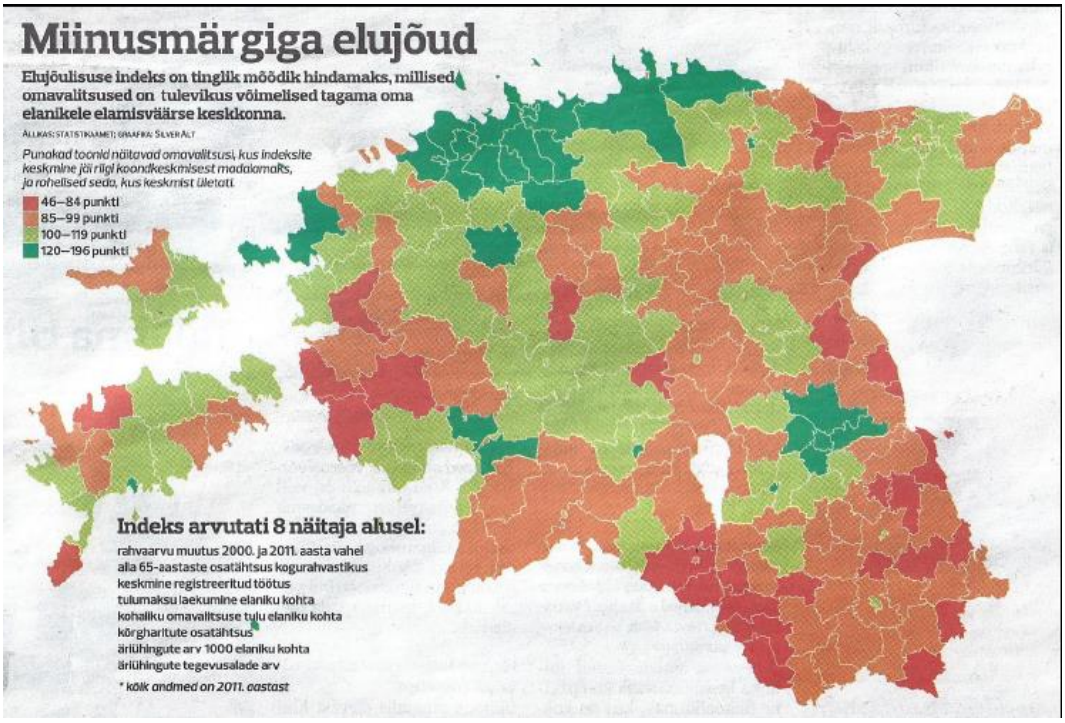
D_{kk} – kaugküttevõrgu torude kaalutud keskmine läbimõõt, mm.

Sellise näitarvu kasutamist saab põhjendada ka seoses rahastamisvajadusega. Torustiku pikkus L määrab ära vajalikud investeeringud torustiku loomiseks, samas ka soojuskaod ja hoolduskulud on võrdelised torustiku pikkusega. Diameeter on samuti oluline näitarv investeeringu tegemisel, suurema diameetriga torustik maksab rohkem, seejuures on hinna juurdekasv ligikaudu võrdeline diameetri suurenemisega. Soojuskadude juurdekasv on ligikaudu võrdeline torude diameetriga astmes 0,6. Seega, suhtearvu $Q/(L \cdot D_{kk})$ nimetaja iseloomustab kaudselt kulutusi nii võrgu loomisele, hooldamisele ja ka soojuskadudest tingitud lisakulutusi ja sellise näitarvu kasutamine peaks olema otstarbekas. Siiski on üks kulutuste liik, mis väheneb diameetri suurenedes, see on elektrienergia tarve kaugküttevee ringluspumba jaoks. Samas on teada, et kaugküttevee ringluspumba elektritarve on suhteliselt väike, jäädes tavaliselt vahemikku 5 - 10 kWh_{el}/MWh_{soojus}. Mida väiksem on kaugküttevõrk, seda väiksem on ka elektrienergia erikulu soojuse väljastuse tagamiseks.

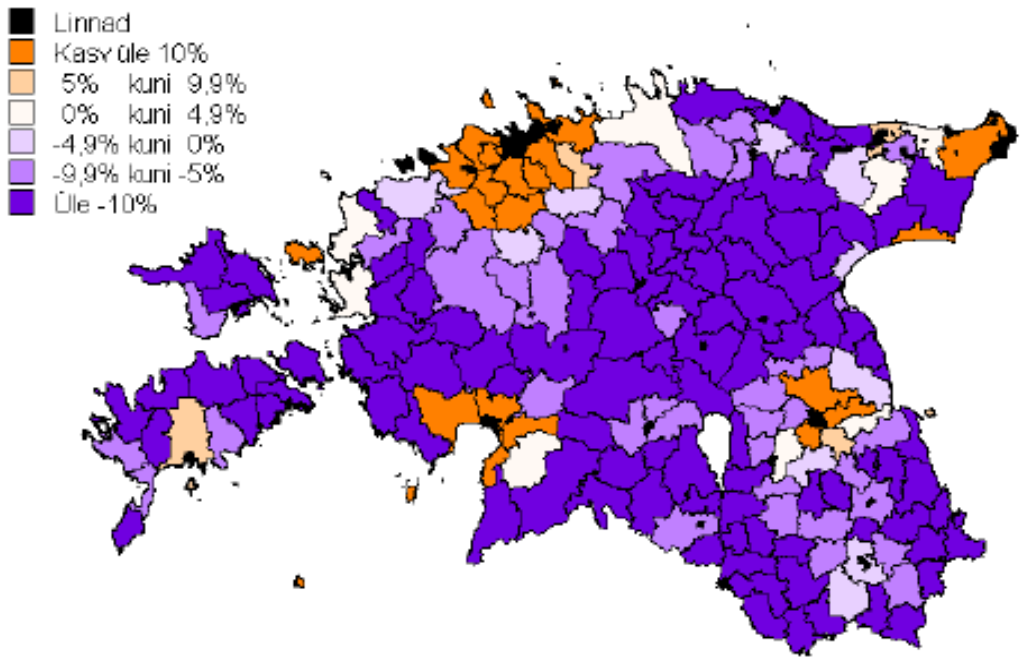
Seoses kaugkütte kui kütteviisi arendamisega suhteliselt hõredalt asustatud piirkondades tuleb märkida vastavaid uuringuid, mida on viimasel ajal teostatud Põhjamaades ja Saksamaal. Mitmed nendest uuringutest on tehtud Rahvusvahelise Energiaagentuuri egiidi all. Siinkohal

märgime, et Rootsi, Soome ja Taani näidete alusel jõuti soojusvajaduse tiheduse osas järeldusele, et majanduslikult põhjendatud kaugkütet saaks arendada, kui soojusvajadus piirkonnas on aastas vähemalt 10 kWh/m^2 ehk kaugküttevõrgu soojuskoormus moodustaks vähemalt 0,3 MWh/m aastas. Tuleb rõhutada, et seejuures eeldatakse uute kaasaegsete tehniliste lahenduste kasutamist, mis omakorda nõuab väga põhjalikku planeerimist ja annab parimaid tulemusi uue kaugküttesüsteemi rajamisel. Lisaks võib märkida, et varasemal ajal on Põhjamaades kaugkütte kavandamisel ruumilise planeerimise (*spatial planning*) elemendina väga ligikaudse eelhinnanguna kasutatud soojuskoormuse piirväärtusena 12 MW/km^2 (0,12 MW/ha), millest allpool ei ole kaugküte kindlasti tasuv. Soojuskoormuse väärtustel vahemikus 12–20 MW/km^2 on kaugkütte rajamine kaheldav, kuid võib olla otstarbekas, kui seda näitab konkreetse olukorra vastav detailne eeluuring.

Kaugküttesüsteemide kestlikkuse hindamisel on kindlasti abiks (ja neid tuleks kasutada) sotsiaalsed kriteeriumid. Statistikaamet hindas 2013. aastal Eesti omavalitsuste elujõulisust peamiselt 8 kriteeriumi alusel. Elujõulisuse indeksi keskväärtust ületasid 94 omavalitust ja sellele jäid alla 132, st üle poole Eesti omavalitsusi ei ole elujõulised (Joonis 3.6). Arvestamata ei saa jätta ka elanikkonna vananemist ja muutusi rahvastiku liikumises (Joonis 3.7).



Joonis 3.6 Eesti vallad määratletud elujõulisuse indeksi alusel (allikas Statistikaamet)



Joonis 3.7 Rahvaarvu muutus Eesti valdades (allikas Statistikaamet)

Kõige keerulisem küsimus on, kuivõrd keskmisest väiksema rahvaarvuga vallad on jätkusuutlikud. Rahvaarvu kahenemine on olnud suurem just alla 2 000 elanikuga valdades. Üle 5 000 elanikuga, sh eriti üle 10 000 elanikuga valdades on rahvaarv tõusnud.

Kaugkütte arendamise seisukohalt asuvad kõige suutlikumad omavalitsused Harjumaal eriti on nendeks Tallinna naabervallad, aga ka Tartu ja Pärnu naabervallad. Suure tõenäosusega osutuvad elujõulisteks ka kaugküttesüsteemid asulates, mida on nimetatud aruande peatükis 2.2.

Kokkuvõtteks

Siinkohal tuleb siiski rõhutada, et erinevates kaugküttesüsteemides on individuaalsed erinevused tihti suured ning käesolevas töös ei saa tuvastada, millised üksikud kaugküttevõrgud on efektiivsed ja millised mitte. Selleks kavandab Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium 2014. aasta alguses toetusmeetme, et kohalikud omavalitsused, telliksid (kohustuslik) kaugküttesüsteemide auditi ehk arengukava, milles hinnatakse iga konkreetse kaugküttesüsteemi olukorda kindlate kriteeriumide alusel ja pakutakse välja millise kütteviisi aredamine oleks mõistlik, kas jätkata kaugküttega või viia seni kaugküttevõrgus olnud hooned lokaal- või kohtküttele ja palju see kõik maksab. Alustada kavatsetakse alguses kaugküttesüsteemidega, mille soojuse müügimaht jääb alla 10 000 MWh/a ja hiljem anda hinnang kõikidele Eesti kaugküttesüsteemidele. Töö peaks olema lõpetatud 2017. aastaks.

3.2.4 Kaugkütte arengutrendid

Kaugküte kui kütteviis muutub ajas – saanud alguse tööstusettevõtete jääksoojuse kasutamisest läheduses asuvate hoonete kütmiseks (kusjuures soojuskandjaks oli alguses aur) on kaugküte areng ajateljel jõudnud punkti, kus paljud suured linnad saavad soojuse hoonete kütmiseks üle 90% ulatuses kaugküttevõrkude vahendusel ja mitmetest erinevatest soojusallikatest, kus kasutatakse mitmesuguseid kütuseid aga ka taastuvaid energiaallikaid (Helsingi).

Muutumine tehnikas, tehnoloogias

Algus tööstusliku heitsoojuse (jääksoojuse) ärakasutamine;

Spetsiaalsed soojusallikad – katlamajad;

Soojuse ja elektri koostootmine (tööstuslik vahelvõtt, vasturõhu turbiinid, spetsiaalsed soojusmootorid (sisepõlemis- ja välispõlemismootorid, gaasiturbiinid + utilisaatorkatlad mikroturbiinid, kütuseelemendid);

Teistpidi muutused tehnoloogias loovad tingimused kaugküttetarbijate eraldumiseks. Paralleeltarbimine. Hajutatud energiatootmine.

Muutumine mastaabis

Tsentraliseerimine. Alguses üksikud tarbijad, siis kord-korralt suuremad tarbijagrupid, linnaosad, kogu asumit(-meid) (linna, alevit, küla) hõlmavad kaugküttesüsteemid, mitmete soojusallikatega;

Detsentraliseerimine – suurte võrkude tükeldamine ja üleminek lokaalküttele. Elamu (tarbija) üksikute korterite eraldumine keskküttesüsteemist, üleminek individuaal- või lokaalküttele.

Institutsionaalne muutumine

Kuulumine eraettevõttele, kuulumine omavalitsusele, kuulumine riigiettevõttele, segakuuluvus, rendile andmine.

Poliitilised muutused

EL poliitika – toetatakse tõhusat ja taastuvatel energiaallikatel põhinevat soojuse ja elektri koostootmist. Kaugkütteseadus.

Energia säästliku kasutuse toetamine (vähendab soojuse nõudlust üksikute tarbijate kaupa).

Keskkonnanõuded ja nende muutumine (karmistumine)

Keskkonnanõuete karmistumine (heitmetasud), jäätmedirektiiv (jäätmete energeetiline kasutamine, kui osa jäätmehierarhiast). Varustuskindluse olulisuse kasv (reserv-kütuse nõue).

Muutused majanduses

Üldine majanduslik olukord riigis. Kütuste saadavus ja hinnad. Tööjõu maksumus. Tarbijaskonna maksevõime. Mitmetariifne soojuse hind.

Sotsiaalsed muutused

Rahvastik vananeb, kahaneb ja linnastub (osalt toetab, osalt lammutab/pärsib kaugkütte arengut), Mugavuse nõudluse kasv. Teadlikkuse kasvatamine.

Millisteks muutuvad kaugküttesüsteemid?

Ulatuslikud, väikeste kadudega kaugküttevõrgud ja võimalikult suure taastuvenergia osakaaluga tootjad tiheasustusega suurtes asumites;

Väikesed kooperatiivsed (energiaühistud) või energiaettevõtete kaugküttevõrgud piiratud tiheasustusega aladel;

Tarbijate soojuskasutus väheneb oluliselt (võib tulla kaugjahutus);

Tarbijad liituvad efektiivsete kaugküttesüsteemidega, kui pakutakse soodsat soojuse hinda (odavam lokaal- ja individuaalküttest);

Soojuse salvestamine (füüsikaline, keemiline);

Paralleeltarbimise ilmingud (taastuvatel allikatel töötavad seadmed (soojuspumbad, päikesekollektorid, gaasigeneraatorid jms) aga säilib ühendus kaugküttevõrguga;

Mitmetariifsed soojuse hinnad, mis arvestavad tarbimisvõimsust, tarbitava soojuse hulka ja sesoonsust.

Mis võib tulla kaugküttesüsteemide asemele?

Hajutatud energiatootmine (elekter aga ka soojus/jahutus) igas hoones eraldi, peamiselt hõreda asustusega piirkondades;

Perspektiivitutes ja jätkusuutmatutes asumites kaugküte kui kütmisviis hääbub (likvideeritakse), minnakse üle lokaalküttele (hoonepõhine kütmisviis) või kohtküttele (ruumipõhine kütmisviis).

3.3 Olemasolevate puitkütuste kasutuselevõttu toetavate meetmete analüüs puitkütuse toorme varumise, puitkütuse tootmise ja väikekatlamajades ning koostootmisjaamades kasutamise kogu tarneahela osas

3.3.1 Toetused puitkütuste tootmiseks ja kasutamiseks Eestis.

Käidutoetused.

Eestis on praegusel ajal ainukeseks riiklikuks toetuseks biomassi kasutamise eest energia tootmiseks elektrituruseadusega (ElTS) sätestatud toetus taastuvallikatest elektri tootjale. ElTS kohaselt loetakse taastuvateks energiaallikateks vesi, tuul, päike, laine, tõus-mõõn, maasoojus, prügilagaas, heitvee puhastamisel eralduv gaas, biogaas ja biomass, kusjuures biomassiks loetakse põllumajanduse (sealhulgas taimsete ja loomsete ainete) ja metsanduse ning nendega seonduva tööstuse toodete, jäätmete ja jääkide bioloogiliselt lagunev osa ning tööstus- ja olmejäätmete bioloogiliselt lagunevad komponendid. Vastavalt seadusele maksab toetused välja põhivõrguettevõtja – AS Elering. Toetuse rahastamisest tekkiva kulu kannab tarbija makstes taastuvenergia tasu, mis näiteks 2013. aastal on 8,70 €/MWh (käibemaksuga 10,40 €/MWh).

Puidu kasutamise korral võib taotleda toetust elektrienergia eest, mis on toodetud koostootmise režiimil. Seaduses sätestatud toetuse määraks biomassist koostootmise režiimil toodetud elektrienergia eest on alates 1. juulist 2010. a 53,7 €/MWh. Seega, kui biomassist toodetakse elektrienergiat kondensatsioonirežiimil, siis toetust ei maksta. Seejuures, tootja, kes alustas tootmist biomassi energiaallikana kasutava tootmisseadmega pärast 2010. aasta 31. detsembrit, võib saada toetust ainult tõhusa koostootmise režiimil toodetud elektrienergia eest. Kui elektrit toodetakse tõhusa koostootmise režiimil töötava tootmisseadmega, mille elektriline võimsus ei ületa 10 MW, on sõltumata kasutatava kütuse liigist toodetud elektrienergia eest makstav toetus 32,0 €/MWh. Seaduse kohaselt võib eelnimetatud toetusi maksta tootmise alustamisest alates 12 aasta jooksul. 2013. a ulatub biomassist toodetud elektri eest tootjatele makstav toetus hinnanguliselt ligikaudu 23-25 mln euroni.

7. novembril 2012. a algatati Riigikogus ElTS muutmise seaduse eelnõu (318 SE), mille eesmärgiks on oluliselt muuta taastuvallikatest toodetud elektri toetamise põhimõtteid ja ka toetuse määrasid. Mitmeid muudatusi on ka biomassi puudutavas osas. Suurtes elektrijaamades (elektriline võimsus üle 50 MW) seotakse toetuse määr eelnõu kohaselt CO_2

kvoodi hinnaga. Väiksemates elektrijaamades (elektriline võimsus 10 – 50 MW) pannakse toetuse määr sõltuvusse biomassis sisalduva primaarenergia keskmisest hinnast (€/kWh) eelnenud kalendriaastal. Kuna 2013. a algusest avati elektriturg Eestis täielikult, siis hakkas toetuste andmine põhimõtteliselt mõjutama EL ühtset turgu. Kuna Euroopa Kohus on leidnud, et riigi mistahes kontrollitava vahendi tasumine toetusena on käsitletav riigiabina, siis seda saab rakendada ainult Euroopa Komisjoni vastava loa alusel. Praegu kehtival kujul ElTS-s sätestatud toetusskeem riigiabi luba ei saa, seetõttu on alustatud EK-lt riigiabi loa saamise protsessi Riigikogu menetluses oleva ElTS muutmise seaduse eelnõus toodud skeemi põhjal, mille väljatöötamisel on arvestatud EK poolt väljastatud keskkonnakaitseks antava riigiabi käsitlevate suuniste põhimõtteid. Seoses riigiabi taotlusele EK vastuse ootamisega on seaduseelnõu 318 SE teine lugemine Riigikogus peatatud.

Investeeringutoetused.

Eestis ei ole olnud ega ole käesoleval ajal kasutusel ühtegi pidevat toetust investeeringutele, mida tehakse biomassist energia tootmiseks. Kõik seni kasutatud toetusmeetmed on olnud kas ühekordsed või n.ö (taotlus)voorupõhised põhinedes mitmete riiklike arengudokumentide alusel vastu võetud valitsuse või ministrite määrustel.

Viimastel aastatel kasutusel olnud toetusmeetmed, mis seostuvad biomassi (s.h puidu) energiakasutusega, on lähtunud põhiliselt maaelu (s.h põllumajandus ja metsandus) arendamise või siis keskkonnamõjude vähendamise eesmärgist.

Eesti EL kuulumise esimesel nn programmiperioodil (2004 – 2006) anti investeerimistoetusi *Eesti riikliku arengukava 2004 – 2006* ja *Eesti maaelu arengukavaga (MAK) 2004 – 2006* raames ja neid rahastati EL struktuurifondidest – Euroopa Põllumajanduse Arendus- ja Tagatisfondi (EAGGF) arendusrahastust. Praegusel programmiperioodil (2007 – 2013) toimub rahastamine Maaelu Arengu Euroopa Põllumajandusfondi (EAFRD) vahenditest ja lähtutakse *MAK 2007 – 2013* kavandatud meetmetest. Arengukava keskendub sel perioodil põllumajanduse ja metsanduse konkurentsivõime, maade hooldamise ja keskkonna, elukvaliteedi ja maapiirkondade ettevõtluse mitmekesistamisele.

MAK 2007 – 2013 toetusmeetmetest võib käesoleva uuringu aspektist olulistena nimetada järgmisi:

- bioenergia tootmise investeeringutoetus (meede 1.4.3; taotlusvoorud aastatel 2008 – 2012);
- metsa majandusliku väärtuse parandamise investeeringutoetus (1.5.1; 2008 – 2013);
- metsandussaadustele lisandväärtuse andmise investeeringutoetus (1.5.2; 2008 – 2012);
- põllu- ja metsamajanduse infrastruktuuri investeeringutoetus (1.8; 2008 – 2012);
- bioenergia tootmise edendamise investeeringutoetus (3.1.3; 2013).

Nimetatud investeeringutoetuste andmise nõuded, toetuse taotlemise ja taotluste menetlemise kord kehtestati põllumajandusministri määrustega lähtudes *Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika rakendamise seaduse* sätetest. Taotluste menetlemine on Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA) pädevuses. Varasemast perioodist võib märkida põllumajandusmaa metsastamise toetust, mida anti *MAK 2004 – 2006* põhjal, kuid väljamaksmine toimus perioodil 2005 – 2007.

Praegu koostatavas *Eesti maaelu arengukavas 2014-2020* (MAK) on ette nähtud rida meetmeid, mis toetavad erametsandust. Sealhulgas on tähelepanu pööratud ka puitkütuste tootmise ja kasutamise probleemidele. Metsandusega seotud meetmed on järgmised:

1) Nõuandeteenuste toetamine (art 16)

Meede on metsandusega seotud kaudselt, sest selle üldeesmärk on aidata eelkõige põllumajandusega tegelevatel isikutel kvaliteetse nõuandeteenuse kasutamisega kaasa nende majapidamiste või ettevõtete jätkusuutlikule majandamisele või tulemuslikkuse tõhustamisele. Toetatavate tegevuste hulgas on individuaalse nõuandeteenuse võimaldamine riigile olulistes valdkondades, sh kliimamuutuste leevendamine ja sellega kohanemine, elurikkuse, vee ja mulla kaitse. Seega võimalus on toetust saada nõuandetegevusele metsanduse valdkonnas, kui see on seotud keskkonna kaitsega. Ettevõtte või majapidamise juhtimiseks antav nõuanne võib hõlmata näiteks ühistegevust, ettevõtte tehnoloogiate või protsesside juhtimiskorralduse, juhtimisstruktuuri, turunduse või ettevõtte töö organiseerimise analüüsi, ettevõtte strateegilist planeerimist ning muudatuste rakendamise alast nõuannet.

2) Investeeringud põllumajandusettevõtte tulemuslikkuse parandamiseks (art 18(1)(a))

Toetatavate tegevuste hulgas on biomassi töötlemiseks ja biomassist elektri, soojuse, vedelkütuste või gaasi (edaspidi bioenergia) tootmiseks vajalikke hoonete ja rajatiste ehitamine ning hoonetesse ja rajatistesse või nende juurde kuuluvate statsionaarsete seadmete (sh infotehnoloogia seadmete) soetamine.

3) Põllu- ja metsamajanduse taristu arendamine ja hoid (art 18(1)(c))

Toetatavad tegevused on metsandusega seotud:

- Põllumajandus- ja erametsamaal maaparanduslikud tegevused (kuivendamiseks või niisutamiseks või veerežiimi kahepoolseks reguleerimiseks vajalike ehitiste (sh keskkonnakaitserajatised nagu lodud, settebasseinid ja erametsamaal tuletõrjetiigid) ja maaparandussüsteemi teenindusteede ehitamine, rekonstrueerimine ja uuendamine).
- Põllumajandusmaale ja erametsamaale ning põllumajanduslikele tootmishoonetele juurdepääsuks teede ja teerajatiste ehitamine ja rekonstrueerimine.

4) Metsa majandusliku ja ökoloogilise elujõulisuse parandamine (art 25 ja 27)

Tegevused metsa majandusliku ja ökoloogilise elujõulisuse parandamiseks:

- hooldusraied;
- keskkonnasäästlike ja kliimateadlike metsamajandamisvõtete rakendamine (keskkonna- ja majanduslikult väärtuslikuma ja vähem tuleohtlikuma puistu kujundamine, kasvavate puude laasimine, metsa ja metsamaamulda säästvate seadmete ja tarvikute soetamine).
- metsatulekahjude või muude loodusõnnetuste poolt kahjustatud metsas kahjustuste kõrvaldamine ja kahjustatud metsa taastamine (kahjustunud metsas kahjustuste likvideerimine, kahjustatud metsa asemele uute metsapuutaimede istutamine ja metsapuutaimi kaitsvate võtete rakendamine);
- metsatulekahjude ja muude loodusõnnetuste ennetamine

5) Tootjarühmade loomine (art 28)

Üldeesmärk on põllumajandusega tegelevate ettevõtjate ja erametsaomanike konkurentsivõime tõstmine ja turujõu suurendamine läbi nende ühise majandustegevuse edendamise. Toetatakse tegevusi, mis on seotud tootjarühma loomise ja arendamisega.

6) Natura 2000 toetus erametsamaale (art 31)

Meetme eesmärk on aidata toetuse kaudu kaasa Natura 2000 ala erametsamaa säästvale kasutusele, kaitsta Natura 2000 erametsamaa piiranguvööndis, hoiualal ja sihtkaitsevööndis asuvaid loodusväärtuseid. Erametsaomanikele kompenseeritakse Natura 2000 metsaalade majandamisel saamata jäänud tulu.

7) Koostöö (art 36)

Üldeesmärk on põllumajandustoodete tootmise ja töötlemise ning erametsasektori jätkusuutlikkuse suurendamine ning innovatsiooni kiirendamine põllumajanduse, toidutootmise ja töötlemise ning metsanduse sektorites. Toetatakse muuhulgas projekte, mis edendavad koostööd ja arendavad innovatsiooni eelkõige põllumajandus- ja metsandussektoris ning lahendavad konkreetsete tootjate ja töötlejate tootmisprotsessiga seotud probleeme.

Teine oluline biomassiga seotud valdkond, millest lähtudes on antud investeeringutoetusi, on keskkonnahoid. Neid toetusmeetmeid on rahastatud Euroopa Regionaalarengufondist (ERF) Eesti *Elukeskkonna arendamise rakenduskava 2007 – 2013* prioriteetse suuna "Energiamajanduse arendamine" raames, samuti rohelise investeerimisskeemi (RIS) raames, milleks kasutati Kyoto protokolli (artikkel 17) kohase riigi kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikute kaubandusest laekunud summasid. Meetmete tingimused on määratud valitsuse ja/või keskkonnaministri määrustega. Taotlusi menetleb SA Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK). KIKi poolt on puidu energeetilist kasutuselevõttu toetatud järgmiste programmide raames:

- atmosfääriõhu kaitse programm;
- taastuvenergiaallikate laialdasem kasutamine energia tootmiseks;
- keskkonnakorralduse programm – energeetika negatiivse keskkonnamõju vähendamise alamprogramm;
- taastuvenergiaallikate laialdasem kasutamine energia tootmiseks;
- taastuvenergiaallikate laialdasem kasutamine energia tootmiseks ning kaugküttevõrkude parendamine.

Tuleb rõhutada, et biomassi (s.h puidu) aktiivsemat kasutamist energia tootmiseks soodustavad mitmed toetusmeetmed ka kaudselt, nt metsanduse toetamise meetmed laiemalt, kaugkütte arendustoetused jms. Siinjuures võib eraldi esile tuua toetusi erametsanduse arendamiseks, mis on kehtestatud metsaseaduse alusel (§10, lõiked 7, 11 ja 12) keskkonnaministri määrusega nr 11 11. veebruarist 2009. a, mille alusel korraldab toetuste andmist erametsanduse arendamiseks ja toetamiseks loodud SA Erametsakeskus. Määrusega sätestatud toetuse liigid on järgmised:

- erametsaomanike nõustamise toetus;
- erametsaomanike koolitamise toetus;
- konsulentide koolitamine ja konsulentidele metsamajandamise valdkonnas kutsekvalifikatsiooni omistamise toetus;
- metsa uuendamise toetus;
- pärandkultuuri säilitamise toetus;
- erametsaomanike metsa inventeerimise ja metsamajandamiskava koostamise toetus;

- metsaühistu toetus;
- metsamaaparandustööde toetus;
- metsaühistu baasraha toetus (kehtetu alates 11.06.2010);
- piirkondliku tugiisiku toetus (kehtetu alates 01.01.2014).

Kokkuvõtlikult saab tõdeda, et puidu energiaotstarbelise kasutamise toetusi on seni võimaldatud põhiliselt läbi järgmiste kanalite:

- Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Ameti (PRIA);
- SA Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK);
- SA Erametsakeskus.

Kaudsematest rahastamisvõimalustest saab mainida SA KredEx ja Ettevõtluse Arendamise SA (EAS), mis on keskendunud valdavalt ekspordiperspektiiviga ettevõtluse toetamisele, mis võib olla oluline näiteks pelletite tootmise arendamisel. EAS võib teatud juhul toetada ka alustavaid ettevõtteid. Laenuvõimalused pankadest on üldistel alustel, soodustingimusi (madalam intress, tagatised) riik puidu energiakasutust edendavatele ettevõtetele teinud ei ole.

Analüüsides erametsanduse edendamise toetamist Eestis üldiselt, on leitud, et kuna erametsanduse tulusus pikaaegsete investeeringute tegemiseks on madal, siis toetused soodustavad mitmekülgse ja jätkusuutlikku metsanduse edendamist ning tugevdavad metsamajanduse konkurentsivõime säilimist. Riiklike metsakasvatustoetuste andmine on vajalik olukorras, kus kehtiv maksusüsteem ei võimalda ettevõtjana mittetegutseval metsaomanikul metsakasvatuskulusid tuludest maha arvestada.

SA Erametsakeskus ja erametsanduse tugisüsteemi arengukavas 2009 – 2013 (EMKAK) toodi esile seni kasutusel olnud toetussüsteemi järgmised puudused ja probleemid:

- arendustoetuste kasutamine ei ole olnud seotud selgete tulemusnäitajatega;
- toetuste administreerimise süsteem ei toimi kiiruse ja menetlusökonoomika osas sihtrühma ootustele vastavalt;
- märkimisväärne osa toetustest on jõudnud metsaomanikeni, kelle finantsmajanduslik võimekus peaks võimaldama ise kanda metsakasvatustööde tegemise kulusid;
- toetuste administreerimise süsteem ei näe ette selgeid meetmeid toetuste taotlemiseks metsaühistute kaudu;
- puudub süsteem toetuste mõju hindamiseks.

EMKAK esitati visioon toetuste süsteemist:

- keskendumine investeeringu- ja arendustoetustele;
- toetuste sidumine tulemustega (siirdumine pindalapõhiste toetuste süsteemile);
- avalike hüvede pakkumise ja kahjude hüvitamine.

EMKAK seadis 2013. aastaks toetuste süsteemi kohta tuuakse järgmised eesmärgid:

- erametsanduse toetamisel on tegevuspõhiselt toetamiselt üle mindud peamiselt tulemuse-, kvaliteedi- ja säästliku metsakasvatuse põhisele toetamisele;
- erametsaomanike keskmine tulu 1 ha metsamaa kohta on perioodi keskmisena tõusnud 5% võrreldes eelneva kolme aasta keskmisega;

- metsade mitmekülgne kasutamine on perioodi keskmisena suurenenud võrreldes eelmise kolme aasta keskmisega (analüüsi aluseks olid metsa mitmekülgse kasutuse tegevuskavas toodud tegevusvaldkonnad);
- toetuse taotluste administreerimise süsteem on uuendatud ja kliendikeskne (sihtgrupi võimalustega arvestav);
- ellu on rakendatud innovaatiliste ja bioenergia kasutamist edendavate projektide toetamine;
- metsaõigusnormide rikkumine perioodi keskmisena on vähenenud eelmise kolme aasta keskmisega võrreldes.

Puidu energiakasutusega otseselt seotud meetmete ja toetusabinõude arendamise osas tuleb märkida *Eesti metsanduse arengukavas aastani 2020* kavandatud meedet „Energiasektori isemajandamisvõime parandamine, tarnekindluse suurendamine ja uute töökohtade loomine maapiirkondadesse“, mille raames ühe tegevusena nähakse ette töötada välja ja rakendada abinõud raiejäätmete ja alternatiivsete puiduressursside (elektriliinide aluse võsa, kändude jms) aktiivsemaks kasutamiseks. Seejuures peetakse vajalikuks analüüsida selle meetmega kaasnevat mõju elustiku mitmekesisuse säilimisele. Nii konkreetseid toetusmeetmeid kui ka nende mõju analüüsi tulemusi on kavandatud aastaks 2014.

2013. aastal avaldatud Tartu Ülikooli RAKE ja Säästva Eesti Instituudi ning Eestimaa Looduse Fondi poolt läbi viidud uuringu *Eesti võimalused liikumaks konkurentsivõimelise madala süsinikuga majanduse suunas aastaks 2050* lõpparuandes on esitatud CO_2 emissiooni vähendamise võimaluste analüüs ka metsanduse osas ning sellega seoses esitatud seisukohad vastavate meetmete ja toetusabinõude kohta. Peamiseks meetmeks metsade kasutusest pärinevate CO_2 heitkoguste vähendamiseks perioodil 2020–2050 on raiemahtude hoidmine senisel tasemel. Ühtlasi tagab see puiduressursi stabiilse kasutamise, annab võimaluse seniste kasutusmahtude ja investeeringute põhiselt puidutööstuse jätkusuutlikuks arenguks ja minimeerib ohte bioloogilise elurikkuse olukorra edasisel halvenemisel. Vastav meede eeldab Eesti metsapoliitikat kujundava dokumendi – MAK 2020 – ümbervaatamist, eelkõige raiemahtude võimaliku suurenemise kavandamisega 12–15 mln tm-ni aastas. Samuti eeldab see toetusmehhanismide väljatöötamist metsaomanikele, võimalused nende kasutamiseks tekivad eelkõige uuringus koostatud stsenaariumi LOW CO_2 korral, kus raiemahtude hoidmine tasemel 8 mln tm aastas aitab säilida elurikkuse hoidmiseks olulistel metsadel. Kõigi eelnimetatud uuringus koostatud stsenaariumide korral eeldati, et tuleb säilitada senised siseriiklikud toetused. Samuti tuleb säilitada EL-i toetused või EL-i rahastamise puudumisel tuleks tuua need siseriiklike toetuste alla.

Järeldusi WEC bioenergia seminarilt (16.04.2013 TTÜ-s)

- Suurendada metsaveol kasutatavate veokite lubatavat täismassi. Viia sisse teljekoormuse põhised piirangud.
- Metsa säilitamisele „CO_2-pangana“ eelistada metsa aktiivset majandamist
- Tagada metsamajanduse väärtusahela (kõigi elementide) toimimine
- Teostada maaressursi inventuur ning reklassifitseerimine
- Kaitstavate metsade nimistu ülevaatamine
- Muuta metsamüügi maksustamise reegleid
    - nt lubada omanikul metsamüügi tuludest maha arvata eelmise 7 aasta jooksul tehtud kulutused müüdud metsa

- Lihtsustada väikese raie teostamine
    - nt vähendada erametsast väikesemahuliste raiete tegemiseks vajalikku bürokraatiat
- Mitte toetada kunstlikku energiavõsa tootmist?
    - Eesti asub kliimavöötmes, kus igale kasutuseta maatükile hakkab kasvama mets. Pole mingit põhjust võsa kasvatamist eraldi toetada. Lisaks on keskkonnale soodsam kui võsa kogutakse looduslikest kooslustest, mitte aga monokultuurilistest istandustest. Mitte rakendada täiendavaid toetuseid biovõsa kasvatamiseks
- Toetada biomassi kasutamist igasugustes jaamades

Mõtteid SA Erametsakeskus arengukava seminarilt (Refereering Ü. Kask)

- Puitkütuse valmistamise täisahela toetus. Ahel sisaldab: raie – kokkuvedu - väljavedu- kütuse valmistus kasutamiseks katlamajas.
- EMK on arendanud välja ja rakendanud meetmed, mis soosivad väheväärtusliku lehtpuu kasutamist energiamajanduses.
- Metsa hooldustööde toetus, uuendus ja valgustusraiete jääkide kokkuveo ja väljaveo toetus, kui seda materjali kasutatakse kütuse valmistamiseks.
- Eksporditurgudele mineku toetus ekspordivõimaluste toetamine. Välja saab viia kvaliteetse materjali, viletsam jääb siseturule nt tahkekütuseks või vedelate biokütuste valmistamiseks.
- Energiaühistute loomise toetus. Energiaühistu loomiseks oleks vaja nii: toetust, laenu võtta (laenu garantii), teavitust/koolitust, sobivat asukohta kaugküttevõrgu või mõne suurema üksiktarbija näol.
- Puiduenergia kasutamise alane reklaami- ja teavitustegevus, õppe- ja täiendkoolituse alase tegevuse organiseerimine ja läbiviimine.

Energiakasutusega otseselt mitte seotud:

- *Metsaühistute liikmete ja metsakonsulentide täiendkoolituse organiseerimine ja läbiviimine, praegu toetuse määr 95 €/isik (arenenud lääneriikides 250 €/isik) ja raha jaotatakse metsaühistute kaudu. Toetusi jagab EMK.*
- *Võiks olla veel – metsaomanike ja metsatööliste täiendkoolituse toetus (kunagi oli olnud EASis). Uurida Maaeluarengukava (MAK) 2020ja Metsanduse Arengukava dokumente.*
- *Uue toetuse ettepanek – sihtkaitsevööndi metsade majandamise toetus, sarnaselt Natura-alade toetusele. Sihtkaitsevööndis ei tohi tegelda traditsioonilise metsamajandamisega.*

Hajamõtteid energiapuidu toetamise ja edendamise osas
(SS – kasutamiseks siin või mõnes teises osas või kõrvale jätmiseks)

- Eestis on seni puitkütuste kasutuselevõttu energiatootmisel soodustatud investeeringutoetustega, mis suunatud kaugküttesüsteemidele. Tuleks kaaluda ka teatud soodustusi ettevõtetele (nt tööstuses ja põllumajanduses), kui need lähevad üle vähemsaastavate energiaallikate (nt puitkütuste) kasutamisele. Samas tuleb põhjalikult kaaluda toetuste eraldamist väikeste (nt alla 1 MW) kaugküttesüsteemide üleviimiseks puitkütusele, sest väga väikesed kaugküttesüsteemid ei pruugi olla elujõulised, eriti

pärast tarbijate juures säästumeetmete kasutuselevõttu. Küll võib sellistel juhtudel olla otstarbekas minna üle lokaalküttele ja võtta kasutusele näiteks pelletiküte, milleks võiks samuti võimaldada toetust.

- Taastuvenergia kasutamise arendamise kohta oleks otstarbekas koostada regionaalsed arengukavad ja/või teemaplaneeringud, mille osaks on ka puidukasutuse perspektiivid kogu ahela (metsandus, transport, kasutamine kütusena) ulatuses. Alternatiivina võib koostada teemaplaneeringu eraldi kas biomassi või ainult puidu osas.
- Eesti on olnud taastuvenergia edendamisel edukas, olles juba 2011. aastal (25,9%) ületanud EL direktiiviga seatud eesmärgi, mille kohaselt taastuvallikatest pärinev energia peab moodustama 2020. aastaks 25,0% energia lõpptarbimisest. Seetõttu puudub riigil otsene (poliitiline) kohustus (ja ka tahe) kasutada olulisi toetusmeetmeid taastuvressursside energiatarbimise edasiseks edendamiseks. Siiski tuleb ühe mõjutajana arvestada keskkonnateguritega – vajadus vähendada kasvuhoonegaaside (KHG) heitkoguseid. Kuid EL KHG kaubanduse süsteemis (ETS) olevate suurettevõtete jaoks on peamiseks stiimuliks arvatavasti kvootide süsteem koos vajadusega neid üha suurenevas osas osta oksjonilt. CO_2 kvoodi madal hind võib ka selle kohustuse muuta lihtsalt täidetavaks. ETS-st välja jäävate ettevõtete osas aga puudub lähitulevikus vastav kohustus KHG heidet vähendada, kuna Eestil on lubatud vastavat emissiooni 2020. aastaks suurendada 11% võrra võrreldes 2005. aastaga. Kokkuvõtlikult – selline olukord näitab, et EL kliimapoliitikast tulenevalt puudub Eestil tungiv vajadus toetusmeetmete järele, mis soodustaksid taastuvate energiavarude kasutamise edasist edendamist[20].
- Siiski võib siinkohal tuua esile ühe võimaluse, mida oleks riigil võimalik ära kasutada kui on olemas poliitiline ja majanduslik tahe Eesti metsavarusid tõhusamalt kasutada. Nimelt on direktiivis 2009/28/EÜ (artikkel 6) sätestatud võimalus taastuvatest energiaallikatest toodetud energia liikmesriikidevahelisteks statistilisteks ülekanneteks. Selleks võivad liikmesriigid kokku leppida teatud koguse taastuvatest energiaallikatest toodetud energia statistilise ülekande ühest liikmesriigist teise ja kehtestada sellele vastava korra. Nimetatud kokkuleppeid võib sõlmida üheks või mitmeks aastaks. Nendest teavitatakse komisjoni hiljemalt kolm kuud pärast iga aasta lõppu, mille jooksul need kehtivad. Komisjonile saadetav teave peab sisaldama asjaomase energia kogust ja hinda. Seega on olemas õigus ja võimalus teatud riikidevaheliseks taastuva energia kaubanduseks.
- Teatud võimalusi loob ka sama direktiivi säte (artikkel 7) kahe või enama liikmesriigi koostöö kohta ühisprojektides, mis on seotud taastuvatest energiaallikatest elektri-, soojus- või jahutusenergia tootmisega. Erinevalt ülalkirjeldatud riikidevahelistest lepetest ja tehingutest võib selline koostöö hõlmata eraettevõtjaid.

3.3.2 Toetused puitkütuste tootmiseks ja kasutamiseks EL liikmesriikides

Taastuvate ressursside energiaallikana kasutamise soodustamiseks on paljudes riikides rakendatud riiklikke toetusmeetmeid. Ka EL riikides on kasutusel mitmeid erinevatel põhimõtetel rajanevaid ja erinevate määradega toetusi, millest põhjalikku ülevaadet anda on komplitseeritud ülesanne.

[20] Siinkohal ei käsitleta transpordis kasutatavaid vedelaid biokütuseid

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/28/EÜ taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta sätestab vastavad toetused mõiste toetuskava all järgmiselt (Art. 2 k):

> *„toetuskava" – liikmesriigi või liikmesriikide rühma rakendatav vahend, kava või mehhanism, mille abil edendatakse taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamist, vähendades nimetatud energiaga seotud kulusid, tõstes selle võimalikku müügihinda või suurendades taastuvenergiaalase kohustuse abil või muul viisil sellise energia ostumahtu. See hõlmab investeeringutoetust, maksuvabastusi või maksuvähendusi, maksutagastusi, toetuskavasid taastuvenergia kasutamise kohustuse täitmiseks, sealhulgas toetuskavasid, milles kasutatakse rohelisi sertifikaate, ja otseseid hinnatoetuskavasid, sealhulgas soodustariifimakseid ja lisamakseid, kuid ei pea nendega piirduma.*

Järgnevalt on püütud anda üldistav ülevaade EL riikides puidu (biomassi) energeetilist kasutamist toetavate rahaliste meetmete põhilistest liikidest.

Toetusmeetmeid võib liigitada näiteks järgmistesse gruppidesse:

- fikseeritud soodustariifid (*feed-in tariffs*);
- premiaaltariifid;
- rohelised sertifikaadid;
- investeeringutoetused;
- maksusoodustused.

Fikseeritud soodustariife rakendatakse reeglina elektrile ja neid kasutatakse tavaliselt taastuvallikast elektri (nn taastuvelektri) tootjate poolt võrku müüdud energia eest maksmiseks. Tavaliselt kasutatakse selliseid tariife koos vastava elektri ostukohustusega võrguettevõtjale. Kasutusel on väga erinevate iseärasustega tariifisüsteeme, kuid rea puuduste tõttu on fikseeritud tariifide kasutamine vähenemas.

Ka **premiaal-** ehk **boonustariifid** on kasutusel taastuvelektri korral. Erinevalt fikseeritud soodustariifidest müüb elektri tootja ise enda poolt taastuvallikast toodetud elektri elektriturule (börsile) ja on õigustatud saama selle eest teatud lisatasu (preemiat, boonust). Ka siin on kasutusel mitmeid eripäradega süsteeme, kuid üldiselt on boonustariifide süsteem oluliselt paindlikum fikseeritud soodustariifidest, võimaldades paremini arvesse võtta olukorda ja hinda elektriturul (börsil).

Nii fikseeritud kui boonusega tariife kasutatakse tavaliselt teatud perioodi (nt 12 aastat) jooksul alates tootmisseadme käivitamisest. Sageli on selliste tariifide kasutamisel sätestatud piirang, mille kohaselt nende kasutamist ei saa taotleda elektrile, mis on toodetud investeeringutoetust saanud seadmega.

Roheliste sertifikaatide süsteemi kasutamiseks loob riik tavaliselt elektriturule lisaks spetsiaalse sertifikaadituru, mille eesmärgiks on aidata saavutada riigi poolt seatud taastuvenergia (elektri) tootmistaset. Riigi poolt seatud taastuvelektri tootmiskohustuse täitmiseks tuleb elektritootjal see kogus kas ise toota või osta turult vajalikus koguses sertifikaate.

Investeeringutoetused on kasutusel enamikus EL riikides. Sellised toetused on küll väga levinud, kuid harva kasutatakse neid peamise toetusmeetmena. Tavaliselt rakendatakse neid toetamaks kas teatud kitsamaid eesmärke või siis saavutamaks toodangu kiiret kasvu mingis sektoris. Sageli on eesmärgiks ka näiteks biomassi (puidu) kasutamise soodustamine. Investeeringutoetusi rahastatakse tavaliselt riigieelarvest, EL struktuurifondidest või Kyoto protokolliga ettenähtud mehhanismide abil. Toetuste taotlemine võib olla pidev (pikaajaline)

või ühekordne (voorupõhine). Küllaltki sageli korraldatakse investeeringutoetuse taotlemist pakkumiskonkursi korras. Reeglina ei toetata projekti tervikuna vaid võimalikku riski jagatakse toetuse saajaga, kelle osaks jääb katta 10 – 90% projekti maksumusest.

Maksusoodustuste abil soovivad riigid edendada nii taastuvenergia tootmist kui kasutamist. Sellised soodustused on riigiti väga spetsiifilised sõltudes eelkõige vastava riigi maksusüsteemi eripärast ja poliitilistest otsustest. Kui riigis on kehtestatud saastemaksud ja/või energiamaksud, siis võib soodustus olla seotud nendega – nt osaline või täielik vabastamine. Siinjuures tuleb rõhutada, et teatud eelistusi võib mõnele kütusele anda ka nt energiamaksude määrade vahekord kütuste vahel, seda ilma otseseid maksusoodustusi tegemata. Soodustusi võidakse anda ka muude maksude osas, nt tulumaksu- või käibemaksusoodustus taastuvenergiaga seotud investeeringult, seda nii energiat tootvatele ettevõtetele kui lõpptarbijatele.

3.3.3 Lühiülevaade energiapuidu tootmise ja kasutamise toetamisest Soomes.

Puidu energeetilise kasutamise osas nähakse Soomes nähakse olulist arenguvõimalust metsahakke ulatuslikumas kasutuselevõtus. Aastaks 2020 on seatud eesmärgiks viia metsahakke kasutamine tasemeni 25 TWh aastas, mis vastab ligikaudu kogusele 13,5 mln m^3 (tm) tähendades kasutuse kahekordistamist[21]. Selle eesmärgi saavutamiseks kasutatakse põhiliselt kolme toetusmeedet käidu toetamiseks:

- raiega seotud toetused: raidmete kogumise ja hakkimise toetus ning nn väikepuu energiatoetus;
- boonustariif metsahakkest toodetud elektri eest;
- fikseeritud soodustariif uutes väikestes koostootmisjaamades toodetud elektri eest.

Lisaks pidevatele käidutoetustele võimaldatakse ka ühekordseid investeeringutoetusi.

Viimasel paaril aasta on toetuste, eriti käidutoetuste süsteemi mitmel korral muudetud. Näiteks on metsahoolduse ja raiega seotud toetuste süsteem energiakasutuse osas ka praegu muutmisel. Seni anti toetust erametsaomanikele säästva metsamajanduse rahastamise seaduse (algselt 1094/1996, hiljem 544/2007, nn Kemera-seadus) alusel. Toetust sai taotleda kahe tegevuse eest noore metsa hooldamisel: energiapuidu kogumise eest (viimati 7 €/m^3, s.h virnastamine 3,5 €/m^3 ja transport 3,5 €/m^3) ja hakke valmistamise eest (1,7 €/m^3 puistes). Taotlemise eeltingimuseks oli korjemaht vähemalt 20 m^3 (tm) ja hakke energiakasutuse garanteerimine. 2011. a maksti eelnimetatud toetusi vastavalt 13,6 ja 4,9 mln eurot.

2010. aastal otsustati Soomes seoses EL energia- ja kliimapoliitika täpsustatud nõudmistega muuta taastuvate energiaallikate toetamist, seal hulgas ka energiapuidu toetussüsteemi. 2011. kevadel võeti vastu otsus võtta kasutusele nn peenpuidu energiatoetus (PETU). Valmistati ette vastav seadus (101/2011), mis võeti vastu 9. veebruaril 2011. a, kuid toetuse andmisega seonduvate riigiabi juriidiliste probleemide tõttu ei ole seadus praeguseks veel jõustunud, sest 2012. a suvel tunnistas Euroopa Komisjon (EK) PETU-toetuse mittevastavaks EL-s lubatud riigiabi põhimõtetega. Uue seaduse täpsed sätted ja jõustumisaeg selguvad pärast EK-lt riigiabi osutamise osas loa saamist[22]. Praegu on kavandatud toetuse määraks 5 €/m^3 (tm) eest ja toetusõigusliku kogutud mahu alampiiriks 40 m^3 (tm).

[21] 2011. aastal kasutati Soome katlamajades ja koostootmisjaamades 6,8 mln m^3 (tm) metsahaket, koos väikemajades kasutatuga oli kogu energeetiline kasutus 7,5 mln m^3.

[22] Kõik liikmesriigid peavad metsanduse toetuste osas juhinduma EK dokumendist *Ühenduse suunised riigiabi kohta põllumajandus- ja metsandussektoris aastateks 2007–2013* (2006/C 319/01).

Lisaks otseselt metsandusega seotud toetustele muudeti ka puidu kasutamise toetamist energiamajanduses. Alates 2011. aastast viidi taastuvallikatest toodetud elektri toetused metsahakke kasutamise osas uutele alustele ja seostati otseselt CO_2 kvoodi turuhinnaga – toetus muutub lineaarselt vahemikus 18 €/MWh_e (CO_2 hind kuni 10 €/t) kuni 0 €/MWh_e (CO_2 hind 23 €/t). Tagamaks võrdsemaid konkurentsitingimusi energiaturul on alates 2013. aastast toetuse määr pandud sõltuvusse ka turba maksumääradest. Uudse momendina lisati toetus ka puidu gaasistamise eest, mida saab taotleda teatud tingimustel kivisöe või/ja turba asendamisel metsahakkega elektrijaamades. Jaama generaatorite nimivõimsus peab olema vähemalt 100 kVA. Lisaks võib metsahakkest toodetud elekter saada teatud tingimustel püsivat toetust 6,9 €/MWh_e, mis vastab 2011. aastani kehtinud metsahakke kasutajatele võimaldatud üldise maksusoodustuse määrale.

Puitu kasutavatele väikestele uutele koostootmisjaamadele elektrigeneraatorite nimivõimsusega 100 kVA kuni 8 MVA makstava toetuse määr on seostatud elektri vabaturuhinnaga. Toetust makstakse piirhinna (praeguseks tasemeks sätestatud 83,5 €/MWh_e) ja turuhinna vahe ulatuses. Lisaks makstakse fikseeritud tasu toodetud soojuse eest (nn soojuspreemia) 20 €/MWh_e. Taotlemisel on mitmeid eeltingimusi, nt jaama üldise kasuteguri alampiirid sõltuvalt võimsusest jm. Kogu sellise koostootmistoetuse summa ühele tootjale ei tohi ületada 750 tuh € aastas. Toetust võib taotleda, kui jaama rajamise rahastamiseks ei ole kasutatud riigiabi vahendeid.

Investeeringutoetust on võimalik taotleda nii energiapuidu tootmiseks kui selle energeetikas kasutamiseks, viimasel juhul on nõutav, et puit oleks põhikütus, s.t osatähtsus kütusekasutuses on üle 50%. Näiteks aastal 2011 maksti puitkütuste osas investeeringutoetusi 41,7 mln eurot, mis moodustas 37% kõigist energiatoetustest.

Tuleb märkida, et Soomes on investeeringute toetamise vajadust suurenergeetikas hakatud kaaluma seoses suurte mereäärsete elektri ja soojuse koostootmisjaamadega, kus kütusena on kasutusel kivisüsi. Nii jaamade vanus kui keskkonnanõuete karmistumine on tõstnud päevakorda uuringud selgitamaks välja kuluefektiivseid võimalusi kivisöe osaliseks asendamiseks puitkütustega. Hakke kasutamisele lisaks kaalutakse ka saepuru, pelletite ja torrefitseeritud puitkütuste ning puidu gaasistamise kasutuselevõtu võimalusi ja analüüsitakse selleks vajalike investeeringute suurust ja nende toetamise perspektiive.

Toetusi on võimaldatud ka energiaahela viimasele lülile – lõpptarbijatele. Soome Keskkonnaministeeriumi poolt on toetatud hoonetes taastuvallikate kasutuselevõttu, kui nendega asendatakse senine elekter- või õliküte. Puitkütused on siin esindatud põhiliselt pelletite kasutuselevõtuga. 2011. aastal oli toetusteks eraldatud kokku (kõik taastuvenergia liigid) 30 mln ja 2012. a 10 mln eurot, mida said vastavalt 10 400 ja 3 500 taotlejat.

Kogu energiaalane investeeringutoetuste süsteem rajaneb valitsuse määrusele energiatoetuse kohta[23], mis omakorda põhineb riigiabi seaduse (688/2001) sätetel. Taastuvenergia osas võib taotlusi esitada näiteks järgmiste objektide kohta:

- väikesed katlamajad;
- väike elektritootmine;
- kütuste tootmine.

Toetusi saab taotleda ka uue tehnoloogia demonstratsioonprojektidele. Toetuse saamise eelduseks on saajapoolne omafinantseering vähemalt 25% ulatuses allikatest, milles ei sisaldu

[23] Käesoleval ajal (01.01.2013 kuni 31.12.2017) kehtib määrus 1063/2012.

avaliku sektori rahastamist. Reeglina on toetuse suurus siiski väiksem, tavaliselt 15–20% investeeringust.

Lõpetuseks võib märkida, et Soomes puidu energiakasutusele pööratavast tähelepanust annab tunnistust ka vastava statistika detailsus. Energiapuitu käsitletakse sageli neljas liigis: kännud, ladvad, kogupuu ja tüvespuu. Ametkondlikus ja ka riiklikus energiastatistikas on olemas andmed järgmiste kütusena kasutatavate puidugruppide kohta:

- must leelis ja muud tselluloositööstuse jäätmed;
- elektrijaamades ja katlamajades kasutavad:
  - metsahake;
  - puukoor;
  - saepuru;
  - puidutööstuse jäätmed;
  - muu;
- puidu väikekasutus:
  - halupuu;
  - puidujäätmed;
  - metsahake.

Sellise statistika olemasolu võimaldab puidu energiakasutust põhjalikult analüüsida ja lihtsustab edasiste tegevuste, s.h ka toetuste kavandamist.

3.3.4 Võimalike ohtude väljatoomine hakkpuidu tootmise ja kasutamise jaoks

Puitkütuste tootmisel on viimastel aastatel hakatud tähelepanu pöörama mineraalainete kaole, mis tekib biomassi väljaviimisel metsast. Kuna mineraalainete jagunemine puidu eri osade vahel on erinev, saab tehnoloogia valikuga mõjutada mineraalainete kadu. Taani andmed selle kohta on esitatud tabelis (Tabel 3.7). Tabeli andmetest saab teha järelduse, et kui raiejäätmed enne hakkimist kuivatada ja anda sellega võimalus okaste ja lehtede pudenemiseks, väheneb mineraalainete kadu oluliselt.

Tabel 3.7 Mineraalainete kadu 70-aastase rotatsiooniperioodi jooksul erinevate tehnoloogiate korral (Wood for energy … 1999)

	N	***P***	***K***	***Mg***	***Ca***
Mineraalainete kadu, kg/ha					
Tüvepuit	*170*	*54*	*205*	*23*	*234*
Hakkimine eelneva kuivatusega	*214*	*58*	*213*	*26*	*259*
Toore puidu hakkimine	*252*	*61*	*230*	*30*	*294*
Mineraalainete kao suurenemine, %					
Hakkimine eelneva kuivatusega	*26*	*7*	*4*	*13*	*11*
Toore puidu hakkimine	*48*	*13*	*12*	*30*	*26*

Mineraalainete kadu raiejäätmete kogumise tagajärjel on uuritud ka Eestis. KIK projektis nr.25 „Eesti puitkütuste potetsiaali hindamine mudelpuude meetodil“ 2008-2010 (P. Muiste, A. Padari, R. Mitt, L. Pärn) põhjal saadud tulemused on esitatud Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Mineraalainete kadu raiejäätmete kogumisel raiutud tüvepuidu m^3 kohta

	Keemilised elemendid					
	N	S	K	P	Mg	Ca
Keemilise elemendi sisaldus, kg/m³	0,465	0,062	0,198	0,017	0,251	1,267

Täiendavaks meetmeks mineraalainete kao kompenseerimisel on puidu põletamisel tekkiva tuha metsa tagasi viimine. Puidu tuhk sisaldab vähesel määral raskemetalle (Cd 0 – 0,08 g/kg tuha kohta, Pb 0,02 – 0,6 g/kg tuha kohta) ja see ei võimalda puidu tuhka metsa viia suurtes kogustes. Soovitav on viia tuhk tagasi sinna, kust raiejäätmed koguti.

Üheks kõige olulisemaks ohuks hakkpuidu tootmise ja kasutamise puhul on ebastabiilne hind hakkpuidu toorme hind. Praegu makstakse hakkpuidu toorme eest turul suhteliselt madalat hinda ja enamik puitmaterjaliga tegelenud on kas lõpetanud või vähendanud raiejäätmete kogumise. Kuna 2012 aasta kõrge hinna mõjul on kogutud hakke toormaterjali varusid umbes pooleks aastaks või kauemaks, siis 2014 aasta sügisel tekib hakkpuidu toormaterjali defitsiit ning sellega seoses hakkpuidu kasutamise langus ja ka hinnatõus. Seega ees ootab tõsine tagasilöök hakkpuidu kasutamisel. Tuleks kiiresti mõelda mehhanismide kasutuselevõtust, mis tagaksid igal pool ja igal ajal ühtlase hinna, mis ei langeks allapoole taset, mis pärsiks metsaomanike motivatsiooni varuda hakkpuidu toorainet.

3.4 Soovitusi ja abinõusid kohalikele omavalitsustele viimaks väikekatlamaju üle puitkütusele

Puiduenergia kasutuse suurendamiseks kohalike katlamajade üleviimisega puitkütuste kasutamisele, tuleks KOVi vastava valdkonna eest vastutavatel spetsialistidel eelnevalt läbida mitmeid ettevalmistusfaase.

Teadlikkuse kasvatamine

Tutvustada kohalike omavalitsuste võtmeisikutele häid näiteid fossiilsetel kütustel töötanud katlamajade üleviimisest kohalikele biokütustele. Siinkohal võiks tuua näiteid Räpinast (Revekor AS, maagaasilt hakkpuidule), Muhust (Muhu valla kommunaalamet, kivisöelt hakkpuidule, vallasisene energiapuidu ahel), Lihulast (Lihula Soojus OÜ, põlevkiviõlilt rohtsele biomassile ja hakkpuidule), Kuressaare (Kuressaare Soojus AS, kohaliku SEKi rajamine ja põlevkiviõli kasutuse minimeerimine) jt.

Läbi viia piirkondlikke seminare ja õppepäevi, kaasata TTÜ, EMÜ, Erametsakeskus SA ja EMOLi spetsialiste ning võimaluse korral konkreetsete objektide vastutavaid spetsialiste. Huvipakkuvamate objektide külastused.

Nõustamine

Kohalike omavalitsuste vastavate spetsialistide võimekuse tõstmine ja nõustamine taastuvenergia ja energiatõhususe tõstmise projektide taotlusdokumentide ettevalmistamisel nii siseriiklikesse (KIK, PRIA, EAS) kui ELi (EIE, INTERREG, LEADER) programmidesse. Vastavate programmide elluviidud projektide tulemuste ja uute võimaluste tutvustamine. Seminarid, õppepäevad.

Kaugküttesüsteemide auditid

Enne kohalike omavalitsustes asuvates kaugküttesüsteemides renoveerimistööde alustamist (nt katlamajade üleviimine kohalikule kütusele, torustike vahetus jms) oleks äärmiselt soovitav läbi viia vastavad auditid, et selgitada välja, kas uuritav kaugküttesüsteem on tervikuna elujõuline ja vastab olulisematele elujõulisuse kriteeriumidele või tuleks üle minna hoonete lokaalsele energiavarustusele. Tellida vastavad süsteemiauditid.

Ressursiuuringud

Renoveerimistööde tegemise eelduseks, kui soovitakse KOVi katlamajas fossiilkütuste asemel kasutusele võtta kohalikud energiaallikad, on lähipiirkonna ressursiuuring. Sageli piirdub lähipiirkond valla territooriumiga. Põhjalikud eeluuringud kindlustavad selle, et renoveeritud katlamaja ei tunneks hiljem puudust valitud kütusest või ei osutuks valitud kütus liiga kalliks.

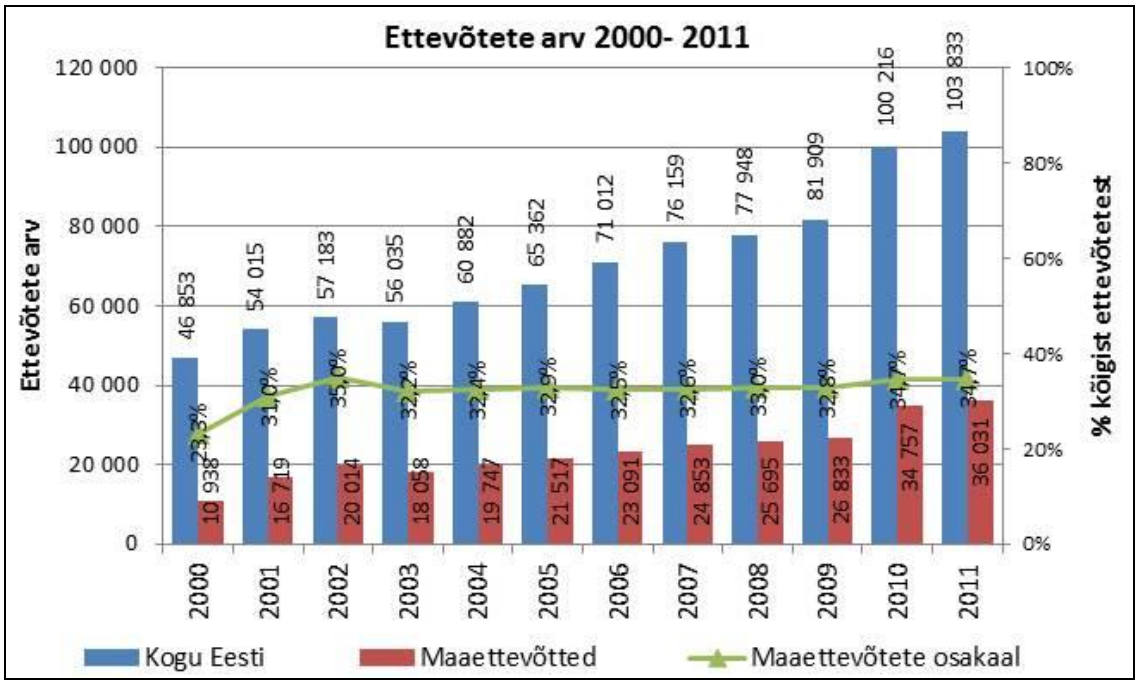
Teostatavuse analüüsid

Katlamajade kütusevahetuse ja muude taastuvenergia projektide teostatavusanalüüside koosseisu ja paremate näidete tutvustamine ja uute ettevalmistamine. Kohalike spetsialistide kaasamine projektide teostatavusanalüüsi kõigis faasides.

Läbi viia piirkondlikke seminare ja õppepäevi, kaasata TTÜ, EMÜ, Erametsakeskus SA ja EMOLi spetsialiste ning võimaluse korral konkreetsete objektide vastutavaid spetsialiste.

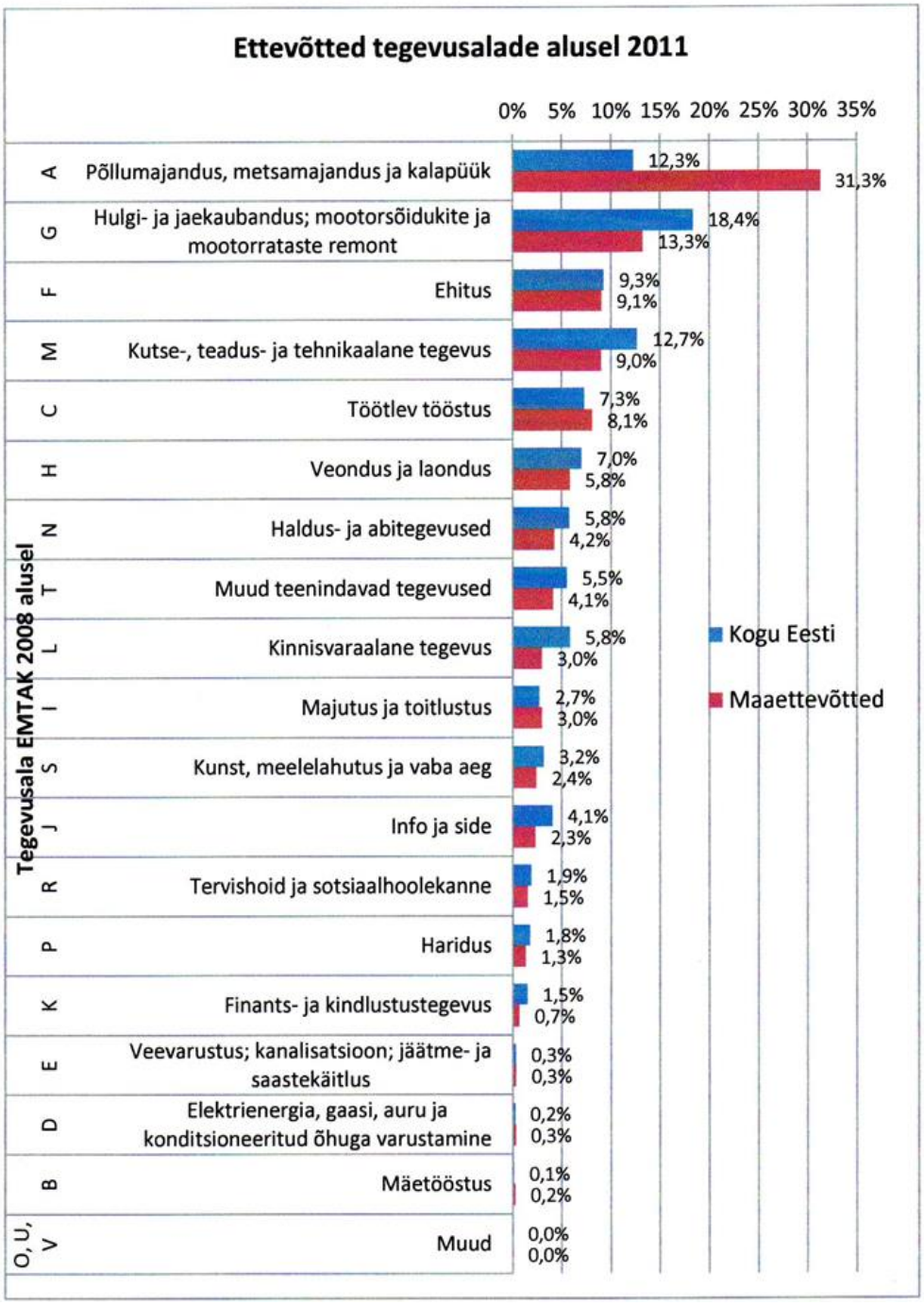
4 PUIDUENERGEETIKAGA SEONDUVATE TÖÖKOHTADE DÜNAAMIKA EESTIS ALATES AASTAST 2000 (METSANDUS, PUIDUTÖÖSTUS, PUIDU KASUTUSEGA SEOTUD ENERGEETIKA) JA PROGNOOS KUNI AASTANI 2020 (KAASA ARVATUD)

Eesti Maaülikooli poolt 2012. a. läbiviidud uuringust (Maapiirkonna … 2012) selgus, et 2011. a. oli majanduslikult aktiivseid ettevõtteid Eestis 103 883, maaettevõtteid oli nende hulgas 36 031 ehk 34,7% (Joonis 4.1).



Joonis 4.1 Statistilisse profiili kuuluvate ettevõtete arv 2000-2011

Põhitegevusvaldkondade (EMTAK 2008) alusel 2011. a moodustasid kõigist maapiirkonna ettevõtetest 70% viie tegevusala ettevõtted: põllumajandus, metsamajandus ja kalapüük (31,3%); hulgi- ja jaekaubandus (13,3%); ehitus (9,1%); kutse-, teadus- ja tehnikaalane tegevus (9%); töötlev tööstus (8,1%) (Joonis 4.2).



Joonis 4.2 Ettevõtted tegevusala (EMTAK 2008) järgi 2011

Allikas: ESA 2012

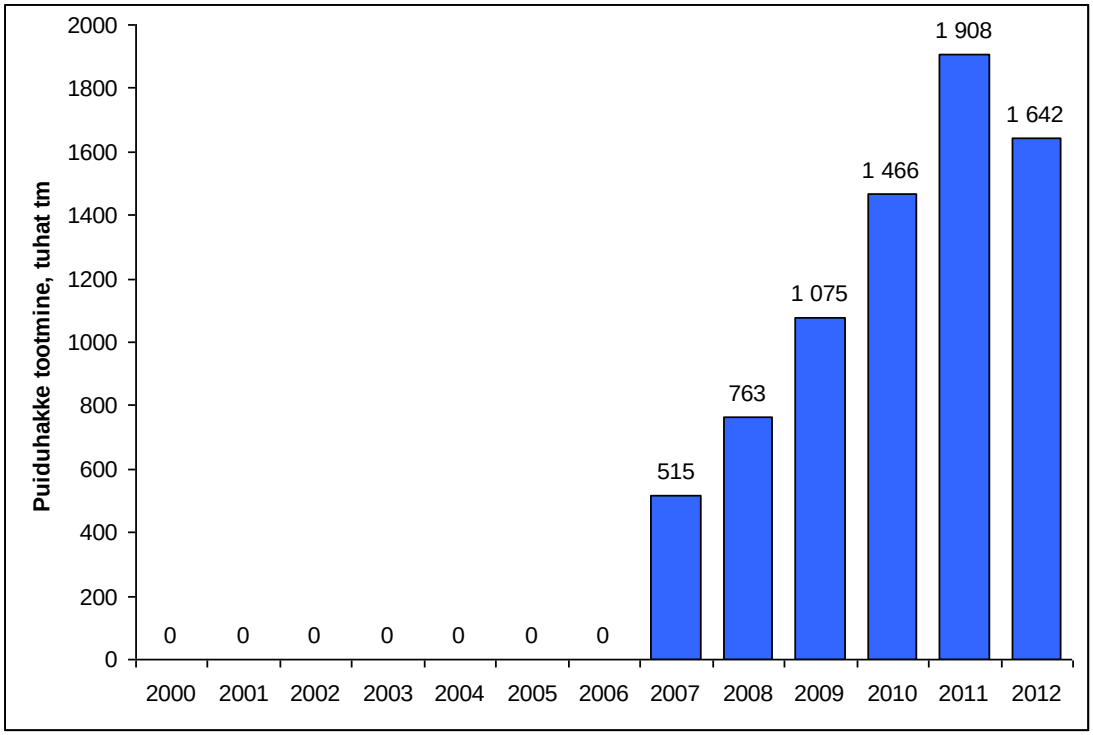
Statistikaameti andmetel (Tabel 4.1) on põllumajanduse, metsamajanduse ja kalapüügi valdkondades hõivatute arv tõusnud - aastal 2008 oli see 3,9%, aastal 2012 juba 4,7%. Sellele on oluliselt kaasa aidanud metsatööstuse sektori areng, sealhulgas puitkütuste tootmise kasv. EMPL andmetel (Otsmann 2013) metsa- ja puidutööstussektoris mahud kasvanud ja ka keskmine lisandväärtus suurenenud. Kasvanud on ka töötajate arv – metsamajanduses, puidu- ja paberitööstuses ning mööblitööstuses oli 2009. aastal 29500 töötajat ja aastal 2012 juba 34000. EMPL tegevdirektori Ott Otsmanni hinnangul peaks olema reaalne metsa

kasutusmahtu lähikümnendi jooksul kahekordistada, kuid see suurendaks oluliselt ka metsa- ja puidutööstussektoris hõivatud töötajate arvu.

Tabel 4.1 Hõivatud tegevusala järgi, aasta (Statistikaamet 2013)

	Hõivatud, tuhat					Hõivatute osatähtsus (tegevusala				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Tegevusalad kokku	656,5	595,8	570,9	609,1	624,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Põllumajandus, metsamajandus ja kalapüük	25,3	24,0	24,1	26,9	29,1	3,9	4,0	4,2	4,4	4,7
Mäetööstus	6,0	6,4	6,9	6,1	5,2	0,9	1,1	1,2	1,0	0,8
Töötlev tööstus	135,0	113,8	108,4	121,0	117,5	20,6	19,1	19,0	19,9	18,8
Elektrienergia, gaasi, auru ja konditsioneeritud õhuga varustamine	8,2	7,7	8,7	8,2	9,3	1,2	1,3	1,5	1,3	1,5
Veevarustus; kanalisatsioon; jäätme- ja saastekäitlus	2,3	2,4	2,3	3,9	3,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
Ehitus	81,0	58,3	47,9	59,0	58,7	12,3	9,8	8,4	9,7	9,4
Hulgi- ja jaekaubandus; mootorsõidukite ja mootorrataste remont	92,5	83,2	80,0	81,3	80,7	14,1	14,0	14,0	13,4	12,9
Veondus ja laondus	49,9	49,7	43,6	48,3	50,5	7,6	8,3	7,6	7,9	8,1
Majutus ja toitlustus	23,6	20,1	19,4	19,2	19,3	3,6	3,4	3,4	3,1	3,1
Info ja side	15,3	14,3	12,4	16,7	18,6	2,3	2,4	2,2	2,7	3,0
Finants- ja kindlustustegevus	10,4	11,4	9,4	10,2	10,5	1,6	1,9	1,7	1,7	1,7
Kinnisvaraalane tegevus	10,2	9,2	10,1	10,4	10,7	1,6	1,5	1,8	1,7	1,7
Kutse-, teadus- ja tehnikaalane tegevus	20,5	20,5	21,2	23,3	22,9	3,1	3,4	3,7	3,8	3,7
Haldus- ja abitegevused	17,3	16,8	18,9	17,1	21,3	2,6	2,8	3,3	2,8	3,4
Avalik haldus ja riigikaitse; kohustuslik sotsiaalkindlustus	38,4	36,7	40,4	40,3	41,1	5,8	6,2	7,1	6,6	6,6
Haridus	59,9	62,5	56,1	57,2	62,7	9,1	10,5	9,8	9,4	10,0
Tervishoid ja sotsiaalhoolekanne	31,1	33,0	34,6	35,5	35,7	4,7	5,5	6,1	5,8	5,7
Kunst, meelelahutus ja vaba aeg	14,8	14,2	14,7	14,3	15,5	2,3	2,4	2,6	2,4	2,5
Muud tegevusalad	14,8	11,5	11,9	10,3	11,6	2,3	1,9	2,1	1,7	1,9

Tööhõivet saab arvutada ka toodangu järgi. Kui võtta ühikuks 1 autokoorem, mis mahutab 90 puiste kantmeetrit hakkpuitu ja mis on ca 32,1 tihumeetrit ja võtta arvutustesse lisaks masinate reaalsed tootlikkused, on võimalik arvutada vajalike inimtöötundide arvu ühiku kohta. Alustades vajaliku tööjõu arvutamist raielangilt ja lõpetades transpordiga lõpptarbija juurde, saame 3 põhitegevust – raidmete või kogupuude kokkuvedu, raidmete hakkimine ning hakkpuidu transport. Kokkuveo normiks arvestati RMK-s kasutatud töönormi - 3,3 tm/h ehk 9,4 puiste kantmeetrit tunnis, mille järgi 90 puiste kantmeetri kokkuveoks kulub 9,7 tundi. Hakkimise tööjõuvajaduse aluseks on võetud SLG Energy (Irdla 2013) andmed, kus koos seisakutega 90 m3-se autokoorma täitmiseks kulub keskmiselt 60 minutit ehk 1 tund. Seega 1 puiste kantmeetri tootmiseks kulub 1/90 tundi hakkija tööaega. Transpordiks kulub autojuhi hakkimise ajal kuluv ooteaeg 1/90 tundi puiste kantmeetri kohta, sõitmiseks kuluv aeg ja mahalaadimise aeg. Transpordil sõidukiirus on keskmiselt 70 km/h ja mahalaadimiseks kulub 15 minutit ehk 0,25 tundi. Kui arvutada transpordi keskmise kaugusega 60 km ja arvestada, et auto peab läbima vahemaa edasi-tagasi ehk 2 korda, siis kulub 1 koorma sõitmisele 1,71 tundi. Seega kulub ühe koorma transpordiks 1 + 0,25 + 1,71 = 2,96 tundi ehk puiste kantmeetrile 0,03 tundi (Irdla 2013). Kokku kulub seega 1 koorma (90 puiste kantmeetrit) tootmiseks umbes 9,7 + 1 + 2,96 ≈ 14,7 inimtundi. Seega oleks inimkulu ühe tihumeetri kohta 0,42 tundi ja ühe puiste kantmeetri kohta 0,15 tundi.



Joonis 4.3 Hakkpuidu tootmine aastate lõikes 2000 – 2011 aastal (*Allikas Statistikaamet: Andmetabel KE023: Energiabilanss kütuse või energialiigi järgi*)

Võttes aluseks statistikaameti andmed, mille järgi on hakkpuidu tootmine alanud 2007 aastal ja kasvanud kuni 2011 aastani, siis on selge, et hakkpuidu tootmise sektoris on tekkinud hulk töökohti. Seni suurim hakkpuidu tootmine toimus 2011 aastal (1,9 miljonit tm) (Joonis 4.3). Arvestades ühe tihumeetri kuluks 0,42 töötundi ja aastaseks töötundide normiks inimese kohta 1666 tundi, siis 2007 aastal tekkis hakkpuidu tootmise tõttu 130 töökohta, 2011 aastal oli arvutuslik töökohtade arv 481 ja 2012 langes see 414-le. Arvestades, et 2013 aastal on raidmete kokkuvedu vähenenud, siis on ka tööjõu kasutamine vähenenud. Loodetavasti hakkab hakkpuidu tootmine 2014 või 2015 aastal uuesti tõusma.

Arvutuste järgi iga 400 000 tm hakkpuidu aastase tootmise muutmine muudab töökohti 100 töötaja võrra, kes raiuvad, veavad materjali kokku, hakivad ja veavad lõpptarbijale. Siinkohal ei ole arvestatud vajaliku tööjõuga, kes vastavaid tõid organiseerivad, juhivad või administreerivad. Samuti ei ole siinkohal arvestatud lisatööjauga, mis peaks lisanduma tarbimismahu suurenemisel energiatootmisettevõtetes.

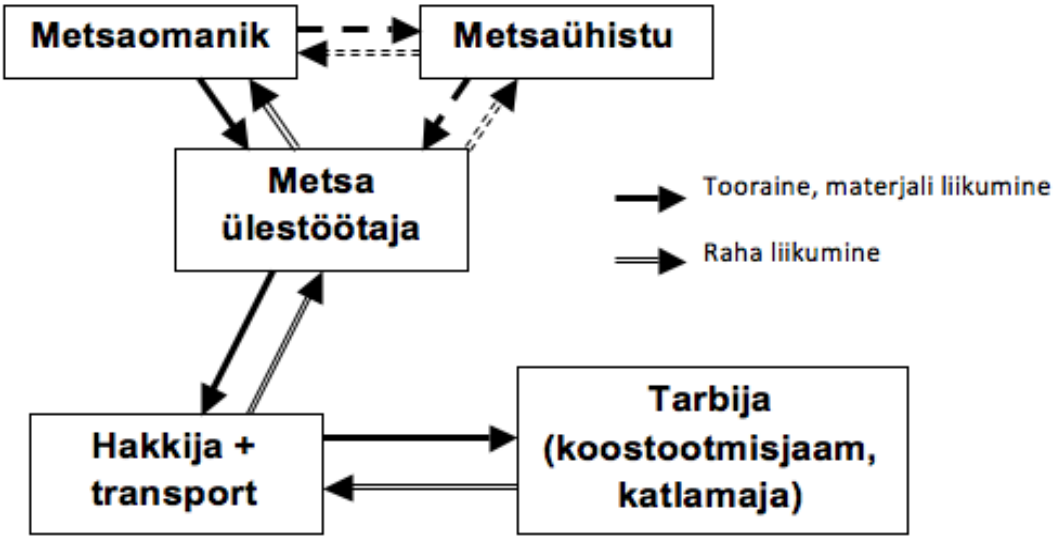
5 ERINEVATE SOOVITUSTE JA ABINÕUDE TERVIKLIKE SKEEMIDE VÄLJATÖÖTAMINE PUIDUENERGIA KASUTAMISE SUURENDAMISEKS NII SISERIIKLIKULT KUI EKSPORDIKS SH RIIKLIKE TOETUSTE KOMPLEKSSE SKEEMI VÄLJATÖÖTAMINE

5.1 Soovitusi ja abinõusid puitkütuste varumise tõhustamiseks

Puiduenergia kasutamise suurendamiseks on vaja tekitada puidu kasvatajate huvi hakkpuidu varumiseks. Praeguseks on tekkinud olukord, kus metsaomanikud ei ole huvitatud koguma hakkpuidu toorainet. Näiteks praegu metsamajandajate kasum hakkpuidu tooraine kogumisel on nulli ümber – olenevalt asukohast võib olla nii kahjum kui kasum (Kams 2013). Metsaomanikele makstakse 1€ puiste kuupmeetri kohta, mis on ilmselgelt vähe (Põntson 2013). Probleemid, mis tekivad raiejäätmete kogumisel (Põntson 2013):

1) raiejäätmeid ei kasutata kokkuveoteede alla ning sellest tulenevalt tekivad metsamaterjali kokkuveol suured rööpad ehk metsaalune rikutakse ära;

2) et mitte tekitada suuri roopaid veetakse metsamaterjal kokku erinevaid trajektoore sõites ning tulemuseks on hävinenud järelkasv ning tihe pinnas, kus metsauuendamine on raskendatud.



Joonis 5.1 Energiapuidu tarneahel ja tasustamisskeem

Joonisel (vt Joonis 5.1) on kujutatud Eestis enamlevinud energiapuidu tootmise ja tarnimise ahel. Vahel täidab erinevate komponentide rolle sama isik, kuid see ei muuda edasist analüüsi. Skeemil on kujutatud metsaomanik, kes haldab oma metsa ja sealtsaadavat energiapuitu. Ideaalis on metsaomanikud koondatud metsaühistusse ja paremate müügitingimuste saamiseks tegeleb materjalide müügiga metsaühistu. Kuna metsaühistul on võimalik lepinguid sõlmida suurematele kogustele, siis on võimalik küsida metsamaterjali eest suuremat hinda. Raie võib teostada metsaomanik, ühistu, teenuse pakkuja või siis müüakse mets kasvavana. Skeemil on raie teostaja metsa ülestöötaja nime all. Peale energiapuidu kokkuvedu reeglina jäetakse materjal kuivama, mille järgselt materjal hakitakse ja veetakse lattu või tarbijale. Tarbija maksab energiapuidu eest vastavalt lepingule turul väljakujunenud hinda. Kuna

koostootmisjaamad saavad taastuvenergia tasu, on neil võimalik puidu eest maksta tarnijale suuremat hinda ja tarnija omakorda saaks suuremat hinda maksta metsaomanikule. Tegelik hind kujuneb tarbija ja hankija vahel kujuneb vastavalt turusituatsioonile. Praegu on energiapuidu hind madal ja kuna raha liigub tarbijalt metsaomanikuni, siis praegu on metsaomanik see, kes kannab kahjumit või saab minimaalselt plussi. Senine situatsioon on viinud selleni, et lageraielankidelt raiejäätmete kogumine ei tasu enam ära. Näiteks Läänemaa Metsaühistu tegevjuhi Mikk Link (2013) sõnul maksti 2012. aasta esimesel poolel 8 € puiste kantmeetri eest. See hind motiveeris metsaomanike väheväärtuslikes lehtpuumetsades raiuma. Tänavuse hakkehinnaga (5 € puiste kantmeetri eest) ei ole mõtet metsa teha (Link 2013). Iisaku Metsaühistu juhatuse esimehe Viktor Lehtse (2013) sõnul on Ida-Virumaal hakkematerjali ühismüük peatatud, sest hind on liiga madal ja piirkonnas puudub ostja. Kui ühistul oli otseleping Narva Elektrijaamaga, sai metsaomanik 7 € puiste kantmeetri eest, nüüd on hind 3 – 4 € puiste kantmeetri eest, millega saab napilt kulud nulli. Arved Viirlaiu Põhja-Eesti Metsaühistu metsameistri Margus Paesalu (2013) väitel annab Tallinna lähedus paremaid võimalusi, sest Väo koostootmisjaam on lähedal ja piirkonnas pakutakse puiduhakke materjali eest 5,5 – 6 € puite kantmeetri eest. Seega oleks vaja energiapuidu varumise motiveerimiseks kasutusele võtta täiendavaid meetmeid, mis tagaksid metsaomanikele teeäärde veetud hakkematerjali eest hinna 6 € pusite kantmeetri eest. Üheks võimaluseks on kasutada energiapuidu varumise toetamist.

Metsaomanike seisukohalt võiks jagada energiapuidu saamise allikad nelja gruppi:

1) trasside (teede ääred, kraavid, sihid jms) hooldamine – trassidel kasvavad puittaimed, mis tuleb teatud aja tagant maha võtta. Omanikul on vaja materjal nagunii ära koristada ning energiapuiduna müües saab ka töö eest tasu. See on töö, mida tehakse olenemata sellest kas saadav tulu katab kõik kulud või mitte;

2) uuendusraietelt saadavad raiejäätmed – raiejäätmete kokkuvedu sisaldab kulusid, mis kuluvad kütusele, töövahendite amortisatsioonile, rikutud pinnase taastamisele ja tööjõule. Praegu makstakse erametsaomanikele oksavirnas oleva energiapuidu eest 3-4 € iga puiste kuupmeetri kohta, mis on ilmselgelt vähe;

3) üle 30-aastaste metsade harvendusraietelt saadavad raiejäätmed või kogupuud – ümarmaterjali tootmisel harvendusraie raiejäätmed on väikeste dimensioonidega ja nende kogumine tuleks kõne alla kogupuude kokkuveo puhul. Hind on praegu 3-4 € puiste kuupmeetrilt, mis ei motiveeri erametsaomanikke raiejäätmeid koguma;

4) puud alla 30 aastaste metsade hooldus- ja valgustusraietelt – kõige efektiivsem kogumisviis oleks jalalt lõigatud tervete (okstega) puude kokkuvedu. Kuna puud on väikesed, siis kokkukogumine ja vedamine on suhteliselt kallis ettevõtmine ning seda eestis seni eriti rakendatud ei ole. Alla 30-aastaste metsade hooldusraie eripäraks on see, et on võimalik taotleda selleks 160 €/ha, kui see ei kohusta langetatud puude kokkukogumist ja energiapuiduks tarvitamist. Praegu makstavad 3-4 € puiste kuupmeetri eest jääb väheks. Kuna on tegemist väikeste puudega, siis siit materjali kogumise motiveerimiseks oleks vaja rohkem toetusi kui uuendusraie puhul.

Võimalike toetusskeemide koostamisel on lähtutud eelolevast taustainfost ja intervjuudest erinevate spetsialistidega. Kõikide spetsialistidega vesteldes selgus, et metsaomanikud saavad puidukütte eest liiga vähe raha ning energiapuidu varumine ei tasu ära. Näiteks AS Fest-Forest esindaja (Kams 2013) sõnul on praegu metsaomanikel raiejäätmete kogumine keskeltläbi nullis ning omaniku motiveerimiseks oleks vaja kasumit ehk siis lisaks 2 € iga tihumeetri kohta. Kesk-Eesti Metsaomanikud OÜ juhatuse liikme (Põntson 2013) sõnul on enamik eesti metsi sellisel pinnasel, et raiejäätmeid on otstarbekam kasutada kokkuveoteede all, vastasel juhul rikutakse metsaalune, mis omakorda raskendab tunduvalt

metsauuendustöid. Metsaomaniku rahuldaks, kui saaks kätte 10 €/m^3 (Põntson 2013). SA Järvselja õppe- ja katsemetskond juhataja sõnul koguvad nad energiapuitu vaid erinevate trasside puhastamise käigus, sest raielankidel jäävad oksad kokkuveoteede tugevdamiseks (Kask 2013). Raiejäätmete kogumisega tegelenud metsaomaniku (Miljan 2013) sõnul osteti parematel aegadel raiejäätmeid hakkimiseks hinnaga 6-7 € puiste m^3 kohta. See oli tema sõnul piisav hind. Telefonivestluses SLG Energy Lõuna tegevjuhiga (Irdla 2013) selgus, et nad ostavad hakkpuidu toorainet vaid põhitarnijatelt, kellele makstakse 5-6 € puiste kuupmeetri eest. Paljud väiksemad ettevõtjad ja metsaomanikud on sunnitud praegu müüma hakkpuidu toorainet hinnaga kuni 4 € puiste m^3 eest, mis on liiga vähe energiapuidu varumise stimuleerimiseks (Irdla 2013). RMK puiduturustusosakonna juhataja (Kaubi 2013) sõnul on RMK praeguste hindade tõttu suuresti vähendanud raiejäätmete kogumist, kuid ei ole täielikult seda lõpetanud. Raidmete kokkuveohinnad RMK-s on tooreste raidmete puhul, mis veetakse kokku koos ümarmaterjaliga 3 – 4 €/tm (1,1 – 1,4 € puiste m^3 kohta), langil seisnud raidmete puhul on kokkuveo hind 12 €/tm (4,3 € puiste m^3 kohta), raidmete müügihind peaks olema kokkuveohinnast olema suurem (Kaubi 2013). Kõikidest intervjuudest jäi kõlama, et puidukütte tooraine varumist motiveeriks kõrgem hind. RMK kasutab ka hakkimise teenust, mille hind (7 – 28 €/tm) sõltub väga paljudest muutujatest, ja tarnib otse lõpptarbijale. Suurimaks probleemiks hakkevarumise juures peab RMK (Kaubi 2013) ebaühtlast hinda nii piirkonniti kui ajaliselt ning hakkpuidu varumise motiveerimiseks peaks olema tagatud lõpptarbija juures miinimumhind 11 € puiste kantmeetri eest. Marek Irdla (2013) sõnul peaks lõpptarbija hind olema 12 € puiste kantmeetri eest. Praeguste hindade puhul jääb motiveerivast ühikuhinnast puudu vähemalt 2 € puiste m^3 eest. Toetada on võimalik tarneahela kõiki lülisid, kuid kõige efektiivsema tulemuse saaks, kui metsaomanikku.

Võimalike toetusskeemide variandid:

1) Skeem 1. Toetatakse metsaomaniku hakkpuidu tooraine varumise eest. Selleks on vaja esitada kas otse või läbi metsaühistu üleandmisakti koopia, kus esitatud hakkpuidu kogused. Vastavalt sellele makstakse metsaomanikule 2 € puiste m^3 eest. Ülejäänud tarneahela lülid toimivad ja maksavad samu hindasid kui seni on maksnud. Seega metsaomaniku tulu tekib toetusest ja müügihinnast;

2) Skeem 2. Toetatakse metsaomanikku, kuid toetuse määr sõltub hakke hinnast. Esitatakse kas otse või metsaühistu kaudu üleandmisakti koopia ning kompenseeritakse metsaomanikule kogu hinnavahe mis jääb 6 € ja müügihinna vahele puiste m^3 kohta;

3) Skeem 3 toetatakse metsaühistud, kes tegelevad toorme andmete kogumisega ja tarnimise koordineerimisega. See peaks soodustama hästifunktsioneerivate metsaühistute tekkimist. Sel juhul on metsaomanikel lihtsam täita tarnimiseks vajalikke miinimumkoguseid ning on võimalik suurematele kogustele leida ka turg ja parem hind. Toetatakse vastavalt üleandmisaktide koopiatele 2 € puiste m^3 eest, millest 1,5 € maksab ühistu edasi metsaomanikule.

4) Skeem 4. Toetataks metsaomanikku ning toetused diferentseeritakse sõltuvalt tooraine allikast:
    a) trassidelt kogutud kogupuude eest toetusi ei maksta;
    b) lageraietelt raiejäätmete varumisel oleks metsaomanikule toetusemäär 2 € puiste m^3 kohta;
    c) üle 30-aatastest metsadest kogutud kogupuude või raiejäätmete eest oleks toetusmäär 2 € puiste m^3 kohta;
    d) kuni 30-aastastest metsadest kogutud kogupuude kogumise eest 5 € puiste m^3 eest.

Kõik kirjeldatud toetusskeemid eeldavad, et toetatakse erametsaomanikke ja kõiki neid skeeme on võimalik rakendada suhteliselt lihtsalt analoogselt olemasolevate toetustele. Vaja oleks vaid leida toetusallikad. Võimalikke toetusskeeme, kus tõstetakse taastuvenergia toetust või hakatakse toetama katlamaju, mis toodavad ja müüvad puitkütustega saadud soojusenergiat, antud töös ei käsitletud. Soojusenergia tootjate toetamise puhul peaks jõudma osa toetussummadest ka metsaressursi omanikele, kuid praktikas ei pruugi see nii juhtuda.

Kindlasti on oluline roll puitkütuste tootmise elavdamisel puitkütustel töötavate katlamajade ja koostootmisjaamade olemasolu. Tänasel päeval on võimalik suurendada metsadest saadavat puitkütuse toorainet raidmete ja kändude näol. Seega on oluline, peale toetuste saamise võimaluse tekitamise, ka nõudluse suurendamine. Nõudlust saab suurendada katlamajade üleviimisega puitkütusele või uute katlamajade või koostootmisjaamade rajamisega.

5.2 Soovitusi ja abinõusid kohalikele omavalitsustele viimaks väikekatlamaju üle puitkütusele

Puiduenergia kasutuse suurendamiseks kohalike katlamajade üleviimisega puitkütuste kasutamisele, tuleks KOVi vastava valdkonna eest vastutavatel spetsialistidel eelnevalt läbida mitmeid ettevalmistusfaase.

Teadlikkuse kasvatamine

Tutvustada kohalike omavalitsuste võtmeisikutele häid näiteid fossiilsetel kütustel töötanud katlamajade üleviimisest kohalikele biokütustele. Siinkohal võiks tuua näiteid Räpinast (Revekor AS, maagaasilt hakkpuidule), Muhust (Muhu valla kommunaalamet, kivisöelt hakkpuidule, vallasisene energiapuidu ahel), Lihulast (Lihula Soojus OÜ, põlevkiviõlilt rohtsele biomassile ja hakkpuidule), Kuressaare (Kuressaare Soojus AS, kohaliku SEKi rajamine ja põlevkiviõli kasutuse minimeerimine) jt.

Läbi viia piirkondlikke seminare ja õppepäevi, kaasates TTÜ, EMÜ, Erametsakeskus SA ja EMOLi spetsialiste ning võimaluse korral konkreetsete objektide vastutavaid spetsialiste, koos huvipakkuvamate objektide külastamisega.

Nõustamine

Kohalike omavalitsuste vastavate spetsialistide võimekuse tõstmine ja nõustamine taastuvenergia ja energiatõhususe tõstmise projektide taotlusdokumentide ettevalmistamisel nii siseriiklikesse (KIK, PRIA, EAS) kui ELi (IEE, INTERREG, LEADER) programmidesse. Vastavate programmide elluviidud projektide tulemuste ja uute võimaluste tutvustamine seminaridel ja õppepäevadel.

Kaugküttesüsteemide auditid

Enne kohalike omavalitsustes asuvates kaugküttesüsteemides renoveerimistööde alustamist (nt katlamajade üleviimine kohalikule kütusele, torustike vahetus jms) oleks äärmiselt soovitav läbi viia vastavad auditid, et selgitada välja, kas uuritav kaugküttesüsteem on tervikuna elujõuline ja vastab olulisematele elujõulisuse kriteeriumidele või tuleks üle minna hoonete lokaalsele energiavarustusele. Tellida vastavad süsteemiauditid.

Ressursiuuringud

Renoveerimistööde tegemise eelduseks, kui soovitakse KOVi katlamajas fossiilkütuste asemel kasutusele võtta kohalikud energiaallikad, on lähipiirkonna ressursiuuring. Sageli piirdub lähipiirkond valla territooriumiga. Põhjalikud eeluuringud kindlustavad selle, et renoveeritud katlamaja ei tunneks hiljem puudust valitud kütusest või ei osutuks valitud kütus liiga kalliks.

Teostatavuse analüüsid

Katlamajade kütusevahetuse ja muude taastuvenergia projektide teostatavusanalüüside koosseisu ja paremate näidete tutvustamine ja uute ettevalmistamine. Kohalike spetsialistide kaasamine projektide teostatavusanalüüsi kõigis faasides.

Läbi viia piirkondlikke seminare ja õppepäevi, kaasata TTÜ, EMÜ, Erametsakeskus SA ja EMOLi spetsialiste ning võimaluse korral konkreetsete objektide vastutavaid spetsialiste.

5.3 Metsaomanike, piirkondlike metsaühistute, ettevõtjate ja kohalike omavalitsuste tegevuse aktiveerimine korraldamaks puitkütuste tooraine varumist erametsadest, sh väheväärtuslikest lehtpuupuistutest ja noorendike hooldusraietest ning koostöö tõhustamiseks puitkütuste kasutamisel

Töötada välja kinnitada uued toetuse liigid:

- Puitkütuse valmistamise täisahela toetus. Ahel sisaldab: raiet – kokkuvedu - väljavedu- kütusevalmistust kasutamiseks katlamajas.
- Metsaomanike ja metsatööliste täiendkoolituse toetus (kunagi oli olnud EASis). Uurida Maaeluarengukava (MAK) 2020ja Metsanduse Arengukava vastavaid dokumente.
- Sihtkaitsevööndi metsade majandamise toetus, sarnaselt Natura-alade toetusele. Sihtkaitsevööndis ei tohi tegelda traditsioonilise metsamajandamisega.

Sihtasutus EMK on arendanud välja ja rakendanud meetmed, mis soosivad väheväärtusliku lehtpuu kasutamist energiamajanduses:

- Metsa hooldustööde toetus, uuendus ja valgustusraiete jääkide kokkuveo ja väljaveo toetus, kui seda materjali kasutatakse kütuse valmistamiseks.
- Energiaühistute loomise toetus. Energiaühistu loomiseks oleks vaja nii toetust, laenu võtta (laenu garantii), teavitust/koolitust, sobivat asukohta kaugküttevõrgu või mõne suurema üksiktarbija näol.
- Eksporditurgudele mineku toetus ekspordivõimaluste toetamine. Välja saab viia kvaliteetse materjali, viletsam jääb siseturule nt tahkekütuseks või vedelate biokütuste valmistamiseks.
- Puiduenergia kasutamise alane reklaami- ja teavitustegevus, õppe- ja täiendkoolituse alase tegevuse organiseerimine ja läbiviimine.
- Metsaühistute liikmete ja metsakonsulentide täiendkoolituse organiseerimine ja läbiviimine, praegu toetuse määr 95 €/isik (arenenud lääneriikides 250 €/isik) ja raha jaotatakse metsaühistute kaudu. Toetusi jagab EMK.

6 SOOVITUSI TEGEVUSTEKS

6.1 Metsaressursi omanike (erametsaomanik, metsaühistu, ettevõtja, RMK) aktiveerimine ja nende teadlikkuse tõstmine.

Metsaressursi omanikke on otstarbekas teavitada vaid siis, kui sellest oleks neile kasu. Kui reklaamida näiteks metsaomanikke koguma raiejäätmeid ja nende eest ei maksta kasumlikku hinda, siis ei ole sellel metsaomaniku seisukohast mõtet. Oletame, et metsaomanikele pakutakse puitkütuste toorme eest kasumlikku hinda. Sel juhul on kindlasti vaja tegeleda metsaressursi omanike teadlikkuse tõstmisega, mille võiks jagada järgmistesse punktidesse:

1) Teavitustegevus võimalike toetuste (investeerimistoetused, puiduhakke toorme kogumise vms) saamise kohta. Seda saab teha läbi metsaühistute, koolituste, õppepäevade või infopäevade kaudu.
2) Koolituste korraldamine, kus tutvustatakse võimalikke tehnoloogilisi skeeme seotuna metsaomaniku toodetavate kogustega. Erinevate koguste puhul on otstarbekas kasutada erinevaid skeeme.
3) Info jagamine kokkuostjate kohta, mis võiks käia samuti infopäevade raames ja metsaühistute kaudu.
4) Koolitusmaterjalide koostamine sh e-õppe materjalide loomine ja kõigile kättesaadavaks tegemine.
5) Metsaomanike ühistulise tegevuse propageerimine. Tuleks teadvustada, et väikesi metsakinnistuid saab efektiivselt majandada ja metsa või puidu müüki korraldada vaid läbi ühistegevuse. Naabermaade kogemused näitavad, et konsolideeritud ühispakkumiste korral on erametsaomanikel võimalik saada soodsamaid tingimusi metsakasvatuslike ja metsaraietööde tellimisel ning paremat hinda puidu müügil. Energiapuidu realiseerimisel pikaajalise ja stabiilse tulu saamiseks võib otstarbeks olla selliste energiaühistute loomine, kus metsaomanikud on nii energeetilise toorme kui ka katlamaja omanikud.

Kui on võimalik tekitada metsaressursi omanikele lisatulu, siis on teavitustegevus esmatähtis.

6.2 Puitkütuse kasutuselevõtuks sobivate tehnoloogiliste lahenduste väljapakkumine

6.2.1 Tehnoloogilised lahendused puitkütuste tootmiseks

Põhilised tehnoloogilised lahendused puitkütuste tootmiseks on järgmised (Vares et al 2006):

- tüvestehakke tootmine;
- puu sektsioonide ja kogupuu tehnoloogiad;
- hakkepuidu tootmine raiejäätmetest;
- kändude juurimise, kogumise ja töötlemise tehnoloogiad.

6.2.1.1 Tüvestehake

Noore metsa valgustusraiel tekib suures koguses puitmaterjali, mis tööstuslikku kasutust ei leia, küll on aga kasutatav kütusena. Ka küpseva metsa harvendusraiel võib saadav likviidse puidu kogus olla nii väike, et otstarbekam on kogu raiutav materjal kasutada hakkpuidu

tootmiseks. Sellistest laasimata peentüvedest toodetud hakkpuitu nimetatakse tüvestehakkeks ehk kogupuu hakkeks. Valgustusraiet talumetsades tehakse tavaliselt käsitsi, kas võsasae või mootorsaega. Suurtootmises on hakatud kasutama harvesterile paigaldatavat akumuleerivat lõikepead, mis on ette nähtud lõigatavate peentüvede koondamiseks kimpudeks. Lõikeseadmeks on giljotiini põhimõttel töötav lõiketera. Harvendusraieks saab kasutada ka koormatraktorit, mille manipulaatori haarats on asendatud lõikepeaga. See võimaldab ühe masinaga teha nii raie kui ka koondada lõigatud tüvesed. Tüveste koondamist võib teha käsitsi, kuid suuremate mahtude korral kasutatakse kokkuveoks metsaveotraktorit. Kogutud materjali võib hakkida toorelt või ladustada kuhjadesse ja hakkida siis, kui on tekkinud nõudlus hakkpuidu järele. Puidu säilitamine suurtes kuhjades kindlustab kütuse väiksema niiskusesisalduse ja sellega ka kõrgema kütteväärtuse. Kuivamisel okkad ja lehed varisevad ja seetõttu väheneb ka mineraalainete kadu metsast.

6.2.1.2 Puu sektsioonide ja kogupuu tehnoloogiad

1980-ndatel aastatel katsetati puu sektsioonide ja kogupuu tehnoloogiaid, mille eesmärgiks oli ühe tehnoloogilise võttega tuua metsast välja nii saepalk, paberipuu kui ka küttepuu. Erinevalt traditsioonilistest metsaraiest jäeti selliste tehnoloogiate korral langetatud puud laasimata, järgati sobiva pikkusega sektsioonideks ning nende lõplik töötlemine toimus vahe- või lõpplaos. Puidu koondamiseks metsas sai kasutada tavalisi metsaveo traktoreid, transpordiks maanteel vajati aga erikonstruktsiooniga veokeid, mille veokast oli küljelt avatav. Tehnoloogia peamiseks eeliseks oli väiksemad kulud tooraine töötlemisel, sest lõpplaos sai seadmete ajamitena kasutada sisepõlemismootorite asemel odavamaid elektrimootoreid. Meetodi peamiseks puuduseks oli see, et lõpplaos töötlemisel oli keeruline tagada likviidsele puidule kehtivaid kvaliteedinõudeid. Eesti tingimustes oleks täiendavaks probleemiks veel veokitele kehtestatud massi ja pikkuse piirangud, mis tõstavad puu sektsioonide transpordikulusid.

6.2.1.3 Hakkpuit raiejäätmetest

1) *Puidu hakkimine langil*

Langil hakkimise meetodi korral kasutatakse raiejäätmete kogumiseks ja hakkimiseks mobiilset hakkurit. Hakkuri konteiner peab olema kõrgele tõstetav ja kallutatav, et teda oleks võimalik tühjendada veoki kasti. Kui kasutada konteinerveokeid, saab hakkpuidu transporti korraldada sõltumatult selle kogumisest ja seega on võimalus vähendada veokijuhi ooteaega. Konteinerveokid on küll kallimad võrreldes tavaliste hakkpuidu veoks kohandatud veoautodega, kuid tööjõu kõrge hinna korral on nende kasutamine majanduslikult õigustatud. Langil hakkimise meetod oli väga levinud kuni 90-ndate aastate keskpaigani, kuid nüüd on see hakanud tähtsust kaotama, sest on tootlikkuselt ja efektiivsuselt alla jäämas vahelaos hakkimise ning pallimise meetoditele. Raiejäätmete langil kogumiseks kasutatavad mobiilsed hakkurid on väga kallid masinad. Kuna nende tööajast suur osa kulub langil sõitmisele ja raiejäätmete kogumisele, siis seda tööd oleks odavam teha tavaliste metsaveo traktoritega (forvarderitega). Tootlikkuse tõstmiseks on mobiilsed hakkurid läinud suuremaks, kuid ühtlasi ka kohmakamateks ja raskemateks, seetõttu Eesti nõrga kandvusega pinnastel saaks neid kasutada vaid talvel. Langil hakkimise korral on tooraineks toored oksad ja ladvad ning seetõttu saadav hakkpuit on kõrge niiskusesisaldusega.

2) *Puidu hakkimine vahelaos*

Põhjamaades kõige levinumaks on vahelaos hakkimise meetod ja seda võib pidada sobivaimaks ka Eesti tingimustes. Selle meetodi korral raiejäätmete koondamine toimub tavalise metsaveotraktoriga, mille veokast kandevõime paremaks ärakasutamiseks on laiemaks ehitatud. Tee äärde kõrgetesse kuhjadesse veekindla kattepaberi alla kuivama kogutud raiejäätmete hakkimine toimub järgmisel talvel mobiilse hakkuriga ja transport raiejäätmete veoks kohandatud eriveokiga. Kui veokaugus vahelaost tarbijani on väike, võib osutuda otstarbekaks hakkuri paigaldamine hakkeveokile.

Praktikas kasutatakse Eestis järgmisi variante:

- Hakkimine veoki kasti ja transport lõpptarbijani
- Hakkimine konteinerisse ja transport lõpptarbijani

Neist variantidest on meil majanduslikult tasuvamaks osutunud esimene. Kasutatakse ka transporti terminali kaudu:

- Hakkimine veoki kasti ja transport terminali ja sealt lõpptarbijani
- Hakkimine konteinerisse ja transport terminali ja sealt lõpptarbijani

3) *Raiejäätmete hakkimine lõpplaos tarbija juures*

Raiejäätmete töötlemisel lõpplaos tarbija juures tekib võimalus kasutada statsionaarseid suure tootlikkusega elektriajamiga seadmeid, mis muudab hakkimise odavamaks. Suurtes terminalides on ka võimalik paremini kontrollida kütuse kvaliteeti ja sorteerida toodetud kütuseid fraktsioonidesse. Raiejäätmete transport lõpplattu võib toimuda kas töötlemata kujul või tihendatult pallideks. Esimese variandi korral raiejäätmete koondamine toimub metsaveo traktoriga ja maantee transport selleks kohandatud veokitega. Kuna raiejäätmete mahukaal on väike ei saa veokite kandevõimet täielikult ära kasutada. Koorma tihendamiseks on sellised veokid varustatud hüdrauliliselt liigutatavate käppadega, mis võimaldavad oksamassi kokku suruda. Kuna Põhjamaades on lubatud kasutada suuremaid veokeid (kogukaaluga kuni 60 tonni ja pikkusega kuni 24 meetrit), siis sageli on ka töötlemata raiejäätmete transport majanduslikult õigustatud. Eestis kehtivate normide alusel on veoki lubatavaks kogukaaluks vaid 44 tonni ning seetõttu töötlemata raiejäätmeid üldjuhul transportida pole tasuv.

4) *Raiejäätmete pallimine.*

Uudseks tehnoloogiliseks lahenduseks raiejäätmete transpordikulude vähendamisel on nende kokkupressimine enne transporti. Raiejäätmete pallija alusmasinaks on tavaliselt forvarder, et võimaldada pallida jäätmeid otse langil. Võrreldes teistega on sellel tehnoloogial rida eeliseid:

- oksapallide transpordiks saab kasutada olemasolevaid metsaveotraktoreid ja -autosid;
- oksapalle on lihtne ladustada ja kuivatada ning nad on saadavad aastaringselt;
- oksapallide ladustamisel lõpplaos tarbija juures vähendab kahjurite ja tulekahju ohtu;
- oksapallide hakkimiseks saab kasutada suure tootlikkusega statsionaarseid hakkureid;
- efektiivne logistika võimaldab suurendada varumispiirkonda.

6.2.1.4 Kändude juurimise, kogumise ja töötlemise tehnoloogiad

Seni kasutamata ressursiks on juured ja kännud, mille kasutamine võib muutuda majanduslikult tasuvaks kütuste hindade jätkuva tõusu korral. Kändude juurimiseks kasutakse ekskavaatoreid, kogumiseks forvardereid ja transpordiks maanteel kinnise kastiga veoautosid. Toorme peenestamiseks tuleb hakkurite asemel kasutada purusteid, sest lisandiks olevad kivid ja muld rikuvad hakkurite terasid. Lisandid tekitavad probleeme ka kütuse põletamisel, sest suureneb tuhasisaldus ja tekib kolde restide šlakiga kattumise ning ummistumise oht.

6.2.2 Hakkpuitu kasutavate katlamajade tehnoloogiad

Puitkütuse kasutuselevõtuks sobiva tehnoloogia valikul tuleb lähtuda kasutatava kütuse liigist (hakkpuit, halupuit, briketid, pelletid). Siinkohal vaatleme detailsemalt hakkpuidu põletustehnoloogiad, mille valikul tuleb tingimata arvesse võtta kütuse niiskust ja selle võimalikku muutumist, samuti seadme ühikvõimsust ning koormuse muutumist jt lähteandmeid.

Hakkpuidu kasutuselevõtu kavandamisel tuleb peale kütusetarnijate valiku määrata konkreetse(te) kasutusele tuleva(te) kütus(t)e omadused ja päritolu, katlamaja võimsus (suurus), vajalikud keskkonnanõuded, valida kohalikele oludele sobivaim põletustehnoloogia, kuid lisaks lahendada ka:

- kütuse laomajandus, sh kütuse edastamine alates vastuvõtust kuni koldesse söötmiseni;
- suitsugaaside puhastus;
- tuhakäitlus.

Kui katlamajas peetakse vajalikuks põletada mitmeid eri kütuseid (nt hakkpuit puidutööstusest ja tükkturvas, metsast saadav niiske hakkpuit ja laudsepatööstuse kuivad jäätmed), siis tuleb seda arvesse võtta tehnoloogia valikul. Niiske ja kuiva kütuse kooskasutamiseks tuleks ette näha võimalus kütuste segamiseks.

6.2.2.1 Põletustehnoloogiad

Hakkpuidu põletamiseks võib rakendada järgmisi tehnoloogiaid:

- restpõletustehnoloogiad, sh
    - liikumatu restiga kolded ja
    - mehaanilise e liigutatavate elementidega restkolded;
    - põletamine kettrestil;
- põletamine keevkihis, sh
    - mullivas keevkihis, enamasti inertmaterjalist kihiga;
    - tsirkuleerivas keevkihis;
- kütuse termiline gaasistamine ja tekkinud gaasi põletamine gaaskütuse katlas.

Iga põletustehnoloogia jaoks on välja kujunenud võimsuste diapasoon, mille juures selle rakendamine on kas tehniliselt või majandaslikult kõige otstarbekam. Soome tingimustes

ehitatakse katlad võimsusega kuni 5 MW tavaliselt restkoldega, suurema võimsuse korral eelistatakse keevkihtkoldeid[24] (vt Tabel 6.1).

Erinevalt Soomest ja teistest Skandinaaviamaadest ei ole puitkütuste põletamisel keevkihttehnoloogiad ei Balti riikides ega ka Poolas ja Venemaal siiani eriti populaarseks muutunud, kuigi üksikuid positiivseid keevkihttehnoloogia rakendamise näiteid on olemas ja tulevikus võib olukord muutuda. Suuremates soojuse ja elektri koostootmisjaamades (Tallinna Elektrijaamas Väos, Tartus ja Pärnus jt) on keevkihttehnoloogia rakendamine kindlalt kõige otstarbekam lahendus, sest tagab väga mitmesuguste kütuste (sh freesturba ja ka biojäätmete) efektiivse kasutamise.

Igas kasutusvaldkonnas on välja kujunenud biokütuse katelde tüüpilised võimsused[25] (vt Tabel 6.2) ja eelistatavamad tehnoloogilised lahendused valdkonna spetsiifikale sobiva automatiseerimise tasemega.

Tabel 6.1 Katelde tüüpilised võimsused eri põletusviiside korral Soomes

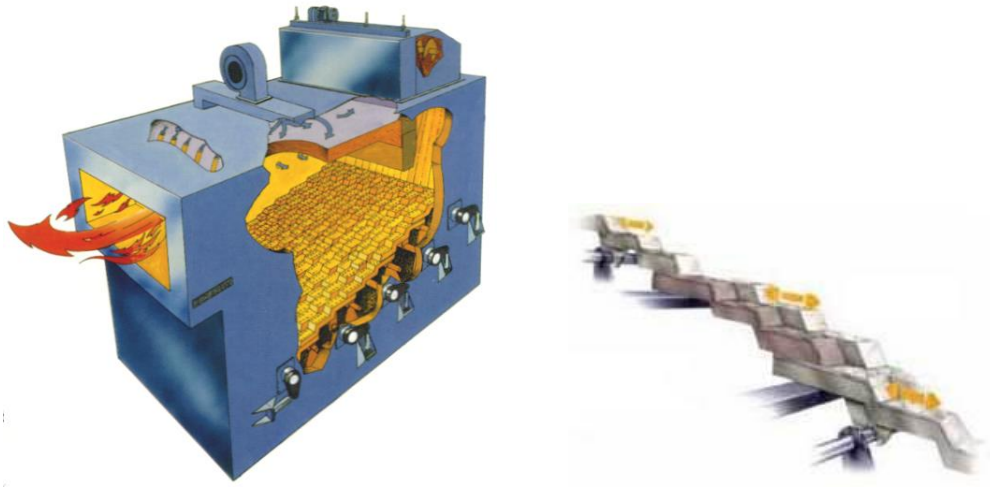
Põletustehnoloogia	**Minimaalne võimsus, MW**	**Tüüpiline võimsus, MW**
Liikumatu restiga kolle	0,01	0,05 – 1
Mehaaniline restkolle	0,8	2 – 15
Mulliv keevkiht	1	> 5
Tsirkuleeriv keevkiht	7	> 20
Kütuse gaasistamine koos gaasi põletamisega katlas	0,3	2 – 15

Tabel 6.2 Katelde tüüpilised võimsused vastavalt kasutusvaldkonnale

Katelde kasutusala	**Tüüpilised võimsused**
Üheperemajade katlad	15 – 40 kW
Suurte hoonete katlad	40 – 400 kW
Kaugkütte katlamajade katlad	0,4 – 20 MW
Tööstuskatlad	1 – 80 MW

[24] *Audit Procedures for Solid-Fuel-Fired Heating Plants*. 1997, MOTIVA, Ekono Energy, VTT Energy: Helsinki, p. 80

[25] *Audit Procedures for Solid-Fuel-Fired Heating Plants*. 1997, MOTIVA, Ekono Energy, VTT Energy: Helsinki, p. 80



Joonis 6.1 Malekorras liigutatavate restielementidega kolle TRF Rootsi firmalt KMW ENERGI AB. Selline eelkolle on paigaldatud näiteks olemasoleva DKVR-tüüpi katla ette Tartu Aardla katlamajas

Kasutatakse vaheldumisi paigalseisvaid ja pöörlevaid restikorruseid, millest iga teine liigub eri suunas. BioGrate resti liikumine tagab eriti ühtlase kütuse kihi kogu ümbermõõdu ja resti pinna ulatuses.

Joonis 6.2 Wärtsilä patenteeritud koonilise restiga altsöötmisega kolle BioGrate. On kasutusel näiteks Paides Peetri katlamajas (OÜ Pogi)

Wärtsilä BioGrate kolletes kasutatakse reguleeritavat suitsugaaside retsirkulatsiooni, mis võimaldab reguleerida kütusekihi soojuseraldust ja tagab puhta põlemise madala NOx ja CO emissiooni taseme väga laias kütuste kasutuse diapasoonis. Selline lahendus on eriti oluline laias vahemikus kõikuva kütuse niiskuse korral, samuti mitme eri kütuse põletamiseks samas koldes (nt hakkpuit ja tükkturvas).

BioGrate koldeid tarnitakse komplektselt Wärtsilä firma poolt ja nende kollete maksumus on tüüpiliselt mõnevõrra kõrgemad kui kaldrestiga mehaanilistel restkolletel, mis tavaliselt komplekteeritakse kohalike firmade poolt. Ka kaldrestiga mehaaniliste kollete korral on võimalik suitsugaaside retsirkulatsiooni välja ehitada ja saavutada sama paindlik kütusekasutus kui BioGrate kolletegagi.

Tabel 6.3-s esitatakse üldisi soovitusi hakkpuidu põletustehnoloogiate valikuks.

Tabel 6.3 Üldised soovitused hakkpuidu põletustehnoloogia valikuks

Põletustehnoloogia	Üldised soovitused valikuks

Liikumatu restiga kolle	Soovitav kasutada ühtlase kütuse ja suhteliselt vähemuutuva koormuse korral katla kuni 1 MW võimsuste korral
Mehaaniline restkolle	Enamrakendatav lahendus kaugküttekatlamaja jaoks katla võimsuste 1 – 15 MW korral. Kütuse niiskuse suure kõikumise või mitme eri kütuse kasutamiseks soovitav rakendada reguleeritavat suitsugaaside retsirkulatsiooni.
Keevkihtkolded	Sobiv lahendus alates ca 5 MW võimsusest. Tehnilise lahenduse eelised tulevad esile probleemsete kütuste ja kütuste segude (sh koos jäätmetega) põletamisel. Investeeringud tüüpiliselt suuremad kui mehaanilise restkoldega kateldel.
Puitkütuse gaasistamine	Võimalik lahendus soojuse ja elektri koostootmiseks (nt gaasisti+gaasimootor). Vajalik ühtlase koostisega kuiv kütus ja kõrgete professionaalsete oskustega personal.

6.2.2.2 Hakkpuidu ladustamise ja edastamise viisid

Hakkpuidu laod võib tinglikult jagada:

- vahelaoks (kütusehoidla) – ligikaudu 5-7 päevase kütusevaru mahutamiseks ja
- põhilaoks – kuni ööpäevase kütusevaru mahutamiseks ja katla automatiseeritud varustamiseks kütusega.

Vaheladu ja põhiladu paiknevad enamasti ühes ehitises, näiteks betoonpõrandaga viilhallis (vt **Joonis 6.3**). Vaheladu võib paikneda ka eraldi. Puiduhakke korral võib vahelaoks olla ka betoneeritud või asfalteeritud lahtine väljak, kuid sellisel juhul on kütus ilmastikumõjude eest kaitsmata.

Joonis 6.3. Kütusehoidla – vaheladu, foto Ü.Kask

Joonis 6.4. Frontaallaaduriga traktor kütuse põhilaos Peetri katlamajas, foto Ü.Kask

Suurema võimsusega automatiseeritud katlamajades kasutatakse põhilao täitmiseks automaatotsijaga greiferkraanat (vt Joonis 6.5). Väiksemates katlamajades kasutatakse kütuse transpordiks vahelaost põhilattu ka buldooseri või frontaallaaduriga traktorit (vt **Joonis 6.4**).

Kuni mõne megavatise võimsusega hakkpuidukatlamaja ja regulaarse kütusetranspordi korral on võimalik piirduda kompaktse nn punkerlaoga. Punkerladu võtab vähem ruumi ja kütus on selles ilmastiku eest hästi kaitstud.

Punkerlaod võivad olla, kasvõi osaliselt, sissesõidetavad – selleks tehakse punkri üks sein või katus avatavad. Kasutatakse ka auto tühjakslaadimist estakaadilt või täiendavat vastuvõtuseadet. Esimesel juhul sõidab veok estakaadile või maapinna kõrgendusele ja kallutab kütuse punkrisse ülalt. Seda varianti kasutatakse peamiselt juhul kui veok kallutab küljele. Teisel juhul on veok taha kallutav või on varustatud transportööriga veokasti tühjendamiseks. Kolmandaks võimaluseks on veoki tühjendamine maapinna nullnivoolt süvistatud punkrisse või maapinnale kallatud kütuse transportimine täiendava transportööriga maapinnal paiknevasse punkrisse. Süvistatud punkerladude kasutamine on Eestis enamasti probleemne pinnasevee kõrge taseme tõttu.

Üldjuhul peab punker olema vertikaalsete seintega või alt laienev. Vastasel juhul võib suure tõenäosusega tekkida kütusest võlv punkrit tühjendava seadme kohale. Niiske kütuse punkri seintele ja põhjale kinnikülmumise vältimiseks kaetakse punkri piirded veekindla (libeda) vineeriga. Puhta ja kuiva tükkturba korral (20 mm-st peenemaid tükke alla 5 %, niiskus alla 33 %) on võlvi tekkimise oht väike ja seetõttu võib ladu olla ka alt kitsenev. Sellise hoonest väljas paikneva lao seinad peavad olema soojustatud ja ka soojendatavad. Mainitud lao suurus on piiratud ja tuleb piirduda ühe astme võrra väiksema varuga (näiteks 3 päeva asemel 1 päev).

6.2.2.3 Hakkpuidu transpordi ja edastamise seadmed

Nagu eespool mainitud kasutatakse suuremates katlamajades põhilao täitmiseks buldooseri ja frontaallaaduriga traktorit või automaatotsijaga greiferkraanat. Traktorit kasutatakse juhtudel kui vaheladu asub kas samas ehitises põhilaoga või eemal. Greiferkraanat saab kasutada juhul kui põhi- ja vaheladu asuvad samas ehitises. Mõnikord antakse greiferkraanaga kütus otse koldesse söötmise seadmetesse.

Greiferkraana (vt Joonis 6.5). Kraana on suure tootlikkusega transportseade, mis sobib hästi ka madalakvaliteedilise kütuse transportimiseks. Oluline on kasutada kihvadega haaratseid. Siledate haaratsite korral on kopa täitumine raskendatud. Kui suurte katlamajade korral on kraana suhteliselt odav lahendus, siis väga väikeste katlamajade jaoks osutub kraana liiga kalliks.

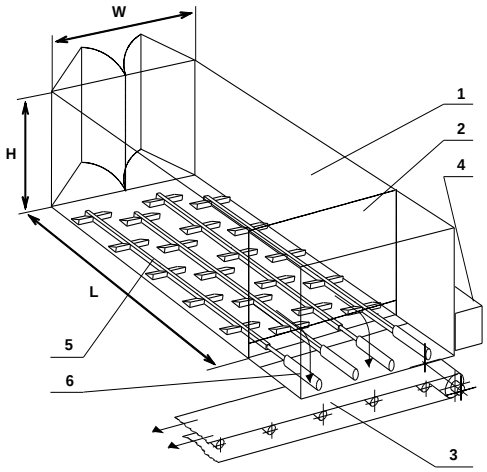
Joonis 6.5. Greiferkraana, foto Ü.Kask

Põhilao konstruktsiooni kuuluvad lao tühjendamisseadmed.

Lao tühjendamisseadmetest on enam levinud järgmised:

- rooplatid;
- kettkraap;
- liikuv kruvi: jaguneb omakorda telje pöörleva liikumisega ja kulgeva liikumisega kruviks;
- kruvipõhi;
- hüdrorootor.

Hüdraulilised rooplatid (vt **Joonis 6.6**). Lao põhjas on kolmnurkse profiiliga rooplatid, mis on kinnitatud piki ladu paiknevatele taladele. Talasid koos rooplattidega liigutavad edasi-tagasi hüdrosilindrid (vt **Joonis 6.7**). Roobi kuju ja naaberroopide vastassuunaline liikumine tagab kütuse suunatud liikumise. Madala kihi korral liigub osa kütust edasi-tagasi. Sellise liikumise vähendamiseks kasutatakse punkri põhja erikonstruktsioone. Kütuse väljalaadimise ava peab ulatuma üle kogu punkri põhja ja transportöör peab tagama kogu sinna tõugatud kütuse äraviimise. Kasutatakse ristküliku kujulise tasase põhjaga ladude tühjendamiseks.

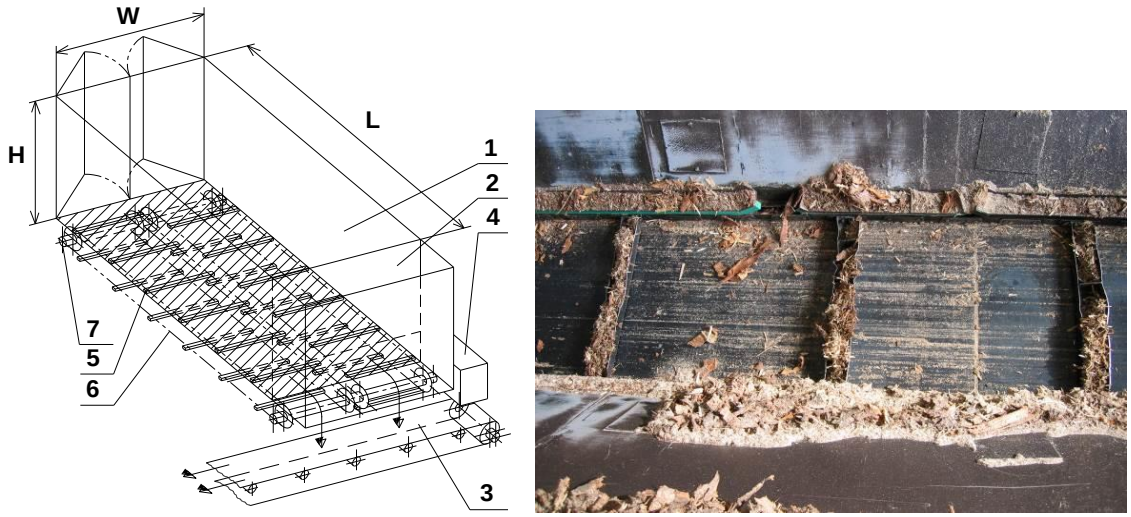


Joonis 6.6. Rooplattidega tahkekütuseladu

1 – punker; 2 - punkri esisein; 3 – linttransportöör; 4 – õlijaam; 5 – rooplatt; 6 – hüdrosilinder.

Joonis 6.7. Rooplatte käitavad hüdrosilindrid (Saxlund)

Kettkraap (vt Joonis 6.8). Ketiratastele on paigutatud kitsamatel ladudel 2, laiematel 4 ketti. Kettide vahele on kinnitatud 1 või 2 rida latt- või nurkrauast kraape. Kette käitav ajam asetseb lao väljalaadimisava poolses otsas, ülemine ketiharu on vedav. Kuna liikumiskiirused on väga madalad, 1…25 cm/s siis on kasutusel põrkmehhanism, mida käitatakse hüdro- või elektriajamilt ning mõnikord ka hüdromootorilt. Liikumine toimub ühes suunas. Kasutatakse samuti ristküliku kujulise tasase põhjaga ladude tühjendamiseks.



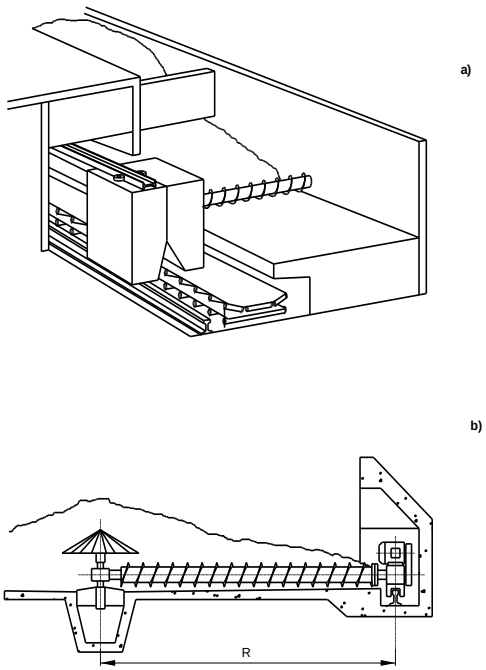
Joonis 6.8. Kettkraappõhjaga tahkekütuseladu, foto Ü.Kask (paremal)

1 – punker; 2 – punkri esisein; 3 – linttransportöör; 4 – õlijaam; 5 – kraap; 6 – veokett; 7 – pingutusrull.

Kruvitransportöörid (vt **Joonis 6.9**). Eristatakse liikuva ja paikse teljega kruvitransportööre. Esimesed jagunevad omakorda kulgeva ja pöörleva teljeliikumisega transportööridеks. Kulgeva liikumisega kruvitransportööre kasutatakse ristkülikukujulise tasapinnalise põhjaga punkrite korral. Selline pöörlev kruvi liigub punkri põhjal edasi-tagasi, kandes kütuse punkrist välja punkri otsa all risti paiknevale transportöörile. Pöörleva teljeliikumisega kruvitransportööre kasutatakse kas koonilise või tasapinnalise põhjaga silindriliste punkrite puhul. Pöörlev kruvi transpordib kütuse punkri põhja keskmes olevasse avasse, kust kütus satub järgmisele transportöörile. Paikse teljega kruvitransportööre võib punkri põhjas olla üks või mitu. Esimesel juhul on punker alt kitsenev ja sellise punkri kasutusvaldkond on piiratud. Taolise konstruktsiooniga punker on kasutatav vaid vägaühtlase peensusega kütuse korral.

Hüdrorootor (vt Joonis 6.10). Silindrilise punkri tasapinnalisel põhjal asetseb mitmetiivaline rootor, millele annavad edasi-tagasi pöörleva liikumise punkri põhja all paiknevad hüdrosilindrid. Rootori profileeritud labad tõukavad kütuse punkri põhjas asuvatesse avadesse, mille all paikneb transportöör. Hüdrorootoreid kasutatakse kütuse väljalaadimiseks kuni 10 m läbimõõduga ja kuni 25 m kõrgustest silindrilistest punkritest.

Loetletud laotühjendusseadmete plussidest ja miinustest tulenevalt sobivad need erinevatele kütustele erinevalt. Tabelites (vt Tabel 6.4 ja Tabel 6.5) on hinnatud erinevate laotühjendusseadmete ja ka transportööride sobivust hakkpuidule.



Joonis 6.9. Kruvitransportöörid laopõhjal

a) kulgeva liikumisega transportöör;

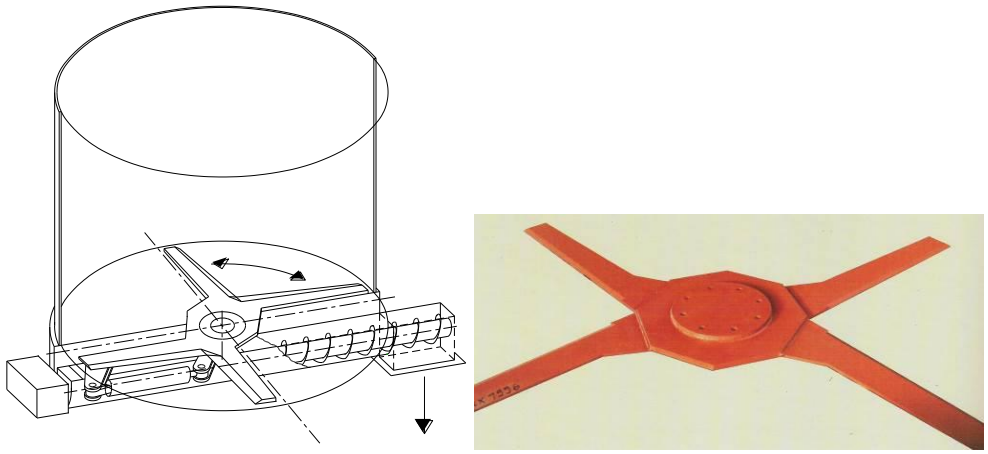
b) pöörleva teljeliikumisega transportöör.

Kruvide põhilised eelised:

- suur võimalik pikkus;
- ühtlane tootlikkus;
- täpne tootlikkuse reguleerimine.

Kruvide puudused:

- suur kulumine;
- tundlikkus metalli, kivide, puuokste, kändude jne suhtes;
- suur käivitamismoment.



A. Punker **B. Rootor**

Joonis 6.10. Hüdrorootoriga punker (Saxlund)

Tabel 6.4 Lao tühjendusseadmete sobivus hakkpuidule

Seadme nimetus	**Eelised**	**Puudused**
Rooplatid	• lao põhi paikneb maapinnal; • konstruktsioon on töökindel, kivid ja kännud ei häiri lao normaalset tööd; • kütusekihi kõrgus võib olla kuni 10 m; • hooldamist vajavad seadmed (hüdraulika) asuvad väljaspool kütuse paiknemise tsooni; • ladu on konstruktsioonilt lihtne.	• suhteliselt suur võimsustarve; • ladu ei tühjene ühtlaselt ja täielikult; • kõrgendatud nõuded konstruktsiooni (hoone) tugevusele.
Kettkraap	• kütuse väljalaadimine punkrist on ühtlane ja seda on lihtne reguleerida; • vajalik võimsus on väiksem kui rooplattidel; • punker tühjeneb täielikult.	• suurem keerukus ja seetõttu ka väiksem töökindlus kui rooplattidel; • ladu peab olema tagasiliikuva ketiharu paigutamiseks ja ka puhastamiseks alt tühi; • lao laius ja kütusekihi kõrgus on piiratud (kõrgus kuni 5 m).
Kruvipõhi	• suur võimalik pikkus; • ühtlane tootlikkus; • täpne tootlikkuse reguleerimine; • pöörlev tigu sobib kasutamiseks katteta laoplatsidelt	• suur kulumine; • tundlikkus metalli, kivide, puuokste, kändude, kooreribade jne suhtes; • suur käivitamismoment.
Hüdrorootor	Vajalik ja sobiv kuni 10 m läbimõõduga ja kuni 25 m kõrgustele silindrilistele punkritele	Tundlik kivide, kändude, metallitükkide, kooreribade jt esinemisel kütuses

Tabel 6.5 Transportööride sobivus tahketele kütustele

Transportööri nimetus	**Kasutatavus ja sobivus**
Tigutransportöör	• Sobib kütuse ühtlase peensuse korral • Tundlik kütuses leiduvate kivide, metallitükkide jm võõrkehade suhtes • Pikad kooreribad ummistavad teo
Kettkraap	• Kasutatav horisontaalse ja väikese kaldega paigalduse korral • Sobilik mõõdukate transportööri pikkuste korral
Linttransportöör	• Kasutatav horisontaalse ja väikese kaldega paigalduse korral • Sobiv lahendus transportööri suurte pikkuste korral
Elevaator	Võimaldab vertikaalset ja sellele lähedast kütuse transporti

6.2.2.4 Tahkete osakeste püüdmine suitsugaasidest

Suitsugaaside puhastamine on vajalik selleks, et vähendada korstnast väljuva gaasi tuhasisaldus nõutud tasemele. Tuhasisaldus suitsugaasides on määratud heitmenormidega.

Lendtuha eraldamiseks suitsugaasidest võib kasutada mitmeid erituüpi seadmeid ja meetodeid: multitsükloneid, kottfiltreid, elektrifiltreid ja ka skrabereid. Uus suund biokütuse katelde suitsugaaside puhastamises lendtuhast ja energeetilise efektiivsuse tõstmisel on suitsugaaside jahutamine, millega kaasneks selles sisalduva veeauru kondenseerumine koos tahkete osakeste püüdmisega.

Kõikidel mainitud seadmetel on oma eelised-puudused ja seetõttu oleneb nende kasutamine konkreetse katla suitsugaasi puhastamisel mitmetest asjaoludest s.h katla suurusest (võimsusest).

Selleks, et tagada puhastusseadme kõrge efektiivsus peab seade olema õieti valitud ja arvutatud. Tsükloni ja elektrifiltri arvutustes määratakse vastavalt tuhaosakeste suurusele gaasi kiirus (kogus) läbi seadme.

Gaasipuhastusseadmete tööd iseloomustavad põhinäitajad on toodud tabelis (vt Tabel 6.6).

Tabel 6.6 Gaasipuhastusseadmete kasutusnäitajad

Seadme nimetus	**Gaasi tuhasus, mg/Nm^3**	**Kasutus-temperatuur, °C**	**Märkused**
Multitsüklon	150 – 500	< 500	Enamkasutatav puhastusseade
Kottfilter	10 – 50	< 150	• Kasutatav peenpuhastuseks, nt mööblitööstuses • Ummistub juhul, kui filtris tekib kastepunkt ja filter märgub
Elektrifilter	99,9%*	< 300	Kasutatakse suurte võimsuste ja rangete keskkonnanõuete korral
Skraber	50 – 100	< 70 – 80	Võimaldab ära kasutada suitsugaasides sisalduva veeauru kondenseerimissoojust

* – elektrifiltri tööd iseloomustatakse puhastusefektiivsusega.

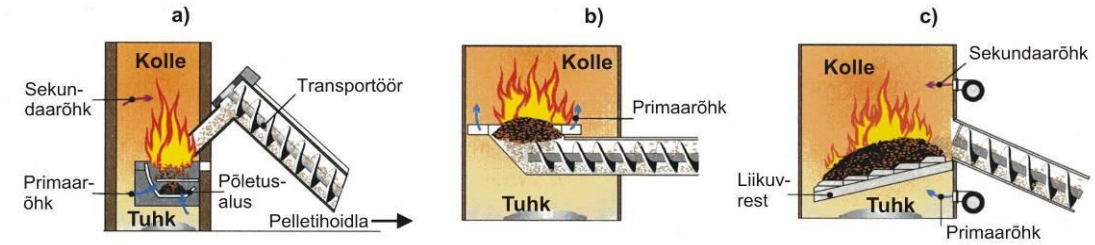
Tabel 6.7 Hakkpuidu katlamajade rajamisega tegelevad firmad

Firma	**Pakutavad teenused ja tooted**
AS Tamult Kaluri tee 3 Haabneeme Viimsi vald 74001 Harjumaa	Erinevate biokütuste, puidujäätmete ja turba katlamajade projekteerimine, ehitamine ja hooldus: • katlakomplektid Prebio võimsustele 1 – 40 MW ja kütuse niiskusele 30 – 64% • puitpelletite katelkomplektid võimsustele 200 – 5000 kW • põhu, heina ja rohtse biomassi katlad võimsusega 60 kW – 10 MW • auru- ja ORC tsükliga soojuse ja elektri koostootmisjaamad

Firma	Pakutavad teenused ja tooted
AS Hekotek Põrguvälja tee 9 Jüri, Rae vald 75306 Harjumaa	Katlamajad võimsustele 0,5 – 5 MW: • kütusena puidujäätmed niiskusega kuni 50% (saepuru, hake), või kuni 30% (höövlilaast, saepuru, puidutolm) • kütuse etteanne sõltuvalt tehnilisest lahendusest kas silost või liikurpõhjaga hoidlast • katlad liikuvate restidega või stokerkatlad • kolde müüritis ja põlemisõhukanalid on projekteeritud tagamaks ühtlast põlemist ja vee aurustumist kütusest • tarbijatrassi suunatava küttevee nõutava temperatuur tagatakse automaatika abil häirimata katlavee temperatuurirežiimi • täisautomaatne, protsessi visualiseeritud juhtimine võimaldab katla tööd jälgida üle arvutivõrgu otse oma töökohalt, ning ei nõua pidevat katlaoperaatori kohalolekut. Hekotek on tarninud oma seadmeid enamusele Baltikumi suurematele saetööstustele, lisaks sellele mitmetes Soome, Rootsi, Venemaa, Valgevene, Poola, Saksamaa, Lõuna-Aafrika Vabariigi ja Venezuela saeveskites.
OÜ Märja Monte Pilve 16 Märja 61406 Tartumaa	Biokütusel töötavate katlamajade projekteerimine ja ehitamine. Rajatavate või rekonstrueeritavate biokütuse katlamajade tüüpiline võimsus on kuni 2 MW.
Wetorex Lao 5, Põlva 63308, Põlvamaa	Biokütusel töötavate komplektsete katlamajade projekteerimine ja ehitamine. Rajatavate või rekonstrueeritavate biokütuse katlamajade tüüpiline võimsus on vahemikus 500 kW - 2 MW.

6.2.2.5 Pelletite kasutamisel rakendatavad tehnoloogiad

Pelletite põletamine on enamasti korraldatud spetsiaalsel restil või põlemispeas, mis paigutatakse kolderuumi ja mille tehnoloogilised lahendused on otseselt seotud pelletite põlemistsooni söötmise viisiga (vt Joonis 6.11).



Joonis 6.11 Pelletite söötmise ja põletamise tehnoloogilised lahendused

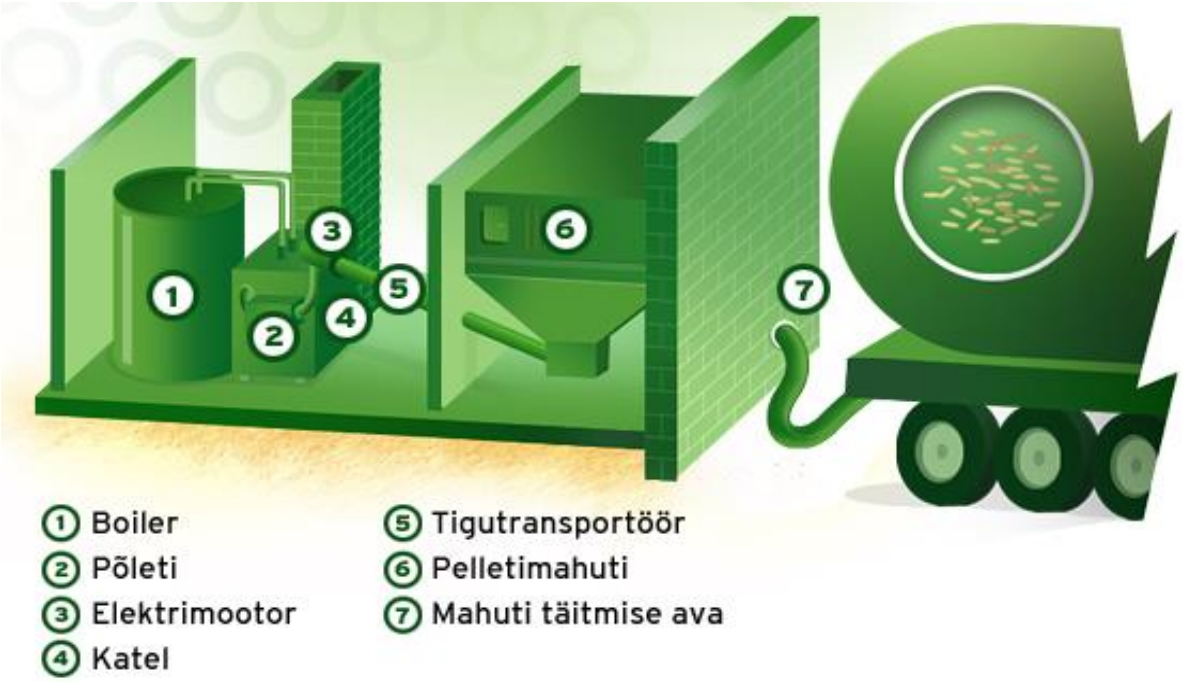
Kõige populaarsemaks lahenduseks on kujunenud lahenduse a) (Joonis 6.11) modifikatsioon, kusjuures põletuspea e põleti võib edukalt paigaldada mistahes koldesse. Pelletite süütamist ja

doseerimist pelletipõletisse juhitakse tavaliselt automaatselt ja vastavuses hetke küttekoormusega.

Tahkekütusepõleti lahendusvariante b) ja c) (Joonis 6.11) kasutatakse ka hakkpuidu põletamiseks. Selline tehniline lahendus on tuntud nn stokerpõletitena, mis on kasutatavad ühtlase koostisega suhteliselt kuiva hakke (pelletite) põletamiseks.

Pelletipõletusseadmete (põletid ja katlad) võimsuste diapasoon algab umbes 10 kW ja ulatub megavattidesse. Väikestes, enamasti üheperemajade pelletikatlamajades on katla kõrval mõne ööpäevase pelletivaruga punker, millest pelleteid söödetakse põletisse automaatselt reguleeritava tigusöötja abil. Katlaruumis paiknevat punkrit täidetakse tavaliselt käsitsi eraldi ruumis paiknevast pelletihoidlast. Üheperemajade jaoks tuuakse pelletid enamasti kohale kas suurtes (ca 1 t) või väikestes (ca 15 kg) kottides.

Suuremate objektide kütteks mõeldud pelletikatlamaja tüüpiline lahendus on esitatud järgmisel joonisel (Joonis 6.12). Erinevalt üheperemaja pelletikatlamajast on joonisel näidatud pelletimahuti eraldi ruumis, selle maht vastab mõnenädalasele kuni mõnekuisele kütusekulule ja seda täidetakse tavaliselt pneumotranspordiga otse pelletiveokist.



Joonis 6.12 Pelletikatlamaja tüüpiline lahendus, allikas: AS Pelletiküte koduleht26

Varasematel aastatel on kasutati Eestis imporditud pelletipõleteid (põhiliselt Rootsist), kuid käesoleval ajal toodab täielikult kodumaisel kapitalil põhinev Pelltech OÜ enda poolt välja arendatud põletitüüpe, mida edukalt eksporditakse. Käesoleval ajal töötab Eestis juba üle 1 000 Pelltech'i põleti, suur osa põleteid aga eksporditakse.

[26] AS Pelletiküte koduleht: http://www.pellet.ee/

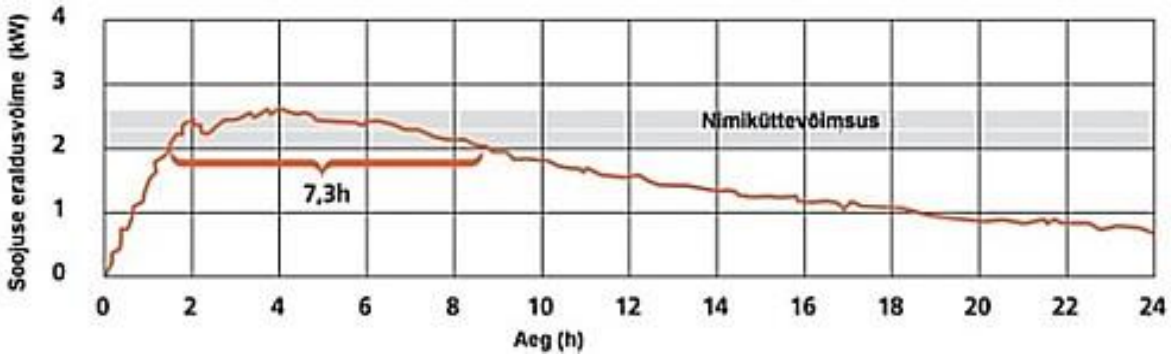
Tabel 6.8 Valik pelletikatlamajade rajamisega tegelevaid firmasid

Firma nimetus	Firma tegevusvaldkonnad
Pelltech OÜ Sära tee 3 Peetri, Rae vald 75312 Harjumaa	• Ainus pelletipõletite tootja Eestis • Põletid on kasutatavad vedelkütusepõletite asemel ilma katla ümberehituseta
Pelletikeskus OÜ Sära tee 3 Peetri, Rae vald 75312 Harjumaa	Müüb ja paigaldab Pelltech pelletipõleteid
Hemeltron OÜ Tammepõllu tee 3-22 Viimsi alevik 74001 Harjumaa	• Pelletipõletite Kosztrewa ja Megatherm müük • Kütteseadmete müük, paigaldus ja hooldus
OÜ Cerbos Polli küla Karksi vald 69104 Viljandimaa	• Pelletipõletite Pelltech ja Atmos müük • Kütteseadmete müük, paigaldus ja hooldus
Toru-Jüri OÜ, kauplused/esindused Tallinnas, Tartus, Pärnus, Viljandis, Jõhvis ja Rakveres	• Pelletipõletite Ariterm müük • Pelletikaminate Ariterm müük • Täisautomaatsed pelletikatlad Kalorina • Projektlahendused, sh küttesüsteemide projekteerimine, paigaldus, süsteemi häälestamine ning hooldus

6.2.2.6 Halupuude ja briketi rakendustehnoloogiad

Nii puitbriketti kui halupuid saab põletada ühesuguse tehnilise lahendusega kolletes. Ajalooliselt on halupuid kasutatud põhikütusena hoonete kütmisel ahjude ja pliitidega. Tänapäeva kohtküttes kasutatakse kaminaid ja ahjusid, mille tüüpkonstruktsioone siinkohal lähemalt ei analüüsita. Kuigi halupuude ja briketiga köetavaid kaminaid võib rakendada kogu väikemaja kütteks, annavad kasutusmugavuse ja kõrgema kasuteguri suurema salvestusvõimega ahjud, mis enamasti varustatakse klaasuksega ja nimetatakse seetõttu sageli kamin-ahjuks.

Ahjude salvestusvõime on proportsionaalne nende massiga. Ahju nimiküttevõimsuseks loetakse standardite järgi (SAA 142/222 ja EN 15250) läbiviidud katsetustele vastav ahju küttevõimsus (vt Joonis 6.13). See näitab ahju soojuseralduse kestust tundides (h) ning soojuseraldusvõimsust (kW) selle ajavahemiku jooksul. Ahju soojust jätkub madalama eraldusvõimega kuni üheks või isegi kaheks ööpäevaks.



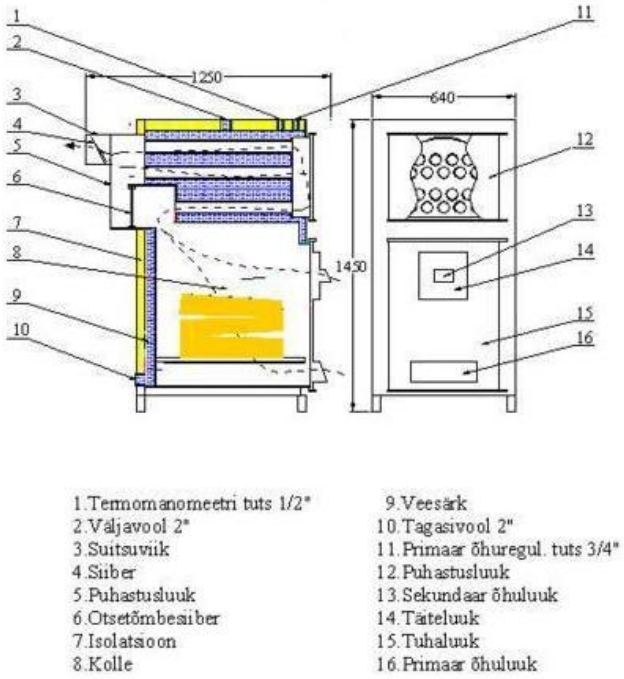
Joonis 6.13 Ahju nimivõimsuse leidmine

Kaasaegsete ahjude kasutegurid ulatuvad õige kütterežiimi korral üle 80%, samas ilma restita nn umbkoldega vanemat tüüpi ahjude kasuteguriks hindas omaaegne ehitusraamatute autor Arvo Veski ainult 40 – 60%.

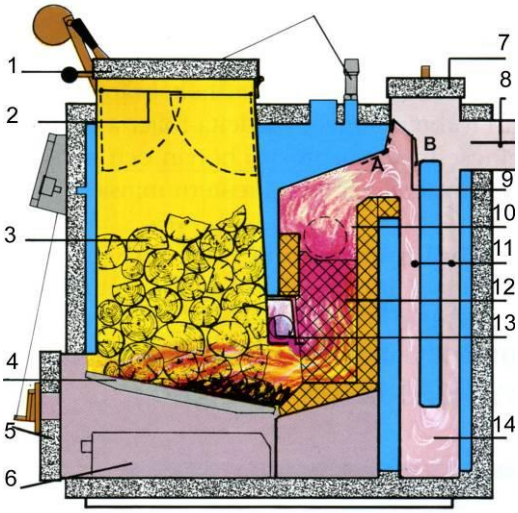
Halupuude ja brikettide põletamiseks rakendatavate küttekatelde tehnoloogilised lahendused võib üldjoontes jagada kolmeks:

- ülemise põlemise katlad (vt näiteks Joonis 6.14);
- alumise põlemisega katlad (vt Joonis 6.15);
- pöördpõlemisega e alt-leegiga katlad, nimetatakse mõnikord ka puugaasikateldeks (vt näiteks Joonis 6.16).

Halupuude ja brikettide põletamiseks kasutatavad katlad on enamasti väikekatlad ja mõeldud üheperemajade kütteks. Siiski ehitatakse neid katlad ka märksa suuremate ühikvõimsustega. Eestiski toodetakse kuni 300 kW võimsusega ülemise põlemisega katlaid ning mõnede Soomes ja Kesk-Euroopas toodetavate alumise põlemisega katelde võimsus ulatub isegi üle 1 MW.

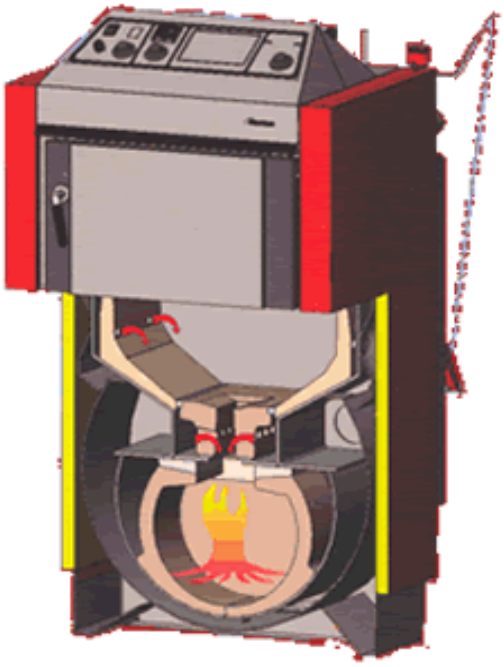


Joonis 6.14 Ülemise põlemisega katel LUK-25, võimsus 25 kW, tootja Rapla Metall OÜ



1 – täiteluuk; 2 – ekraanid; 3 – kütuse punker; 4 – rest; 5 – alumine teenindusluuk koos primaarõhu reguleerimise klapiga; 6 – tuhasahtel; 7 – puhastusluuk; 8 – pöördsiiber; 9 – siiber süütamise hõlbustamiseks; 10 – järelpõlemiskamber; 11 – suitsukäigud; 12 – keraamiline vooder; 13 – sekundaarõhk; 14 – puhastus-luugi koht katla küljel.

Joonis 6.15 Alumise põlemisega katla põhimõtteline lahendus



Kütusepunkri alaosa on keraamilise voodriga ja seal toimub kütuse gaasistamine e pürolüüs, mille käigus kütusest eralduvad lendained põletatakse ära pürolüüsikambri all paiknevas keraamilises muhvlis.

Joonis 6.16 Firma Atmos puidu pürolüüsi (puugaasi) põhimõttel töötav katel e nn pöördpõlemisega katel

Kolmest halupuukatelde tüübist on lihtsam, väiksemate gabariitidega ja odavam lahendus pealtpõlemisega katel. Alumise põlemisega katla gabariidid on kõige suuremad, sest sellel katlatüübil on mahukas kütusešaht, mille kõrval paikneb osaliselt keraamilise voodriga järelpõlemiskamber (lendaine põlemise tsoon) ja edasi konvektiivsed küttepinnad.

Pöördpõlemisega katel on alumise põlemisega katla edasiarendus, kus lendainete eraldumise (pürolüüsi) tsooni ja lendaine põlemise tsooni vahele jääb pidevalt kuum keraamiline või metallokeraamiline vaheosa (mõnikord on selleks nimetatud materjalidest rest), mis stabiliseerib põlemist. Sellist tüüpi katlad on üldreeglina kallimad, kuid põlemine on täielik ja puhas ning kasutegurid kõrged. Katelde omaduste võrdlus on esitatud järgnevas tabelis (vt Tabel 6.9) ning olulisemad seadmete tootjad ja edasimüüjad on ära toodud Tabel 6.10-s.

Tabel 6.9 Halupuukatelde tehnoloogiliste lahenduste võrdlus

Põletustehnoloogiline lahendus	**Tüüpilised omadused ja iseärasused**
Pealtpõlemisega katel	Vajab sagedast kütuse lisamist. Kasutatakse õhukuiva kütust, töötab rahuldavalt ka madalakvaliteedilise ja kõikuva niiskusesisaldusega kütusega. Reeglina ühendatakse akumulatsioonipaagiga
Alumise põlemisega katel	Mahukas kütusešaht võimaldab saavutada pikka põlemistsüklit – kuni 12 h. Nõutav kõrge kvaliteediga ja vähemalt õhukuiv kütus. Madalatel koormustel kasutegur langeb ja seetõttu ühendatakse tavaliselt akumulatsioonipaagiga.
Pöördpõlemisega e altleegiga katel	Tagab kõrge kasuteguriga ja puhta põlemise pika põlemistsükli jooksul suures koormuste diapasoonis. Nõuded kütuse kvaliteedile vähem ranged kui alumise põlemisega katlal. Soovitav kasutada akumulatsioonipaaki.

Tabel 6.10 Valik halupuukatelde katelde tootjaid ja edasimüüjaid

Katelde tootja või edasimüüja	**Toodetavad või müüdavad katlad**
Toru-Jüri OÜ (edasimüüja), kauplused Tallinnas, Tartus, Pärnus, Viljandis, Jõhvis ja Rakveres	• Katlad Viadrus võimsustega 20 ja 25 kW • Puugaasikatlad Atmos võimsustega alates 18 kW kuni 100 kW • Pealtlaetavad altpõlemisega katlad DOR Dakon võimsustega 25, 32 ja 45 kW
Viljandi Metall AS (tootja)	• Alumise põlemisega katel Molle maksimaalse võimsusega 45 kW (põhiliselt eksporditakse Rootsi) • Katel Pelle võimusega kuni 30 kW (mõeldud tööks koos pelleti- või vedelkütusepõletiga)
Rapla Metall (tootja)	Pealtpõlemisega katlad LUK võimsustega 25 – 300 kW
Onninen (edasimüüja)	Viessmann, Junkers ja Jäspi katlad
Hemeltron OÜ (edasimüüja ja paigaldaja)	• Puugaasikatlad Buderus, Bommer, Atmos, Dakon ja Attack • Rapla Metalli ülemise põlemisega katlad
Cerbos OÜ (edasimüüja)	Atmos, Pelle Viadrus ja UNI (malm) katlad
Vesiterm OÜ (edasimüüja)	Valik katlaid Eesti, Soome ja Itaalia tootjatelt

6.2.2.7 Puitkütuste gaasistustehnoloogiad

Puitkütuste gaasistamist rakendatakse tänapäeval põhiliselt selleks, et saadava pürolüüsigaasi (nim ka biogaasi) baasil toota elektrit ja soojust kas gaasimootori, stirlingmootori või gaasiturbiini vahendusel. Vähemal määral on leidnud rakendamist gaasistatud kütuse põletamine kateldes ainult soojuse saamise eesmärgil.

Tuntumad gaasistusreaktorite tüübid on järgmised[27]:

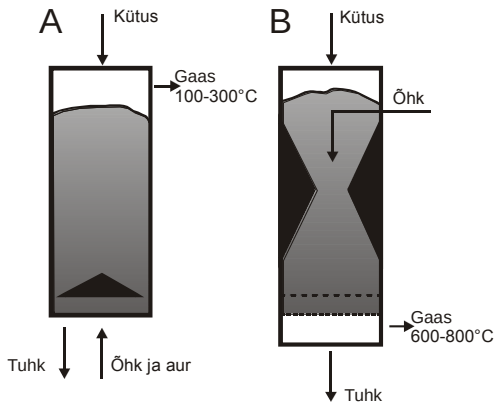
- liikumatu kihiga (*fixed-bed*) reaktorid:
  - vastuvoolu;
  - pikivoolu;
  - ristivoolu;
- keevkihtreaktorid (*fluidized-bed*):
  - mulliline;
  - ringlev;
- pneumotransport- ehk läbivoolureaktor (*entrained-flow*).

Ka Eestis on gaasitamise vastu teatud huvi tekkinud ja esimesed katsetused on käimas[28]. Võhmasse on rajatud isegi vastavate seadmetega (kaks gaasistusgeneraatorit ja üks diiselmootor-generaator) koostootmisjaam.

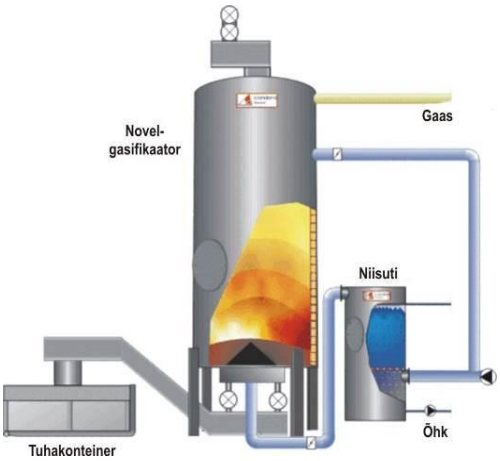
Liikumatu kütusekihiga biomassi gaasitamise reaktorisse antakse kütus ülalt ja tekkinud gaasid liiguvad kas kütuse liikumisega vastassuunas (nn vastuvoolu skeem) või samas suunas (nn pärivoolu skeem, vt **Joonis 6.17**).

Vastuvoolu skeemi korral sisaldavad gaasid nii pürolüüsi protsessis tekkinud tõrva, tahma kui tuhka, samas võimaldab see tehnoloogia gaasistada ka madala kvaliteediga, st kõrge niiskuse- ja tuhasisaldusega kütuseid[29]. Saadav gaas sobib põletamiseks, kuid gaasikanaleid tuleb perioodiliselt (umbes kord nädalas) puhastada. Sellist tüüpi gaasistusseadmete hulka kuulub näiteks Soome firma Novel OY gaasistusreaktor (vt **Joonis 6.18**), mille eelkäijat, gaasistusreaktoreid Bioneer, on üles seatud nii Soomes kui Rootsis, kuid seadmete kõrge maksumuse tõttu pole need laiemat huvi pakkunud.

[27] Handbook Biomass Gasification, editor Harrie Knoef. BTG Biomass Technology Group BV, 2005, 378 pp.
[28] Ü.Kask, V.Vares. Puidu gaasistamise seadme KaTa-100 eeluuring. Aruanne. TTÜ STI. Tallinn, 2012
[29] Houmann Jakobsen, H., Helge, T. Gasification breakthrough in biomass. News from DBDH, 2005. 2/2005: pp. 14 – 17



Joonis 6.17. Vastuvoolu (A) ja pärivoolu (B) gaasistusreaktorite põhimõttelised skeemid



Joonis 6.18. Soome firma Condens OY gaasistusreaktor Novel võimsusega 1 – 10 MW

Pärivoolu gaasistusreaktorid annavad tõrvavaba kuuma gaasi, kuid see vajab ikkagi tahmast ja tuhast puhastamist, ühtlasi nõuab see gaasistamisviis aga suhteliselt kuiva ja väikese tuha-sisaldusega kütuste kasutamist.

Tabel 6.11 Kütusele esitatavad nõuded vastavalt reaktori tüübile[30]

Gaasistusreaktori tüüp	**Allavoolu (pärivoolu)**	**Ülesvoolu (vastuvoolu)**	**Keevkiht**	**Läbivoolu**
Osakeste mõõtmed, mm	**20 – 100**	5 – 100	10 – 100	<1
Tarbimiskütuse niiskuse-sisaldus, %)	**<15 – 20**	<50	<40	<15
Tuhasisaldus kütuse kuivaines, %	**<5**	<15	<20	<20
Kütuse morfoloogiline iseloomustus	**ühtlane**	peaaegu ühtlane	ühtlane	ühtlane
Mahukaal, kg/m3	>500	>400	>100	>400
Tuha sulamispunkt, ºC	>1250	>1000	>1000	<1250

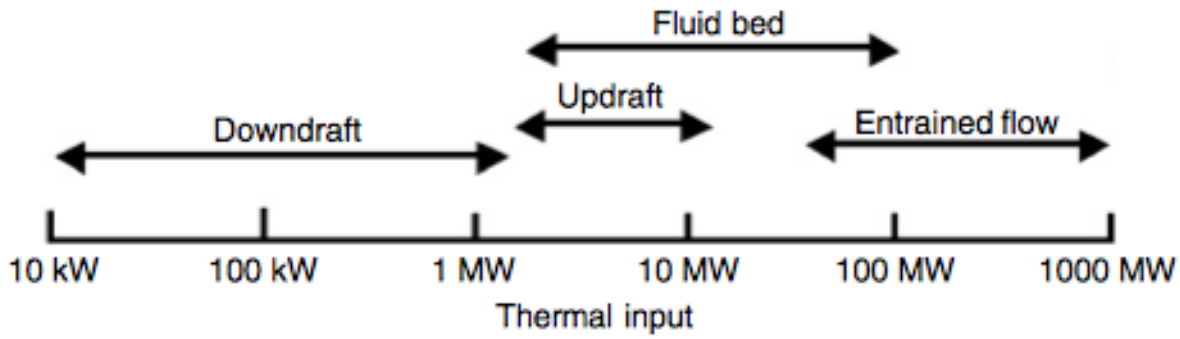
Mõned tüüpilised Hollandi allikatest[31], [32] pärinevad gaasistusreaktorite parameetrid on toodud järgnevas tabelis (vt Tabel 6.12). Eri tüüpi gaasistusreaktorite võimsuste vahemik sisestatava kütuse energiasisalduse järgi on esitatud joonisel (vt Joonis 6.19).

Hinnanguliselt on gaasistusreaktoriga elektri ja soojuse koostootmise seadme elektriline kasutegur suurusjärgus 25%, soojuslik kasutegur 50 % ja kogukasutegur 75%.

[30] Handbook Biomass Gasification, editor Harrie Knoef. BTG Biomass Technology Group BV, 2005, 378 pp.
[31] BTG: Thermal conversion of biomass into secondary products – the case of gasification and pyrolysis, presented at the 12th European conference on Biomass and Waste, Amsterdam, 2002.
[32] Handbook Biomass Gasification, editor Harrie Knoef. BTG Biomass Technology Group BV, 2005, 378 pp.

Tabel 6.12 Mõningad tüüpilised gaasistusreaktorite karakteristikud

Reaktori tüüp	Allavoolu	Ülesvoolu	Keevkiht	Läbivoolu
Gaasi väljumis-temperatuur, ºC	≥700	200 – 400	<900	≈1450
Gaasi tõrvasisaldus, g/nm3	0,015 – 0,5	30 – 150	mõõdukas	väga madal
Juhtimine	lihtne	väga lihtne	mõõdukas	kompleksne
Tundlikkus koormuse kõikumisele	tundlik	pole tundlik	mõõdukalt tundlik	pole tundlik
Nõuded kütusele	väga kriitilised	kriitilised	vähem kriitilised	ainult peenkütus
Seadmete ühikvõimsused, MWs	<5	<20	10 –10033 20 – ??34	>100

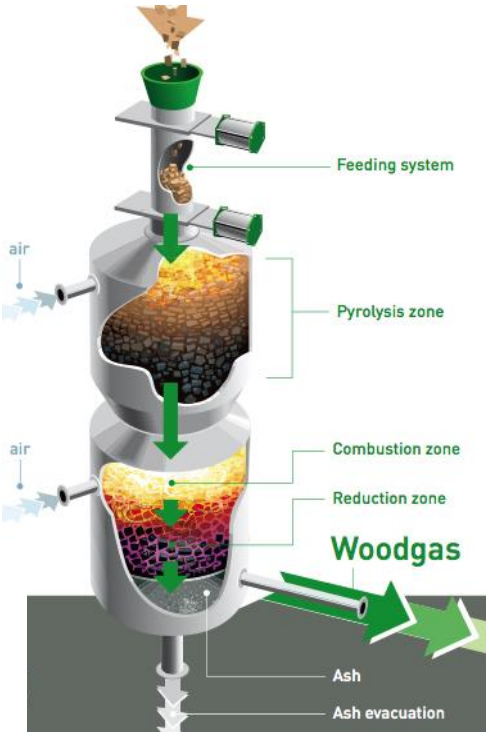


Joonis 6.19 Eri tüüpi gaasistusreaktorite ühikvõimsuste vahemikud. Reaktori võimsused on väljendatud sisseantava kütuse energiasisalduse (thermal input) alusel

Nii Euroopas kui Ameerikas on hakanud levima suhteliselt väikese gaasistusreaktoriga soojuse ja elektri koostootmisseadmed, mille tüüpilised näited on toodud joonistel (**Joonis 6.20**, **Joonis 6.21** ja Joonis 6.22).

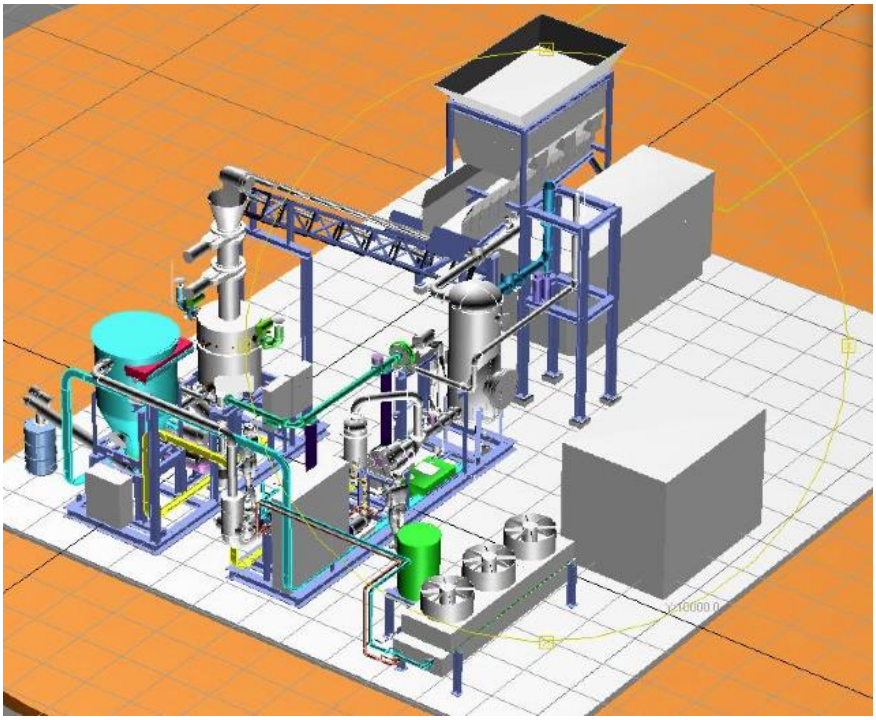
[33] Mulliv keevkiht
[34] Tsirkuleeriv keevkiht

Joonis 6.20 GEK Power Pallet tüüpi kuni 20 kWe võimsusega allavoolu gaasistusreaktoriga elektri ja soojuse koostootmisseade[35]



Joonis 6.21 Belgia päritolu XYLOWATT firma gaasistusreaktorite seeria xW põhimõtteline skeem.[36] Reaktorite valikus on seadmed elektri ja soojuse koostootmisseadmete koosseisus töötamisel 100 kWe – 10 MWe

[35] http://gekgasifier.com/wp-content/uploads/2012/02/Rev_catalog_020912_w_orderform.pdf
[36] You future energy, now! Firma XYLOWATT ettekanne, http://www.xylowatt.com/images/stories/pdf/XYLOWATT_EN_A4.pdf



Joonis 6.22 250 kWe võimsusega gaasistusega elektri ja soojuse koostootmisjaama tüüpiline kujundus (Suurbritannia firma Biomass Engineering Ltd[37])

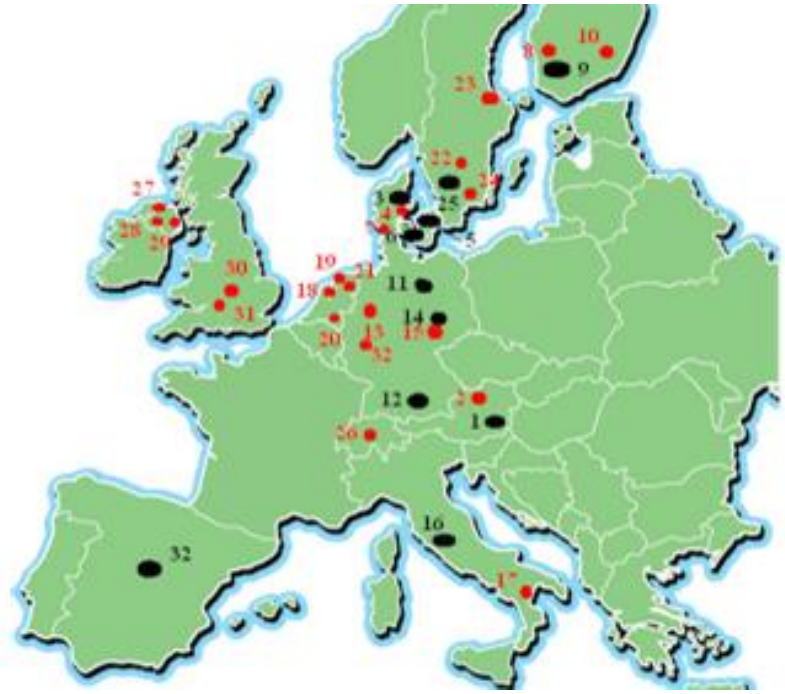
Tabel 6.13 Pidevalt töötavad biomassi gaasistusjaamad Euroopas [38]

Riik	**Asukoht (numbri tähistust vt** Joonis 6.23**-lt)**	**Jaama kirjeldus**	**Soojuslik välund-võimsus, MW_s**
Austria	Güssing (1)	Tsirkuleeriva keevkihiga elektri ja soojuse koostootmisjaam	8
	Neustadt (2)	Allavoolu gaasistiga elektri ja soojuse koostootmisjaam	2
Taani	Harbore (3)	Ülesvoolu gaasistiga elektri ja soojuse koostootmisjaam	5
	Gjol (4)	3-astmeline gaasistusreaktor (TKEnergi)	3
	Graested (5)	Avatud südamikuga gaasistusreaktor Biosynegery	0,17
	Lyngby (6)	3-astmelise gaasistiga elektri ja soojuse koostootmisjaam (Viking)	0,07
	Skive (7)	Carbona Renugas keevkiht gaasistiga elektri ja soojuse koostootmisjaam	30
Soome	–	8 ülesvoolu Bioneer tüüpi gaasistusreaktorit	5
	Kokemäki (8)	Ülesvooluga Novel gaasisti	7

[37] http://media.godashboard.com/gti/IEA/Fall06ChicagoTaskMeeting/IEA_WS6UK10-06.pdf
[38] Elisa Pieratti. Biomass gasification in small scale plants: experimental and modelling analysis. Doctoral thesis, Univ0ersity of Trento Trento, Italy 2011, 159 pp.

Riik	Asukoht (numbri tähistust vt Joonis 6.23-**lt)**	Jaama kirjeldus	Soojuslik välund-võimsus, MW_s
	Lahti (9)	Koospõletamisega Foster Wheeler'i elektri ja soojuse koostootmisejaam	50/86
	Varkaus (10)	Keevkihiga gaasisti	40
Saksamaa	Schwarce Pumpe (11)	Biomassist metanooli tootmise jaam (kommertslahendus)	130
	Rudersdorf (12)	Lurgi keevkihtgaasisti	40
	Oberhausen (13)	Fraunhofer Umsicht keevkihtgaasistiga pilootjaam	0,5
	Freiberg (14)	CHOREN Carbo-V 2-astmelise vooluses gaasistiga pilootjaam	1,0
	Freiberg (15)	Vooluses gaasistusega reaktor	3 – 5
	Pfalzfeld (32)	Uus täisautomaatne Mothermik® puidu gaasistusseade, mis on välja töötatud kommertslahenduseks	0,25
Itaalia	Chianti (16)	Tsirkuleeriva keevkihiga uurimis-arendustööde jaam Greve's	15
	Trisaia (17)	ENEA tsirkuleeriva keevkiht gaasistiga pilootjaam	0,5
Holland	Geertruidenberg (18)	AMER/Essent/Lurgi tsirkuleeriva gaasistiga koospõletusjaam	85
	Willem-Alexander (19)	Biomassi ja kivisöe vooluses gaasistusega gaasistusreaktor (35 MWe biomassil)	250
	Tzum (20)	Tsirkuleeriva gaasistusreaktoriga seade	3
	Petten (21)	Mitmed ECN piloot gaasistusreaktorid	
Hispaania	Enemora (32)		0,75
Rootsi	Karsborg (22)	Foster Wheeler Energy tsirkuleeriva gaasistusreaktoriga seade (kasutab paberitööstuse jääke, tõenäoliselt musta leelist)	30
	Norrsundet (23)	Foster Wheeler Energy tsirkuleeriva gaasistusreaktoriga seade (kasutab paberitööstuse jääke, tõenäoliselt musta leelist)	20
	Sodracell (24)	Götaverken'i tsirkuleeriva keevikiga gaasisti (kasutab paberitööstuse jääke, tõenäoliselt musta leelist)	30
	Värnamo (25)	Foster Wheeler Energy tsirkuleeriva gaasistusreaktoriga elektri ja soojuse koostootmisseade Bioflow	18
Šveits	Spiez (26)	Allavoolu gaasistiga biomassi gaasistussüsteem	0,2

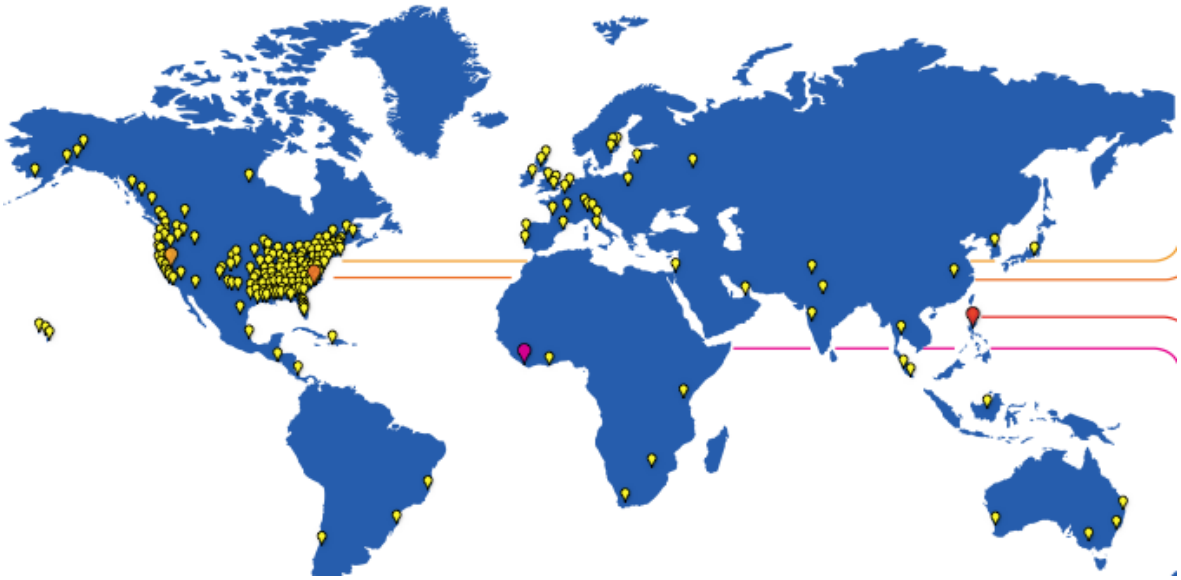
Riik	Asukoht (numbri tähistust vt Joonis 6.23-**lt**)	Jaama kirjeldus	Soojuslik välund-võimsus, MW_s
Suur-britannia	Põhja-Iirimaa (27)	Allavoolu gaasistiga biomassi gaasistussüsteem (maapiirkonna jaoks arendatud seade)	0,1
	Põhja-Iirimaa (28)	Biomass Engineering Ltd allavoolu biomassa gaasistiga elektri ja soojus koostootmissüsteem	0,25
	Põhja-Iirimaa (29)	Exus Energy allavoolu biomassi gaasistiga elektri ja soojus koostootmissüsteem	0,3
	Gloucestershire (30)	Charlton Energy jäätmete gaasistusseade	–
	Bristol (31)	Kompaktne 2-astmeline jäätmete gaasistusseade	–



Joonis 6.23 Biomassi gaasistusjaamade levik Euroopas.[39] Mustaga märgitud projektid on hinnatud edukaks, punasega on märgitud teised olulised projektid

Väljaspool Euroopat on biomassi gaasituse-alased kogemused väga suured Ameerika Ühendriikides (vt Joonis 6.24), Indias, Hiinas, Austraalias, Uus-Meremaal jt maades.

[39] Elisa Pieratti. Biomass gasification in small scale plants: experimental and modelling analysis. Doctoral thesis, University of Trento Trento, Italy 2011, 159 pp.



Joonis 6.24. Aastal 2008 käivitatud U.S. Department of Energy projekti raames on maailmas rajatud üle 300 GEK Power Pallet gaasistusreaktoriga eksperimentaalse süsteemi rohkem kui 30 riigis. Projekt toetab uurimistöid rohkem kui 45 ülikoolis[40]

6.3 Vajaliku finantseerimisskeemi kirjeldus aastate lõikes kuni aastani 2020 koos perioodi üldhinnanguga 2020 – 2030

2012 aastal toodeti küttepuitu (sisaldab ka puiduhaket ja –jäätmeid ning puidubrikette ja –graanuleid) 41 281 TJ väärtuses ehk 1,67 miljonit tm küttepuitu pluss 1,64 miljonit tm puiduhaket pluss 1,30 miljonit tm puidujäätmeid + 463 tuhat tonni puidubriketti ja -graanuleid (Statistikaamet). Kuna Kui enamik on hakkpuidust on kogutud metsast ja trassidelt, siis peaks edasiste arvutuste aluseks võtma 1,64 miljonit tm aastas. Statistikaameti andmetest ei selgu hakkpuidu tooraine päritolu. Seega on raske ennustada, kui palju tuleks toetada puitkütuse tooraine eest stsenaariumi 4 järgi. Hakkpuidu jagamiseks riigimetsa ja erametsavahel kasutati 2012 aasta raiemahtusid, mille järgi raiuti riigimetsas 3 779 433 tm ja erametsas 6 856 570 tm (füüsilisest isikust metsaomanikud 3 150 967 ja juriidilisest isikust metsaomanikud 3 705 603 tm) puitu (Raied 2012). Erametsade raiemahud on arvutatud raiedokumentide alusel ja seega ei pruugi number tegelikku raiemahtu. Kui jagada 1,64 tm hakkpuitu proportsionaalselt omandivormide vahel, siis saaksime riigimetsast varutud toorainest 0,58, juriidilisest isikust metsaomanikelt 0,57 ja füüsilisest isikust metsaomanikelt 0,49 miljonit tihumeetrit hakkpuitu. Kuna 5-ndas peatükis toodud finantseerimisskeemides on mõeldud eelkõige füüsilisest isikust metsaomanike toetamist, siis skeemi 1 ja 3 puhul oleks vaja toetusraha igal aastal 0,49 miljoni tihumeetri puidu varumiseks. Kui toetusesumma on 2 € puiste m^3 kohta, siis kogusumma oleks aastas 2,45miljonit €. Skeemi 2 alusel oleks toetatav summa aastati väga erinev. Praeguses situatsioonis, kui kõrgete hakke hindade ajal varuti palju puitu ja enam ei varuta nii palju, siis mõne aja pärast tekib mõningane tooraine defitsiit, mis omakorda kergitab tooraine hinda. Sel juhul võib arvata, et mõnedel aastatel energiapuidu varumise toetust ei ole tarvis maksta. Samas ei ole välistatud, et mõningatel aastatel oleks vaja maksta kuni 2 korda suurema summa eest toetusi.

Samuti on vaja toetada katlamajade üleviimist puitküttele. Katlamajade puitküttele üleviimine loob eeldused metsast varutava energiapuidu vajaduseks. Puiduhakkurite ja muude masinate ostuks toetuste jagamisel on vaja kindlasti läbi mõelda 3 küsimust:

[40] http://gekgasifier.com/wp-content/uploads/2012/02/Rev_catalog_020912_w_orderform.pdf

1) Kas läheduses on juba piisavalt töötavaid hakkureid ja muid vajalikke masinaid, mis suudaksid (ei ole liiga koormatud) pakkuda vajalikus koguses teenust;
2) Kas hakkurid ja muud masinad leiavad piisavalt rakendust ega jää enamikuks ajaks seisma?
3) Kas oleks vaja toetusi teistele, tähtsamatele asjadele?

Lisaks oleks vaja toetada kohalikke omavalitsusi katlamajade puitkütustele üleviimisel. Katlamajade üleviimisel puidukütustele suurendatakse puitkütuste nõudluse kasvu, mis omakorda aitab kaasa puitkütuste varumise suurenemisele. Varutava puitkütuste koguste suurenemine omakorda tekitab juurde töökohti ja aitab kaasa majanduse kasvule.

6.4 Edasised tegevused fookusgrupiga, kellele tuleb perioodil 2014-2020 pöörata enim tähelepanu

Agenda 2020 Eestile seatud eesmärgid on tänaseks päevaks täidetud. Seega ei ole Eesti Vabariigil kohustust suurendada taastuvenergia osakaalu kogu energia hulgast. Samas tuleks jätkata taastuvenergia kasutuselevõttu ning suurendada taastuvenergia osakaalu veelgi. Taastuvenergia osakaalu suurendamiseks on tarvis eelkõige tekitada suuremat taastuvenergia allikate kasutamist. Seega tuleb peamiselt pöörata tähelepanu katlamajade üleviimiseks puitküttel töötavatele. Teiseks tuleb tähelepanu pöörata puitkütuste varumise tasuvusele – metsaressursi omanik varub puitu vaid siis, kui see on tasuv.

Metsanduse Arengukava 2020 eesmärkide (puitkütuste kasutamise suurendamine energiatootmiseks – viies selle 22 PJ-lt (2009) tasemele 30 PJ aastas) saavutamiseks tuleks panustada nii uute koostootmisjaamade rajamisse kui ka kohalike katlamajade üleviimisse puiduküttele. Selles protsessis on oluline roll kohalikel omavalitsustel, kelle otsustest sõltub piirkondlik areng taastuvenergia valdkonnas. Sellega seoses on vaja edendada omavalitsuste spetsialistide koolitust eelkõige puitkütuste kasutamise valdkonnas. Koolitused peaksid sisaldama ülevaadet olemasolevatest puitkütuste kasutuselevõttu toetavatest meetmetest, ressursside analüüsi, ülevaadet puitkütuse toorme varumise ja puitkütuse tootmise tehnoloogiatest, puitkütuste põletamise tehnoloogiatest väikekatlamajades ning koostootmisjaamades, majanduslikke analüüse puitkütuste kasutamise kohta kogu tarneahela osas.

6.5 Erametsakeskuse kui kompetentsikeskuse ja riiklike toetuste rakendusüksuse võimalik roll toetusmeetmete elluviimisel

Erametsakeskusel oleks riiklike toetuste elluviimisel mitu rolli:

1) toetuste hankmine – toetuste maksmise võimalikuks muutmisel on vaja leida toetusallikaid, samuti on vaja muuta vastavat seadusandlust;
2) dokumentide täitmise ja esitamiskorra väljatöötamine
3) metsaomanike teavitamine, koolitus- ja infopäevade korraldamine sh vastavate infomaterjalide koostamine või tellimine;
4) kohalike omavalitsuste spetsialistide täiendkoolituse korraldamist puitkütuste tootmise ja kasutamise valdkondades;
5) kogutud dokumentide alusel toetuste väljamaksmine või kolmandale asutusele vajalike andmete esitamist toetuste maksmiseks;

6) kontrolli teostamine.

Eelpool loetletud rollide täitmine on seotud suur töö ja vastutusega ning sellega seoses tekivad lisakulud, mis peaks olema kaetavad toetuste summadest.

7 KONKURENTSISITUATSIOON PUITKÜTUSTE TOORME TURUL

7.1 Toorme ressurss Eestis tervikuna ja maakondade lõikes

Puitkütuste toorme ressurssi on uuritud korduvalt. Käesolevas töös kasutati ajakirjas Baltic Forestry kirjeldatud metoodikat (Padari et al. 2009).

Eesti metsadest saadava biomassi arvutamiseks kasutati mitmeid digitaalseid kaarte ja andmebaase:

1) Eesti põhikaardi pindade kiht;
2) Eesti mullakaart;
3) Eesti metsaregistri kaardikiht;
4) Eesti omavalitsuste pindade kiht;
5) Metsaregistri andmed.

Kuna kõik kaardikihid ei olnud täielikud, siis oli eesmärgi saavutamiseks tarvis kasutada mitmeid alljärgnevaid samme:

1) Algul liideti ülalnimetatud neli kaardikihti kokku ja lõigati need üksteise piiridega nn „tükkideks". Tulemuseks saadi nelja kaardi kombinatsioonidega ca 6 533 tuhat (üle 6,5 miljoni) pinnapolügooni, mis hõlmab kokku 18 070 km2. Metsade pindalaks peale kaartide liitmist saadi 16 211 km2.
2) Järgmisena analüüsiti lõigus 1 kokku liidetud kihtidest ülejäänut osa. Seega lahutati juba analüüsitud pinnad põhikaardi kihtidest maha. Järgnevalt liideti allesjäänud aladega põhikaart ja mullakaart koos omavalitsuste kaardikihiga. Tulemuseks saadi ca 4 572 tuhat (üle 4,5 miljoni) pinnapolügooni kokku pindalaga 23 869 km2. Metsade pindala taolistel aladel on peaaegu 7 740 km2.
3) Viimasena leiti ka punktis 2 kirjeldamata jäänud alad. Selleks lahutati ka need leitud alad põhikaardikihtidest maha. Alles jäid põhikaardi alad, mis ei ole kaetud mullakaardi polügoonidega. Saadi ca 384 pinnapolügooni kokku pindalaga 1 039 km2. Metsade pindalaks allesjäänud põhikaardi pindade kaardikihis saadi peaaegu 110 km2.

Erinevate kaardikihtidega arvutamisel saadi metsade pindalaks 24 061 km^2. Kuna metsade kasvupotentsiaal ei ole erinevatel aladel ühesugune, siis järgnevalt analüüsiti metsa omadusi. Pikaajalises perspektiivis on peamisteks ressurssi iseloomustavateks omadusteks järgmised kaks omadust:

1) kasvu kiirus ehk boniteet;
2) kasvukohatüüp, mis iseloomustab eelkõige metsa niiskusrežiimi ja liigilist koosseisu.

Antud projektis oli kasutada Eesti metsaregistriandmed, mis sisaldavad detailset informatsiooni metsade kohta. Metsaregistris oli kirjeldatud 16 211 km^2-l kasvava metsa andmed. Metsaregistris kirjeldamata metsi oli kokku 7 850 km^2. Viimane moodustab kogu metsade alast peaaegu kolmandiku.

Et saada metsade andmed puuduvate metsaandmetega metsamaade kohta, loodi olemasolevate metsa- ja mullaandmete põhjal mudelid. Saadud mudelite abil genereeriti metsade omadused metsaregistriga katmata aladele. Nii saadi omadused puuduvate andmetega 7 740 km^2-le metsadele.

Teades nüüd enamike metsade kasvukiiruseid (boniteete) ning kasvukohatüüpe, saame arvutada metsade keskmised toodangud. Selleks loodi mudelid, mis annavad toodangu mahud boniteediklasside ja kasvukohatüüpide kaupa.

Metsade teoreetilise pikaajalise toodangu leidmiseks koostati igale boniteediklassile ja igale kasvukohatüübile keskmised metsade aastased toodangud hektari kohta. Arvutamiseks kasutati mitmeid etappe:

1) Loodi noore metsa algandmed (takseerandmed) iga OHOR-i (kõduhorisondi tüseduse 10 erinevat väärtust tabelist 1), iga boniteediklassi (6 klassi: Ia, I, II, III, IV ja V ehk H_{100} vastavalt 33,5 m, 29,5 m, 25,5 m, 21,5 m, 17,5 m ja 13,5 m) ja iga puuliigi (8 enamesinevat puuliiki: harilik mänd, harilik kuusk, arukask, harilik haab, sanglepp, hall-lepp, harilik tamm ja harilik saar). Algandmeteks leiti metsade seis, kus metsa keskmine diameeter oli veidi alla 8 cm (järgmisel aastal ületas 8 cm piiri). Selleks kasutati Andres Kiviste (1997, 1999, 2006) loodud Eesti puistute diameetri diferentsmudeleid, millede abil leiti igale puistule vanus, diameeter ja kõrgus. Puistute hektaritagavara *M* (tm/ha), ristlõikepindalade summa hektari kohta *G* (m^2/ha) ning puude arv hektaril *N* (tk/ha) arvutati metsa korraldamise juhendis (1999) esitatud metsavalemeid, kusjuures puistu täiuseks võeti 80%.

2) Punktis 1 leitud algandmete alusel hakati simuleerima metsade kasvamist. Esmalt arvutati puistu hõredus (keskmine puude vaheline kaugus), sest puistu hõredust arvestati puistu diameetri kasvul – hõredamas metsas on diameetri kasv suurem ja tihedamas väiksem. Viimased mudeleid ei ole kusagil avaldatud, kuid on kasutusel Riigimetsa Majandamise Keskuse metsanduslikus infosüsteemis ja on loodud Artur Nilsoni ja Allar Padari koostöös. Hõreduse kaudu arvutatud diameetri juurdekasvu kordajat (*kD*) kasutati metsade kasvatamisel, kus põhivalemina kasutati Andres Kiviste (1997; 1999; 2006) loodud keskmise diameetri ja keskmise kõrguse arvutamise diferentsmudeleid. Leitud keskmise kõrguse ja diameetri juurdekasvud liideti vastavalt olemasolevale keskmisele kõrgusele ja diameetrile, vanusele liideti 1. Andmeid kasvatati mudelite abil ühe aasta kaupa lageraie eani. Samuti kavandati puude arvu looduslik vähenemine ehk uue puude arvu arvutamine.

3) Metsa andmete kasvatamise käigus kontrolliti iga aasta puhul, kas mets on saavutanud tiheduse, mille puhul harvendusraiete normatiivide järgi peaks planeerima harvendusraie. Selle jaoks kasutati Henn Korjuse (1999) mudeleid. Kuna tegelikus elus on väga raske organiseerida töid ja kavandada harvendusraieid just õigel ajal, siis antud arvutustes sai raieelset hõreduse normi vähendatud 5 % võrra.

4) Arvutati sortimentide kogused, kui puistus oli määratud harvendusraie (punkt 3) või mets sai küpseks. Harvendusraie puhul kasutati alameetodit, st raiesse määrati keskmiselt peenemaid puid. Sortimenteerimisel on kasutatud mitmeid mudeleid, mille kasutamine on toodud alljärgnevalt:

    a) jaotatakse puud diameetriklassidesse, milleks kasutati avaldatud jaotust (Padari, 1999), kus suhteline diameetriklass on arvutatud diameetriklassi ja puistu keskmiste diameetrite suhtena (d/D);

    b) leitakse igale diameetriklassile kõrgus, milleks kasutatakse kõrguskõverat. Kõvera valemikuju saadi Prodan'i (1965) kirjutisest ja mida on analüüsitud Allar Padari (1993) diplomitöös;

    c) leitakse diameetrite ja kõrguste järgi sortimentide väljatulekud. Sortimenteerimisel kasutati läti teadlase Ozolinš-i (2002; Нормативы…) poolt koostatud tüvemoodustaja valemit, mis on kasutusel Eestis kasvava metsa

mahtude arvutamisel. Sortimentide pikkuseks valiti palkide puhul 3,1 m ning paberi- ja küttepuude puhul 3 m. Sortimentidesse jagamine toimus noti peenema otsa diameetri järgi, mis leiti ülaltoodud tüvemoodustaja valemi abil. Kuna ülaltoodud tüvemoodustaja annab diameetreid koos koorega, siis oli vaja maha lahutada koore paksus. Koore paksuse arvutamiseks kasutati koore mahu valemit, mis leiti Loode-Venemaa andmete lähendamisel valemiks. Ozolinš-i tüvemoodustajaga leitud diameetreid vähendati koore arvelt ning saadud kooreta diameetrit arvestati sortimentide jaotamisel järgmisel: peenema otsa minimaalseks kooreta diameetriks loeti palgil 18 cm, okaspuu peenpalgil 12 cm, lehtpuu peenpalgil 14 cm, paberipuudel 7 cm ning küttepuudel 5 cm. Ladva maht liideti okste mahu hulka. Sortimentide mahtude arvutamiseks kasutati ülalnimetatud tüvemoodustaja pöördkeha valemit (Ozolinš, 2002; Нормативы…). Kasutatud pöördkeha ehk integraali valem on matemaatiliselt lahti kirjutatud Allar Padari (2004) magistritöös;

d) arvutatakse okste mahud, mis kirjanduse andmetel tüvemahust on mändidel 7 %, kaskedel 6 % ning teistel liikidel 8 % (Krigul, 1971).

e) leitud sortimentide koguseid korrigeeriti kahjustuste ja rikete arvelt. Selleks leiti kahjustatud ja rikutud puude protsent, mille suurus sõltus puuliigist ja vanusest. Kahjustatud puude tarbepuude sortimentidest 50% muudeti küttepuudeks. Ülejäänud 50% muudeti palkide fraktsioonist paberipuudeks mändide, tammede ja saarte puhul 50%, kuuskede puhul 75%, ülejäänud puuliikide puhul 100%. Tammede, saarte ja leppade puhul ei ole paberipuu fraktsiooni, seega nende puhul muudeti kõik paberipuud küttepuuks.

f) Peale selle arvestati sortimentide määramisel ka kõverust, mis mändide, kuuskede, tammede ja saarte puhul oli 5%, haabade puhul 10%, kaskede ja sangleppade puhul 25% ning halli lepa puhul 50%. Kõveruse osakaalu võrra vähendati palkide osakaalu ja suurendati okaspuude, kase ja haava puhul paberipuidu ning teiste puuliikide puhul küttepuu osakaalu.

g) Leitud sortimentidest palkide, peenpalkide ja paberipuude mahud arvutati kooreta ning küttepuude, ladva ja okste mahud koos koorega.

5) Järgnevalt liideti kokku eespool kirjeldatud arvutusmeetoditega leitud harvendus- ja lageraiete sortimentide väljatulekud. Saadud suurused jagati läbi raieringi pikkusega ning tulemuseks oli erinevate boniteetide, kasvukohatüüpide ja puuliikide kohta sortimentide keskmised väljatulekud hektari kohta aastas.

6) Järgmisena leiti metsaregistri andmete järgi iga kasvukohatüübi, boniteedi ja enamuspuuliigi kohta keskmine liigiline koosseis ning esinemise sagedus. Sellega saadi igale boniteediklassile keskmised aastased toodangud sortimentidena puuliikide kaupa.

Teades nüüd metsade toodangut igas boniteediklassis ja kasvukohatüübis ning metsade pindalalist jagunemist kasvukohatüüpide ja boniteediklasside kaupa, saadi Eesti metsade keskmised aastased toodangud.

Teades kõikide eesti metsaalade boniteediklasse ja kasvukohatüüpe ning neile vastavaid puidu produktsiooni, saab arvutada potentsiaalse tootlikkuse kogu Eesti metsadele. Saadud tulemused on esitatud tabelis (vt Tabel 7.1).

Tabel 7.1 Metsade potentsiaalne igaaastane toodang kui kõik metsad oleksid majandatavad tulundusmetsad

Puuliik	Raieviis	Tarbepuit, tuhat tm/aasta	Küttepuit, tuhat tm/aasta	Kokku, tuhat tm/aasta	Oksad, tuhat tm/aasta	Kännud, tuhat tm/aasta
Okaspuud	HR	1207,84	394,71	1602,55	572,72	
	LR	1942,73	696,76	2639,49	347,43	345,84
Lehtpuud	HR	1726,54	12,77	1739,31	378,51	
	LR	3648,50	213,66	3862,16	464,87	567,63
Kokku		**8525,61**	**1317,90**	**9843,51**	**1763,53**	**913,47**

Tabel 7.1-s toodud potentsiaalse tootlikkuse arvutamisel ei ole arvestatud looduskaitseliste piirangutega. Sel juhul oleks võimalik koguda igal aastal 9 844 tuhat tm likviidset puitu, millest traditsiooniline küttepuit moodustaks 1 318 tuhat tm (9 884 TJ). Raiejäätmeid okste ja latvade näol oleks sel juhul 1 764 tuhat tm (11 463 TJ) ning kändusid lageraiest 913 tuhat tm (5 938 TJ), millest omakorda okaspuukände oleks 568 tuhat tm (3 690 TJ).

Tabel 7.2 Metsade kaitsekategooriatesse jagunemine maakondade kaupa (H – range kaitsega mets, K – piiranguga mets, T – kaitsepiiranguteta mets)

Metsa kaitse-kategoo-ria	Mulla-, põhi- ja metsaregistri kaardi liitmise tulemusena saadud metsade pindala, tuhat ha	Kaitse-kategoo-riate pind-alaline osakaal, %	Metsaregistrisse kandmata metsade arvutuslik jagunemine kaitsekate-gooriatesse, tuhat ha	Põhikaardi metsad, millele ei olnud võimalik genereerida metsa andmeid, tuhat ha	Kokku, tuhat ha
H	140,08	8,6	65,74	1,04	**206,87**
K	261,26	16,1	130,98	1,82	**394,05**
T	1222,27	75,3	574,78	8,16	**1805,21**
Kokku	**1623,61**	**100,0**	**771,50**	**11,01**	**2406,13**

Looduskaitseliste piirangute arvestamiseks leiti esmalt metsade jagunemine kolme kaitsekategooriasse – range kaitsega alad (peamiselt reservaadid ja sihtkaitsevööndid), kaitsega alad (piiranguvööndid jms) ja kaitsepiiranguteta alad. Kaitsekategooriatesse täpne jagunemine saadi metsaregistriandmetest. Metsaregistriandmete, põhikaardi ja mullakaardi liitmisel saadud andmete põhjal saadud kaitsekategooriatesse jagunemine on toodud tabelis (vt Tabel 7.2) teises tulbas. Ülejäänud metsade puhul eeldati, et igas maakonnas on metsade kategooriatesse jagunemine metsaregistrisse kandmata metsadel sarnane registrisse kantud metsade omaga. Seega kaitsekategooriatesse jagunemine neljandas ja viiendas tulbas on arvutatud tabeli teise tulba proportsioonide kaudu. Kokku saadi Eestis 206,9 tuhat ha rangelt kaitstavaid metsi, kus metsamajanduslikud tööd on täielikult keelatud. Seega neist metsadest seaduste järgi ei ole võimalik biomassi varuda. Piiranguga metsi on Eestis kokku 394,1 tuh ha, mille kaitserežiimid on väga erinevaid – osades saab teha peaaegu kõike metsamajanduslikke töid kuni metsadeni, kus peaaegu üldse ei tohi teostada metsamajanduslikke töid. Käesolevas töös arvestati kaitsemetsade toodangust kasutatavaks

50% võrreldes sarnase kaitsepiiranguteta metsaga. Kaitsepiiranguteta metsi oli 1 805,2 tuhat ha.

Tabelis (vt Tabel 7.3) on toodud metsade keskmine aastane kasutatav biomassi toodang. Arvutustes on arvestatud looduskaitseliste piirangutega. Kändude maht arvutati keskmise protsendi järgi tüvemahust. Kändude osakaal tüvemahust on okaspuudel (mänd, kuusk) 12%, pehmelehtpuudel (haab, kask, sanglepp, hall-lepp) 10% ja kõvalehtpuudel (saar, tamm) 20% (Krigul, 1971).

Tabelist (vt Tabel 7.3) nähtub, et kokku võiks Eesti metsadest raiuda igal aastal 8 406 tuhat tm puitu, millest traditsioonilist küttepuitu on 963 tuhat tm (7 223 TJ). Raiejäätmeid, mille moodustavad peened ladvaotsad ja oksad, on võimalik koguda igal aastal 1 503 tuhat tm (9 775 TJ). Lageraiest saadavate potentsiaalsete kändude hulk on 778 tuhat tm (5 059 TJ). Senine praktika Soomes piirdub vaid okaspuukändude juurimisega. Okaspuukände Eesti metsadest võiks igal aastal saada 480 tuhat tm (3 123 TJ).

Tabel 7.3 Metsade pikaajaline keskmine toodang (HR – harvendusraie, LR – lageraie)

Puuliik	**Raieviis**	**Tarbepuit, tuhat tm/aasta**	**Küttepuit, tuhat tm/aasta**	**Kokku, tuhat tm/aasta**	**Oksad, tuhat tm/aasta**	**Kännud, tuhat tm/aasta**
Okaspuud	HR	1463,06	10,71	*1473,77*	318,52	
	LR	3090,41	180,16	*3270,58*	392,56	480,43
Lehtpuud	HR	1085,08	302,54	*1387,62*	494,67	
	LR	1804,78	469,66	*2274,44*	298,05	297,84
Kokku		**7443,33**	**963,08**	***8406,40***	**1503,80**	**778,27**

Saadud tulemused maakondade lõikes on esitatud tabelis (vt Tabel 7.4).

Tabel 7.4 Metsade pikaajaline keskmine toodang (HR – harvendusraie, LR – lageraie)

Puuliik	**Raieviis**	**Tarbepuit, tuhat tm/aasta**	**Küttepuit, tuhat tm/aasta**	**Kokku, tuhat tm/aasta**	**Oksad, tuhat tm/aasta**	**Kännud, tuhat tm/aasta**
Harju maakond						
Okaspuud	HR	113,29	1,11	*114,40*	25,79	
	LR	249,37	16,69	*266,06*	32,54	39,22
Lehtpuud	HR	74,58	22,94	*97,53*	35,76	
	LR	130,84	39,14	*169,98*	23,25	22,39
Kokku		**568,08**	**79,88**	***647,96***	**117,34**	**61,61**
Hiiu maakond						
Okaspuud	HR	32,84	0,42	*33,25*	7,41	

Puuliik	Raieviis	Tarbepuit, tuhat tm/aasta	Küttepuit, tuhat tm/aasta	Kokku, tuhat tm/aasta	Oksad, tuhat tm/aasta	Kännud, tuhat tm/aasta
	LR	68,32	4,79	*73,10*	9,09	10,80
Lehtpuud	HR	22,74	6,91	*29,65*	11,06	
	LR	40,26	12,33	*52,59*	7,28	6,92
Kokku		**164,15**	**24,45**	***188,60***	**34,84**	**17,72**
Ida-Viru maakond						
Okaspuud	HR	101,62	0,82	*102,44*	22,53	
	LR	211,85	12,56	*224,42*	27,15	33,02
Lehtpuud	HR	83,10	23,71	*106,81*	37,82	
	LR	134,08	35,47	*169,55*	22,24	22,16
Kokku		**530,65**	**72,56**	***603,21***	**109,74**	**55,18**
Järva maakond						
Okaspuud	HR	71,71	0,64	*72,35*	15,83	
	LR	160,98	10,05	*171,03*	20,64	25,13
Lehtpuud	HR	56,06	16,20	*72,26*	26,35	
	LR	96,93	25,95	*122,87*	16,41	16,12
Kokku		**385,68**	**52,83**	***438,51***	**79,23**	**41,25**
Jõgeva maakond						
Okaspuud	HR	75,42	0,59	*76,01*	16,08	
	LR	168,04	10,33	*178,37*	21,42	26,17
Lehtpuud	HR	87,21	24,91	*112,12*	39,96	
	LR	144,72	35,94	*180,66*	23,41	23,61
Kokku		**475,39**	**71,77**	***547,16***	**100,87**	**49,78**
Lääne maakond						
Okaspuud	HR	54,21	0,75	*54,95*	12,05	
	LR	125,94	9,84	*135,78*	16,85	20,02
Lehtpuud	HR	59,00	18,73	*77,74*	28,25	
	LR	99,80	30,29	*130,09*	17,84	17,12
Kokku		**338,96**	**59,61**	***398,56***	**74,99**	**37,14**
Lääne-Viru maakond						
Okaspuud	HR	124,29	0,87	*125,16*	26,91	
	LR	274,06	16,15	*290,20*	34,47	42,56

Puuliik	Raieviis	Tarbepuit, tuhat tm/aasta	Küttepuit, tuhat tm/aasta	Kokku, tuhat tm/aasta	Oksad, tuhat tm/aasta	Kännud, tuhat tm/aasta
Lehtpuud	HR	78,48	22,00	*100,48*	35,57	
	LR	129,50	34,47	*163,97*	21,31	21,52
Kokku		**606,33**	**73,48**	***679,81***	**118,26**	**64,09**
Pärnu maakond						
Okaspuud	HR	145,77	1,19	*146,97*	31,91	
	LR	317,76	20,16	*337,91*	40,88	49,67
Lehtpuud	HR	142,52	41,05	*183,57*	64,83	
	LR	227,91	60,22	*288,12*	37,79	37,67
Kokku		**833,95**	**122,62**	***956,57***	**175,41**	**87,34**
Põlva maakond						
Okaspuud	HR	132,14	0,38	*132,52*	28,19	
	LR	240,02	8,73	*248,75*	28,99	36,44
Lehtpuud	HR	48,35	9,68	*58,04*	19,98	
	LR	79,19	15,28	*94,47*	11,45	12,23
Kokku		**499,71**	**34,07**	***533,78***	**88,60**	**48,67**
Rapla maakond						
Okaspuud	HR	86,07	0,81	*86,88*	18,91	
	LR	200,69	14,15	*214,84*	26,01	31,58
Lehtpuud	HR	78,25	23,58	*101,83*	36,40	
	LR	129,39	36,92	*166,31*	22,24	21,89
Kokku		**494,41**	**75,46**	***569,86***	**103,57**	**53,47**
Saare maakond						
Okaspuud	HR	81,36	0,92	*82,28*	18,16	
	LR	194,78	15,25	*210,02*	25,84	30,96
Lehtpuud	HR	63,97	20,96	*84,93*	31,00	
	LR	112,34	36,00	*148,35*	20,69	19,72
Kokku		**452,45**	**73,13**	***525,58***	**95,69**	**50,68**
Tartu maakond						
Okaspuud	HR	88,09	0,50	*88,59*	18,60	
	LR	177,13	8,84	*185,97*	22,03	27,25
Lehtpuud	HR	69,81	17,95	*87,77*	31,06	

Puuliik	Raieviis	Tarbepuit, tuhat tm/aasta	Küttepuit, tuhat tm/aasta	Kokku, tuhat tm/aasta	Oksad, tuhat tm/aasta	Kännud, tuhat tm/aasta
	LR	115,98	26,48	*142,46*	18,10	18,57
Kokku		**451,02**	**53,77**	***504,79***	**89,80**	**45,82**
Valga maakond						
Okaspuud	HR	102,18	0,44	*102,62*	21,83	
	LR	198,77	8,76	*207,52*	24,38	30,41
Lehtpuud	HR	52,48	12,17	*64,65*	22,71	
	LR	87,23	18,87	*106,10*	13,27	13,80
Kokku		**440,65**	**40,24**	***480,89***	**82,19**	**44,21**
Viljandi maakond						
Okaspuud	HR	126,06	0,81	*126,87*	27,01	
	LR	261,87	14,20	*276,07*	32,99	40,50
Lehtpuud	HR	113,45	30,02	*143,46*	50,67	
	LR	185,24	43,69	*228,93*	29,27	29,85
Kokku		**686,61**	**88,72**	***775,33***	**139,94**	**70,35**
Võru maakond						
Okaspuud	HR	128,02	0,46	*128,48*	27,31	
	LR	240,84	9,67	*250,52*	29,29	36,70
Lehtpuud	HR	55,07	11,72	*66,80*	23,23	
	LR	91,36	18,63	*109,99*	13,51	14,27
Kokku		**515,30**	**40,49**	***555,79***	**93,33**	**50,97**

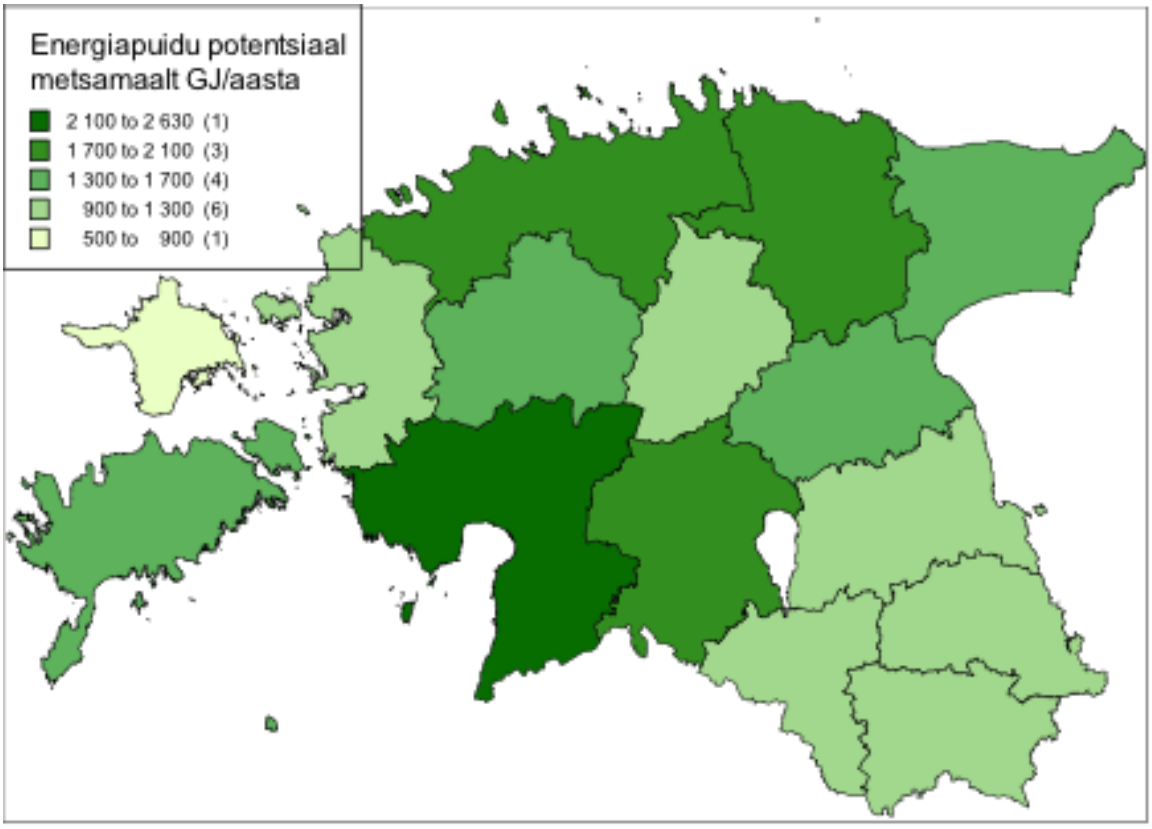
Tabel 7.4-s esitatud andmed on kokku võetud Tabel 7.5-s ja kujutatud joonisel (vt Joonis 7.1).

Tabel 7.5 Potentsiaalsed puitkütuste aastased toodangud maakondade kaupa

Maakond	Potentsiaalne toodang, tuhat tm aastas				Potentsiaalne energia toodang, TJ aastas			
	küttepuud	raie-jäät-med	kän-nud	Kokku	küttepuud	raie-jäät-med	kän-nud	Kokku
Harju	79,9	117,3	61,6	258,8	599,1	762,7	400,5	1762,3
Hiiu	24,5	34,8	17,7	77,0	183,4	226,5	115,2	525,1
Ida-Viru	72,6	109,7	55,2	237,5	544,2	713,3	358,7	1616,2

Maakond	Potentsiaalne toodang, tuhat tm aastas				Potentsiaalne energia toodang, TJ aastas			
	küttepuud	raie-jäätmed	kännud	Kokku	küttepuud	raie-jäätmed	kännud	Kokku
Jõgeva	71,8	101,0	49,8	222,6	538,3	656,3	323,6	1518,2
Järva	52,8	79,2	41,3	173,3	396,2	515,0	268,1	1179,3
Lääne	59,6	75,0	37,1	171,7	447,1	487,4	241,4	1175,9
Lääne-Viru	73,5	118,3	64,1	255,9	551,1	768,7	416,6	1736,4
Põlva	34,1	88,6	48,7	171,4	255,5	575,9	316,4	1147,8
Pärnu	122,6	175,4	87,3	385,3	919,7	1140,2	567,8	2627,7
Rapla	75,5	103,6	53,5	232,6	566,0	673,2	347,6	1586,8
Saare	73,1	95,7	50,7	219,5	548,5	622,0	329,4	1499,9
Tartu	53,8	89,8	45,8	189,4	403,3	583,7	297,8	1284,8
Valga	40,2	82,2	44,2	166,6	301,8	534,2	287,4	1123,4
Viljandi	88,7	139,9	70,4	299,0	665,4	909,6	457,3	2032,3
Võru	40,5	93,3	51,0	184,8	303,7	606,6	331,3	1241,6
Kokku	**963,1**	**1503,9**	**778,3**	**3245,4**	**7223,1**	**9775,4**	**5058,9**	**22057,7**

Eespool esitatud hinnang küttepuidu ressurssidele on antud eeldusel, et Eesti metsade vanuseline ja liigiline struktuur on paika loksunud ning kirjeldab seega pikaajalist keskmist tulevikus. Praegu on aga küpsete ja valmivate metsade osakaal suur ja seetõttu ka võimalikud raiemahud suuremad, kui on pikaajaline keskmine. Lähiaastate olukorrale hinnang võimalike raiemahtude ja sealt tulenevate küttepuidu prognooside kohta on antud metsanduse arengukava jaoks Enn Pärdi koostatud puidupakkumise stsenaariumites (Tabel 7.6). Kuigi pakutute hulgas on ka optimistlikumaid, võiks aluseks võtta mõõduka puidupakkumise optimaalse puidukasutuse korral, mis oleks jätkusuutlik lähiaastatel.



Joonis 7.1 Energiapuidu (traditsiooniline küttepuit, raidmed ja okaspuukännud lageraietelt kokku) potentsiaal maakondade kaupa

Tabel 7.6 Puidupakkumise stsenaariumid (Pärt 2010)

	Aktiivne puidupakkumine			Mõõdukas puidupakkumine			Vähenev puidupakkumine		
Enamus-puuliik	Maksi-maalne	Opti-maalne	Pika-ajaline	Maksi-maalne	Opti-maalne	Pika-ajaline	Maksi-maalne	Opti-maalne	Pika-ajaline
Mänd	6523	4379	2353	3770	3151	2283	1874	1958	1828
Kuusk	5710	3885	2297	3756	3054	2218	2212	2136	1931
Kask	3940	3089	2181	2806	2492	1978	1765	1786	1677
Haab	2253	1451	891	1784	1199	797	1177	806	577
Sanglepp	1089	762	486	683	558	404	424	403	345
Hall-lepp	1919	1312	924	1636	1149	832	1385	979	730
Teised	658	454	302	499	372	270	341	266	213
Kokku	**22092**	**15332**	**9432**	**14934**	**11974**	**8783**	**9179**	**8333**	**7301**
Okaspuu	**12233**	**8264**	**4649**	**7526**	**6205**	**4501**	**4087**	**4093**	**3759**
Lehtpuu	**9859**	**7068**	**4783**	**7407**	**5769**	**4282**	**5092**	**4239**	**3541**

Hinnanguna raiemahtudele pikemas perspektiivis, st. kogu raieringi jooksul, on mõõduka puidupakkumise korral pikaajaliseks jätkusuutlikuks raiemahuks esitatud 8,8 milj m^3. Hinnang on kooskõlas Tabel 7.3-s esitatud andmetega ning ka Maaelu Edendamise Sihtasutuse ja Põllumajandusministeeriumi poolt "Biomassi ja bioenergia kasutamise edendamise arengukava 2007-2013" alusel tellitud uuringu „Eestis olemasoleva, praeguse või juba kavandatud tootmise-tarbimise juures tekkiva biomassi ressursi hindamine“ (http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/MES_aruanne_biomass.pdf) (Padari et al. 2009). Võib teha järelduse, et kaugemas tulevikus jätkusuutlik raiemaht saab olema väiksem, kui seda lubab metsade praegune seisund.

Üldistest raie- ja puidutöötlemise mahtudest sõltub aga energeetikas kasutatava puidu kogus. Enn Pärdi hinnangul võiks mõõduka puidupakkumise korral energeetikas kasutatavat puitu turule tulla maksimaalselt 7 mln m^3. (http://www.eramets.ee/static/files/1356.Enn_Part_Puitu_on_ja_raiuda_tohib_14092012.pdf).

Eesti Taastuvenergia Koja ja Eesti Keskkonnaühenduste Koja poolt esitatud kavas *Taastuvenergia 100% – üleminek puhtale energiale* (TE100) lähtuti kompromissettepanekust ELF-iga, et aastane raiemaht ei ületa 8 mln tm (Tabel 7.7) (http://www.taastuvenergeetika.ee/te100/).

Tabel 7.7 TE100 küttepuidu prognoos

1000 m3	2011	2020	2030	2040	2050
aastane raiutav puidukogus		8,000	8,000	8,000	8,000
aastane kasutatav puidukogus		10,588	10,888	11,188	11,481
küttepuud	1,704	2,000	2,200	2,400	2,590
raiejäätmed		600	800	1,000	1,115
kännud		400	500	600	778
puidujäätmed	773	1,588	1,588	1,588	1,588
paberipuu		1,000	1,400	1,800	2,235
puiduhake	1,908	0	0	0	0
puidubrikett ja -graanul	585	0	0	0	0
puidu ressurss energeetikas	**4,970**	**5,588**	**6,488**	**7,388**	**8,306**
GWh	9,940	11,176	12,976	14,776	16,612
PJ	**36**	**40**	**47**	**53**	**60**
PJ ilma paberipuuta	18	33	37	40	44

TE100 prognoosi puhul pole aga selge, miks prognoositakse kasutava puidukoguse, küttepuude ja raiejäätmete mahu kasvu, kui samal ajal aastane raiutav puidu kogus ei muutu.

Eestis oli puitkütuste tarbimine 2012-l aastal 4 497 tuhat tm (tabel 3.3). Tabelis 7.3 ja 7.5 on toodud pikaajaliseks keskmiseks aastaseks tootluseks metsamaalt 7 443 tuhat tm tarbepuitu, 963 tuhat tm küttepuitu, 1 504 tuhat tm raidmeid ja 778 tuhat tm kändusid. Arvutuste järgi tarbepuidu pikaajaline keskmine tootlikkus jaguneb paberipuidu ja palkide-pakkude vahel vastavalt 2 957 tuhat tm ja 4 486 tuhat tm. Arvestades tabelis 7.10 toodud tarbepuidu toormest saadavaid kõrvaltoodangu (energia tootmiseks) koguseid, peaks pikaajalise keskmisena tekkima 2 891 tuhat tm. Seega on pikaajalise keskmisena reaalse energiapuiduna võimalik arvestada 963 tuhat tm küttepuidu, 1 504 tuhat tm raidmete, 778 tuhat tm kändude ja 2 891 tuhande tm puidutööstuse kõrvaltoodanguga. Kokku on energiapuidu pikaajaline keskmine aastane toodetav kogus seega 6 136 tuhat tm.Arvestades 2012 puitkütuste tarbimist 4 497 tuhat tm on olemas üsna arvestatav potentsiaal 1 639 tuhande tm näol.

7.2 Konkureerivad tarbijad puitkütuste turul

Eesti suuremad puidutoorme tarbijad viimastel aastatel on esitatud Tabel 7.8.

Tabel 7.8 Eesti ettevõtetest suuremad puidutarbijad 2010. aastal (Lind 2010)

Ettevõte	**Tegevusala**
Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS	Elektrienergia tootmine

Estonian Cell AS	Puitmassi tootmine
Finnforest Eesti AS	Saematerjali tootmine
Horizon Tselluloosi ja Paberi AS	Paberi tootmine
Repo Vabrikud AS	Plaadi tootmine
Stora Enso Eesti AS AS (Imavere)	Saematerjali tootmine
Toftan AS	Saematerjali tootmine
UPM-Kymmene Otepää AS	Vineeri tootmine
Vara Saeveski OÜ	Saematerjali tootmine
Viiratsi Saeveski AS	Saematerjali tootmine

Esitatud andmed näitavad, et puitkütustele kui toormele ei konkureeri mitte ainult puitkütuseid kasutavad katlamajad ja koostootmisjaamad, vaid ka puitplaaditootjad, puitmasstehased, pelletivabrikud jt. Äripäeva andmetel kolme suurema tarbija andmed on toodud Tabel 7.9-s.

Tabel 7.9 Puitkütuste kui toorme tarbijad (Äripäev 2008)

Ettevõte	**Toorme vajadus aastas, tuh m^3**
Estonian Cell AS	380
Horizon Tselluloosi ja Paberi AS	150
Repo Vabrikud AS	380

Energiamajanduse arengukava aastani 2030 (EnMAK2030) koostamise käigus analüüsiti puidulise toorme vajadust Eesti metsatööstuse ettevõtetes. Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liidu poolt esitatud andmete põhjal on koostatud Tabel 7.10.

Tabel 7.10 Puidulise toorme vajadus Eesti metsatööstuse ettevõtetes (EnMAK2030, EMPL)

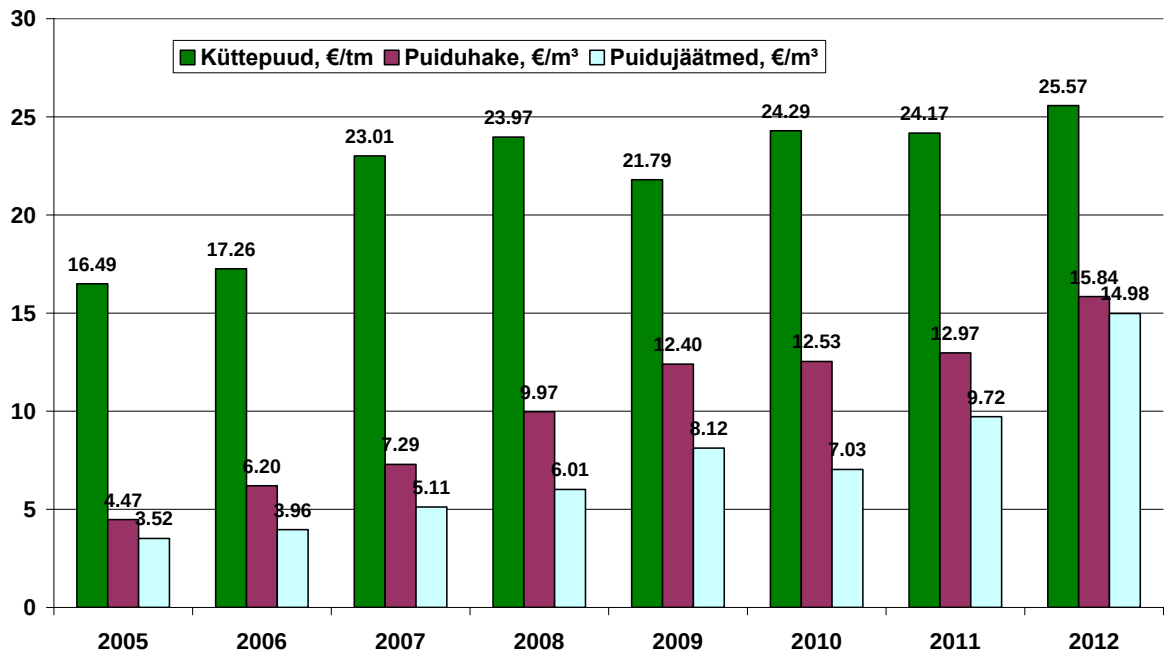
I. Kõrgema kvaliteediga tooret tarbiv tööstus ja puidulise biomassi teke selle tööstuse kõrvaltoodanguna				
Puidutööstuse liik	Toodangu maht, m^3	Toorme vajadus, m^3	Kõrval-toodang, m^3	Kõrval-toodangu liik
1. Saetööstus + muu (sh postid)	1 900 000	3 800 000	910 000	hake
			610 000	saepuru
			340 000	koor
2. Jätkutööstus = saematerjali kasutav		2 000 000	600 000	saepuru ja laast,

tööstus hööveldamine, jätkamine, liimimine, komponendid jmt				klotsid jmt
3. Vineeri ja spooni tootmine	160 000	420 000	260 000	koor ja hake
Kokku kõrvaltoodanguna tekkiv potentsiaal:			2 720 000	
II. Paberi- ja termomehaanilise puitmassi tootmine (osaliselt saab kasutada ka ülemise bloki kõrvaltoodangut)				
Puidutööstuse liik	Toodangu maht, t	Toorme vajadus, m^3		
1. Termomehaaniline puitmass	160 000	400 000		
2. Paberi tootmine	65 000	320 000		
Kokku paberipuu iseloomuga toorme kasutus		720 000		
II. Madalama kvaliteediga tooret tarbiv tööstus ja puidulise biomassi kasutus tööstuslike toodete tegemiseks				
Puidutööstuse liik	Toodangu maht	Toorme vajadus, m^3		
1. Pelletite tootmine	500 000 t	1 250 000		
2. Puitlaastplaadi tootmine	170 000 m^3	280 000		
3. Puitkiudplaatide tootmine	70 000 m^3	44 000		
Kokku madalakvaliteedilise toorme kasutus toodeteks		1 574 000		

Esitatud andmed näitavad, et madalama kvaliteediga tooret tarbiv tööstus (pelletite, puitlaast- ja puitkiudplaatide tööstused) vajab kokku ca 1,5 mln m^3 puitu. Kuna kõrgema väärindusastmega tööstusettevõtted on võimelised maksma energeetikasektoriga võrreldes kõrgemat hinda, jääb nimetatud koguse võrra potentsiaalne puidu kasutus energeetikas väiksemaks.

7.3 Hinnamuutuste ja -prognooside kirjeldused

Puitkütuste hinnad on kuni 2013. aastani peaaegu pidevalt tõusnud. Statistikaameti andmed puitkütuste hindade arengu kohta esitab Joonis 7.2. Küttepuude aasta keskmise hinna tõus on olnud oluliselt aeglasem puiduhakke ja ka puidujäätmete hindade tõusust: kui küttepuude 2012. a keskmised hinnad ületasid 2005. a taset 55%, siis puiduhakke ja puidujäätmete hinnad olid tõusnud vastavalt 3,5 ja 4,3 korda. Kiirema hinnatõusu üheks oluliseks põhjuseks on ilmselt nõudluse kasv, sest tööd on alustanud mitu uut soojuse ja elektri koostootmisjaama ja ka katlamajades on puidu kasutamine kasvanud. 2013. a hindade statistika kuude lõikes näitab hinnataseme stabiliseerumist, esimese 10 kuu jooksul isegi hinna langust.

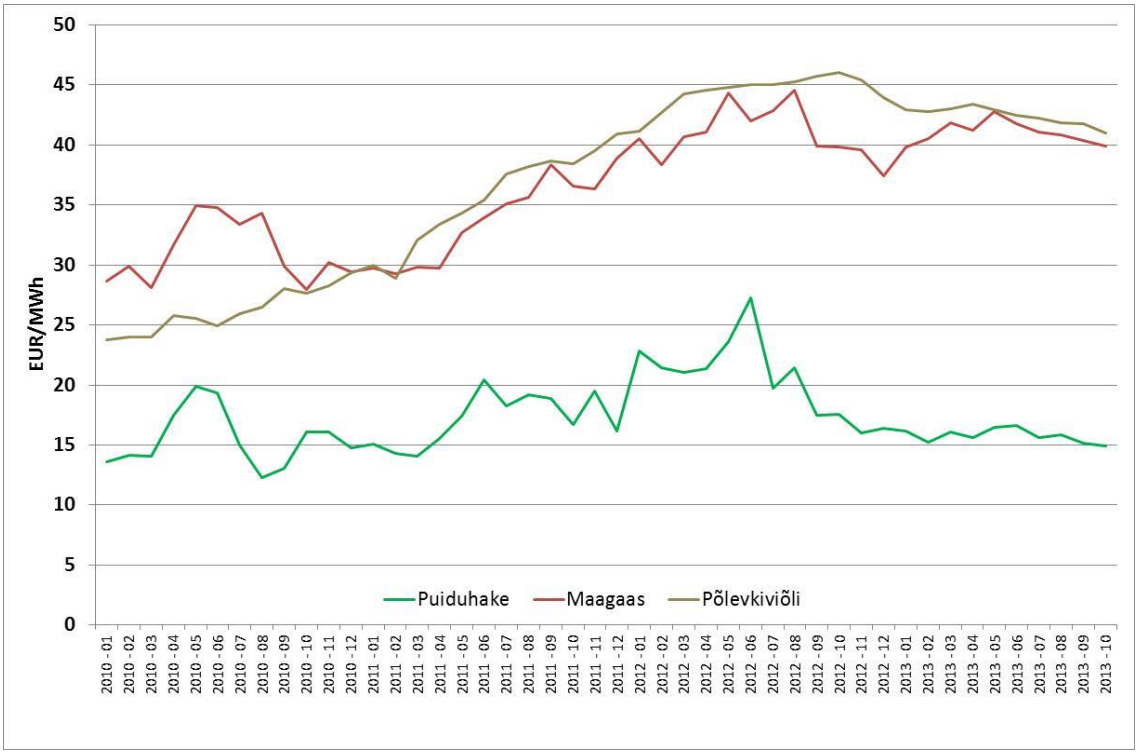


Joonis 7.2 Puitkütuste keskmised käibemaksuta hinnad ettevõtetes, 2005–2012

Andmaks taustinfot kütusena kasutatava puidu hindadele on lisades (Lisad 7-13) esitatud puidu kui metsamaterjali hindade muutumise ülevaade kasutades andmeid Riigimetsa Majandamise Keskuselt, Erametsakeskuselt[41] ning samuti TNS Emor uuringutest.

Joonis 7.3-l on näidatud Eesti katlamajades enimkasutatud kütustes sisalduva primaarenergia hinna muutumine paaril viimasel aastal. Maagaasi hind on otseselt (valemi abil) seostatud vedelkütuste hindadega maailmaturul. Põlevkiviõli hind kohalikul kütuseturul järgib samuti naftakütuste hinnatrendi maailmaturul, küllgi mitte nii otseselt. Kui maagaasi ja põlevkiviõli hinnad on on olnud kõikuvad omades seejuures tõusutendentsi, siis puiduhakke hind on olnud aastate lõikes stabiilsem.

[41] Statistika koguja Heiki Epner (OÜ Tark Mets).



Joonis 7.3 Kütustes sisalduva primaarenergia hinna areng 2010-2013

Puiduhakke hinna muutumise põhjuste täpsem analüüs küll puudub, kuid suure tõenäosusega on hindu mõjutanud AS Narva Elektrijaamade (AS NEJ) poolt hakke kasutamine. Alates 2012. a sügisest, kui AS NEJ peatas puiduhakkest elektrienergia tootmise, langes puiduhakke hind kuna nõudlus turul vähenes oluliselt. Kui 2010. a alguses oli primaarenergia alusel arvutatud puiduhakke hind umbes kaks korda madalam maagaasi ja põlevkiviõli hinnast, siis praeguseks ajaks (oktoober 2013) on hinna erinevus ligikaudu 2,5–2,7 korda. Kuigi kütusehindade ennustamine on äärmiselt komplitseeritud ülesanne, võib pidada tõenäoliseks, et puitkütuse hinnaeelis nii põlevkiviõli kui maagaasi ees on küllaltki püsiva iseloomuga. Seetõttu võib prognoosida puidu, eriti puiduhakke, ulatuslikumat kasutamist kaugküttekatlamajades.

Praegu makstakse hakkpuidu toorme eest turul suhteliselt madalat hinda ja enamik puitmaterjaliga tegelenud on kas lõpetanud või vähendanud raiejäätmete kogumise. Samas on 2012 aasta kõrge hinna mõjul kogutud hakke toormaterjali veel teede ääres varuks umbes pooleks aastaks või vaid veidi kauemaks. Selle järgi võib ennustada, et 2014 aasta sügisel tekib hakkpuidu toormaterjali defitsiit ning sellega seoses hakkpuidu kasutamise langus ja ka hinnatõus. Enne 2020 aastat võib toimuda veel teinegi küttepuidu hinnalangus, mis aga ei too kaasa nii madalat hinda, kui see on praegu, 2013 aasta lõpus.

8 PERSPEKTIIVSEID TEHNOLOOGIAID PUIDU BAASIL TOODETAVATE VEDELKÜTUSTE (BIOÕLID, BIOETANOOL) VALMISTAMISEKS

8.1 Lignotselluloosne tooraine (Ü. Kask, 2013[42])

Lignotselluloossest toorainest etanooli tootvad tehased eksisteerivad alates 2007. aastast peamiselt kas piloot- või demonstratsioon seadmete tasemel. 1990 aastatel Venemaal, Valgevenes ja Leedus töötanud lahja väävelhappe tehnoloogiat kasutanud etanooli tootvad hüdrolüüsitehased on pankrotistunud ilma riigipoolse toetuseta ja oma töö lõpetanud. Hüdrolüüsitehastes saadava etanooli omahind ja kvaliteet oli halvem kui põllumajanduslikku tooret kasutavate piiritusvabrikutes.

Lignotselluloossest materjalist toodetavad vedelad biokütused liigitatakse teise põlvkonn biokütusteks, milledest levinumad on bioetanool (hüdrolüüspiiritus) ja biodiislikütus (nt Fisher-Tropschi tehnoloogia abil saadud bioõlide töötlemise saadus, nn BtL kütus).

Mets moodustab 80% maailma biomassist. Seetõttu moodustab ta küllaldaselt saadava, inimtoiduga mitte konkureeriva suhteliselt odava tooraine bioetanooli tootmiseks. Puit ja ka õled koosnevad ligniinist, tselluloosist ja hemitselluloosist (Tabel 8.1). Seetõttu nimetatakse teda ka lignotselluloosi biomassiks.

Tabel 8.1 Lignotselluloosse biomassi koostis

Biomassi liik	Tselluloos	Hemitselluloos	Ligniin	Tuhk
Lehtpuu	45±2	30±5	20±4	0.6±0,2
Lehtpuu koor	22 – 40	20 – 38	30 – 55	0.8±0,2
Okaspuu	42±2	27±2	28±3	0.5±0,1
Okaspuu koor	18 – 38	15 – 33	30 – 60	0.8±0,2
Nisu õled	37 – 41	27 – 32	13 – 15	11 – 14
Ajalehepaber	40 – 55	25 – 40	18 – 30	

Tselluloosi molekulid koosnevad pika ahelaga glükoosi molekulidest (6-süsinikuga suhkur), mis omavad tärklise molekulidest teistsugust struktuurset ehitust. Need struktuursed erinevused ja see, et tselluloos on ümbritsetud ligniinist kestaga teeb tema hüdrolüüsi raskemaks kui tärklist sisaldava materjali. Hemitselluloos koosneb paljudest monosuhkrutest ja on lagundamisele palju vastupidavam kui tselluloos.

[42] Ü. Kask. Bioetanooli kasutamise eeldused ja võimalused Eestis (energia- ja kütusemajandus). Aruanne. TTÜ. STI. Tallinn, 2013

8.2 Lignotselluloosse materjali biokeemiline muundamine vedelkütusteks (Ü. Kask, 2013[43])

Sisaldades keskmiselt 42% tselluloosi ja 21% hemitselluloosi on ühest grammist puidust teoreetiliselt võimalik saada 0,32 grammi etanooli.

2004. aastal hakkas Kanada valitsuse toel tselluloosist etanooli tootma Iogen Corporation. Teine ettevõte, kes on teinud suuri edusamme tselluloosist etanooli tootmisel on Hispaania kompanii Abengoa Bioenergy. Ta kasutab Kanada teise suure etanooli tootja Sun Opta Inc. tehnoloogiat. Lignotselluloosist bioetanooli tootmise tehased on Hiinas, Rootsis, Saksamaal. Kõik need on väikese võimsusega nn "piloot" tehased ja on rajatud tootmisprotsessi omandamiseks.

Lignotselluloosist bioetanooli tootmise optimaalse tehnoloogia väljatöötamiseks on erinevate maade valitsused grantide ja subsiidiumide näol eraldanud palju raha. Suurim panus on siin Ameerika Ühendriikidel. 28.02.2007. eraldas USA Energeetikaministeerium 385 miljonit dollarit 6 tehase rajamiseks. See katab 40% nende maksumusest. Praegu ületab tselluloosist etanooli tootmise tehase maksumus 2,5 – 4 korda investeeringud tehasesse, mille tooraineks on teravili.

2006. aasta juunis oli lignotselluloosist toodetud bioetanooli hind Ameerika Ühendriikides 0,59 dollarit liiter. Võrdluseks: see oleks bensiini hind, mida toodetakse naftast hinnaga 120 dollarit barrel (siin on arvesse võetud bioetanooli bensiinist madalam kütteväärtus). Ameerikas oli püstitatud eesmärk toota 2012. aastal lignotselluloosist bioetanooli hinnaga 0,28 dollarit liiter.

Viimasel ajal pööratud suurt tähelepanu tselluloosi sisaldava toorme töötlemise tehnoloogiatele, mis võimaldaks asendada fossiilset vedelkütust naftat ja naftasaadusi etanooli või teiste vedelkütustega. Tselluloossest toorainest etanooli tootmiseks on järgmised tehnoloogiad:

- Hüdrolüüsil põhinev tehnoloogia,
  - hüdrolüüs lahja väävelhappega,
  - hüdrolüüs kontsentreeritud väävelhappega,
  - ensümaatiline hüdrolüüs,
- Gaasistamisel põhinev tehnoloogia.

Saagised

Okaspuude puidust võib happelise hüdrolüüsi meetodiga saada 150 – 180 kg 100%-list etüülpiiritust 1 tonni absoluutselt kuiva puidu kohta. Allpool on orienteeruvad saagised 1 tonni absoluutselt kuiva puidu kohta piiritusepärmi segatootmise puhul, kg:

- Etüülpiiritus (absoluutalkohol) 175
- Metüülpiiritus 2,0
- Pärm (abs. kuiv) 29
- Furfurool (94%) 5,6
- Vedel süsihappegaas 70
- Puskariõli 0,3

[43] Ü. Kask. Bioetanooli kasutamise eeldused ja võimalused Eestis (energia- ja kütusemajandus). Aruanne. TTÜ. STI. Tallinn, 2013

- Ligniin (abs. kuiv) 380
- Sade (abs kuiv) 225
- Inverteri jääk 40

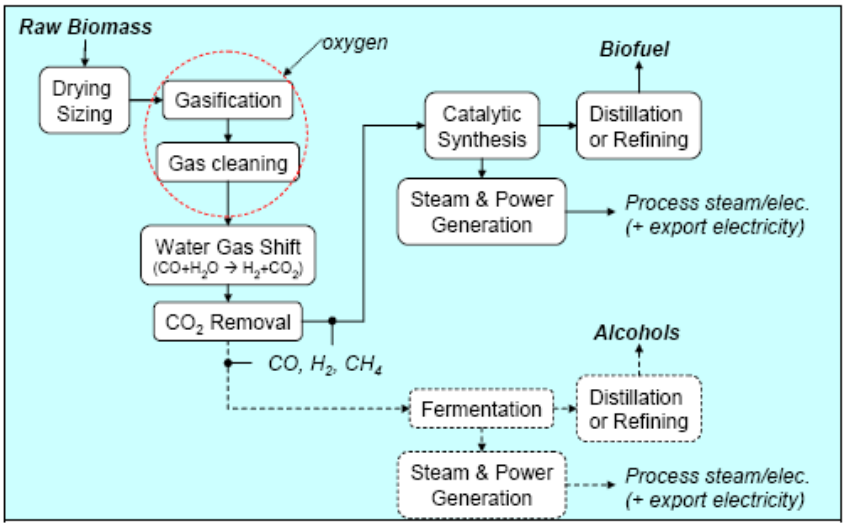
Piirituse saagis 100 kg heksoosidest on tavaliselt 55 - 62 l.

8.3 Lignotselluloosse materjali termokeemiline muundamine vedelkütusteks (Ü. Kask, 2013[44])

Teise põlvkonna biodiislikütust saab kas nt taimeõlide hüdrogeenimisega või termokeemiliste protsesside tulemusena ja toormena ei kasutata enam õlikultuure (vähemalt mitte nende seemneid või vilju), vaid saab kasutada ka lignotsellulooset matejali.

Termokeemiline biomassi muundamine hõlmab protsesse palju kõrgematel temperatuuridel ja üldiselt kõrgema rõhu juures kui biokeemilise muundamise süsteemid. Termokeemiliste protsesside puhul on lähtebiomassi valiku võimalus palju suurem ja erinevate omadustega biomassi kasutamine paindlikum. Termokeemilisel teel biokütuste tootmine algab biomassi gaasistamisest või pürolüüsist. Esimene neist on tavaliselt rohkem kapitalimahukas ning vajab suuremas mastaabis tootmist, et saavutada tasuvust, kuid lõpptoode on puhas, otse mootoris kasutuskõlblik kütus. Diskussioon keskendub gaasistamise põhisele töötlemisele, millega on võimalik toota erinevaid biokütuseid, s.h Fisher-Tropsch vedelikud (FTL) dimetüüleeter (DME) ja erinevad alkoholid.

Enamikes II põlvkonna biokütuste tehastes ei juhita kogu saadud süngaasi üle katalüsaatori ega muundata seda nt diislikütuseks, vaid osa gaasist läheb soojuse ja elektri koostootmiseks, mida läheb vaja tootmisprotsesside käitamiseks või saab müüa välistarbijatele. Teine võimalus, mille abil saab süngaasi muundada vedelkütuseks, on vähem arenenud kui katalüütiline muundamine, puudutab mikroorganismide kasutamist, need fermenteerivad süngaasi etanooliks või butanooliks (Joonis 8.1, katkendjooned).



Joonis 8.1 Biokütuste termokeemilise tootmise protsesside lühikirjeldus

[44] Ü. Kask. Bioetanooli kasutamise eeldused ja võimalused Eestis (energia- ja kütusemajandus). Aruanne. TTÜ. STI. Tallinn, 2013

Fischer-Tropsch vedelik (FTL) on segu peamiselt hargnemata ahelaga süsivesinikest (olefiinid ja parafiinid), mis meenutab pooleldi rafineeritud toornaftat. Segu võib kas vedada töötlemiseks tavalistesse nafta rafineerimistehastesse või puhastada see kohapeal "puhataks diislikütuseks," lennukikütuseks, bensiiniks või muudeks fraktsioonideks. FTL sünteesitakse katalüütiliselt reageerides CO ja H_2. Seega igast lähteaine, mida on võimalik muundada CO ja H_2 saab kasutada FTL tootmiseks.

Biokütuste tootmise keskmised kalkuleerinud tootmishinnad on esitatud (Tabel 8.2). On märgitud, et suuremahulise tootmise korral tuleb kaasprodukte kasutada kütusena, mis tõstab tootmishinda. Prognoositakse, et aastaks 2010 on käivitunud teise põlvkonna biokütuste suuremastaabiline tootmine ja alles aastateks 2020 – 2030 on ühtlustunud teraviljast ja lignotselluloosist bioetanooli tootmishinnad.

Tabel 8.2 Biokütuste tootmishinnad

Biokütus	**Tootmishind EUR/toe**
Rapsist toodetud biodiisel	716
Bioetanool nisust	649 – 724
Bioetanool suhkrupeedist	699 – 716
II põlvkonna biokütused	
Etanool lignotselluloosist (õled)	955
Sünteetiline diislikütus (energiavõsa)	1 147

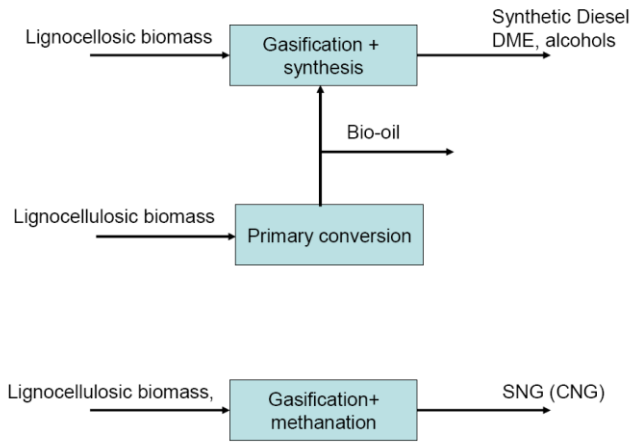
Puitpõhine diislikütus[45] (*wood diesel*) on tehnoloogiliselt uut tüüpi vedel biokütus, mis on välja töötatud Georgia Ülikoolis ja kus lähteainena kasutati hakkpuitu. Kasutatakse kas istandikes spetsiaalselt kasvatatavate puittaimede puitu või olemasolevate metsade majandamisel saadavat puitu. Tehnoloogilise töötluse käigus (termokeemiline muundamine rõhu all)) saadakse õli, mida lisatakse diislikütusele, kusjuures mootoreid ei ole vaja ümber ehitada. Muundamisprotsessi kõrvalproduktina tekkiv nn biosüsi suunatakse tagasi ringlusesse nt põldudele, kus see parandab oluliselt mullaviljakust. Kuna suur hulk süsinikku biosöe näol suunatakse tagasi loodusesse, siis on selle tehnoloogiaga saadud biodiislikütus mitte üksi süsiniku neutraalne, vaid süsiniku negatiivne. Atmosfäärist viiakse süsinik mulda ja deponeeritakse seal aastasadadeks, mis peaks töötama kasvuhoone efekti vähendavalt.

Diislikütust saab toota ka taimeõli ja loomsete rasvade hüdrokrakkimisega. Tehnoloogia on jõudnud tutvustamise etappi ning seda saaks kiiresti rakendada. See on paljulubav on paindlik tooraine suhtes, kuid nõuab koostööd nafta ümbertöötlemistehastega vältimaks vesiniku saamiseks spetsiaalse tootmisüksuse ehitamist ja säilitamaks kõrget kütuse kvaliteeti.

Laiast valikust biomassipõhisest toorainest saab toota sünteetilisi kütuseid gaasistamise protsessi abil, sealhulgas DME (dimetüüleeter), metanool, FT-diislikütus ja FT-bensiin. Eelkõige lignotselluloosse biomassi muundamine vedelateks mootorikütusteks tundub olevat väga atraktiivne, kuna keskpikas ja pikas perspektiivis vajatakse suures koguses biokütuseid. Kuigi on olemas piloottehaseid ei ole teise põlvkonna vedelad biokütused veel suutnud end kaubanduslikult tõestada (ei ole konkurentsivõimelised toetusskeemideta), kuid palju uurimis-arendustöid on käimas, eriti Euroopas. Väljatöötamisel olevatest muundamisprotsessidest

[45] http://en.wikipedia.org/wiki/Wood_diesel

lignotselluloossest biomassist vedelate biokütuste (valdavalt mootorikütuste) saamiseks antakse ülevaade joonisel (vt Joonis 8.2) [46].



Joonis 8.2 Lignotselluloose biomassi vedelateks biokütusteks muundamise tehnoloogiad

DME - dimetüüleeter

Lähtudes terviklikust (holistilisest) vaatepunktist on DME üks kõige lootustandvamaid teise põlvkonna biokütused. DME on gaas, mida saab veeldada üsna madalal rõhul. Seda on lihtne käsitseda ja protsess on sarnane vedelgaasi (LPG – liquefied petroleum gas) kasutamisega. DMEd kasutatakse tänapäeval deodorantide koosseisus. DMEd saab valmistada mistahes orgaanilisest allikast (süsi, maagaas jt), sh erinevatest biomassi liikidest. ELi vaatenurgast on Bio-DMEl potentsiaali asendada aastaks 2030 rohkem kui 50% tänapäeval kasutatavast diislikütusest raskes maanteetranspordis (Allikas: EUCAR/CONCAWE/JRC 2005[47], Euroopa Komisjon, Volvo Keskkonna faktid, Bio-DME).

DME olulisemaid eeliseid[48]:

- 95% vähem süsinikdioksiidi heitmeid kui fossiilsel diislikütusel, ei ole tahma osakeste (PM) heidet,
- Viis korda parem maakasutus kui näiteks rapsiõlist tehtaval biodiislikütusel,
- Kõrge energiatõhusus võrreldes teiste biokütustega.

Kuidas kasutada?

Tänu oma heale süttivusele ja kõrgele tsetaanarvule 60 (tavadiislikütusel 50) saab DMEd kasutada diiselmootorites tavalise diislikütuse aseainena. Võrreldes tavadiislikütusega on DMEl madalam viskoossus (piisav) ja halvemad määrivusomadused. Nagu LPGd bensiinimootoriga autodes, säilitatakse DMEd vedelas olekus suhteliselt madala rõhu all ~0,5 MPa. See aitab vähendada mootori juures tehtavaid muudatusi. Mõningane mootori modifitseerimine on siiski vajalik, eelkõige seoses kütusepumbaga ja survepaagi paigaldamisega, viimane on sarnane vedelgaasimahutiga (ballooniga). Kütusevoolik tuleks samuti asendada konkreetsetest elastomeeridest voolikuga. DME põleb diiselmootoris väga

[46] http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/draft_vision_report_en.pdf
[47] http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTW_Report_010307.pdf
[48] http://www.biofuelstp.eu/factsheets/dme-fact-sheet.pdf

puhtalt ilma tahmata. Saab kasutada LPG infrastruktuuri DME jaotamisel ja müügil. BioDME kasutamise eestvedaja Euroopas on Volvo Group[49] (Joonis 8.3, Joonis 8.4).

Joonis 8.3 Volvo DME kütusel veok kasutab tavalist D13 mootorit, mis peale mõningast täiendamist (kütuse paak ja pump) töötab biokütusega laitmatult

Joonis 8.4 BioDME tehas, esiplaanil veok toorainega

Neljapäeval 9. septembril 2010. aastal avati pidulikult maailma esimene BioDME tehas teise põlvkonna lignotselluloosse mootorikütuse tootmiseks. "See on suur samm edasi ülemaailmsel biokütuste turul," lausus Kyriakos Maniatis Euroopa Komisjonist. Tehas on rajatud, seda käitab Rootsi ettevõte Chemrec (Rootsis väljatöötatud tehnoloogia), mis asub

[49] http://www.chemrec.se/admin/UploadFile.aspx?path=/UserUploadFiles/Chemrec-Company-Presentation-2010.pdf

Smurfit Kappa tselluloosi- ja paberikombinaadi juures Piteå's, Rootsis. Tänasel päeval toodetakse paberitootmise kõrvalproduktist, mustast leelisest, gaasistamise teel 5 tonni BioDMEd päevas. Varem kasutati selles kombinaadis musta leelist auru tootmiseks, siis nüüd on see asendatud muu biokütusega. Potentsiaal on märkimisväärne. Rootsis saaks kuni pool kogu raskest maanteetranspordivahenditest sõita BioDMEga ja ülemaailmselt saaks saadaoleva musta leelisega toota üle 30 miljoni m^3 diislikütuse ekvivalenti aastas, mis oleks piisav kogus ühele miljonile raskeveokile[50].

BioDME tehnilised parameetrid ja võrdlus teiste kütustega on esitatud tabelites (Tabel 8.3, **Tõrge! Ei leia viiteallikat.**Tabel 8.4).

Tabel 8.3 DME füüsikalised omadused on sarnased LPGle LPG, kuid põlemistehnilised omadused on erinevad

Properties		DME	LPG
Vapor Pressure	*kPA*	530	520
Liquid Density	*kg/m³*	667	540
Heating Value	*MJ/kg*	28.8	46
Bottle Fill	*%*	85	80
Mass per Bottle Unit Vol.	*kg/m³*	567	432
Energy per Bottle Unit Vol.	*GJ/m³*	16.3	19.9

Tabel 8.4 DME ja diislikütuse omaduste võrdlus

Property	DME	Diesel
Density at 20 °C [kg/l]*	0.67	0.83
Lower heating value [MJ/kg]*	28.4	43.1
Cetane number*	60	50
Fuel equivalence*	0.59	1
GHG [gCO_2eq/MJ]**	Waste wood DME: 5 Farmed wood DME: 7	

*Source: FNR 2012. * Median values are used for simplification. Please refer to the standards for ranges. ** Directive 2009/28/EC, total for cultivation, processing, transport and distribution*

[50] http://www.chemrec.se/admin/UploadFile.aspx?path=/UserUploadFiles/Pressreleaser%202010/The-first-BioDME-plant-in-the-world-inaugurated_1.pdf

8.4 Perspektiivseid tehnoloogiaid puidu baasil toodetavate vedelkütuste (bioõlid, bioetanool) valmistamiseks

Bioõli ehk pürolüüsõli (vedel biokütus) on sünteetiline vedelkütus, mida käsitletakse nafta aseainena. See ekstraheeritakse biomassist vastavate tehnoloogiatega (Btl – biomass-to-liquid) või saadakse kuivatatud biomassi utmise teel reaktoris temperatuuril umbes 500°C koos saadud gaasi järgneva kiire jahutamisega (Tabel 8.5). Pürolüüsiõli (või bio-õli) on vedela tõrva sarnane ja tavaliselt on selle hapnikusisaldus liiga kõrge et olla süsivesinik. Iseenesest erineb see oluliselt sarnastest naftasaadustest. Pürolüüsiõlidele kehtib standard ASTM D7544-12 „Standard Specification for Pyrolysis Liquid Biofuel“.

Tahke biomassi veeldamise peamisi eesmärke on see, et saadava produkti energia tihedus suureneb ligi neli korda, võrreldes biomassi lähteainega (nt hakkpuit), mistõttu selle transportimise kulud vähenevad samuti oluliselt, võrreldes sarnase primaarenergia hulga transportimisega hakkpuidu näol. Teiseks ei ole vaja vedel- ja gaaskütusel katlaid üle viia tahke kütuse põletamisele või neid hoopis välja vahetada, kui soovitakse põletada tahket biomassi. Biomassist saadavaid vedelkütuseid saab kasutada olemasolevates vedelkütuse katlamajades, näiteks põlevkiviõli asendajana.

Bioõlid erinevad täielikult naftapõhistest vedelkütustest ja ka teistest vedelatest biokütustest, nagu biodiislikütus, nii füüsikaliste omaduste kui ka keemilise koostise poolest (Tabel 8.1)

Eelkõige torkab silma, et bioõli sisaldab palju vett, tarbimisaine alumine kütteväärtus võib olla kuni kolm korda madalam kerge kütteõli omast, see on väga happeline (madal PH väärtus, sisaldab kahte tugevat hapet, soolhapet (HCl) ja väävelhapet (H_2SO_4)) ja sisaldab palju hapnikku (Tabel 8.6 ja Tabel 8.7). Bioõlid põhjustavad mittelegeeritud teraste intensiivset korrosiooni. Paljud plastikud ja vask ei lagune ega korrodeeru bioõlide keskkonnas. Silikoontihendid ja Viton tihendid sobivad asendama tavalistes naftapõhiste kütuste süsteemides olevaid tihendeid.

Bioõlid on nii keemiliselt kui termiliselt vähem stabiilsed kui naftapõhised kütused. Paljud bioõlide omadused muutuvad ajas, mistõttu tuleb olla hoolikas nende käsitlemisel, transpordil ja hoiustamisel.

Kui bioõlide nn ebatavalisi omadusi on hoolikalt arvesse võetud, saab neid põletada ilma abipõletita või abikütuseta ka tööstuslikus mastaabis. Põletamise parendamiseks ei ole tingimata vajalik nende segamine alkoholiga (nt bioetanooliga). Soomes hiljuti tehtud katsed näitasid, et bioõliga oli tehniliselt võimalik asendada rasket kütteõli kaugkütte katlamajas. Tõepoolest, bioõli kasutuselevõtmine vajas olemasolevate seadmete modifitseerimist ja neid tuli ettevaatlikult ümber projekteerida. Näiteks, kõik kütusesüsteemi ja põleti osad, mida läbib bioõli, tuli teha happekindlast roostevabaterasest, samuti tuli üle kontrollida kõigi tihendite ja mõõteriistade sobivus ja need vajadusel asendada.

Bioõli põletamisel tekkiv suitsugaaside koostis (heitmete emissioon) on väga sõltuv põletatava õli tahkete ainete, lämmastiku ja vee sisaldusest. Tüüpiline heitmete koostis jääb kerge kütteõli ja puhtama raske kütteõli heitmete koostise vahele, kuid tahkete osakeste heide võib olla suurem. Õlis olevate tahkete ainete sisalduse tõttu vajab kütusesüsteem ka spetsiaalseid filtreid. Praktiliselt puudub SO_x heide ja NO_x heide sõltub peamiselt kütuse lämmastikusisaldusest. NO_x heite vähendamise eesmärgil võiks kasutada astmelist põletamist, nagu tehakse maagaasi, kerge ja raske kütteõli põletamisel, kus õhujaotus on astmeline.

Hiljutused bioõli põletamise katsed näitasid, et bioõli põletustehnoloogia rakendub edukalt ja tahkete heitmete emissiooni ei ole võimalik vähendada, kuna peamised osakesed on mittepõlevast ainest (liiv, mineraalid). Olemasolevad põletid on väga tundlikud bioõlide

kvaliteedi suhtes, mis võivad tekitada probleeme süütamisel, leegi hoidmisel ja stabiilse põlemisega.

Seega, et luua töökindlaid ja tõhusaid bioõlide põletamise süsteeme, tuleks bioõlide klassid standardiseerida vastavalt põletusseadmetele. ASTM standardid on juba olemas ja CEN standardid peaksid olema ellu rakendatud 2013, aasta lõpuks.

Seega, et luua töökindlaid ja tõhusaid bioõlide põletamise süsteeme, tuleks bioõlide klassid standardiseerida vastavalt põletusseadmetele. ASTM standardid on juba olemas ja CEN standardid peaksid olema ellu rakendatud 2013, aasta lõpuks.

Põhjalik kontrollisüsteem kombineerituna standarditega ja tehniliste nõuetega kogu ahela ulatuses alates toormest kuni lõpptoodangu valmimiseni peaks kindlustama et saavutatakse heitmete piirväärtused bioõlide põletamisel. Seni kahjuks veel väga vähesed põletite tootjad valmistavad kaubanduslikke mudeleid, mis sobivad bioõlisid põletama. Tuleb arendada nii põleteid kui kindlustada bioõlide kvaliteet, et neid saaks nõuetekohaselt põletada. Kõige suurem väljakutse nii ühtedele kui teistele on nii kulutõhusate seadmete kui ka kütuse tootmine.

Kokkuvõtteks tuleb öelda, et tavalised naftapõhiste kütuste põletamiseks projekteeritud seadmed ja süsteemid ei ole valmis koheselt bioõlide kasutamiseks, vaid need tuleb ümber projekteerida ja seadmestada ning kogu bioõlide tootmise ja tarneahel vajab loomist ja väljakujundamist. Bioõlide omadused sõltuvad omakorda valmistustehnoloogiast ja toormest.

Põletusseadmetes kasutamisel mängivad olulist osa bioõlide füüsikalised ja keemilised omadused nagu suur vee- ja hapnikusisaldus suur viskoossus ja pindpinevus, suur komponentide lenduvuse erinevus, koksisisaldus jm, mis mõjuvad halvasti pihustumise kvaliteedile, süttivusele, tilkade aurustumise ja põlemise määrale, põhjustavad ummistumisi koksistumist (šlakikrae teket põleti suudmes), katla küttpindade saastumist ja heitmete emissioone. Selle kõige arvestamine teeb põletite projekteerimise ja valmistamise bioõlide kasutamiseks keerukamaks ja kallimaks, võrreldes mineraalsete kütteõlide põletitega ja põletamisega. Bioõlide eeliseks tuleb lugeda seda, et see on praktiliselt väävlivaba ja ei arvestata põlemisel tekkivad CO_2 heidet ja selle eest ei tule tasuda.

Bioõlide tootmise tehnoloogiad on arengufaasis ja veel on vara nende kasutusele võtmiseks Eestis. Peale bioõlide puhastamist ja nt vesinikuga vääristamist oleks neid mõistlik kasutada pigem mootorikütustena (ka SEKides), milleks Eestis võib saada toetusi, kuid kasutamiseks ainult soojuse tootmiseks igasugused toetusskeemid puuduvad. Kuuldavasti on Soome firmal Fortum kavas rajada bioõlitehas Pärnu lähedale ja kaugem perspektiiv on neil samuti mootorikütuse tootmine. Täpsemad plaanid ja tehase parameetrid on veel teadmata.

Tabel 8.5 Tüüpilise bioõli ja võrdluseks raske ja kerge kütteõli omadused[51]

Analysis	Typical bio-oil	HFO 180 / 420	LFO Motor/heating summer quality
Water, wt%	20–30	~ 0	~ 0
Water and sediment, vol%		0.5 max	0.02 max
Solids, wt%	Below 0.5		
Ash, wt%	0.01–0.1[a]	0.08 max	0.01 max
Nitrogen, wt%	Below 0.4	0.4	0.02
Sulphur, wt%	Below 0.05	1.0 max	0.001 max
Stability	Unstable[b]		
Viscosity (40 °C), cSt	15–35[c]	180 / 420 max @50 °C	2.0–4.5
Density (15 °C), kg/dm^3	1.10–1.30[c]	0.99 / 0.995 max	0.845 max
Flash point, °C	40–110[d]	65 min	60 min
Pour point, °C	-9–36	15 max	-5 min
LHV, MJ/kg	13–18[c]	40.6 min	42.6
pH	2–3		
Distillability	Non-distillable	Distillable	Distillable

Tabel 8.6 Männipuust valmistatud bioõli keemiline koostis (C, H, N ja O kuivaine järgi)

Fast Pyrolysis Bio-Oil (Pine)		wet	dry	C	H	N	O
Whole oil		**23,9**	**0**	**53,3**	**6,5**	**0,08**	**40**
Water	wt-%	23,9	0				
Acids	**wt-%**	**4,3**	**5,6**	40,0	6,7	0	53,3
Formic acid	wt-%		1,5				
Acetic acid	wt-%		3,4				
Propionic acid	wt-%		0,2				
Glycolic acid	wt-%		0,6				
Alcohols	wt-%	**2,2**	**2,9**	37,5	12,5	0	50,0
Ethylene glycol	wt-%		0,3				
Methanol	wt-%		2,6				
Aldehydes, ketones, furans, pyrans	wt-%	**15,4**	**20,3**				
Nonaromatic Aldehydes	wt-%		9,72	40,0	6,7	0,0	53,3
Aromatic Aldehydes	wt-%		0,009				
Nonaromatic Ketones	wt-%		5,36	48,6	8,11	0,0	43,2
Furans	wt-%		3,37				
Pyrans	wt-%		1,10				
Sugars	wt-%	**34,4**	**45,3**	44,1	6,6	0,1	49,2
Anhydro-ß-D-arabino-furanose, 1,5-	wt-%		0,27				
Anhydro-ß-D-glucopyranose(Levoglucosan)	wt-%		4,01				
Dianhydro-α-D-glucopyranose, 1,4:3,6-	wt-%		0,17				
Hydroxy, sugar acids	wt-%						
LMM lignin	wt-%	**13,4**	**17,7**	68	6,7	0,1	25,2
Catechols	wt-%		0,06				
Lignin derived Phenols	wt-%		0,09				
Guaiacols (Methoxy phenols)	wt-%		3,82				
HMM lignin	wt-%	**1,95**	**2,6**	63,5	5,9	0,3	30,3
Extractives	wt-%	**4,35**	**5,7**	75,4	9,0	0,2	15,4
Fatty acids	wt-%						
Triglyserides	wt-%						
Resin acids	wt-%						

* Analysed at the vTI (Germany)
LMM = Dichloromethane soluble lower-molecular mass fraction of water-insolubles (WIS)
HMM = Dichloromethane insoluble higher-molecular mass fraction of WIS

[51] Jani Lehto et. al. Fuel oil quality and combustion of fast pyrolysis bio-oils. VTT, Espoo, 2013

Muid puitpõhiseid vedelaid biokütuseid (bioetanool, DME jt) kasutatakse pigem mootorikütustena asendamaks bensiini ja diislikütust, mitte niivõrd katla- ja SEKide kütusena, kus viimaste kasutamine oleks liiga kallis, sest tõstaks soojuse hinna tarbijate jaoks vastuvõetamatuks. Vedelate biokütuste kasutamist mootorikütusena näevad ette vastavad ELi dokumendid ja nende täitmiseks kasutavad riigid erinevaid toetusskeeme. Vedelate biokütuste kasutamist katlakütustena Eestis ei toetata ega hakata toetama, sest Eesti on vastavad nõuded taastuvate energiaallikate (s.h biokütuste) primaarenergia kasutuses juba täitnud ja ka karmistuvaid nõudeid on võimalik täita, suurendades nii tuuleenergia tootmist ja tahkete biokütuste baasil elektri ja soojuse tootmist.

Tabel 8.7 Bioõli omadusi ja võrdlus fossiilsete vedelkütustega[52]

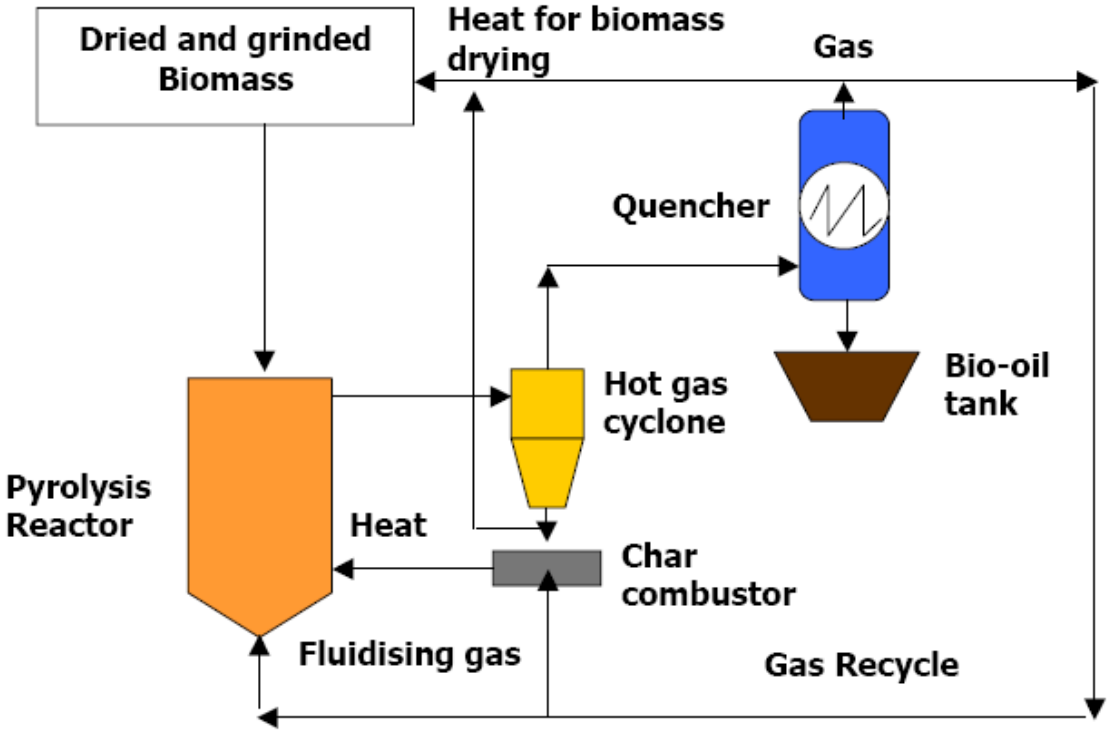
Property	Typical value
Moisture content	15-30%
pH	1.5-3
Specific gravity	1.2 kg/dm^3
HHV as produced	16-21 MJ/kg
Viscosity (at 40°C and 25% water)	40-100 cp

Source:Bridgwater 2000

Compared to conventional fuels:

Fuel property	Unit	Pyrolysis oil	Diesel oil	HFO
Density @ 15°C	kg/dm^3	1.22	0.85	0.96
Kinematic viscosity @ 50°C	cStoke	13	2.5	351
Lower heating value	MJ/kg	17.5	42.9	40.7
Ash	%wt	0.13	< 0.01	0.03
Water content	%wt	20.5	0.1	0.1
Elemental analysis				
Carbon	%	48.5	86.3	86.1
Hydrogen	%	6.4	12.8	11.8
Oxygen	%	42.5	0.9	0
Sulphur	%	0	0.15-0.30	2.1

[52] Silvia Vivarelli, Gianluca Tondi. Pyrolysis Oil: An Innovative Liquid Biofuel for Heating. The COMBIO Project. ETA Renewable Energies, Italy. 2004



Joonis 8.5 Pürolüüsiõli tootmine biomassist, kiirpürolüüsi protsessi skeem

8.5 Hinnatase ja muud tegurid, mille juures üleminek fossiilsetelt vedelkütustelt bioõlidele oleks majanduslikult mõistlik, võimalikud riiklikud toetusskeemid

Pürolüüsi teel puidust toodetud bioõli tootmishinna kohta on erinevates allikates erinevaid andmeid. Kiire pürolüüsi teel kütteõli tootmise tehnoloogia on viimastel aastatel kiiresti arenenud, mis on soodsalt mõjunud ka tootmiskulude tasemele. Kahjuks on siiski tegemist üksikute, peamiselt pilootprojektidega, mille majandusnäitajaid ei saa käsitleda tüüpilistena. Sellises olukorras, kus on ainult mõned tootjad ja puudub ka nõudlus tarbijate hulgas, ei ole pürolüüsiõlil maailmaturu hinda, vaid igal tootjal on oma tootmiskuludele vastav müügihind, mis on kujunenud vastavalt kasutatud toormele ja tehnoloogiale, millele mõnel juhul lisanduvad hinda alandava tegurina ka riiklikud ja/või rahvusvahelised toetused[53]. Enamikul juhtudel aga hinnainfot otseselt ei avalikustatagi. Mõnest erinevast toormest valmistatud vedelate biokütuste hind ja hinnavõrdlus fossiilsete vedelkütustega on esitatud allpool tabelis ja joonisel (Tabel 8.8, Joonis 8.6).

Eestile kõige sobivama võrdluse baasiks võiks võtta Soome. 2012. aastal hakkas Fortum Oy Joensuus ehitama elektri ja soojuse koostootmisjaamaga integreeritud bioõli tehast. Bioõli (Fortum Otso®) toodetakse kiire pürolüüsi meetodil Ida-Soomest saadavast puidust – peamiselt raiejäätmetest ja saepurust. Tehast peetakse esimeseks omalaadseks (bioõli tehas ühes kompleksis SEKga) tööstuslikus mastaabis bioõli tootvaks ettevõtteks. Aastaseks

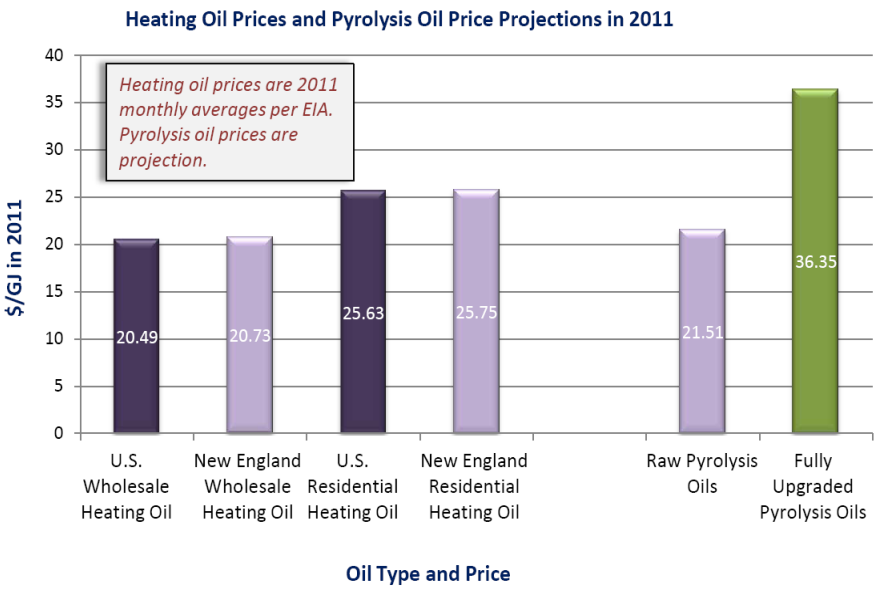
[53] Käesoleva aruande koostamiseks tutvuti mitmete uuringute materjalidega, millest ainult üksikud käsitlesid majanduslikku tasuvust ja infot hindade kohta, kuid tulenevalt ülalnimetatud teguritest ning sellest, et uuringud olid läbi viidud erinevatel ajaperioodidel, ei ole hinnad võrreldavad.

tootmismahuks on kavandatud umbes 50 tuh t bioõli. Oktoobris 2013. a kirjutati Fortumi ja Savon Voima Oy vahel alla esimene kommertsleping sellise õli tarnimiseks Iisalmi, kus seda hakatakse 2014. a algusest kasutama nii raske kui kerge kütteõli asendajana reserv- ehk nn tipujaamas. Infot bioõli hinna kohta pole avalikustatud. Põhiliseks argumendiks bioõli kasuks on väiksem keskkonnamõju – hinnanguliselt väheneb bioõli kasutamisel energiatootmiseks kasvuhoonegaaside heide ligi 90%, s.o võrreldes fossiilõlidega. Seejuures on bioõli tootmisel täidetud kõik säästlikkuskriteeriumid. KHG kaubanduse arvestuses on bioõli kasutamine CO_2 vaba. Keskkonnahoiu aspektist on oluline ka väiksem väävliheide. Oluliseks peetakse ka bioõli tootmise sotsiaalset ja regionaalpoliitilist mõju piirkonnale, kus toormaterjal ja õli toodetakse. Infot hinnataseme kohta ei ole kahjuks avalikustatud.

Tabel 8.8 Erinevast toormest vedelate biokütuste hinnad[54]

	From Wood	*From Corn Stover*	*Cellulosic Ethanol (TC) from Wood*	*Cellulosic Ethanol (BC) from Stover*	*DOE 2012 TC Target*	*DOE 2012 BC Target*
Cost $/gal Produced	2.01	1.80	1.64	2.17	1.01	1.21
Cost $/gal ETOH equivalent	1.27	1.13	1.64	2.17	1.01	1.21
Gallon of ETOH Equivalent/ton biomass	148	126	63.2	65.3	80.1	89.7
% Carbon recovery	~45	~45	26	25	32	34.5

** all cases 2005$, $35/ton biomass, 10% ROI, purchased H_2 for Pyrolysis + HCK case*



Joonis 8.6 Fossiilse kütteõli hinnad võrdluses bioõliga (pürolüüsiõli) USAs (2011)

[54] http://virtu-media.com/what_we_do/web/assets/UOP_EMEA_Conference/pdfs/Papers/Converting_Pyrolysis_Oil.pdf

Soome näite puhul tuleb arvestada selle kui pilootprojekti olulisust riigile. Bioõli tootmise uue tehnoloogia kontseptsiooni koostamine ja konkreetne väljatöötlus toimus suurfirmade Fortum, Metso ja UPM ning VTT ühistööna. Fortum investeeris bioõlitehasesse ligikaudu 30 mln € ja sai riigilt investeeringutoetust 8,1 mln €.

Bioõli kasutuselevõtul olemasolevas katlamajas või elektrijaamas tuleb arvestada, et on vaja teha muudatusi, mis nõuavad investeeringuid. Bioõli kasutava uue energiajaama investeeringukulusid on hinnatud 5 – 20% kõrgemateks sama võimsusega fossiilõli kasutava jaama kapitalikulutustest.

Bioõli tootmise tehnoloogiaid puidu kiire pürolüüsi meetodil arendavad maailmas mitmed firmad (nt BTG, Ensyn, Envergent, FZK/KIT, Metso, UPM, Fortum, GFN jt), kuid siiski on see arengusuund suhteliselt vähe levinud. Tehnoloogiate tööstuslik rakendamine on aga pilootseadmete tasemel. Nii on üle 200 kg/h küttebioõli tootvaid seadmeid ainult Hollandis, Kanadas, Malaisias, Saksamaal, Soomes ja USAs. Lähiaastad peaksid andma puidu kiire pürolüüsi tööstuslikul tasemel kasutamise kohta uut olulist infot nii tehniliste kui majanduslike aspektide osas.

Bioõli hinnaga seotud analüüsil tuleb soodusteguritena arvesse võtta maksustamise ja keskkonnatasudega seotud asjaolusid. Nimelt ei tule soojuse tootjatel tasuda keskkonnatasu komponenti CO_2 heite eest, kuna kokkuleppeliselt loetakse biomassikütuseid CO_2-neutraalseteks[55]. Loogiline oleks ka, et bioõli ei maksustataks aktsiisimaksuga, kuid võttes arvesse senist aktsiisipraktikat Eestis, ei saa sellega kindlalt arvestada. Kindlasti on aga bioõli korral keskkonnatasu SO_2 heite eest atmosfääri väiksem kui see on fossiilõlide kasutamise korral.

Üldiselt tuleb rõhutada, et puidu pürolüüsiõli kasutamine katlakütusena soojuse ja elektri tootmiseks on ainult üks ja seejuures kõige „algelisem“ variant. Bioõli on võimalik edasi töödelda transpordikütuseks, samuti võib bioõli olla väärtuslikuks tooraineks keemiatööstusele. Mida kõrgem on bioõli väärindamise aste, seda kasulikum on see majanduslikult, eriti kui silmas pidada eksportimise võimalust. Muidugi on ka „sügavama“ väärindamise eelduseks vastava kulutõhusa tehnoloogia olemasolu.

8.6 Põlevkiviõli kasutavate katelde puidu baasil toodetavatele vedelkütustele üleviimise maksumus 2013.a detsembri seisuga arvestades kõiki kulusid ja sotsiaalmajanduslikku mõju

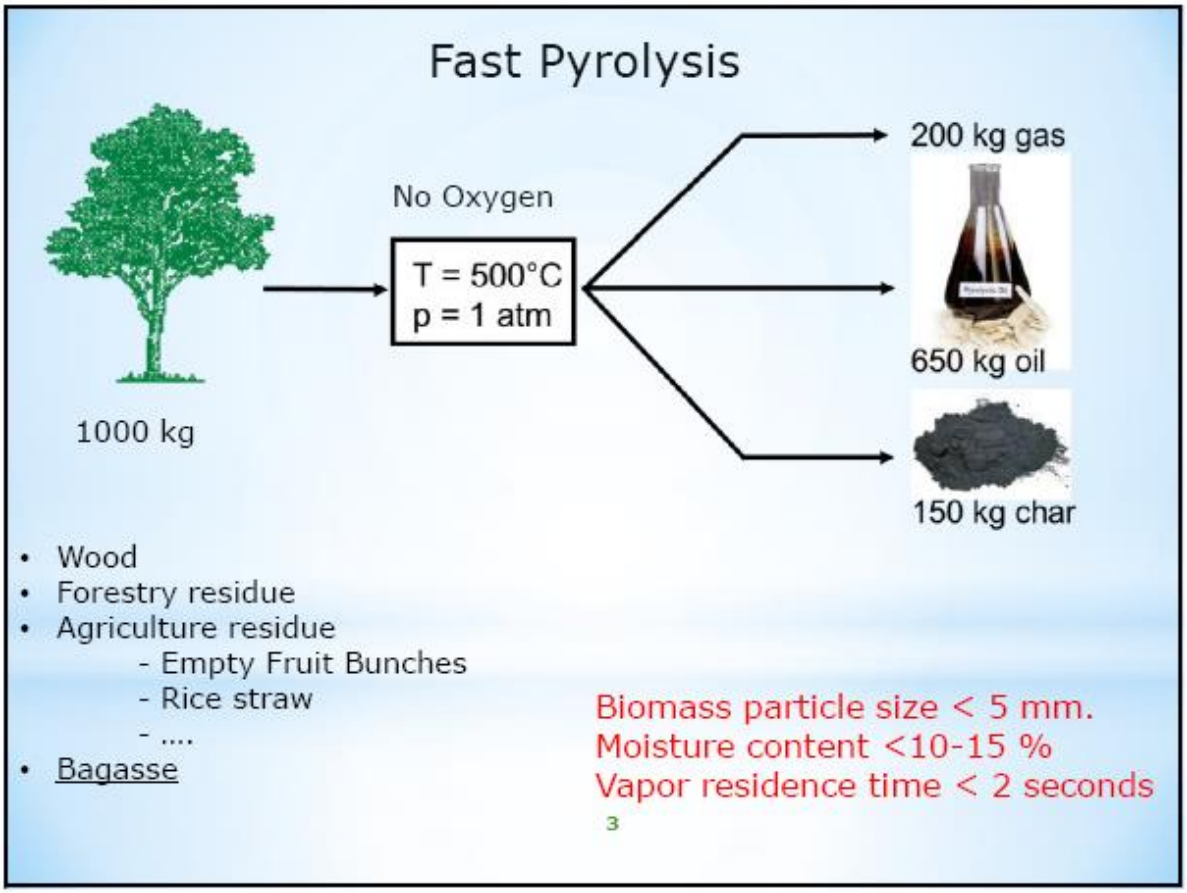
Vastavalt ptk 8.1 kirjeldatule, ei ole veel kaubanduslikke seadmeid bioõlide kasutamiseks asendamaks naftapõhistel kütustel ja põlevkiviõlil töötavaid põleteid ja kütusesüsteeme. Seetõttu ei saa ka hinnata põlevkiviõlilt bioõlidele ülemineku maksumust (vt ptk 8.5). Põlevkiviõli kasutamiseks sobivad pumbad ja tihendid võiksid põhimõtteliselt sobida ka bioõlidele, sest need mõlemad kütused on abrasiivsemad kui fossiilsed kütteõlid. Kuna nii bioõli kui ka põlevkiviõli oleksid kohalikud kütused, siis nende tootmine on Eesti majandusele kasulik ilmselt samaväärselt, kuigi bioõlide valmistamise ja põletamise keskkonnamõju oleks tunduvalt väiksem põlevkiviõli omast.

[55] Elektri tootjad Eestis CO_2 heite eest keskkonnatasu ei maksa

8.7 Puidu baasil toodetavate vedelkütuste terviklik väärtusahel ja logistikaskeem

Puidu baasil toodetavate vedelkütuste tootmisahela võib lihtsustatult jagada järgmisteks etappideks (vt ka Joonis 8.1):

- puit-tooraine hankimine metsast või puidutööstuste jääkidest;
- tooraine kuivatamine ja peenestamine (niiskus peaks töötlemisee järel jääma alla 10 – 15% ja osakeste suurus alla 5 mm, vt Joonis 8.7[56]);
- töödeldud tooraine hüdrolüüs CO_2 eemaldamine (vt Joonis 8.1);
- katalüütiline süntees, mille tulemusena saadakse segu peamiselt hargnemata ahelaga süsivesinikest (olefiinid ja parafiinid), mis meenutab pooleldi rafineeritud toornaftat. Vabanevat soojust peetakse otstarbekaks rakendada soojuse ja elektri koostootmiseks aurutsükli baasil ja soojus ning elekter teistele tarbijatele müüa;
- süsivesinike segust kütuse tootmine rafineerimistehases.



Joonis 8.7 Lignotselluloossest biomassist vedelkütuse saamise nn kiire pürolüüsi protsessi skeem

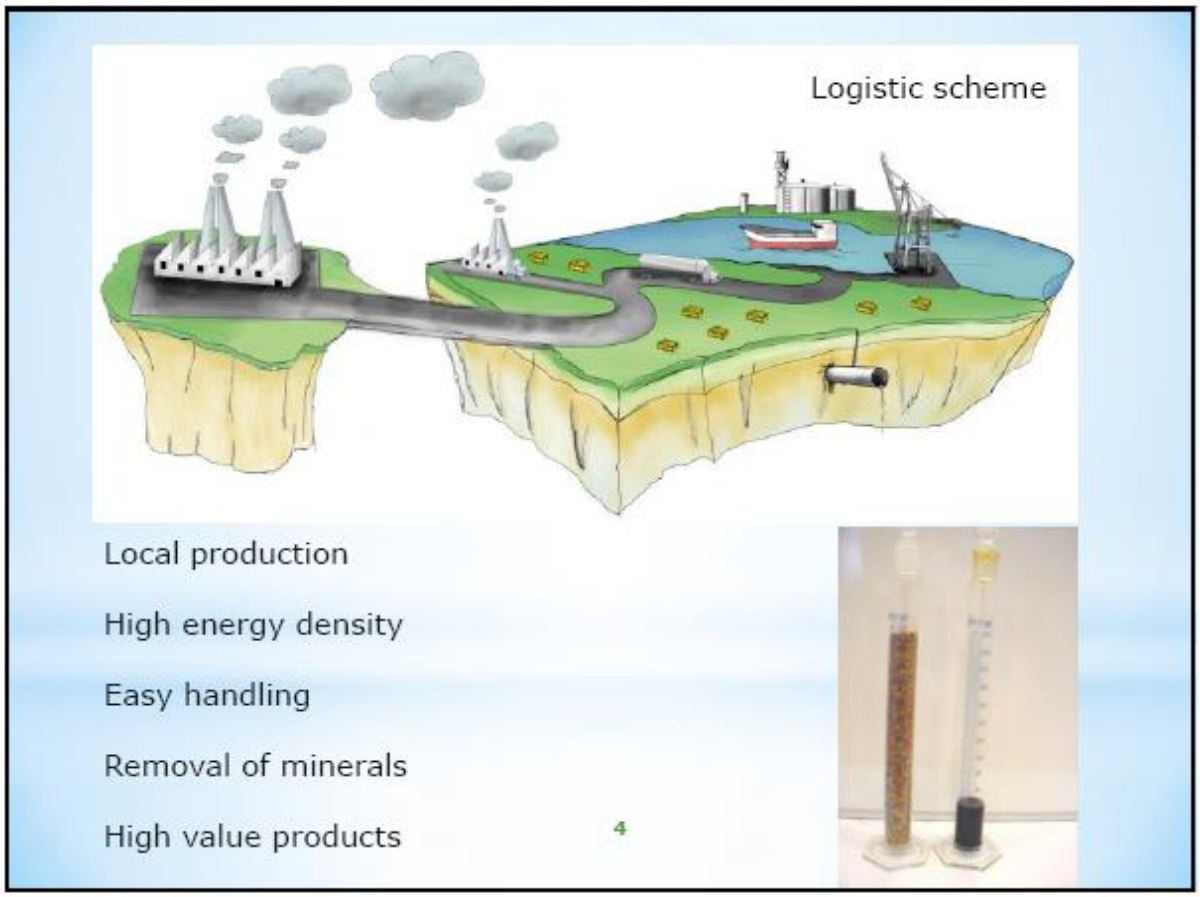
Esimene lignotselluloossest toorainest vedelkütust tootev pilootjaam tootlikkusega 5 t BioDME-d päevas käivitati septembris 2010 Rootsis (vt Joonis 8.4). Nagu tootmisahela kirjeldusest selgub, peab majanduslikult otstarbekas tootmisahel sisaldama selliseid tootmistsükleid, mille majanduslik tasuvus on seotud tootmisvõimsusega. On hästi teada, et

[56] http://www.ceurer2013.com.br/download/ROEL_WESTERHOF.pdf

väikesi rafineerimistehaseid pole majanduslikult otstarbekad. Nii näiteks on Eesti Energia ja VKG kavandanud põlevkiviõli rafineerimstehase ühist rajamist, sest suurem tehase võimsus tagab investeeringukulude kokkuhoiu. Ka aurutsükliga koostootmisjaamade majanduslik otstarbekus on seda suurem, mida kõrgemad on protsessi parameetrid ja ühikvõimsus. Samas eeldab koostootmisjaam nii soojuse kui elektri müügi võimalusi ning soojuse müük on võimalik mingi linna kaugküttevõrku.

Siiani on puidust toodetavate vedelkütuste hinnad kõrgemad kui põllumajandusproduktidest (rapsiõlist, nisust saadav bioetanool jt) saadud vedelkütused (vt Tabel 8.2), kuigi oodatakse hindade võrdsustumist aastatel 2020 – 2030. Teadolevalt on siiani tahkest biomassist vedelkütuste tootmise arendamisel silmas peetud transpordikütuste turgu ja vedelate katlakütuste tootmist pole siiani majanduslikult otstarbekaks peetud.

Siiani pole selge, millised konkreetsed nõuded lignotselluloossele toorainele esitatakse, st kas hüdrolüüsiprotsessi võib suunata raiejäätmetest (okkad sisaldavad näiteks kloori) peenestatud ja kuivatatud toorainet või on vajalik ühtlasema keemilise koostisega lignotselluloosne tooraine. Seega pole käesoleval ajal võimalik välja pakkuda konkreetset tooraine varumise logistilist skeemi.



Joonis 8.8 Vedelate biokütuste logistiline skeem

Lignotselluloossest toorainest saadud vedelkütuste logistiline skeem ühtib põhimõtteliselt naftakütuste rafineerimistehastest saadavate kütuste logistilise skeemiga (vt Joonis 8.8[57]), st

[57] http://www.ceurer2013.com.br/download/ROEL_WESTERHOF.pdf

bioõlisid saab ühest punktist teise toimetada sarnaselt muude vedelate kütustega kas autodega, rongidega, laevadega või mööda torustikke. Torutranspordi rajamine eeldab väga suuremahulist tootmist või tootmiskohast sadamasse (terminali) edastamist.

Lihtsustatud bioõli logistiline skeem esitatakse alloleval joonisel (vt Joonis 8.8). Sellelt on näha, et toodetavat bioõli transporditakse meritsi või torustike kaudu, kuid seda saab kasutada ka SEKi kütusena kohe tootmiskoha vahetus naabruses. Ladustamisel ja pikema vahemaa taha edastamisel võivad tekkida probleemid bioõli suurema viskoossusega, kihistumise ja stabiilsusega. Samuti peavad kõik selle õliga kokkupuutuvad seadmed ja taristu olema korrosioonikindlad (happeline, hapniku ja vee sisaldus) ja vastupidavad kulumisele (abrasiivsus). Vääristatud bioõlidega, muidugi olenevalt, millise astmeni on neid vääristatud, kõiki loetletud probleeme ei pruugi esineda või pole probleemid enam eriti olulised. Lühiajaline ladustamine ja vedu autotranspordiga lähipiirkondadesse on kindlasti odavamalt lahendatav. Bioõlide transpordikulusid hinnatakse 14% kõrgemaks traditsiooniliste vedelkütuste transpordikuludest, mis on omakorda kallimad tahkete kütuste transpordist 25%.[58]). I põlvkonna (ja mõnede II põlvkonna) vedelate biokütuste (bioetanool, biodiislikütus jt) transpordikulud on samuti bioõlide omast odavamad, sest ei nõua spetsiaalseid legeeritud metallidest mahuteid ja taristut ning laadimisaeg on väiksema viskoossuse tõttu lühem.

Kokkuvõtteks Soome riiklik uurimiskeskus (VTT) igatahes väidab, et nad on leidnud uuendusliku tehnoloogia kulutõhusa bioõli tootmiseks ja peale esimese Joensuusse rajatava tehase valmimist ja Iisalmi SEKi tipu ja reservvõimsuste üleviimist bioõlile selgub, kuivõrd on see tehnoloogia käesoleval ajal jätkusuutlik ja bioõli ja vastav seadmestik (ka taristu) tehnoloogiliselt küps kasutamiseks energiamajanduse igapäevaelus. Kindlasti aitab kasvatada bioõlide osakaalu energeetiliste kütuste kasutamisel biokütuste säästvuskriteeriumide karmistumine ja nende rakendamine. See on tänapäeval peamine argument (ja eelis I põlvkonna biokütuste ees) nende kasutuselevõtmiseks. Süsinikdioksiidi emissiooni on võimalik vähendada kuni 70-90%, kui asendada fossiilne katlakütus bioõliga. Vääveloksiidide heide väheneb samuti oluliselt. VTT hinnangul on nii Euroopas kui Põhja-Ameerikas umbes 200 SEKi, mille juures oleks tasuv hakata kombineeritult (integreeritult) tootma bioõlisid ning soojust ja elektrit. Selline innovaatiline lähenemine looks metsatööstuse ja logistikasektorites täiendavalt kuni 10 000 töökohta.

Vedelate biokütuste transpordiks võib kasutada nii autotransporti, raudteetransporti, tankereid kui torutransporti. Eri transporditingimusi tuleb rakendada ainult kõrge viskoossusega ja korrosiooniohtlike bio-õlidele, näiteks pürolüüsi õlid, mille transportimisel tuleb kasutada roostevabasid mahuteid, mis suurendavad transpordikulusid arvestuslikult umbes 14%[59].

8.8 Puidu baasil toodetavate vedelkütuste legaalne staatus ja kasutamiseks vajalikud load

Nagu iga uue kütuse turuletulek ja kasutuselevõtt nii eeldab ka puidu kiirel pürolüüsil toodetud bioõli tootmine ja kasutamine vastavate standardite olemasolu. Vastavate spetsifikatsioonide väljatöötamist alustati juba 1980ndatel USAs. 2002. aastal lülitati vastav teema ka Euroopa Standardimisorganisatsiooni (CEN) programmi (CEN/BT/WG 149). Kuna sellele järgneval perioodil konkreetseid plaane vastava õli tootmiseks ei olnud, siis pürolüüsiõli standardimist prioriteetseks ei peetud. Siiski anti töö lõppedes 2004. aastal edasi tehnilise komisjoni CEN/TC 19 pädevusse, kus pürolüüsiõliga seotud probleemid liigitati

[58] (http://www.intechopen.com/download/get/type/pdfs/id/42205

[59] Hamelinck, C. N., Suurs, R. A. A., &Faaij, A. P. C. (2005). International bioenergy transport costs and energy balance. Biomass and Bioenergy, 29, 114-134. doi:10.1016/ j.biombioe.2005.04.002

kaugema perspektiivi küsimusteks. Aastaks 2012 olukord muutus, sest nii ELs kui Põhja-Ameerikas alustati taas uuringuid, eriti metsatööstusega seotud ettevõtetes pürolüüsiõli tootmise ja kasutamise osas. Selleks ajaks oli USA-s juba kinnitatud katlakütusena kasutatava pürolüüsiõli kohta standard (ASTM D7544), mida 2012. a täiendati teise spetsifikatsiooniga. Nimetatud standard kahe spetsifikatsiooniga (grade G ja grade D) on seni ainsad puidu pürolüüsiõli standardid.

Euroopa Komisjon andis 27. juunil 2013. a välja mandaadi M525[60] kohustusega töötada välja standard biomassist toodetud pürolüüsiõli kohta, mida saaks kasutada energeetikas või edasiseks töötlemiseks. Mandaadi kohaselt tuleb pürolüüsiõli kohta välja töötada:

- kaks Euroopa standardit:
    - raske kütteõli asendamiseks kateldes;
    - kerge kütteõli asendamiseks kateldes
- kolm kvaliteedi spetsifikatsiooni:
    - kütteõli asendamiseks statsionaarsetes sisepõlemismootorites;
    - pürolüüsi õlile, mis sobiks gaasistamiseks, et toota sünteetilisi gaase ja sünteetilisi biokütuseid;
    - pürolüüsi õlile, mis sobiks töötlemiseks koos mineraalõlidega.

Kuna CEN pole veel mandaadiga antud ülesande täitmise ajakava esitanud, on raske hinnata standardite ja spetsifikatsioonide valmimise aega. Senine praktika on näidanud, et analoogsete dokumentide valmimine võtab aega mitu aastat. Taustinfo põhjal võib järeldada, et esimesed kolm kavandatud dokumenti on plaanis välja töötada „nii kiiresti kui võimalik“ ja viimased kaks siis, kui tekib vastav konkreetsem nõudmine.

Eeltoodu puudutab pürolüüsiõli tehniliste omaduste määratlemist. Lisaks tehnilistele aspektidele on oluline, et kui soovitakse saada pürolüüsiõli tootmisele ja/või kasutamisele keskkonnahoiust tulenevaid soodustusi, tuleb järgida veel mitmeid nõudeid. Nii tuleb arvestada, et bioenergia direktiiv 2009/28/EÜ esitab rea tingimusi nii tahkete kui vedelate biokütustega seoses. Nimelt sätestab direktiiv säästlikkuse kriteeriumid, mida tuleb arvestada direktiivis sätestatud riiklike eesmärkide kohta sätestatud nõuete järgimise hindamisel, s.h taastuvenergiaga seotud kohustuste täitmiseks arvesse võtmisel ja biokütuste tarbimise eest rahalise toetuse saamise tingimustele vastavuse hindamisel. Nimelt sõltumata sellest, kas tooraine on viljeletud ühenduse territooriumil või väljaspool seda, võetakse biokütustest ja vedelatest biokütustest toodetud energiat arvesse direktiivis seatud eesmärkide saavutamisel üksnes siis, kui need vastavad samas direktiivis sätestatud säästlikkuse kriteeriumidele. Direktiivis konkreetset käsitlemist leidvate kütuste hulgas pürolüüsi oli puudub. Üldise nõudena sätestab direktiiv, et arvesse võetav kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenemine peab olema vähemalt 35%. Alates 1. jaanuarist 2017 vähemalt 50% ja alates 1. jaanuarist 2018 vähemalt 60% nende tahkete biokütuste ja vedelate biokütuste osas, mis on toodetud käitistes, mis alustasid tootmist 1. jaanuaril 2017 või hiljem. Konkreetsemaid nõudeid pürolüüsiõli suhtes direktiiviga ei kehtestatud, kuna vastav tootmine ja ka selle alustamise kavad tollal puudusid.

Eestis on puidust toodetud pürolüüsiõli juriidiliselt korrektse määratlemisega raskusi. Tuleb nentida, et pürolüüsiõli osas meie seadustik praegusel ajal valmis ei ole. Nagu ülal mainitud, puuduvad ka EL tasandil vastavad tehnilised standardid, samuti ei ole puidu (biomassi) pürolüüsiõlil tariifi- ja statistikanomenklatuuri kohase kaupade nomenklatuuri (nn kombineeritud nomenklatuur (KN; *CN*)) koodi, millega saaks toote üheselt määratleda.

[60] *Mandate to CEN for standards on pyrolysis oils produced from biomass feedstocks to be used in various energy applications or intermediate products for subsequent processing.*

Õigusaktideks, millega tuleb sellise kütuse kui vedelkütuse tootmise, käitlemise ja kasutamise korral arvestada on majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr 16 (17. 03. 2010) „Nõuded vedelkütusele“ ja keskkonnaministri määrus nr 45 (21. 06. 2013) „Vedelkütuste kohta esitatavad keskkonnanõuded, biokütuste säästlikkuse kriteeriumid, vedelkütuste keskkonnanõuetele vastavuse seire ja aruandmise kord ning biokütuste ja vedelate biokütuste kasutamisest tuleneva kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenemise määramise metoodika“. Seejuures käsitleb majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr 16 mootorikütusena kasutatavaid vedelkütuseid, keskkonnaministri määrus nr 45 käsitleb aga kõiki vedelkütuseid. Määruse üks lisadest[61] (Lisa 5) sätestab ka vedela biokütuse kasutamisest tuleneva kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenemise määramise metoodika, kuid kuna see põhineb otseselt direktiivi 2009/28/EÜ sätetel, siis pürolüüsi õli ei mainita (vt direktiivi käsitlus ülalpool).

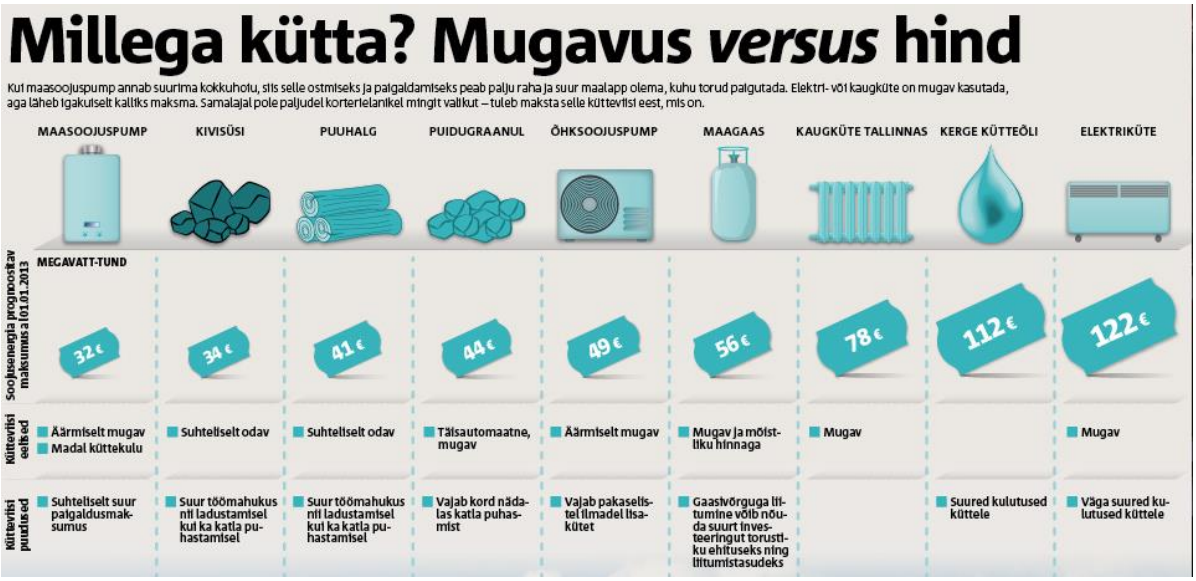
[61] Lisa 5 „biokütuse või vedela biokütuse kasutamisest tuleneva kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenemise määramise metoodika“

9 ERINEVATE KÜTTEVIISIDE OMAVAHELINE VÕRDLUS

9.1 Üheperemaja küttevariandid

Eesti tüüpiline üheperemaja on umbes 150 m^2 köetava pinnaga kas nn pooleteist- või kahekorruseline elamu. Sõltuvalt ehitusajast, omaniku või tellija väärtushinnangutest ja võimalustest ning ehituskvaliteedist võib hoone küttevajadus olla äärmiselt erinev. Järgnevate võrdlushinnangute juures eeldame, et hoone köetava pinna ühe ruutmeetri kütmiseks kulub 100 kWh soojust aastas ning soojusvajadus kütteks oleks sel juhul 15 000 kWh/a e 15 MWh/a. Kui selline maja paikneks Tallinna klimaatilises piirkonnas ja selle ruumide tasakaalutemperatuur oleks 17ºC, siis maksimaalseks küttekoormuseks arvestusliku külmima viispäevaku jooksul -22ºC oleks 5,77 kW[62]. Tuleb märkida, et enne Eesti taasiseseisvumist ehitatud majadel võib energiatarve olla umbes poolteist (või isegi enam) korda suurem, kuid süstemaatilisi uuringuid väikemajade energiatarbe ja säästumeetmete kohta kahjuks pole tehtud.

Erinevalt korterelamutest on üheperemaja küttevajaduse ning tegelike küttekulude hindamine sageli üsna keeruline, sest tüüpiliselt kasutatakse mitut erinevat soojusallikat (ahi, kamin, õhksoojuspump, elektriradiaatorid, jne), küttepuude kulu täpselt ei mõõdeta ja kogu elektritarbest pole võimalik kütteotstarbelist komponenti eraldada. Lisaks sellele pole varemehitatud üheperemaja küttesüsteemi ja soojusallikate algmaksumust praegustes hindades võimalik korrektselt hinnata ning sageli hinnatakse investeeringute taset ainult kvalitatiivselt (vt nt Joonis 9.1).



Joonis 9.1 Väljavõte EP online väljaandest 05.10.2012

Eelneval joonisel (vt nt Joonis 9.1) toodud hinnangus ongi välja toodud ainult muutuvkulud (kütusele ja ostetavale soojusele või elektrile tehtavad kulud).

[62] Üheperemaja küttevajaduse hulka kuulub nii soojusvajadus kütteks kui ventilatsiooniks, st soojusvajadus vajaliku siseõhu temperatuuri hoidmiseks. Sooja tarbevee valmistamiseks vajalikku energiat ja koormust siinkohal arvestatud ei ole, sest mitmete soojusallikate (õhk-õhk soojuspump, ahikütte, jne) korral tuleb sooja tarbevett valmistada muul viisil (tavaliselt elektriboileriga)

Vastavalt uuele VV Energiatõhususe miinimumnõuete määrusele[63] peavad uute ehitatavate elamute, sh ka väikeelamute, piirded vastama järgmistele miinimumnõuetele:

- välisseinte U-arv mitte üle 0,12 – 0,22 W/(m^2 K);
- katuste ja põranda U-arv mitte üle 0,1 – 0,15 W/(m^2 K);
- akende ja uste U-arv mitte üle 0,6 – 1,1 W/(m^2 K).

Uute väikeelamute energiatõhususarv peab olema mitte üle 160 kWh/(m^2 a), madalenergia tasemega väikemajas aga mitte üle 120 kWh/(m^2 a). Tuleb rõhutada, et energiatõhususarvu määramisel kasutatakse eri energialiikidele nn kaalumistegureid ja energiatõhususarv võtab arvesse mistahes energiakasutuse hoones, sh sooja tarbevee valmistamise kulu ja elektrikulu kaalumisteguriga 2. Rangetele uutele nõuetele vastavad ainult üksikud varemehitatud väikemajad ja ainuüksi piirete soojapidamise tõstmisega neid nõudeid täita pole võimalik.

Kuna mõningate kütteviiside korral tuleb sooja tarbevee valmistamiseks kasutada teisi energiaallikaid (enamasti elektrit), siis järgnevas arvutuses sooja tarbevee valmistamiseks vajalikku energiakulu ei arvestata, küll aga on enamiku väikeelamute soojuskoormused võrreldes soojusallikate võimsusega sedavõrd madalamad, et sooja tarbevee valmistamiseks võimsust piisaks. Sooja tarbevee valmistamise energiatarvet ei arvestata ka 18-korteriga elamu kütteviiside võrdlemisel.

Kui üheperemaja aastane soojustarve kütteks on kokku 15 MWh ja maksimaalne koormus -22°C välisteperatuuri juures 5,77 kW, siis mistahes tahkekütusekatelde korral tuleb küttesüsteemis tingimata kasutada akumulatsioonipaaki, sest tahkekütusekatelde tüüpiline minimaalne võimsus on reeglina üle 15 kW ja nende seadmete töötamine madalatel koormustel ei ole kasuteguri languse tõttu soovitav.

Võrdluses käsitleme järgmisi kütteviise:

- elekterküte;
- horisontaalse pinnasekontuuriga soojuspump (vesipõrandaküte);
- õhk-vesi soojuspump (vesipõrandaküte);
- õhk-õhk soojuspump (arvestatakse osalist täiendavat elekterkütet);
- tahkekütusekatla baasil vesikeskküte halupuudega;
- pelletiküttekatla baasil vesikeskküte (katlana võib kasutada ka teiste kütuste põletamiseks ettenähtud katlaid, kui need varustada pelletipõletiga);
- kerge kütteõli katla baasil vesikeskküte ja
- maagaasi baasil vesipõrandaküte (tänu madalale küttesüsteemist tagastuva vee temperatuurile on võimalik kasutada gaasi ülemist kütteväärtust, st rakendada suitsugaasides sisalduva veeauru kondensatsioonienergiat).

Järgnevas tabelis (vt Tabel 9.1) on investeeringute hulka arvestatud kütteseadme, sõltuvalt kütteseadmest selle juurde kuuluvate muude osade (nt akumulatsioonipaak või vedelkütuse mahuti) ja juhtimisautomaatika maksumused koos paigalduskuludega. Arvestatud ei ole hoone küttesüsteemi rajamise (vesiradiaatorkütte või vesipõrandakütte seadmestik) ja katlaruumide tuleohutusnõuetega vastavusse viimiseks vajalikke kulusid. Eraldi ei ole arvesse võetud elektriühenduse liitumistasu, sest enamikel juhtudest paigaldatakse väikemajadesse kütteviisit sõltumatult piisava võimsusega peakaitsmed ning sel juhul pole täiendavat ühendustasu vajalik arvestada. Investeeringukulud ona jaotatud 10 aasta peale diskonteerimisteguriga 6%, kuigi seadmete reaalne tööiga on kindlasti pikem.

[63] VV määrus Energiatõhususe miinimumnõuded, kehtiv alates 09.01.2013

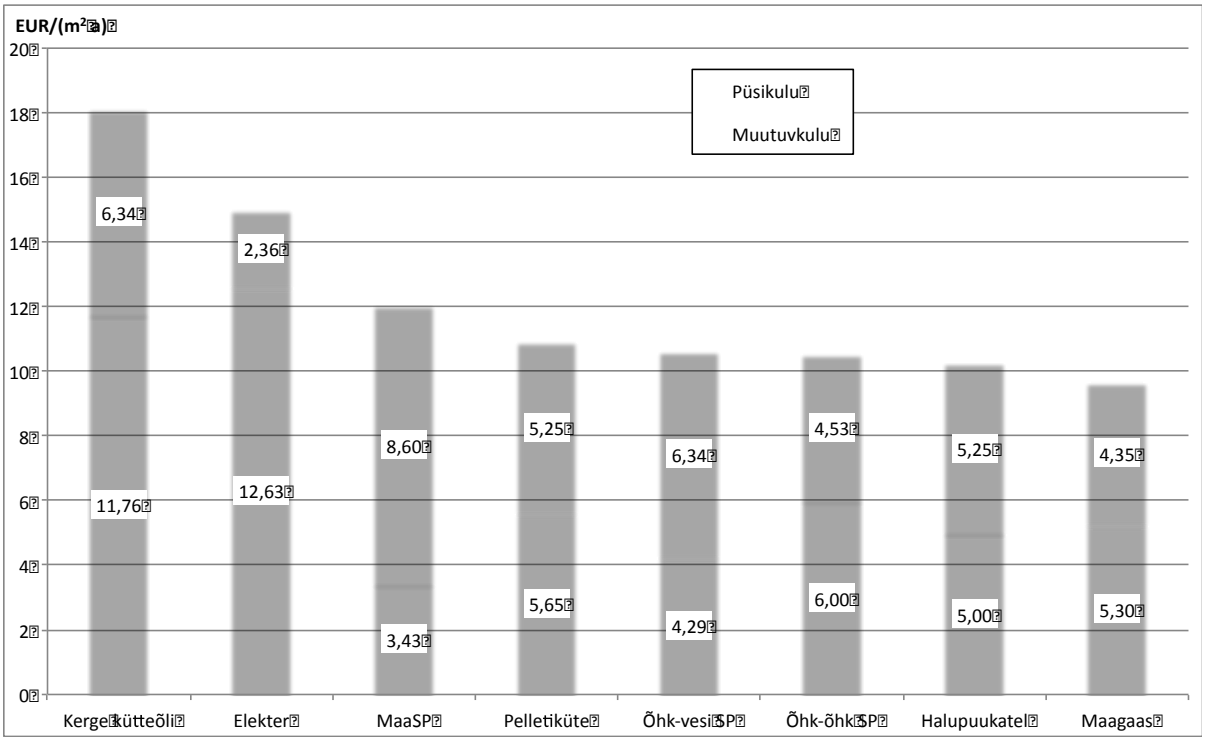
Üheperemajas tööjõukulu ja hoolduskulu arvestatud ei ole, sest põhiosa hooldusest tehakse elanike poolt.

Tabel 9.1 Väikemaja alternatiivsete kütteviiside arvutustabel

Näitaja	Ühik	Kerge kütteõli	Elekter küte	Maa SP	Pelleti-küte	Õhkvesi SP	Õhk-õhk SP	Halu-puu katel	Maa-gaas
Investeering	**EUR**	**7 000**	**2 600**	**9 500**	**5 800**	**7 000**	**5 000**	**5 800**	**4 800**
Energiaallika / kütuse maksumus	**EUR/ MWh**	**100**	**120**	**120**	**48**	**120**	**120**	**40**	**53**
Soojustegur/ Kasutegur	**-**	**0,85**	**0,95**	**3,5**	**0,85**	**2,8**	**2,0**	**0,80**	**1,00***
Kütuse või energiavajadus energia-sisalduse järgi	**MWh/a**	**17,65**	**15,79**	**4,29**	**17,65**	**5,357**	**7,50**	**18,75**	**15,00**
Rahaline muutuvkulu hoone kütmiseks	**EUR/a**	**1 764,70**	**1 894,68**	**514,32**	**847,06**	**642,84**	**900,00**	**750,00**	**795,00**
Arvestuslik püsikulu aastas	**EUR/a**	**951,08**	**353,26**	**1 290,75**	**788,03**	**951,08**	**679,34**	**788,03**	**652,17**
Ühe ruutmeetri muutuvkulu	**EUR/ (m2a)**	**11,76**	**12,63**	**3,43**	**5,65**	**4,29**	**6,00**	**5,00**	**5,30**
Ühe ruutmeetri arvestuslik püsikulu	**EUR/ (m^2a)**	**6,34**	**2,36**	**8,60**	**5,25**	**6,34**	**4,53**	**5,25**	**4,35**
Ühe ruutmeetri arvestuslik kogukulu	**EUR/ (m^2a)**	**18,11**	**14,99**	**12,03**	**10,90**	**10,63**	**10,53**	**10,25**	**9,65**

* ülemise küttevääртuse kasutamisel, kusjuures kasutegur on arvutatud alumise küttevääртuse järgi

Järgneval joonisel (vt Joonis 9.2) võrreldakse väikemaja muutuv- e kütuse- ja püsikulusid erinevate kütuste ja kütteviiside korral. Teravalt torkab silma asjaolu, et väikemaja küttekuludes on püsikulude (investeeringutega seotud kulude) osatähtsus väga suur. Muutuvkulude osas on kalleim elekterküte, järgnevad kerge kütteõli ja teised energiaallikad juba mõnevõrra madalamal tasemel. Summaarsete kulude poolest on kalleimad kerge kütteõliga ja elektriga köetavad hooned.



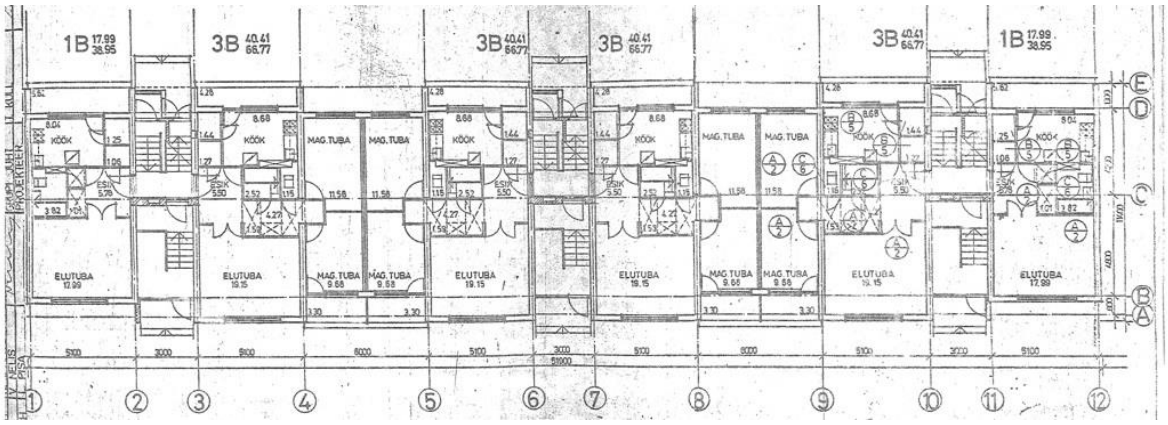
Joonis 9.2 Väikemaja kütmise püsi- ja muutuvkulude võrdlus

9.2 18 korteriga elamu küttekulu

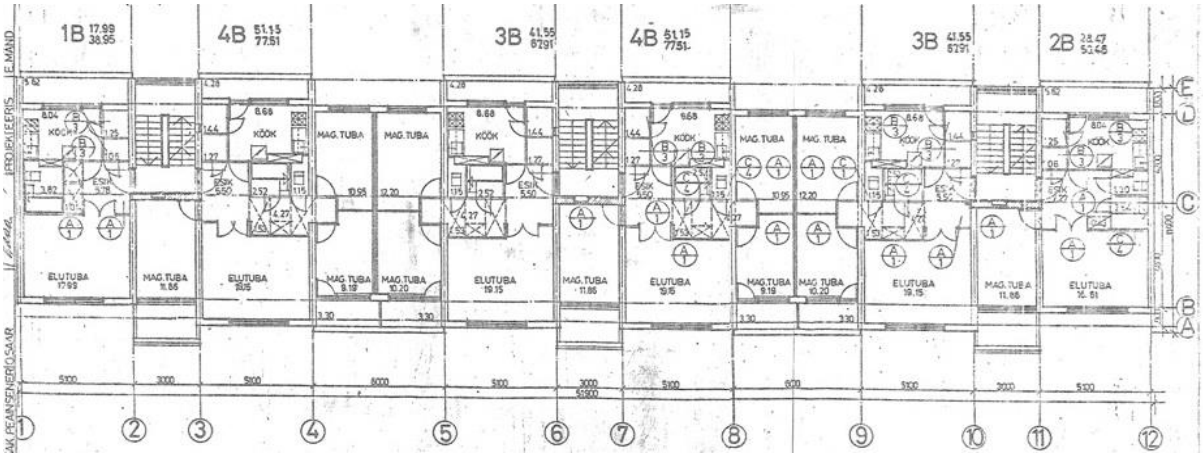
9.2.1 Hoone andmed

Arvutuste aluseks on võetud üks konkreetne EKE Projekti tüüpprojekti 113-EKE11-4 (vt ka Joonis 9.3 – Joonis 9.5) järgi ehitatud korterelamu, mis on renoveeritud. Hoone küttevajadust mõjutavad olulisemad tehnilised näitajad on järgmised:

- Välisseinad – täiendavalt soojustatud 100mm soojusisolatsioonikihiga (U=0,28 W/(m^{2}K))
- Katus – täiendavalt soojustatud 130mm soojusisolatsioonikihiga (U=0,24 W/(m^{2}K))
- Aknad, rõduuksed – kahekordse klaaspaketiga (U=1,7 W/(m^{2}K))
- Välisuksed – soojustusega metalluksed (U=1,25 W/(m^{2}K))
- Küttesüsteem – termostaatventiilidega kahetorusüsteem
- Ventilatsioon – värskeõhuavadega, loomuliku ja mehaanilise väljatõmbega (erinevates korterites erinevalt)



Joonis 9.3 I korruse plaan



Joonis 9.4 I korruse plaan

Joonis 9.5 I korruse plaan

Eelpool kirjeldatud hoone kütmiseks vajalik soojuse kogus normaalaastale taandatuna on 124 MWh/a, mis teeb soojuse eritarbimiseks elamispinna (1 145,5 m^2) kohta 108 kWh/(m^2a). Hinnanguline maksimaalne soojuskoormus 60 kW.

Alternatiivide võrdlusest on välja jäetud hakkpuit. Eestis ei ole kuiva hakkpuitu võimalik majanduslikult põhjendatud hinnaga hankida. Märja hakkpuidu korral on majanduslikult otstarbekas hakkpuidukatlamaja rajada alates 1 MW võimsusest. Lisaks on problemaatiline hakkpuidu transport ja ladustamine.

Iga soojusvarustuse alternatiivi korral tuleb reaalses situatsioonis iga tarbija korral hinnata eraldi lähtuvalt asukohast energiaallikate kättesaadavust ja maksumust. Käesolevas töös toodud arvutused on lihtsustatud.

9.2.2 Maasoojuspump

Maasoojuspumba korral sisaldab investeeringumaksumus maakollektori paigaldust. 100% küttesoojusest on võimalik katta maasoojuspumbaga. Maasoojuspumba korral on vajalik piisava suurusega vaba maaolemasolu maakollektori paigaldamiseks (ca 3000 m^2 vaadeldava näite korral).

9.2.3 Õhk-vesi soojuspump

Õhk-vesi soojuspumba korral on otstarbekas süsteem dimensioonida selliselt, et 85% aastasest küttevajadusest kaetakse soojuspumbaga ja 15% lisakütteallikaga (nt elekter).

9.2.4 Halupuit

Halupuidukatlamaja korral arvestab investeeringu maksumus ka korstna paigaldust. Halupuidukatlamaja miinuseks võrreldes teiste vaadeldud alternatiividega on tööjõu vajadus. Kütte hind sõltub sellest, milline on katlakütja töötasu. Töös on võetud kütteperioodi (9 kuud) jooksul igakuiseks hooldus- ja palgakuluks 600 eurot.

9.2.5 Pellet

Pelletikatlamaja korral arvestab investeeringu maksumus nii pelletihoidla kui ka korstna paigaldust. Pelletikatlamaja on üldiselt hooldusvaba, va pelletipunkrite täitmine ja aeg-ajalt tuha eemaldamine. Pelletite tuhasisaldus on kordade väiksem võrreldes halupuiduga ja samas kütteväärtus on kordades suurem. Töös on võetud kütteperioodi (9 kuud) jooksul igakuiseks hooldus- ja palgakuluks 100 eurot. Pelletikatlamaja automatiseeritus on võrreldav kerge kütteõli katlamajaga.

9.2.6 Kerge kütteõli

Kerge kütteõli katlamaja korral arvestab investeeringu maksumus nii kütusemahutite kui ka korstna paigaldust. Kerge kütteõli katlamaja on üldiselt hooldusvaba, va kütusemahutite täitmine.

9.2.7 Maagaas

Maagaasi korral vaadeldakse kondensatsioonkatlaid. Investeeringumaksumus sisaldab ka korstna ehitamist. Maagaasikatlamaja on igapäevaselt sisuliselt hooldusvaba. Maagaasikatlamaja miinuseks on esialgne investeeringukulu maagaasivõrguga liitumiseks. Viimane võib osutuda määravaks kütte maksumuse osas. Antud töös on arvestatud ühele korteriühistule (ühistus on 6 maja) tehtud hinnapakkumust maagaasivõrguga liitumiseks. Töös on võetud liitumismaksumuseks ühe maja kohta tulev liitumistasu 5 000 eurot, mida võib lugeda pigem tagasihoidlikuks.

9.2.8 Elekter

Elekterkütte korral paigaldatakse elektrikatlad. Eelduseks on elektrivõrguga liitumise olemasolu.

9.2.9 Kokkuvõte

Küttekulude arvutus baseerub aastasel energiavajadusel, elamispinna suurusel ja investeeringu elueal, vt ka Tabel 9.2.

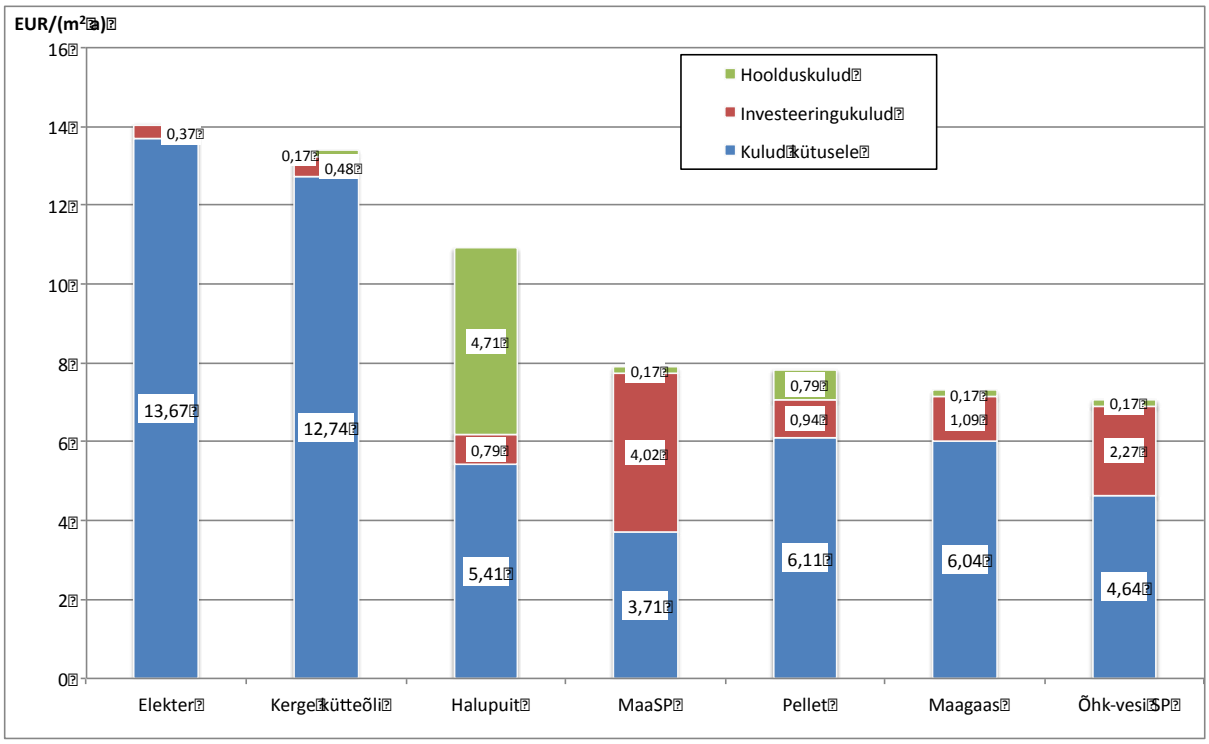
Tabel 9.2 Üldised lähteanded küttekulude arvutamiseks

Näitaja	Väärtus	Ühik
Hoone küttesoojuse vajadus	124	MWh/a
Elamispind	1145,5	m^2
Investeeringu eluiga	10	a

Erinevate alternatiivide hinnangulised investeeringumaksumused, aastased kulud ja ühe ruutmeetri kohta aastane rahaline küttekulu on toodud Tabel 9.3-s ja Joonis 9.6-l.

Tabel 9.3 Erinevate alternatiivide küttekulude arvutustabel

Näitaja	Ühik	Elekter	Kerge kütteõli	Halu-puit	MaaSP	Pellet	Maa-gaas	Õhk-vesi SP
Investeering	EUR	4 200	5 500	9 000	46 000	10 800	12 500	26 000
Energiaallika maksumus	EUR/MWh	120	100	40	120	48	53	120
Soojustegur/Kasutegur	-	0,95	0,85	0,80	3,50	0,85	0,95	2,80
Energiavajadus	MWh/a	131	146	155	35	146	131	56
Tööjõukulu/hooldus	EUR/a	0	200	5 400	200	900	200	200
Rahaline kulu hoone kütmiseks	EUR/a	16 083	15 338	12 094	9 051	8 982	8 368	8 114
Muutuvkulud ruutmeetri kohta	EUR/(m2a)	13,67	12,74	5,41	3,71	6,11	6,04	4,64
Investeeringukulud ruutmeetri kohta	EUR/(m2a)	0,37	0,48	0,79	4,02	0,94	1,09	2,27
Hoolduskulud ruutmeetri kohta	EUR/(m2a)	0,00	0,17	4,71	0,17	0,79	0,17	0,17
Elamispinna ruutmeetri kütmise maksumus	EUR/(m2a)	14,04	13,39	10,91	7,90	7,84	7,31	7,08



Joonis 9.6 Küttekulude võrdlus

Elekter ja kerge kütteõli on kõige kallimad kütteviisid. Nendele järgnev halupuit, mille korral mõjutab tulemust kortermaja korral kütjale makstav töötasu. Maasoojuspump, pelletküte, maagaasküte ja õhk-vesi soojuspump järgnevad üksteisele suhteliselt väikeste vahedega. Maagaasi korral on oluline võrguga liitumistasu suurus, mis võib investeeringumaksumust oluliselt mõjutada. Suhteliselt võrdsete alternatiivide korral on reaalse objekti korral soovitav teha igal konkreetsel juhul eraldi analüüs hindamaks potentsiaalseid küttekulusid lähtuvalt objekti asukohast ja energiakandjate kättesaadavusest. Energiakandjate kättesaadavus võib oluliselt mõjutada energiakandja maksumust, nt kohaletoimetamise transpordikulu.

10 HAKKPUIDUKATLAMAJA NÄIDISARVUTUS

Hakkpuidukatlamaja rajamisele peab eelnema põhjalik koormuste analüüs. Reeglina küttekoormused aja jooksul langevad, sest köetavates hoonetes rakendatakse järk-järgult säästumeetmeid. Kuna hakkpuidukatlamaja rajamine nõuab suuri investeeringuid, siis reeglina on otstarbekas lisaks baaskoormust katvale hakkpuidukatlale kaugküttesüsteemis rakendada tipukoormuse katmist kas olemasoleva või uue gaas- või vedelkütusekatlaga.

Käesolevas peatükis esitame näidisarvutuse kahes osas.

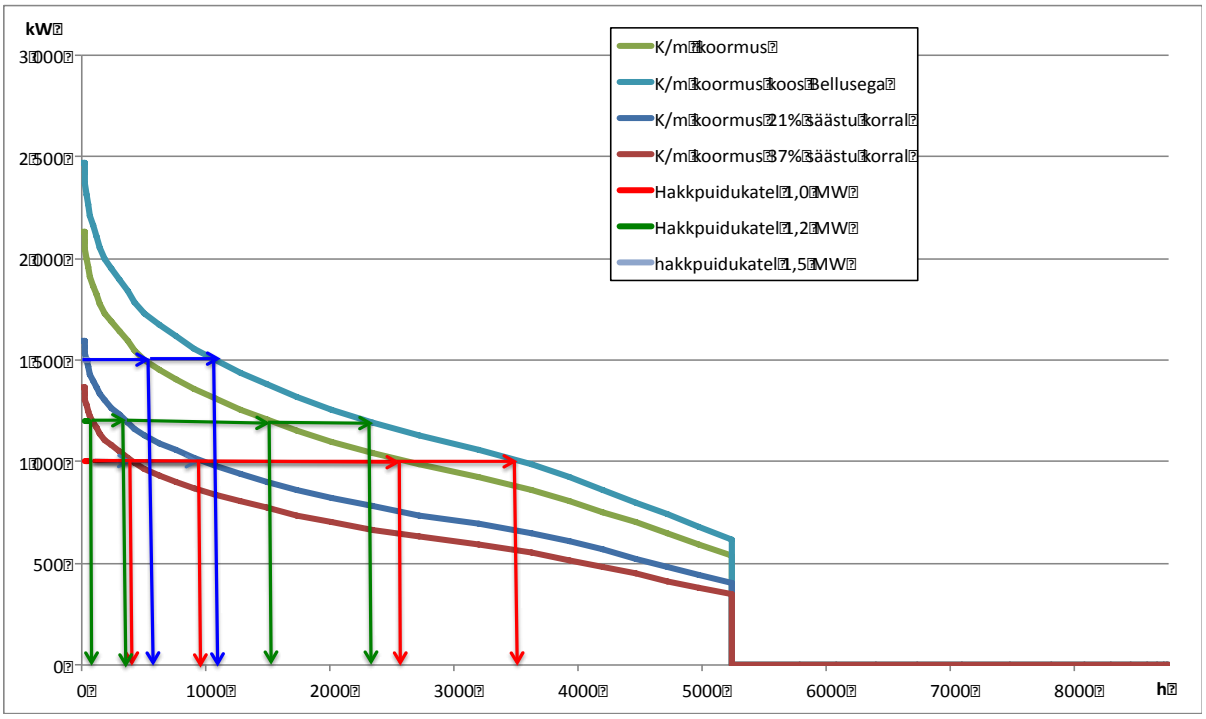
- Esimeses osas refereeritakse hakkpuidukatla optimaalse võimsuse valikut Haljala aleviku kaugküttesüsteemi jaoks. Vastav uuring algas 2012. aasta sügisel ja lõppes 2013.a algul. Esmalt analüüsiti suhteliselt põhjalikult kaugküttekoormuste võimalikku muutumist ning seejärel tehti rida majandushinnanguid optmimaalse hakkpuidukatla võimsuse leidmiseks. Haljala kohta tehtud uuring iseloomustab kõiki neid olulisi aspekte, mida biokütuse kasutuselevõtul tuleb analüüsida.
- Teises osas esitatakse lihtsustatud mudel, mida saab kasutada hakkpuidukatlamaja otstarbekuse esmasel hindamisel. Pakutud mudel on ette valmistatud MS EXCEL'is ning seda saab rakendada igaüks, kellel on tabelarvutuse kasutamise elementaarsed kogemused. Käesolevas peatükis antakse ülevaade mudeli jaoks vajalike lähteandmete kohta ning tuuakse ära näidisarvutuse tulemused. Mudel ise esitatakse eraldi MS EXCEL'i failina.

10.1 Biokütusekatla valik Haljala aleviku kaugküttesüsteemi jaoks

Kaugküttesüsteemide teooriast on teada, et katlamajas on majanduslikult otstarbekas rakendada kahte tüüpi soojusallikaid:

- baaskoormuse soojusallikad – kasutavad odavat kütust (energiaallikat), nendega kaetakse umbes pool maksimaalselt vajatavast võimsusest ja toodetakse põhiosa (70 – 90%) vajalikust energiast; tüüpiline baaskoormuse soojusallikas on biokütusel (nt hakkpuidul) töötav katel, mida on loogiline soovitada ka Haljala kaugkütte jaoks;
- tipukoormuse ja reservsoojusallikad – töötavad lühiajaliselt maksimaalsete koormuste ajal (väga külmal perioodil); võivad kasutada kallist kütust (nt maagaasi), kusjuures on oluline, et seadmete püsikulud oleks madalad; Haljalas sobib tipukoormuse ja avarii juhtumite katmiseks kasutada olemasolevat maagaasikatelt.

Valides baaskoormuse soojusallika, st hakkpuidukatla võimsust, sõltub optimum eelkõige kaugküttesüsteemi koormusest, kuid lisaks sellele ka hakkpuidu ja maagaasi hindadest ning vajaliku investeeringu suurusest. Võimsuse esmasel valikul lähtume praegusest (täpsemalt 2011. a) kaugküttetarbijate koormusest (maksimaalselt 2 045 kW) ja analüüsime kolme võimsusega hakkpuidukatla (1,0 MW, 1,2 MW ja 1,5 MW) rakendamist erinevate koormusgraafikute korral (vt Joonis 10.1).



Joonis 10.1 Erineva võimsusega hakkpuidukatelde töö erinevate kaugküttesüsteemi koormusgraafikute korral

Hakkpuidukatelde nominaalvõimsusele vastavate horisontaalsete joonte ja koormusgraafiku kõverate lõikumispunktide järgi selgub, kui palju tunde tuleb lisaks hakkpuidukatlale töös hoida ka maagaasil töötavat katelt ja millised soojushulgad toodetaks maagaasi ja millised hakkpuidu baasil.

Iga eri olukorra majanduslikuks hindamiseks määratleme iga hakkpuidukatla kohta investeeringu suuruse, investeeringust tuleneva aastase püsikulu ja kapitalikulu suuruse müüdava soojuse hinnas. Lähtume järgmistest esialgselt valitud lähteandmetest:

- eriinvesteeringute tase 0,3 M€/MW, st hakkpuidukatlasse tehtav investeering oleks sõltuvalt katla võimsusest vastavalt 0,3 M€, 0,36 M€ ja 0,45 M€;
- ilma investeeringutoetusteta ja 50% investeeringutoetustega;
- 20% suurendatud eriinvesteeringutega, st 0,36 M€;
- 20% väiksemate eriinvesteeringutega, st 0,24 M€;
- aastased soojuskoormused 2011. aasta tasemel või koos OÜ Bellus lisakoormusega, koormused ilma OÜta Bellus 21% ning 37% tarbimise vähenemise korral;
- hakkpuidu hind 18 €/MWh või 20% kõrgem st 21,6 €/MWh
- diskonteerimistegur 6% aastas;
- arvestuslik tööperiood (vastavalt tööülesandele) 10 a (reaalselt oleks seadmete tööiga suurem, vähemalt 15 aastat).

Võttes kasutusele hakkpuidu, kujunevad kütusekulud vastavalt sellele, mil määral on iga soojuskoormuse ja hakkpuidukatla võimsuse korral võimalik hakkpuitu kasutada.

Järgnevas tabelis on toodud arvustuslikult saadud andmed maagaasil ja hakkpuidul toodetava soojuse, kasutatavate kütuste kogumaksumuse ja soojuse müügihinna kütusekomponendi kohta erinevate tarbimiskoormuste ja hakkpuidukatla võimsuste korral. Arvutustes on võetud hinnanguline hakkpuidu ostuhind katlamaja juures 13,5 €/pm^3 e 18 €/MWh (tootjahind 11,08 €/pm^3), maagaasi hind 40 €/MWh (374 €/1000 m^3), hakkpuidukatla ja maagaasikatla aasta keskmised kasutegurid vastavalt 75% ja 85% (olenevalt koormuse kasutatavusest võivad

olla ka suuremad). Konkurentsiamet aktsepteerib uue hakkpuidu katla kasutegurit mitte vähem kui 85%, kuigi reaalselt on see väikestes kaugküttesüsteemides väga raskelt saavutatav.

Tabel 10.1 Andmed maagaasil ja hakkpuidul toodetava soojuse, kütusele tehtavate kulutuste ja soojuse müügihinna kütusekomponendi kohta sõltuvalt soojuskoormusest ja hakkpuidukatla võimsusest

Kütus	Soojushulgad, mis tuleb toota antud soojuskoormusel ja vastaval kütusel, MWh				Kütuste kogumaksumused vastavalt soojuskoormusele, €			
	Senine +Bellus 4996 MWh	Senine koormus 4188 MWh	Senine-21% 3089 MWh	Senine-37% 2694 MWh	Senine +Bellus 4996 MWh	Senine koormus 4188 MWh	Senine-21% 3089 MWh	Senine-37% 2694 MWh
Hakkpuidukatel 1,0 MW								
Hakkpuit	4506	4323	3951	3409	108152	103748	94836	81810
Maagaas	1800	1175	173	111	84707	55315	8128	5203
Kokku	6306	5498	4124	3519	192859	159064	102964	87013
Kütuste komponent soojuse müügihinnas, €/MWh					38,60	37,98	33,33	32,30
Hakkpuidukatel 1,2 MW								
Hakkpuit	5111	5057	4065	3484	122659	121363	97549	83605
Maagaas	1196	441	60	36	56262	20776	2809	1683
Kokku	6306	5498	4124	3519	178921	142140	100357	85289
Kütuste komponent soojuse müügihinnas, €/MWh					35,81	33,94	32,49	31,66
Hakkpuidukatel 1,5 MW								
Hakkpuit	5995	5549	4111	3519	143875	133186	98657	84464
Maagaas	312	125	14	0	14661	5882	636	0
Kokku	6306	5498	4124	3519	158537	139068	99293	84464
Kütuste komponent soojuse müügihinnas, €/MWh					31,73	33,20	32,15	31,36

Hakkpuidukatelde rakendamise majandusliku otstarbekuse määramisel eeldasime, et ASi Haljala Soojus seniste kütusekulude (maagaasi ostukulud) asemel tuleb tulevikus tasuda nii hakkpuidukatla investeerimiskulud kui hakkpuidu ja tippkoormuseks kasutatava gaasikatla kütusekulud. Muid ASi Haljala Soojus tegevuskulusid ei ole arvestatud eeldusel, et need ei muutu ka edaspidi, kuid siia lisanduvad hakkpuidukatla teenindus- ja hoolduskulud 18 000 €/a (sh kuni 1,5 töökohta). Töökohti ei pruugi lisanduda, kui keegi olemasolevast personalist koolitatakse opereerima hakkpuidukatelt ja vastavaid lisaseadmeid.

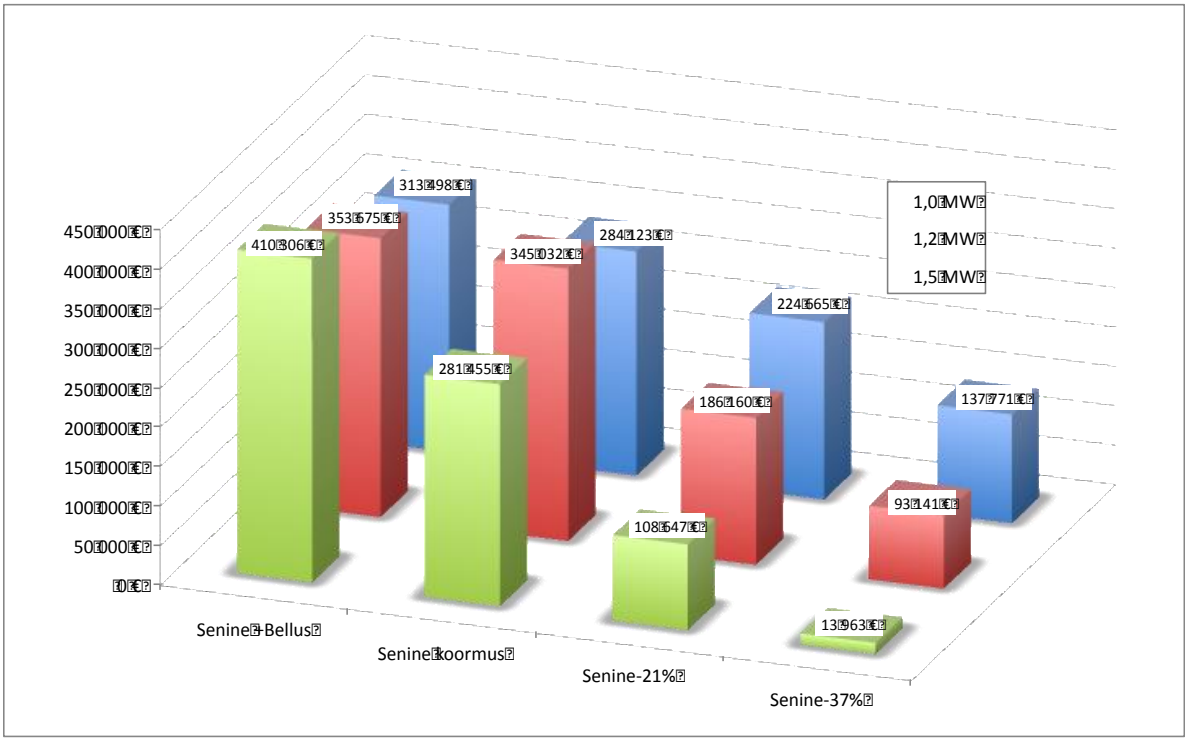
Järgnevates tabelites (vt Tabel 10.2 – Tabel 10.5) on arvutatud järgmised finantsmajanduslikud näitajad:

- NPV ehk tulu nüüdisväärtus eurodes, iseloomustab tööperioodi (siinkohal vastavalt tööülesandele 10 aastat) lõpuks kogunenud tulu nüüdisvääringus; kui NPV on positiivne, on projekt majanduslikult tasuv;
- IRR e tulu sisenorm protsentides; näitab maksimaalset diskontomäära (investeeringu laenuprotsenti), mille korral projekt on majanduslikult tasuv; kuna diskontomääraks on arvutustes olnud 6%, siis sellest suurem IRR näitab projekti tasuvust;
- lihttasuvusaeg, st aeg aastates, mille jooksul ilma laenuintresse arvestamata laenu põhiosa suudetakse tagasi maksta;

- NPER ehk tasuvusaeg aastates, mille jooksul suudetakse tagasi maksta nii laenu põhiosa kui laenuintressid; kuna tööperioodiks on vastavalt tööülesandele võetud 10 aastat, siis saab projekti lugeda tasuvaks kui NPER≤10 ja NPV on positiivne.

Tabel 10.2 Biokütusekatla rakendamise finantsmajanduslikud näitajad hakkpuidu ja maagaasi järgmiste hindade korral vastavalt 18 €/MWh (13,5 €/pm^3) ja 40 €/MWh (421 €/1000 m^3), eriinvesteeringud 0,3 M€/MW

Parameeter	**Senine +Bellus**	**Senine koormus**	**Senine-21%**	**Senine-37%**
	1,0 MW, 300 000 €			
NPV, €	313 498	284 123	224 665	137 771
IRR,%	25,7	24,1	20,6	15,4
NPER, a	4,04	4,27	4,85	6,05
Lihttasuvusaeg, a	3,49	3,67	4,10	4,95
	1,2 MW, 360 000 €			
NPV, €	353 675	345 032	186 160	93 141
IRR, %	24,7	24,3	16,4	11,5
NPER, a	4,18	4,24	5,76	7,30
Lihttasuvusaeg, a	3,61	3,65	4,75	5,78
	1,5 MW, 450 000 €			
NPV, €	410 306	281 455	108 647	13 963
IRR, %	23,5	18,4	11,1	6,7
NPER, a	4,36	5,30	7,44	9,57
Lihttasuvusaeg, a	3,74	4,43	5,86	7,13



Joonis 10.2 Tulu nüüdisväärtuse sõltuvus hakkpuidukatla võimsusest (eriinvesteeringute 0,3 M€/MW korral) ja tarbijate soojuskoormusest

Tabel 10.3 Biokütusekatla rakendamise finantsmajanduslikud näitajad hakkpuidu ja maagaasi järgmiste hindade korral vastavalt 18 €/MWh (13,5 €/pm^3) ja 40 €/MWh (421 €/1000m^3), eriinvesteeringud 20% suuremad – 0,36 M€/MW

Parameeter	Senine +Bellus	Senine koormus	Senine-21%	Senine-37%
	1,0 MW, 360 000 €			
NPV, €	256 894,53	227 519,71	168 060,81	81 167,66
IRR, %	20,0	18,6	15,5	10,8
NPER, a	4,97	5,27	6,01	7,56
Lihttasuvusaeg, a	4,19	4,41	4,92	5,94
	1,2 MW, 432 000 €			
NPV, €	285 750,81	277 107,70	118 235,95	25 216,82
IRR, %	19,1	18,7	11,8	7,3
NPER, a	5,16	5,23	7,19	9,23
Lihttasuvusaeg, a	4,33	4,38	5,70	6,93
	1,5 MW, 540 000 €			
NPV, €	325 400,74	196 548,86	23 741,18	-70 942,21
IRR, %	18,0	13,5	7,0	3,0
NPER, a	5,39	6,58	9,41	12,35
Lihttasuvusaeg, a	4,49	5,31	7,03	8,55

Tabel 10.4 Biokütusekatla rakendamise finantsmajanduslikud näitajad hakkpuidu ja maagaasi järgmiste hindade korral vastavalt 18 €/MWh (13,5 €/pm^3) ja 40 €/MWh (421 €/1000 m^3), eriinvesteeringud 20% madalamad – 0,24 M€/MW

Parameeter	Senine +Bellus	Senine koormus	Senine-21%	Senine-37%
	1,0 MW, 240 000 €			
NPV, €	370 102,07	340 727,26	281 268,36	194 375,21
IRR, %	33,9	31,9	27,9	21,7
NPER, a	3,15	3,33	3,76	4,66
Lihttasuvusaeg, a	2,79	2,94	3,28	3,96
	1,2 MW, 288 000 €			
NPV, €	421 599,86	412 956,76	254 085,01	161 065,87
IRR, %	32,6	32,1	23,0	17,2
NPER, a	3,26	3,31	4,45	5,57
Lihttasuvusaeg, a	2,88	2,92	3,80	4,62
	1,5 MW, 360 000 €			
NPV, €	495 212,06	366 360,18	193 552,50	98 869,11
IRR, %	31,2	25,3	16,8	11,8
NPER, a	3,40	4,10	5,67	7,18
Lihttasuvusaeg, a	2,99	3,54	4,69	5,70

Tabel 10.5 Biokütusekatla rakendamise finantsmajanduslikud näitajad hakkpuidu ja maagaasi järgmiste hindade korral vastavalt 18 €/MWh (13,5 €/pm^3) ja 40 €/MWh (421 €/1000 m^3), eriinvesteeringud 0,3 M€/MW arvestades 50% investeerimistoetusega

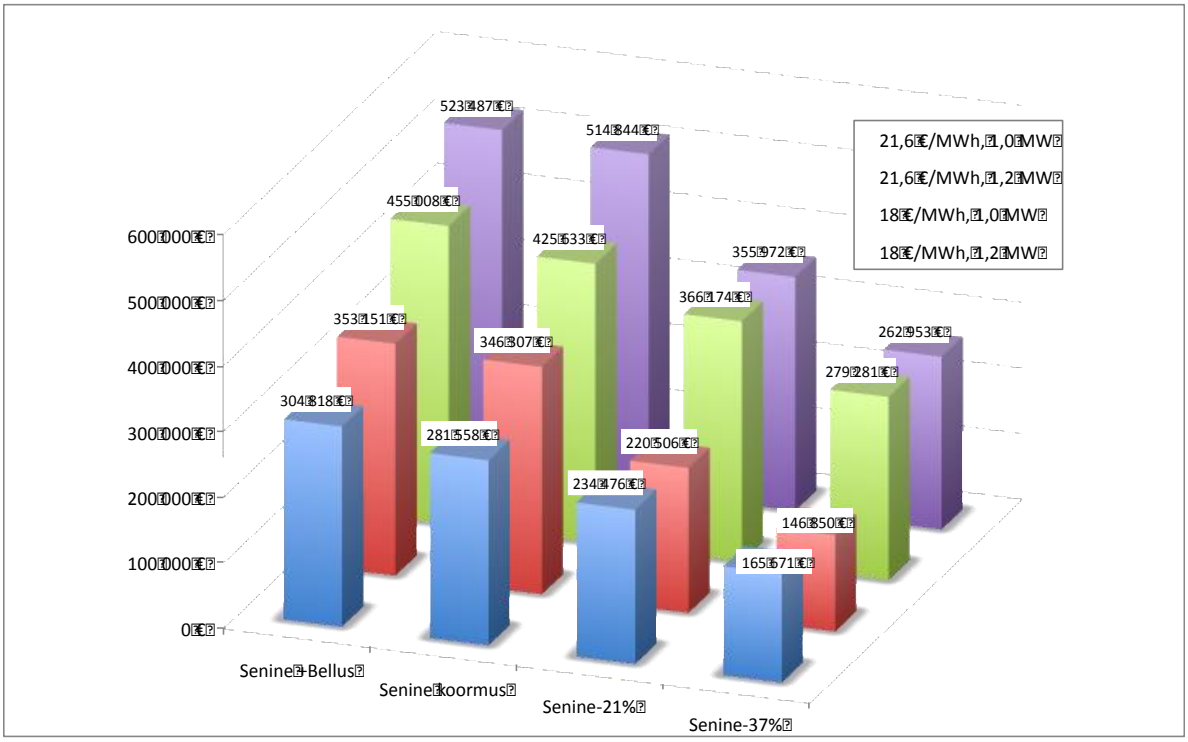
Parameeter	Senine +Bellus	Senine koormus	Senine-21%	Senine-37%
	1,0 MW, 300 000 €, 50% toetus			
NPV, €	455 007,73	425 632,92	366 174,02	279 280,87
IRR, %	56,6	53,7	47,8	38,9
NPER, a	1,90	2,00	2,25	2,76
Lihttasuvusaeg, a	1,75	1,84	2,05	2,48
	1,2 MW, 360 000 €, 50% toetus			
NPV, €	523 486,66	514 843,55	355 971,80	262 952,67
IRR, %	54,8	54,1	40,7	32,6
NPER, a	1,96	1,99	2,64	3,27
Lihttasuvusaeg, a	1,80	1,83	2,38	2,89
	1,5 MW, 450 000 €, 50% toetus			
NPV, €	622 570,55	493 718,67	320 910,99	226 227,60

Parameeter	Senine +Bellus	Senine koormus	Senine-21%	Senine-37%
IRR, %	52,7	44,0	32,0	25,1
NPER, a	2,04	2,44	3,32	4,13
Lihttasuvusaeg, a	1,87	2,21	2,93	3,56

Hakkpuidu hinna 20% tõusu mõju arvutuslik mõju tasuvusele (50% investeeringutoetuse korral) on esitatud järgnevas tabelis ja graafikul (vt Tabel 10.6 ja Joonis 10.3).

Tabel 10.6 Hakkpuidu hinna 20% hinnatõusu mõju 50% investeeringutoetusega projektide tasuvusele

Parameeter	Senine +Bellus	Senine koormus	Senine-21%	Senine-37%
	1,0 MW, 300 000 €, 50% toetus			
NPV, €	304 817,98	281 557,92	234 476,18	165 671,00
IRR, %	41,5	39,1	34,2	26,7
NPER, a	2,59	2,74	3,12	3,90
Lihttasuvusaeg, a	2,33	2,46	2,77	3,39
	1,2 MW, 360 000 €, 50% toetus			
NPV, €	353 150,70	346 306,77	220 506,28	146 850,31
IRR, %	40,4	39,9	28,7	21,8
NPER, a	2,66	2,69	3,66	4,64
Lihttasuvusaeg, a	2,39	2,42	3,20	3,95
	1,5 MW, 450 000 €, 50% toetus			
NPV, €	83 873,52	66 728,22	32 023,63	-18 693,59
IRR, %	13,7	12,2	9,1	4,1
NPER, a	6,53	7,03	8,31	11,36
Lihttasuvusaeg, a	5,28	5,60	6,40	8,07



Joonis 10.3 Tulu nüüdisväärtuse sõltuvus hakkpuidu hinna võimalikust tõusust (hakkpuidukatelde eriinvesteeringute 0,3 M€/MW korral koos 50% investeerimistoetusega) ja tarbijate soojuskoormusest

Hakkpuidukatlale tehtavate kapitalikulude komponendi väärtused on toodud järgnevas tabelis (vt Tabel 10.7).

Tabel 10.7 Kapitalikulude komponendi väärtused müüdava soojuse hinnas sõltuvalt investeeringute suurusest, investeeringutoetustest ja soojuskoormusest

Hakk-puidu-katel	**Kapitalikulu ilma toetuseta (ja 50% toetusega) €/a**	**Kapitalikulu komponent müüdava soojuse hinnas sõltuvalt koormusest, €/MWh**			
		2011.a +Bellus	**2011. a**	**2011. a – 21%**	**2011. a – 37%**
1,0 MW	40 760 (20 380)	8,16 (4,08)	9,73 (4,87)	13,20 (6,60)	15,23 (7,57)
1,2 MW	48 912 (24 456)	9,79 (4,90)	11,68 (5,84)	15,84 (7,92)	18,16 (9,08)
1,5 MW	61 141 (30 571)	12,24 (6,12)	14,60 (7,30)	19,79 (9,90)	22,70 (11,35)

Tabel 10.8 Andmed põhiliste soojuse hinna komponentide kohta sõltuvalt tarbijate koormusest, €/MWh (hakkpuidukatel katel 1,2 MW, hakke hind 18 €/MWh)

Hinna komponent	2011.a +Bellus	2011. a	2011. a – 21%	2011. a – 37%
Kütusekulu	35,81	33,94	32,49	31,66
Kapitalikulu	9,79	11,68	15,84	18,16
Kapitalikulu 50% toetusega	4,895	5,84	7,92	9,08
Käidukulu	3,60	4,30	5,83	6,68
Gaasi hinnakomponent soojuse senise tootmisviisi korral	57,18	57,18	54,92	53,43
Summaarne kulu toetuseta	49,20	49,92	54,16	56,50
Summaarne kulu 50% toetusega	44,31	44,08	46,24	47,42
Võimalik soojuse hinna langus, €/MWh	7,97	7,26	0,76	-3,07
Võimalik soojuse hinna langus 50% toetusega, €/MWh	12,87	13,10	8,68	6,01

Tabelist näeme, et 2013. aasta märtsi seisu suhtes küllaltki kõrgeks võetud hakkpuidu hinna juures (hakkpuitu võib uuringu tegemise ajal, st 2013. a I kvartal, saada keskmise hinnaga 13 – 15 €/MWh) isegi, osutub 1,2 MW hakkpuidukatla paigaldamine ja antud koormusega tööle rakendamine soodsaks. Edaspidi on eeldatud, et koos hoonete soojustarbimise vähendamisega tuleks vähendada ka kadu kaugküttetorustikes (Konkurentsiameti nõue), mistõttu väheneks ka maagaasi kasutamise korral kütusekulu komponendi väärtus.

Hinna komponendi väärtus, võrreldes praeguse maagaasi hinnaga, langeb „variant 2011“ korral ligi 41%. Kapitali- ja käidukulu küll suurenevad, kuid nimetatud kulukomponendid kokku jätavad soojuse hinna siiski umbes 7 €/MWh kohta madalamaks, võrreldes praeguse maagaasi hinnaga. 50%lise investeeringu toetuse korral, mida veel möödunud aastal sai KIKi kaudu taotleda, võiks soojuse hind olla praegusega võrreldes ligi 23% madalam. Antud hindadele lisanduvad veel muud soojusettevõtte tegevuskukud ja soojuse edastuskulud tarbijatele, kuid need peaksid jääma samasse suurusjärku praegustega või muutuma korrelatsioonis. See lubab eeldada, et ka soojuse hind tarbijale võiks samavõrra väheneda.

Mida väiksemaks läheb soojuse tarbimine tänu tulevikus rakendatavatele säästumeetmetele, seda väiksemaks läheb vahe praegu gaasil ja tulevikus hakkpuidul toodetava soojuse hinna vahel, eriti kui investeering tuleks teha ilma 50%lise toetuseta.

See ei tähenda muidugi, et rekonstrueerida poleks vaja. Korda tuleks teha jõudumööda nii hooned kui paigaldada hakkpuidul töötav katlamaja. Eriti esimene protsess saab olema väga pikaajaline, mille jooksul investeering olemasoleva katlamaja üleviimiseks puitkütusele end juba tasub. Tasuvus jääks juba ilma toetuseta 4 – 5 aasta piiresse.

10.2 Hakkpuidukatlamaja tasuvusarvutuse mudel

Nagu eelmine peatükk (vt ptk 10.1) tõestab, tuleb hakkpuidukatlamaja kavandamisel ja tasuvuse hindamisel sügavalt analüüsida konkreetse kaugküttepiirkonna koormusi ja selle muutumist tulevikus. Kaugküttepiirkonna koormuste perspektiivse kestusgraafiku koostamine ja selle alusel baas- ja tipukatla võimsuste optimeerimine on suhteliselt keerukas ja ei võimalda lihtsa arvutusmudeli koostamist. Asjasthuvitatutel on muidugi võimalik kasutada veebipõhist ja tasuta vastavat tarkvara, mille parimaks näiteks on nn RETScreen veebipõhine arvutusprogramm, mis on ette valmistatud MS EXCEL'i baasil ja töötab Windows keskkonnas.[64]

RETScreen tarkvara sisaldab nn online andmebaase ja võimaldab:

- määrata tarbijate soojusvajadus vastavalt klimaatilistele tingimustele;
- koostada koormuste kestusgraafik;
- valida sobiv soojusallikas (biokütusekatel, maasoojust kasutav soojuspump või päikesekollektor);
- määrata vajalikud investeeringud ja finantseerimistingimused;
- vastavalt kütuse hindadele teha tasuvusarvutus, kasvuhoonegaaside emissiooni vähenemine ning riskianalüüs.

Valdavalt tuleb hakkpuidukatlamaja rajamise analüüsimisel hakkama saada piiratud informatsiooniga ja seetõttu analüüsitakse olukorda kas erinevate küttekoormuste variantide alusel (vt ptk 10.1) või antakse ette aastane soojusvajadus, konkurentsiameti poolt kooskõlastatud soojuse piirhind, senise maksimaalse koormuse alusel hakkpuidukatlamaja võimsus ja aasta keskmine kasutegur, hakkpuidu eeldatav hind, määratakse investeeringuvajadus, laenuperiood, laenuintress ning arvutatakse tasuvuskriteeriumid:

- tulu nüüdisväärtus (NPV), mis näitab kogutud kapitali nüüdisväärtust laenuperioodi lõpus. Projekt on tasuv, kui NPV>0;
- tulu sisenorm (IRR), mis määrab ära maksimaalse laenuprotsendi (diskonteerimisteguri) väärtuse, mille korral projekt veel end ära tasub;
- tasuvusaeg aastates (NPER). Kui finantseeritakse laenu abil, siis tasuvuse tagab laenuperioodist lühem tasuvusaeg, muu finantseerimisskeemi korral peab tasuvusaeg olema lõhem seadmete tööeast.

Järgnevatel joonistel on esitatud EXCEL'is koostatud arvutusmudeli[65] lähteandmete ja tulemuste tööleht (Joonis 10.4) ja finantsarvutuste leht (Joonis 10.5). Finantsarvutustes kasutatakse MS EXCEL'i finantsfunktsioone, mille väärtuste arvutamiseks tuleb koostada käivete tabel investeeringu tegemise ehk null aastast kuni laenuperioodi lõpuni. Käive investeeringu tegemise aastal sisestatakse tabelisse automaatselt lähteandmete lehelt ja käibed laenuperioodil samuti automaatselt finantsfunktsiooni PMT abil määratud aastamakse. Kui laenu- või arvutusperiood on pikem kui näites toodud 10 aastat, tuleb tabelit pikendada.

Lisaks tasuvuskriteeriumidele arvutatakse finantsarvutuste lehel veel aastamakse komponendid, st laenu põhimakse ja intressimakse väärtused. Väärib tähelepanu, et makseperioodi algul on intressimakse maskimaalne ja aasta aastalt väheneb, laenu põhiosa makse aga vastupidi suureneb.

[64] http://www.retscreen.net/
[65] Hakkpuidukatlamaja tasuvuse hindamine.xls – fail esitatakse aruandest eraldi

	A	B	C	D
1–6	**NB!** **Lähteandmed sisestatakse oranžidesse lahtritesse** **Kollasega on tähistatud informatiivsed väljad** **Rohelisega on tähistatud arvutustulemused ja neid ei tohi kasutaja muuta!**			
7				
8	**Lähteandmed**			
9				
10	Hakkpuidukatlamaja kogumaksumus (I0)	360 000 €		
11	Hakkpuidukatla võimsus	1,2	MW	
12	Hakkpuidukatla aasta keskmine kasutegur	75%		
13	Arvestuslik tööiga (τ), aastates	15	a	
14				
15	Laenuprotsent (i)	6%		
16	Laenu tagasimakse tähtaeg (τ_{laen})	10	a	
17				
18	Hakkpuidus sisalduva energia hind	18	€/MWh$_{kütus}$	
19	Arvestuslik soojuse müügihind katlamajast	50	€/MWh$_{soojus}$	
20				
21	Hakkpuidukatlamaja aastane soojustoodang	5057	MWh/a	
22	Katlamaja käidukulud aastas	35 000	€/a	
23				
24		**Kütuse arvutused**		
25				
26		Soojustoodang, MWh	Vajalik kütuse energia, MWh	Kütuse maksumus, €/a
27		5057	6743	121368
28				
29	**Tulemused**			
30				
31	Tulu nüüdisväärtus (NPV)	330 298 €		
32	Tulu sisenorm (IRR)	23,57%		
33	Tasuvusaeg (NPER), aastates	4,35		
34	Laenu aastamakse (PMT)	48 912 €		
35				

Projekt on tasuv, kui:
NPV>0
IRR>i
NPER<τ

Joonis 10.4 Hakkpuidukatlamaja rajamise tasuvusarvutuse lähteandmete ja tulemuste tööleht

	A	B	C	D	E
1					
2	Investeeringud hakkpuidukatlamajja	-360 000 €			
3	Rahaline aastane käive	96 482 €			
4	Laenuprotsent	6%			
5	Laenu periood (või tööiga)	10			
6					
7	Tulu nüüdisväärtus (NPV)	330 298 €			
8	Tulu sisenorm (IRR)	24%			
9	Tasuvusaeg (NPER), aastates	4,35			
10	Laenu aastamakse (PMT)	48 912 €			
11					
12–15	Tabeli tulbas A on aastad: 0 – investeeringu tegemise aasta edasi aastad alates 1-st kuni laenuperioodi lõpuni				
16	**Aastad**	**Käive**	**Laenu põhiosa aastane tagasimakse**	**Aastane intressimakse**	**Aastamakse (kontrol-larvutus)**
17	0	-360 000 €			
18	1	96 482 €	27 312 €	21 600 €	48 912 €
19	2	96 482 €	28 951 €	19 961 €	48 912 €
20	3	96 482 €	30 688 €	18 224 €	48 912 €
21	4	96 482 €	32 530 €	16 383 €	48 912 €
22	5	96 482 €	34 481 €	14 431 €	48 912 €
23	6	96 482 €	36 550 €	12 362 €	48 912 €
24	7	96 482 €	38 743 €	10 169 €	48 912 €
25	8	96 482 €	41 068 €	7 845 €	48 912 €
26	9	96 482 €	43 532 €	5 381 €	48 912 €
27	10	96 482 €	46 144 €	2 769 €	48 912 €

Joonis 10.5 Hakkpuidukatlamaja rajamise tasuvusarvutuse finantsarvutuste tööleht

11 JUHTUMIUURINGUD

Selles peatükis tutvustatakse lühidalt, mida on Eesti taasiseseisvuse perioodil kaugkütte valdkonnas tehtud ja mis suunas kavatsetakse edasi liikuda. Lõpus tuuakse näiteid mitte edukatest ja edukatest juhtumitest, kus kaugküttevõrgu katlamaja on üle viidud taastuvale energiaallikale (biokütused). Lisaks võrreldakse Eesti biokütuse rakendamise taset ja edusamme teiste riikidega.

11.1 Omavalitsuste edusammud fossiilkütustelt biokütustele üleminekul

11.1.1 Saateks

Nõukogude ajast päranduseks saadud linnade, alevik(t)e ja kolhooside-sovhooside keskasulate kaugküttesüsteemide korrastamine algas juba peale Eesti taasiseseisvumist, aastatel 1992-1994. Esimesed rahad saadi Maailmapanga ja Euroopa Arengu ja Rekonstruktsioonipanga (EBRD) laenudena. Laenude alusel tehtavaid töid korraldas alates 1992. aasta algusest Eesti Vabariigi tööstus- ja energeetikaministri valitsemisalas loodud Eesti Vabariigi Riiklik Energiaamet. Paljud katlamajad viidi üle kohalikele puit- ja turbakütustele. Suuremahuliste ja kiireloomuliste ettevõtmiste peamisteks puudusteks oli vähene energiaplaneerimise oskus (nt küttesüsteemid dimensioneeriti üle), kodumaise toodangu (peamiselt katlad ja eelkolded) ebapiisav kvaliteet ja personalil puudus sageli uue seadmestiku tõhusa käitamise oskus. Olulist rolli paljude projektide ebaõnnestumises mängis ka asjaolu, et kaugküttetorustikud jäid rekonstrueerimata ja üledimensioneerituks (palju endisi tootmishooneid langes tarbijate hulgast välja), mis põhjustas suuri kadusid. Tarbijad (elanikud) nurisesid suurte soojuse arvete pärast, kuigi üks peamine põhjus selles oli hoonete vähene soojapidavus ja soojusarvestite puudumine.

Teise lainena meie kaugküttesüsteemide arendamises tuli Rootsi Riikliku Energiaadministratsiooni (NUTEK, hiljem SNEA) vahendatud laenupakett. NUTEKi ettevõtmine oli paremini ette valmistatud ja peaaegu kõik nende ettevõtmised Eestis (nad teostasid projekte ka Lätis, Leedus ja Venemaal) õnnestusid, v.a Narva-Jõesuus, kus puitkütuse katel mõni aasta peale töölehakkamist lõpetas tegevuse ja mindi taas üle fossiilkütusele. Üheks õnnestumise põhjuseks oli kohalike spetsialistide rakendamine konsultantidena ja projektide põhjalikum eeltöö.

Kolmanda lainena kaugküttesüsteemide töö tõhustamiseks loodi EL programmi rahade eest Phare projektide ettevalmistamise keskus (1990ndate II pooles), mille eestvedamisel tehti eelkõige energiamajanduse arengukavade koostamise juhendmaterjal, rida koolitusi ja telliti mitmekümnele omavalitsusele (linnadele ja valdadele) energiamajanduse arengukavad. Paljudel juhtudel võeti need aluseks omavalitsuste kaugküttesüsteemide väljaarendamisel ja renoveerimisel. SNEA ja FEMOPET abil anti välja(1998) ja tõlgiti ka eesti ja vene keelde raamat „Keskkonnasõbralikud piirkondlikud energiasüsteemid“, kus muuhulgas tutvustatakse samuti häid näiteid energiakasutuse tõhustamisest ja väikeste kaugküttesüsteemide üleviimist kohalikele biokütustele.

Energiamajanduse valdkonna ja kohalike omavalitsuste spetsialistide koolitamiseks on panustanud palju nii Taani (Taani Energiaamet), Rootsi kui ka Soome riiklikud asutused ja konsultatsioonifirmad.

Alates 2000test aastatest müüdi või anti rendile paljud kaugküttesüsteemid eraettevõtete, kes hakkasid ise nende arengusse investeerima. Viimasel ajal on väga palju nii ELi, CO_2 kvootide müügist saadud kui ka Eesti riigi raha kaugküttesüsteemide renoveerimisse paigutatud

Keskkonnainvesteeringute keskuse vahendusel. Alates 2002. aastast tekkis võimalus moodustada kaugküttepiirkondi, mis olid ka eelduseks taotleda riikliku toetust. Aastatel 2009-2012 KIKi poolt struktuuritoetustest (ST) ja rohelisest investeerimisskeemist (RIS) ehk CO_2 kvoodikaubandusest toetati kaugküttesüsteemide (katlamajad, torustikud ja koostootmisjaamad) renoveerimistöid ehk 84 soojusmajanduse projekti kokku summas 40 miljonit eurot ehk igal aastal ca 10 mln eurot. Projektitaotlejate omafinantseering (omakapital ja laenud) oli umbes samapalju või pisut rohkem lisaks. Aasta-aastalt on paranenud ka projektide ettevalmistustööd ja seetõttu on kaugküttesüsteemide rekonstrueerimise edukus kasvanud. Vaatamata sellele, et kaugküttesektor on oma süsteemide korrastamiseks (umbes kolmandik kõigist kaugküttesüsteemidest) aastate jooksul saanud kümneid miljoneid eurosid vajatakse veelgi raha, sest palju on veel tegemata.

2014. aastal planeeritakse alustada kaugküttesüsteemide auditeerimisega, et kindlaks teha, kus kaugküttesüsteemid on elujõulised, kus mitte ja vastavalt sellel asutakse neid rekonstrueerima või ümber kujundama lokaalkütte piirkondadeks.

11.1.2 Konkurentsiameti seisukohad väikeste kaugküttevõrkude kohta [66]

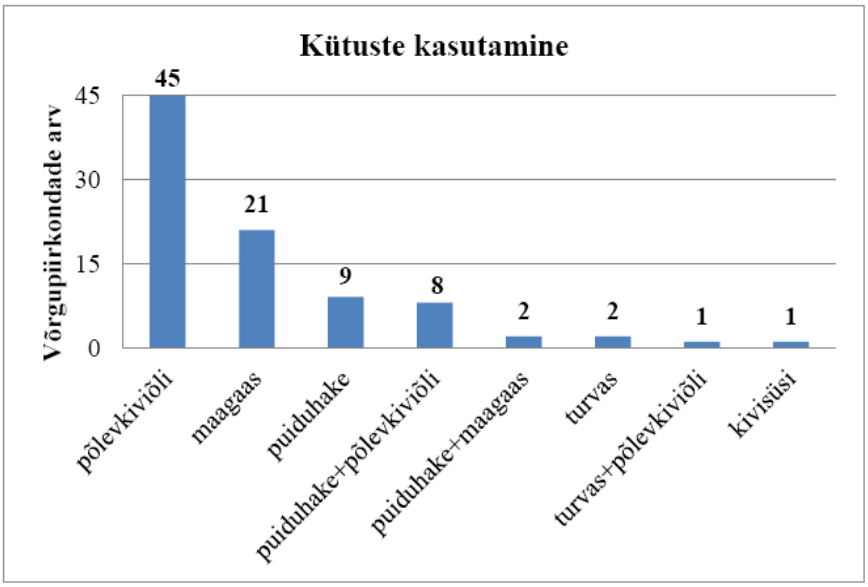
Seisuga 01. juuni 2013 on Konkurentsiamet kooskõlastanud müüdava soojuse ehk lõpptarbija piirhinnad kokku 122-le kaugkütte võrgupiirkonnale, kus tegutseb äriühingutena 57 soojusettevõtjat. Nimetatud 122-st võrgupiirkonnast on 89 ehk 73% tinglikult väikesed piirkonnad, kus soojuse müügimaht aastas jääb alla 10 000 MWh. Sealhulgas jääb 56-e võrgupiirkonna soojuse müügimaht aastas alla 3 000 MWh ehk tegemist on mikropiirkondadega.

Soojuse tootmisel väikestes võrgupiirkondades kasutatakse kõige rohkem põlevkiviõli (50,6%) ja maagaasi (23,6%). Tegemist on suhteliselt kulukate kütustega, millest toodetud soojus on tarbijale selgelt kallim hakkpuidust või turbast toodetud soojusest (Joonis 11.1).

Näiteks, väikestes võrgupiirkondades oli seisuga 01. juuni 2013 põlevkiviõlist toodetud müüdava soojuse kaalutud keskmine piirhind 79,78 €/MWh, samas kui hakkpuidust toodetud soojuse vastav näitaja oli 53,86 €/MWh. Lisaks iseloomustab paljusid väiksemaid võrgupiirkondi soojuse madal müügimaht ja sellest tingituna ka madal tarbimistihedus, tootmisseadmete kõrge vanus ning sellest tingituna madal soojuse tootmise kasutegur ning kõrged trassikaod.

Konkurentsiameti hinnangul tuleb kaaluda, kas sellistes väikestes piirkondades on kaugkütte jätkamine ja selle moderniseerimine üldse põhjendatud, või oleks majanduslikult põhjendatud minna üle lokaalküttele. Sealjuures tuleks ka kaaluda, kas KIK-i vms riiklikke toetusi oleks otstarbekam kasutada kaugkütte moderniseerimiseks või lokaalküttele üleminekuks.

[66] Riikliku regulatsiooni otstarbekusest väikestes kaugkütte võrgupiirkondades (aastase müügimahuga alla 10 000 MWh). Konkurentsiamet, Tallinn 2013.



Joonis 11.1 Kütuse liigid väikestes võrgupiirkondades

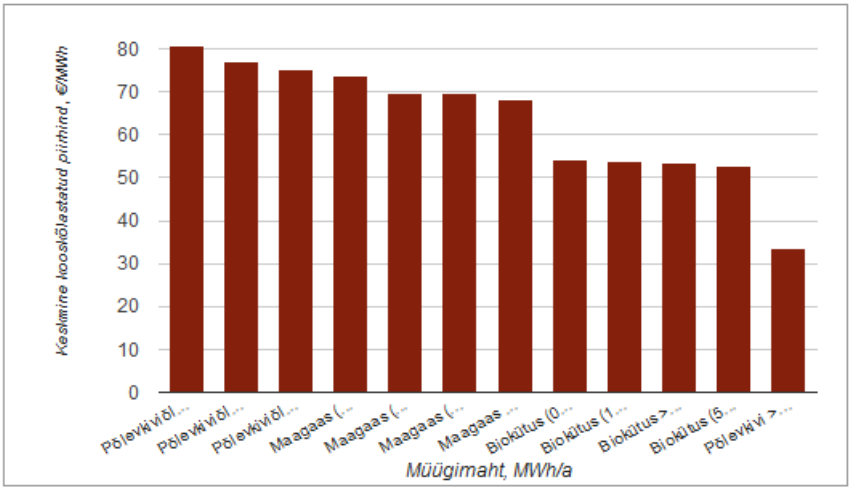
Põlevkiviõli ja maagaasi kasutavates väikestes võrgupiirkondades on soojuse piirhind kõrgem. Kui pea kõigis sellistes piirkondades on soojuse hind vahemikus 65-91 €/MWh, siis kõigis hakkpuitu ja turvast kasutavates võrgupiirkondades on soojuse hind alla 65 €/MWh. Samalaadne trend on nähtav ka suurte võrgupiirkondade lõikes, kus enamikul juhtudel jääb soojuse tootmisel põlevkiviõli ja maagaasi kasutavates võrgupiirkondades soojuse piirhind vahemikku 65-75 €/MWh ning enamikus hakkpuitu kasutavates piirkondades vahemikku 45-55 €/MWh.

Tabelis (vt Tabel 11.1) esitatud näites on võrreldud kahte võrgupiirkonda, milles kasutatakse esimeses põlevkiviõli ning teises põhiliselt hakkpuitu. Suuruselt (s.o müügimaht, trassipikkus) on võrgupiirkonnad sarnased.

Tabel 11.1 Kahe võrreldava väikese müügimahuga võrgupiirkonna põhilised näitajad

Soojuse hind 86 €/MWh (*käibemaksuta*)	**Soojuse hind 55 €/MWh (*käibemaksuta*)**
1) soojus on toodetud 100% põlevkiviõlist;	1) soojus on toodetud 88% osas puiduhakkest ja 12% osas põlevkiviõlist;
2) trassipikkus 2,5 km, trassikadu 20%, trassid renoveeritud 28% (0,7 km) ulatuses;	2) trassipikkus 2,3 km, trassikadu 11%, trassid renoveeritud 95,6% (2,2 km) ulatuses;
3) soojuse tootmise kasutegur 90%;	3) soojuse tootmise põlevkiviõliga 88% ja puiduhakkega 86%;
4) KIK-i renoveerimistoetus puudub;	4) saadud KIK-lt renoveerimistoetust;
5) müügimaht aastas 3 800 MWh.	5) müügimaht aastas 4 300 MWh.

Eesti energiamajanduse arengukava koostamise käigus on leitud kaugküttesoojuse keskmised piirhinnad erineva müügimahuga piirkondades ja sõltuvalt kasutatud kütusest (Joonis 11.2).



Joonis 11.2 Kaugküttesoojuse keskmised piirhinnad erineva müügimahuga piirkondades (piirkonnad müügimahuga: 0-5000, 5000-10000, 10000-100000, ≥ 100000 MWh/a)

Alapunkti kokkuvõtteks võib väita, et üleminek fossiilkütuselt kohalikule biokütusele võib olla olulisim argument kaugküttesüsteemi jätkusuutlikkusele ja säilitamisele, sest soojuse hinda saab vähendada keskmiselt 20 €/MWh võrra, kuid seda koos KIKi vahendusel saadud toetusega.

Järgnevas alapunktis on esmalt esitatud mõnesid näiteid viimaste aastate edukamatest kaugküttesüsteemide renoveerimistest ja katlamajade üleviimisest kohalikele biokütustele. Raskem on leida ebaedukaid näiteid, kuid ühest tuleb juttu.

11.1.3 Edukas/ebaedukas omavalitsus, kus on viidud/ei ole viidud soojuse tootmine üle fossiilsetelt kütustelt puitkütustele

11.1.3.1 Räpina linna ühtne kaugküttevõrk

Vastavalt Räpina valla energiamajanduse arengukavale viidi ellu projekt, kus kaks eraldiseisvat kaugküttevõrku, mida varustasid kaks maagaasil töötavat katlamaja, ühendati ja rajati uus hakkpuidul töötav katlamaja koos laoga ja muu vajaliku taristuga. Peale rekonstrueerimist, 2012. aasta sügisesel, langes soojuse hind tarbijaile ümmarguselt 20 €/MWh võrra ja rekonstrueeritud võrguga liitusid mitmed uued soojuse tarbijad. Rekonstrueerimisprojekti viis ellu kommunaalettevõte AS Revekor, mille aktsiad kuuluvad 100% Räpina vallale ja kes korraldab soojuse tootmist edastamist ja müüki Räpina vallas.

Järgnevalt esitatakse rekonstrueerimise kohta olulisemaid andmeid

Olukord enne renoveerimist (keskmised näitajad)

- Võru mnt katlamaja - töötab maagaasil, kütuse kulu – 600 000 m^3,
- Sireli katlamaja - töötab maagaasil, kütuse kulu – 400 000 m^3,
- Kaugkütte torustike pikkus – 3 775 m, sh renoveeritud lõike - 975 m,
- Soojust toodeti – 8 800 MWh,
- Soojust müüdi – 7 347 MWh,

- Soojuskaod - 1,455 MWh, ehk 19,8 %,
- Tagavara või avariikatlad on olemas,
- Soojuse hind ca 70 EUR/MWh lisandub käibemaks.
- Suvel sooja tarbevett ei müüda.

Olukord peale renoveerimist (eeldatavad näitajad)

- Alates 01.10.2012 töötab uus Aia tn katlamaja hakkpuidul.
- Võru mnt katlamaja - tipu ja avariikatlamaja; Sireli katlamaja- avariikatlamaja.
- Kaugkütte torustikke – 4 876 m, kõik renoveeritud,
- Kütuse kulu – 11 600 pm^3/a hakkpuitu,
- Soojuse müügiplaan - ca 8 100 MWh/a, ainult küttesoojus ilma sooja tarbeveeta,
- Soojuskaod ca 550 MWh/a,
- Soojuse hind 50 EUR/MWh, lisandub km,
- Kütuselao maht - 700 m^3 hakkpuitu.
- CO_2 heide enne – 1 872 tonni aastas, kui põletati kuni 1,0 mln m^3 maagaasi aastas.
- Peale renoveerimist arvestuslikku CO_2 heidet praktiliselt ei ole.

Uued/uuendatud seadmed

- Leektoru katel, tüüp 3H3, tootja SIA Orions, Läti,
- Max katla võimsus 3,0 MW,
- Max vee temperatuur 110 ^oC,
- Max katla töörõhk 6,0 baari,
- Vee temperatuur katlast väljumisel 90 ^oC,
- Vee temperatuur katlasse sisenemisel 70 ^oC,
- Katla kasutegur 85%,

Finants-majanduslikud andmed

- Katlamaja ja lao ehituse hinnaks kujunes hankel – 699 900€, ehitas OÜ Märja Monte,
- Kaugküttevõrgu renoveerimise hanke hinnaks kujunes – 643 938€, ehitas AS EG Ehitus,
- Traktori maksumus - 25 500 €,
- Omaniku järelvalve - 24 300 €,
- **Kogu projekti maksumus – 1 393 638 €**,
- KIK-i toetus - 691 723 €,
- Omaosalus laenuga – 701 915€.

Joonis 11.3 Räpina katlamaja seest (foto Ülo Kask)

Joonis 11.4 Räpina uue hakkpuidu katlamaja lao poolne vaade (foto Ülo Kask)

11.1.3.2 Tabivere kaugküttevõrk

Tabivere valla Tabivere alevikus lasti kunagine kaugküttesüsteem hääbuda ja paigaldati hoonetele lokaalsed maagaasil töötavad katlad. Hiljem taasrajati kaugküttevõrk ja osa tarbijaid ühendati maagaasil töötava katlamajaga. 2012 aasta sügiseks rekonstrueeriti nii kaugküttevõrgu torustik kui ehitati uus hakkpuidul töötav katlamaja. Kuna soojuse hind langes soovisid kaugküttevõrguga liituda ka lokaalküttel olnud korterelamud. Katlamaja haldab 100%liselt vallale kuuluv OÜ Tabivere Soojus.

Olukord enne renoveerimist

- Tabivere katlamaja ja lokaalsed katlad kokku - töötavad maagaasil, kütuse kulu – ca 0,56 mln m^3/aastas,
- Katlamaja gaasikulu ca 0,25 mln m^3/aastas,
- Kaugkütte torustike pikkus – 1 808 m,
- Soojust toodeti kaugküttevõrku – 2 116 MWh,
- Soojust müüdi kaugküttevõrgust – 1 553 MWh,
- Soojuskaod - 563 MWh, ehk 26,6 %,
- Lokaalsetes gaasikateldes toodeti ja müüdi ca 2 500 MWh
- Tagavara või avariikatlad puuduvad,
- Soojuse hind ca 65 EUR/MWh lisandub km,
- Suvel müüakse samuti soojusenergiat, võrk töötab aastaringselt.
- Tarbijad on võrgust sõltumatud.
- CO_2 heide enne (Katlamaja + lokaalsed katlamajad) – ca 1 000 tonni aastas. Põletati keskmiselt 0,56 mln m^3 maagaasi aastas
- CO_2 heide enne, katlamaja ca 470 tonni aastas. Põletati keskmiselt 0,25 mln m^3 maagaasi aastas

Olukord peale renoveerimist

- Alates 01.11.2012 töötab rekonstrueeritud Tabivere katlamaja hakkpuidul.
- Tabivere katlamaja gaasikatlad on tipu ja avarii olukordadeks, võrku ühendati ka avariikatel Vapor AKU-1000 (1 MW),
- Kaugkütte torustikke – 2 031 m, kõik renoveeritud,
- Planeeritav kütuse kulu 6 000 pm^3 hakkpuitu kõikide tarbijate liitumisel,
- Soojuse müügiplaan - ca 4 000 MWh, koos sooja tarbeveega, kõikide tarbijate liitumisel.
- Planeeritud soojuskaod ca 490 MWh, ca 11%
- Soojuse hind 58 EUR/MWh, lisandub km.

- Tarbijad on võrgust sõltumatud.
- Soovitakse liituda kaugküttevõrguga – lokaalsete gaasikateldega hooned (12 objekti).
- Hakkpuidu ladu - 350 m^3.
- Peale katlamaja rekonstrueerimist arvestuslikku CO_2 heidet, mis kuulub maksustamisele, ei ole ja juhul kui lokaalsete katlamajadega tarbijad kaugküttevõrguga liituvad, väheneb veelgi gaasi tarbimine ja atmosfääri paisatav CO_2 heide.

Uued/uuendatud seadmed

- Biokütuse katel, Kalvis, tüüp 950M-1, tootja UAB Kalvis, Leedu,
- Max võimsus 0,95 MW,
- Max katlavee temperatuur 110 ^oC,
- Max katla töörõhk 6,0 baari,
- Vee temperatuur katlast 90 ^oC,
- Vee temperatuur katlasse70 ^oC,
- Olemas ökonomaiser,
- Katla kasutegur 85%,

Finants-majanduslikud andmed

- Katlamaja ehituse hinnaks koos laoga kujunes hankel - 268 800 €, ehitas AS Efipa,
- Kaugküttevõrgu renoveerimise hanke hinnaks kujunes - 309 960 €, ehitas AS Efipa,
- Omaniku järelevalve – 11 100€,
- **Kogu projekti maksumus – 589 860 €,**
- KIK-i rahastus – 286 082 €,
- Omaosalus laenuga – 303 778 €.

Joonis 11.5 Tabivere uue katlamaja välisvaade (Foto Rannar Raantse)

Joonis 11.6 Tabivere hakkpuidu katel uues katlamajas (Foto Rannar Raantse)

11.1.3.3 Muhu Liiva küla kaugküttevõrk

Muhu valla Liiva küla katlamaja hakati juba 1996. aastal kivisöelt tükkturbale üle viima, mõned aastad hiljem sai põhikütuseks hakkpuit. 2008. aastal paigaldati katlamajja ka teine hakkpuidul töötavkatel, kuna soojuse tarbimine kasvas (laiendati kooli). Tänaseks on täielikult rekonstrueeritud kaugküttevõrgu torustik ja lisandunud veel üks tarbija. Vaatamata küllaltki väikesele soojuse müügimahule (~1 400 MWh/a) on soojuse hind 58 €/MWh. Kogu

kütus hangitakse oma vallast ja saadakse peamiselt maastikuhoolduse tulemusel. Kütuse varumisega, hakkimisega ja katlamaja haldamisega tegeleb Muhu Valla Kommunaalamet.

Olukord enne renoveerimist

- Muhu valla Liiva katlamaja töötas aastani 1996 kivisöel, 1996-2008 hakkpuidul ja turbal, tipukatlana kasutati vajadusel õlikatelt, aastast 2008 töötab katlamaja ainult hakkpuidul
- Renoveerimata kaugkütte torustike pikkus oli 678 m,
- Töötas mitu erinevat kütust kasutavat katelt,
- Soojust toodeti 1 440 MWh,
- Soojust müüdi 1 200 MWh,
- Soojuskaod olid 240 MWh, ehk 20 %.

Olukord peale renoveerimist

- Aastast 2008 töötab uus renoveeritud katlamaja ainult hakkpuidul,
- Põhikatel REKA HKRSV 750, tipukatel REKA HKRS 500,
- Aastast 2010 renoveeritud kaugkütte torustik,
- Renoveeritud torustike kogupikkus 678 m,
- Hakkpuidu kogus 2 200 m^3 aastas,
- Soojuse tootmine aastas ca 1 400 MWh,
- Soojuse piirhind 58 EUR/MWh,
- Kütuselao maht – 1 000 m^3 hakkpuitu.
- Peale renoveerimist arvestuslikku CO_2 heidet praktiliselt ei ole.
- 2013. aasta lõpus liideti uus tarbija (Muhu Valla Sotsiaalkeskus)

Uued/uuendatud seadmed

- Põhikatel REKA HKRSV 750, tipukatel REKA HKRS 500,
- Multitsüklon MC-4KA,
- Kaugkütte torustike pikkus 678 m.

Finants-majanduslikud andmed

- Kaugküttevõrgu renoveerimise hanke hinnaks kujunes – 109 554 €, ehitas OÜ Märja Monte,
- KIK-i rahastus 54 777 €,
- Valla omaosalus 54 777 €,

Katlamaja rekonstrueerimise hind 299 270 €, millest KIK osa 269 343 € ja valla osa 29 927 €.

Joonis 11.7 Muhu Liiva katlamaja välisvaade (Foto Ü.Kask)

Joonis 11.8 Muhu Liiva katlamaja seest (Foto Ülo Kask)

11.1.3.4 Vana-Võidu katlamaja

Viiratsi valla (2013. aasta oktoobrist Viljandi valla) Vana-Võidu katlamaja opereerib AS Avoterm. 2013. aastaks viidi katlamaja KIKi rahalise toetuse abil põlevkiviõli küttelt üle puitkütusele. AS Märja Monte paigaldas uue 1,5 MW hakkpuidukatla, varukatlaks ja tipukoormuste katmiseks jäeti varem kasutusel olnud 2 MW õlikütte katel. Rajati uus katlamaja, kütuseladuja ühendused vajaliku taristuga. Projektikohaselt pidi aastas kuluma 4 373 m^3 (tm) hakkpuitu ja 41 tonni põlevkiviõli kerget fraktsiooni. Soojuse toodangu prognoos oli 6 600 MWh aastas. Siinjuures oli arvestatud perspektiivsete tarbijatega kahe koolile juurde ehitatava hoone näol. Soojuse hind pidi langema umbes 80 €/MWh-lt 65 €/MWh-le. Investeeringu maksumuseks kujunes seal 647 000 €.

Seoses teatavate kommunikatsioonihäiretega Viiratsi vallavalitsuse ja Viljandi Ühendatud Kutsekeskkooli vahel sai kool toetuse soojuspumpade paigaldamiseks uute hoonete kütteks, mistõttu osutus uuendatud katlamajja paigaldatud puitkütuse katla võimsus reaalse soojuskoormuse jaoks liiga suureks. Ilma uute hoonete lisandumiseta plaaniti kaugküttevõrgu soojuskoormuseks 3 330 MWh aastas, 2010. aastal oli müük 2 466 MWh. Kaugküttevõrgu torustike kogupikkus on 1 491 m, mis teeb tarbitava soojuse erikuluks 1,65 MWh/m. Sellest on Eesti väikevõrkudes suuremaid väärtusi ja väiksemaid väärtusi. Probleeme pidi tekkima ka kasutuselevõetud laos (maa-alune paigutus, niiskus), kus talvel külmaga niiske hake (vahel lumine) külmub klompideks ja seda on raske katlasse edastada. Seetõttu on olnud ebaühtlust katla töös.

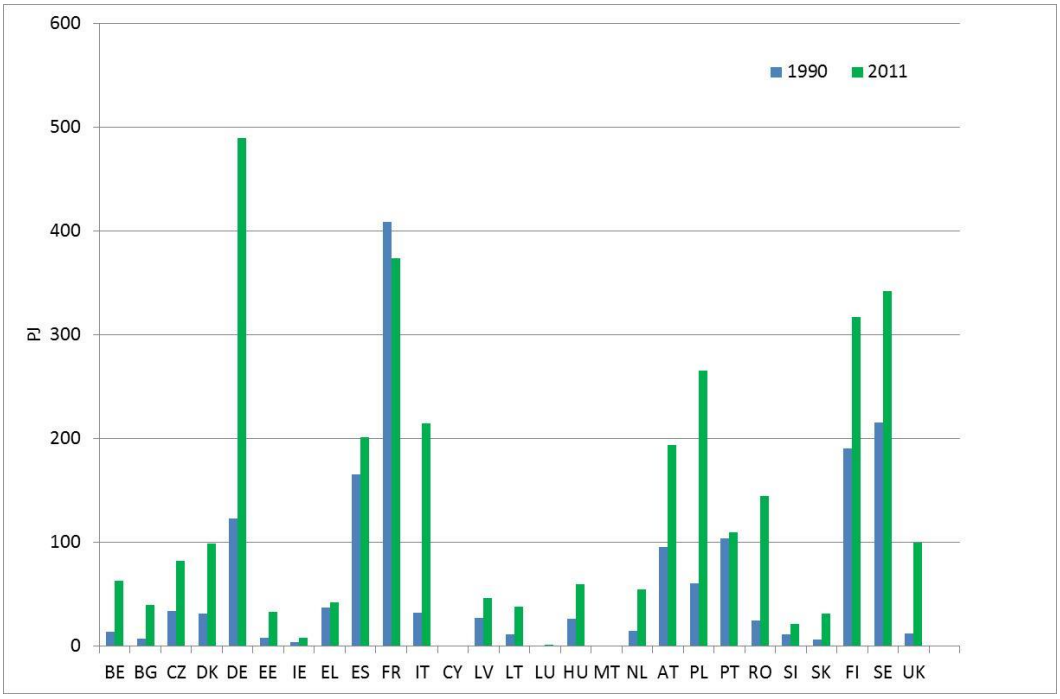
Põhiliseks projekti ebaõnnestumise põhjuseks tuleb pidada planeerimise vigu ja vähest suhtlust huvigruppidega, vähem oluline oli tehniliste lahenduste mitteküllaldane läbimõtlemine.

Seni ebaedukateks näideteks saaks lugeda ka need kaugküttevõrgud, kus ei ole õnnestunud veel fossiilkütustelt üle minna kohalikele biokütustele, mõnel pool on tehtud vastavad eeltööd (soojusmajanduse arengukava, taotlused KIKi jms), kuid ei ole kas valla volikogu suutnud otsustada, mida konkreetselt ette võtta või ei ole rahuldatud toetuse taotlust (Kärla). Paljudes kohtades ei ole soojusettevõtjal kahjuks võimekust (võib-olla ka tahtmist) rekonstrueerimisprojekte ellu viia (Oisu, Aravete jt). Kohtade näidetena, kus tehtud vajalikud tehnilis-majanduslikud arvutused kaugküttesüsteemi rekonstrueerimiseks ja olemas soojusmajanduse arengukava, olgu esitatud Rummu alevik Vasalemma vallas, Haljala alevik Haljala vallas, Väätsa alevik Väätsa vallas. Leidub ka kohti, kus kohalik omavalitsus soovib kaugküttesüsteemi taasrajada, hakata kasutama kütusena hakkpuitu või ka viljajäätmeid

(Rannu), kuid pole veel selgust, kas neid projekte ka toetatakse (Rannu alevik Rannu vallas ja Kõrgessaare alevik Hiiu vallas).

11.2 Eri riikide edusammud puitkütuste kasutuselevõtul viimase 20 aasta jooksul

EL riikides on puidu kasutamine kütusena viimastel aastatel oluliselt kasvanud. Aastatel 1990 kuni 2011 toimunud muutuste analüüsimiseks kasutame andmeid Eurostati andmebaasist[67]. Joonis 11.9 võrdleb puitkütuste tarbimist aastatel 1990 ja 2011. Kõigis riikides, v.a Prantsusmaa, on puidu kütusena tarbimise kogused kasvanud, s.h neljas riigis isegi üle viie korra: Ühendkuningriik 7,9 korda, Itaalia 6,7, Rumeenia 5,7 ja Bulgaaria 5,6 korda. Eestis ületas 2011. aasta energeetikas kasutatud puitkütuste kogus 1990. a taset 4,2 korda.



Joonis 11.9 Puitkütuste tarbimine EL riikides 1990 ja 2011. a

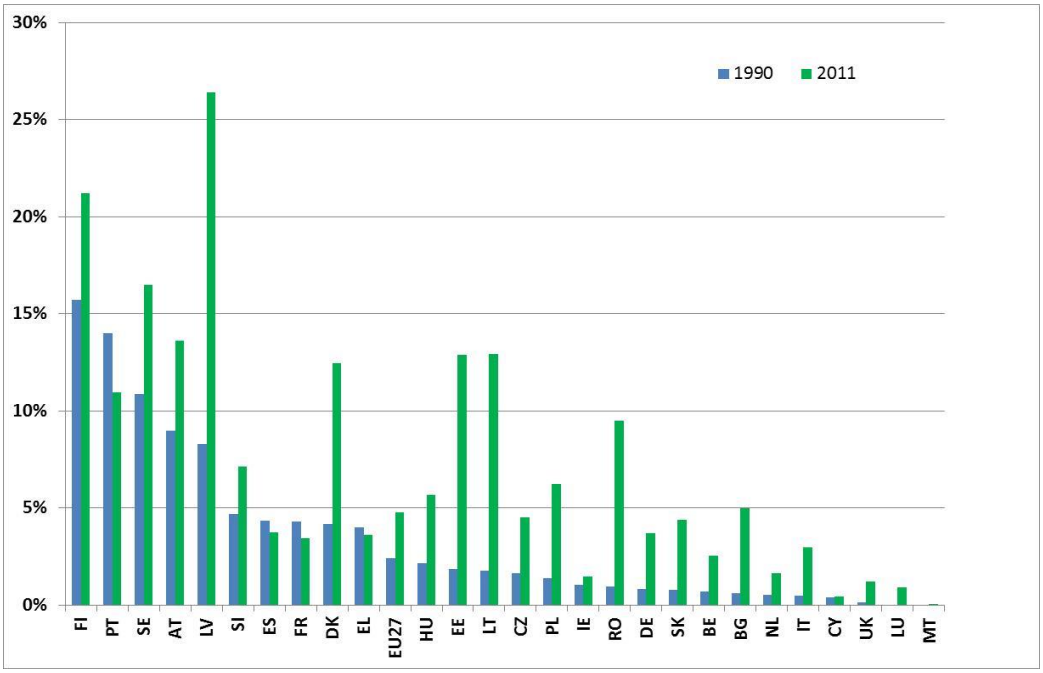
Analüüsitava perioodi jooksul on puidu kütusena kasutamine ELs tervikuna kasvanud kahekordseks (1990. a 1668,7 PJ, 2011. a 3378,2 PJ – andmed EL 27 kohta). Kuna sama aja jooksul on energia kogutarbimine jäänud peaaegu samale tasemele (kasv 2,9%), siis puidu osatähtsus energiaallikana on kasvanud 2,4%-lt 4,8%-ni, seega kaks korda. Vaatamata kahekordsele kasvule on puidu osatähtsus EL keskmisena siiski tagasihoidlik. Tabel 11.2 esitab puitkütuste osatähtsused kogutarbimises nende kaheksa riigi kohta, kus see näitaja 2011. aastal ületas 10%.

[67] Puitkütuste andmed Eurostati andmebaasis hõlmavad nii küttepuitu kui puidujäätmeid (*wood and wood waste*, kood andmebaasis 5541)

Tabel 11.2. Puidu osatähtsus energiatarbimises

Riik	1990	1995	2000	2005	2011
Läti	8,3%	21,7%	25,3%	26,3%	26,4%
Soome	15,7%	16,9%	19,5%	19,2%	21,2%
Rootsi	10,9%	13,5%	16,2%	15,3%	16,5%
Austria	9,0%	9,5%	9,5%	9,9%	13,6%
Leedu	1,8%	5,3%	9,0%	9,5%	12,9%
Eesti	1,9%	6,0%	10,3%	10,4%	12,9%
Taani	4,2%	4,1%	4,8%	8,3%	12,5%
Portugal	14,0%	12,3%	10,3%	9,9%	11,0%

Nagu näha, on kahes riigis puidu osatähtsus kogu tarbitud energias üle viiendiku ja ühes isegi üle neljandiku. Siin kuulub EL 27 esikuuikusse ka Eesti. Ülevaate vastava näitaja väärtustest perioodi 1990 – 2011 alguses ja lõpus kõigis EL liikmesriikides annab Joonis 11.10.



Joonis 11.10 Puitkütuste osatähtsus energia kogutarbimises EL riikides aastatel 1990 ja 2011

Ainult neljas riigis – Hispaania, Kreeka, Portugal ja Prantsusmaa – on puidu osatähtsus energiatarbimises vähenenud, ülejäänutes on toimunud kasv, mis on valdavalt olnud kiire. Võrreldes nimetatud osatähtsuse kasvu kiirust puidu suurima osatähtsusega riikides (vt Tabel 11.2), näeme et Leedus ja Eestis on osatähtsus 21 aastaga kasvanud üle viie korra (vt Tabel 11.3).

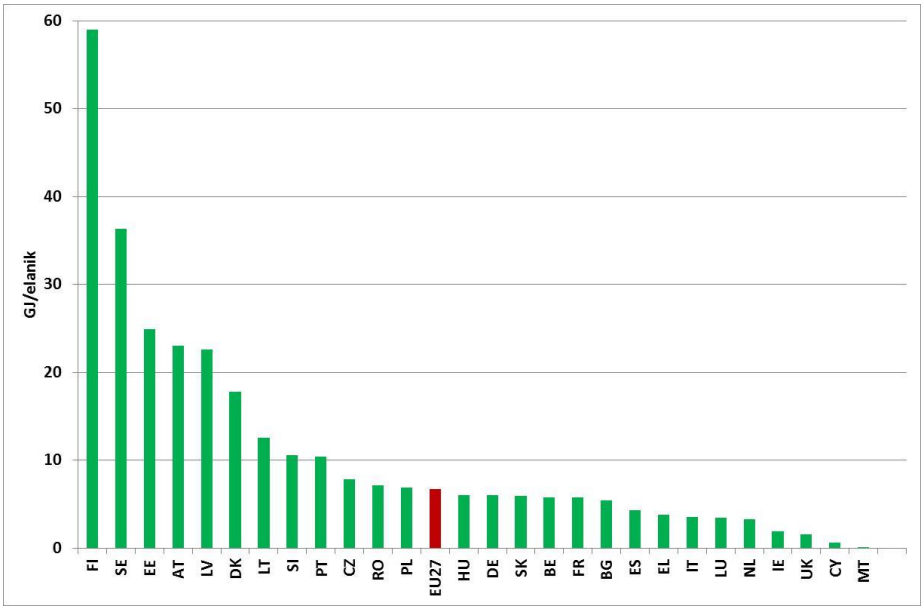
Tabel 11.3. Puidu osatähtsuse kasvu indeksid aastaks 2011 (1990 indeks = 1,000)

Leedu	7,318
Eesti	6,894
Läti	3,183
Taani	2,983
Austria	1,521
Rootsi	1,515
Soome	1,348
Portugal	0,782

Tuleb märkida, et mõnes puidu väiksema osatähtsusega riigis on see näitaja kasvanud veelgi rohkem. Siinkohal peab arvestama, et viimasel juhul on tegemist absoluutsel skaalal väga väikeste juurdekasvudega. Sellise suhtelise kasvu edetabelit EL 27 hulgas juhivad Rumeenia – osatähtsuse kasv 9,9 korda (1,0% 1990 ja 9,5% 2011), Ühendkuningriik – 8,4 (0,1% ja 1,2%) ja Bulgaaria 8,1 korda (0,6% ja 5,0%).

Puidu energiaallikana kasutamise olulise tõusu üheks olulisemaks põhjuseks on kindlasti EL kliima- ja energiapoliitika. Samas nähtub andmetest, et tarbitavate puitkütuste nii absoluutne kogus kui ka suhteline osatähtsus on muutunud riigiti väga erinevalt. Osaliselt on sellised küllaltki suured erinevused riikide vahel põhjustatud kliima erinevusest, kuid üheks teguriks on ka riikide energia- ja metsanduspoliitika koos vastavate toetusmeetmetega. Poliitika ja meetmete analüüs riigiti väljub käesoleva uuringu raamidest. Üldine meetmete kirjeldus on toodud alajaotises 3.3.2 ja lühiülevaade võimalikest konkreetsetest meetmetest on esitatud Soome näitel jaotises 3.3.3.

Teatud üldise ülevaate puidu energeetilise kasutamise mastaapidest ja võimalustest annab ka ühe elaniku kohta tarbitud puitkütuste tinglik kogus energiana (vt Joonis 11.11).

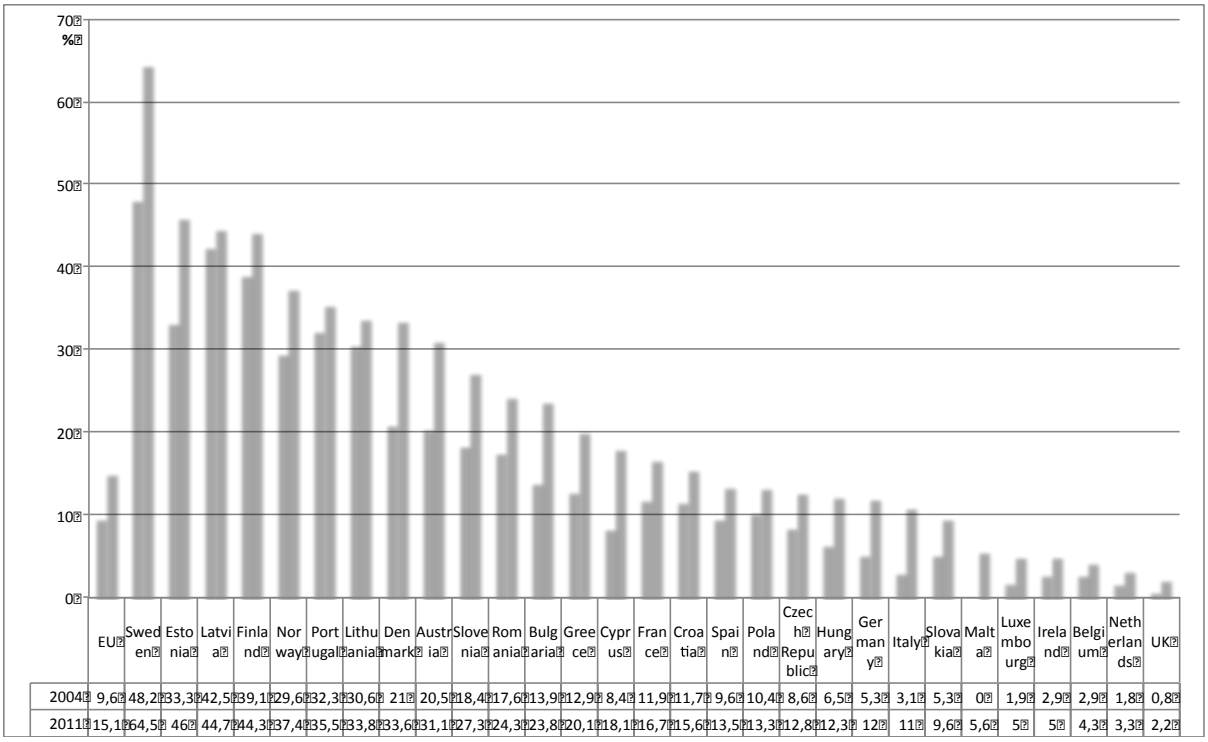


Joonis 11.11 Puitkütuste tarbimine elaniku kohta EL riikides 1990 ja 2011. a

EL 27 keskmist taset (6,7 GJ/elanik) ületab Soome 8,8 kordselt (59,0 GJ/elanik). Sellises arvestuses oli Eesti 2011. aastal EL 27 riikide hulgas kolmandal kohal – meil tarbiti elaniku kohta 24,9 GJ puiduenergiat. See tase ületab EL 27 keskmist 3,7 korda, kuid jääb Soomele ja Rootsile alla vastavalt 2,4 ja 1,5 kordselt. Seega vaatamata heale positsioonile on Eestil veel kindlasti arenguruumi.

Eri Euroopa riikide ja Eesti võrdlemisel on võimalik kasutada ka EUROSTAT'i online andmebaasi[68] ja Eesti Statistikaameti andmebaasi[69]. EUROSTAT'i online andmebaas hõlmab lühemat ajavahemikku (2004 – 2011) kui 20 aastat ja need andmed esitatakse eelnevale ülevaatele täienduseks, sest väljendavad biokütuse kasutamist mõnevõrra teises lõikes..

Kütmiseks kasutatakse biokütuseid Euroopa riikidest kõige rohkem Rootsis, kus biokütuste osatähtsus on tõusnud 48,2%-lt 2004. aastal kuni 64,5%-ni 2011. a (vt Joonis 11.12). Järgmisena on selles võrdluses Eesti (vastavalt 33,3% ja 46%), Läti (42,5% ja 44,7%) ja Soome (39,1% ja 44,3%). Euroopa Liidu liikmesriikide keskmine on samuti tõusnud (9,6% ja 15,1%), kuid see jääb tunduvalt alla kõigile Skandinaavia ja Balti riikidele.

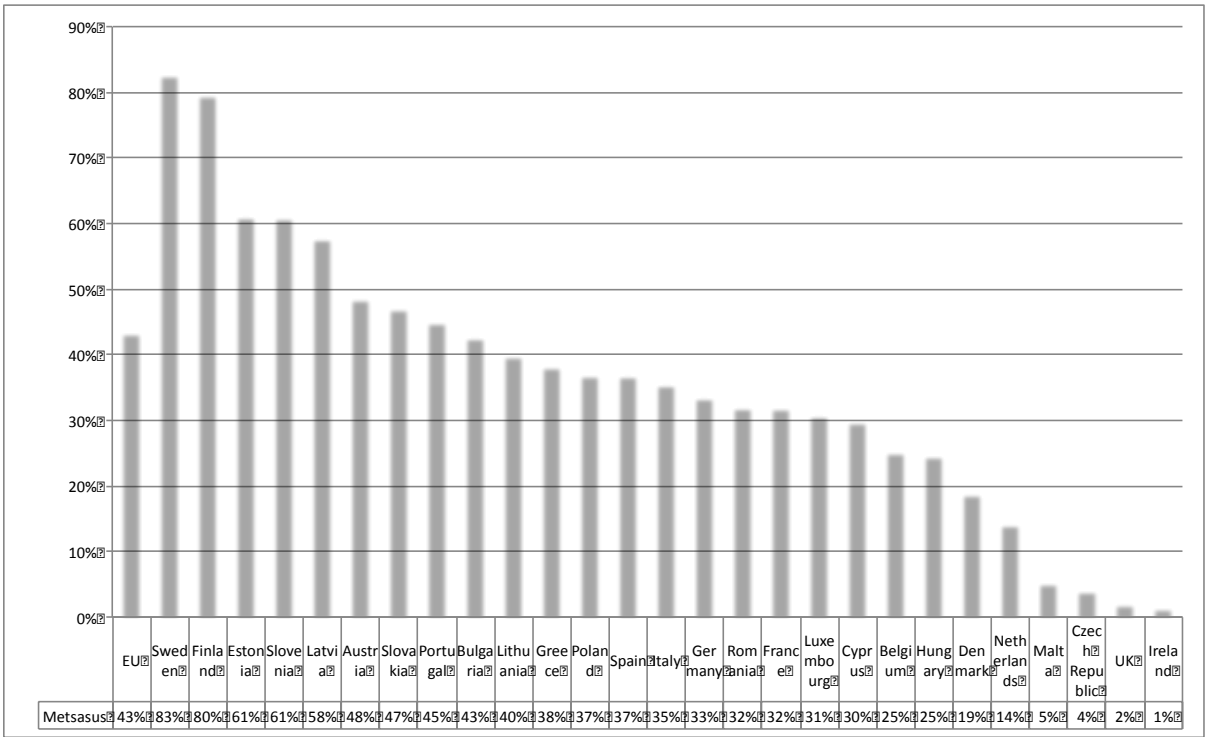


	EU	Sweden	Estonia	Latvia	Finland	Norway	Portugal	Lithuania	Denmark	Austria	Slovenia	Romania	Bulgaria	Greece	Cyprus	France	Croatia	Spain	Poland	Czech Republic	Hungary	Germany	Italy	Slovakia	Malta	Luxembourg	Ireland	Belgium	Netherlands	UK
2004	9,6	48,2	33,3	42,5	39,1	29,6	32,3	30,6	21	20,5	18,4	17,6	13,9	12,9	8,4	11,9	11,7	9,6	10,4	8,6	6,5	5,3	3,1	5,3	0	1,9	2,9	2,9	1,8	0,8
2011	15,1	64,5	46	44,7	44,3	37,4	35,5	33,8	33,6	31,1	27,3	24,3	23,8	20,1	18,1	16,7	15,6	13,5	13,3	12,8	12,3	12	11	9,6	5,6	5	5	4,3	3,3	2,2

Joonis 11.12 EUROSTAT'i andmed biokütuste kasutamise osatähtsuse kohta kütmisel

Biokütuste kasutamise võrdluses tuleb silmas pidada veel asjaolu, et eri maades on metsasus ja vastavalt ka puitkütuste kasutusvõimalused äärmiselt erinevad. Näiteks Suurbritannias, Hollandis, Iirimaal, Tšehhi Vabariigis ja Maltal on metsasus tunduvalt madalam kui Skandinaavia ja Balti maades. EUROSTAT'i statistika alusel on EL maismaast keskmiselt 43% kaetud metsaga, kõige suurem on metsasus aga Rootsis: 83% (vt Joonis 11.13)

[68] http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
[69] http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/databasetree.asp



Joonis 11.13 EUROSTAT'i andmed metsasuse kohta

Kui võrrelde biokütuste kasutuse muutust ajavahemikus 2004 – 2011, siis suurem suhteline juurdekasv on nendes riikides, kus varem biokütuseid kütmiseks ei kasutatud või kasutati väga vähe ja nendes maades, kus biokütusekasutus on olnud pidevalt märkimisväärne, on suhteline juurdekasv olnud madal (vt Tabel 11.4). ELis keskmisena on juurdekasv olnud 57% ja Eestis 38%.

Võrreldes biokütuse kasutamist kütteks ja metsasust, kasutatakse puitkütuseid võrreldes ressursiga suhteliselt tagasihoidlikult näiteks Slovakkias, kus 47% metsasuse tingimustes kasutatakse küttes ainult 9,6% biokütuseid, naaberriigis Austrias aga 48% metsasuse tingimustes kasutatakse biokütuseid kütteks 31,1% ulatuses. Suhteliselt vähe kasutatakse biokütuseid kütteks ka näiteks 37% metasasusega Poolas (13,3%). Väikese metsasusega riikidest torkab suure biokütuse kasutuse osatähtsusega silma Taani, kus 19% metsasuse tingimustes on biokütuste osatähtsus küttes 33,6%.

Kokkuvõttes mõjutavad puitkütuste kasutamist lisaks metsaressursi olemasolule ka teiste kodumaiste kütuste saadavus ja sellest tulenev riiklik energiapoliitika. Nii näiteks toodab Slovakkia puitkütuseid (eriti pelleteid) ka naaberriigi Austria jaoks. Sama kehtib ka Eesti kohta.

Tabel 11.4 Suurema ja väiksema biokütuse kasutuse juurdekasvuga riigid Euroopas ajavahemikus 2004 – 2011

Suurema biokütuste kasutuse juurdekasvuga riigid				**Väiksema biokütuste kasutuse juurdekasvuga riigi**			
Riik	**Tase 2004.a**	**Tase 2011.a**	**Juurde-kasv, %%**	**Riik**	**Tase 2004.a**	**Tase 2011.a**	**Juurdekasv, %%**
Malta	0,0%	5,6%	∞	Läti	42,5%	44,7%	5,2%
Itaalia	3,1%	11,0%	255%	Portugal	32,3%	35,5%	9,9%
Suurbritannia	0,8%	2,2%	175%	Leedu	30,6%	33,8%	10,5%
Saksamaa	5,3%	12,1%	126%	Soome	39,1%	44,3%	13,3%
Küpros	8,4%	18,1%	115%	Norra	29,6%	37,4%	26,4%
Ungari	6,5%	12,3%	89%	Poola	10,4%	13,3%	27,9%
Holland	1,8%	3,3%	83%	Horvaatia	11,7%	15,6%	33,3%
Slovakkia	5,3%	9,6%	81%	Rootsi	48,2%	64,5%	33,8%
Iirimaa	2,9%	5,0%	72%	Rumeenia	17,6%	24,3%	38,1%
Bulgaaria	13,9%	23,8%	71%	**Eesti**	**33,3%**	**46,0%**	**38,1%**
Taani	21,0%	33,6%	60%	Prantsusmaa	11,9%	16,7%	40,3%
Kreeka	12,9%	20,1%	55,8%	Hispaania	9,6%	13,5%	40,6%
Austria	20,5%	31,1%	51,7%	Belgia	2,9%	4,3%	48,3%
Tšehhi Vab.	8,6%	12,8%	48,8%	Sloveenia	18,4%	27,3%	48,4%
EL kokku	**9,6%**	**15,1%**	**57,3%**				

12 KASUTATUD KIRJANDUS

- V.Vares, Ü.Kask, P.Muiste jt. Biokütuse kasutaja käsiraamat. TTÜ kirjastus: Tallinn, 2005
- *Audit Procedures for Solid-Fuel-Fired Heating Plants*. 1997, MOTIVA, Ekono Energy, VTT Energy: Helsinki, p. 80.
- Saarman, E. *Puiduteadus*. 1998: OÜ Vali Press.
- AS Pelletiküte koduleht: http://www.pellet.ee/
- Ü.Kask, V.Vares. Puidu gaasistamise seadme KaTa-100 eeluuring. Aruanne. TTÜ STI. Tallinn, 2012
- Ü. Kask. Bioetanooli kasutamise eeldused ja võimalused Eestis (energia- ja kütusemajandus). Aruanne. TTÜ. STI. Tallinn, 2013
- http://www.pellet.ee/content.php?nid=13&pid=1
- http://en.wikipedia.org/wiki/Wood_diesel
- http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/draft_vision_report_en.pdf
- http://www.chemrec.se/admin/UploadFile.aspx?path=/UserUploadFiles/Chemrec-Company-Presentation-2010.pdf
- http://www.biofuelstp.eu/factsheets/dme-fact-sheet.pdf)
- http://www.chemrec.se/admin/UploadFile.aspx?path=/UserUploadFiles/Pressreleaser%202010/The-first-BioDME-plant-in-the-world-inaugurated_1.pdf.
- Hubert E. Stassen, Small-Scale Biomass Gasifiers for Heat and Power. A Global Review. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 1995
- Handbook Biomass Gasification, editor Harrie Knoef. BTG Biomass Technology Group BV, 2005, 378 pp.
- You future energy, now! Firma XYLOWATT ettekanne, http://www.xylowatt.com/images/stories/pdf/XYLOWATT_EN_A4.pdf
- http://www.allpowerlabs.org/gasification/resources/index.html
- http://gekgasifier.com/wp-content/uploads/2012/02/Rev_catalog_020912_w_orderform.pdf
- BTG: Thermal conversion of biomass into secondary products – the case of gasification and pyrolysis, presented at the 12th European conference on Biomass and Waste, Amsterdam, 2002.
- http://media.godashboard.com/gti/IEA/Fall06ChicagoTaskMeeting/IEA_WS6UK10-06.pdf
- Elisa Pieratti. Biomass gasification in small scale plants: experimental and modelling analysis. Doctoral thesis, University of Trento Trento, Italy 2011, 159 pp.

13 LISAD

Lisa 1. Puitkütused energiabilansis (TJ)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	20 617	22 279	22 608	26 592	27 132	27 170	25 044	29 119	29 593	34 060	38 669	38 254
Import	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia ressursid	21 484	22 921	23 148	27 245	28 588	28 726	26 442	30 070	30 618	35 315	40 322	39 372
Eksport	190	582	713	2 947	3 399	4 401	5 231	5 916	4 343	5 761	6 439	5 844
Primaarenergia varustatus	20 652	21 799	21 782	22 842	23 633	22 927	20 260	23 129	25 020	27 901	32 765	32 189
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	6 855	7 750	7 782	7 669	8 657	9 898	7 454	6 489	8 269	10 427	14 792	16 631
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	6	38	3	6	52	1 127	3 065	2 993
..tarbitud soojuse tootmiseks	6 363	7 695	7 731	7 666	8 651	9 860	7 451	6 483	8 216	9 300	11 664	13 638
..tarbitud kütuste tootmiseks	492	55	51	3	0	0	0	0	1	0	63	0
Tegelik lõpptarbimine	14 259	14 048	13 988	15 160	14 974	13 014	12 794	16 625	16 709	17 454	17 969	15 450
..lõpptarbimine kodumaja-pidamises	13 888	13 639	13 685	14 400	14 334	12 342	12 107	15 862	16 260	17 219	17 701	15 263

Lisa 2A. Küttepuud energiabilansis (tuh tm)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	1 592	1 592	1 571	1 605	1 584	1 573	1 545	1 678	1 719	1 741	1 818	1 704
Import	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Primaarenergia ressursid	1 653	1 642	1 609	1 646	1 643	1 627	1 589	1 741	1 747	1 768	1 850	1 737
Eksport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia varustatus	1 603	1 604	1 568	1 587	1 589	1 583	1 527	1 712	1 720	1 736	1 826	1 708
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	161	127	108	118	106	74	69	62	53	54	121	47
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
..tarbitud soojuse tootmiseks	96	120	101	118	106	74	69	62	53	54	113	47
..tarbitud kütuste tootmiseks	65	7	7	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Tegelik lõpptarbimine	1 466	1 477	1 459	1 468	1 483	1 509	1 458	1 649	1 666	1 679	1 705	1 661
..lõpptarbimine kodumaja-pidamises	1 430	1 437	1 435	1 420	1 416	1 430	1 387	1 587	1 619	1 654	1 681	1 646

Lisa 2B. Küttepuud energiabilansis (TJ)

TJ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	12 035	12 035	11 880	12 139	11 977	11 895	11 685	12 691	12 996	13 163	13 745	12 885
Import	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia ressursid	12 499	12 413	12 165	12 444	12 426	12 301	12 017	13 162	13 213	13 369	13 990	13 068
Eksport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia varustatus	12 121	12 128	11 860	11 995	12 020	11 969	11 546	12 945	13 007	13 124	13 807	12 847
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	1 216	961	818	893	800	561	519	467	402	410	913	350
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
..tarbitud soojuse tootmiseks	724	906	767	890	800	561	519	467	401	410	852	350
..tarbitud kütuste tootmiseks	492	55	51	3	0	0	0	0	1	0	61	0
Tegelik lõpptarbimine	11 088	11 168	11 035	11 091	11 218	11 409	11 026	12 468	12 598	12 698	12 895	12 496
..lõpptarbimine kodumaja-pidamises	10 813	10 862	10 853	10 736	10 705	10 810	10 487	11 999	12 239	12 505	12 713	12 380

Lisa 3A. Puiduhake ja -jäätmed energiabilansis (tuh tm)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	1 401	1 672	1 751	1 778	1 886	1 754	1 960	1 613	1 943	2 059	2 527	2 681
Import	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Primaarenergia ressursid	1 467	1 715	1 793	1 835	1 978	1 857	2 059	1 668	1 995	2 163	2 653	2 757
Eksport	31	94	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia varustatus	1 393	1 579	1 620	1 743	1 875	1 758	2 003	1 616	1 892	2 037	2 589	2 640
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	920	1 107	1 137	1 097	1 275	1 510	1 426	975	1 266	1 426	1 971	2 320
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	1	6	1	1	9	163	438	429
..tarbitud soojuse tootmiseks	920	1 108	1 137	1 097	1 274	1 504	1 425	973	1 257	1 263	1 532	1 890
..tarbitud kütuste tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tegelik lõpptarbimine	517	471	482	646	599	246	575	639	619	613	618	321
..lõpptarbimine kodumaja-pidamises	502	454	462	580	582	236	552	598	607	608	606	314

Lisa 3B. Puiduhake ja -jäätmed energiabilansis (TJ)

TJ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	8 582	10 244	10 728	10 899	11 559	10 756	8 246	9 886	11 907	14 412	17 692	18 768
Import	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia ressursid	8 985	10 508	10 983	11 247	12 124	11 386	8 853	10 226	12 227	15 046	18 558	19 214
Eksport	190	582	713	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia varustatus	8 531	9 671	9 922	10 682	11 494	10 779	8 513	9 906	11 593	14 180	18 112	18 399
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	5 639	6 789	6 964	6 723	7 815	9 256	6 896	5 974	7 758	9 906	13 789	16 187
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	6	38	3	6	52	1 127	3 065	2 993
..tarbitud soojuse tootmiseks	5 639	6 789	6 964	6 723	7 809	9 218	6 893	5 968	7 706	8 779	10 722	13 194
..tarbitud kütuste tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Tegelik lõpptarbimine	3 171	2 880	2 953	3 959	3 677	1 514	1 605	3 936	3 804	4 273	4 323	2 211
..lõpptarbimine kodumaja-pidamises	3 075	2 777	2 832	3 554	3 567	1 444	1 458	3 669	3 719	4 246	4 243	2 161

Lisa 4A. Puitbrikett ja -pelletid energiabilansis (tuh t)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	210	212	267	302	387	277	383	427	390
Import	0	0	0	0	0	0	0	12	17
Primaarenergia ressursid	210	237	298	329	395	306	407	471	437
Eksport	174	200	260	309	350	257	340	391	362
Primaarenergia varustatus	10	6	11	12	16	25	35	50	56
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	3	2	5	2	3	6	7	6	6
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0
..tarbitud soojuse tootmiseks	3	2	5	2	3	6	7	6	6
..tarbitud kütuste tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tegelik lõpptarbimine	7	4	6	10	13	18	29	44	51
..lõpptarbimine kodumajapidamises	7	4	6	10	12	18	28	44	48

Lisa 4B. Puitbrikett ja -pelletid energiabilansis (TJ)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primaarenergia tootmine	3 554	3 596	4 519	5 113	6 542	4690	6485	7232	6601
Import	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaarenergia ressursid	3 554	4 038	5 039	5 572	6 682	5178	6900	7774	7090
Eksport	2 947	3 399	4 401	5 231	5 916	4343	5761	6439	5844
Primaarenergia varustatus	165	119	179	201	278	420	597	846	943
Tarbitud muundamiseks teisteks energialiikideks	53	42	81	39	48	109	111	90	94
..tarbitud elektrienergia tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0
..tarbitud soojuse tootmiseks	53	42	81	39	48	109	111	90	94
..tarbitud kütuste tootmiseks	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tegelik lõpptarbimine	110	79	91	163	221	307	483	751	743
..lõpptarbimine kodumajapidamises	110	62	88	162	194	302	468	745	722

Lisa 5. Taastuvallikatest toodetud energia osatähtsuse näitajad ja energiasõltuvusmäär Eestis

Näitaja	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
Taastuvenergiast toodetud elektri osatähtsus elektri kogutarbimises, %	0,1	0,1	0,5	0,6	0,7	1,3	1,4	1,5	2,1	6,2	10,8	12,7
Taastuvenergia osatähtsus primaarenergia tootmises, %	15,6	17	16,2	16,5	17,7	17,2	16,4	16,4	17,2	20,2	19,5	18,6
Taastuvenergia osatähtsus energia kogutarbimises, %	10,9	10,9	11,3	10,7	10,8	10,7	9,7	10,0	11,0	13,7	14,2	13,5
Taastuvenergia osatähtsus energia lõpptarbimises, %					18,4	17,5	16,1	17,1	18,9	23,0	24,6	(25,9)
Energiasõltuvus-määr, %	32,6	33,6	30,7	27,8	30,5	27,6	31,7	26,9	26,7	24,6	14,9	13,3
Biokütuse osatähtsus tarbitud mootorikütuses, %	–	–	–	–	–	–	0,15	0,06	0,82	0,26	1,76	…