



Kulutõhusad ja jätkusuutlikud puidukogumismeetodid

Baltic ForBio

Metsa bioenergia tootmise
kiirendamine Läänemere piirkonnas



Baltic ForBio

**Metsa bioenergia tootmise kiirendamine
Läänemere piirkonnas**

Kulutõhusad ja jätkusuutlikud puidukogumismeetodid

Tööpaketi juht Pasi Poikonen

Peatoimetaja:	Pasi Poikonen	Soome Loodusvarade Instituut (Luke)
Töögrupp:	Maria Iwarsson Wide	Rootsi Metsauuringute Instituut (Skogforsk)
	Juha Laitila	Soome Loodusvarade Instituut (Luke)
	Valda Gudynaitė– Franckevičienė	Kaunase Metsanduse ja Keskkonnatehnoloogia Rakenduskõrgkool (KMAIK)
	Indrek Jakobson	Sihtasutus Erametsakeskus
	Allar Luik	Sihtasutus Erametsakeskus
	Livia Pošlin	Sihtasutus Erametsakeskus
	Peichen Gong	Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool (SLU)
	Andis Lazdiņš	Läti Riiklik Metsauuringute Instituut (Silava)
	Raimonds Bermanis	Läti Maapiirkondade Nõustamis- ja Koolituskeskus
	Maija Birkenā- Dzelzkaleja	Läti Maapiirkondade Nõustamis- ja Koolituskeskus
	Elvira Grasmane	Läti Maapiirkondade Nõustamis- ja Koolituskeskus
	Mareike Schultze	Wildau Tehnikakõrgkool
	Thomas Rimmmler	Soome Loodusvarade Instituut (Luke)
	Mika Mustonen	Soome Loodusvarade Instituut (Luke)
Retsensent:	Urpo Hassinen	Bioenergia ja biomajanduse ekspert, Soome Metsakeskus, ida teeninduspiirkond
Pildid:	Arlickienė, Eliasson, Grönlund, Gudynaitė–Franckevičienė, Gudynas, Hartmann, Hassinen, Iwarsson Wide, Laitila, Lazdāns, Lazdiņš, Luke MetInfo, Niemistö, Oksanen, Poikonen, Saule, Schultze, Skogforsk, Soininen, Tykkyläinen, Viklund ja von Hofsten	

Eestikeelne tõlge: OÜ Välek

Küljendus ja printimine: Edita Prima Oy, 2020

Kirjastaja: Soome Loodusvarade Instituut (Luke)

Selle väljaande püsilink on: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-049-6>

ISBN 978-952-380-048-9 pehme köide

ISBN 978-952-380-049-6 PDF

Välja andnud Soome Loodusvarade Instituut (Luke), 2020

Käsiraamat on projekti “Baltic ForBio – metsa bioenergia tootmise kiirendamine Läänemere piirkonnas” – üks väljunditest. Tööpakett 2 – Kulutõhusad ja jätkusuutlikud puidukogumismeetodid (G.A.2.2: käsiraamatud ja suunised – raiejäätmete ja väikeste puude kogumise käsiraamatud ja suunised).

KASUTATUD LÜHENDID JA TERMINID

hakkimine	=	puidu peenestamine teravate lõiketerade abil
peenestamine	=	üldine tegusõna hakkpuidu tootmise kohta, mis ei sõltu kasutatavast meetodist
jahvatamine	=	puidu peenestamine nüride tööriistade abil
purustamine	=	puidu peenestamine suurel kiirusel töötavate nüride tööriistade abil
RDM	=	puutüve rinnasdiameeter ehk läbimõõt rinna kõrgusel – mõõdetuna juurekaelast 1,3 meetri kõrguselt
KK	=	kaugküte
m ³ KA	=	puidu koorealune ruumala tihumeetrites
valgustusraie	=	alla 8 cm RDM-iga puude raiet nimetatakse valgustusraieks ja üle 8 cm RDM-iga puude raiet harvendusraieks
tükkideks rebimine	=	puidu peenestamine väikesel kiirusel töötavate nüride tööriistade abil
väikesed puud	=	Soome statistikas loetakse väikesteks puudeks laasitud puid, kogupuid ja paberipuid, mida kasutatakse energia tootmiseks. Eestis räägitakse väiksemate puude ja põõsaste puhul alarinde või teise rinde raiest. Saksamaal tarvitatakse energia tootmiseks kasutatavate laasitud puude, kogupuude, paberipuidu ja ümarpuidu kohta terminit „väike-ümarpuit“.
koondamistee (kokkuveotee)	=	puidu metsasisene veokoridor raietööde ajal

Käsiraamatu (2. töopakett) sisukord:

KASUTATUD LÜHENDID JA TERMINID.....	3
EESSÕNA.....	5
1. TAUSTATEAVE.....	6
1.1. Bioenergiasektori praegune tase Läänemere piirkonna riikides	6
1.2. Sektori hinnanguline teoreetiline maht ja olulised piirangud	14
1.2.1. Riiklikud eesmärgid	14
1.2.2. Praegused metsa bioenergiat kasutavad jaamad	18
1.2.3. Uute energiatootmisjaamade potentsiaal.....	25
1.2.4. Olemasolevad metsa biomassi ressursid	27
1.2.5. Praegused kaugküttesüsteemid ja investeeringuvajadused Läänemere piirkonna riikides	33
1.3. Poliitikavahendid ja nende peamised metsaenergiaäri edendavad elemendid	35
2. METSAENERGIA KOGUMINE NOORENDIKE HOOLDAMISE, ESMASTE JA TÄIENDAVATE HARVENDUSRAIETE OSANA.....	40
2.1. Metsa bioenergia kogumise tehnoloogilised tahud	40
2.1.1. Energiapuidu tootmine noorendike hoolduse osana	40
2.1.2. Mitme tüve raie	41
2.1.3. Väljavedu	50
2.2. Metsa bioenergia kogumise majanduslikud tahud	56
2.3. Metsa bioenergia kogumise keskkonnavalasid tahud	63
3. METSAENERGIA ÜHENDATUD KOGUMINE ESMASTE JA TÄIENDAVATE HARVENDUSRAIETE AJAL JA PÄRAST NEID.....	67
3.1. Metsa bioenergia kogumise tehnoloogilised tahud – kütuse kvaliteet ja kestlikkus.....	67
3.2. Metsa bioenergia kogumise majanduslikud tahud	71
3.3. Metsa bioenergia kogumise keskkonnavalasid tahud – mõned uudsed tahud	75
4. METSAENERGIA KOGUMINE LÕPPRAIETE AJAL JA PÄRAST NEID.....	78
4.1. Metsa bioenergia kogumise tehnoloogilised tahud	78
4.2. Metsa bioenergia kogumise majanduslikud tahud	89
4.3. Metsa bioenergia kogumise keskkonnavalasid tahud	91
5. KOKKUVÕTE HEADEST TAVADEST ERI RIIKIDE TINGIMUSTES.....	96
5.1. Head tavad riikide kaupa	96
5.2. Huvirühmade ees seisvad raskused	102
5.3. Edasised sammud lähitulevikus	106

EESSÕNA

Metsa biomass on Läänemere piirkonnas väga oluline taastuvenergia allikas. Metsa-raie käigus tekib tohutul hulgal raiejäätmek, millest suurt osa oleks võimalik kasutada energia tootmiseks, kuid mis majanduslikel ja ökoloogilistel põhjustel jäetakse metsa. Valgustusraie käigus raiejäätmek ja väikeste puude kogumisel on kasvava taastuvenergia nõudluse rahuldamiseks palju potentsiaali. Selle käsiraamatu eesmärk on suurendada taastuvenergia tootmist Läänemere piirkonnas, parandades ametiasutuste, metsa- ja energiaagentuuride, metsaomanike ja ettevõtjate organisatsioonide ning metsandusalase nõustamisega tegelevate organisatsioonide suutlikkust varajase harvendusraie käigus tekkinud raiejäätmek ja raiutud väikeste puude kogumise ja kasutamise edendamises.

Käsiraamat koosneb viiest peatükist, milles antakse ülevaade metsa bioenergia rollist Läänemere piirkonna riikides: Eestis, Soomes, Saksamaal, Lätis, Leedus ja Rootsis. Iga metsakasvuetapiga seotud konkreetseid tingimusi kirjeldatakse tehnoloogilisest, majanduslikust ja keskkonnahoiu seisukohast. Käsiraamat tutvustab partnerriikide praeguseid puidukogumismeetodeid ja soovib huvirühmadele parimaid tavasid. Selle eesmärk on võimaldada õppida individuaalselt ja organisatsiooniliselt uute metsa bioenergia rakendamise viiside kohta.

Autorid

Käsiraamatus tõstatatud ja arutatud probleemid eri etapis metsaaladel:

Metsaalad, kus tegevus toimub	Tehnoloogilised	Majanduslikud	Keskkonnaalased	Kokku
Noorendikud	16	7	5	28
Harvendikud	3	2	3	8
Raiesmikud	11	2	11	24
Tahu kohta kokku	30	11	19	60

1. TAUSTATEAVE

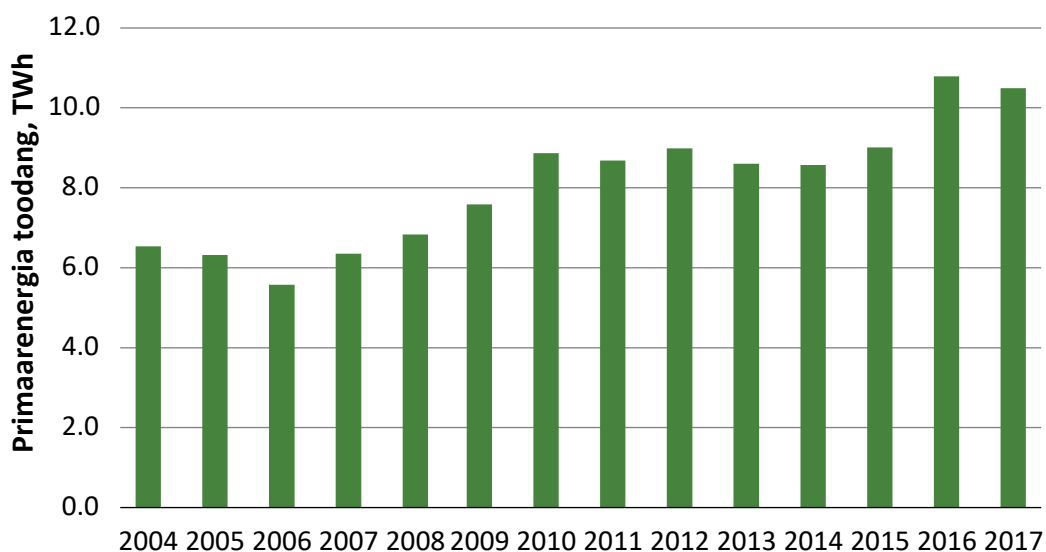
1.1. Bioenergiasektori praegune tase Läänemere piirkonna riikides

Eesti

Biomassi kasutamine on Eestis aasta-aastalt kasvanud. 2017. aastal oli biomassi osakaal primaarenergia allikate seas 15,4% ja energia lõpptarbimises 14,4%. Taastuvatest energiaallikatest toodetud soojusenergia moodustas 2017. aastal kogu toodetud soojusenergiast 57%, millest ligi 46% saadi biomassist. Kui 2010. aastal oli taastuvatest energiaallikatest toodetud elektrienergia osakaal Eestis 10,4%, siis 2017. aastal oli see peaaegu kaks korda suurem: 18%. Biomassi osakaal elektrienergia tootmises oli vaid 2,5%.¹ Puit, sealhulgas metsatööstuse ja puidutööstuse jäätmed, annab eesti kütusemajandusse olulise panuse. Halva kvaliteediga puit ja puidutööstuse jäätmed mängivad nii soojus- kui ka elektrienergia tootmises üha suuremat rolli.

Energeetika valdkonnas on Eesti metsanduse arengukavas sõnastatud järgmine kliimamuutuse leevendamise alane eesmärk: „Puidu kui taastuva tooraine ja taastuvenergia allika kasutamine on eelistatud suurema CO₂ emissiooniga toodete ning taastumatute energiaallikate asemel.“²

Taastuvate energiaallikate kiire arengu (sealhulgas raiejäätmete kasutuselevõtu) tõttu viimastel aastatel on puidu kasutamine energia tootmises nüüdseks ületanud „Eesti metsanduse arengukavas aastani 2020“ eesmärgiks seatud taseme (Figure 1). 2017. aasta mahud Eestis olid 690 000 m³ oksapuitu ja 3 700 000 m³ halva kvaliteediga ümarpuitu, mis sobivad energia tootmiseks (hakkpuiduna, põletamiseks või graanulite valmistamiseks). Enamik energiapuitu saadakse lageraiest. Eesti saeveskid tootsid 2 200 000 m³ jäätmeid (saepuru, puuküljed jne). Need mahud on tõenäoliselt pikas perspektiivis jätkusuutlikud.³



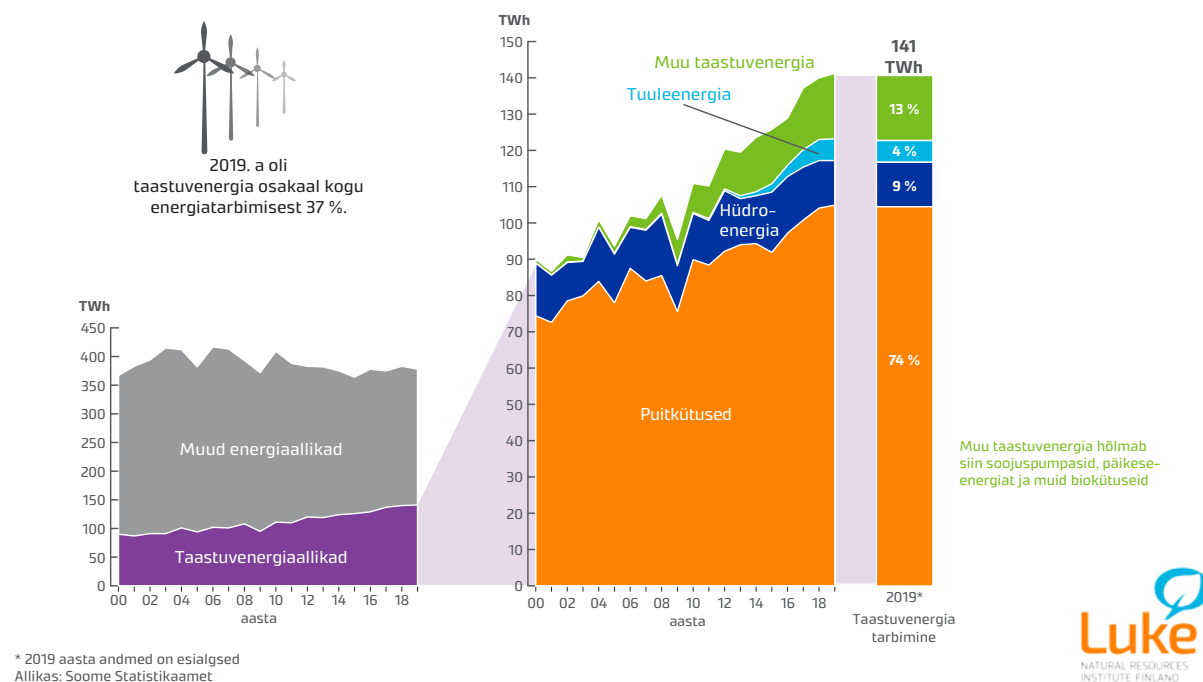
Joonis 1. Primaarenergia toodang puitkütusest aastatel 2004...2017¹

Energia tootmisel puidust ei tohi eirata selle jätkusuutlikkuse aspekte. Eestis on jätkusuutlik metsamajandus tagatud „Eesti metsanduse arengukavaga aastani 2020“ ja metsaseadusega⁴. Suur osa energiapuidust pärineb hall-lepikutest. Hall lepp moodustab 7,7% majandatavast (kaitse all mitteolevast) metsavarust. Veidi väärtuslikum must lepp moodustab lisaks 3,5% koguvarust. Kuna enamik hall-lepikutest läheb puhtalt energiapuiduks, kasutatakse nende raieks sageli ekskavaatoritele paigaldatud giljotiini tüüpi raiepäid. Seda materjali kasutatakse ainult energia tootmiseks. Hall-lepikud on enamasti vanad mahajäetud põllud. Pärast raiet isutatakse mõnede hall-lepikute aladele muid sobivaid puuliike (peamiselt kuusk) ning teised jäetakse halli lepaga looduslikult taastuma. Kuna hall-lepikuid raiutakse mõnikord siis, kui need on umbes 25-aastased, on olemas majanduslikud põhjused istutamise ärajätmiseks. Üldiselt peaks hall-lepikute kasvuala vähenema. Halva kvaliteediga muldadega piirkondades ning Põhja- ja Lääne-Eestis teatavates paikades esineb alasid, kus hakkpuiduks kasutatakse kõiki puid (peamiselt halli leppa), kuid üldiselt on tingimused kogu Eestis sarnased.

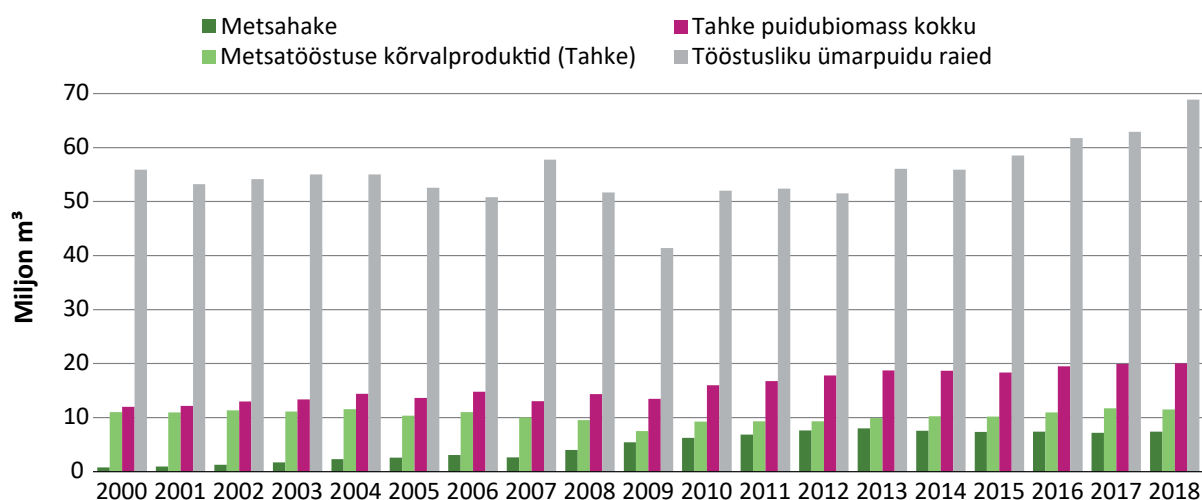
Soome

Soomes on taastuvenergia tootmine suuresti metsanduse ja metsatööstusega lõimitud. 2018. aastal oli puiduenergia kogutarbimine Soomes 104 TWh, mis moodustas 27% kogu energiatarbimisest ja $\frac{3}{4}$ taastuvenergia tarbimisest riigis. Soojus- ja elektrienergia tootmiseks kulus puidupõhist tahket biomassi 20 miljonit m³, millest 7,4 miljonit kuupmeetrit moodustas hakkpuit. Soojus- ja elektrienergia koostootmises kasutati hakkpuitu 4,7 miljonit m³ ning soojuse tootmises 2,7 miljonit m³. Koos talude ja väikeelamute (0,7 miljonit m³) tarbitud hakkpuiduga ulatus hakkpuidu kogutarbimine 8,0 miljoni tihumeetrini. Lisaks põletatakse eramajade ahjudes 6,5 miljonit m³ küttepuitu.⁵

Ligikaudu pool ehk 3,9 miljonit m³ kaubanduslikust hakkpuidust toodeti noorendike majandamisest pärit väikese läbimõõduga harvenduspuidust ning 2,7 miljonit m³ saadi lõppraiejäätmetest. Kaubanduslikus soojus- või elektrienergia tootmises kasutati kände hakkpuidu toormena 0,4 miljoni tihumeetri jagu ning suurt müügikõlbmatut ümarpuitu samuti 0,4 miljonit tihumeetrit.⁶



Joonis 2. Tahkete puitkütuste osakaal kogu tarbitud energia allikates.⁵



Joonis 3. Tahke puidupõhise biomassi kasutamine soojus- või elektrienergia tootmises ning aastased ümarpuidu kogumise mahud Soomes aastatel 2000–2018.⁷

Metsaenergia aastased kasutamismahud sõltuvad talvistest ilmadest: külmema ilma korral kasutatakse metsaenergiat tõenäoliselt rohkem.

Saksamaa

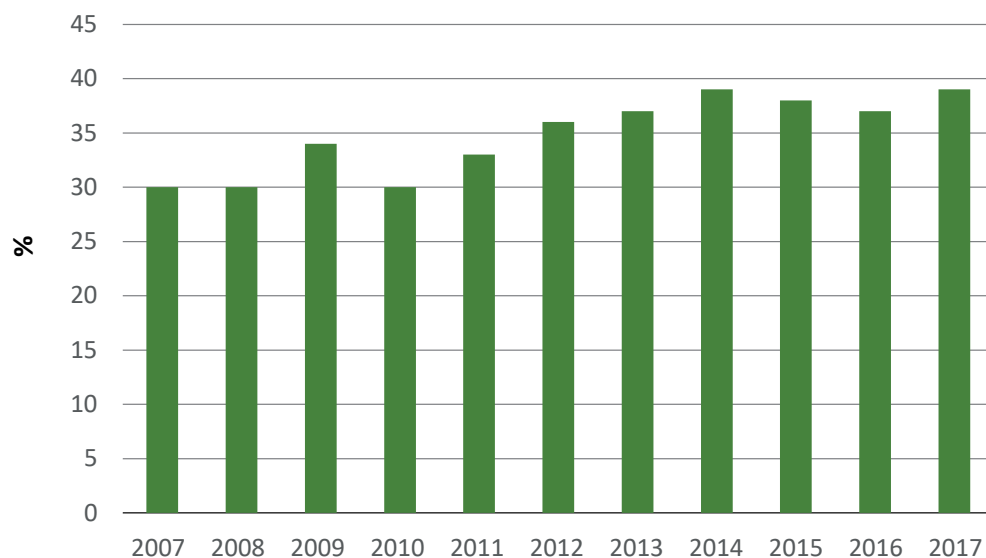
Saksamaal on bioenergiast viimastel aastatel saanud oluline majanduslik tegur. Aastal 2017 moodustas bioenergia 7,1% kogu toodetud primaarenergiast.⁸

Puitkütuste tootmine Saksamaa metsadest kahekordistus aastate 2003 ja 2013 vahel. Viimastel aastatel on metsadest puitkütuse ametlikult registreeritud kogumise mahud jäänud umbes 9–11 miljoni m³ ringi aastas. See statistika kajastab siiski ainult osa tegelikust metsakütuste tootmisest.⁹

Saksamaa metsad toimivad endiselt süsiniku netosidujana, ehkki metsakütuste tootmismahud on kasvanud. 2014. aastal sidusid Saksamaa metsad ligikaudu 58 miljonit netotonni CO₂ ekvivalenti.¹⁰ Kuna metsakütused asendavad fossiilkütuseid, loetakse metsast kogutud bioenergiat kliimamuutuse leevendajaks. Tulevikus võivad äärmuslikud ilmastikunähtused ja nende põhjustatud õnnetused kahjustada metsi sedavõrd, et need hakkavad süsinikku eraldama rohkem, kui siduda suudavad. Metsadest puidu ja puitkütuse kogumise kasvuga on metsa jätkusuutlik majandamine toitainetega varustatuse, metsa edasise arengu (kasvu ja kvaliteedi) ja looduskaitse küsimustes muutunud avaliku huvi objektiks.

Läti

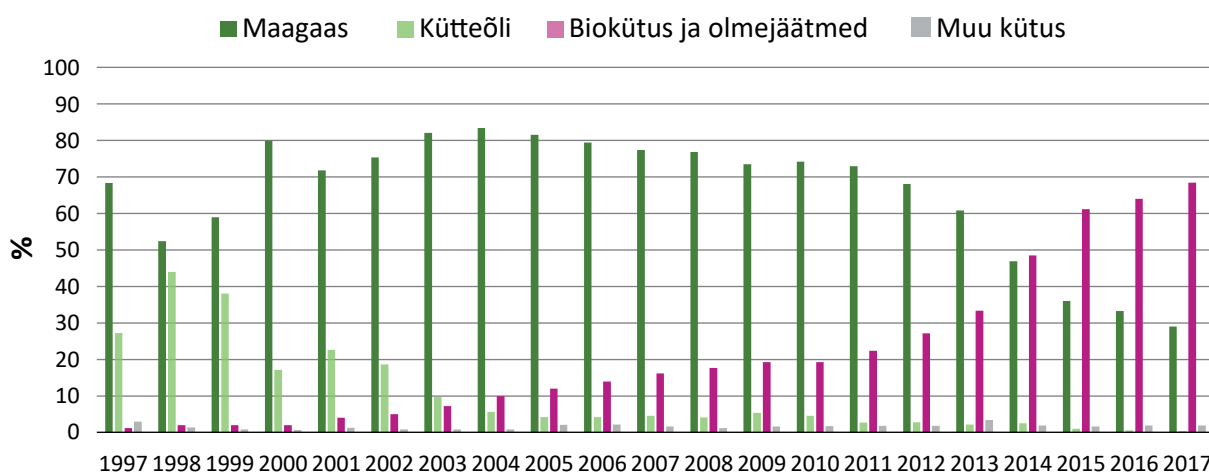
Läti säästva arengu strateegia aastani 2030 näeb ette, et 2020. aastal peab riigis taastuvenergia katma 40% energia lõpptarbimisest. Praegu on Läti taastuvate energiaallikate osakaalu poolest energiatootmises EL-is kolmandal kohal. 2017. aasta andmete järgi on taastuvaid ressursse kasutatud energia lõpptarbimisest 39% katmiseks (EL-i keskmine on 17,5%), nagu on näidatud joonisel 4.



Joonis 4. Taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaal Lätis.

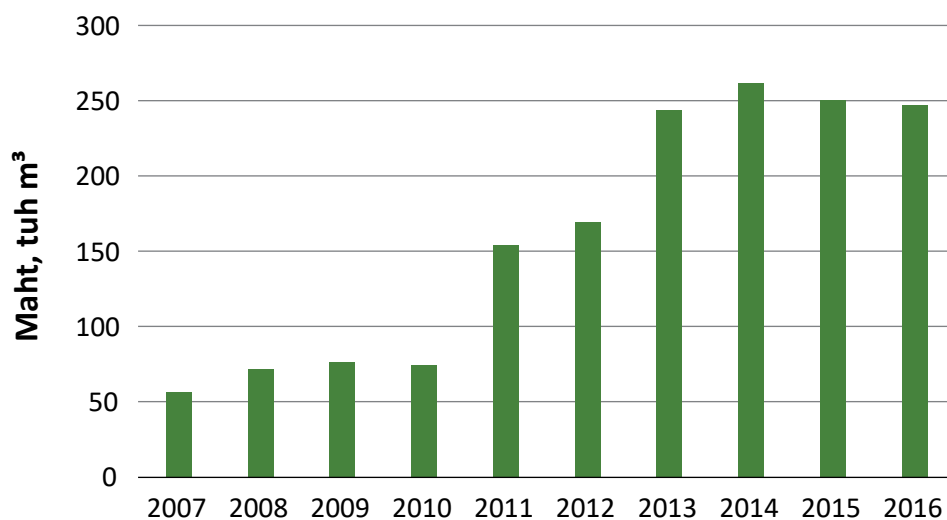
Leedu

Taastuvad energiaallikad on omamaise tootmise arendamiseks kõige paljutootavamad energiaallikad. Leedus on soojusenergia tootmiseks kõige laialdasemalt kasutatav biokütuse liik hakkpuit. Leedu riiklik energiasõltumatus strateegia näeb ette rahalised ja mitterahalised meetmed keskkonnareostuse vähendamiseks.¹¹ 2016. aastal kaeti taastuvatest energiaallikatest Leedus umbes 25,5% energia lõpptarbimisest. Küttepuidu ja puidujäätmete tarbimine tööstuses ja põllumajanduses on suurenemas. Riiklikes koostootmisjaamades ja küttejaamades kasutatakse energia tootmiseks küttepuidu ja puidujäätmeid üha enam. Biokütuste ja olmejäätmete osakaal keskküttesüsteemis on viimase kümnendi jooksul jõuliselt kasvanud (vt joonis 5). Biokütuste kasutamise osatähtsus soojusenergia tootmises on viimase viie aasta jooksul kahekordistunud: 2014. aastal oli see 33,4% ning 2017. aastal oli 68,6% (2007. aastal kõigest 2%). 2016. aastal moodustasid taastuvad energiaallikad tarbitud elektrienergia tootmisallikatest ligikaudu 17%, kogu tarbitud soojusenergia allikatest ligikaudu 46% ja transpordisektoris tarbitud energia allikatest ligikaudu 4%. Märkimisväärne osa toodetud energiast saadakse tuulest ja biokütustest (tahketest ja vedelatest). 2025. aastaks peaks Leedus tarbitavast elektrienergiast vähemalt 38% ja kokku vähemalt 5 TWh toodetama taastuvatest energiaallikatest.



Joonis 5. Primaarkütuste jaotus Leedu kaugküttesektoris¹²

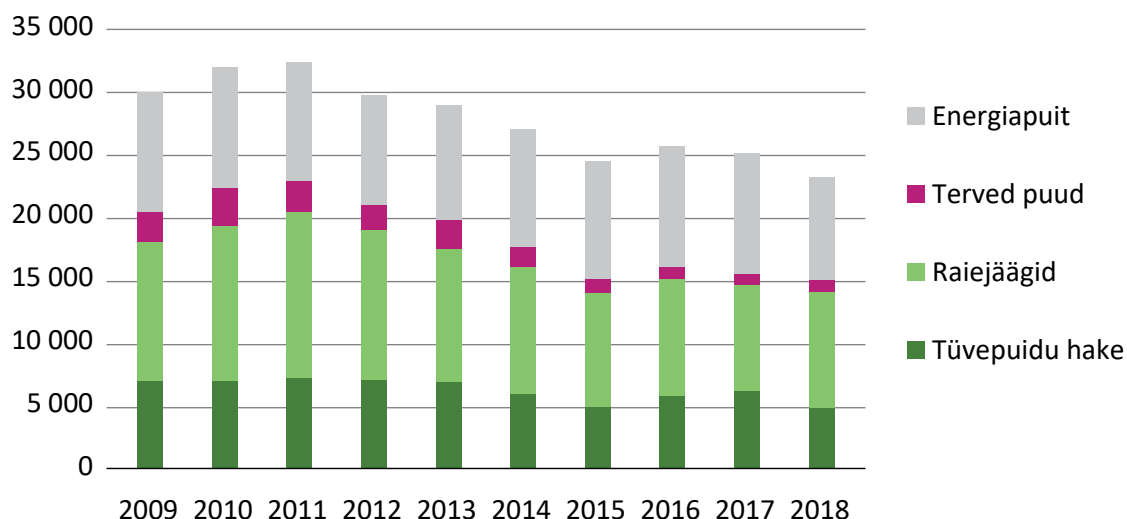
Ligikaudu 25–30% tekitatud müügikõlblikust ümarpuidust koosneb kändudest, raiejäätmetest, väikestest puudest jms ning ainult 10–15% sellest kogutakse kokku ja kasutatakse biokütuste tootmiseks. Raiejäätmete müük on kasvanud (vt joonis 6), ent ligikaudu 80% puuokstest, kändudest ja põõsastest jääb endiselt metsadesse lagunema.¹⁵ Aastas kasutatakse Leedus vaid 65% kogu puidu juurdekasvust, ehkki jätkusuutliku majandamise potentsiaal on umbes 90–95%. Valdavalt hallist lepast ja paplist koosnevate väheväärtuslike puistute raie puitkütuse tootmiseks tulevikus näib paratamatuna. Praegu kasutatakse neist kütuse saamiseks vaid kolmandikku. See arv võib aga tulevikus kasvada, kuna Leedus kavandatakse raiemahu suurendamist vähesaagikate puistute kasutamise intensiivistamiseks. Raiejäätmete kogumise suurendamiseks on vaja suurendada selle tegevuse majanduslikku tasuvust.



Joonis 6. Riigimetsadest kogutud raiejäätmete müüginahud, 2007–2016¹⁴

Rootsi

Rootsis tarbitakse soojust ja elektrina aastas kokku ligikaudu 370 TWh energiat. Sellest umbes 150 TWh moodustab bioenergia, millest umbes 19,5 TWh (5% Rootsi energiatarbimisest) saadakse primaarsetest metsakütustest. Kaugkütte potentsiaal on Rootsis juba peaaegu täielikult realiseeritud. Potentsiaali on veel väiksemate küttesüsteemide puhul, näiteks koolides ja mitmepereelamutes. Lisaks põletatakse eramajade ahjudes 9,5 TWh küttepuitu. Üldiselt võime märkida, et primaarsete metsakütuste omamaine kogumine ja kasutamine on „rekordiaastatel“ 2009–2011 valitsenud tasemega võrreldes langenud. Raiejäätmete kasutamine oli suurim 2011. aastal, mil see ulatus pisut üle 12 000 GWh; 2017. aastal oli see 8467 GWh. Väikeste kogupuude raie ja kasutamine tipnes 2009.–2010. aastal tasemega umbes 2500 GWh, samas kui 2017. aastal oli see 835 GWh. Metsakütuste turg on viimase kahe-kolme aasta jooksul stabiliseerunud.



Joonis 7. Omamaise päritoluga hakkpuidupõhiste primaarsete metsakütuste tootmise mahud ja allikate jaotus üle aastate

Vaatamata biomassi suurele potentsiaalile on Rootsi netoimportija ning impordib aastas ligikaudu 2 TWh jagu töötlemata puitkütust, 2 TWh jagu töödeldud puitkütust (graanuleid) ja 2–3 TWh jagu ringlussevõetud puitu.

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused.

1. Milline on hakkpuidu kogumaht (teoreetiline ja praktiline)?
2. Kus on teie riigis potentsiaal suurim, kui see on üldse olemas?
3. Millised metsa kasvuetapid on energiapuidu kogumiseks kõige olulisemad?
4. Kuidas on teie riigis määratletud väikesed puud? Kas teie riigis on veel muid konkreetseid energiapuiduga seotud termineid?

1.2. Sektori hinnanguline teoreetiline maht ja olulised piirangud

1.2.1. Riiklikud eesmärgid

Eesti

Eesti riiklik energia- ja kliimakava aastani 2030 põhineb suuresti Riigikogu poolt vastu võetud „Energiamajanduse arengukaval aastani 2030“ (ENMAK) ja „Kliimapolitiitika põhialustel aastani 2050“.¹⁸ Eesti riiklikud energia- ja kliimaeesmärgid on järgmised:

- taastuenergia osakaal lõpptarbimises aastal 2030: 50%;
- taastuvatest allikatest toodetud elektrienergia peab aastal 2030 moodustama 50% elektrienergia lõpptarbimisest;
- taastuvate energiaallikate osakaal soojamajanduses: 80% soojusenergia lõpptarbimisest;
- taastuvate energiaallikate osakaal transpordisektoris: ligikaudu 14% transpordikütuste lõpptarbimisest.

Visioon Eesti energiasektorist aastal 2050

Aastal 2050 kasutab Eesti oma energiavajaduse rahuldamiseks peamiselt omamaiseid ressursse; see hõlmab lisaks elektritootmisele ka soojatootmist ja transpordisektorit.

Uueaegseid ja rohelisi tehnoloogiaid kasutades saab Eesti väljakujunenud Läänemere põhjaosa piirkonna energiaturul energia eksportijaks. Riigieelarvest energiatõhususele, omamaise kütusetootmise arendamisele ja teadmuspõhisele majandusele eraldatud vahendid toimivad maksutulude, tööhõive määra suurendamise ja väliskaubanduse bilansi parandamise kaudu riigi majanduskasvu ja pikaajalise konkurentsivõime tõukejõuna.¹⁵

Soome

Metsa biomass on aastatel 2015 kuni 2030 suurim kasvav taastuenergia allikas.¹⁶ Puidutööstuse kõrvalsaaduste kasutamine on Soomes juba maksimumini viidud. Seetõttu on energia tootmiseks mahtusid võimalik suurendada vaid hakkpuidu abil. Taastuenergia alaste eesmärkide saavutamine eeldab kohalikus metsatööstuses aktiivset ümarpuidukaubandust.¹⁷

Hakkpuidu kogutarbimine kasvab selgelt rohkem kui puude raie mahud, sest lisakogused saadakse raiejäätmetest ja vähemal määral ka kändudest. Omamaise hakkpuidu kogutarbimine 2030. aastal on prognooside järgi 12,7–14,2 miljonit tihumeetrit.¹⁶

Puitbiomassi energiatootmises kasutamise eeldatav suurenemine põhineb metsatööstuse investeeringutel uutesse tootmisettevõtmistesse, millest võib oodata kõrvalsaaduste ja hakkpuidu täiendavat tootmist. Energia- ja kliimastrateegia baasstsenaariumi

kohaselt on elektri ja soojuste koostootmise maht 2030. aastal 29 TWh, mis vastab 14,5 miljonile m³ hakkpuidule.¹⁶

Heitkoguste hindamisel kogu energiatootmise ahelas tuleb arvesse võtta kõiki puidupõhise energiatootmise võimalikke mõjusid, sealhulgas taristu ja elektrijaamade ehitamise ning põletava materjali tootmise otsesed ja kaudsed mõjud.¹⁶

Saksamaa

Aastal 2050 võib bioenergia moodustada 28% kogu omamaiselt toodetud primaarenergiast. Aastas kogutav metsakütuste maht jääb aastatel 2020 kuni 2050 hinnanguliselt 23 ja 35 miljoni m³ vahele, millest raiejäätmed võivad moodustada 5–12 m³ aastas.¹⁸ Valgustusraie jääb arvatavasti oluliseks metsakütuste allikaks. Energia tootmiseks kasutatavaid laasitud puid, kogupuid, paberipuitu ja ümarpuitu nimetatakse Saksamaal „väike-ümarpuiduks“. Lehtpuude suurenev osakaal Saksamaa metsades võib tulevikus bioenergiasektorile täiendavaid võimalusi pakkuda. Metsandus, puittooted ja puitbiomassist toodetud bioenergia etendavad riiklikus kliimameetmete kavas aastani 2050 olulist rolli.



Pilt 1. Hakkimist ootavad raiejäätmed Saksamaal Brandenburgi piirkonnas Altlandsbergi linna lähedal asuvas metsas. (Foto autor: Holger Hartmann)

Läti

Lätis on metsa biomassi kasutamise suurendamise potentsiaal suur. Metsa bioenergia tõhusama kasutamise edendamiseks riigisisese energiatootmise arendamisel tuleks aga muuta puidu kasutamise poliitikat. Üks lahendus stabiilse ja tervikliku energiatsükli tagamiseks võiks olla puiduressursside omanikke, energiatootjaid ja tarbijaid ühendavate ühisettevõtete loomine.

Leedu

Leedu riiklikus energiasõltumatuse strateegias¹¹ on energiasektoris üheks peamiseks eesmärgiks seatud energiatõhususe ja taastuvate energiaallikate kasutamise suurendamine. 2025. aastaks peaks Leedus tarbitavast elektrienergiast vähemalt 38% ja kokku vähemalt 5 TWh toodetama taastuvatest energiaallikatest. Arvestades suundumusi tehnoloogia arengus, oodatakse, et vähemalt 15% energiast saadakse biokütustest (2030. aastaks vähemalt 16% – ülitõhusates koostootmisjaamades toodetud biokütuseenergiast). Leedu soovib 2050. aastal saada energeetiliselt jätkusuutlikuks ja iseseisvaks riigiks. Selleks on vaja välja töötada tõhusad ja mittesaastavad energia tootmise, tarnimise, salvestamise/akumuleerimise ja tarbimise tehnoloogiad. Leedu energiaspektori eesmärgid on esitatud joonisel 8.

Riiklik soojusenergiasektori arendamise programm aastateks 2015–2021 nägi ette soojusenergia hinna ja keskkonnareostuse vähendamise, eelistades kütusebilansis kohalikke ja taastuvaid allikaid. Selle raames soovitakse ellu viia küttevõrgu uuendamine, edastuskadude vähendamine 14%-ni aastaks 2021 ning vanade, biokütuseid mittekasutavate jaamade uuendamine EL-i rahastuse abil.

Kodumajapidamisi julgustatakse kasutama gaasi ja kivisöe asemel biokütust. Kodumajapidamised saavad biokütust osta 5% käibemaksumääraga (ettevõtetele kehtib 21% maksumäär) ning neil on võimalik asendada oma kivisöe- või gaasiküttega või vähetõhusad biokütust kasutavad katlad uue kütusesäästliku katlaga.



Joonis 8. Leedu energiasectori eesmärgid aastateks 2020, 2030 ja 2050¹⁹

Rootsi

Bioenergia on Rootsi suurim energiaallikas ja katab praegu Rootsi energiatarbimisest 38 protsenti. Bioenergia kasutamine on 1990. aastate algusest saadik enam kui kahekordistunud. Aastaks 2045 on see võimalik uuesti kahekordistada. Aastatel 2000 kuni 2017 kasvas Rootsis bioenergia kasutamine 3,5 TWh võrra aastas. Tootliku metsamaa kasv on suurenenud pidevalt umbes 1% aastas ja on praegu umbes 450 TWh aastas. Selle tulemusena seotakse biogeenset süsinikku määral, mis ületab kogu Rootsi energia lõpptarbimise. Svebio hinnangul on metsadest pärineva omamaise biomassi kasutamist üleüldiselt võimalik suurendada lühemas perspektiivis 42 TWh võrra ja pikemas perspektiivis (2050) 74 TWh võrra.²⁰

Valitsuse algatuse „Fossiilkütusevaba Rootsi” raames on Rootsi eri sektorite äriühinnad koostanud muljetavaldava tegevuskavade kogumi fossiilkütuste kasutamise lõpetamiseks Rootsis. Need tegevuskavad näitavad, et on olemas tehnilised lahendused, mille abil saab asendada fossiilkütuste kasutamise peaaegu igas valdkonnas aastaks 2045. Ettevõtlusorganisatsioonid ja muud osalised on tuvastanud kaks peamist lahendust fossiilkütuste asendamiseks ja kliimamõjude vähendamiseks: elektrifitseerimine ja bioenergia. Nendes tegevuskavades esitatud nõuete kohaselt läheb vaja umbes 50 TWh jagu rohkem elektrit ja 100 TWh jagu rohkem bioenergiat.

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused:

1. Kas teie riigis on metsa bioenergia alaste arvuliste eesmärkidega seoses olemas konkreetseid tegevuskavasid?
2. Kas teie riigis on esitatud selgeid väiteid, mis näitavad, et metsa bioenergia aitab kaasa kliimamuutuse leevendamisele?

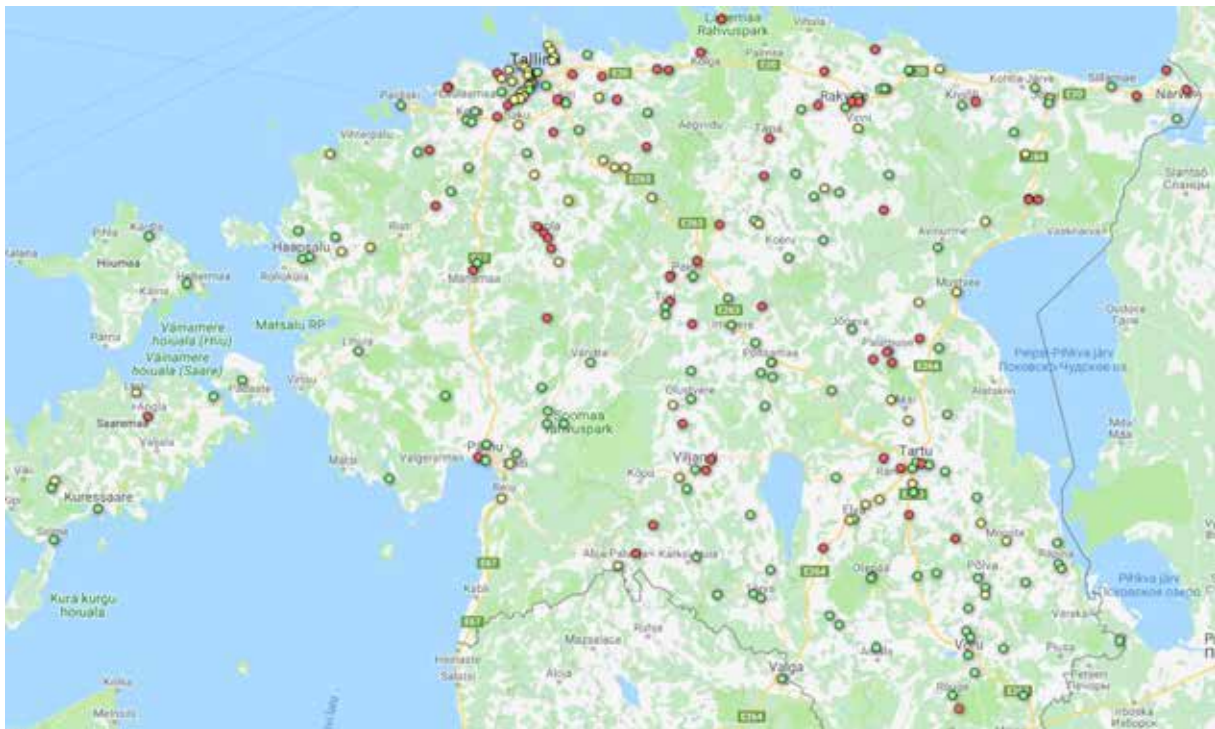
1.2.2. Praegused metsa bioenergiat kasutavad jaamad

Eesti

Alltoodud tabelis (Tabel 1) on näidatud, et puuküttega katelde arv on 2017. ja 2010. aasta vahel vähenenud (15%), kuid olemasolev võimsus ja soojusenergia tootmismahd on suurenenud vastavalt 19% ja 55%.

Tabel 1. Puitkütust kasutavate katelde arv, koguvõimsus ja soojusenergia tootmismahd ¹

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Katelde arv	851	853	828	798	874	844	862	722
Võimsus, MW	864	719	719	832	933	1,010	1,161	1,028
Soojusenergia tootmismahd, GWh	1,581	1,827	1,703	1,522	1,644	1,834	2,425	2,449

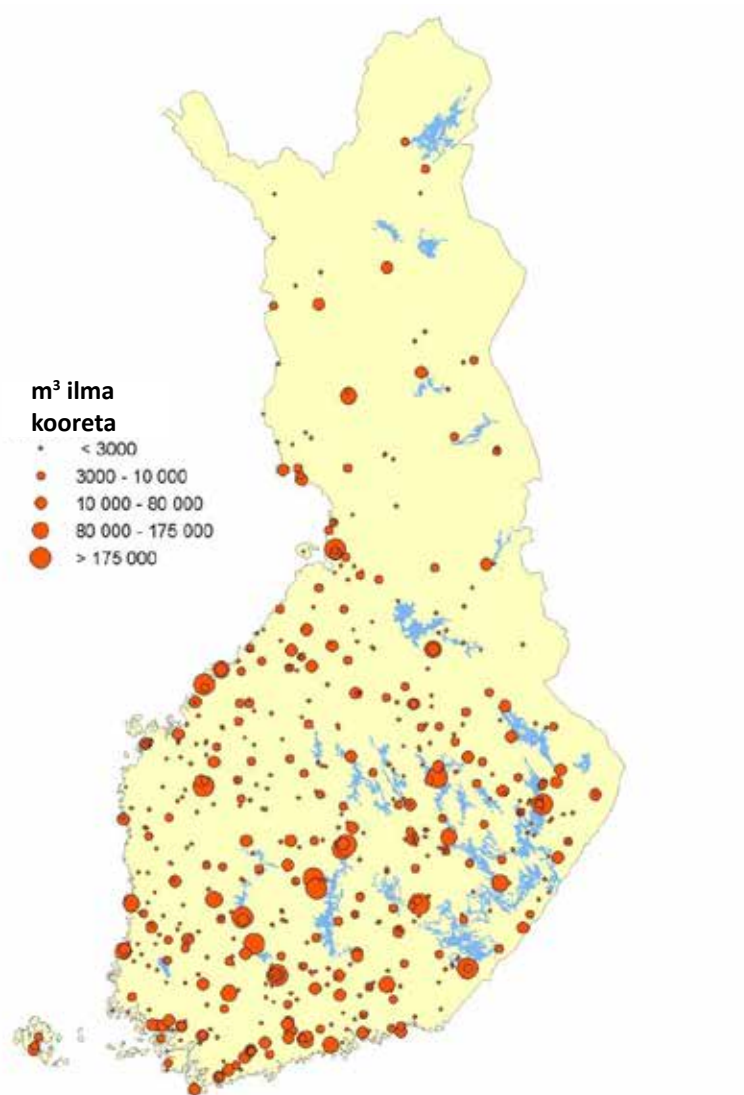


Joonis 9. Kaugküttevõrkude asukohad ja kaugkütte hind Eestis. Kaugkütte hinna erinevused näidatud eri värvidega: roheline – 0...74,15 €/MWh; kollane – 74,15...86,67 €/MWh; punane – 86,67...109 €/MWh. 2015. aasta seisuga²¹

Eestis on praegu ehitamisjärgus küllalt väikesed (paar MW või alla 1 MW) bioenergiarajatised (küttejaoamad). Ettevõtte N.R.Energy ehitab üht jaama Rõngus ja teist Loksas. Loksasse ehitatava jaama võimsus saab olema 5 MW ja sellega asendatakse vana õliküttega jaam. Ettevõttel Adven Eesti on käsil 0,7 MW küttejaoama ehitamine Püssis.

Soome

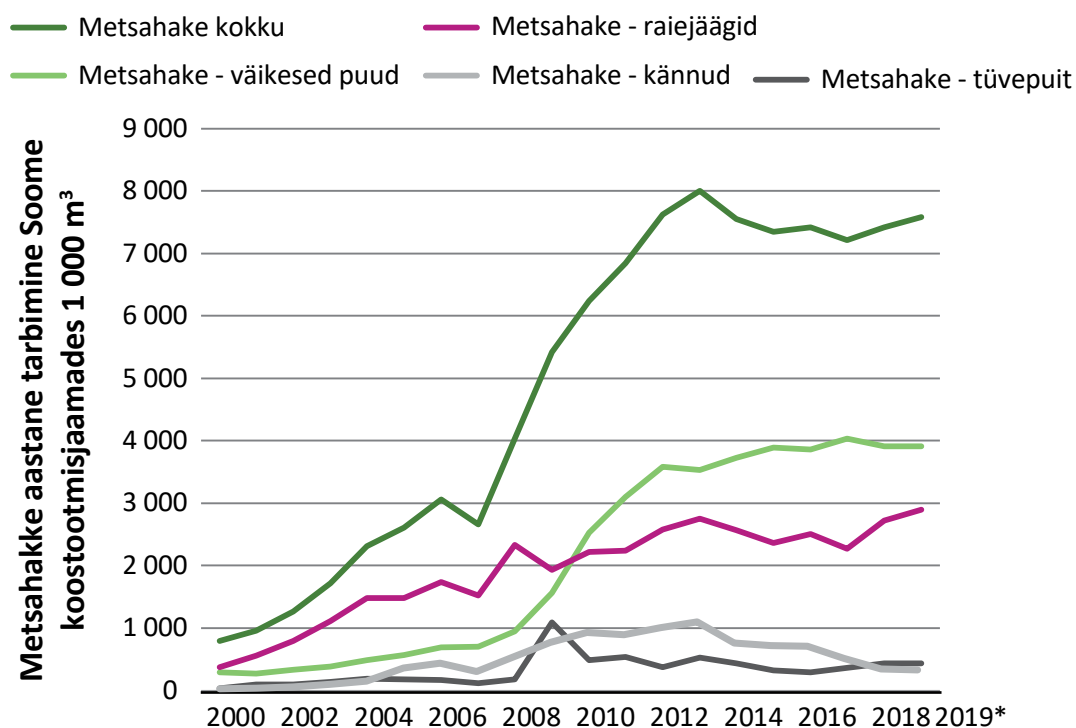
Soomes on hakkpuitu ja muid puidupõhiseid kütuseid kasutavate energiatootmisjaamade arv sajandi algusega võrreldes (250 jaama) märkimisväärselt kasvanud: 2009. aastal oli riigis juba 1 000 jaama.²² Avalikud andmed (2014) näitavad, et puitbiomassi kasutavad energijaamad on detsentraliseeritud, paiknedes üle kogu riigi.



Allikas: Soome Loodusvarade Instituut

Joonis 10. Metsaenergia kasutajad Soomes, 2014

2020. aasta seisuga kasutavad 50 suurimat energiajaama enam kui 80% kogu hakkpuidust.



Joonis 11. Hakkpuidu aastane tarbimine soojus- ja elektrienergia tootmises Soomes. Väikestest puudest toodetud hakkpuit on kohalike küttejamaade peamine energiaallikas.



Pilt 2. Kohalik küttejaaam Kesk-Soomes. (Foto autor: Juha Laitila)

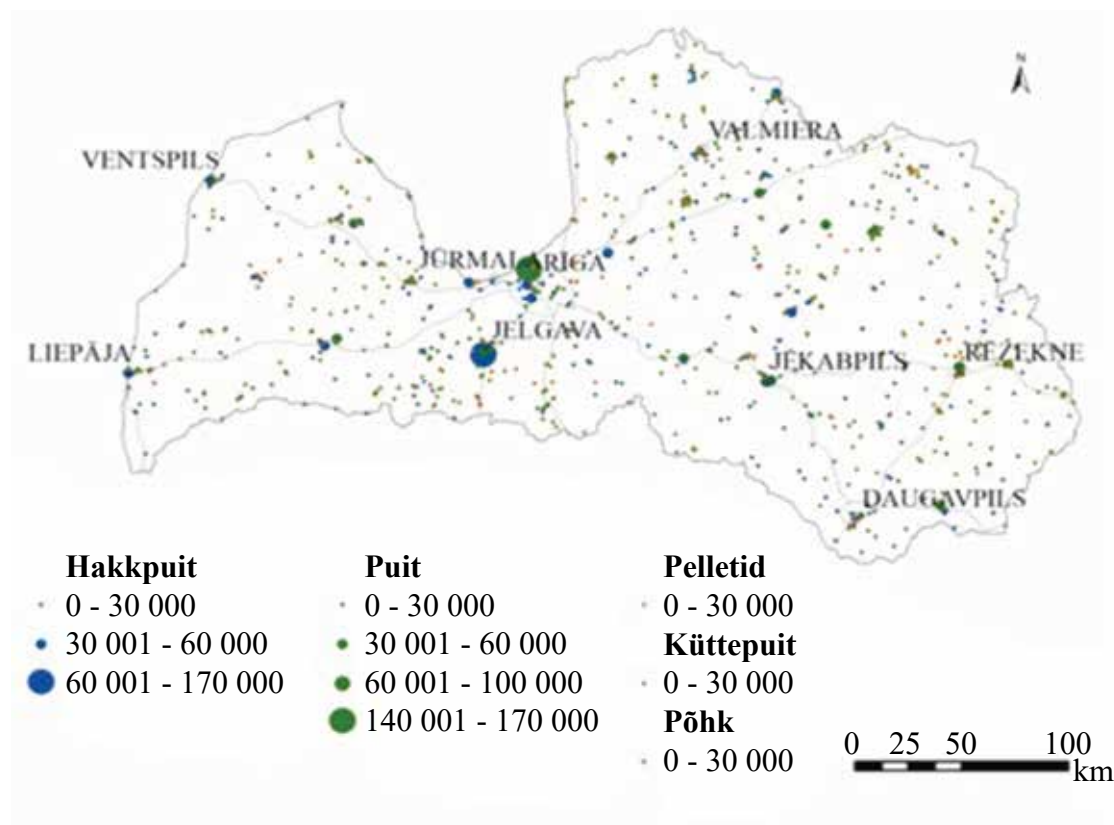
Saksamaa

Saksamaal on puitbiomassi küttel töötavate kütte- ja elektrijaamade arv kasvanud vähem kui 50-lt aastal 2000 umbes 700-ni aastal 2015.²³

Läti

Lätis on koostootmisjaamade arv perioodil 2007–2017 suurenenud umbes viis korda ning 2017. aastal oli riigis 204 koostootmisjaama, millest ainult 24% kasutasid energia- tootmise peamise toorainena hakkpuitu. Hakkpuidu kasutamine on aastate 2012 (17%) ja 2017 (29%) vahel suurenenud, samal ajal kui maagaasi osakaal katlamajades tarbitud kütuste seas on vähenenud.²⁴

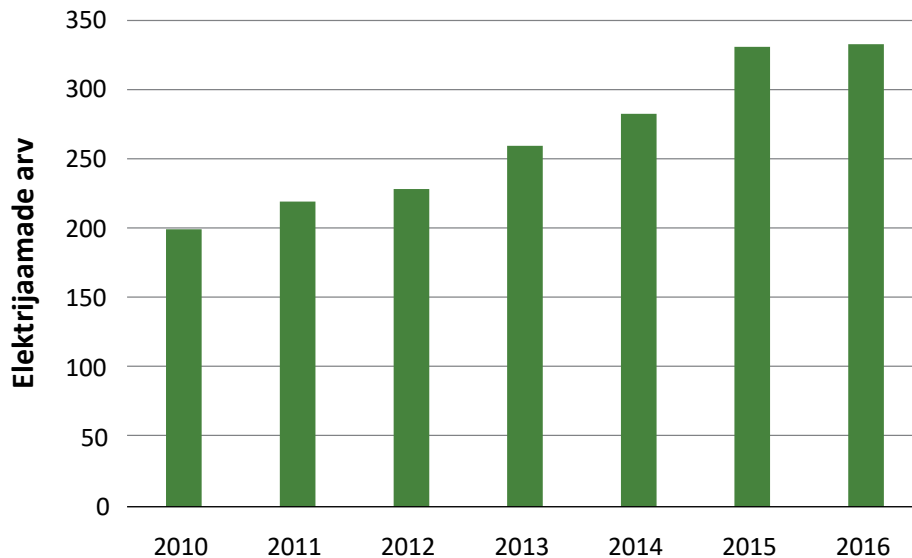
Joonisel 12 on näidatud kütteettevõtete asukohad ja tarbitud puitkütuse kogus tonnides.



Joonis 12. Puitbiokütust kasutavate kütteettevõtete asukohad Lätis

Leedu

Bioenergiajaamade arv Leedus on kasvamas. 2010. aastal oli käituses 199 bioenergiajaama. 2016. aastal oli neid juba 332. Biomassikatelde olemasolev võimsus kasvas 2010. ja 2016. aasta vahel 395 MW-lt 990 MW-ni (joonis 13).

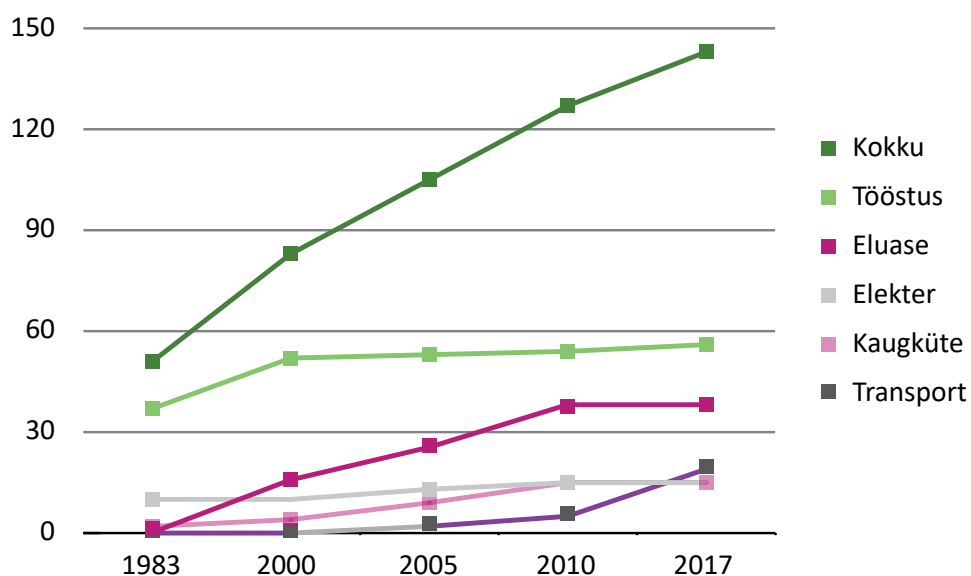


Joonis 13. Biomassirajatiste arv Leedus²⁵

2014. aastal toodeti taastuvaid energiaallikaid kasutavates elektrijaamades kokku 1 510 TWh elektrit. See kattis 12,6% kogu riigisisest elektritarbimisest.²⁶ Tehniline potentsiaal on realiseeritav ainult soojuse kasulikult ära kasutamise kaudu, st ühendades bio- kütust kasutavad elektrijaamad olemasolevate kaugküttesüsteemidega. Tehniline potentsiaal on umbes 350 MW.²⁷

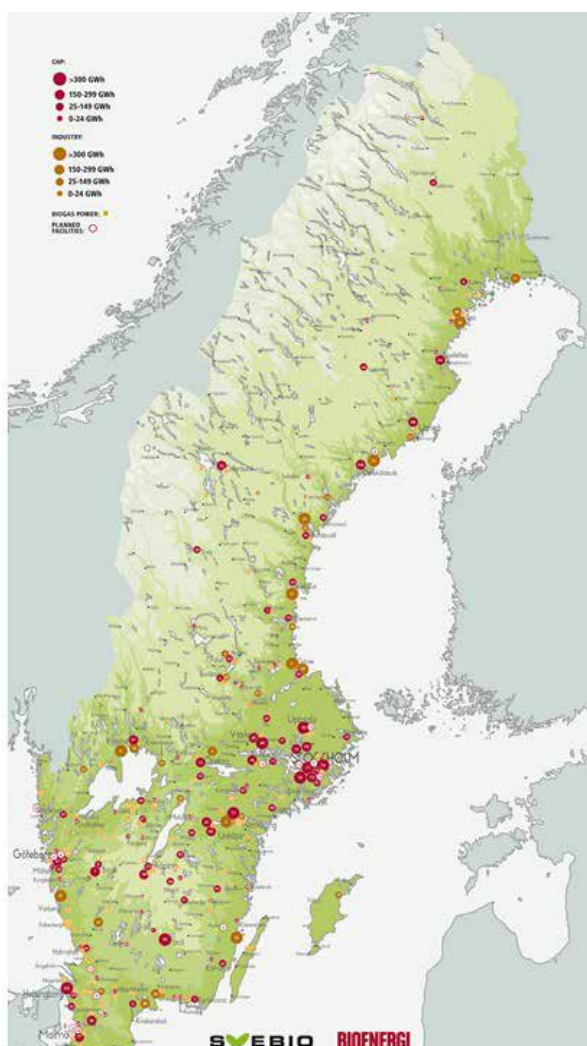
Rootsi

Rootsis on olemasolev koguvõimsus veidi üle 4 300 MW. Nende bioelektrijaamade tavapärase aastane toodang on umbes 18,7 TWh. Tegelik bioenergiast toodetud elektrienergia kogus aga oli majanduslike tingimuste tõttu möödunud aastal väiksem. Hinnangute järgi kulub bioenergiajaamadel keskmiselt tavapärase aastatoodangu tootmiseks aastas kokku olevast 8 760 tunnist umbes 4 000 tundi. Tööstusliku jaama käitusaeg võib olla kuni 8 000 tundi aastas.



Joonis 14. Biokütuste kasutamine sektorite kaupa alates 1983. aastast, TWh²⁸

Svebio bioenergiakaardil on 2019. aasta seisuga 230 töötavat biokütust kasutavat koostootmisjaama ning 15 projekteerimis- või ehitamisjärgus olevat jaama. Kaardil on jaamad, mis toodavad elektrit biokütustest, turbast ja jäätmetest.



Joonis 15. Metsaenergia kasutajad Rootsis, 2019

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused:

1. Kas on olemas teemakaart, kus on näidatud energiajaamad ja nende kasutatava metsa bioenergia osakaal (sektordiagramm)?

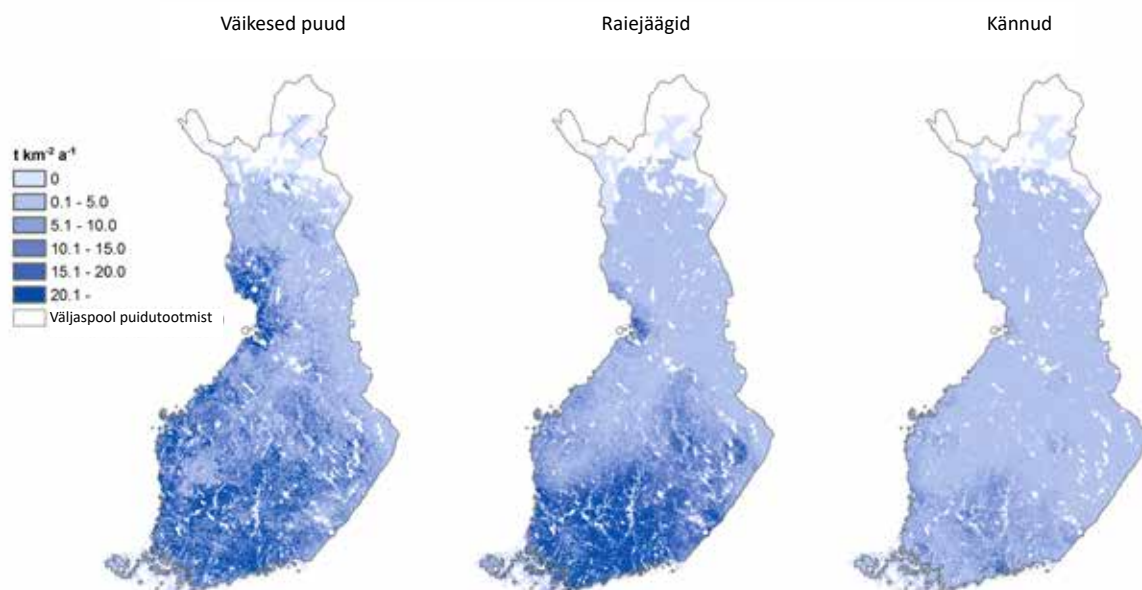
1.2.3. Uute energiatootmisjaamade potentsiaal

Eesti

Elektri ja soojuse koostootmise potentsiaal on Eestis suure soojusintensiivsusega piirkondades realiseeritud, kuid turba- või biomassipõhiste koostootmisjaamade rajamisel väiksematesse asulatesse või linnadesse on veel piisavalt potentsiaali. Lisaks on elektri ja soojuse koostootmisel potentsiaali stabiilse soojustarbimisega tööstusharudes, nagu tselluloosi- ja puidutööstus. Kokkuvõtteks võib öelda, et elektri ja soojuse täiendava koostootmise eeldatav potentsiaal on 150 MW, mis võimaldaks toota ligikaudu 500 GWh elektrit. Majanduslik tasuvus on praegu peamine piirav tegur, mis takistab selle potentsiaali kasutamist, mistõttu jääb see sõltuma tehnoloogia arengust ja turutingimustest.¹⁵

Soome

Olulisi investeeringuid metsaenergia tootmisse pole näha. Suured investeerimisotsused nõuavad valitsuse pikaajalist pühendumist taastuvenergia ja saastekvootidega kauplemise poliitika toetamisele. Turu piirkondlik energiaettevõtte investeeris 2017. aasta sügisel 430 MW võimsusega Naantali koostootmisjaama ning Lahti energiaettevõtte investeeris 2019. aasta sügisel 310 MW võimsusega Kymijärvi III küttejama. Helsingi linn kavatses oma energiavarustussüsteemi uuendada. Neis jaamades on võimalik hakkpuitu kasutada, kuid praegused investeeringud on suunatud piirkondadesse, kus metsaenergia kasutamine on juba kõrgel tasemel. Saadaval on ka muid energiaallikaid, nagu põllumajanduslik biomass, ringlussevõetud jäätmed ja kivisüsi.



Joonis 16. Ruumiliselt jaotuv nõudlus väikeste puude (vasakul), raiejäätmete (keskel) ja kändude (paremal) järele Soome Tööhõive- ja Majandusministeeriumi stsenaariumi „TEM 2030. aastal“ järgi.²⁹

Saksamaa

Aastal 2050 võib konsultatsiooniettevõtte Prognos koostatud stsenaariumide³⁰ kohaselt bioenergia osakaal Saksamaa omamaise primaarenergia kogutoodangus olla 28% (1915 PJ) ja puitbiokütustest saadava primaarenergia kogus võib olla 687 PJ.³¹ Brandenburgiiidumaa biomassistrateegias on puittaimede biomassi potentsiaali suuruseks hinnatud 11,4 PJ, kui mitte arvestada väikseid erametsi pindalaga alla 20 ha.³² Brandenburgiiidumaa energiasstrateegias aastani 2030³³ on 2020. aastal toodetava primaarenergia kogutoodangus määratud bioenergia osakaaluks 20% ja koguseks 24 PJ (eesmärk aastaks 2020).

Läti

Lätis on metsa biomassi kasutamise suurendamise potentsiaal suur. Üks lahendus stabiilse ja tervikliku energiatsükli tagamiseks võiks olla puiduressursside omanikke, energiatootjaid ja tarbijaid ühendavate ühisetevõtete loomine.



Pilt 3. Lätis on metsa biomassi kasutamise suurendamise potentsiaal suur. Uuendusraie järel kokkukuhjatud raiejäätmed Läti riigimetsas. (Foto autor: Valentīns Lazdāns)

Leedu

Puidupõhise energiatootmise jaamu praegu projekterimisel ega ehitamisel palju ei ole. 2019. aastal avati Vilniuse lähedal uus biokütusejaam (48 MW). See on üks näide erakapitali abil rahastatud kliimamuutust leevendavast rajatisest.

Küll aga on palju jaamu, kus on käsil rekonstrueerimine (gaasikatelde asendamine puitkütusekateldegaga) EL-i rahaliste vahendite toel. Ettevõtte AB „Panevėžio energija“ ehitas ümber ühe Panevėžysi linna katlamaja. Selle käigus paigaldati maagaasikatelde asendamiseks uus 8 MW biokütusekatel koos 1,8 MW kondensatsioonökonomaiseringiga. Uus katel hakkas tööle 2019. aasta juulis. 2020. aastal toimuvad teise AB „Panevėžio energija“ katla rekonstrueerimistööd.

Rootsi

Svebio bioenergiaplatvorm (2016)³⁴ näitab, et bioenergia tootmist on võimalik laiendada 10 GW võrra, mis annab aastaseks toodanguks 40 TWh. Võrdluseks: praegune bioenergia toodang on (sealhulgas jäätmetest ja turbast toodetud elekter) ligikaudu 13 TWh. Kaugküte põhineb juba praegu suures osas biokütustel ja biogeensetel jäätmetel, millest saadakse umbes 70 protsenti soojusenergiat, sealhulgas biotoorainel põhinevate tööstusharude jääksoojus.

Tööstuse ümberkorraldamise ja fossiilsete kütuste järkjärgulise kasutuselt kõrvaldamisega suureneb järsult nõudlus biokütuste järele. Juba praegu on biokütused Rootsi tööstuse jaoks suurim energiaallikas, kasutamine on aga koondunud peamiselt metsatööstusesse. Teiste tööstusharude muutumisel hakkavad ka need vajama suures koguses biokütuseid.

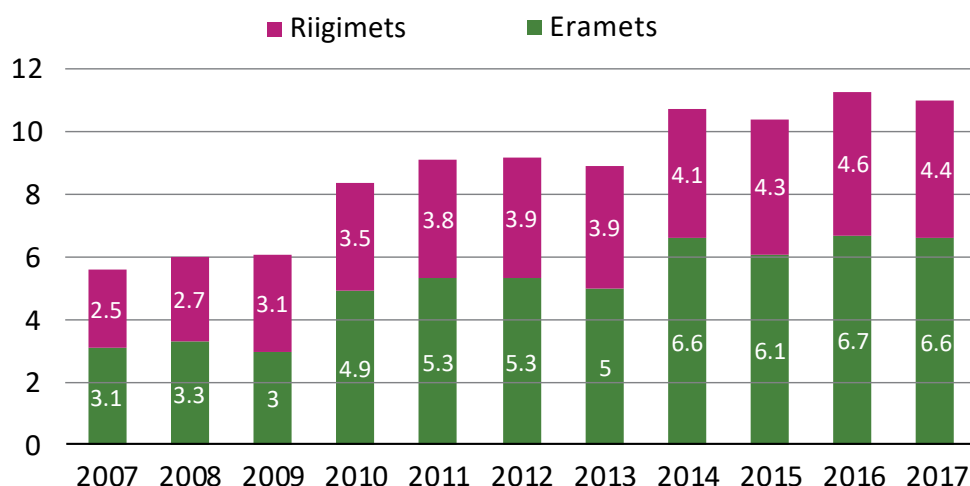
Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused:

1. Kas teate midagi teie riigis käimasolevate tegevuskavade kohta metsa bioenergiaal põhinevate jaamade arvu suurendamiseks, kui neid on koostatud?

1.2.4. Olemasolevad metsa biomassi ressursid

Eesti

Metsamaad katavad pool Eesti maismaast, täpsemalt 51,4%. 2017. aastal oli Eesti metsamaade kogupindala 2,33 miljonit hektarit. Levinuimad puistud olid männimetsad (32,1% puistute kogupindalast), kasemetsad (30,1%), kuusemetsad (17,5%) ja hall-lepikud (9,0%).



Joonis 17. Metsaomanike raie mahud (era- ja riigimetsades)³⁵

Võrreldes 2000. aastaga on järk-järgult suurenenud nii kogu metsavaru, metsavaru hektari kohta kui ka puiduvaru juurdekasv.³⁵ Kuna küpsete puistute osakaal Eesti metsades on suhteliselt suur, võiks raie maht metsa majandamise seisukohast olla veelgi suurem. Eelmise kümnendi metsanduse arengukava järgi oli puidu varumise optimaalne tase 13,1 miljonit tihumeetrit.² Suurimad küpse metsa varud asuvad Kagu-Eestis: Jõgeva, Tartu, Põlva, Võru ja Valga maakondades. Aastasest raie mahust moodustab paks ja väärtuslik puit 4,2 miljonit tihumeetrit, küttepuit 2,8 miljonit tihumeetrit ja paberipuit 2,6 miljonit tihumeetrit. Raiejäätmete osakaal uuendusraie käigus kogutud müügikõlbliku puidu mahus on 15%. Raiejäätmete aastane maht on 1,3 miljonit m³.

Halbade ilmastikuolude tõttu ei saa alati puitu metsast teeäärsele laoplatsile vedada või siis pole laoplatsid suurte veokitega ligipääsetavad. Laoplatsid paiknevad sageli kruusateede ääres, mis vihmastel aastaegadel ei suuda raskeid masinaid kanda. Isegi mõnedel asfaltteedel ei ole praeguse ilmaga (veebruar 2020) võimalik suurte masinatega liikuda.

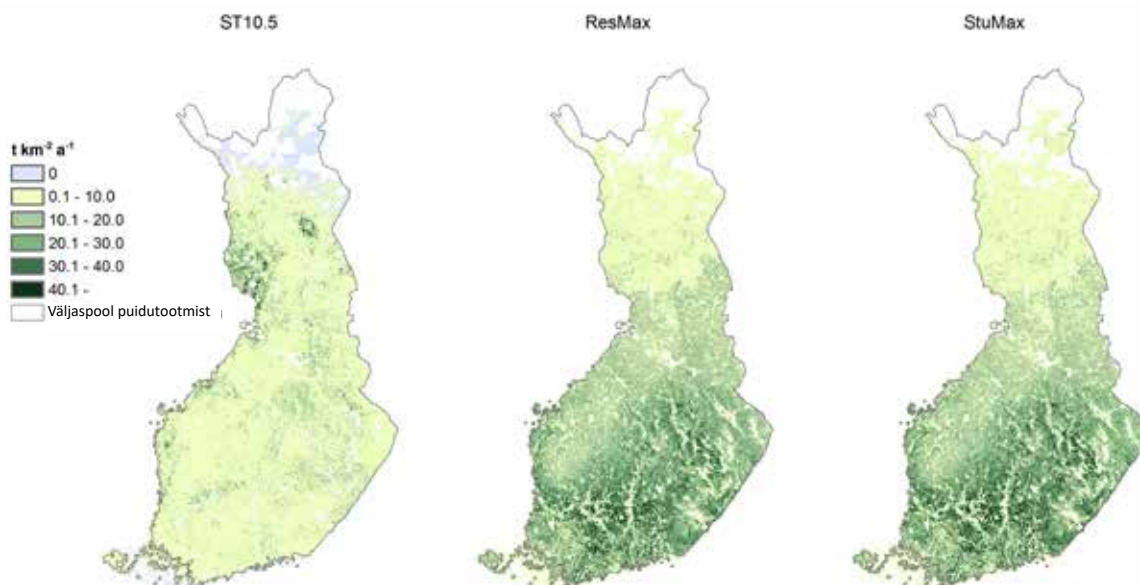
Lisaks metsamaal toimuvale raiele kasutatakse olulist osa puidust ka metsastamata maa puhul. See puudutab eriti energiasektoris sisenevat hakkpuitu.³⁵ Tänu kohalike katlamajade üleminekule õli ja gaasi pealt hakkpuidule, on energiapuidu kasutamine järk-järgult suurenenud. Tõik, et hakkpuit on kaugküttevõrkudes kõige soodsam soojusallikas, on saanud üldtuntuks ja see mõjutab kohalikke omavalitsusi uue kütteviisi valimisel.

Uute suurte ja puitu tarbivate energiatarbijate lisandumine Läänemere piirkonda pakub täiendavaid ekspordivõimalusi ja suurendab nõudlust. Arvestades turu üldist nihkumist taastuvatest energiaallikatest toodetava energia suunas, on tõenäoline, et investeringud puidupõhistesse energialahendustesse jätkuvad ja nõudlus kasvab veelgi.¹⁵

Soome

Hakkpuitu toodetakse puitmaterjalist, mida pole võimalik muudes metsatööstuse toodetes kasutada. Selle põhjuseks võib olla materjali kehv kvaliteet, turuga seotud probleemid või probleemid puude raiega raielangil. Hakkpuiduks kasutatavat puitu saadakse noorendikest kogutud väikese läbimõõduga kogupuudest või laasitud tüvedest, samuti lõppraiest maha jäänud pehkinud tüvedest ja kändudest. Energiapuidu kättesaadavuse tugev seotus tööstusliku puiduhankega põhjustab metsaenergia kasutajatele probleeme.¹⁷

Soomes on hinnatud hakkpuidu energia tootmiseks kasutamise suurendamise potentsiaali eri piirkondades. Teoreetiline maksimaalne potentsiaal koosneb metsakultuuride harvendusraietest saadud biomassist, raietööde käigus metsa jäetud ümarpuidust, oksatest ja latvadest, ning maasse jäänud kändudest ja muust juurepuidust. Sõltuvalt aastast kogumismahust, oli väikeste puude energia tootmiseks kogumise potentsiaalne maht 6,2 miljonit m³ (kogutud laasitud tüvedena), 8,3 miljonit m³ (kogutud kogupuudena) ja 6,6–10,4 miljonit m³ (paberipuiduga koos kogumine). Raiejäätmete energiaallikana kasutamise potentsiaal jääb 4,0 ja 6,6 miljoni m³ vahele, sõltuvalt raiemahtudest, ning kändude energiaallikana kasutamise potentsiaal jääb 1,5 ja 2,5 miljoni m³ vahele. Bilansiarvutuste põhjal (potentsiaalne praegune kasutus) sisaldub suurim potentsiaal hakkpuidu kogumise suurendamiseks väikestes puudes. Lääne-Soome rannikupiirkondades kasutatakse energia tootmiseks praktiliselt kõiki saadaolevaid raiejäätmeid.²²



Joonis 18. Väikeste puude (vasakul), raiejäätmete (keskel) ja kändude (paremal) ruumiliselt jaotuvad tehnilised kogumispotentsiaalid.²⁹

Teoreetilist potentsiaali ei ole võimalik täielikult ära kasutada, sest see sõltub tehnilistest, majanduslikest, ökoloogilistest ja ühiskondlikest teguritest. Tehnilised tegurid võivad olla näiteks see, kui tõhusalt raielangilt raiejäätmeid kogutakse, samuti ladustamiskaod, toormaterjalile esitatud kvaliteedinõuded, raielangi minimaalne pindala ja tootlikkus hektari kohta; ühiskondlike tegurite hulka kuuluvad metsaomanike valmisolek energiapuidu müümiseks; ning ökoloogilised tegurid hõlmavad metsa majandamise ja raie alaseid soovitusi, mille eesmärk on minimeerida raietööde negatiivsed mõjud metsa kasvule ja keskkonnale. Majanduslikust seisukohast on oluline tegur ka see, kui konkurentsivõimeline on hakkpuidu hind, võrreldes muude kütustega (nt energia tootmiseks kasutatavad jäätmed).³⁶

Teatavatel juhtudel kasutatakse kaubandusliku puidu väikese saagi ja energiapuidu hinnataseme tõttu igal aastal energia tootmiseks ka paberipuitu. Kui nõudlus paberipuidu ja metsatööstuse kõrvalsaadustena tekkivate puidujäätmete järele suureneb, siis energiapuidu kättesaadavus väheneb.

Saksamaa

Olenevalt valitsevast metsa majandamise korrast, jääb aastas kogutav metsakütuste maht aastatel 2020 kuni 2050 hinnanguliselt 23 ja 35 miljoni m³ vahele, millest raiejäätmed võivad moodustada 5–12 m³ aastas.¹⁸ Valgustusraie jääb arvatavasti oluliseks metsakütuste allikaks. Lehtpuude suurenev osakaal Saksamaa metsades võib tulevikus bioenergiasektorile täiendavaid võimalusi pakkuda.

Läti

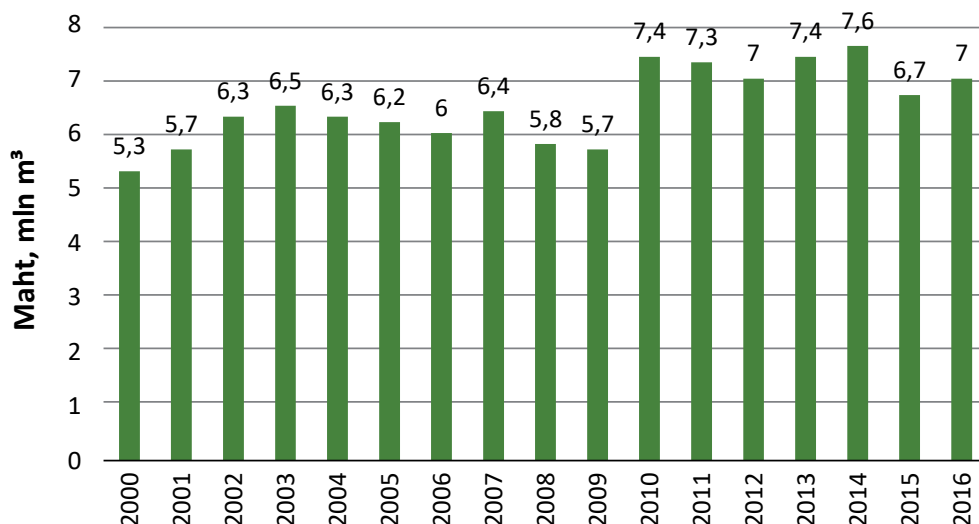
Riikliku metsainventuuri esimeses etapis (2004–2008) määrati kindlaks potentsiaalsed biokütuseressursid, mida saab harvendusraie käigus metsa majandamise õiguslike ja tehniliste piirangute piires toota. Biokütuse kogumine valgustusraie raames on praegu võimalik 161 000 ha suurusel alal. Kogu kättesaadav maapealne biomass koosneb 4,9 miljonist m³ tüvepuidust, millest 21% paikneb valdavalt okaspuudest koosnevates puistutes. Arvestatud on üle 4 cm paksuste puude biomassi. Majanduslikult tõhusat biokütuse kogumist saab Lätis teha 53 000 hektaril, kus kättesaadava maapealse biomassi maht on kokku ligikaudu 1,8 miljonit m³ (36% valgustusraie kogupotentsiaal).³⁷

Viimase valgustusraie edasilükkamine ja intensiivsema esimese valgustusraie tegemine on oluline tegur biokütuse kogumise võimalikkuse suurendamiseks, sest aladel, kus puude keskmine kõrgus on 12 meetrit, on väljaveetavate puude tüvemaht kuus korda suurem kui 6 meetri kõrguste puudega aladel. Seega tuleks metsakasvatuse uuringutes keskenduda hilisema harvendusraie hindamisele, leidmaks sünergiat metsa majandamise ja biokütuse tootmise vahel. Biokütuse juurdepääsetavus ei näi olevat probleem. Ainult 19% biokütustest saab koguda üksnes talvel, kui maapind on külmunud.³⁷

Hakkpuidu keskmine hind lõpptarbijale jäi kümne aasta jooksul vahemikku 7–11 EUR/m³ ehk 8,8–13,8 EUR/MWh. Hakkpuidu hinna muutused viimastel aastatel pole olnud märkimisväärsed.³⁸

Leedu

2017. aastal oli Leedus metsamaade kogupindala 2 189 600 ha ehk 33,5% riigi territooriumist. Levinuim puuliik Leedu metsades on harilik mänd, mille alla jääb 713 200 ha. Hariliku kuuse puistud katavad 429 500 ha. Lehtpuupuistutest on suurima levikuga kasepuistud, mis katavad 456 600 ha. Must lepp kasvab 156 100 hektaril ja hall lepp 121 600 hektaril. Haavapuistute pindala laienes 93 800 hektarini. Riigimetsade raieaht pole viimase viie aasta jooksul oluliselt muutunud.



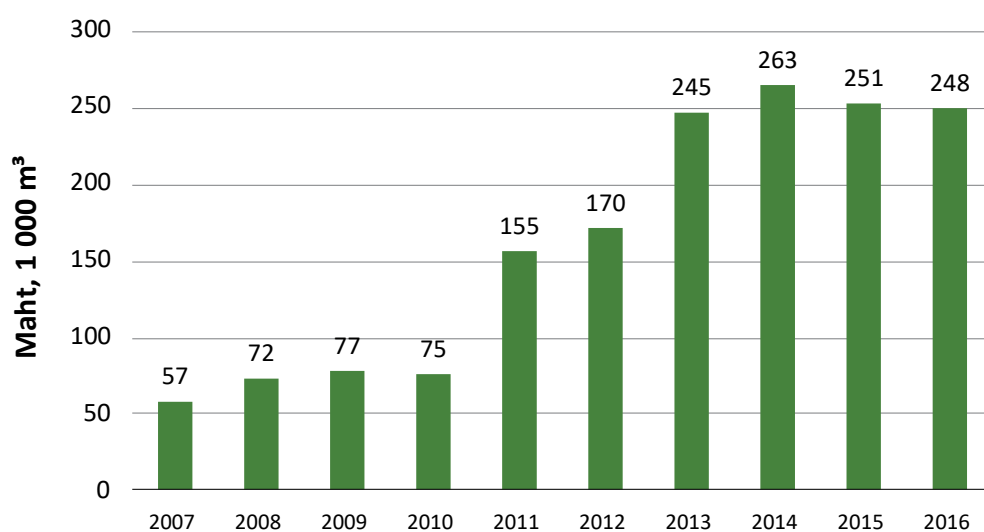
Joonis 19. Raied riigimetsas ja erametsas kokku, aastatel 2000–2016¹⁵

Leedus on keskmiseks kogumiskõlbliku puitkütuse mahuks hinnatud 5,8 miljonit m³ aastas.¹³ Küttepuit võib sellest kogusest moodustada 1,8 miljonit m³ aastas. See kogus vastab 21%-le toodetava ümarpuidu mahust. Hakkpuidu teoreetiline maht on 4 miljonit m³. Hakkpuitu on võimalik toota aastas 0,85 miljonist m³ ümarpuidu raiejäätmetest, 0,3 miljonist m³ kändudest, 0,3 miljonist m³ noorendike hooldamisel saadavast biomassist, 0,25 miljonist m³ lühikese raieringiga madalmetsa biomassist, 0,6 miljonist m³ väheväärtuslike puistute rekonstrueerimisel saadavast biomassist ning 0,2 miljonist m³ parkide ja maastike hooldamisel saadavast biomassist. Praegu kogutakse ja kasutatakse biokütusena ainult 15–20% raiejäätmetest. Teadlaste sõnul saaks keskkonnasäästlikkuse nõudeid rikkumata kasutada neid umbes 50%.³⁹



Pilt 4. Levinuim puuliik Leedu metsades on harilik mänd. (Foto autor: Vita Arlickienė)

Biokütuste töötledjad saavad endiselt palju toormaterjali mahajäetud põldudel ja kraavidest, mida põllumehed sageli tasuta ära annavad, teised aga on vaevalt nõus põlde ette valmistama. Seetõttu pole biokütuste töötledjad nõus raiejäätmete eest maksma isegi paari lisaeurot. Palkade väiksuse tõttu napib ka biokütuste tootmiseks vajalikke töötajaid.



Joonis 20. Leedu riigimetsadest kogutud raiejäätmete müügitahud, 2007–2016¹⁴

Alates 2018. aasta mai algusest on tahkete biokütuste kvaliteedinõudeid kohaldatud kõigile Leedu tahkete biokütuste tootjatele, importijatele, nendega kauplejatele ja nende kasutajatele.⁴⁰ Viimase kümne aasta jooksul on Leedu teinud olulisi edusamme oma soojusenergiasektori üleviimises fossiilkütustelt taastuvatele biokütustele ning praegu saadakse biokütustest kaks kolmandikku kogu kaugkütteks tarvitatavast põlemisenergiast ja majapidamistes on biokütuste osakaal veelgi suurem. Keskkonnareostuse vähendamiseks on vaja kontrollida tahkete biokütuste kvaliteeti.

Rootsi

Hinnangute järgi on metsakütuseid võimalik metsadest rohkem koguda: ligikaudu 60–65 TWh jagu. Perioodil 2020–2029 on raiejäätmete kasutamist võimalik suurendada praeguselt tasemelt, mis on umbes 8,5 TWh, tasemeni 29 TWh. Bilanss näitab, et raiejäätmete potentsiaal pärast riikliku metsaameti soovitude kohaseid mahaarvamisi on suurusjärgult 3–4 korda suurem kui nende kasutus 2013. aastal. Ökoloogiliste piirangutega seotud hinnang määrab suurel määral energia koguse, mida metsast ammutada saab. Soovitude järgi jääb kindlates puistutes raiejäätmete ja kändude kogumine ära ning eeldatakse, et 20 protsenti raiejäätmetest ja kändudest jäetakse puistusse. Lehtpuude kände ei eemaldata. Samuti ei eemaldata kände harvendusraie käigus.

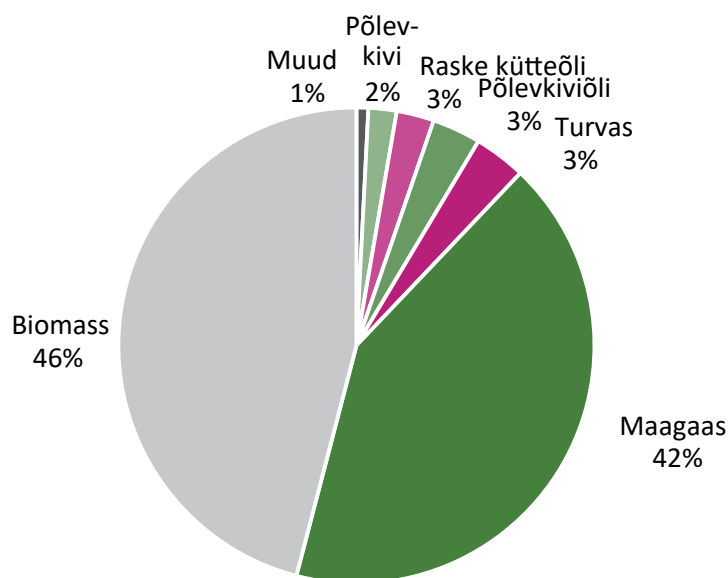
Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused:

1. Milliseid muid tegureid/raskusi/piiranguid teie riigis leidub? Kuidas tuleks põhjuseid ja tagajärgi esitleda?

1.2.5. Praegused kaugküttesüsteemid ja investeeringuvajadused Läänemere piirkonna riikides

Eesti

2016. aastal oli hinnanguline aastane soojusenergia toodang Eestis 6,5 TWh, millest 44% toodeti suurtes elektrijaamades ja umbes 56% katlamajades. Ligikaudu 70% toodetud soojusenergiast läks kaugküttele, 9% võrgukadude alla ja ülejäänud tööstusprotsesside tarbeks. Kodumajapidamiste arvele langes 42% soojusenergia lõpptarbimisest. Järgmine joonis annab ülevaate 2017. aastal kaugküttes kasutatud kütustest.¹



Joonis 21. Eestis toodetud soojusenergia kütuseliikide kaupa, 2017

Põlevkiviõli kasutavaid katlaid asendatakse laialdaselt seadmetega, mis töötavad soodsama biomassi küttega. Sellegipoolest on soojuse tootmiseks põlevkiviõli kasutavate kütetejade arv endiselt suhteliselt suur.

2016. aasta juunis esitas Eesti valitsus arutamiseks kaugkütteseaduse⁴¹ muutmise eelnõu, mis annaks soojusenergia tootjatele regulatiivsed garantiid ja lisamotivatsiooni, mida on vaja taastuvate energiaallikate ja turba kasutamise suurendamiseks paralleelselt kallimate fossiilkütuste kasutamise vähendamisega.

Soome

Enamikus Soome kohaliku omavalitsuse üksustes on tihedalt asustatud asulates kütetejad või elektri ja kütte koostootmisjaamad olemas. Neis kasutatakse puidupõhiseid kütuseid, nagu hakkpuit, saepuru, puidugraanulid, turvas või nende kombinatsioonid. Energiajaamade võime kasutada erisuguseid alternatiivkütuseid või nende segusid on tervitatav. Iga kütuseliigiga kaasnevad oma riskid, nagu kütuse kättesaadavus, hind või piiravad keskkonnaalased õigusnormid. Üks ohutu ja usaldusväärne kütetejaamalähendus on asula varustamine kahe eraldiseisva üksusega (jaamaga), mida kasutatakse teineteisest sõltumatult. Selle eeliseks on see, et väiksema üksusega saab toetada suurema tööd tehnilise hoolduse, häirete ja energia tippnõudluse ajal.⁴²

Leedu

Leedus moodustab kaugküttesektor enam kui 50% riigi küttesektorist tervikuna. Ülejäänud osa koosneb kütte üksiktarbijatest, kes kasutavad põhiliselt gaasi- või tahkekütusekatlaid. Kaugkütte tootmisturul tegutses 2017. a üle 40 iseseisva soojatootja. Samal aastal tegutses kaugküttesektoris 49 litsentsitud kütteettevõtet.

Leedu KK-võrkude kogupikkus on ligikaudu 2 846 km. Aastatel 2007–2013 uuendati EL-i struktuurifondide toel umbes 12% KK-võrkude kogupikkusest. Torustiku asendamine on aeglase tasuvusega investeering. Soojusülekandekadod torustikusüsteemis on kuni 15,5%.⁴³

Rootsi

Enamikus Rootsi kohaliku omavalitsuse üksustes on tihedalt asustatud asulates küttejaamad või elektri ja kütte koostootmisjaamad olemas. Neis kasutatakse puidupõhiseid kütuseid, nagu hakkpuit, saepuru, puidugraanulid või nende kombinatsioonid. Energiajaamade võime kasutada erisuguseid alternatiivkütuseid või nende segusid on tervitatav.

1.3. Poliitikavahendid ja nende peamised metsaenergiaäri edendavad elemendid

Üldine tõdemus

Praktikas mõjutavad metsa majandamise korra väljatöötamist paljud tegurid, millest üks on kliimamuutuse leevendamise eesmärk. Muud stiimulid võivad olla näiteks õigusaktid, soovitusel, juhised, toetused, puidunõudlus ja metsandussektori tehnika areng ning neil kõigil on metsadele oma mõju. On oluline jälgida, milline on eri vahendite koosmõju.¹⁶

Baltic ForBio projektis kasutati kõigi partnerriikide poliitikavahendite üles lugemiseks projekti S2BIOM⁴⁴ tuge. Soomes loeti kokku 48 vahendit, millest neli hinnati metsa bioenergia tootmise seisukohast oluliseks.

Tabel 2. Partnerriikide poliitikavahendid ja neist metsa bioenergia kasutamise seisukohast olulisimad vahendid

Partnerriik	Projekti S2biom loend*	Metsa bioenergia seisukohast olulised vahendid**
Eesti (EST)	20	5
Soome (FIN)	48	5
Saksamaa (GER)	24	6
Läti (LV)	12	4
Leedu (LT)	15	6
Rootsi (SWE)	14	4

* Projekti S2BIOM elluvijate loodud internetiotsingulahendus: <https://s2biom.vito.be/>

** Toodud arv põhineb analüüsil küsimustiku kohta, millest oli juttu eespool peatükis, milles käsitleti Baltic ForBio projekti seisukohta raiejäätmete, kändude, tööstusliku otstarbeta puidu ja lühikese raieringiga istandike suhtes.

Eesti

Biomass on Eestis kõige levinum taastuvenergia liik ning seda on küttetööstuses kasutatud sajandeid ja isegi ilma toetusteta. Üleminekut fossiilkütustelt biomassile, eriti hakkepuidule, on kiirendatud mitmesuguste riiklike toetustega.

Taastuvenergiat on hakatud järk-järgult investeeringute rahastamise ja tegevustoetuste abil toetama. Taastuvate energiaallikate kasutuselevõttu toetavate riiklike meetmete peamised rakendajad on olnud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Rahandusministeerium, Keskkonnaministeerium ning Maaeluministeerium (endine Põllumajandusministeerium). Rakendusüksustena on tegutsenud Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK), Sihtasutus KredEx ning Põllumajanduse Registre ja Informatsiooni Amet (PRIA).

Eestis saab taotleda toetust alla 30-aastastes puistutes harvendusraie tegemiseks. See toetus on mõeldud metsaomanikele. Muud energiaalased toetused on elektrijaamadele makstavad subsiidiumid.

Ainus riiklik toetus, mida Eestis energia biomassist tootmiseks makstakse, on tegevustoetus. See toetus on kehtestatud elektrituruseaduses. Elektrituruseaduse kohaselt on taastuvast energiaallikast elektri tootjal võimalik saada põhivõrguettevõtjalt toetust, kui ta on selle elektri tootnud tootmiseseadmega, mille netovõimsus ei ületa 125 MW. Taastuvad energiaallikad elektrituru seaduse tähenduses on vesi, tuul, päike, laine, tõusmõõn, maasoojus, prügilagaas, heitvee puhastamisel eralduv gaas, biogaas ja biomass.⁴⁵

Taastuvatest energiaallikatest elektri tootjale põhivõrguettevõtja poolt makstava toetuse määr on 57,3 €/MWh ja seda makstakse 12 aastat alates tootmise alustamisest.

Seaduse kohaselt maksab toetusi põhivõrguettevõtja: AS Elering. Toetuse finantseerimise kulud kannab tarbija, makstes taastuvenergia tasu. Puidu puhul saab toetust taotleda koostootmisrežiimil toodetud elektri eest.

Riigil on olemas aktiivsed plaanid maksta riiklikele energiaettevõtetele põlevkivi asemel bioenergia kasutamise eest toetusi. Hinnanguline toetuste rahastamise maht on 5,0 miljonit eurot aastas. See võib suurendada bioenergia kasutamist nendes jaamades 250 000 m³ võrra aastas, kuid realistlikum maht on ligikaudu 100 000–200 000 m³.

Soome

Soomes edendatakse riiklike toetustega järgmisi valdkondi: metsade jätkusuutlik majandamine ja kasutamine; puidu tootmine, bioloogiline mitmekesisus, metsaökosüsteemid ja muud asjakohased meetmed.

Väikese läbimõõduga puude varumise energiatoetus on toetus väikese läbimõõduga puude ülestöötamiseks harvendusraiate käigus. Toetust makstakse puidu eest, mida kogutakse seoses metsa majandamisega noorendike hooldamisel ja esimestel harvendusraietel.

Metsaomanikud saavad taotleda riigilt toetust noorendike hooldamise ja väikeste puude ülestöötamise eest, mida makstakse olenemata sellest, kui palju puidu ostja puidu eest maksab. Energiapuidu keskmine lõpphind oli 20,56 eurot tihumeetri kohta ja kasvava metsa hind 3,54 eurot. See toetus mõjutab puistu hooldamise otsuseid ja võetud meetmete tasuvust. 2017. aastal maksis riik toetust 430 eurot hektari kohta, mis teeb umbes 9 eurot tihumeetri kohta.⁵

Toetuse maksmise kriteeriumid on järgmised:

a) minimaalne pindala 2 hektarit; b) pärast töid on kasvavad puud vähemalt 3 meetrit kõrged; c) puude keskmine rinnasdiameeter enne ja pärast töid ei tohi olla üle 16 cm; d) eemaldatud puude arv, mille kännu läbimõõt on vähemalt 2 cm, peab olema vähemalt 1 500 tk hektari kohta; e) puistut peab pärast toetatud töid hoidma heas seisukorras 10 aastat; ja f) ülestöötatud puude maht peab olema vähemalt 35 tihumeetrit hektari kohta, et saada täiendavat toetust väikeste puude eest summas 200 eurot hektari kohta.

Taastuvelektri tootmistoetused: tuule, biogaasi ja väikesemahulist puitbiomassi põhist elektritootmist toetatakse soodustariifimehhanismi abil. Toetuse saamiseks peavad jaamad olema uued. Puitbiomassi või biogaasi kasutavates koostootmisjaamades toodetud elektri puhul makstakse suuremat tariifi soojusenergia lisatasu kujul, kui soojust toodetakse kasutamiseks ja jaama üldine tõhusus vastab kehtivatele standarditele. Abikõlblikud biomassi liigid piirduvad primaarenergiapuiduga, mis on „toodud otse metsast“ (oksad, ladvad, kännud, väikese läbimõõduga puit). See piirang kehtestati, tagamaks, et energia tootmiseks ei kasutataks metsatööstusele sobivat puitu. Kummagi mehhanismi maksimaalne kestus on 12 aastat.

Saksamaa

Saksamaa riiklikus kliimakavas aastani 2050 rõhutatakse ühelt poolt puidu ja puittoodete ning teiselt poolt metsade kaitse ja arendamise tähtsust süsiniku sidumisel kliimamuutuse vastases võitluses. Föderaalse toidu- ja põllumajandusministeeriumi hartas „Puit 2.0“ (Charta für Holz 2.0) on toodud välja mitu tegevussuunda puidu ja puittoodete kasutamise suurendamiseks järgnevatel aastatel. Riiklik ja piirkondlik metsapoliitika keskendub metsa säilitamisele, metsanduse kohandamisele kliimamuutusega ja looduskaitseküsimustele. Valitsus edendab tugevalt metsakütuste (nagu graanulid, hakkpuit ja palgid) kasutamist olmeküttes. Alates 2020. aasta algusest rahastatakse investeeringuid puitbiomassi (graanulid, hakkpuit või palgid) kasutavatesse uueaegsetesse väikestes küttesüsteemidesse kuni 45%-ga abikõlblikest investeerimiskuludest (taastuvatest alimatest soojusenergia tootmise turu ergutuskava raames).

Läti

Metsa bioenergia tõhusama kasutamise edendamiseks Läti riigisisese energiatootmise arendamisel tuleks muuta puidu kasutamise poliitikat. Üks lahendus stabiilse ja tervikliku energiatsükli tagamiseks võiks olla puiduressursside omanikke, energiatootjaid ja tarbijaid ühendavate ühisettevõtete loomine. Konkreetsed meetmed on loetletud riiklikus kliima- ja energiakavas aastateks 2021–2030 ning maaelu arengu kavas, kuid biomass vajab rohkem tähelepanu.

Leedu

Leedus on peamine roheline elektri tootmise toetusmeede ostutariif, mis seisneb kohustuses osta seda liiki energiat fikseeritud hinnaga. Elektrienergia tootmist soositakse tuule-, biomassi-, päikese- ja hüdroelektrijaamades võimsusega kuni 10 MW. Taastuvelektrijaamade ühendamisel elektrivõrguga kehtib tootjatele seaduse kohaselt 40% liitumistasu soodustus.

Küttesektoriseadus näeb ette, et riik (kohalikud omavalitsused) soodustab biokütustest toodetud soojusenergia ostmist küttesüsteemidesse. Kui soojusenergia hind on sama, ostab tarnija soojusenergiat iseseisvatelt soojusenergia tootjatelt järgmises järjekorras:⁴⁶

- 1) taastuvaid energiaallikaid kasutavates elektri ja soojuse koostootmisjaamades toodetud soojusenergia;
- 2) taastuvatest ja maasoojusenergiaallikatest toodetud soojusenergia;
- 3) tööstusrajatistes tekkinud heitsoojus;
- 4) suure tõhususega koostootmisseadmetega toodetud soojusenergia;
- 5) fossiilkütuseid kasutavates katlamajades toodetud soojusenergia.

Ettevõtted ja erasektori huvirühmad, kes esitavad biokütuse kasutamist tõendavad dokumendid, on vabastatud statsionaarsetest saasteallikatest pärineva keskkonnareostuse maksust biokütuse kasutamisel tekkinud heitmete eest.⁴⁷ Bioloogilisest materjalist valmistatud või seda sisaldavatele energiatoodetele saab taotleda aktsiisivabastust.⁴⁸

Leedu riiklik energia regulatiivnõukogu (NERC) alustas 2. septembril 2019 esimest börsihinna lisatasu oksjonit. See on esimene tehnoloogianeutraalne oksjon, mis on avatud kõikidele tehnoloogiatele: päikese-, tuule-, biogaasi- ja biomassienergia. Oksjoni võitja saab võimaluse saada börsihinnale lisatasu. Need oksjonid edendavad taastuenergia arendamist.¹⁹

On olemas ka mõned EL-i programmid, mille raames pakutakse rahalist toetust vana- de saastavate fossiilkütuseid kasutavate katelde asendamiseks biokütusekateldeg. Kodumajapidamised saavad biokütust osta madala käibemaksumääraga. Väikeettevõtted ja erametsaomanikud saavad taotleda projekti „Investeeringud metsa arendamisse ja metsa elujõulisuse parandamisse“ raames toetust ümarpuidu ja puitbiokütuste tootmistehnoloogiate rakendamiseks.

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused:

1. Milliseid toetusi oskate nimetada oma riigist ja kuidas need praktikas toimivad? Käsiraamatu omakeelses versioonis võib kirjeldada oma riiklike toetuste rakendamise kordi ja ingliskeelses versioonis võib esitada riiklike toetuste nimetused ja võib-olla mõned üksikasjad parimate kohta, et anda näide nende toimimisest.

2. METSAENERGIA KOGUMINE NOORENDIKE HOOLDAMISE, ESMASTE JA TÄIENDAVATE HARVENDUSRAIETE OSANA

2.1 Metsa bioenergia kogumise tehnoloogilised tahud

Kuna metsaolud võivad Läänemere piirkonna riikides erineda (kliima, metsandustavad jne), annab käsiraamatu käesolev osa ülevaate metsa puudutavate otsuste langetamist hõlbustavate erinevate meetodite eelistest.

Esitatud väited põhinevad peamiselt Põhjamaade kogemusel. Neist antakse üldine ülevaade, kuna hinnatase ja tegevuskeskkond võib olla riigiti erinev. Teatud juhtudel viidatakse riigipõhiste tingimustele (kui need on märkimist väärt). Esitatud lähenemisviisidest võib olla kasu asutuse või üksikisiku tasandil.

Käesolevas peatükis püütakse vastata järgmistele põhiküsimustele. Miks peaks tootlikkuse ja kasumlikkuse analüüsi põhjal valida teatud tehnoloogilise lahenduse või kasutatud meetodi tehniliseks arendamiseks on muid ühiseid seisukohti?

2.1.1 Energiapuidu tootmine noorendike hoolduse osana

Nõuanded kuusikute varaste metsamajanduslike meetmete kohta

Seda on võimalik teostada noorendike hoolduse käigus, jättes esimese valgustusraie käigus energiapuidu varumise eesmärgiga alles hektari kohta 4 000–5 000 puud. Energiapuidu tootmiseks sobilikud lisapuud on kased, tihedusega 1 000–3 000 puud hektari kohta ning mille maksimaalne kõrgus on sama, mis valdaval osal kuuskedel. Seda soovitatakse teha peamiste kasvavate kuusesemikute puhul maksimaalselt 2–2,5 meetri kõrguselt. Kui hooldust teostatakse enam kui kümme aastat pärast seemikute istutamist, on sellega jäänud hiljaks ja kased on juba selgelt kuuskedest pikemad.⁴⁹

Metsamajanduslike meetmete optimaalne ajastus

Soomes läbi viidud katsed on tõestanud, et noorendike kõige optimaalseim kasvufaas hoolduseks on siis, kui kuusesemikute kõrgus on 1,5–2 meetrit, kui laialehelised liigid ei häiri esimese harvendamise ajaks kuuseistikute kasvu, kui kuusepuude valdav kasv on 8–12 meetrit. Kõige sagedamini tehakse seda noorte kuuseistikutega puistutes, kus kunstlikult uuendatud kuuse- või männiistikud kasvavad koos looduslikult uuenenud hõbekaskedega. Allesjäänud teisest liigist puud ei tohi olla kõrgemad kui on valdav kuuseistikute kõrgus. Looduslikes kuusikutes on mullaviljakus üsna hea, seega on ka suur potentsiaal energiapuidu kasvuks. Soovitav pole kogupuu meetod, parem on puud laasida ning jätta oksad toitainete ja kasvukao vältimiseks metsapinnale.⁴⁹



Pilt 5. Energiapuidu tootmiseks sobilikud lisapuud on looduslikult uuenenud kased, tihedusega 1 000–3 000 puud hektari kohta ning mille maksimaalne kõrgus on sama, mis suurematel kuuskedel. (Foto: Pentti Niemistö)

2.1.2 Mitme tüve raie

Üldine lähenemine

Tehnoloogia valimisel keskendutakse tavaliselt erinevate süsteemide tootlikkusele (st masinate tõhusale kasutusmäärale ja majanduslikule tasuvusele). Arvesse tuleks võtta ka paindlikkust, tehtud töö ja toote kvaliteeti, samuti keskkonnamõju ja majandamise tulemust seoses allesjäänud puistu kahjustuste ja olemusega.

Noortes kasvavates metsades on raie- ja laasimistöödeks mitmeid tehnilisi võimalusi, mis mõjutavad nii raie saaki likviidse puidu ja energiapuidu kui ka metsalangile jäetud raiejäätmete seisukohast.⁵⁰

Tüüpiline energiapuidu raieobjekt on valdavalt laialehelistest liikidest koosnev noor mets, kus enamik mahavõetud puudest on paberipuidu mõõtmetes. Esmase harvendus- raie lankidel on puud pikad ja peenikesed ning hektari kohta eemaldatakse palju puid. Üks võimalus on nende objektide puhul ühendada energia- ja paberipuidu kogumine. Ühendatud raie hõlmab ka paberipuidu mõõtmetega puude ja puulatvade eemaldamist.¹⁷



Pilt 6. Raietöid teostab haaratsiga varustatud langetustraktor, et korraga saaks haarata mitu puutüve. (Foto autor: Erik Viklund)

Multifunktsionaalsed raiepead

Paljud raietööstusega tegelevad ettevõtjad tegelevad nii likviidse puidu raiega, tööstusliku ümarpuidu kui ka energiapuidu tootmisega, seetõttu on tehnoloogiaarendajad välja töötanud raiepead, mis on võimelised töötleva nii tööstuslikku ümarpuitu kui ka energiapuitu.⁵¹

Väljakutseks suured metsaraie kulud

Noorendike harvendusraie on vajalik tugevate ja viljakate tulevaste metsade loomiseks. See on kulukas, kuid paljud tihedad noored metsad võivad anda piisavas koguses metsakütust, et katta suurem osa kuludest või anda isegi kasumit. Varasel harvendusraiel, kus võetakse maha väikeseid puid, on suur potentsiaal kütusena kasutatava biomassi kogumiseks, kuid sortiment on kõrgete raiekulude ning väheneva nõudluse ja metsakütuse hindade tõttu muutunud vähem atraktiivseks.⁵¹



Pilt 7. Noorendike harvendusraie või valgustusraie on vajalikud tugevate ja viljakate tulevaste metsade loomiseks. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Võimalikud erinevat tüüpi toormevormid — kogupuud, laasitud puud või paberipuit

Väikestest puudest saab metsakütust koguda erinevatel meetoditel (nt kogupuudena, laasitud puuosadena (energiapuit) ja paberipuiduna). Kütus on tänu tüvepuidu suurele osakaalule hea kvaliteediga. Seda on ka ladustamisel, hakkimisel ja transportimisel üsna lihtne käsitleda.⁵¹



Pilt 8. Väikeste puude raiepeaga langetamiseks kasutatakse kolme järkamislahendust. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Noore puistu harvendusraie tehnilised lahendused

Väikeste puude haaratsiga raiepeaga langetamiseks kasutatakse kolme tehnilist järkamisagregaati: lõikureid, ketas- või kettsaagi. Igal lahendusel on oma plussid ja miinused, kuid kõige olulisem aspekt on tervikliku üksuse jõudlus ning puude langetusjärgne käitlus.

- Lõikurid on kivisel maastikul vastupidavad, kuid on järkamisel üsna aeglane lahendus.
- Ketassaag on järkamisel kiirem lahendus, kuid seda on kivisel maastikul halvem kasutada.
- Traditsioonilises metsaraies kasutatavad kettsaed on paindlikud, kuna neid saab kasutada nii paberipuidu kui ka energiapuidu raie korral, kuid see on kulukam lahendus väikeste puude raie korral.



Pilt 9. Väikese läbimõõduga puude tõhusaks langetamiseks on mõeldud spetsiaalne mitme puu käitlemiseks mõeldud raiepea. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Puude langetamise ja kimpu seadmise etappide tõhusus

Sobiv agregaat peaks olema korraga võimeline igas poomitsüklis langetama ja kimpu seadma mitu puud, hoidma puude kimpu koos ning vajadusel andma puude kimpu ette ja raiuma kimbu sobivas pikkuses palkideks, et koormat saaks transportida nii maastikul kui ka maanteel.⁵¹

Väljavedu läbi koondamistee võrgu teeäärsele vahelattu

Laasimata tüved koos okstega pannakse koondamisteele pallideks kokku (täispikkuses või osadeks jaotatuna) ning transporditakse seejärel tee äärde. Üldjuhul toimub ladustamine ja hakkimine tee ääres ning hakkpuit transporditakse otse või terminali kaudu kliendini.⁵¹



Pilt 10. Ladustamine ja hakkimine tee ääres, hakkpuit transporditakse otse või terminali kaudu kliendini. (Foto autor: Lars Eliasson)

Baltimaades on märkimisväärsed probleeme juurdepääsetavusega. Paljudel juhtudel ei saa energiapuidu jaoks sobivat puistut (energia)puidu varumiseks kasutada, kuna sellele ei pääse metsateede puudumise tõttu ligi. On suur vajadus metsateede taristu parandamise järele.

Harvarderi eelised

Väikeste puude mehhaniseeritud raieks on lisaks traditsioonilisele langetus- ja kokkuveotraktoriga kahe masina süsteemile võimalik kasutada ka n-ö energiapuidu harvarderi, mida saab kasutada nii raietöödeks kui ka puude transportimiseks tee äärde. Uuringud on näidanud, et energiapuidu harvarder on võrreldes kahe masina süsteemiga lühikeste vahemaade (> 150 m), madalaima keskmise tüve ($> 0,02$ m³), sortimendi (põhitüve) väikese mahu hektari kohta (> 55 m³ KA / ha) ja väiksemate objektide (< 100 m³ KA / pakk) korral kasumlikum lahendus.⁵¹



Pilt 11. Energiapuidu harvarder on võrreldes kahe masina süsteemiga lühikeste vahemaade või väikeste puistute korral kasumlikum. (Foto autor: Juha Laitila)

Masinate parem tööhõive

Harvarderi konkurentsivõime põhineb hakketööde suurel osakaalul väljaveo suhtes. Harvarder on kindel valik alustavatele ettevõtjatele. Hiljem saab ettevõtte paindlikkust laiendada, paigaldades eraldi langetusmasinale langetamiseks ja laadimiseks mõeldud pea ning kasutades harvarderi baasmasinat tavalise kokkuveotraktorina. Kaheotstarbelise masina meetod võimaldab masinaid paremini kasutada, kuna ühe masina jaoks on lihtsam tööd leida kui kahe masina jaoks ning see hoiab masina suutlikkuse tasakaalus.



Pilt 12. Traditsiooniline kahe masina meetod — langetustraktor puude langetamiseks ning kokkuveotraktor puidu transpordiks lähedal asuvalle metsalangi laoplatsile. (Foto autor: Juha Laitila)

Kuidas tootlikkust kolmekordistada?

Raie teostamiseks väga tihedates puistutes on välja töötatud jätkusööt-raiepeade prototüübid. See võimaldab puid järjestikku langetada ja koguda, seega on sellega võimalik teostada nt geomeetrilist koridoridega harvendusraiet. Teoreetiliste simulatsioonide kohaselt võib see isegi väga varajaste harvendusraiete korral, kus langetatud puude tüvemaht on väike, suurendada tootlikkust kolmekordselt. Raiepeade prototüübi funktsionaalsuse ja tootlikkuse katse näitab, et varajase tiheda harvendusraie korral on suur potentsiaal langetustraktori tootlikkuse suurendamiseks.⁵¹ Tegelikuses on tootlikkuse kolmekordistamiseks vaja siiski teha veel palju uuringuid, see võtab aega, selleks on vaja rahastust ning palju tööd kulub veel seadmete arendamisele.

Kuidas tõsta kraanatöödega seotud tootlikkust — üheksa puud poomitsükli kohta

Väikeste puude harvendusraie korral on väljaveo ja edasi transportimise sujuvamaks muutmiseks välja arendatud erinevad pallimisagregaadid. Langetustraktoril kulub väikeste puudega puistutes palju aega kraana tööle. Loodetavasti parandab see väikeste puude harvendamisel tootlikkust.⁵¹



Pilt 13. Langetustraktoril kulub väikeste puudega puistutes palju aega kraana tööle. Kased eemaldatakse, kuused jäetakse alles. (Pilt: Örjan Grönlund)

Väikeste puude harvendusraie elujõulisuse võti peitub suutlikkuses käsitleda korraga mitut puud. Tänapäeval teostatakse kõigi väikeste puude raie seadmetega, mis on mõeldud korraga mitme puu töötlemiseks. Kui puude arvu poomitsükli kohta suurendatakse tänaselt kolmelt puult 6–9 puuni, saab praeguse tehnoloogia abil tootlikkust tõsta 15–30 protsenti. Täiustatud töömeetodid (nt kraana töö vähendamine puude õiges järjekorras langetamise näol) võivad tootlikkust veelgi suurendada, ilma seejuures operaatori töökoormust suurendamata.⁵¹

Etteveorattaga akumulējuva raiepeaga on võimalik kiiresti lülitada paberipuidu kogumisele ümber metsakütuse kogumisele. See muudab puistu varajase või esimese harvendusraie paindlikuks. Praegu kasutatakse esimesel harvendusraiel kõige sagedamini metsakombaini, millele on monteeritud kettsae ja mitme puu jaoks mõeldud agregaadiga raiepead. Sagedamini eelistatakse lühematele kraanadele pikki kraanasid, kuna nii on võimalik samalt langi koondamisteelt ulatuda rohkemate puudeni. See tähendab ka seda, et kraana kogupikkuses mitme puu käitlemiseks peab olema baasmasin üsna suur.⁵¹



Pilt 14. Etteveoratastega akumulueeruva raiepeaga on võimalik kiiresti lülitada paberipuidu kogumiselt ümber metsakütuse kogumisele. (Foto autor: Juha Laitila)

2.1.3 Väljavedu

Väljaveo tõhusus — kuidas maksmeerida koorma kompaktsust

Tõhusaks väljaveoks tuleb langetatud puud virnastada koondamistee äärde üksikuteks suurteks virnadeks. Väikesemõõtmeliste laasitud puuosade väljaveo jõudlus on peaaegu sama hea (ligikaudu 95%) kui paberipuidu väljaveo korral. Veidi madalam kandevõime on tingitud suuremast koorma õhusisaldusest, kuna puit on väga väikesemõõtmeline. Osaliselt laasitud puuosade vastavad näitajad on 80–90% ja tihedalt kokku pakkimata puuosade (nt puulatvade ja kogupuude) korral ligikaudu 65%.⁵¹



Pilt 15. Veidi madalam kandevõime tuleneb okste ja väikesemõõtmelise puidu tõttu tingitud suuremast kogupuude koorma õhusisaldusest. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)



Pilt 16. Õige viis energiapuidu teeäärseks ladustamiseks on selline, kus virnad on nii kõrged, kui tehniliselt võimalik ja tööohutuse seisukohast sobilik. Esikülg peaks olema sirge ning virna ülemine osa toimima vihmakattena. (Foto autor: Juha Laitila)

Kaugvedu

Levinud sortiment on osaliselt laasitud ja transportimiseks sobivasse pikkusesse raiutud puude mitme tüve kaupa käitlemine. Olenevalt sellest, kui hästi on materjal laasitud, võib seda vedada tavaliste puiduveokitega, muul juhul on soovitatav kasutada transpordiks kinniste külgede või lisatugedega biomassi jaoks mõeldud veokeid. Kui puistu tüved lähenevad etapile, mil vajavad harvendamist, on võimalik harvendusraie ühendada paberipuidu ja metsakütuse kogumisega.⁵¹



Pilt 17. Olenevalt sellest, kui hästi on materjal laasitud, võib seda vedada tavaliste puiduveokitega. Kuusiku valgustusraie käigus väikestest puudest toodetud biokütus tarnitakse Lätis asuvasse Jēkabpils pelletitehasesse. (Foto autor: Andis Lazdiņš)



Pilt 18. Laasimata energiapuit või lahtised raiejäätmek saab transportida terminali või lõppkasutajateni kinniste külgede ja kinnise põhjaga biomassi jaoks mõeldud veoautodega. (Foto autor: Juha Laitila)

Energiapuidu materjalide edasine töötlemine ja tarnimine lõpptarbijatele

Hakkpuidu hankeskeem koostatakse selle alusel, kus puitmaterjali hakkeprotsess toimub ning millisel kujul materjal energiajaamadesse transporditakse. Juhtudel, kui hakkimist hakatakse teostama energiajaama kõrval või konkreetses terminalis, on aastased mahud suured, masinate suhteline kasutusaste kõrge ja sellest tulenevalt on hakkekulud madalamad. See lähenemisviis viib otsuseni, kus pärast väljavedu ja tee ääres ladustamise etappi transporditakse peenestamata materjal veoautoga tehasesse või terminali.¹⁷



Pilt 19. Hakkpuidu hankeskeem koostatakse selle alusel, kus puitmaterjali hakkeprotsess toimub. (Foto autor: Juha Laitila)

Energiajaamades ja terminalis hakkimise miinuseks on väike koorma suurus transportimisel (kui materjal pole tihedalt kokku pakitud) ning see suurendab kulusid. Koorma suuruse suurendamiseks saab kasutada järgmiseid tehnilisi lahendusi: raiejäätmed pakitakse oksapalkidena, harvendusraiest saadud puud laasitakse ja lõigatakse samasse pikkusesse, kännud ja juured lõhutakse või eelpurustatakse.¹⁷

Kõrgete investeerimiskulude tõttu on hakkimine energiajaama kõrval või terminalis võimalik ainult suurte elektrijaamade puhul. Lisaks võivad hakketöid piirata müra ning tolmu seotud probleemid, mis võivad häirida piirkonnas elavaid inimesi. Terminalid võivad teenindada erineva suurusega energiajaamu ja see toimib ajutise laona, kui ilmastiku- ja maastikutingimused on halvad ja takistavad otse metsast tarnimist. Täiendavad transpordivajadused ja materjali käitlemine suurendavad aga kulusid. Hakkimiseks mõeldud terminalid asuvad enamasti hakkpuidu utiliseerimistehaste või turbatootmis-kohtade läheduses. Terminale saab kasutada ka toodetud hakkpuidu ladustamiseks.¹⁷

Tee ääres saab hakkmaterjali töödelda ning seejärel laadida otse veoki koormale. Hakkur ja veoüksus on tihedalt omavahel seotud, mis tähendab, et hakkimist ja transportimist tuleks teostada kindlas järjekorras, mistõttu on teatud ooteajad vältimatud. Teeäärne hakkimine võib häirida ka teeliiklust. Teeäärne hakkimine võimaldab kasutada veo-ki kandevõimet maksimaalselt. Meetod on tõhus ka pikamaavedude korral ning sobib suurtele ja väikestele energiajaamadele. Suurem osa Soome hakkpuidust on toodetud teeäärsetel laoplatsidel.¹⁷



Pilt 20. Suurem osa hakkpuidust on toodetud teeäärsetel laoplatsidel. Pildil on kujutatud raiejäätmete mahalaadimine ja virnastamine. (Foto autor: Lars Eliasson)

2.2 Metsa bioenergia kogumise majanduslikud tahud

Hakkpuidu konkurentsivõime võrreldes muude materjalidega (nt turvase, kivisüsiga)

Kui turvas pole hästi kättesaadav, asendab hakkpuit väikesemahulistes energiajaamades tükkturvast. Mida suurem on rannikualal paiknev energiajaam, seda mõistlikum on freesturvase ja hakkpuidu asemel kasutada kivisütt.⁵²

Väikesed puud hakkpuidu toorainena

Varase või esimese harvendusraie ajal on levinumateks puidu sortimentideks paberi- ja energiapuit. Esimesed harvendusraied ei ole väga kasumlik, kuna väikese tüvemahu ja hektari kohta madala raiesaagi tõttu on hankekulud üsna kõrged. Samuti on esimestest harvendusraietest saadav puit puidumassi ja paberi tootmiseks üsna madala kvaliteediga.⁵⁰

Energiatarbimiseks mõeldud väikeste puude hankekulu on kõrgem kui hakkpuidu keskmine hinnatase, seega tuleks mahtu suurendada terve tootmisahela (raie, hakkimise) toetamisega või energiamaksude näol stiimulitena.⁵²

Eelkõige pakub ühendatud energiapuidu kogumine suhteliselt suurt võimalust energiapuidu saamiseks ning nendelt raielankidelt saadud kõige väärtuslikuma puidu saab suunata tööstuslikuks kasutamiseks.²²

Metsalangiga seotud otsused hakkpuidu konkurentsivõime parandamisel

Väikeste puude hankimise majanduslikku kestlikkust saab parandada sellega, kui teostada raietöid suurema läbimõõduga puistutes ja näiteks ühendada omavahel paberi- ja energiapuidu kogumine. See tähendab nii energiapuidu kui ka paberipuidu kogumisega seotud kulude vähendamist.⁵²

Väikeste puude raie on kulukas. Suurimaks kuluteguriks on langetamine ning kimpu seadmine, mis moodustab kuludest 60–75%. Noorendikes moodustavad suure osa biomassist oksad ja puuladvad. Võrreldes traditsioonilise paberipuidu raiega esimese varase harvendusraie ajal, kasvab kogutud maht metsakütuse töödel vähemalt 50%.⁵¹



Pilt 21. Võrreldes traditsioonilise paberipuidu raiega esimese varase harvendusraie ajal, kasvab kogutud maht metsakütuse töödel vähemalt 50%. (Foto autor: Erkki Oksanen)

Raielankide eelneva koristuse olulisus

Energiapuidu raielangid tuleks raietööde tootlikkuse suurendamiseks ning allesjäänud puude raiekahjustuste vähendamiseks enne põhitööde alustamist võsalõikurite abil puhastada.¹⁷

Väikseimate puude (rinnasdiameeter > 4 cm) eelpuhastamine suurendab ülestöötamise keskmist mahtu ja parandab seega raie tootlikkust. See on standardmeede ja seda viiakse tihti läbi, kuigi see pole alati tingimata rahaliselt tasuv.⁵¹ Seega teostatakse eelpuhastustööd viljaka pinnasega tiheda alusmetsaga puistutes. Soome kogemuse põhjal võib öelda, et alusmetsa masinraiele eelnevat puhastust tehakse alla pooltele raielankidele. Ära tuleks ka märkida, et eelpuhastus on metsaomanikule lisakulu (ligikaudu 300–400 eurot hektari kohta).



Pilt 22. Raie ja paberipuidu kogumise ühendamisel tuleb suur osa täiendavast biomassist noorendike okstest ja puulatvadest. (Foto autor: Erkki Oksanen)

Kuidas oleks müüa kogu puistu saadaolev maht energiapuiduna?

Pikkust, kvaliteeti ja läbimõõdu nõudeid on võimalik muuta vastavalt turuolukorrale ja raieingimustele, mis mõjutavad paberi- ja energiapuidu kogumist metsalangil. Paberipuidu hinnatase on enamasti energiapuidu omast kõrgem, seetõttu ei kasutata seda enamasti energia tootmise eesmärkidel. Noorendikes on paberipuidu kogus aga nii väike või kvaliteet sedavõrd halb, et kogumaht oleks kasumlik müüa ja üles töötada energiapuiduna.¹⁷



Pilt 23. Noorendikes on paberipuidu kogus aga nii väike või kvaliteet sedavõrd halb, et kogumaht oleks kasumlik müüa ja üles töötada energiapuiduna. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Kui esimesed harvendusraied toimuvad piisavalt viljaka pinnasega puistutes, kus domineerivad männid ja kased, on praeguste soovitude kohaselt lubatud koguda ka okstega energiapuitu. Raie kogumaht jagatakse olenevalt paberipuidu miinimumlâbimõõdust likviidseks paberipuiduks ja energiapuiduks. Soome tingimustes on olenevalt kasutusvaldkonnast koorepealne miinimumlâbimõõt männi puhul 6 cm, kase puhul 6 cm ning kuuse puhul 6–8 cm. Kui paberipuidu miinimumlâbimõõdu nõuet suurendatakse ühe sentimeetri võrra 8 cm-ni, muudab see selgelt energiapuidu mahtu.⁵⁰



Pilt 24. Metsa laoplatsid pärast esimese harvendusraie ühendatud kogumist — paberipuit vasakul ja energiapuit paremal pool. (Foto autor: Juha Laitila)

Paberi- ja energiapuidu hinnakujunduse iseärasused Balti riikides

Balti riikides peab paberipuit olema täpselt kolme meetri pikkune. Selle põhjus on laevatransport peamiselt Soome ja Rootsi. Ümara puidu välismaale eksportimisel kasutatakse sageli pikamaavedude optimeerimiseks fikseeritud mõõtmeid. Põhjamaades oleneb paberipuidu pikkus lepingutingimustest ning jääb vahemikku 2,7–5,5 meetrit. Tegelikult on üsna sageli noorte puistute harvendamisel võimalik paberipuidu jaoks lõigata ainult kolme meetri pikkused tüved, seda isegi siis, kui sobiv tüvi on nelja meetri pikkune.

Kuna hakkpuidule ei ole kehtestatud toetusi, on see alati paberipuidust odavam. Paljudel juhtudel ei ole mõistlik üles töötada ainult 10 m³ paberipuitu. Lisaks paberipuidule ja hakkpuidule toodetakse ka tavalisi küttepuid eramajade kütmiseks. Kuid küttepuid saadakse enamasti lõppraie või teise harvendusraie käigus, kuna küttepuiduks sobivate puude läbimõõt peaks olema vahemikus 10–30 cm.



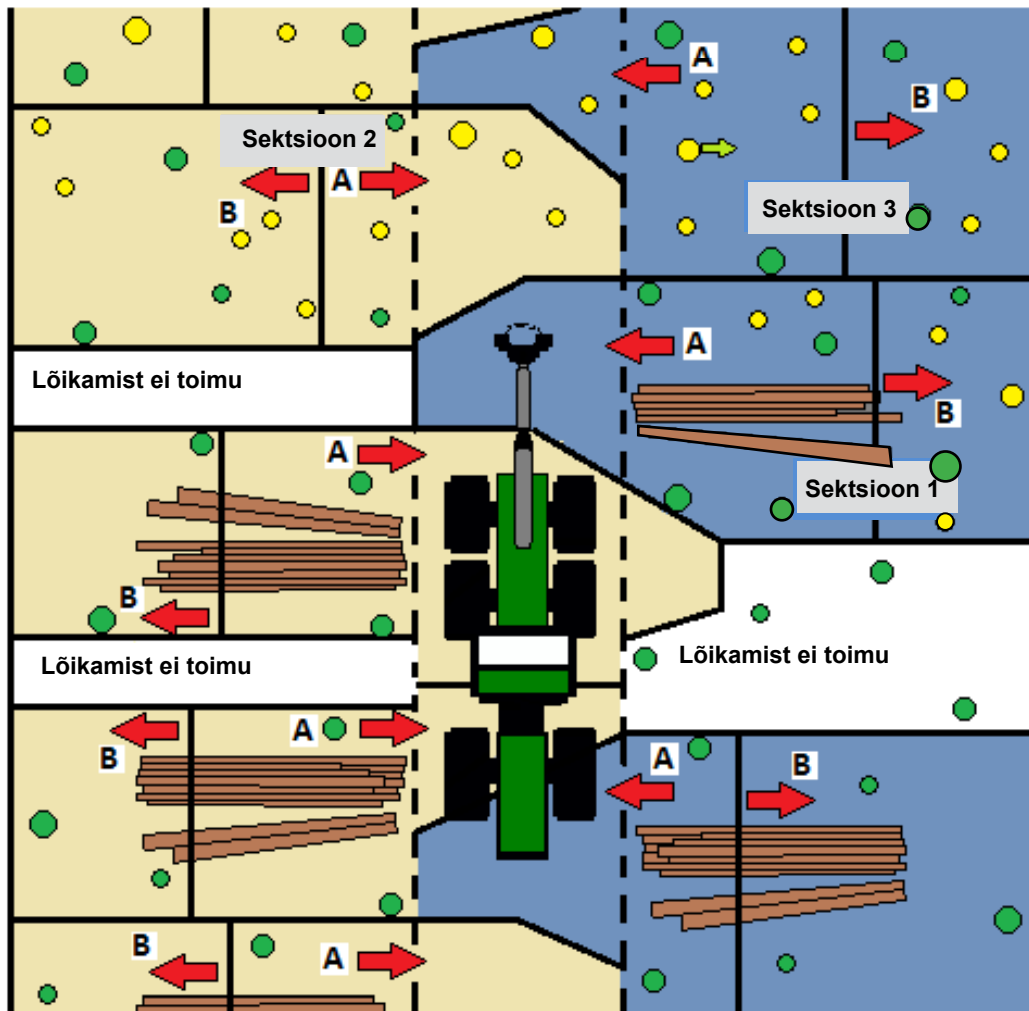
Pilt 25. Erinevad puidusortimendid Leedu raielangil (sh energiapuit). (Foto autor: Valda Gudynaitė-Franckevičienė)



Pilt 26. Paberipuit ja laasitud tüved raielangil koondamistee kõrval. (Foto autor: Juha Laitila)

Töömeetodid, mis muudavad energiapuidu kogumise piisavalt kasumlikuks — harvendusraie sektsioonide kaupa

Mitme puu käitlemise potentsiaali realiseerimiseks on välja töötatud sektsioonides toimuva harvendusraie meetod. Hindamine on näidanud, et ühtlane harvendusmeetod võib suurendada tootlikkust kuni 18 protsenti.⁵¹



Joonis 22. Sektsioonides harvendamise töömeetodi põhimõte. (Allikas: Skogforsk)

Rohelised ringid = kasvama jäetavad puud

Kollased ringid = ülestöötatavad puud

Vasakpoolsetes virnades olev ümarpuit on kogutud helepruunidelt aladelt ja paremal asuvates virnades olev ümarpuit sinistelt aladelt. Nooled näitavad vastavate sektsioonide langetussuunda (A ja B).

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimused.

1. Kas Läänemere piirkonna riikides on hakkpuidu asendajad ja hindade konkurentsivõime ühesugused?
2. Kas energiapuidu hankimise toetamisel on lisaks hinnale ka muid olulisi küsimusi?

2.3. Metsa bioenergia kogumise keskkonnavalased tahud

Arvesse võetav keskkonnateave — putukad, taaskasutus ja hooajaline ajastus

Energiapuidu ladustamine ja logistika peaks olema korraldatud nii, et see ei põhjustaks ümbritsevas metsas (sh noorendikes) putukakahjustusi. Puidu põletamisel tekkinud tuhka tuleks võimalikult palju taaskasutada ning viia allesjäänud puude kasvu parandamiseks tagasi metsa.⁵⁵ Kuid metsa tuhaga väetamine pole Eestis lubatud. Selle peamine põhjus on veekogude kaitsemine kahjulike mõjude eest. Puutuhka peetakse aga väetiseks.

Eesti Maaülikooli uuringute üldkokkuvõte nägi ette määruse loomist, mis lubaks puutuhha kasutamist, kuid välja toodi, et kuiv puutuhk võib põhjustada sellega töötavatele inimestele mõningaid terviseriske. Seetõttu soovitati lubada granuleeritud puutuhha kasutamist.

Peamised abinõud allesjäänud puude või mullapinna raiekahjustuste vältimiseks on raietööde hooajaline ajastus, okaspuukändude lõikepindadele töötlemine (nt karbamiidiga) ning teeäärsetel laoplatsidel energiapuidu virnade katmine.

Erinevate puuosade toitained

6–12-sentimeetrise rinnasdiameetriga kuuskede puhul moodustavad oksad, ladvad ja okkad umbes 45–55% puude biomassist. Kase ja männi vastav osakaal jääb vahemikku 25–40%. Üldjoontes võib öelda, et kolmandik puude lämmastikust paikneb okastes, okstes ja puulatvades. Rohelised osad sisaldavad palju rohkem toitaineid kui tüvepuit. Laasimata puuosade eemaldamine toob seetõttu kaasa märkimisväärselt suuremad toitainete kaod kui ainult paberipuidu puhul.⁵¹



Pilt 27. Kolmandik puude lämmastikust paikneb okastes, okstes ja puulatvades.
(Foto autor: Lars Eliasson)

Kas roheline biomass eemaldada või mitte?

Kogupuu täieliku raie meetodiga ülestöötatud puistute kasv on esimese 10 aasta jooksul vähenenud 7–17%, mis näitab, et roheline biomassi eemaldamine mõjutab mullas saadaolevate toitainete hulka. Kogupuude raie meetod suurendab võrreldes ainult tüve raie meetodiga toitainete ekstraheerimist. Biomassi kogumise iga protsendiline kasv suurendab toitainete väljastatavat kogust männi puhul 2–3%, kuuse puhul 3–4% ja lehtedeta lehtpuude puhul ligikaudu 1,5%.⁵¹



Pilt 28. Kogupuude raie meetod suurendab võrreldes ainult tüve raie meetodiga toitainete ekstraheerimist. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Tegelikkuses jääb osa biomassist (oksad ja okkad) metsapinnale. Kui energiapuidu biomass kuivab raielankides virnades kuu aega, suurendab see toitainete kogumist metsalangile, teisalt aitab see kaasa küttejaama metallstruktuuride madalamale lagundamisele.

Kuidas kompenseerida rohelse biomassi eemaldamist?

Turbaaladel on võimalik kompenseeriv hooldus tuha taaskasutamise näol ning mineraalmullaga puistutes on võimalik hooldus lämmastikväetisega. Kuid sellega kaasnevad kulutused, millega tuleks metsakütuse kogumise kulude juures arvestada. Võib juhtuda, et metsakütuse intensiivse kogumise kompenseerimiseks võib vaja minna lämmastikväetamist. Stabiliseeritud tuha taaskasutus on kaotatud toitainete kompenseerimiseks väga tõhus meetod ning selle kasutamisel ei ole täheldatud negatiivset mõju mulle ja taimestikule.⁵¹

Kas väikeste puude eemaldamisel on langile muid negatiivseid mõjusid?

Harvendatud väikeste puudega tihedate puistute korral on suurenenud kahju tekkimise oht tingitud peamiselt lumest ja tuulest. Kuid 14 puistu inventuurist selgus, et kaks kuni neli aastat pärast esimest harvendusraiet olid sellised kahjustused kõigest 3,6 protsendil tüvedest. 0,9 protsendil puudest olid raiekahjustused ja 0,7 protsendil esines teadmata põhjustel tekkinud kahjustusi.⁵¹



Pilt 29. Harvendatud väikeste puudega tihedate puistute korral on suurenenud kahju tekkimise oht tingitud peamiselt lumest ja tuulest. (Foto autor: Rimantas Gudynas)

3. METSAENERGIA ÜHENDATUD KOGUMINE ES- MASTE JA TÄIENDAVATE HARVENDUSRAIETE AJAL JA PÄRAST NEID

Üldised väljakutsed

Raielankidelt hakkpuidu hankimise väljakutsed on seotud suurenevate raiekulude, masinistide kutseoskuste arendamise, konkreetse tööjõu saadavuse ning erinevate raiemethodite ühendamisega.⁵⁴

Üldiselt harvendusraiejäätmeid ei koguta, kuid kogu harvendusraiest tekkiv metsakütus kogutakse laasitud energiapuidu või puulatvade näol ning väikesed puud paberipuidu kogumisega ühendatud esimese harvendusraie käigus. Viimast varianti tänapäeval väga ei kasutata, kuna metsakütuse hind on viimase 5–7 aasta jooksul olnud madal.⁵¹

3.1 Metsa bioenergia kogumise tehnoloogilised tahud — kütuse kvaliteet ja kestlikkus

Laasitud tüve meetod

Üha enam eelistatakse laasitud tüve meetodit, mille tulemuseks on parema kvaliteediga hakkpuit ning kompaktsem koormate väljavedu. Samal ajal jäetakse metsalangile toitained, millel on positiivne mõju metsa kasvule.⁵²

Laasitud tüve meetodit sobib kasutada kõigi metsataimestiku tüüpide puhul ning see vähendab raielankide toiteainete kadu. Laasimine vähendab kogumist, kuid erinevus võrreldes kogupuu meetodiga väheneb, kui tüvemaht on suurem ja okste suhteline osakaal tüve kogumahust väheneb.¹⁷

Väikese läbimõõduga puistute korral on võrreldes ainult paberipuidu kogumisega metsakütust sisaldavad täiendavad raiemahud märkimisväärsed. Mida jämedam on puistu keskmine tüvi, seda väiksemaks on see lisamaht. Tabelis 3 on näidatud, kuidas täiendav maht võib väiksema keskmise tüvemahuga raie korral tavapäraselt suurened, kui osaliselt laasitud energiapuit kogutakse koos paberipuiduga. Kui selle asemel hakataks kasutama kogupuu osade meetodit, kasvaksid lisamahud veelgi.⁵¹



Pilt 30. Väikese läbimõõduga puistute korral on võrreldes ainult paberipuidu kogumisega metsakütust sisaldavad täiendavad raiemahud märkimisväärsed. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Tabel 3. Kui puistu keskmine tüvemaht on vähenenud, suureneb täiendav maht osaliselt laasitud energiapuidu näol.⁵¹

Keskmine tüvemaht, liitrid	20	30	40	50	60
Täiendav maht, protsendid	120	75	40	20	10

Kogupuu meetod

Kogupuu meetodil ülestöötamiseks on kõige sobivamad metsad, kus domineerivad männid ja laialehised puud, mille maksimaalne läbimõõt on 9 cm. Toitainete kao tõttu ei soovitata kogupuu meetodit mis tahes metsataimestiku tüübiga noorte kuusikute korral.¹⁷

Võrreldes ainult paberipuidu kogumisega kasvab maht puulatvade ja okste kaasamisega tavaliselt 20–40 protsenti. See suurendab raie tootlikkust 15–40 protsenti. Kogupuu raie korral võib raiemaht suureneda rohkem kui 50 protsenti.⁵¹



Pilt 31. Võrreldes ainult paberipuidu kogumisega kasvab puulatvade ja okste kaasamisega maht 20–40 protsenti ning raie tootlikkus 15–40 protsenti. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Täiendavad harvendusraied — jätke kandevõime parandamiseks raiejäätmed koondamisteedele

Täiendavate harvendusraiete käigus energiapuitu ei koguta. Küll aga on suur teoreetiline võimalus saada energiapuitu hektari suuruse ala raiejäätmetest. Soomes teostatakse igal aastal täiendavat harvendusraiet ligikaudu 200 000 hektari suurusel alal.⁵⁰ Raiejäätmeid kasutatakse üldjuhul koondamisteede kandevõime parandamiseks ja kaitsemiseks. Seetõttu ei koguta täiendavate harvendusraiete korral energiapuidu kogumise eesmärgil biomassi.



Pilt 32. Raiejäätmeid kasutatakse koondamisteede kaitsmiseks, et parandada nende kandevõimet. Vaade männipuistule pärast esimest harvendusraiet. (Foto autor: Erkki Oksanen)



Pilt 33. Raiejäätmeid kasutatakse koondamisteede kaitsmiseks, et parandada nende kandevõimet. Seetõttu ei koguta täiendavate harvendusraiete korral energiapuidu kogumise eesmärgil biomassi. (Foto autor: Erkki Oksanen)

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimus.

1. Kas kõik partnerid nõustuvad väitega, et energiapuidu kogumismeetodina võib eelistada laasitud tüve meetodit? Kas leidub veel äramärkimist mainivaid meetodeid?

3.2 Metsa bioenergia kogumise majanduslikud tahud

Erinevate raiemeetodite võrdlus — kogupuu, energiapuidu, tüvepuidu ja paberipuidu meetod

Suur osa noorendike biomassist peitub väikestes tüvedes, oksades ja puulatvades. Need tabelid näitavad männi ja kase erinevate puuosade koefitsienti. Need koefitsiendid keh-tivad puistute puhul, mille rinnasdiameeter on mitme puu käitlemise raiemeetodi puhul 8–10 cm.⁵¹

Tabel 4. Erinevate puuosade koefitsientide tabel raiemeetodi järgi 8–10 cm rinnasdiameetriga männikutes

	Kogupuu	Energiapuit	Tüvepuit	Paberipuit
Kogupuu	1,00	0,79	0,74	0,69
Energiapuit	1,21	1,00	0,95	0,88
Tüvepuit	1,35	1,06	1,00	0,93
Paberipuit	1,46	1,15	1,08	1,00

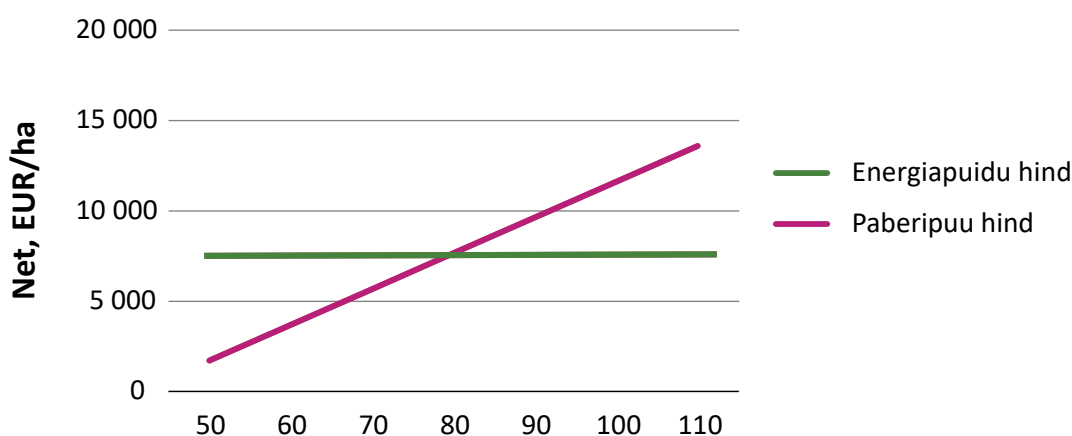
Tabel 5. Erinevate puuosade koefitsientide tabel raiemeetodi järgi 8–10 cm rinnasdiameetriga kaasikutes

	Kogupuu	Energiapuit	Tüvepuit	Paberipuit
Kogupuu	1,00	0,86	0,72	0,62
Energiapuit	1,17	1,00	0,84	0,73
Tüvepuit	1,40	1,20	1,00	0,88
Paberipuit	1,60	1,38	1,15	1,00

Näide tabeli lugemise kohta. Lugege esimest rida vasakult paremale. Energiapuidu ülestöötamisel kogutakse võrreldes kogupuu meetodiga kogumahust kõigest 86%, võrreldes tüvepuidu meetodiga vastavalt 72% ja võrreldes paberipuidu meetodiga 62%.

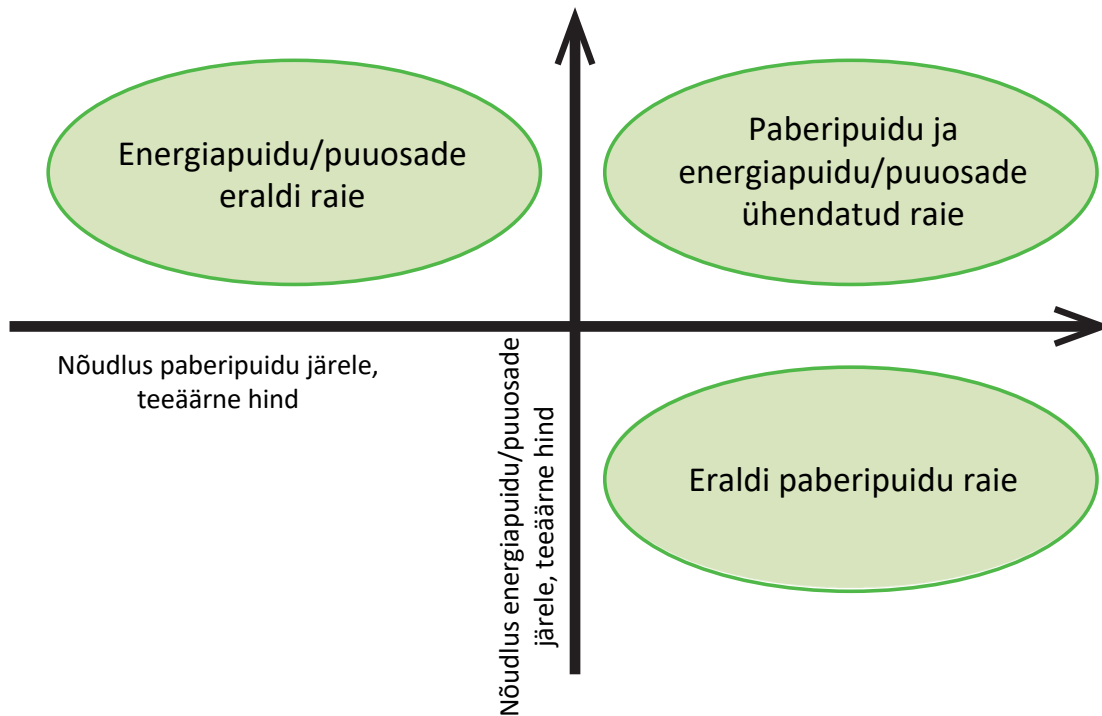
Puidusortimentide hinnaerinevuse olulisus kasumlikkuse netoarvutustes

Paberipuidu ja energiapuidu vaheline hinnasuhe on määrava tähtsusega sortimendi puhul, mis annab raiel kõrgema puhasväärtuse. Alloleval joonisel on kujutatud, kuidas paberipuidu ja energiapuidu hinnasuhe (näidatud energiapuidu hinna protsendina paberipuidu hinnast) mõjutab puhasväärtust hektari kohta. Paberipuidu kogumisel on keskmine tüve koorealune ruumala tihumeetrites $0,05 \text{ m}^3 \text{ KA}$ ning hektari kohta kogutakse 1 000 tüve. Energiapuidu kogumisel on vastav keskmine tüve koorealune ruumala tihumeetrites $0,04 \text{ m}^3 \text{ KA}$, hektari kohta kogutakse 1 500 tüve. Täiendav energiapuidu maht on seega umbes 20 protsenti. Siit nähtub, et tänaste kulude juures peitub murdepunkt energiapuidu hinnas (EUR / $\text{m}^3 \text{ KA}$), mis on kõrgem kui 80% okaspuuidu hinnast (EUR / $\text{m}^3 \text{ KA}$).⁵¹



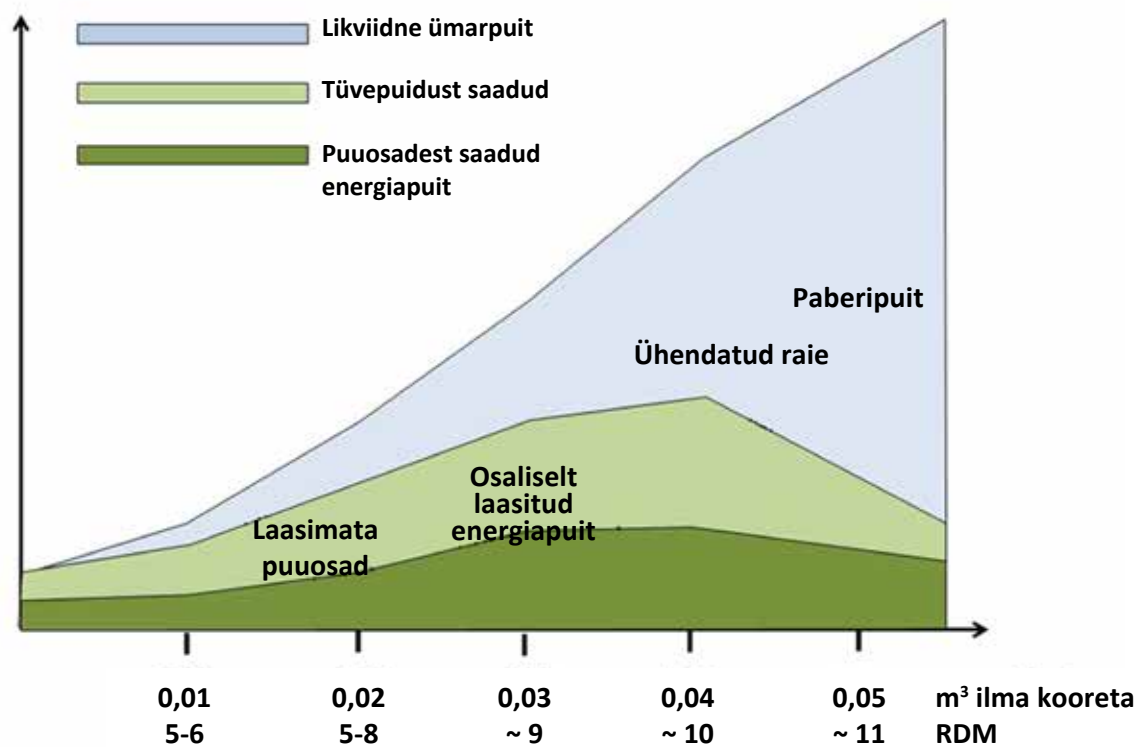
Joonis 23. Praeguse hinnataseme juures on ainult energiapuitu kasumlik koguda okaspuudega segapuistutes, kui tüvemaht on $0,05 \text{ m}^3$ (koorealune ruumala) ja energiapuidu hinnatase on vähemalt 80% paberipuidu hinnatasemest.⁵¹

Paberipuit tasub end üldjuhul ära pakkude puhul, mille keskmine tüvemaht on üle $0,05 \text{ m}^3 \text{ KA}$. Väikese läbimõõduga puistutes, kus keskmine tüvemaht on langetamisel $0,02$ – $0,03 \text{ m}^3 \text{ KA}$, on puhasväärtus kõrgem metsakütusena ülestöötamisel. Kui ülestöötamisel moodustab laialeheline puistu enam kui 50% või keskmine tüvemaht on alla $0,035 \text{ m}^3 \text{ KA}$, tuleks kaaluda ülestöötamist energiapuiduna.⁵¹ Soomes on väikeste puistute ülestöötamise riiklik toetus ligikaudu 10 EUR/ m^3 ülestöötatud puidu mahu kohta.



Joonis 24. Paberipuidu ja energiapuidu/puuosade nõudlus ning hind aitavad otsustada, milliseid puidusortimente on metsast kõige mõistlikum koguda.⁵¹

Paberipuidu ja energiapuidu ühendatud raie võib olla mõistlik, kui koguraie on hektari kohta vähemalt 35 m³ KA ja väikseima sortimendi kogumine moodustab hektari kohta vähemalt 10 m³ KA. Kuid mida rohkem on sortimente, seda kallim on väljavedu eraldi kokkuveotraktori koormatena.⁵¹



Joonis 25. Joonisel on näidatud, milline on ülestöötatava metsaenergia maht võrreldes likviidse ümarpuidu mahuga hektari kohta, kui keskmine tüvemaht raietööde käigus suureneb. Arvutused on tehtud mahuhindamisseadmega „Flis av Flis“.⁵¹

3.3 Metsa bioenergia kogumise keskkonnaalased tahud – mõned uudsed tahud

Metsatulekahju ohu vähendamine raiejäätmete kogumise näol

Puiduraie kõige olulisem keskkonnaküsimus on toitainete leostumine metsalangil ja langi viljakuse säilitamine. Fakt on, et raietööde käigus langeb metsalangi toitainete hulk, kuid teisest küljest on need toidained potentsiaalne allikas allesjäänud puude kasvuks. Toitainete algselt metsalangilt eemaldumine avaldab negatiivset mõju keskkonnale. Kuid kui need raiejäätmetest saadud toidained kasutatakse ära allesjäänud puistus, on keskkonnamõju väiksem. Soomes ei ole piisavalt uurimisteavet, et anda selle küsimuse osas asjakohaseid tõendeid.⁵¹ Raiejäätmete langilt ära viimisel on ka eeliseid, mis on seotud harvendatud lankide metsatulekahjude ja putukahaiguste vähenenud riskiga.



Pilt 34. Raiejäätmete langilt ära viimisel on ka eeliseid, mis on seotud harvendatud lankide metsatulekahjude ja putukahaiguste vähenenud riskiga. (Foto autor: Lars Eliasson)

Jätke väärtuslikud peamised elupaigad puutumata, samuti jäme lagupuit

Energiapuidu kogumisel tuleks säilitada väärtuslikud kooslused. Sertifitseeritud metsades tuleb järgida sertifitseeritud kriteeriume. Väärtuslikud elupaigad võivad olla näiteks allikate, ojade ja rohttaimedega turbaalade ümbruses olevad kooslused. Arvestama peaks ka sellega, et alles tuleks jätta näiteks looduskaitsealused puud, väärtuslikud ja ebatavalised puuliigid ning jäme lagupuit.



Pilt 35. Jätke alles looduskaitsealused puud, väärtuslikud ja ebatavalised puuliigid ning jäme lagupuit. (Foto autor: Pasi Poikonen)

Teavitage tihedalt asustatud alade läheduses asuvatest metsa puhkealadest

Arvestada tuleks ka erinevate teede ja radadega, samuti mitmesuguste kultuurikeskkondade ja muististega. Erilist tähelepanu tuleks pöörata linnakeskkonnale, tihti soovitatakse (õigustatult) kasutada matkapiirkondades kogupuu meetodit. Samuti jätke kaitsevööndid vooluveekogude ja muude veekaitsealade juurde.⁵¹



Pilt 36. Arvestada tuleks ka erinevate teede ja radadega, samuti mitmesuguste kultuurikeskkondade ja muististega. (Foto autor: Pasi Poikonen)

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimus.

1. Milline on energiapuidu kogumise tegelik keskkonnamõju?

4. METSAENERGIA KOGUMINE LÕPPRAIETE AJAL JA PÄRAST NEID

4.1 Metsa bioenergia kogumise tehnoloogilised tahud

Kännud



Pilt 37. Känd Leedus asuval metsalangil. (Foto autor: Valda Gudynaitė–Franckevičienė)

Kuuse kännud juuritakse pinnapealsete juurte tõttu

Kände kogutakse peamiselt kuuse lõppraie lankidelt. Kuusel on külgmised pindmised juured, kännu läbimõõdud on suured ning hektari kohta on puidu kogus suur. Kännu juurimine võib takistada juurehaiguse levikut järgmise põlvkonna noorendikes. Kändude juurimine on keerulisem männipuistutes, kuna sügavad juured, kivid ning muu mustus jõuavad nii raielankidelt energiajaama ladustamispaikadele.¹⁷

Kändude juurimist peaks korraldama siis, kui maapind pole külmunud ning see peaks jääma raie ning metsa uuendustööde vahelisse aega.

Kännud juuritakse, lõhutakse ja kogutakse just nende tööde teostamiseks mõeldud spetsiaalsete seadmetega varustatud ekskavaatorite abil virnadesse. Kännud juuritakse perioodil, mil maapind pole külmunud, maist kuni novembri või detsembrini. Väljaveo parandamiseks kogutakse lõhutud kändud virnadesse. Kändude juurimine viiakse läbi kindla ajakava järgi, seda reguleerivad raie ja raiejäätmete kogumine ning metsa uuendustööd.¹⁷



Pilt 38. Kännud juuritakse, lõhutakse ja kogutakse just nende tööde teostamiseks mõeldud spetsiaalsete seadmetega varustatud ekskavaatorite abil virnadesse. Pärast kuusiku uuendusraiet toimunud kändude juurimine oli üks esimesi kändude juurimise katseid Lätis. (Foto autor: Valentīns Lazdāns)

Ekskavaatorid kui baasmasinad

Ekskavaatoripõhised masinad on osutunud kändude juurimisel piisavalt tugevateks ja kulu osas konkurentsivõimelisteks lahendusteks.⁵²



Pilt 39. Raske ekskavaator on stabiilne ja kändude juurimiseks piisavalt tugev. (Foto autor: Juha Laitila)

Ladustamise korraldus

Suvehooajal jäetakse lõhutud kändud paariks nädalaks kuivatamiseks ja puhastamiseks metsalangile, seejärel viiakse need teeäärsetele laoplatsidele.¹⁷



Pilt 40. Kändude teeäärsetele laoplatsidele transportimiseks on välja arendatud spetsiaalne kokkuveotraktori agregaat. (Foto autor: Juha Laitila)

Väljakutseid tekitav mustus ja osakese suurus

Kännu hakkpuidu puhul on probleemiks (eriti väikestes küttejaamades) mustuse eemaldamine kõigis tootmisahela etappides (juurimisel, väljaveol, ladustamisel, transportimisel ja purustamisel).⁵⁴ Lisaks võib purustatud kändude osakeste suuruse jaotus olla väikeste küttejaamade konveiersüsteemidele ja katlatele sobimatu.



Pilt 41. Suvehooajal jäetakse lõhutud kändud paariks nädalaks kuivatamiseks ja puhastamiseks metsalangile, seejärel viiakse need teeäärsetele laoplatsidele. (Foto autor: Juha Laitila)

Lõppraie lankidelt kändude hankimisel esinevad probleemid on seotud jahvatatud kändu hakkpuidu kvaliteediga, selle kasutatavuse ja osakeste suuruse jaotuse parandamisega, mineraalmulla sisalduse vähenemisega, materjali pikamaaveo tõhususega (osaliselt kandevõime suuruse ja laadimisele ja mahalaadimisele kuluva aja suurenemise tõttu).⁵³



Pilt 42. Enne energijaamadesse toimetamist purustatakse kändud sobivates kohtades. (Foto autor: Juha Laitila)

Raiejäätmed

Energiapuidu kogumisel keskendutakse kuusikute lõppraiele

Raiejäätmete kogumine toimub peamiselt kuusikute lõppraie käigus, kus raiejäätmete saak on suurem kui harvendamisel ning kogumine on tehniliselt lihtsam. Lõppraie lankidel on saadaval ka muid energiapuidu osakesi, nagu pehkinud tüvepuit ja tehniliselt sobimatud tüvepuidu osad.¹⁷



Pilt 43. Lõppraie lankidel on saadaval erinevaid energiapuidu osakesi, mis ei ole tehniliselt muuks tööstuslikuks kasutuseks sobilikud. (Foto autor: Pasi Poikonen)

Jätke üks kolmandik biomassist langile

Väliuuringutest on selgunud, et olenemata raieviisist või tehnoloogiast jäetakse raielangile 30% puulatvadest.⁵² Eestis kasutatakse lähenemisviisi, mille kohaselt peab lageraie korral jätma metsalangile mõned kasvavad ning surnud puud (minimaalse mahuga 5 m³/ha). Osadelt väga õhukese pinnasega metsalankidelt pole lubatud oksa ära viia ning need on soovitatav jätta mulla kvaliteedi parandamiseks metsa alla.

Raietööde ajal energiapuitmaterjali otse virnadesse kogumine

Lõppraie tööde käigus kogub langetustraktor oksad ja puuladvad kokkuveotee ääres asuvatesse virnadesse. Kui metsa energiamaterjali ei koguta, jäetakse see pinnase kaitsemiseks ja kandevõime parandamiseks kokkuveoteele. Kui raiejäätmed kogutakse raie-
tööde käigus otse virnadesse, parandab see saagikust, raie-
tööde tõhusust ja hoiab ära kivide ja mineraalmulla segunemise raiejäätmetega.¹⁷ Töö planeerimisel tuleks arvestada, et energiapuidu virnad tuleks kokku koguda kindlasti enne mullaharimist ja kunstlikku istutamist.



Pilt 44. Kui raiejäätmed kogutakse raie-
tööde käigus otse virnadesse, parandab see
saagikust, raie-
tööde tõhusust ja hoiab ära kivide ja mineraalmulla segunemise
raiejäätmetega. (Foto autor: Erkki Oksanen)

Energiapuit tuleks optimaalse energia säilitamiseks kasutada kahe aasta jooksul pärast kogumist

Kui raietööd on lõpule viidud juuli lõpuks, kasutatakse raiejäätmel järgmisel kütteperioodil (sügis, talv, kevad) energia tootmiseks. Kände ja väikseid puid saab laoplatsidel kauem kuivatada, kuid mitte rohkem kui kaks aastat, kuna siis algab laoplatsidel juba lagunemisprotsess. Langil kuivatamine parandab raiejäätmel kvaliteeti, energiasisaldust ja ladustatavust.¹⁷



Pilt 45. Kände ja väikseid puid saab laoplatsidel kauem kuivatada, kuid mitte rohkem kui kaks aastat, kuna siis algab laoplatsidel juba lagunemisprotsess. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Okkad tuleks jätta raielangile

Võimaluse korral soovitatakse lasta raiejäätmel kuivada raielangil. Suvehooaja alguses on minimaalne kuivamisaeg kaks nädalat ja suvehooaja lõpus on soovitatav kuivamisaeg enne teeäärsetele laoplatsidele transportimist neli nädalat. Energiapuidu materjali tuleks käidelda nii, et suur osa lehestikust ja okastest jääks pinnase toitainete tasakaalu säilitamiseks raielangile. See on parem ka soojus- ja elektrienergia koostootmisjaamade põletustehnoloogia jaoks, et okaste sisaldus ei põhjustaks aurüülekuumendi tehnoloogiale korrosiooniprobleeme.¹⁷

Lõppraie lankidelt energiapuidu kogumine parandab järgmise puupõlve kasvu algtõingimusi

Lõppraie lankidelt energiapuidu kogumise eelisteks on paranenud mullaharimise kvaliteet, paremad tingimused metsa istutamiseks, vähenenud risk juurehaiguste tekkeks järgmise põlvkonna puudel ning paremad võimalused metsalangil jalutamiseks. Energiapuidu kogumine parandab ka metsa loodusliku uuenemise võimalusi.¹⁷



Pilt 46. Energiapuidu kogumine parandab metsa loodusliku uuenemise võimalusi. (Foto autor: Lars Eliasson)

Balti riikides kasvavad maakasutusajaloo tõttu paljud hall-lepikud vanadel põldudel. Noorendikes on puud üsna väikesed ning palju on taimkatte all, mis tuleks enne mehaanilisi raietöid puhastada. Lageraiet tehakse üldjuhul 25–35-aastaste puistutele, kuid seda võidakse teha ka nooremates puistutes. Kogutud materjali kasutatakse peamiselt energiatootmiseks ning raielanki uuendatakse väärtuslikemate puuliikide (kuuskede) kasvatamiseks.



Pilt 47. Balti riikides kasvavad maakasutusajaloo tõttu paljud looduslikult uuenenud laialehelised puistud vanadel põldudel. Kesk-Läti mahajäetud võsastunud põllumaadel langetuspea abil biokütuse kogumine. (Foto autor: Andis Lazdiņš)



Pilt 48. Raiejäätmete kogumine parandab paljusid raielangi tulevase näitajaid. (Foto autor: Juha Laitila)

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimus.

1. Kas teiste partnerriikide uuringud toetavad teooriat, mille kohaselt tuleks 30% rohelisest biomassist jätta pärast raietööde teostamist metsalangi?

4.2 Metsa bioenergia kogumise majanduslikud tahud

Hindade konkurentsivõime ja hindade määratlemise põhimõtted

Majanduslik kestlikkus on väljakutseks metsaenergia tarnimisel, mis on probleemiks nii raietöödel kui ka elektrijaamadesse transportimisel. Raiejäätmetest toodetud hakkpuidu konkurentsivõime on juba praegu hea ning kändudest toodetud hakkpuit on konkurent-sivõimeline suure hakkpuidu nõudlusega piirkondades.⁵²



Pilt 49. Majanduslik kestlikkus on väljakutseks metsaenergia tarnimisel, mis on probleemiks nii raietöödel kui ka elektrijaamadesse transportimisel. (Foto autor: Maria Iwarsson Wide)

Raiejäätmete ja kändude hinna aluseks võetakse raielangi ala või tuletatakse/arvutatakse hind raielangilt saadud likviidse puidu suhtelise koefitsiendina. Pehkinud (mädanenud) tüvepuitu mõõdetakse ja selle eest tasutakse langetustraktori mõõtmise alusel. Laasitud tüvesid ja kogupuid mõõdetakse ja nende eest tasutakse peamiselt kraana mõõtmise alusel.¹⁷

Harvendusraietega saadud likviidse puidu eest makstav hind on seotud raiemahtude ja energiapuidu kogumise toetustega. Mida suuremad on kogumahud hektari kohta, seda paremad on hinnad.¹⁷

Geograafiliselt väiksemate Balti riikide majanduslikud eriküsimused

Baltimaades ei ole geograafiline asukoht (kaugus) eriti suur probleem. Puitu kasutavad paljud väikesed energiajaamad. Suurem osa metsast jääb mõnedest suurematest jaamadest 100 km raadiusesse. Suurimaid probleeme tekitab juurdepääs metsale ning võimalus energiapuitu metsast välja transportida. Vahel tuleb kogu saadaolev energiapuidu materjal kasutada ära väljaveoteedel, seega ei jää energiapuidu kogumiseks peaaegu midagi järele.



Pilt 50. Baltimaades tekitab suurimaid probleeme juurdepääs metsale ning võimalus energiapuitu metsast välja transportida. Metsavaade langi olukorrale Lõuna-Rootsis. (Foto autor: Lars Eliasson)

Ladustamisala ei ole alati energiapuidu pikemaajaliseks ladustamiseks piisavalt suurega sobilik. Selleks võivad olla põllud või kodumajapidamiseks mõeldud alad. Tavaliselt asuvad põllud ja majad teede ääres ning metsad põldude taga. Ladustamisala ülalpidamine ning raiejärgne koristus nõuavad suuri kulutusi. Koristus on vajalik, et tagada põllu mullastruktuuri sobivus põllu põllumajanduslikel eesmärkidel kasutamiseks. Tõsiseks probleemiks on muutunud halb kruusateede olukord soojadel ja niisketel talvedel, mistõttu ei saa veoautod puitu elektrijaamadesse transportida.

Selles käsiraamatu osas käsitletud põhiküsimus.

1. Kas metsa raielangi geograafiline asukoht elektrijaama asukoha suhtes on otstarbekas energiapuidu kogumise juures ainus kriitiline küsimus?

4.3 Metsa bioenergia kogumise keskkonnaalased tahud

Jätke jäme tüve lagupuit metsalangile

Energiapuidu kogumine vähendab metsalankide biomassi potentsiaali, mis võib muuta metsa taimestiku ja loomastiku liike, eriti kui kogutakse jämedat lagupuitu. Metsakasvatuslikud soovitusel rõhutavad, et see tuleks jätta raielangile.¹⁶

Jätke konkreetsed maastikuobjektid kändude juurimistöde ajal puutumata

Kändude juurimisel on soovitatav jätta hektarile 25–50 kändu. Need tuleks jätta kogumata ka järskudel nõlvadel, kivistel maastikel, veekaitsevööndites, kraavide läheduses, märjal pinnasel, raielangi külgservadel ja eluspuude läheduses. Pehkinud värskeid kändude ei tohiks hoolimata veekaitsevöönditest ja kraavidest jätta maapinnale.¹⁷

Teavitage eriti veekaitsetsoone

Kändude juurimine on vesikondadele (jõgedele ja järvedele) ohutu. Protsess suurendab orgaaniliste osakeste erosiooni, mis kliimamuutuste mõju tõttu juba kasvab. Eriti suurendab kändude juurimisel orgaaniliste toitainete (sh metallide) leostumist kogupuu meetod.¹⁶



Pilt 51. Kändude juurimine on vesikondadele (jõgedele ja järvedele) ohutu. (Foto autor: Henrik von Hofsten)

Lõppraiel, mullaharimisel ja kändude juurimisel on samad keskkonnamõjud

Soome erinevates piirkondades on uuritud mitmete alade kändude eemaldamise keskkonnamõju pärast raietööde teostamist, kuid võrreldes lõppraie ja mullaharimistöödega (skarifitseerimine) ei ole keskkonnamõjudele märkimisväärset erinevust. Samuti on täheldatud, et kändude ja raiejäätmete täielik eemaldamine metsalankidelt ei näi võrreldes traditsiooniliste lõppraie ja mullaharimistöödega mulla happesisaldust ega põhjavee toitaineid teistmoodi mõjutavat. Kändude eemaldamine aitab ära hoida juurehaiguse levikut, ehkki Soome eeskirjade kohaselt jäetakse langile kolmandik kändudest. Kändude ladustuskohad ei soodusta putukate levikut. Selles mõttes on veelgi olulisem teha mullaharimistööd nii hästi kui võimalik.⁵²

Toitainekaod mõjutavad metsamaa taimkatet

Raiejäätmete eemaldamine mõjutab maapinnal kasvavaid liike. Kehvades pinnasetingimustes kasvavad liigid kasvavad paremini ning rohkem toitaineid nõudvaid liigid kasvavad (põdrakanep, vaarikas). Metsaenergia biomass kuivab lõppraie langil tavaliselt 4–6 nädalaga. Suurem osa okkaid langeb raielangi pinnasele, jättes toidained langile. Lisaks parandab see hakkpuidu ladustamisvõimalusi ning hakkpuidu kvaliteeti energiajaama seisukohast. Pehkinud puud tuleks jätta bioloogilise mitmekesisuse säilitamiseks metsalangi. Pehkinud puudest üle sõitmise vältimiseks tuleks kavandada koondamisteed.⁵³

Raiejäätmete eemaldamisel pole järgmise puupõlvkonna kasvu edukusele suurt mõju

Soome uuringud on näidanud, et istutatud kuusesemikute kasvu ei ole mõjutanud, kas raiejäätmed (raidmed) on metsapinnalt kokku kogutud või mitte. Soomes soovitatakse jätta üle kolmandiku raiejäätmetest langile. Semikute kasvu edukusele on raiejäätmete kogumisest või mittekogumisest rohkem mõju avaldanud metsapinna harimise tehniline kvaliteet.⁵⁴ Rootsi uuringud on näidanud, et raiejäätmete eemaldamine mõjutab metsa kasvu järgmise puupõlvkonna esimese 15 aasta jooksul.⁵⁶



Pilt 52. Kuusesemikutega uuendatud raielank aasta pärast lõppraiet ja raiejätmete eemaldamist. (Foto autor: Pasi Poikonen)

Ökoloogilisest vaatepunktist on suur tüvepuit parem jätta raielangile

Kui suurt tüvepuitu pehkinud, surnud, kuivanud või liiga kaua ladustatud puidu tõttu energiapuiduna ei koguta, on ökoloogilisest vaatepunktist parem suur tüvepuit jätta raielangile. Selline puit ei vasta likviidse ümarpuidu nõuetele.

Enne energiapuidu kogumist kontrollige keskkonnatingimusi, veekaitsevajadusi, putukatega seotud ohtusid ja mulla toitainesisaldust

Metsaenergiat kogutakse ainult lankidelt, kus arvestatakse keskkonnategurite, veekaitse, putukatega seotud ohtude ja mulla toitainesisaldusega. Kui maapind pole külmunud, võivad raierajad põhjustada probleeme. Kogutud biomass sisaldab toitaineid, millega tuleks arvestada. See mõjutab järgmise puupõlvkonna kasvu või harvenduslankidele

kasvama jäänud puid. Raiejäätmete kogumiseks sobivad kergelt kuivad metsa mineraal-
maad ning viljakamad mullad ja vastavad turbaalad. Juuritud kändudega lankidel esi-
neb probleeme madalmetsa kasvuga. Kändude juurimine ei asenda metsa uuendamisega
seotud maaharimistöid.¹⁷



Pilt 53. Kui maapind pole külmunud, võivad raierajad põhjustada probleeme. (Foto autor: Rimantas Gudynas)

Lehtpuumetsa raiejäätmete kogumise või mittekogumise lähenemiste erinevused

Võrreldes traditsioonilise tüvepuidu kogumisega ei ole pärast lõppraiet raiejäätmete kogumine märkimisväärseks ohuks mitmekesisuse vähenemisele. Kuid kui lehtpuude (eriti haava, tamme või mõne muu laialehelise liigi) raiejäätmed jäetakse päikesevalguses oleva virna peale, on see hea kasvupinnas paljudele puidumardikatele, mis vajavad kaitsemeetmeid. Seetõttu tuleks see puit saagist maha arvestada ja jätta selleks ajaks raielangile, mil materjalist võib leida mune ja vastseid. Isegi okaspuude raiejäätmete kogumisel soovitab Rootsi metsaamet, et kogumine peaks piirduma 80 protsendiga raiejäätmete kogumahust. Piirkondades, kus on teatud ohustatud liikide kogumeid (nt vanade tammedega karjamaad) võib olla vajalik töötada välja kohalikult kohandatud meetodid ja reeglid.⁵¹

Tuhka saab happe neutraliseerimise vähendamiseks metsalangil taaskasutada

Raiejäätmete kogumise ilmne keskkonnamõju on vähenenud happe neutraliseerimisvõime (ANC), mis näitab põhjavee puhverdusvõimet. ANC-i vähenemise vastu saab võidelda, kui viia tuhk aeglaselt lahustuvas vormis (kõvastunud ja purustatud puutuhk) pinnasesse tagasi. Tavapäraselt kasutatakse 1,5–3 tonni kuiva tuhka hektari kohta.⁵¹

Kändude kogumisel võib olla negatiivne mõju pinnase stabiilsusele ja mullakeemiale

Kändude kogumise keskkonnamõjusid on uuritud Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikooli (SLU) ulatuslikus uurimisprogrammis. Kändude kogumine suurendab mineraalsete toitainete ja aluseliste katioonide kadu vaid mõõdukalt. Praeguste teadmiste kohaselt on kännud vähese tähtsusega kasvupinnas puidul pesitsevate liikide jaoks, mis vajavad kaitsemeetmeid. Kändude kogumise praeguse skaala järgi (< 1% aastasest uuendusraie alast) peaks mõju maastiku tasandil olema tühine. Kuid ulatuslik kändude kogumine vähendaks metsamaastiku jämeda lagupuidu hulka. Väärtuslike kõrgete kändude allesjätmine võib tõenäoliselt suurendada kaitsemeetmeid vajavate liikide jaoks sobilikku kasvupinnast. Kändude kogumisel võib olla negatiivne mõju pinnase stabiilsusele ja mullakeemiale. Eriti ettevaatlik tuleks olla orgaanilise materjali rikaste ja veekeskkonnaga külgnevate niiskete raiealade suhtes, kus on tõestatud, et rööbaste tekkimine ja mulla rikkumine võivad põhjustada elavhõbeda metüülimist.⁵¹

5. KOKKUVÕTE HEADEST TAVADEST ERI RIIKIDE TINGIMUSTES

5.1 Head tavad riikide kaupa

Eesti

Eestis on palju kohaliku tähtsusega energiatootjaid (koostootmisjaamu), kes kasutavad peamiselt hakkpuitu. Puidu ja turba kasutamine aitab vähendada sõltuvust importkütustest ning luua töökohti kohalikele kütusetootjatele. Elektritootmise mitmekesistamine võimaldab vähendada ülekandekadusid ja ohte riiklikule energiajulgeolekule.



Pilt 54. Soome börsiettevõtte Fortum opereerib Pärnus Niidu tööstuspiirkonnas asuvat koostootmisjaama. Kütusena kasutatakse peamiselt biomassina hakkpuitu. (Foto autor: Pasi Poikonen)

Soome

Parimaid tulemusi on võimalik saavutada, ühendades metsa hoolika majandamise energiapuidu tootmisega noorendike hooldusraiest ja metsa ülestöötamisest, ehk tööstusliku ümarpuidu ja energiapuidu integreeritud kogumisega. Energiapuidu tootmine aitab suurendada metsavarumise põhiprotsessi tuluvoogu. Häid kogemusi on saadud lõppraie lankidelt raiejäätmete töötlemisel energiatootmise jaoks, mis aitab lihtsustada ka metsa uuendamistööd.



Pilt 55. Parimaid tulemusi on andnud hoolika metsamajandamise tavade ühendamine noorendike hooldamisel saadava energiapuidu kogumisega. Kõik laialehelised puuliigid on 20-aastaselt kuusepuistutest energiapuiduna eemaldatud. (Foto autor: Pasi Poikonen)

Saksamaa

Metsandus, puittooted ja puitbiomassist toodetud bioenergia etendavad riiklikus kliimameetmete kavas olulist rolli¹⁰. Saksa metsade kasvuhoonegaaside sekvestrimisanalüüs näitas, et metsad toimivad endiselt süsiniku netosidujana, ehkki metsakütuste tootmismahud on kasvanud. Kuna metsakütused asendavad fossiilkütuseid, loetakse metsast kogutud bioenergiat kliimamuutuse leevendajaks.



Pilt 56. Saksamaal on kasutusel ligi pool miljonit pelletiküttel töötavat küttekattlat. (Foto autor: Valda Gudynaitė–Franckevičienė)

Kuni 2016. aastani oli üle 1 MW võimsusega bioenergiajaamade arv (koostootmisjaamad ja puidubiomassi kasutavad küttegaamad) enam kui 500 ja nende summaarne elektriline võimsus ligikaudu 1 700 MW_{el}.²³ Lisaks enam kui 35 000 väikest jaama (alla 1 MW; välja arvatud kodused seadmed) ja peaaegu pool miljonit pelletitega töötavat küttekattelt⁵⁷. Väikeste bioenergiajaamade puitkütusega varustamisel on raiejäätmete ja ümarpuidu osakaal ligikaudu 45%. Ehkki metsakütuse tootmise ja kasutamise kvaliteedis ning teadmistes esineb endiselt olulisi piirkondlikke erinevusi, on bioenergiajaamade ja kodumajapidamiste tarneahelad kõikjal Saksamaal loodud ja hästi toimivad. Puidu hakkimise ning hakkpuidu veo ja ladustamise võimalused on olemas. Pelleteid toodetakse ja kasutatakse Saksamaal peamiselt kodumajapidamiste, üksikhoonete ja väikeste kaugkütteüksuste jaoks, mitte suurtes elektrijaamades elektri tootmiseks.



Pilt 57. Saksamaal on puidu hakkimise ning hakkpuidu veo ja ladustamise võimalused olemas. (Foto autor: Mareike Schultze)

Suurtel bioenergiajaamadel on oluline roll energiatootmisel ringlussevõetud puidust ning metsatööstusest ja maastikuhooldusest saadava vähekvaliteetsest energiapuidust. Saastunud ringlussevõetud puidu põletamisvõimsused on kasvanud sedavõrd suureks, et Saksamaa on suuteline sellist puitu suurtes kogustes importida energiatootmise jaoks teistest Euroopa riikidest.

Laialdaselt kohaldatakse metsade säästva majandamise standardeid. Paljud metsaomanikud kohaldavad aga kehtivate seadustega (föderatsiooni metsaseadus ja liidumaade metsaseadused) võrreldes veelgi rangemaid määrusi. Suur osa Saksamaa metsadest on sertifitseeritud vastavalt PEFC või FSC standardile. Puuladvad kogutakse kokku ainult hea toitainearustusega mullal kasvanud metsadest ja ökoloogilistel põhjustel jäetakse teatav kogus puidust metsa kõdunema. Kändusid ei eemaldata metsast üldse.

Läti

Väikesemahulise puiduvarumise ja töötlemise tehnilised probleemid on Põhjamaades, eriti Rootsis ja Soomes hästi lahendatud ning nendes riikides välja töötatud tehnoloogiad saab kasutada ka Lätis. Väikesemahulisele puiduvarumisele esitatavad kvaliteedinõuded on siiski üsna erinevad, millest tulenevalt on keelatud näiteks mitme puu käitlemise ning paberipuidu ja erineva pikkusega energiapuidu tootmise eeliste ärakasutamine. Kohalikud metsateadlased otsivad võimalusi metsamasinate roomikute arendamiseks, et vähendada pinnase kahjustamist ja parandada juurdepääsu vähese kandevõimega pinnasel olevatele metsaressurssidele.



Pilt 58. Baltimaades on suur nõudlus kompaktsete metsamasinate järele. Rootsi metsamasinad töötamas Lätis metsas. (Foto autor: Guntis Saule)

Lätis on suur nõudlus kompaktsete, kuni 6-tonniste ja kahemeetrise laiusega metsamasinate järele, mida kasutatakse esimestel harvendusraiel ja muudel metsatöödel, nagu sanitaarharvendus ning hall-lepikute taastus- ja lageraie mahajäetud põllumaadel. Harvendusraie puhul on osutunud kõige sobivamaks biokütuse tootmine osaliselt laasitud tüvedest, mis hakitakse pärast kokkuvedu tee äärde ja veetakse energiajaamadesse hakkpuiduna. Kimbulõikepeaga harvester on biokütuse tootmiseks harvendusraiel kõige sobivam masin. Kui puude läbimõõt on alla 20 cm, tuleks kasutada kompaktset harvesteri. Kändude eemaldamine pole kohaliku turu puudumise tõttu majanduslikult mõttekas, aga teadlaste kinnitusel on sellele positiivne mõju juuremädaniku leviku vähendamisele. Biomassi sertifitseerimine on oluline vahend biokütuste, eriti pelletite tootmise ja ekspordi edendamiseks, kuna avab uusi turge ja laiendab olemasolevaid.

Leedu

Leedu maapiirkondades on puitkütuseid kasutavad küttejaamad sageli ainus võimalus sooja toota, sest muid soojusenergia allikaid on vähe.



Pilt 59. Parimaid tulemusi on andnud hoolika metsamajandamise tavade ühendamine õigeaegselt tehtud töödega. Hea kasvuga männimets Leedus pärast harvendusraiet. (Foto autor: Valda Gudynaitė–Franckevičienė)

Rootsi

Umbes poole metsatööstusele tarnitavast puidust moodustab energiapuit ja puidu ületöötamine on metsakütuste tootmise liikumapanevaks jõuks. Põhiosa tuleb raiejäätmetest, aga nõudluse kiirele kasvule reageerimiseks koguvad metsaettevõtted vajadusel ka väikeseid puid teeäärtest.

Metsakasutuse intensiivistamine biomassi kogumise lisamise teel võib tootmist tulevikus negatiivselt mõjuda, kuna taimede ligipääs toitainetele väheneb. Ühtlasi väheneb ka metsamulla võime taluda hapestumist, kuna aluselised katioonid on mullast eemaldatud. Valesti toimimine biokütuse kogumisel võib metsas tekitada tõsiseid maapinnakahjustusi ja halvendada ka näiteks vee kvaliteeti. Raiejäätmete, väikeste puude ja ennekõike kändude ulatuslik kogumine võib vähendada ka kaitset vajavate liikide, näiteks puidumardikate kasvupinda.⁵¹

5.2 Sidusrühmade ees seisvad väljakutsed

Eesti

Puidu kasutamist energiasektoris on võimalik lisada. Energiapuidu turg mõjutab tõenäoliselt mitme muu valdkonna varustamist toorainega. Taastuenergia eelisarendamine ei ole kaasa toonud teiste sama ressursi pärast võistlevate tööstusharudes konkurentsivõime drastilist langust. Puidu turuhinnad kõiguvad sõltuvalt olukorrast.

Paar aastat tagasi plaaniti Eestise rajada biorafineerimistehast, millele kohalikud elanikud avaldasid laialdast vastupanu ning mis jäi seetõttu sündimata. Hetkel valitseb metsatööstuse ja roheliste liikumise vahel märgatav lõhe, mida meedia kutsub metsasõjaks. Eestis jääb suur osa raiejäätmetest metsa, nende ärakasutamine on aga ühiskonnas üsna aktsepteeritud.

Puiduturgu mõjutavad ka sündmused naaberriikides. Euroopa Liidu põhjaosa riikides ei ole probleeme aastaks 2020 püstitatud kodumaise taastuenergia kasutamise eesmärkide saavutamiseks, kuid Kesk-Euroopa riigid peavad selleks veel tõsisemaid pingutusi tegema. See tähendab suurenevat nõudlust puidu järele. Puitkütustel on Eestis märkimisväärne ekspordipotentsiaal veel 2030. aasta perspektiivis, mille realiseerimine sõltub piirkondlikust ja maailmaturu olukorrast.

Soome

Bioenergiaalaseid otsuseid peetakse konkreetseks vahendiks, mille abil mõjutada riigi ja piirkondade arengut. Metsad on taastuvad ja ohutud alternatiivid energiatootmise probleemide lahendamiseks. Kohalike taastuenergia allikate kasutamine vähendab sõltuvust energiaimpordist. Järjest karmimate energiaeesmärkide tõttu Euroopa Liidust asendatakse biomassiga fossiilkütuseid elektri-, soojus- ja transpordisektoris. Kuidas kivisöe ja muude fossiilsete kütuste keelamine või biomassiga asendamine õnnestub, on veel ebaselge, sest üleminek põhjustab suuri kulusid. Tihedalt asustatud piirkondades peetakse puu põletamist elamute kaminates jm küttekolletes kahjuliku tervisemõjuga tahmaosakeste olulisimaks allikaks. Raiejäätmete kasutamine energia tootmisel on laialt aktsepteeritud, kuid kannud tuleks jätta raielangile. Energiatootmise uusim alternatiiv on tööstusliku ümarpuidu kasutamine puhta energiaallikana selle ümbertöötlemise asemel.

Enamik õhusaastega seotud haigustest on seotud hingamisõhus sisalduvate mikroosakestega. Mikroosakeste suurimad allikad on küttepuude põletamine elamute küttekolletes ja maanteeliiklus. Õhu mikroosakesed on paljude surmajuhtumite ja haiguste põhjuseks.¹⁶

Soomes on analüüsitud bioenergia tootmist, kliimamuutusi ja metsade andmeid ja jõutud järeldusele, et Soome metsade mõju süsinikubilansile jääb positiivseks ka pärast metsaenergia tootmise suurendamist.²² Esmane eesmärk on fossiilsete kütuste asendamine taastuvkütustega.

Metsaomanikud on valmis energiapuitu müüma, aga arvestada tuleb ka piirangutega, näiteks kui jätkusuutlik on tegevus pikas perspektiivis ja millised on tegelikud tagajärjed metsakeskkonnale. Suhtumine on ühtviisi kahtlustav hoolimata sellest, kas biomassi kogutakse harvendusraiest, kändudest või lõppraie raiejääkidest. Lisaks tuleb parandada kütustega varustamise kindlust.⁵⁴

Saksamaa

Kuna metsakütused asendavad fossiilkütuseid, loetakse metsast kogutud bioenergiat kliimamuutuse leevendajaks. Tulevikus võivad äärmuslikud ilmastikunähtused ja nende põhjustatud õnnetused kahjustada metsi sedavõrd, et need hakkavad süsinikku eraldama rohkem, kui siduda suudavad. Metsadest puidu ja puitkütuse kogumise kasvu tõttu viimastel aastatel on metsa jätkusuutlik majandamine toitainetega varustatuse, metsa edasise arengu (kasv ja kvaliteet) ja looduskaitse tagamiseks muutunud avaliku huvi objektiks.

Lisanduv puidu varumine ja pinnase vaesumine metsades on ajendanud liidumaid jälgima metsamuldade seisundit ja avaldama soovitusi puulatvade ja raiejäätmete kasutamise kohta. Jätkuv metsade seire ja üksikasjaliku ning hõlpsasti juurdepääsetava teabe edastamine metsaomanikele on eelseisvatel aastatel keskse tähtsusega. Osa Saksamaa elanikkonnast toetab metsade majandamisest loobumist looduse kaitsmise eesmärgil. Looduskaitse eesmärkide ühildamiseks metsade majandamisega on rajatud arvukalt loodusliku metsa arendamise katse- ja tutvustamiskohti. Saksa FSC-standardi kohaselt tuleb 10% puudega metsaalast jätta puutumata loodusmetsade arendamiseks või erikasutusega alaks looduskaitse eesmärgil. Koos keeluga väiksema kui 7 cm läbimõõduga puidu kasutamisele mõjutab see märkimisväärselt energiapuidu kättesaadavust mõnes piirkonnas.

Väikese ümarpuidu ja saeveskite kvaliteetsete kõrvalsaaduste kasutamine energia tootmiseks suurtes bioenergiajaamades vähendab tooraine kättesaadavust tööstustarbijaitele. Seetõttu valitsus seda ei toeta. Selle asemel on kliima tegevuskavas ja Charta for Wood 2.0 selgelt väljaendatud, et eelistatakse puitu kasutamist tööstusliku toorainena. Madalama kvaliteediga puitu tuleks toorainena kasutada uutes biomajanduse rakendus-

tes. Energiatootmist väikejaamades ja kasutamist kodumajapidamistes peetakse siiski oluliseks soojatootmise süsinikuheite vähendamisel ja lisaväärtuse loomisel, eriti maa- piirkondades, ning seetõttu seda toetatakse.

Raiejäätmete kasutamist väikestes põletusseadmetes reguleerib hulk seadusi ja seda mõjutavad toetused (mis tulenevad näiteks taastuenergia seadusest ning föderalse heitkoguste kontrolli seadusest). Bioenergiajaamade põhjustatud õhusaaste vältimiseks vaadati heitekoguste kontrolli seadus hiljuti läbi ja standardeid karmistati. See puudutab eriti väikeseid jaamu, kes ei suuda kulukatesse filtrisüsteemidesse investeerida. Bioenergiajaamade rahastamise määrusi vastavalt muudetud taastuenergia seadusele peetakse samuti takistuseks väikestesse bioenergiajaamadesse investeerimisel.

Läti

Lätis on valgustusraie jaoks vaja töhusamaid lahendusi, samuti tuleks muude huvigruppidega läbi arutada biokütuste ja paberipuidu sortimendi kvaliteedikriteeriumid, et võrdsustada tingimusi Põhjamaadega. Kohalikud metsauurijad on lähituleviku uurin-guvajaduste jaoks seadnud tähtsuse järjekorda järgmised küsimused: a) biokütuse varu-mine valgustusraiest, b) raiejääkide varumine ja küttepuude varumine harvendusraiel. Nendes küsimustes on vajalik lisateave saadaolevate ressursside, metsamaa veerežiimide, materjalide ladustamise, kuivamisaegade, kvaliteediprognoside ning ladustami-se ja veoagse materjalikao kohta. Samuti on oluline vähendada biokütuste veokulusid, suurendades veokikoormuste piirnorme.

Leedu

Leedus arutletakse energiasõltumatuse üle, kuid samal ajal kasvab kiirelt hakkpuidu sis-sevedu Valgevenest. Valgevenest imporditud tooraine moodustab hetkel ligikaudu 40% Leedu turuosast (LITBIOMA). Ehkki Leedus on biokütustel suur potentsiaal, kaubeldak-se Baltpooli energiabörsil odava Valgevene biokütustega, mis suurendab energiasõltu-vust. Valgevene ettevõtted ei saa biokütuseid otse börsil müüa, aga seda teevad Leedu ja Läti ettevõtted, kes ostavad Valgevene biokütuseid ja müüvad neid edasi Baltpooli ener-giabörsil.

Valgevenest veetakse biokütuseid suures mahus sisse kahjuri *Ips acuminatus* puhangu tõttu Euroopa metsades. Valgevene müüb biokütuseid välja transpordikulude eest või ainult pisut kõrgema hinnaga. Valgevene ekspordimahtudest sõltub siseriiklik hind. Praegu maksab Leedu Valgevenele puidu eest umbes 20 miljonit eurot aastas. Leedus on tegelikult piisavad biokütusevarud ja import pole vajalik – see 20 miljonit eurot võiks jääda siseturule.



Pilt 60. Valgevenest veetakse Leetu suures mahus biokütuseid kahjuri *Ips acuminatus* puhangu tõttu. Kahjur elab männi raiejäätmetes puukoore all, puulatvades ning mahalangenud ja nõrkades puudes. (Foto autor: Luke MetInfo)

Tingituna survest Euroopa Liidu turul peab alates 2020. aastast olema kogu elektriiaamades kasutatav puit sertifitseeritud, aga Valgevene asus oma metsi sertifitseerima juba 2010. aastal. Kümne aasta jooksul sertifitseeriti suur osa metsadest. Valgevene FSC sertifikaat on juurutatud peamiselt ekspordituru nõudmisel.

Kujunenud olukorra tõttu on Leedu väikesed biokütuste tootjad koondanud töötajaid ja läinud pankrotti. Koguni 42% biokütuste turust jaguneb nelja ettevõtte vahel. Biokütuste turg on muutumas oligopoolseks. Kaitseks välismaise toega odavate toodete ekspordist tuleks rakendada tolle või muid impordipiiranguid. Kahepoolse kaubanduslepingu tõttu Valgevenega ei kohaldata Leedus puidu suhtes tollimakse ega muid piiranguid. Praegu puudub Valgevene biokütustega börsil kauplemise piiramiseks õiguslik alus ja energeetikaministeeriumil pole kavas lähiajal mingeid meetmeid kehtestada.

Rootsi

Rootsi on seadnud eesmärgi vabaneda fossiilse energia kasutamisest aastaks 2045. Bioenergia on Rootsis taastuvenergiast suurima osakaaluga, kuid turu kasvupotentsiaal on endiselt väga suur. Bioenergia tootmise, bioloogilise mitmekesisuse ja selle üle, kuidas metsa kliimaprobleemide korral parimal moel kasutada, on arutatud kaua ja arute-

lu jätkub. Rootsi valitsus, metsafirmad ja erametsaomanikud peavad metsast varutavat bioenergiat tulevase Rootsi biomajanduse oluliseks osaks.

Metsafirmad lubavad kaitsta metsamaid, kui ülestöötamine on mõjutanud raiejäätmete võimalikke mahte. Selle tõttu on mõnes riigi osas kasvav huvi energiapuidu kogumise vastu teeäärtest. Eriti põhja pool on kasumlikkuse saavutamine olnud probleemiks, sest hinnatase on viimasel 5–7 aastal olnud madal. Keeruline on ka sortimendi pakkumine seoses logistika ja ladustamisega. Lõuna-Rootsis esineb suures ulatuses koorüraski kahjustatud metsi, mis mõjutab oluliselt turgu.

5.3 Edasised sammud lähitulevikus

Soome

Soomes on raiejäätmetest, väikestest puudest ja kändudest varustava hakkpuidu maht hinnanguliselt 12–21 miljonit kuupmeetrit (tahket ainet) aastas, mis sõltub aasta raie-mahust ja metsatööstuse puidutarbimisest, väikese läbimõõduga energiapuidust ja sellest, kui palju paberipuitu kasutatakse energia tootmiseks. Noorendike hooldamisel kogutud biomassi tähtsus on muutunud üheks olulisemaks metsaenergia allikaks ja selle kasutamist saab veelgi suurendada.⁵²

Investeeringud metsa bioenergia jaamadesse sõltuvad mitmest asjaolust – põletamise toorainevajadus, ümarpuidu kasutamine metsatööstuses, raiejääkide ja metsatööstuse kõrvalsaaduste kättesaadavus lähipiirkonnas, nende hankekulud, nõudlus, hinnad, jätkusuutlikkuse kriteeriumid, metsa hakkpuidule makstavad toetused ja tööstusettevõtete lähedus. Metsa bioenergia tootmine põhineb raiejäätmel, puidutüvedel ja metsatööstuse kõrvalsaadustel ka tulevikus.¹⁶

Soomes on suurimad võimalused seotud Helsingi piirkonna energiatootmise lahendustega ja sellega, kuidas leitakse võimalusi asendada söe kasutamist Lõuna-Soome energiatootmisjaamades. Kesk- ja Põhja-Soomes tuleb põhiküsimusena lahendada turba asendamine muude energiaallikatega.

Saksamaa

Energiapuidu kättesaadavus Saksamaa metsadest tulevikus sõltub metsamajandamise toimingutest ja olukorrast madalama kvaliteediga puidu (tööstuslik ümarpuit, metsatööstuse jätmed) turgudel. Puidutootmise modelleerimisel erinevate metsamajandamise ja puiduturu stsenaariumide põhjal¹⁸ on tulnud järeldusele, et metsaenergia tootmise olulist suurenemist pole tulevikus võimalik saavutada. Võttes arvesse käimasolevat okaspuu puistute muutmist segapuistuteks ja üldise puidutoodangu vähenemist tulevikus, võib metsakütuse tootmine suureneda⁵⁷, kui metsa ei jäeta looduskaitse eesmärgil palju rohkem surnud puitu. Veel üks tundmatu muutuja metsakütuse kättesaadavuse hindamisel on kliimamuutuste mõju metsasektorile. Ühelt poolt suurendavad tormid ja

biootilised õnnetused madalama kvaliteediga ümarpuidu pakkumist turul. Teisalt aga põhjustavad uued kliimatingimused tõenäoliselt metsade tootlikkuse vähenemist. Metsade kaitse ja uute kliimatingimustega kohanemine on seetõttu metsamajandamise kõige olulisem probleem. Valgustusraiet (samuti väikeste puude ülestöötamist) peetakse oluliseks meetmeks puistute tormikindluse parandamisel.

Suurim potentsiaal metsaenergia turu elavdamiseks on väikestel bioenergiajaamadel ja puiduenergia kasutamisel kodumajapidamistes. Kohalikud suurt lisandväärtust loovad tarneahelad, mis muudavad metsa majandamisel ja maastikukujundusel varutava küttepuidu kvaliteetseteks puidukütuse toodeteks, paistab olema parimaid vahendeid erametsade ja maaomanike kasutamata energiapuidu potentsiaali aktiveerimiseks. Metsadest varutava puidukütuse potentsiaali täiendamiseks arendatakse ka puidukütuse tootmist põllumajandusmaal (kiirelt vahelduvad istandikud ja uued maakasutusvormid, näiteks agrometsamajandus).

Läti

Lätis toimub erinevate metsa biokütuse ülestöötamise tehnikate kasutamise hindamine harvendamisel ja uuendusraiel. Lootustandvaimaks väikeste puude varumise tehnoloogiaks on osutunud paberipuidu ja osaliselt laasitud tüvede ülestöötamine väikese või keskmise suurusega harvesteriga. „Osaliselt laasitud tüve” all mõeldakse tüve, mis on laasitud, aga mille latva pole maha lõigatud. Kuna lõppraiel varutavad biokütuse kogused on väga erinevad, on erinev ka nende varumisviis. Metsa varumisel tuleb jätta langetamata tüved, mis on liiga väikesed vähemalt ühe paberipalgi saamiseks. Metsaostjad ja ülestöötajad peavad tööviljakuse parandamiseks kasutusele võtma mitme puu korraga käitlemise lahendusi.

Lähitulevikus keskendutakse Lätis meetmetele, mille eesmärk on vähendada biokütuse ülestöötamise kulusi ja parandada logistikat. Mullaniiskuse kaartide kättesaadavus aitab biokütuste hankimist tõhusamalt planeerida. Metsaomanikele ja ülestöötajatele tuleb pakkuda koolitust biokütuste tarneahela parandamiseks. Vähekvaleetsest biomassist energia tootmise optimeerimine toetab sektori üldist arengut. Metsa biomassi energia tootmiseks kasutamise suurendamise otsuste juures tuleb arvestada kasvuhoonegaaside (KHG) heitkoguseid.

Leedu

Ehitamisel on kaks suurt koostootmisjaama. 2019. aastal alustab tööd Kaunase koostootmisjaam. Selle elektritootmisvõimsus on ligikaudu 24 MW ja soojuse tootmisvõimsus 70 MW. Sellise võimsuse juures saab ratsionaalselt ära kasutada umbes 200 tuhat tonni ümbruskonna sorditud olmejäätmetest ning toota ligikaudu 500 GWh soojust ja 170 GWh elektrit. Elektri jaam suudab katta umbes 40% Kaunase linna soojusvajadusest. Vilniuse koostootmisjaam avatakse 2020. aastal. Elektri jaama koguvõimsus on ligikaudu 92 MW ja soojuse tootmisvõimsus 229 MW.

Elektri tootmiseks kasutatakse olme- ja tööstusjäätmel ning jaama aitab vähendada biokütuste vajadust (eriti suveperioodil). Kaunase elektrijaamas kasutatakse ainult olme- ja tööstusjäätmel. Vilniuse elektrijaamas kasutatakse olme- ja tööstusjäätmel ning biokütust. Biokütust hakatakse kasutama talvel või siis, kui jäätmel ei jätku. Jäätmete puudus võib tekkida, sest Leedus on kolm jäätmel kasutavat koostootmisjaama. EL-i andmetel on selline jaamade arv Leedu jaoks liiga suur ja sellepärast ehitati Kaunase elektrijaam erainvestorite abiga. Jäätmete import teistest riikidest on keelatud.

Soojusettevõtted ja võimalikud sõltumatud soojatootjad saavad taotleda EL-i toetust meetme „Biokütust kasutava väikekoostootmise edendamine“ kaudu. Meede käivitati 30. detsembril 2019. EL on toetanud järgmisi tegevusi: uute tõhusate biokütuse koostootmisüksuste paigaldamine, olemasolevate koostootmisüksuste ajakohastamine, olemasolevate koostootmisüksuste asendamine koostootmisüksustega kaugküttesüsteemides elektrilise võimsusega kuni 5 MW ja kogu soojusvõimsusega 1 MW kuni 20 MW. Meede äratas eelmistel aastatel märkimisväärset huvi. Toe abil on rekonstrueeritud mitmeid väikese võimsusega katlaid.



Pilt 61. Hästi majandatud mets on sobiv elupaik ka metsloomadele. Ilves loodusliku uuenemise eesmärgil raiutud männimetsas Leedus. (Foto autor: Vita Arlickienė)

Rootsi

Kaugkütte potentsiaal on Rootsis juba peaaegu täielikult realiseeritud. Potentsiaali on veel väiksemate küttesüsteemide puhul, näiteks koolides ja mitmepereelamutes. Puidutööstuse kõrvalsaadused kasutatakse Rootsis täielikult ära. Muutuda võib saepuru kasutamise eesmärk näiteks pürolüüsiõli tootmiseks, millest tulenevalt suureneb primaarse metsaenergia tarbimine energia tootmiseks. Ligniini puhul on see juba tõsiasi ja vajadus lisaenergia järele kasvab tehastes, mis kasutavad või müüvad ligniini toorainena teiste toodete jaoks.

Juba praegu on biokütused tööstuse jaoks suurim energiaallikas, kasutamine on aga koondunud peamiselt metsatööstusesse. Teiste tööstusharude muutumisel hakkavad ka need vajama suures koguses biokütuseid. Tööstuse ümberkorraldamise ja fossiilsete kütuste järkjärgulise kasutuselt kõrvaldamisega suureneb järsult nõudlus biokütuste järele. Rootsi tööstuse arengukavad näevad ette täiendava 25–28 TWh vajadust igal aastal. Arvestades juurde taastuvenergia vajaduse fossiilsete kütuste asendamise tõttu transpordis ja elektritootmisel, saame 100–120 TWh võrra lisaenergiat aastas. Võimalikuks kasvuks on hinnanguliselt vaja 2050. aastaks veel 74 TWh metsandusest ja 54 TWh põllumajandusest.

Rohkem kui 1,4 miljonil hektaril Rootsi metsades on tegemata valgustusraie, mistõttu on suur vajadus leida odavamaid tehnoloogiaid ja meetodeid väikeste puude ülestöötamiseks varajasel harvendusraiel, mis on edasise arendustöö ajend.⁵¹

Praeguste teadmiste rakendamisega saaks aga metsa ülestöötamist biokütuseks märkimisväärselt suurendada, ilma et see põhjustaks vastuvõetamatuid tagajärgi keskkonnale ja bioloogilisele mitmekesisusele. Biokütuse varumiseks metsast ilma tõsise keskkonnamõjuta saab kohaldada ja edasi arendada kompenseerimis- ja ennetevaid meetmeid.⁵¹

KIRJANDUS

1. Statistikaameti andmebaas. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile1.asp-web.2001/Database/Majandus/databasetree.asp>
2. Taastuenergia tegevuskava aastani 2020. https://issuu.com/elering/docs/taastuenergia_tegevuskava_rakendusplaan (eesti keeles) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>
3. Puidubilanss. Ülevaade puidukasutuse mahtudest 2017. Keskkonnaagentuur. https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/puidubilanss_2017_0.pdf
4. Metsanduse arengukava aastateks 2021–2030. <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/metsandus>
5. Ruoka- ja luonnonvaratilastojen e-vuosikirja 2019. Tilastoja maataloudesta, metsäsektorilta sekä kala- ja riistataloudesta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2018. (Soome statistika e-raamat 2019), <https://stat.luke.fi>
6. Luke Internews News, <https://www.luke.fi/uutinen/puun-energiakaytto-lisaantyy-edelleen/>
7. Suomen virallinen tilasto (SVT). Luonnonvarakeskus, Puun energiakäyttö. Veebisait: stat.luke.fi
8. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) (2018): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland – 1990 bis 2017, Stand: Juli 2018; Berlin
9. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hg.) (2017): Holzmarktbericht 2016. Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2016 (01.01.2016 – 31.12.2016); Bonn
10. Föderaalne Keskkonnaministeerium; looduskaitse; ehitus- ja tuumaohutus (BMUB) (2016): Kliimameetmete kava 2050 – Saksamaa valitsuse kliimapolitiika põhimõtted ja eesmärgid. Berliin <https://www.bmu.de/publikation/climate-action-plan-2050/>
11. Riiklik energiasõltumatuse strateegia, 2018. http://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Nacionaline%20energetines%20nepriklausomybes%20strategija_2018_LT.pdf
12. Leedu Kaugkütte Ühing. <https://lsta.lt/>
13. Tebėra A., Kibirkštienė I. Medienos kuro pasiūlos ir paklausos įvertinimas ir pasiūlymų vietiniams medienos ištekliams pagrįstų energijos gamybos pajėgumų darniai plėtrai parengimas. Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, 2014.
14. Leedu metsanduse statistiline aastaraamat 2017. Keskkonnaministeerium, Riigimetsa talitus. Lututė, 2018.
15. Energiamaajanduse arengukava aastani 2030. Kinnitatud 20.10.2017 Vabariigi Valitsuse korraldusega nr 285. Tallinn 2017. https://www.mkm.ee/sites/default/files/nd-pes_2030_eng.pdf
16. Energia- ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. Koljonen T., Soimakallio S., Asikainen A., Lanki T., Anttila P., Hildén M., Honkatukia J., Karvosenoja N., Lehtilä A., Lehtonen H., Lindroos T., Regina K., Salminen O., Savolahti M., Siljander R. & Tiittanen P. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 21/2017. 106 s. Helmikuu 2017.
17. Metsäkoulu. Satu Rantala (toim.) 351 s. Metsäkustannus 2017.
18. Schier, Franziska; Weimar, Holger (2018): Holzmarktmodellierung – Szenarienbasierte Folgenabschätzung verschiedener Rohholzangebotsituationen für den Sektor Forst und Holz. Thüneni töödokument 91; Braunschweig
19. Riiklik Energiaregulatsiooni Nõukogu, 2019. <https://www.regula.lt/Puslapiai/naujiensos/2019-metai/2019-rugsejis/prasideda-atsinaujinancios-energetikos-pletra-skatinantys-aukcionai.aspx>

20. Svebio, 2019. Bioenergia tegevuskava – bioenergia nõudluse rahuldamine fossiilivabas Rootsis. Veebisaidid. <https://www.svebio.se/et/about-bioenergy/>; <https://www.svebio.se/app/uploads/2020/03/Roadmap-Bioenergy-2020.pdf>
21. Energiatalgud. Veebisait: www.energiatalgud.ee
22. Metsähakevarat ja metsähakkeen käyttö. Anttila P., Nivala M., Laitila J. & Korhonen K. Metlan työraportteja 289: 13–20. Veebisait: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp267.htm>
23. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2017): Anlagenbestand und installierte elektrische Leistung von Biomasse(heiz)kraftwerken; <https://mediathek.fnr.de/anlagenbestand-und-installierte-elektrische-leistung-von-eeg-anlagen-auf-basis-holzartiger-biomasse.html>, külastatud 30.05.2018.
24. Katlumājas patērētais kurināmais un saražotā siltumenerģija, TJ. Centrālā statistikas pārvalde. Veebisait: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/vide-energetika/energetika/tabulas/eng120/katlumajas-pateretais-kurinamais-un-sarazota>
25. Leedu biomassi energaiūhendus LITBIOMA. <http://www.biokuras.lt/en>
26. Marčiukaitis M., Dzenajavičienė E.F., Kveselis V., Savickas J., Perednis E., Lisauskas A., Markevičius A. ir kt. Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo Lietuvoje patirtis, reikšmė ir siekiai. ENERGETIKA. 2016. T. 62. Nr. 4. P. 247–267
27. Nacionalinė atsinaujinančių energijos išteklių plėtros 2017–2023 metų programa. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalActPrint/lt?jfwid=hok3ihs6m&documentId=b-c949290ac0b11e68987e8320e9a5185&category=TAP>
28. Rootsi Energiaagentuur. Statistika. Veebisait. <https://www.energimyndigheten.se/en/facts-and-figures/statistics/>
29. Anttila et al. Hakkpuidu pakkumise ja nõudluse piirkondlik tasakaal Soomes aastal 2030. Silva Fennica vol 52 nr 2, artikli ID 9902.
30. Prognos AG; EWI; GWS (2014): Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Projekt Nr. 57/12. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln/Osnabrück
31. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (2016): Kodumaine bioenergia: Potentsiaal 2050; <https://mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/was-kann-bioenergie-2050-leisten.html>; külastatud 04.09.2019
32. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MUGV) (2010): Biomassestrategie des Landes Brandenburg; Potsdam
33. Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg (MWE) (2012): Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg; Potsdam
34. Svebio bioenergia platvorm (2016). Veebisait. <http://www.mynewsdesk.com/se/svebio/documents/bioenergikarta-biovaerme-2020-94265>
35. Metsaseadus, RT I, 04.03.2015, 10. https://www.riigiteataja.ee/et/compare_origin?id=525032015010
36. Hakkila, P. 2004. Puuenergian tehnologiaohjelma 1999–2003. Loppuraportti. Teknologiaohjelmaraportti 5/2004. 135 s.
37. Lazdiņš, A., Kaleja, S., Gruduls, K., Bardule, A. (2013). Puidu teoreetiline hindamine bio-energiaressursside jaoks valgustussraies Lātis. Maaelu arengu uuringud (2), 42–48. <http://llufb.llu.lv/conference/Research-for-Rural-Development/2013/LatviaResearchRuralDevel19thvolume2-42-48.pdf>
38. Latvijas statistikas gadagrāmata, 2018. Centrālā statistikas pārvalde. Veebisait. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/ekonomika/ikp/meklet-tema/285-latvijas-statistikas-gadagramata-2018>

39. Aleinikovas M., Sadauskienė L., Mikšys V., Gustainienė A. Biokuro potencialo Lietuvoje įvertinimas, biokuro kainų prognozė, biokuro panaudojimo socialinės naudos įvertinimas ir biokuro panaudojimo plėtrai reikalingų valstybės intervencijų pasiūlymai. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro filialo Miškų instituto ataskaita. Girionys, Kauno r., 2013, lk 48
40. Kietojo biokuro kokybės reikalavimai (2017-12-06, Nr. 1-310), TAR, 2017-12-08, Nr. 19830.
41. Kaugkütte seadus. Eesti valitsus. SE 264, <https://www.riigikogu.ee/tegevus/eelnoud/eelnou/f3be6f3f-1b97-44ff-8d8f-41d9a909b3a3>
42. Metsätalouden kehittäminen ja puun energiakäytön edistäminen rajan ylittävällä yhteistyöllä. Asko Puhakka (toim.) Karelia-ammattikorkeakoulu. Joensuu. 75 s. Laser-Media Oy, 2014.
43. Šilumininkų indėlis į lietuvos energetinę nepriklausomybę per 20 metų. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, 2018.
44. S2BIOM. Projekt. Poliitiliste meetmete ja vahendite andmebaas. Veebisait: <https://s2biom.vito.be/>
45. Puidubilanss. <http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Puidubilanss-2016-ja-2019.pdf>
46. Šilumos supirkimo iš nepriklausomų gamintojų į šilumos tiekimo sistemas tvarka (2003-07-25, Nr. 982), Valstybės žinios 2003, Nr. 75-3481
47. Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas (2005-03-31, Nr. X-152). Valstybės žinios 2005, Nr. 47-1560
48. Akcizų įstatymo pakeitimo įstatymas (2004-02-29, Nr. IX-1987), Valstybės žinios 2004, Nr. 26-802 //
49. Taimikonhoito ja harvennusbiomassan tuottaminen kuusen taimikossa. Niemistö, P. Metlan työraportteja 289, ss. 135-141; veebiaadress: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289.htm>
50. Kasvatusmetsien integroidun aines- ja energiapuun korjuu ja puuntuotannolliset vaikutukset. Nurmi J., Jylhä P., Läspä O., Räisänen T. & Wall A. Metlan työraportteja 289, ss. 34-46; veebiaadress: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289.htm>
51. Skogforsk. Rootsi Metsauuringute Instituut. Veebisaidid. <https://www.skogforsk.se/english/products-and-events/other/forest-energy-for-a-sustainable-future/>; <https://www.skogforsk.se/english/products-and-events/other/efficient-forest-fuel-supply-systems/>
52. Bioenergiaa metsistä kestävästi ja kilpailukykyisesti. Asikainen A., Ilvesniemi H. & Hynynen J. Metlan työraportteja 289, ss. 10-12, veebisait: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289.htm>
53. Metsähakkeen toimitusketjun pullonkaulat. Laitila J., Leinonen A., Flyktman M., Virkkunen M. & Asikainen A. Metlan työraportteja 289, ss. 147-152, veebisait: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289.htm>
54. Hakkuutähteen korjuun vaikutuksista 10-vuotiaissa kuusen taimikoissa. Saksa T. Metlan työraportteja 289, ss. 142-146, veebisait: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp289.htm>
55. Egnell, G. & Leijon, B. 1999. *Pinus sylvestris*'e ja *Pinus abies*'e istikute ellujäämine ja kasv pärast biomassi erinevat eemaldamist lageraies. Scandinavian Journal of Forest Research 14: 303-311.
56. Deutsches Pelletinstitut (Depi), 2020. Pelletfeuerungen in Deutschland. 27/02/2020. <https://depi.de/de/p/Pelletfeuerungen-in-Deutschland-aqzgTdFJwz77hkiVrr3kHy>
57. Oehmichen, Katja; Röhling, Steffi; Dunger, Karsten; Gerber, Kristin; Klatt, Susann, 2017. Ergebnisse und Bewertung der alternativen WEHAM-Szenarien. AfZ – Der Wald 13/2017. lk 14 – 17.

Baltic ForBio

**Metsa bioenergia tootmise
kiirendamine Läänemere piirkonnas**

Kulutõhusad ja jätkusuutlikud puidukogumismeetodid

Lisa

Toimetas Pasi Poikonen

Table of Contents

1. Eesti riiklik aruanne - Üksikasjalik teave metsa bioenergia kohta.....	3
2. Läti riiklik aruanne - Üksikasjalik teave metsa bioenergia kohta	22
3. Läti raieettevõtete ning võsa ja puude ülekasvu eemaldajate küsimustiku tulemused.....	32
4. Leedu riiklik aruanne - Üksikasjalik teave metsa bioenergia kohta.....	44
5. Bioatlase (Forest Energy Atlas) põhimõtted projekti tööpaketi WP4 tulemusena	56
6. Ärimudelid ja juhtimisstruktuurid metsa biokütte väiketootmistele, keskendudes eelkõige metsa energiaühistutele	60

Lisa 1

EESTI RIIKLIK ARUANNE ÜKSIKASJALIK TEAVE METSA BIOENERGIA KOHTA

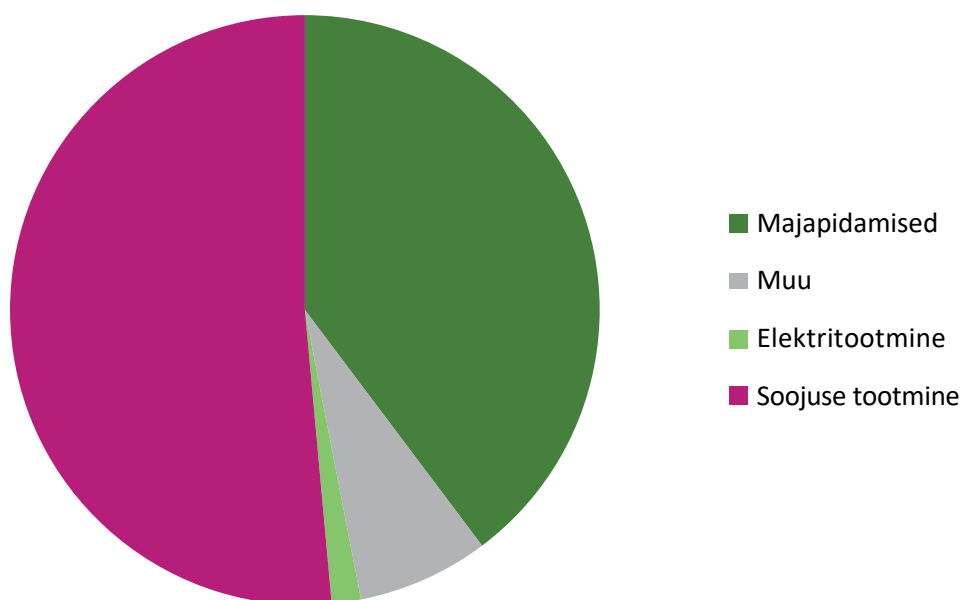
1. TAUST

1.1 Eesti bioenergiasektori hetkeolukord

Kuigi Eesti energiatootmine põhineb peamiselt põlevkivil, millest toodetava elektri osakaal turul on ligikaudu 90%, on alternatiivsetest allikatest elektritootmine viimastel aastatel oluliselt suurenenud, mistõttu on põlevkivi osakaal mõnevõrra vähenenud.¹

Eesti energiasektoris kasutatav puit on toodetud peamiselt Eesti metsades, kuid seoses taastuvenergiasektori arenguga on hakatud maailmaturult sisse tooma ka puitkütuseid (pelletid, hakkepuit jne), mille hind moodustub globaalse nõudmise ja pakkumise tasakaalu tulemusena.

Joonisel 1 on näidatud biomassi tarbimine sektorite kaupa. Kõige enam kasutati puitkütuseid (peamiselt hakkepuitu) soojuse tootmiseks, teiseks suuremaks tarbijaks olid majapidamised (peamiselt küttepuud), umbes 7,2% tarbisid muud sektorid (teenindus, põllumajandus, tööstus jms) ning ainult 1,6% kogutarbimisest kulus elektri tootmiseks.



Joonis 1. Puitkütuste kogutarbimine Eestis 2017. aastal.¹

Indikaator puitkütuste kasutamiseks energiatootmiseks on määratletud selle eesmärgi indikaatorina, mille kohaselt puitkütuste maht peaks tõusma 6,1 teravatt-tunnilt (2009) 8,3 teravatt-tunnini (2020). Tuleb lisada, et sellesse mahtude arvestusse on lisatud vaid tüvepuude maht ning mitte-metsamaalt pärit puitu või puidutööstuse jääke siin arvesse võetud ei ole.

Puidu kasutamisel energiatootmiseks ei saa mööda vaadata säästvuse aspektist. Eestis aitavad säästvat metsandust tagada Eesti metsanduse arengukava aastani 2020⁸ ja met-saseadus.¹¹ Lisaks võidakse tulevikus kohaldada täiendavaid EL õigusakte, et reguleerida puidu päritolu riiklike taastuvenergiaseesmärkide täitmisel ning metsandust toetada.

Puidu suurem kasutuselevõtt energiatootmises võib olla negatiivse mõjuga metsandus-sektori sidumisvõimele ja süsihappegaasi heitmetele ning seeläbi ka Eesti võimekuse-le täita oma rahvusvahelisi kohustusi ja osaleda rahvusvahelisel kasvuhoonegaaside⁵ kvootidega kauplemise turul.

Iga-aastane potentsiaalne puidu biomassi ning metsast ja mitte-metsamaalt päri-nevate puidujäätmete energiaressurss on 44 PJ (12,3 TWh). 2017. aastal kasutati 31,57 PJ (8,77 TWh) potentsiaalseid ressursse, sh 27,5 PJ (7,65 TWh)⁵ ulatuses hakkepuitu.

1.2 Äritegevuse ja piirangute hinnanguline teoreetiline maht

1.2.1 Riiklikud eesmärgid

Selleks, et Eesti vastaks Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruse (EL) 2018/1999, milles käsitletakse energialiidu ja kliimameetmete juhtimist (edaspidi EL määrus 2018/1999), artikli 9 lõikes 1 toodud nõuetele, mis kohustab liikmesriike iga 10 aasta järel oma riik-liku energia- ja kliimakava Euroopa Komisjonile¹⁴ esitama, on Eesti riiklik koostanud energia- ja kliimakava aastani 2030 (edaspidi REKK 2030).

Eesti energiasektori visioon aastaks 2050

2050. aastal kasutab Eesti oma energiavajaduste katmiseks peamiselt kodumaiseid res-sursse – see hõlmab lisaks elektritootmisele ka soojuste tootmist ning transporti. Inves-teeringud energiasektoris muudavad kohalike primaarsete fossiilkütuste efektiivsus-se praegusega võrreldes kaks korda suuremaks. Vastavalt EL energia tegevuskava 2050 eesmärkidele vähendatakse CO₂ heitmeid energiasektoris rohkem kui 80% võrra (võr-reldes 1990. aasta tasemega). Eestis toodetud gaasitooted on arendataval piirkondlikul gaasiturul konkurentsivõimelisemad ning tootmistasemed on piisavad, et katta üks kol-mandik Eesti gaasitarbimise vajadustest.

Kaasaegseid ja rohelisi tehnoloogiaid kasutades muutub Eesti energiaeksportijaks loo-dud Põhjamaade-Baltimaade energiaturule. Eesti energiasõltumatus ja selle pikaajaline tagamine saab olema riigi elanike majandusjõukuse, Eesti ettevõtete konkurentsivõime ja Eesti energiaturvalisuse aluseks.

Valitsus on välja töötanud põhjaliku ressursside omamise poliitika koos pikaajalise viisiooniga toetamaks Eesti tööstussektori arengut. Energiaressursside kasutamistest saadavad riigitulud investeeritakse peamiselt programmidesse, mis edendavad jätkusuutliku energia kasutamist, tagades riigi energiasõltumatus ka siis, kui fossiilkütused on otsa lõppenud.

1.2.2 Praegused metsa bioenergiajaamad

Järgnevas tabelis on toodud nimekiri olemasolevatest energia- ja koostootmisjaamadest (tabel 1).

Tabel 1. Puidukütteil põhinevad soojuse ja elektri koostootmisjaamad Eestis.^{2,3}

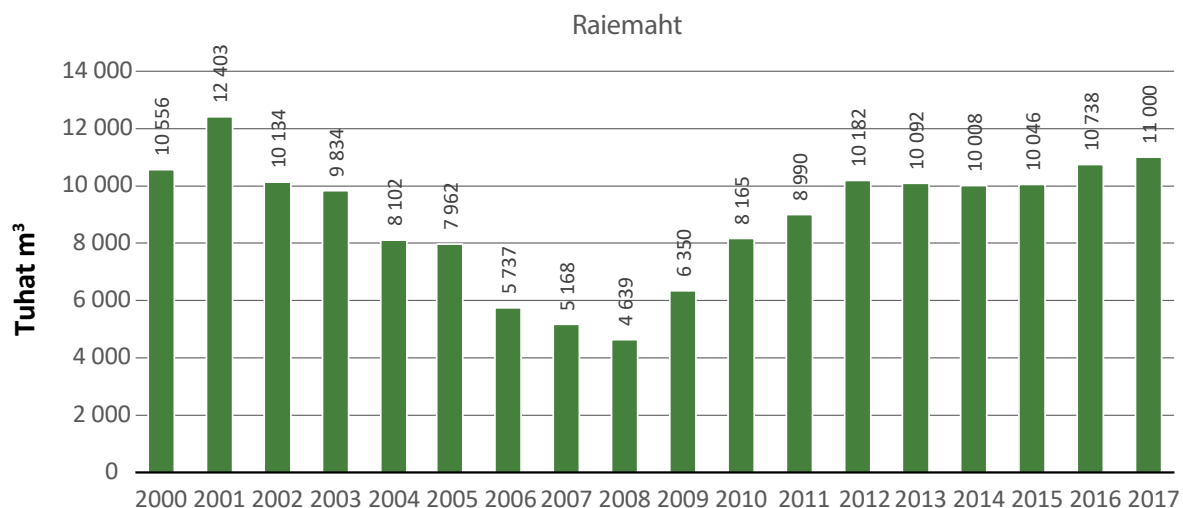
Asukoht	Kütus	Soojus- võimsus, MWh	Tarnija	Soojus- võimsus, MW	Võimsus, MW
Tallinn	Hakkepuit, turvas	1,785	Tallinna koostootmisjaam, Vao I (Utilitas)	67	25
	Hakkepuit, turvas		Tallinna koostootmisjaam, Vao II	76	21
	Tahked olmejäätmed, sh 50% biomass		Iru koostootmisjaam (jäätmeenergiaplokk), Eesti Energia	50	17
Tartu	Hakkepuit, turvas	456	Fortum Tartu koostootmisjaam	60	22,1
Pärnu	Hakkepuit, turvas	174	Fortum Pärnu koostootmisjaam	46	20,5
Kuressaare	Hakkepuit	66	Kuressaare Soojus koostootmisjaam	9,6	2,3
Paide	Hakkepuit	51	Pogi koostootmisjaam	8	2
Rakvere	Hakkepuit	51	Rakvere koostootmisjaam (Adven Eesti)	4	1
Rakvere	Hakkepuit	-	ES Bioenergia koostootmisjaam	10	1
Valka	Hakkepuit	21	Enefit Power&Heat Valka koostootmisjaam	8	2,4
Valga maakond, Patküla	Hakkepuit	128	Helme koostootmisjaam, Graanul Invest	16	6,5
Võru maakond, Sõmerpalu	Hakkepuit	97	Osula koostootmisjaam, Graanul Invest	27	10
Järva maakond, Imavere	Hakkepuit	206	Imavere koostootmisjaam, Graanul Invest	27	10
Viljandi maakond, Võhma	Puugaas	5	Võhma gaasijaam (2019. a ei ole kasutusel)	0,46	0,25
Harjumaa, Kehra	Hakkepuit, must leelis	205	Horizon Pulp and Paper koostootmisjaam	125	10
Ida-Viru maakond, Püssi	Hakkepuit	20	Püssi koostootmisjaam	4	2
Pärnu maakond, Biomax Selja	Hakkepuit	-	Gaasikatel	0,3	0,15

1.2.3 Saadaolevad metsa biomassi ressursid

Poole Eesti pindalast ehk 51,4% moodustab metsamaa. 2017. aastal oli Eesti metsamaa pindala 2,33 miljonit hektarit ning puistute varu või puistute maht oli 486 miljonit kuupmeetrit (tabel 2). Puistute pindala oli 2,16 miljonit hektarit. Majandatud metsamaa hulk on viimaste aastate jooksul kasvanud ning ulatub 14 miljoni tonnini aastas. Metsa raiemahud on langenud, olles 2017. aastal 11 miljonit tonni (tabel 2).

Tabel 2. Metsamaa pindala ja majandatud metsade aastane kasv (allikas: Keskkonnaagentuur)

	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2017/2000
Metsamaa, tuh ha	2 245	2 270	2 221	2 310	2 313	2 331	103,8%
Puistute pindala, tuh ha	2 096	2 107	2 080	2 146	2 143	2 157	102,5%
Puistute koguvary, miljon m ³	428	432	449	484	485	486	112,2%
Majandatud metsade aastane kasv, tuh m ³	12 832	12 975	13 244	14 164	14 143	14 094	109,8%



Joonis 2. Raiemahud vastavalt statistilisele metsainventuurile.¹

Vastavalt ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioonile on Eesti Euroopas metsaga kaetuse osas kuuendal kohal (metsamaa osakaal kogu maa-alast) pärast Soomet, Rootsit, Sloveeniat, Montenegrot ja Lätit. Otseselt metsaga seotud töökohti metsasektoris on umbes 34 000 ning kaudselt on metsaga seotud ka paljud tööd turismi-, spordi-, transpordi- ja muudes sektorites. Eestis on ligikaudu 113 000 erametsaomanikku.

Sellel kümnendil on metsanduse arengu alustalaks olnud Eesti metsanduse arengukava aastani 2020, mille kohaselt on metsamajanduse peamine eesmärk metsade tootlikkus ja elujõulisus ning metsade mitmekülgne ja tõhus kasutamine. Selle eesmärgi saavutamiseks on üheks pikaajaliseks eesmärgiks muuhulgas suurendada puidu mahtu, metsauuendustööde mahtu, hoida vähemalt 10% metsamaast rangelt kaitse all ning parandada kaitstavate metsade esindatust. 2017. aastal oli kaitsealuste metsade osakaal kogu metsamaast 13,1% ning siiaamaani tehakse pingutusi, et tagada kaitse alla kuuluvatel aladel erinevat tüüpi metsade esindatus. 2017. aasta lõpus algatas keskkonnaminister protsessi 64 uue salu- ja laanemetsa kaitseala loomiseks. Range kaitse all on kokku umbes 33 000 hektarit riigimetsa. 90% range kaitse all olevatest metsadest asub riigimaal. Kokku on Eestis kaitse all neljandik kogu Eesti metsadest.

Üks metsanduse jätkusuutlikkuse hindamise võimalusi on võrrelda raiemahtu puutüvede iga-aastase kasvuga majandatud metsamaal. Kui raiemaht ületab pikas plaanis metsa kasvu, ohustab see metsade bioloogilist mitmekesisust ja metsasektori tooraine tarnimise jätkusuutlikkust. Kui raiemaht on aga metsa kasvuga võrreldes liiga väike, tähendab see jällegi kogunenud metsaressursside ebaefektiivset kasutamist. Raiemaht langes 2001.–2008. aastatel üle 60%, ulatudes 4,6 miljoni tahke kuupmeetriini. Pärast seda on raiemaht vaikselt suurenenud, jäädes aastatel 2012–2016 10 miljoni tahke kuupmeetri kanti (raiemaht 2016. aastal oli 10,7 miljonit tahket kuupmeetrit). 2016. aastal suurenes raiemaht 10,7 miljoni kuupmeetriini. Kui 2008. aastal oli raie osakaal majandatud metsamaa kasvust 36%, siis 2016. aastal oli see 75%.

Kuna statistilise metsainventuuri (SMI) raiemahtude hindamise meetodi ebatäpsuste määr on kõrge, on Keskkonnaagentuur koostanud raiemahtude eksperthinnanguid, analüüsides raiearuandeid ja kaugseire andmeid, mis samuti näitavad, et raiemahud on viimastel aastatel kergelt suurenenud. Selle hinnangu kohaselt raiuti 2015. aastal 10,1 miljonit m³ puitu, 2016. aastal 11,3 miljonit m³ ja 2017. aastal 11,0 miljonit m³. Sellel kümnendil peetakse optimaalseks aastaseks raiemahuks 12–15 miljonit tahket kuupmeetrit. 2016. aastal alanud elav sotsiaalne debatt metsa jätkusuutliku kasutamise mahtude üle jätkus ka 2017. aastal. Suure tõenäosusega on see ka järgmise aastakümne metsanduse arengukava⁸ üks peamisi teemasid.

Selleks, et analüüsida puidu tootmiseks sobivat puiduvaru, on Eesti maakonnad jagatud kuueks regiooniks (joonis 3 ja tabel 3). Puidu tootmiseks sobivate küpsete puistute kogupindala on 495 000 hektarit, millelt saaks 164 miljonit tonni puitu, ja kus järgmise kümnendi jooksul saab aastas teha 11,6 miljoni kuupmeetri ulatuses metsauuendust ja harvendusraiet.



Joonis 3. Kypsed, puidu tootmiseks sobivad metsad regioonide (maakonnarühmade) kaupa.⁹

Puidu tootmiseks sobivate küpsete puistute kogupindala on 495 000 hektarit või 164 miljonit m³ ning järgmise kümne aasta jooksul on sellest võimalik iga-aastaselt raiuda 11,6 miljonit m³ (tabel 3). Kõige suuremad küpse metsa varud asuvad Kagu-Eestis: Jõgeva-, Tartu-, Põlva-, Võru- ja Valgamaal.

Tabel 3. Metsamaa ja metsaraie regioonide kaupa⁹

Regioon	Metsa- maa	Puistud	Küpsed metsad		Raie		Harvendusraie	
	1 000 ha	1 000 ha	1 000 ha	1 000 m ³	ha	1 000 m ³	ha	1 000 m ³
Harju, Lääne, Rapla maakond	352	320	108	32 666	7,5	2 128	4,6	250
Ida-Viru ja Lääne-Viru, Järva maakond	391	344	107	34 699	7,4	2 252	4,2	244
Jõgeva, Tartu, Põlva, Valga, Võru maakond	480	425	140	50 531	8,8	2 981	5,4	343
Pärnu, Viljandi maakond	318	284	89	30 522	6,0	1 949	3,1	177
Hiiu maakond	55	50	16	4 849	1,0	293	0,9	50
Saare maakond	132	119	34	10 828	2,6	767	3,1	183
Kokku	1 728	154	495	164 124	33,3	10 370	21,1	1 246

Suurimateks metsavarudeks on jämeda ja peene küttepuidu osakaal Saaremaal, paberi- puidu osakaal Pärnu- ja Viljandimaal ning küttepuidu osakaal Lääne- ja Ida-Viru- ning Järvamaal (tabel 4).

Tabel 4. Aastane raiemaht Eesti maakondades, 1 000 m³ ja osakaal sortimendist.¹¹

	Palgid	%	Paperi- puid	%	Kütte- puut	%	Kokku
Harju, Lääne, Rapla maakond	829	42,2	528	26,9	607	30,9	1 964
Ida-Viru ja Lääne-Viru, Järva maakond	852	41,3	568	27,6	643	31,2	2 065
Jõgeva, Tartu, Põlva, Valga, Võru maakond	1 318	47,6	748	27,0	704	25,4	2 770
Pärnu, Viljandi maakond	713	40,9	490	28,2	538	30,9	1 741
Hiiu maakond	133	47,1	71	24,9	79	28,0	283
Saare maakond	390	49,7	188	23,9	207	26,4	785
Kokku	4 236	44,1	2 594	27,0	2 778	28,9	9 602

2016. aastal oli hinnanguline raiumise tulemusena saadav puidu hulk (välja arvatud tööstuslik hakkepuit) 1,1 miljonit m³. On teada, et vaid 180 000 m³ sellest pärines RMK metsadest, ülejäänud osa tuli eravaldest. Metsa ja metsamaa vahele on keeruline piiri tõmmata. Metsamaalt pärit metsa kogust on määratletud eksperthinnanguga¹¹.

Nõudlus energiapuidu järgi

Viimasel paaril aastal on välismaiste ostjate pakutav hind hakkepuidu eest olnud väga tagasihoidlik, mistõttu võib Eesti ettevõtetel praegu turulanguse tingimustes olla keeruline oma tarnekohustusi fikseeritud hinna juures täita. Kuna üldine trend soosib pigem taastuvate energiaallikate kasutamist, on tõenäoline, et investeeringud puidupõhisesse energiasse jätkuvad ning nõudlus suureneb⁵.

Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liit, Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing ja SA Erametsakeskus hindasid puidunõudluse kasvu kuni aastani 2019, võttes arvesse, et energia tootmiseks kasutasid hakkepuitu ja puidujääke 17 ettevõtet. Aasta tagasi hindasid uuritud ettevõtted, et nende puiduvajadused aastaks 2018 oleks kokku 9,3 miljonit m³, samas kui selle aasta uuring näitas, et uuritavate ettevõtete 2018. aasta koguvajadus oleks 10,1 miljonit m³ ja 2019. aasta vajadus 10,7 miljonit m³.

Tabel 5. Puidu kasutamise prognoos uuritud ettevõtete hulgas aastateks 2016–2019.

Puidu tarbimise maht, miljonit m ³	2016	2017	2018	2019	Mahu kasv
Saematerjali tootmine	3,43	3,79	4,36	4,49	1,06
Vineeritootmine	0,33	0,40	0,49	0,58	0,25
Paberitootmine	0,92	0,97	1,05	1,30	0,38
Puitkütuste tootmine	2,30	2,89	2,48	2,60	0,30
Energiatootmine	1,40	1,58	1,75	1,80	0,42
Kokku	8,35	9,63	10,13	10,76	2,41

1.2.4 Praegused kaugküttesüsteemid ja investeerimisvajadused Eestis

Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020 määratles olemasolevate tootmispaigaldiste uuendused ja vähendas killustatust kaugkütte hinnaseires, mis oli üheks põhiliseks probleemi kaugküttesektoris. Eraldi eesmärgidena oli välja toodud elektri ja soojuse laiaulatuslikum koostootmine ning tootmisportfelli mitmekesistamine. Nende eesmärkide saavutamiseks vastu võetud toetusmeetmete tulemusena on paljud vanad katlasüsteemid asendatud uute tõhusamate süsteemidega. Paljud põlevkiviõli kasutavad katlasüsteemid on välja vahetatud seadmete vastu, mis kasutavad taskukohasemat biomassi. Sellest hoolimata on soojuse tootmiseks põlevkiviõli kasutavate jaamade hulk endiselt suhteliselt suur.

Eestis oli 2014. aastal 215 omavalitsust ja kaugkütet kasutas neist 149. Kaugküttevõrgu piirkondade arv oli 239. Praegu on Eestis 2017. aasta haldusreformi tulemusena vaid 79 kohalikku omavalitsust, millest 15 on linnad ja 64 vallad. Alates 2017. aasta alguses oli Konkurentsiameti andmetel Eestis 145 kaugküttevõrgu piirkonda, mille torustiku pikkus oli 1 455 km.

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Arengufondi analüüsi põhjal taastatakse või omastatakse kaugkütteturu arengule olulist mõju järgmised tegurid:

1. motivatsiooni puudus kuluefektiivsete kaugküttelahenduste tuvastamiseks ja sisemise efektiivsuse suurendamiseks. Kaugküttele kohaldatav hinnaregulatsioon ei motiveeri tootjaid otsima lahendusi, mis vähendaksid kaugkütte hindu. Investeeringud, mille abil saaks kütte hinda lõpptarbijatele vähendada, ei kajastu ettevõtete paranenud finantstulemustes – saavutatud mõju kantakse täielikult üle kasutajatele;
2. ebastabiilne regulatiivkeskkond ei soodusta pikaajalisi investeeringuid. Konkurentsiameti metoodikates sätestatud hinna reguleerimise kriteeriumid on väga ranged ning neid täiendatakse pidevalt;
3. nii ettevõtjad kui ka Konkurentsiamet kahtlevad mõne kaugküttepiirkonna jätkusuutlikkuses;
4. paralleelsete tootmispunktide ehk kohalike tootmispaigaldiste lisandumine vähendab kaugküttevõrgustiku pikaajalist efektiivsust.

Selleks, et kohaned eluasemesektori muutustega (energiatõhususe meetmete rakendamine, uute ehitusstandardite vastuvõtmine), peab valitsus astuma samme varem monopolistliku kaugkütteturu vabaks laskmise suunas. Klientidele tuleks pakkuda tõhusaid ja kuluefektiivseid küttelahendusi, motiveerides samas ka ettevõtjaid rakendama kuluefektiivseid lahendusi, mis oleksid konkurentsivõimelised ka pikas perspektiivis⁵.

Küttesektoris rakendatavad poliitilised valikud ja meetmed peaksid põhineva küttesektori pikaajalisel jätkusuutlikkusel ilma vajaduseta täiendavate investeeringu- või tegevustoetuste järele väljaspool tavapärast majandustegevust. Soojust tuleks toota peamiselt kohalikest ja taastuvatest kütustest ning kütusevabadest energiaallikatest. Võrreldes 2012. aasta tasemega⁵ langeb kütuste kasutamine soojuse tootmiseks hoonete energiatõhususe investeeringute ja tõhusama tootmise tõttu 2050. aastaks rohkem kui 40%.

1.3. Poliitikavahendid, mille põhielemendid edendavad metsa bioenergiaettevõtlust

Investeeringutoetused

Tabel 6. Eesti Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt antud toetused perioodil 2007–2013 (investeeringutoetus).

Valdkond	Projekt	Maksumus, miljon €	Toetuse maht, miljon €	Protsent
Taastuenergiaallikate laialdasem kasutamine energia tootmiseks (rahastaja ERF)				
Kõik projektid	21	24,77	8,69	35,1%
Biomassi kasutamine kaugküttes	4	9,40	3,65	38,8%
Biogaasil töötavate koostootmisjaamade ehitamine	2	7,88	1,88	25,3%
Energiarahastus (RIS)				
Kõik projektid	79	108,40	56,93	52,5%
Uute koostootmisjaamade ehitus	5	24,41	9,81	40,2%
Tuuleparkide ehitus	2	24,23	12,46	51,4%
Biomassi kasutavate katlasüsteemide kasutuselevõtt	24	15,09	7,42	49,2%

Tabel 7. Toetused alates aastast 2014.

Valdkond	Projekt	Maksumus, miljon €	Toetuse maht, miljon €	Protsent
Kaugküttekatelde renoveerimine või kasutuselevõtt ning uuele kütusele üleminek (ÜF rahastus)				
Kõik projektid	51	37,9	17,90	47,2%
Toetus biometaan kasutamiseks tootmises või/ja transpordis (ÜF rahastus)				
Kõik projektid	16	9,85	3,33	33,9%
Tanklate ehitus	15	7,60	2,66	35,0%
Biometaan kasutamine bussiliikluses	1	2,25	0,67	30,0%
Energiatõhusate meetmete ja taastuenergia kasutamine kohalike omavalitsuste hallatavates lasteaedades (HKS rahastus)				
Kõik projektid	52	24,78	14,71	59,3%
Küttesektori arengukavade koostamine (ÜF rahastus)				
Kõik projektid	119	0,52	0,45	86,1%

Tegevustoetused puitkütuste valmistamiseks ja kasutamiseks Eestis.

2007. aastal alustati Eestis taastuvatest allikatest toodetud elektritootmise tegevuskulude toetamist. 1. juulil 2007 jõustus elektrituruseaduse muudatus, pakkudes toetust taastuvenergiaallikatest toodetud elektrile, tänu millele hoogustus ka biomassipõhiste koostootmisjaamade rajamine.

Biomass on põllumajanduslikust tootmisest, metsatööstusest ja sellega seotud tootmisest pärit toodete, jäätmete ja jääkide bioloogiliselt lagunev fraktsioon ning tööstus- ja olmejäätmete bioloogiliselt lagunev fraktsioon. Lisaks tuleb arvestada, et vedel biokütus loetakse taastuvenergiaallikast pärinevaks vaid siis, kui see vastab jätkusuutlikkuse kriteeriumitele. Kõik muud võimalused taastuvenergiaallikate kasutamise toetust saada hõlmavad tootmist koostootmisjaamas. Sellisel juhul on alates 1. juulist 2010 biomassi kasutades võimalus saada toetust ilma 100 MW piiranguta.

Tegevustoetused on kiirendanud järgmiste elektrijaamade ehitust: Tallinna elektrijaam (67 MW_{th}, 2009), Tartu elektrijaam (65 MW_{th}, 2009), Pärnu elektrijaam (50 MW_{th}, 2011), Kuressaare elektrijaam (9,6 MW_{th}, 2013), Paide elektrijaam (8,0 MW_{th}, 2014) ja paljud teised koostootmisjaamad.

Tabel 8. Toetused taastuvenergiaallikatest toodetud elektrile 2007–2018, miljon € AS Elering andmetel

Energiaallikas	Toetus, miljon €
Tuul	176,77
Vesi	10,62
Päike	0,58
Biogaas	13,77
Biomass	229,69
Kokku	431,42

Peaaegu kõigil aastatel vahemikus 2010–2017 (erandiks 2015. aasta) maksti kõige suuremaid toetusi ettevõtetele, kes tootsid elektrit biomassist, näiteks oli maksete koguhulk 2017. aastal 41,3 miljonit eurot.

Alates 1. juulist 2010 on koostootmisjaamas biomassist toodetud elektri toetusmäär 53,7 €/MWh. Seega, kui elektrit toodetakse biomassist kondenseerumismeetodil, siis toetust makstakse. Kuid kui energiatootja, kes alustas energia tootmist biomassi kasutavas jaamas pärast 31. detsembrit 2010, võib saada toetust vaid elektri eest, mis on toodetud tõhusa koostoomise meetodil.

Kui elektrit toodetakse tõhusa koostootmise meetodil elektrijaamas, mille võimsus ei ületa 10 MW, on toetuse määr sõltumata elektri tootmiseks kasutatavast kütuse tüübist 32,0 €/MWh.

2. RIIGIPÕHISTEST TINGIMUSTEST LÄHTUVAD JÄREL- DUSED PARIMATE TOOTMISPRAKTIKATE KOHTA

2.1. Parimad praktikad Eestis

OÜ Utilitas Tallinna Elektri jaam

OÜ Utilitas Tallinna Elektri jaam peamine tegevusala on soojuste ja elektri tootmine ja müük. Ettevõtte käitab Tallinnas kahte biokütustel töötavat koostootmisjaama. Ettevõtte toodab koostootmisprotsessis 100% energiast kodumaisest hakkepuidust ja turbast. Suviti piisab tehase poolt toodetud soojustest kogu Tallinna kaugküttevõrgu vajaduste rahuldamiseks. Esimese, 2009. aastal avatud koostootmisjaama soojusvõimsus oli 67 MW ja elektrivõimsus 25 MW.

2016. aasta sügisel käivitas Utilitas oma teise puitkütusel põhineva soojus- ja elektri koostootmisjaama. Tänu uuele jaamale on suurenenud nii kütiste võimsus kui ka soojuste ja elektri planeeritud tootmismahud. Jaama soojusvõimsus koos suitsugaaside kondensaatoriga on 76,5 MW ja elektrivõimsus 21,4 MW. Kokku tagavad need kaks jaama ligi 45% Tallinna kaugküttevõrgu iga-aastasest vajadusest. Samas protsessis toodetak elekter katab rohkem kui 130 000 majapidamise, st kõigi Tallinna kaugküttevõrku kuuluvate korterite, elektrivajaduse.



Joonis 1. Vaade AS Utilitas Tallinna koostootmisjaamadele^A

Fortum Pärnu koostootmisjaam

Pärnu koostootmisjaam alustas tööd 2011. aasta jaanuaris. Jaama elektrivõimsus on 24 MW ja soojusvõimsus 48 MW. Iga-aastane elektri müügimaht on 170 GWh ja soojuse müügimaht 220 GWh. Elektri jaam kasutab kohalikke puitkütuseid (hakkepuut ja puidujäägid) ning freesitud turvast. Puidu ja turba tarbimine vähendab sõltuvust Eestisse imporditud kütustest ning tagab töökohti kohalikele kütusetootjatele (ligikaudu 300 töötajale). Elektritootmise mitmekesistamine vähendab ülekandekadusid ja riigi energiajulgeoleku riski. Äärmiselt efektiivse ja keskkonnasõbraliku tsirkuleeriva keevkihtkatla kasutuselevõtt võimaldas Pärnu koostootmisjaamas energiakadusid minimeerida ning on vähendanud jaama negatiivset keskkonnamõju. Parimat võimalikku tehnoloogiat kasutatakse ka suitsugaaside puhastamiseks. Lisaainete lisamisega katlasse on võimalik vähendada ka lämmastikoksiidide (NO_x) ja vääveldioksiidi (SO_2) kogust õhku paisatavates suitsugaasides. Seega eemaldatakse kangafiltrite abil suitsugaasidest peaaegu 100% tahketest osakestest, enne kui suitsugaas jõuab korstnasse. Koostootmisjaama omanik on Fortum Termest AS ja elektrit müüakse Põhjamaade elektribörsile Nord Pool.



Joonis 2. Pärnu koostootmisjaam^B

^A Foto: <https://www.utilitas.ee/ou-utilitas-tallinna-elektrijaam/>

^B Foto: <https://parnu.postimees.ee/4338395/niidu-koostootmisjaama-lugu>

Fortum Tartu koostootmisjaam

Tartu koostootmisjaama elektrivõimsus on 25 MW ja soojusvõimsus 65 MW (sh suitsugaaside kondensaator 15 MW). Elektritootmise aastane maht on 158 GWh ja soojusenergiat toodetakse aastas 304 GWh. Jaama aurutootmine on 28,5 kg/s, maksimaalne veetarbimine on 5 m³/h ning maksimaalne vee ettevalmistusvõime on umbes 30 m³/h. Jaama aastane keskmine efektiivsus (v.a suitsugaaside kondensaator) on 88%. Investeeringute maht oli 66 miljonit eurot, toetuste maht 2,8 miljonit eurot. Jaamas kasutatakse peamiselt hakkepuitu, puidujääke ja väikeses osas (umbes 10%) ka freesitud turvast. 2017. aastal oli jaama kütusekulu 520 GWh. Kogu jaamas toodetud soojus müüdi Tartu kaugküttevõrku ning elekter müüdi peamiselt börsile ja väiksemas mahus läbi otsekontaktide ka lõpptarbijatele.



Joonis 3. Fortum Tartu koostootmisjaam.^c

^c Foto: Risto Mets.

Helme koostootmisjaam

Helme koostootmisjaam alustas tööd 2012. aasta augustist. Jaama elektrivõimsus on 6,0 MW ja soojusvõimsus 15,5 MW, koguvõimsus 21,5 MW.

Helme koostootmisjaam oli esimene tööstuslik koostootmisjaam Eestis. Elektri ja soojuse tootmist asutati just pelletitööstuse vajadustest lähtuvalt, pidades silmas ka tehnilisi nõudeid. Tootmisprotsess ühendab endas energia- ja graanulite tootmise. Jaamas toodetav soojus kasutatakse peamiselt pelletite tootmiseks vajamineva tooraine kuivatamiseks. Osa koostootmisjaamas kasutatavast elektrist kasutatakse ära pelletitehases ning osa elektrit müüakse võrgu abil grupi teistele tehastele.



Joonis 4. Helme koostootmisjaam.^D

^D Foto: Maru Tahm.

AS Kuressaare Soojus Kalevi katlamaja

Enne renoveerimist

Kalevi katlamaja: kuni 120 000 m³ hakkepuitu ja 500 tonni põlevkiviõli aastas.

Luha katlamaja: lisakatlamaja tippkoormuse ajaks, kütusetarbimine: 600 tonni põlevkiviõli aastas.

Kaugküttevõrgustiku torude pikkus: 33,8 km, sh 16 km ulatuses renoveeritud torustiku; soojuse tootmine: 75,15 GWh; müüdav soojus: 62,37 GWh, soojuskadu 17%.

Olemas ka tagavara- või eriolukordadel kasutatavad katlamajad. Soojuse hind on umbes 43,40 €/MWh (ilma käibemaksuta).

Alates 1. veebruarist 2013 alustas tööd uus kombineeritud soojus- ja elektrijaam, mis kasutab kütteks hakkepuitu.

Kalevi katlamaja: töötab + 5 °C välistemperatuuri korral, Luha katlamaja alustab tööd, kui välistemperatuur on –5 °C (mõlemad katlamajad töötavad tippkoormuse ajal).

Kaugküttetorustik – muutusi pärast renoveerimistöid ei ole; kütusetarbimine – 120 000 m³ hakkepuitu ja 475 tonni põlevkiviõli; soojuse müük – umbes 66,8 GWh ja 9,6 GWh elektrit; soojuskadude osas pärast renoveerimistöid muutusi pole.

Kütuseladu – 800 m³ hakkepuitu. CO₂ heitmete kogus enne renoveerimist olid umbes 4 800 tonni aastas.

Pärast renoveerimist on CO₂ heitmete kogus umbes 1 400 tonni aastas.



Joonis 5. Vaade Kuressaare koostootmisjaamale.^E



Joonis 6. AS Kuressaare Soojus uus soojuse ja elektri koostootmisjaam.^F

^E Foto: Arvid Peel.

^F Foto: Ülo Kask.

Muhu

Enne renoveerimist

Kuni 1996. aastani töötas Muhu valla Liiva katlamaja söega, aastatel 1996–2008 kasutati hakkepuitu ja turvast. Vajadusel kasutati kütteõlil töötavat katelt tippajal lisakatlana. 2008. aastast alates kasutatakse katlamajas vaid hakkepuitu. Renoveerimata kaugküttetorustiku pikkus oli 678 meetrit, mida kütsid erineva kütusega katlad. Toodetud soojuse hulk oli 1 440 MWh, müüdi 1 200 MWh ja soojuskadu oli 240 MWh ehk 20%.

Olukord pärast renoveerimist

2008. aastast alates kasutatakse uues katlamajas vaid hakkepuitu. Peamiseks katlaks on REKA HKRSV 750 ja lisakatel tippkoormuse jaoks on REKA HKRS 500. 2010. aastal renoveeriti ka kogu 678 meetri pikkune kaugküttetorustik. Aastas kasutatakse kütteks umbes 2 200 m³ hakkepuitu, aastas toodetava soojuse kogus on 1 400 MWh ja soojuse hinnapiir on 58 EUR/MWh (tegelik hind 2019. a oli 47 €/MWh). 2013. aastal ühines kaugküttevõrguga ka uus sotsiaalkeskus. Hakkepuidu mahuti mahutab 1 000 m³ hakkepuitu. Pärast renoveerimist on Liiva katlamaja kalkuleeritud süsihappegaasi heitmete kogus praktiliselt null.



Joonis 7. Vaade Muhu Liiva katlamajale.^G



Joonis 8. Katel REKA Muhu Liiva katlamajas.

^G Foto: Ülo Kask.

Tegevused lähitulevikuks

Lähiaastatel ei ole Eestisse plaanis ehitada uusi suuri koostootmisjaamu. Siiski on kahe järgmise aasta jooksul võimalik saada Keskkonnainvesteeringute Keskuselt toetust katlamajade üleviimiseks fossiilkütustelt biomassile.

Põlevkivist toodetava elektri kõrge CO₂ heitmete hinna tõttu plaanib valitsus muuta elektrituruseadust nii, et pool Narva elektrijaamadest põletatavast põlevkivikogusest asendataks biomassiga. Lähtuvalt Auvere elektrijaama olemasolevast keskkonnaloast¹⁶, võib jaam aastas põletada kuni 1,3 miljonit m³ biokütuseid (umbes 2,3 TWh).

Vastavalt energiamajanduse arengukavale aastani 2030⁵, ei tohiks energia tootmiseks sobiva puidu biomassi kasutamine olla piiratud ressursside puuduse tõttu. Vastavalt metsanduse arengukavale aastani 2020 on iga-aastane ettenähtud raiemaht 12–15 miljonit m³ ning 9 miljonit m³ sellest saab kasutada energiatootmiseks, millest saab toota umbes 18 TWh energiat. Teisalt väheneb energiatõhususe meetmete rakendamise tulemusena energiatarbimine sektorites, kus puit on olnud peamiseks energiaallikaks, sh eluasemesektoris ja tööstuses, võimaldades uutel tarbijatel biomassi turule siseneda.

Kasutatud allikad

1. Statistikaameti statistika andmebaas. <http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile1.as-pweb.2001/Database/Majandus/databasetree.asp>
2. Eesti Arengufond. Kaugkütte energiasääst 2013. Saadaval aadressil: http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/4/46/Eesti_Arengufond._Kaugk%C3%BCtte_energias-%C3%A4%C3%A4st.pdf
3. Elering AS Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2016, Tallinn. Saadaval aadressil: https://elering.ee/sites/default/files/public/Elering_VKA_2016.pdf
4. Aruanne: Riigi üldine energiatõhususkohustus aastatel 2020–2030 ning taastuvenergia eesmärkide täitmine. OÜ Finantsakadeemia, Tallinn, september 2018.
5. Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2030. Heaks kiidetud Vabariigi Valitsuse 20.10.2017. a korraldusega nr 285. Tallinn 2017. https://www.mkm.ee/sites/default/files/nd-pes_2030_eng.pdf
6. Eesti kliimapolitiika põhialused aastani 2050, Keskkonnaministeerium, Tallinn 2017. www.envir.ee/sites/default/files/kliimapolitiika_pohialused_aastani_2050.pdf
7. Eesti taastuvenergia tegevuskava aastani 2020 rakendamine. [https://issuu.com/eler-ing/docs/taastuvenergia_tegevuskava_rakendusplaan_\(in_Estonian\)](https://issuu.com/eler-ing/docs/taastuvenergia_tegevuskava_rakendusplaan_(in_Estonian)), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>.
8. Erametsakeskus. <https://www.eramets.ee/about-us/?lang=en>
9. Eesti metsanduse arengukava aastani 2030. <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/metsandus>
10. metsandus.
11. Metsaseadus, RT I, 04.03.2015, 10. https://www.riigiteataja.ee/en/compare_origin?id=525032015010
12. Mets 1. Metsaressursid. Aastaraamat „Mets 2017“. Keskkonnaagentuur. https://www.keskkon-naagentuur.ee/sites/default/files/01_metsavarud.pdf
13. Puidubilanss. http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Puidu_bilanss-2016-ja-2019.pdf
14. Elektriturseadus, RT I 2003, 25, 153; RT I, 13.03.2019, 45), <https://www.riigiteataja.ee/akt/ELTS>.
15. Eesti riiklik energia- ja kliimakava (REKK 2030), tööversioon: Tallinn, 2018. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ec_courtesy_translation_ee_necp.pdf
16. Taastuvenergia aastaraamat 2018 <http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Puidubilanss-2016-ja-2019.pdf>
17. AS Eesti Energia Narva Auvere elektrijaama keskkonnakompleksluba. https://www.envir.ee/sites/default/files/ee_auvere.pdf

Lisa 2

LÄTI RIIKLIK ARUANNE ÜKSIKASJALIK TEAVE METSA BIOENERGIA KOHTA

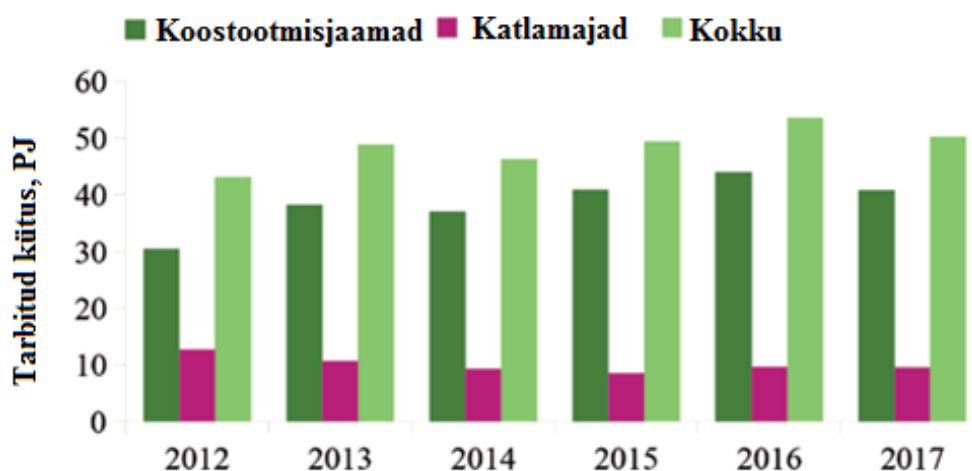
1. TAUST

1.1 Läti bioenergiasektori hetkeolukord

Soojuse ja elektri koostootmine on üks kõige tõhusamaid ja ökonoomsemaid energia tootmise viise. Läti statistikaameti kogutud andmete põhjal nähtub, et Läti kogu energiatarbimine 2017. aastal oli 195 PJ (54 TWh) ning see ei ole viimase 10 aasta jooksul oluliselt muutunud (184 PJ 2011. a ja 197 PJ 2008. a). Kogu energiatarbimine hõlmab nii energiatarbimist soojuse ja elektri tootmiseks kui ka lõplikku energiatarbimist (hõlmab kõiki majandussektoreid ja majapidamisi). 2017. aastal oli kogu soojuse ja elektri tootmiseks ja müügiks kulutatav energia hulk keskmiselt 53 PJ (15 TWh) kogu tarbitavast energiast, tootes 30 PJ (8 TWh) soojust ja 11 PJ (3 TWh) elektrit. Rohkem kui pool primaarenergiast kasutatakse soojuse tootmiseks kaugküttesüsteemidesse (Läti Vabariigi parlament, 2010).

1.2 Praegused metsa bioenergiajaamad

Aastatel 2007–2017 suurenes Läti soojuse ja elektri koostootmisjaamade arv peaaegu viis korda. 2017. aastal oli Lätis 204 soojuse ja elektri koostootmisjaama, millest vaid 24% kasutas energiatootmise põhitootainena hakkepuitu. Samuti suurenes aastatel 2012–2017 koostootmisjaamades kasutatud kütuste koguhulk – 2012. a 30,4 PJ ja 2017. a 40,8 PJ. Kuigi katlamajades (üldteenused ja ettevõtted) kasutatava kütuse koguhulk oli 2017. aastaks (9,5 PJ) võrreldes 2012. aasta andmetega (12,6 PJ) vähenenud, kasvas sellel perioodil kasutatava hakkepuidu kogus (17% aastal 2012 ja 29% aastal 2017). Samas langes katlamajades kütusena kasutatava maagaasi osakaal 32 protsendilt 2012. aastal 14 protsendini 2017. aastal (joonis 1)².

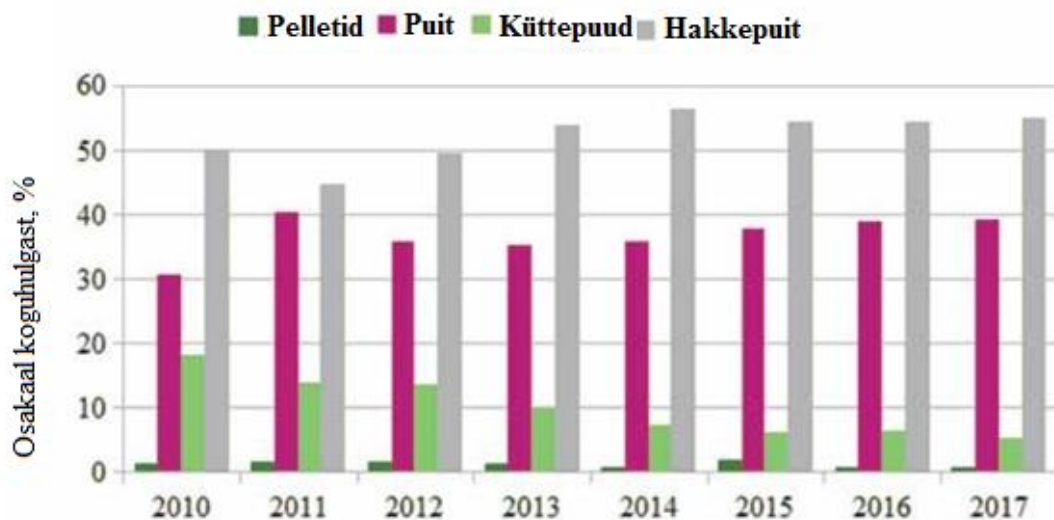


Joonis 1. Läti katlamajades ja koostootmisjaamades tarbitud kütus.

Teave, mis on kogutud energiatarbimise struktuuri kohta energia transformeerimise sektoris, hõlmates nii soojuse ja elektri koostootmisjaamu kui ka katlamajasid, näitab, et viimastel aastatel (2012–2017) on olukord oluliselt muutunud – maagaasi tarbimine on langenud 17%, samas kui hakkepuidu kasutamine biokütusena on suurenenud kolm korda¹.

2012. aastal oli maagaas soojuse ja elektri koostootmisjaamades peamiseks energiatootmise tooraineks (86% ehk 26,1 PJ) ning hakkepuidu osakaal kogu toorainest oli vaid 6% (1,7 PJ), samas kui 2017. aastal oli maagaasi osakaal langenud 61%-ni (24,6 PJ) ja hakkepuidu osakaal suurenenud viis korda, ulatudes kogu koostootmisjaamades kasutatava kütuse hulgast 30%-ni (12,1 PJ).

Puitkütuste tarbimise jaotus kütuse tüübi järgi aastatel 2010–2017 Läti soojusettevõtetele on toodud joonisel 2. Kõige enam (45–56%) on puitkütusena kasutatud hakkepuitu ning selle osakaal on alates 2011. aastast pidevalt kasvanud.

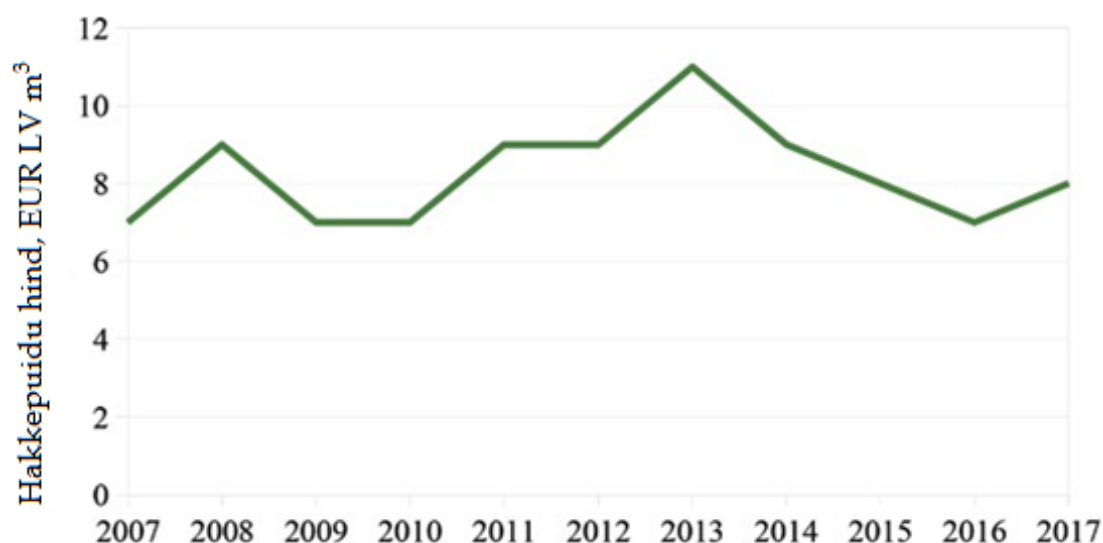


Joonis 2. Läti soojusettevõtete puitkütuste tarbimise jaotus.

1.2.4 Saadaolevad metsa biomassi ressursid

Uuringu eesmärgiks oli kindlaks teha potentsiaalsed biokütuse ressursid, mida saab toota metsa harvendusraie käigus metsamajandamise juriidiliste ja tehniliste piirangute ulatuses, milleks kasutati andmeid riikliku metsainventuuri (2004–2008) esimesest tsüklist.

Muutused hakkepuidu hinnas ei ole viimastel aastatel olnud märkimisväärsed (joonis 3).³



Joonis 3. Hakkepuidu hinna muutused.

2. LÄTI METSAUURINGUTE INSTITUUDI SOOVITUSED SOBIVA TEHNOLOOGIA VALIKUKS METSA BIOKÜTUSTE KOGUMISEL

Raiumise tehnoloogilise protsessi valiku määrab puidu tüüp, mida metsast välja transportima peab, samas kui raieprotsessi tüübi valikul tuleb arvestada kohaga, kus materjal tootmiseks ette valmistatakse. Uuringud on näidanud, et Lätis kasutatakse puidu tööstuslikuks tootmiseks kolme raie tehnoloogiat, mis on ette nähtud tervete tüvede, oksteta tüvede ja ettevalmistatud palkide¹² väljaveoks.

Tervete tüvede meetod, mille eesmärk on välja vedada tüved koos okstega, et maksimeerida ressursside kasutamist, oleks kasumlik. Siiski on mitmed uuringud näidanud sellise meetodi miinuseid⁵. Oksteta tüvede väljavedu on tehnoloogiliselt keerukam ja hõlmab maanteeveokite suhteliselt suuri kohandamiskulusid. Lisaks ei ole alati lubatud ka raiejäätmete eemaldamine, peamiselt ökoloogilistel põhjustel ja raienõuetele vastamiseks. Selline raie tehnoloogia on Lätis veel eksperimendi tasandil^{5,12}.

Tehnoloogilised lahendused oksteta tüvede jaoks on metsanduspraktikas rohkem levinud kui tervete tüvede tehnoloogia¹². Lätis ja Euroopas üldisemalt on siiski tendents liikuda tüvepõhistelt protsessidelt palkide ettevalmistamiseni, mis tagab ressursside tõhusama kasutamise, vähendab puidu ettevalmistamiseks ja transportimiseks kuluvat aega ning võimaldab maksimaalselt kohanduda lõppkasutajate nõudmistega, olles samas ka majanduslikult kasumlikum^{4,12}.

Hakkepuidu tehnoloogiat kasutatakse peamiselt raieplatsidel, kus peamiseks tooraineaks on puidutüved. Seda kasutatakse ka pöösaste eemaldamisel ning raiejäätmete ja muu vähemväärtusliku puidu taaskasutamisel.

Tabel 1. Raie tehnoloogiliste protsesside variatsioonid.

Nr	Tehnoloogiline protsess	Välja veetava puidu tüübid	Tarnitava puidu tüübid
1.	Terve tüve tehnoloogia	Terved tüved	Terved tüved
2.	Oksteta tüve tehnoloogia	Terved tüved Oksteta tüved	Oksteta tüved
3.	Sorteerimistehnoloogia	Terved tüved Oksteta tüved Sortiment	Sortiment
4.	Hakkepuidu tehnoloogia	Terved tüved Oksteta tüved Sortiment Tehnoloogiline hakkepuit	Hakkepuit

Sorteerimistehnoloogia on kõige laialdasemalt levinud puidutöötlemistehnoloogia Lätis – seda nii alameetodil harvendusraies (noorendiku hooldus), kus saadakse vaid väikeste mõõtmetega puitu, kaubanduslikus harvendusraies kui ka lõppraies. Selleks, et ressursse ökonoomselt mobiliseerida, tuleks ehitada tehniliselt sobivad ja keskkonnasõbralikud süsteemid metsamasinatele. Paljud tehnoloogiliste protsesside lahendused, mida saab harvendusraieks kasutada, on kirjeldatud vastavas kirjanduses^{11,14,15}, kuid tänapäeval on kõige enam levinud meetodiks käsitööriistad (kettsaad koos erivarustusega või ilma) või standardsed keskmise suurusega harvesterid ja kokkuveotraktorid (forwarder)^{6,11,12,13,16}.

Väikeste mõõtmetega puit on peamine biokütuse ressurss, mida saab alameetodil harvendusraiega koguda, ning seda peetakse oluliseks biokütuse allikaks ka kaubanduslikus harvendusraies. Puiduvarud, mis kogutakse viljakate metsatüüpide alusmetsast, on piisavalt suured, et muuta biokütuse valmistamine majanduslikult tasuvaks. Alusmets (okaspuude puhul 9–10 cm, heitlehistel puudel keskmiselt kuni 12 cm) muudab harvesteride töö keeruliseks, mistõttu lõigatakse alusmets tavaliselt käsitsi enne raietöid maha, kuid see töö suurendab oluliselt biokütuse tootmise kulusid. Tehnoloogilisi koridore ei märgita tavaliselt enne lõplikku raiet, mistõttu väikeste puude kogumine koridori külgedelt (nagu seda saab teha harvendusraie ajal) ilma lageraiemeetodite muutmiseta on äärmiselt keeruline ja töömahukas. Lätis läbi viidud uuringud näitavad, et kuigi alusmets on kõrge, moodustab see puistudest vaid väikese osa.

2006. aastal viidi Lätis läbi uuring „Energiapuidu ressursside, nende töötlemise tehnoloogiate ja harvendusraie kulud 20–40-aastatel puistutes“, mille eesmärk oli üksikasjalikult analüüsida väikesemõõtmelise puidu ja harvendusraie jäätmete kogumise ja töötlemise tehnoloogiaid ning hinnata nende tootlikkust ja kulusid.

Uuringu järelendus oli, et kasutamata väikesemõõtmelise puidu kogus on suur ning see moodustab alameetodil harvendusraies iga-aastaselt 700–900 tuhat m³. Väikesemõõtmelist puitu tasub alameetodil harvendusraies energiapuiduna koguda siis, kui langetatud väikeste puude arv on vähemalt 1 000 puud hektari kohta, välja arvatud puud, mille läbimõõt on vähem kui 6 cm. Sellistest noortest puistutest saab ühelt hektarilt koguda 30–110 m³ väikesemõõtmelist puitu. Oluline on ka see, et harvendusraie ala peaks olema vähemalt 2–3 hektarit, mis tagaks, et langetusalalt kogutava väikesemõõtmelise puidu kogus oleks vähemalt 100 m³.

Kaubanduslikus harvendusraies moodustab väikese läbimõõduga tüvede (läbimõõt rinna kõrguselt = 6–10 cm, tüve maht on 0,01–0,03 m³) 50–60% kogu langetatavate puude arvust ehk 10–30% saagist. Paberipuidu ja küttepuidu sortimendi saak harvendusraies on väike ja ei ületa 30–50% väikesemõõtmelise ja kidura puidu saagist. Väikesemõõtmelisest puidust valmistatud energiatootmiseks kasutatav hakkepuit sisaldab rohkem puitu ja sellel on suurem kütteväärtus kui lõppraie käigus üle jäänud puidujääkidest valmistatud hakkepuidul.

Mehhaniseeritud kaubanduslik harvendusraie sortimendi tagamiseks puistudes, millest 60% saagist moodustavad väikesemõõtmelised puud, on kallis (kuni 35 EUR/m³), mistõttu on majanduslikult otstarbekam biokütuse tootmiseks koguda terveid suuri tüvesid. Uuringu tulemused näitavad, et 20–40-aastaste puistute harvendusraie käigus on võimalik koguda oluline kogus toormaterjali energiapuiduks, kogudes ja töödeldes selleks väikesemõõtmelise puidu energiatootmiseks kasutatavaks hakkepuiduks. Väikesemõõtmelise puidu kasutamine biokütuse tootmiseks on siiski piiratud selle ettevalmistamise ja töötlemise kuludega, mis alameetodil käsitsi teostatavas harvendusraies on 2–3 korda kõrgemad võrreldes raiejäätmete kogumisega mehaaniliselt teostatud lõppraie korral⁸.

Kuna tehnilisi takistusi väikesemõõtmelise puidu kogumiseks ja töötlemiseks ei ole, on peamine probleem selle majanduslik tasuvus. Probleemi lahendamiseks on Lätis pooleli veel mitmed uuringud, mille eesmärgiks on leida kõige sobivam meetod väikesemõõtmelise puidu mehaaniliseks ettevalmistamiseks, mis võimaldaks kogu protsessi produktiivsuse olulist kasvu. Kasumlikkust mõjutab oluliselt ka biokütuse turuhind.

Raiejäätmel on üheks odavamaks ja suurimaks metsa biokütuse ressursside allikaks Lätis ning neid on kütmiseks kasutatud juba mitme sajandi vältel. Tööstuslikul skaalal taasallustati raiejäätmete kogumisega Lätis eelmise kümnendi keskel ning hetkel tehakse seda nii era- kui ka riigimetsades.

Raiejäätmete kogumine on võimalik siis, kui neid ei ole vaja kasutada väljaveoteede katteks. Teine oluline tegur on kaugus puistust, kus neid hoiustatakse. Raiejäätmelid kogutakse nii mehaaniliselt (raiumise ajal) kui ka käsitsi. Käsitsi kogumist harrastatakse vaid erametsades. Pärast langetamist võib raiejäätmel kogumispaias kuivatada, säilitades nii nende lehtedes ja okastes olevad toitejäätmel, või need ka kohe välja vedada.

Uuringu tulemustest nähtus, et kõige suurema hulga raiejäätmeid kaubandusliku harvendusraie korral on võimalik koguda 30–40-aastastest kasepuistudest, 20–60-aastastest kuusepuistudest ja 30–70-aastastest männipuistudest. Pärast lageraiet jääb metsa umbes 20–30% kogu langetatud puidu maapealsetest osadest, mis tähendab 2,5 miljonit m³ raiejäätmeid biokütuse valmistamiseks. Selle saab kokku koguda ja ära kasutada uusima raietehnika abil, kasutades selleks harvestere, kokkuveotraktoreid, jäätmepakkijaid, hakkijaid ja hakkepuidu vedajaid. Need tehnoloogiad võimaldavad energiapuitu koguda madalate kuludega, mis on võrreldavad nii küttepuude kui ka fossiilkütuste hinnaga.

Raiejäätmete kogumine on kasumlik, kui nende väljaveo vahemaa raiekohast ei ületa 1,5 km (välja vedamise kulud on kuni 3,12 EUR/m³). Väikesemõõtmeliste puude ja raiejäätmete langetamiskoha valik on keerulisem harvendusraie, mitte niivõrd lõppraie ajal, kuna läheduses ei pruugi leiduda suuri avatud välju raiejäätmete ja väikesemõõtmelise puidu mahalaadimiseks, et seda kuivatada ja töödelda. Energiapuidu väljaveo kaugus on tihti suurem harvendusraie, mitte niivõrd lõppraie ajal, kus raiejääke saab kuivatamiseks maha laadida ka langetuskohas⁸.

Lätis on võimalik koguda väikesekasvuliste puude raiejäätmeid *Hylocomiosa*, *Oxalidosa*, *Myrtillosa* metsades ning kuivendatud mineraalmuldadel asuvates metsades, mis sobivad metsatehnika stabiilseks liikumiseks ning kus raiejäätmeid ei vajata juurdepääsuteede tugevdamiseks. Ülejäänud metsatüüpides on energiapuidu ettevalmistamine võimalik külma ilmaga, kui allesjäänud puude juuresüsteemid ei ole kahjustunud. Metsatüüpe, kus raiejäätmete kogumine on võimalik ilma nende kasutamisetee tugevdamiseks, on ligikaudu 66% kogu metsade pindalast⁸.

Raiejäätmete eemaldamine väheviljakatel muldadel asuvatest puistudest võib põhjustada mullaviljakuse vähenemist veelgi. Kogemused uuringutest, kus käsitleti energiapuidu ettevalmistamist tühjadel langetusaladel väheviljakatel muldadel, on näidanud, et energiapuidu kogumine sellist tüüpi metsadest ei ole majanduslikult mõistlik, kuna saadava puidu kogus on väike. Raiejäätmete kogumistehnoloogiad võimaldavad kokku korjata mitte rohkem kui 60–70% raiejäätmetest, mis vähendab ka mullaviljakuse vähenemise ohtu metsades, mis kasvavad huumuserikastel muldadel⁸.

Kogutud andmete põhjal töödeldi Läti riigi poolt hallatavates metsades aastatel 2016 ja 2017 vastavalt 368 ja 428 tuhat m³ biokütust. Nagu on järeldatud mitmes viimase kümne aasta jooksul läbi viidud uuringus, ei ole järsk energiapuidu tootmise tõus Lätile tüüpiliste metsanduslahenduste abil võimalik, kuna järjest kasvav vajadus energiapuidu järgi tuleks lahendada ratsionaalsemalt ja kõikehõlmavamalt, kasutades uusi tehnoloogilisi meetodeid ja olemasolevaid ressursse.

Kuni aastani 2005 ei olnud Lätis võimalik kasutada progressiivsemaid metsaharvendusmasinaid (harvestere), kuna vastavalt Läti Vabariigi ministrite määrusele nr 217 (29.05.2006) tohtisid harvendusraiega langetatud puidu metsast välja vedamise teed moodustada vaid 12% kogu puistute alast. Selle tulemusena ei tohtinud vahemaad väljaveoteede vahed olla väiksemad kui 30 m ning kasutatavate harvesteridega ei saadud tagada, et metsariba kahe väljaveotee vahel harvendataks ühtlaselt või et puidujäätmeid kogutaks energiapuidu ettevalmistamiseks.

15. märtsil 2005. aastal võeti aga vastu muudatused Läti Vabariigi ministrite määrusesse nr 217 (ministrite määrus nr 187), mille tulemusena võis väikesemõõtmelisest puidust toodetava energiapuidu kogumiseks rajatavate väljaveoteede võrgustik hõlmata kuni 20% puistu alast. Väljaveoteede vahelistel metsaribadel aga pidi määruse nõuetel (ministrite määrus nr 935) jääma puistusse alles piisav arv puid või minimaalne rinnaspindala. Uutesse puistudesse rajatud väljaveoteede võrgustik, tagab puistu ratsionaalse haldamise kogu kasvuperioodi vältel ning vähendab kulusid, mis võivad tekkida, kui rajada teed alles pärast kaubandusliku harvendusraie tegemist. Seaduste ja uute määruste muudatused suurendavad harvesteride efektiivsust harvendusraies olulisel määral, tagades kogu harvendusraie ajal langenud puidu kogumise, ümarpuidu sortimendi ettevalmistamise ning raiejäätmete kogumise energiapuidu valmistamiseks.

2012. aastal Lätis läbi viidud uuringu eesmärk oli võrrelda biokütuse tootmise tehnoloogiat harvendusraie, lõppraie ja metsa taristu loomise ajal, kasutades selleks kirjanduses saadaolevaid andmeid, ning selgitada välja langetamise tüübist sõltuv kõige sobivam biokütuse tootmise tehnoloogia ja kohaletoimetamise viis.

Uuringu käigus hindasid eksperdid tehnoloogilisi protsesse 5-punkti skaalal (5 punkti oli kõige kõrgem võimalik punktide arv ja 1 punkt kõige väikesem). Iga operatsiooni hindamine koosnes 2–3 eksperdi sõltumatust ja subjektiivsest hinnangust, mida väljendati koondhinnangus keskmise väärtusena.

Tehnoloogia hindamisel võeti arvesse viit kriteeriumi:

- majanduslik kriteerium, mis hõlmab investeeringukuluseid, laia masinate valikut ja laia valikut tootmisvõimalusi;
- metsanduse kriteerium, mis on seotud harvendusraie kvaliteediga (allesjäävate puude kahjustumine, leviku riskid jms);
- tehniline kriteerium, mis hõlmab rakendatava mehhaniseerimise taset ning kasutatavate põhimasinate tehnilisi näitajaid;
- keskkonnamõjude kriteerium, sh kütusetarbimine, mõju pinnasele ja muud tüüpi saastatus;
- ökoloogiline kriteerium, sh müratase ja mõju bioloogilisele mitmekesisusele (kuivanud puit, bioloogiliselt väärtuslikud puud jms.⁹⁾

Kokkuvõtvalt tuvastati uuringuga 14 tehnoloogilist lahendust puidu ja biokütuse ettevalmistamiseks alameetodil harvendusraies. Kõige kõrgemad punktid sai tehnoloogia, kus töödeldakse osaliselt eemaldatud okstega tüvesid. Osaliselt eemaldatud oksad tähendab seda, et tüvelt on eemaldatud kõik oksad, välja arvatud tipp.

Eksperdid tuvastasid ka, et seda on kõige parem teha kõrgele ulatuva kettsaega. Kõige vähem sai punkte tehnoloogia, kus metsa biomass hakitakse langetuskohas, mis on üks kõige tavalisemaid praktikaid Kesk-Euroopa istandustes, kuid mida praktiliselt üldse ei kasutata Põhjamaades. Selle tehnoloogia kõige kaalumaks miinuseks oli sobivate masinate puudus ning ka pädevate isikute puudus, kes suudaksid vajalikud tööd ära teha.

Kokkuvõtvalt tuvastati, et Läti tingimustesse sobib 12 tehnoloogiat biokütuste tootmiseks kaubandusliku harvendusraie tulemusena. Eksperthinnangu kohaselt oleks kaubandusliku harvendusraie meetodi korral kõige otstarbekam kasutada osaliselt eemaldatud okstega tüvesid. Kuna kaubandusliku harvendusraie tulemusena saab koguda kuni viite erinevat sorti biokütust, oleks ettevalmistustöödeks kõige sobilikum harvester, millel on koguv raiepea või kettsaag. Kaubandusliku harvendusraie korral hinnati osaliselt eemaldatud okstega tüvede kogumist kasumlikumaks kui raiejäätmete töötlemist. Parim lahendus biokütuste tootmiseks raiejäätmetest on ekspertide sõnul harvesteri või standardse raiepeaga kohandatud ekskavaatori kasutamine.

Tehnoloogiline hinnang näitab, et kaubanduslikus harvendusraies ning ka alameetodil harvendusraies on vaja pöörata tähelepanu osaliselt eemaldatud okstega tüvede tarne korraldamisele. Viimase kaubandusliku harvendusraie korral võib tootmine olla oluliselt erinev ja raiejäätmed võivad mängida suuremat rolli. Praegu puudub Lätis teaduslikult tõestatud teave biokütuste tootmise kohta kaubandusliku harvendusraie tulemusena ning selle kohta, kuidas seda mõjutavad kasvutingimused, puu mõõtmed, harvendusraie intensiivsus ja kasutatav tehnika.

Lõppraie osas tuvastati viisteist erinevat võimalikku biokütuste kogumise meetodit. Kuna lõppraie korral erinevad saadaolevad biokütuste ressursid olulisel määral, on ka nende hankimise meetodid erinevad. Selliste ressursside kogumiseks tuleks kasutada tehnoloogiaid, mis sobivad kõige paremini metsa kasvutingimuste ja ressursside tüübiga. Ekspertide hinnangu kohaselt peaks lõppraie olema mehhaniseeritud (tabel 2⁹).

Tabel 2. Biokütuste kogumiseks ja transportimiseks sobivate tehnoloogiate valik erinevat tüüpi raiete korral.

Tegevuse jäägid	Sobiv tehnoloogia biokütuse kogumiseks	Sobiv tehnoloogia biokütuse väljaveoks	Sobiv tehnoloogia biokütuse tarneks
Alameetodil arendusraie			
Väikesed puud	Kõrge raamiga kettsaed Standardsete raiepeadega harvesterid	Kokkuveotraktorid (ratastega) – palgid, osaliselt eemaldatud okstega tüved	Palgiveoauto – osaliselt eemaldatud okstega tüved Hakkeveok – hakkepuut
Kaubanduslik harvendusraie			
Väikesed puud	Koguvate raiepeadega harvesterid Kettsaed	Kokkuveotraktorid (ratastega) – palgid, osaliselt eemaldatud okstega tüved	Palgiveoauto – osaliselt eemaldatud okstega tüved Hakkeveok – hakkepuut
Raiejäätmed	Koguvate raiepeadega harvesterid Kettsaed	Kokkuveotraktorid (ratastega) raiejäätmete jaoks	Hakkeveok – hakkepuut
Lõppraie			
Väikesed puud	Koguvate raiepeadega harvesterid Standardsete raiepeadega harvesterid	Kokkuveotraktorid (ratastega) – palgid, osaliselt eemaldatud okstega tüved	Palgiveoauto – osaliselt eemaldatud okstega tüved Hakkeveok – hakkepuut
Raiejäätmed	Kettsaed Raiepeadega ekskavaatorid	Kokkuveotraktorid (ratastega) raiejäätmete jaoks	Hakkeveok – hakkepuut

Koostas Santa Kaleja, Läti metasuuringute instituut „Silava“

Kasutatud allikad

1. Lāti statistikaamet: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/vide-energetika>
2. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistika-temas/vide-energetika/energetika/tabulas/eng120/katlumajas-pateretais-kurinamais-un-sara-zota>
3. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/ekonomika/ikp/meklet-tema/285-latvijas-statistikas-gadagramata-2018>
4. Drēska, A. (2006). Kokmateriālu sagatavošana ar harvesteru. Jelgava: LLU Meža izmantošanas katedra.
5. Kalēja, S., Brenčs, M., & Lazdiņš, A. (2014). Apaļo kokmateriālu un šķeldu piegādes ražīguma salīdzinājums jaunaudzju kopšanā. Salaspils.
6. Laitila, J. (2012). Methodology for choice of harvesting system for energy wood from early thinning. University of Eastern Finland.
7. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam. (Lāti sāastva arengu strateģia aastani 2030) (2010). Rīga.
8. Lazdāns, V., Epalsts, A., Lazdiņš, A. (2006) Enerģētiskās koksnes resursu vērtējums, to sagatavošanas tehnoloģijas un izmaksas, veicot kopšanas cirtes 20-40 gadus vecās mežaudzēs. Salaspils.
9. Lazdiņš, A., Zimelis, A., & Lazdāns, V. (2012). Enerģētiskās koksnes sagatavošanas tehnoloģijas kopšanas cirtēs, galvenās izmantošanas cirtēs un meža infrastruktūras objektos. Salaspils.
10. Lazdiņš, A., Kaleja, S., Gruduls, K., Bardule, A. (2013). Theoretical evaluation of wood for bio-energy resources in pre-commercial thinning in Latvia. Research for Rural Development (2), 42-48. http://llufb.llu.lv/conference/Research-for-Rural-Development/2013/LatviaResearchRuralDevel19th_volume2-42-48.pdf
11. Nurminen, T., Korpunen, H., & Uusitalo, J. (2006). Time Consumption Analysis of Harvesting System. Silva Fennica, 40(2), 335-363. <https://doi.org/10.14214/sf.346>
12. Saliņš, Z. (1997). Mežizstrādes tehnoloģija. Jelgava: LLU Meža ekspluatācijas katedra.
13. Sangstuvall, L., Bergström, D., Lamas, T., & Nordfjell, T. (2011). Simulation of harvester productivity in selective and boom-corridor thinning of young forests. Scandinavian Journal of Forest Research, 27(1), 56-73.
14. Sirén, M. (2003). Productivity and Costs of Thinning Harvesters and Harvester-Forwarders. International Journal of Forest Engineering, 14, 39-48.
15. Talbot, B., Nordfjell, T., & Suadican, K. (2003). Assessing the Utility of Two Integrated Harvester-Forwarder Machine Concepts Through Stand-Level Simulation. International Journal of Forest Engineering, 14(2), 31-43. <https://doi.org/10.1080/14942119.2003.10702476>
16. Uusitalo, J. (2010). Introduction to forest operations and technology.

Lisa 3

LÄTI RAIEETTEVÕTETE NING VÕSA JA PUUDE ÜLEKASVU¹ EEMALDAJATE KÜSIMUSTIKU TULEMUSED

Küsimustikule vastas 2019. aasta jooksul kokku 37 ettevõtet, mis osutavad energiapiidu ettevalmistamise ja tarnimise teenuseid erametsaomanikele. Küsimustiku valmistas ette ning intervjuud viidi läbi Läti maaelu nõustamis- ja koolituskeskuse poolt (SIA Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs).

Kas teie töö hõlmab järgmist:

Tegevuse/toimingu tüüp	Vastajate arv (37=100%)
Metsaraie toimingud lõppraie ajal	32 (86%)
Ülekasvu (põõsaste ja puude) eemaldamine/harvendamine põllumajandusmaadel (lehtmetsades, mis on rajatud algselt avatud või osaliselt/pooleldi avatud põllumajandusmaadele, karjamaadel ja niitudel)	29 (78%)
Väikesekasvuliste puude langetamine harvendusraie käigus/noore puistu harvendusraie	22 (59%)

1. ENERGIAPIIDU TOOTMINE HARVENDUSRAIE KÄIGUS (Harvendusraie kuni 20-aastastes puistutes)

1. Kas teil on kogemusi energiapiidu tootmisega harvendusraie teostamise ajal (kuni 20-aastastes puistutes)?

	Arv (31=100%)
Jah	14 (45%)
Ei	17 (55%)

2. Milline on teie tootmiseelistus, kui töötate 20–30-aastastes puistudes?

Harvendusraie käigus kogutava materjali tüüp	Põhjus	Arv (33=100%)
Sortiment	Kasumlikum	14 (42%)
Sortiment ja energiapuit	Majanduslikud tegurid (raiekoha asukoht, suurus, puude liigid, sortimendi hind) Puistu puhastatakse, mis soosib väärtusliku puidu kasvu	14 (42%)
Energiapuit	Puidu täielik töötlemine. Põhitegevus	5 (15%)

3. Milliseid raietehnikaid olete te kasutanud?

Harvendusraie tehnikad	Eelised	Puudused	Arv (18=100%)
Kettsaag	Suurem sortimendi valik Käsitsemine Võimalus töötada keerukatel ja raskesti ligipääsetavatel raiealadel Kvaliteetne materjal Vähem kahju ülejäänud puistule	Tööjõu puudus Madal saagikus Puudub võimalus töötada vahelduvates ilmastikuoludes Aeglasem töö kui raiemasinatega	13 (72%)
Harvester	Suure jõudlusega Saab töötada halva ilma korral ja pimedas	Väikesem sortimendi valik Jätab suured roopad	3 (17%)
Sortiment + oksad ridades	Jätab puistutele väetise	Raie keeruline regenereerimine	2 (11%)

4. Millised 20–30-aastased puistud sobivad harvendusraieks vaid selle eesmärgiga, et sealt energiapuitu koguda?

Puistute omadused, mis sobivad harvendusraieks vaid selle eesmärgiga, et sealt energiapuitu koguda	Okaspuupuistud/ lehtpuupuistud / segapuistud:	Puistu keskmine läbimõõt alates:	Puistu tihedus, raie intensiivsus:	Energiapuidu hinnanguline maht (maht m ³ /ha) alates:
1.	Okaspuupuistud/ lehtpuupuistud/ segapuistud	5 cm	Pärast hindamist looduses	Sõltuvalt väljaveo distantist
2.	-	12 cm	Suure puistu tihedusega	-
3.	Segapuistud	6 cm	Rinnaspindala jääb alla keskmise	Kogumaht 100 pm ³ *
4.	Lehtpuupuistud	15 cm	10%	100 pm ³ */ha
5.	-	10 cm	-	100 pm ³ */ha
6.	-	10 cm	10%	100 pm ³ */ha
7.	Lehtpuupuistud	4 cm	5%	50 pm ³ */ha
8.	-	15 cm	10%	-
9.	-	10 cm	Keskmise tihedusega ja tihedad puistud	-
10.	Lehtpuupuistud/ segapuistud	5 cm	12%	150 pm ³ */ha
11.	Okaspuupuistud/ lehtpuupuistud/ segapuistud:	5 cm	Tihedus 15, tihedus 1 kord	100 pm ³ */ha
12.	-	12 cm	10%	-
13.	-	12 cm	10%	-
14.	Lehtpuupuistud	8 cm	15%	-
15.	Lehtpuupuistud/ segapuistud	-	50%	-
16.	Segapuistud	-	-	-
17.	Lehtpuupuistud/ segapuistud	-	-	-
18.	Lehtpuupuistud	4-14 cm	-	30-70 m ³ /ha

*pm³ = puistekuupmeeter

5. Millised puistu parameetrid ja tingimused muudavad raieprotsessi keerulisemaks?

Raieprotsessi mõjutavad tegurid	Arv (35=100%)
Metsa kasvutingimuste tüüp	12 (34%)
Maapind	12 (34%)
Väljaveo distants	5 (14%)
Mulla kandevõime	4 (11%)
Ilmastikuolud	2 (6%)

6. Kas energiapuidu tootmine on kasumlik noorendikus või 20–30-aastases puistus harvendusraie käigus?

	Arv (21=100%)
Jah	12 (57%)
Ei	9 (43%)

7. Kui energiapuidu tootmine ei ole harvendusraie käigus hetkel tasuv, siis mis peaks olema ühe puistekuupmeetri miinimumhind metsas tee ääres laoplatsil?

Harvendusraie tulemusena saadud energiapuidu miinimumhind (EUR/pm ³) teeäärsel ladustamisel	Arv (18=100%)
7,0	2 (12%)
7,75	1 (6%)
8,0	2 (12%)
9,0	2 (12%)
10,0	3 (18%)
12,0	3 (18%)
13,0	1 (6%)
14,0	1 (6%)
15,0	2 (12%)
Sõltuvalt arenduskulust	1 (6%)

8. Millised on energiapuidu optimaalsed ettevalmistamise kulud langetusalal?

Harvendusraie käigus saadava energiapuidu optimaalsed ettevalmistuskulud, EUR/pm ³	Arv (13=100%)
2,5	5 (38%)
3,0	2 (15%)
4,0	2 (15%)
6,0	1 (8%)
6,5	1 (8%)
7,0	1 (8%)
10,0	1 (8%)

9. Millised on energiapuidu optimaalsed väljaveokulud teeäärsele ladustamisplatsile?

Harvendusraie tulemusena saadud energiapuidu optimaalsed väljaveokulud teeäärsele ladustamisplatsil, EUR/pm ³	Arv (18=100%)
2,5	7 (39%)
3,0	5 (28%)
4,0	2 (11%)
5,0	2 (11%)
Muu	2 (11%)

10. Kas te näete selle tulevikupotentsiaali? Mis toetaks selle sektori arengut?

	Arv (12=100%)	Soovitused
Jah	9 (75%)	Energiapuidu eraldamise mehhaniseerimismeetodite uuendamine. Metsaomanike harimine. Energiapuidu hinna tõus. Sõltumatud energiapuidu väljundid. Fossiilkütuste asendamine energiapuiduga soojusenergia tootmisel.
Ei	3 (25%)	

11. Kas energiapuidu tootmine noortes puistutes suudaks asendada noorte puistute harvendusraie tegevused?

	Arv (18 = 100%)
Jah	3 (17%)
Ei	9 (50%)
Osaliselt	6 (33%)

2. ENERGIAPUIT PÕLLUMAA VÕSAST

12. Kas Teil on kogemusi põllumaa võsast energiapuidu tootmisega?

	Arv (36=100%)
Jah	30 (83%)
Ei	6 (17%)

13. Milliseid harvendusraiemeetodeid olete kasutanud? Märkige nende eelised ja puudused.

Ülekasvu lõikamise tehnika	Eelised	Puudused	Arv (32=100%)
Kettsaag	Suurem sortimendi valik. Töö tehakse kvaliteetsemalt. Väiksemad kasutuskulud. Pärast kasutamist on puistu puhtam. Ligipääs raskesti ligipääsetavatele raiealadele. Vähem kahju puistule. Kasutamiseks on vaja inimressurssi.	Tööjõu puudus. Madal produktiivsus. Alkoholi probleemid töötajate hulgas. Inimfaktor.	22 (69%)
Harvester	Suure jõudlusega. Lihtne kasutada. Saab töötada kõikides ilmastikuoludes. Võimalik töötada ka pimedas. Vajab vähem inimressurssi.	Alles jäävad vähe kvaliteetsed kändud. Sortimentide tülakas väljastamine. Ei sobi suuremõõtmeliste puudele. Suured töökulud. Oskusliku tööjõu puudus. Pärast kasutamist jääb maha suur kogus raiejäätmek, mis takistavad tulevasi toiminguid.	10 (31%)

14. Millised asjaolud muudavad raieprotsessi keeruliseks?

Põllumaa võsa raieprotsessi mõjutavad tegurid	Arv (37=100%)
Ilmastikuolud	14 (38%)
Väljaveo distants	4 (11%)
Metsa kasvutingimuste tüüp	4 (11%)
Probleemid tööjõuga	4 (11%)
Maapind	4 (11%)
Hooajalisus	2 (5%)
Mulla tingimused	2 (5%)
Muud tingimused	9 (24%)

15. Kas toodate ka täiendavalt sortimente põllumaa võsa eemaldamise protsessi käigus?

	Arv (30=100%)
Jah	29 (97%)
Ei	1 (3%)

16. Millised peavad olema põllumaa võsa miinimumparameetrid, et energiapuidu tootmine oleks kasumlik (energiapuidu hinnanguline kogus, saadav sortiment, mulla kandevõime, maapind)?

Põllumaa võsa miinimumparameetrid	Arv (16=100%)
Puistu peab olema vähemalt 10-aastane.	2 (13%)
Ülekasvu minimaalne ala peab olema 1 ha.	2 (13%)
Saadav hakkepuidu kogus peab olema vähemalt 90 pm ³ .	2 (13%)
Saadav hakkepuidu kogus peab olema vähemalt 200 pm ³ .	2 (13%)
Ülekasvanud puude keskmine läbimõõt > 5 cm.	1 (6%)
Saadav ümarpuidu kogus peab olema vähemalt 100 m ³ .	1 (6%)
Saadav ümarpuidu kogus peab olema vähemalt 50 m ³ .	1 (6%)
Ülekasvanud puude minimaalne ala on 0,5–1 ha ning asuma teeäärse ladustamiskoha lähedal.	1 (6%)
Saadav hakkepuidu kogus peab olema vähemalt 100 pm ³ .	1 (6%)
Saadav hakkepuidu kogus peab olema vähemalt 250 pm ³ .	1 (6%)
Saadav hakkepuidu kogus peab olema vähemalt 300 pm ³ .	1 (6%)
Puude keskmine kõrgus ülekasvus peab olema vähemalt >6 m.	1 (6%)

17. Millised on energiapuidu optimaalsed ettevalmistamise kulud langetusalal?

Energiapuidu optimaalsed ettevalmistamise kulud põllumaa võsa eemaldamise ajal	Arv (23=100%)
6,0 EUR/m ³	1 (4%)
6,5 EUR/m ³	1 (4%)
7,0 EUR/m ³	1 (4%)
10,0 EUR/m ³	1 (4%)
13,0 EUR/m ³	2 (9%)
1,5 EUR/pm ³	1 (4%)
2,0 EUR/pm ³	4 (17%)
2,2 EUR/pm ³	1 (4%)
2,5 EUR/pm ³	6 (26%)
2,7 EUR/pm ³	1 (4%)
3,0 EUR/pm ³	3 (13%)
5,0 EUR/pm ³	1 (4%)

18. Millised on energiapuidu optimaalsed väljaveo kulud teeäärsele hoiustamisplatsile?

Energiapuidu optimaalsed transpordikulud põllumaa võsa eemaldamise ajal	Arv (26=100%)
2,0 EUR/pm ³	4 (15%)
2,5 EUR/pm ³	10 (38%)
3,0 EUR/pm ³	7 (27%)
3,5 EUR/pm ³	1 (4%)
4,0 EUR/pm ³	3 (12%)
5,0 EUR/pm ³	1 (4%)

3. ENERGIAPUIDU TOOTMINE LÕPPRAIE KÄIGUS TEKKNUD RAIDMETEST

19. Kas olete kokku puutunud energiapuidu tootmisega raiejäätmetest lõppraie ajal?

Töövõtjad	Arv (35=100%)
Jah	28 (80%)
Ei	7 (20%)

20. Milliseid raietehnikaid olete kasutanud? Loetlege nende eelised ja puudused.

Raie- tehnikad	Eelised	Puudused	Arv (22=100%)
Kettsaag	Ettevaatlikum töö ning puhtam langetusala pärast tööd. Suurem sortimendi valik. Puistu lihtsam taastamine. Madalamad kulud. Oksad ladustatakse korralikes hunnikutes.	Töötus. Alkoholiprobleem töötajate hulgas. Tööjõupuudus. Madal produktiivsus. Inimfaktor. Kvalifitseeritud tööjõu puudumine.	15 (68%)
Harvester	Saab töötada halva ilma korral ja pimedas. Suure jõudlusega. Pärast tööd jääb maha suurem kogus raiejäätmeid.	Väikesem sortimendi valik Ei ole võimalik kasutada suuremõõtmeliste puude korral. Väljaveoteedel on raskem raiuda ning energiapuit saab mudaseks, mis muudab selle väärtusetuks.	7 (32%)

21. Millised langetuspaiga tingimused sobivad raiejäätmete väljaveoks?

Tingimused, mis sobivad raiejäätmete väljaveoks lõppraie ajal	Arv (37=100%)
Kuiva tüüpi metsad	19 (51%)
Väljaveotee pikkus	16 (43%)
Külmaolud	4 (11%)
Võimalus koordineerida väljavedu ja teeäärset ladustamist	3 (8%)
Maapind	2 (5%)
Muu	3 (8%)

22. Millised tingimused mõjutavad otsust raiejäätmeid välja vedada, et neist energiapuitu valmistada?

Tegurid, mis mõjustavad raiejäätmete väljavedu energiapuudu valmistamiseks lõppraie ajal	Väljaveo distant	Puudu hinnanguline maht pm ³ /ha	Energiapuudu kvaliteet (liikide koostis, muu)	Ligipääsetavus teeäärsele ladustamispaigale	Raieala ostu väärtus	Ettevõtte vajadus energiapuudu järele	Raieala omaniku nõuded	Muu
1.	500 – 700 meetrit	Ükskõik milline	Lehtpuud, milles on kuni 20% okaspuid	Kas on võimalik sobitada metsaomanikuga				
2.	X	X	X	X		X		
3.	X		X	X			X	
4.	X			X	X		X	
5.	X			X				
6.		X	X					
7.	X		X	X	X	X	X	
8.	X	X	X	X	X	X	X	
9.	X		X	X			X	
10.	X			X	X			
11.	X	X						
12.	X	X	X	X		X	X	
13.	X	35 m ³		X	X		X	Väljaveo-tee laius
14.	X	X	X	X		X	X	
15.	X	X	X	X		X	X	
16.	X	X		X				
17.	X							

Tabel 22 jätkub

Tegurid, mis mõjustavad raiejäakide väljavedu energiapuidu valmistamiseks lõppraie ajal	Väljaveo distants	Puidu hinnanguline maht pm³/ha	Energiapuidu kvaliteet (liikide kooslus, muu)	Ligipääsetavus teeäärsele ladustamispaigale	Raieala ostu väärtus	Ettevõtte vajadus energiapuidu järele	Raieala omaniku nõuded	Muu
18.	Kuni 1 km	200 pm³	Lehtpuud	Väljaveoteedele lähemal		Lepin-gulisedko-hustused		
19.	X	50 pm³		X				
20.	X	X	X	X	X	X	X	
21.	Kuni 800 meetrit	300 pm³	X	X			X	
22.	X	50 pm³	Igat tüüpi puit	X	Sõltuvalt puidu kvaliteedist			
23.	Kuni 1 km	50 pm³	Igat tüüpi puit	X			X	
24.	X	X	X	X	X	X	X	
25.	X	150 pm³	Lehtpuud	X	X		X	
26.	X			X			X	
27.	X	X					X	
28.	X			X			X	
29.	Kuni 500 meetrit		X		X			
30.	X			X				Mulla kan-devõime
31.		X						

23. Millised on energiapuidu optimaalsed väljaveo kulud teeäärsele hoiustamisplatsile?

Energiapuidu optimaalsed tarnekulud lõppraie ajal	Töövõtjad (24=100%)
2,0 EUR/pm ³	4 (17%)
2,5 EUR/pm ³	8 (33%)
3,0 EUR/pm ³	5 (21%)
3,5 EUR/pm ³	1 (4%)
4,0 EUR/pm ³	3 (13%)
4,5 EUR/pm ³	2 (8%)
5,0 EUR/pm ³	1 (4%)

24. Milliste tingimuste korral toimub raiejäätmete väljavedu kohe pärast langetamist või millistel tingimustel jäetakse need raiealale kuivama ja veetakse hiljem välja?

Loetlege oma kogemusel põhinevad eelised, puudused ja asjaolud.

Raie tehnika lõppraie ajal	Eelised	Puudused	Lepinguosaline (29=100%)
Kohene väljavedu	Masinate ümberpaigutamise kulud väiksemad. Raiejäätmed kasutatakse ära kiiresti. Raieala kohene sulgemine on võimalik. Kogutakse rohkem biomassi.	Okaspuud peavad ootama 6–12 kuud enne, kui need saab hakkida. Teeäärsete ladustamisplatside hõivatus. Materjali madal kvaliteet. Suur niiskuse protsent. Raiumise ajastamine koos täiendava riskiga, et masinad kahjustuvad või kinni jäävad.	23 (79%)
Hilisem väljavedu	Kuivamisprotsess on kiirem raiealal. Väljaveoks saab kasutada ümarpuidu teeäärseid ladustamiskohti. Rohelise massi väiksem osakaal. Raiejäätmed saab korraga koguda mitmelt lähestikku asuvalt raiealalt. Suurem MWh.	Masinad tuleb viia raiealale. Kuivade oksahunnikute kõrge süttimisoht.	6 (21%)

25. Kas puidu sertifitseerimise nõuded mõjutavad raiejääkidest energiatootmise võimalusi?
 Millised nõuded saavad valiku tegemisel otsustavaks? (SBP, FSC, PEFC)

	Arv (19=100%)
Jah	11 (58%)
Ei	8 (42%)

Kui kaua olete te selles sektoris tegutsenud?	Arv (37=100%)
Kuni 5 aastat	2 (5%)
5–10 aastat	9 (24%)
Üle 10 aasta	26 (70%)

Masinate vanus	Arv (40=100%)
Kuni 5 aastat	10 (25%)
5–10 aastat	14 (35%)
Üle 10 aasta	16 (40%)

Tööpiirkonnad	Arv (37=100%)
Vidzeme	22 (59%)
Latgale	22 (59%)
Zemgale	6 (16%)
Kurzeme	3 (8%)
Kogu Läti	1 (3%)

Lisa 4

LEEDU RIIKLIK ARUANNE ÜSIKASJALIK TEAVE METSA BIOENERGIA KOHTA

1. TAUST

1.1 Leedu bioenergiasektori hetkeolukord

Viimase 20 aasta jooksul on Leedu muutunud energiasõltumatuse ja taastuvenergiasektori arengu heaks näiteks teistele riikidele. Leedu riikliku energiasõltumatuse strateegia eesmärk on suurendada energiatõhusust ja taastuvenergiaallikate kasutamist, muutes selle iga elektrit, gaasi, biokütuseid või muid kütuseid/tooraineid ostva tarbija, ettevõtete või tööstuse igapäevaosaks. Taastuvenergiaallikad on riikliku energiatootmise kõige paljulubavamaks allikaks. Seetõttu toetatakse taastuvenergiaallikate arendust ja energiatõhususe suurendamist koos kaasneva keskkonnareostuse vähendamisega läbi erinevate rahaliste- ja mitterahaliste meetmete¹³.

Riiklik energiasõltumatuse strateegia seab ambitsioonikad eesmärgid, kuid Leedu on valmis neid saavutama. Juba 2016. aastal oli Leedu saavutanud EL-i direktiivi nõuded, mis käsitleb taastuvenergiaallikate tarbimisstiimulid Leedule, et suurendada taastuvenergiaallikate osakaalu 23 protsendile aastaks 2020. 2016. aastal toodeti esmakordselt rohkem kui pool Leedus toodetavast energiast taastuvatest allikatest. Juba alates 2012. aastast köetakse 90% Kaunase (suuruselt teine linn Leedus) kaugküttesüsteeme biomassiga, samas kui peaaegu kogu soojusevajadus kaetakse maagaasiga. Peaaegu kõigi väiksemate linnade kaugküttesüsteem töötab biomassiga ning väga tihti annab biomassist saadav energia 100% vajaminevast soojusest. Biomassi kasutamine energia tootmiseks on suurenemas ka tööstussektoris.

Biomassi energiatööstus on Leedus viimase kümnendi jooksul oluliselt kasvanud. Tehnoloogiaettevõtetes on biomassi tootmise ja tarnega hõivatud rohkem kui 7 500 inimest. Tehnoloogiaseadmete eksport ulatus 2017. aastal 100 miljoni euroni, mis eeldatavasti kasvab veelgi. Kogu bioenergiaketis tegutseb rohkem kui 200 ettevõtet (alates biomassi tootjatest kuni tarnijate ja teadusasutusteni). Umbes 20 ettevõtet toodab ja ekspordib bioenergia tehnoloogiaid.

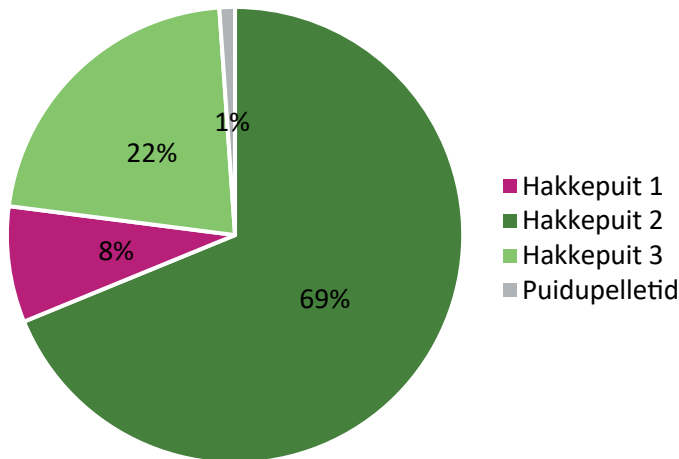
Tabel 1. Küttepuidu ja puidujäätmete tarbimine.⁴

	tuhat. m ³		
	2015	2016	2017
Küttepuidu ja puidujäätmete kogutarbimine	6 123,5	6 130,0	6 401,7
Energia muundamine	2 967,3	2 966,3	3 362,8
Riiklikud koostootmisjaamad (peamiselt elektri tootmiseks)	776,2	703,8	854,8
Riiklikud küttejaoamad (peamiselt soojuste tootmiseks)	2 071,6	2 141,8	2 358,7
Tööstusettevõtete kateldes	119,5	120,7	146,8
Muu (muundamine söega köetavate jaamade poolt jne)	5,1	5,6	2,5
Lõpptarbimine	3 151,3	3 158,4	3 108,8
Tööstus	429,3	460,5	485,5
Ehitus	7,6	8,9	8,8
Põllumajandus	46,8	53,0	69,3
Kommerts- ja avalikud teenused	162,5	165,7	145,2
Majapidamised	2 505,1	2 470,3	2 400,0

2009. aastal ennustas Leedu energiaministeerium, et taastuenergia osakaal kogu lõplikust energiatarbimisest tõuseb 2010. aasta 17,6 protsendilt 23,3 protsendini aastaks 2020¹⁴. Kuid juba 2016. aastal moodustas taastuenergiaallikatest pärinev energia Leedu kogu energiatarbimises umbes 25,5%. Küttepuidu ja puidujäätmete tarbimine suurenes nii tööstuses kui ka põllumajanduses (tabel 1). Riiklikud koostootmis- ja küttejaoamad kasutavad energiatootmiseks rohkem puitu ja puidujäätmeid. Biokütuste ja olmejäätmete kasutamine kaugküttesüsteemide kütmiseks on viimase kümne aasta jooksul oluliselt suurenenud. Biokütuste kasutamine soojuste tootmiseks on viimase viie aasta jooksul kahekordistunud: 2014. aastal 33,4%, ja 2017. aastal 68,6% (2002. aastal vaid 2%). Taastuenergiaallikatest pärineva elektri tarbimise osakaal oli 2016. aastal umbes 17% ning kogu soojuste tarbimisest moodustas see umbes 46%, transpordisektoris 4%. Olulise osa energiatootmiseks kuluvatest ressurssidest moodustavad tuul ja biokütused (tahked ja vedelad).

Aastaks 2025 toodetakse vähemalt 38% kogu Leedus toodetavast elektrist taastuenergiaallikatest ning see moodustab vähemalt 5 TWh. Võttes arvesse tehnoloogia arengusuundumusi, võib prognoosida, et vähemalt 15% 5 TWh elektrist tuleb biokütusest.

Leedus on kõige laialdasemalt kasutatavaks biokütuseks soojuse tootmisel hakkepuut. 2018.–2019. aasta küttehooajal osteti Baltipool energiabörsilt 272 tuhat tonni biokütust. 2018.–2019. aasta küttehooajal moodustas 69% tarnitud kütusest teise kvaliteediklassi hakkepuut, 22% kolmanda kvaliteediklassi hakkepuut ja 8% esimese kvaliteediklassi hakkepuut (joonis 1). Baltipool energiabörsil on ligikaudu 200 kohalikku biokütuste (pelletid ja/või hakkepuut) müüjat (sh riigi ja eraettevõtted) ning umbes 90 ostjat. Eraettevõtted võivad biokütust osta ka otse tootjatelt. Kaugkütteettevõtted ja muud riigiettevõtted peavad biokütust ostma Baltipool energiabörsilt.



Joonis 1. Biokütuste jaotus 2018–2019. aasta küttehooajal protsentides.³

Leedul on biokütuste tootmisel suur potentsiaal. Turustatava ümarpuidu toodetav kogus suurenes ja ulatus 2016. aastal 7,9 miljoni kuupmeetri. Kaubandusliku harvendusraie tulemusena toodetava puidu kogus vähenes 1% 587 000 kuupmeetri ja moodustas 2016. aastal kogusaagist 15%. Umbes 25–30% turustatud ümarpuidust moodustasid kändud, raiejäätmek, väikesed puud jms ning ainult 10–15% sellest koguti kokku ja kasutati biokütuse tootmiseks. Raiejäätmek müük küll suurenes, kuid siiski jääb ligi 80% puuokstest, kändudest ja põõsastest metsa kõdunema¹⁴. Iga-aastaselt kasutatakse ära vaid 65% kogu Leedus saadaolevast puidust, kuigi jätkusuutliku metsamajandamise potentsiaal oleks umbes 90–95%. Tulevikus on vältimatu madala väärtusega puistute, kus domineerivad hall lepp ja pappel, raiumine energiapuiduks. Praegu kasutatakse sellest ressursist kütusena vaid ühte kolmandikku. Selle segmendi osakaal võib tulevikus suurened, kuna Leedus plaanitakse raiemahte suurendada, et saavutada madala väärtusega puistute suurem kasutamise määr. Hinnangute kohaselt võiks olla võimalik toota kaks korda rohkem raiejäätmek, kui hetkel toodetakse, mis tähendaks umbes 1,7 TWh energiat.

Biokütuste toormaterjal annaks riigimetsale vaid 10–15% ulatuses lisatulu. Selleks, et raiejäätmete kogumist suurendada, oleks esmalt vajalik suurendada selle tegevuse majanduslikku atraktiivsust esmatasandil.

1.2 Äritegevuse ja piirangute hinnanguline teoreetiline maht

1.2.1 Riiklikud eesmärgid

Leedu riikliku energiasõltumatuse strateegia eesmärk energiasektorile on suurendada energiatõhusust ja taastuenergiaallikate kasutamist, muutes selle iga elektrit, gaasi, biokütuseid või muid kütuseid/tooraineid ostva tarbija, ettevõtte või tööstuse igapäevaosaks. Aastaks 2025 toodetakse vähemalt 38% kogu Leedus toodetavast elektrist taastuenergiaallikatest ning see moodustab vähemalt 5 TWh. Võttes arvesse tehnoloogia arengusuundumusi, võib prognoosida, et vähemalt 15% 5 TWh elektrist tuleb biokütusest. 2030. aastaks tuleks vähemalt 16% riigi energiast toota tõhusates koostootmisjaamades, kasutades selleks biokütust. Leedu soovib saavutada energiasäästvuse ning olla täielikult energiasõltumatu aastaks 2050. Strateegia kaks peamist eesmärki on järgmised: esiteks, 80% riigi energiavajadustest tuleks toota mittersaastavatest allikatest (nullehitmetega kasvuhoonegaaside ja õhusaaste osas), ja teiseks, riigi koguelektritarbimise jaoks tuleks 100% elektrit toota kohalikul tasandil. Nende eesmärkide saavutamiseks on vajalik välja töötada tõhusad ja mittersaastavad energiatootmis-, tarne-, hoiustamis-/kogumis- ja tarbimistehnoloogiad.

Riiklik küttesektori arengukava aastateks 2015–2021 näeb ette küttehinna ja keskkonnanäeaste vähendamist. Energiabalansis peavad olema prioriteediks kohalik ja taastuvatest allikastest pärinev energia. Perioodil 2015–2021 plaanitakse uuendada küttevõrgustikku, energiaülekande kaod on juba vähenenud kuni 14%. EL rahastuse abil uuendatakse vanu bioküttejauu.

Eramajapidamisi julgustab valitsus kasutama gaasi ja söe asemel biokütust. Eramajapidamised saavad biokütust osta 5% käibemaksuga (ettevõtetele 21% käibemaksuga) ning nad saavad EL toetuste abil muuta oma söe- ja gaasikatlad või vanad ebaefektiivsed biokütuse katlad uuteks säästlikemateks kateldeks.

1.2.2. Praegused metsa bioenergiajauamad

Bioenergiajauamade arv Leedus kasvab. Aastal 2010 tegutses riigis 199 bioenergiajauama. Aastal 2016 oli biokütusel töötavaid jauu juba 332. Biomassil töötavate katelde tootmisvõimsus suurenes 395 megavatilt (2010) 990 megavatini (2016) (tabel 2). Leedu kaugküttesüsteemi kuulub umbes 260 bioküttejauama⁶. Kõik teised jauamad on sõltumatud soojusetootjad. 2016. aastal oli 55 ettevõttel oma tarbeks rajatud bioenergiajauam. Nende võimsus ulatus 20 megavatini (tabel 3). Üks kõige võimsamaid jauu kuulub eraettevõttele Pajurio mediena, mille tootmisvõimsus on 64 MW. Aastatel 2008–2016 kasutasid tööstuse biomassijauamad kokku 120 000 tonni naftaekvivalendi koguses biomassi.

Tabel 2. Biomassikatelde tootmisvõimsus.⁶

Paigaldised, MW	Aasta	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Kaugkütte tarnijad (kütterajatised)	395	440	520	716	749	990	990
	Sõltumatud küttetarnijad	123	126	146	323	432	537	599
	Kokku	518	566	666	1 039	1 181	1 527	1 589

Tabel 3. Biomassil töötavad paigaldised tööstuses.⁶

Paigaldiste arv	Aasta	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Võimsus, MW	148	166	167	218	264	300	320
	< 1 MW	16	16	16	16	16	16	16
	1 – 5 MW	19	18	19	20	22	23	24
	> 5 MW	5	6	6	9	11	12	15
	Kokku	40	40	41	45	49	51	55

Alternatiivsetest energiaallikatest pärinevat kütust kasutavad elektrijaamad tootsid 2014. aastal 1 510 TWh elektrit. See moodustas 12,6% kogu kodumajapidamiste elektritarbimisest⁶. Biokütuste teoreetiline potentsiaal on piisav, et rahuldada kogu Leedu elektrinõudlus. Selle tehniline potentsiaal on aga olemas vaid siis, kui soojust kasutatakse kasumlikult, st bioenergiajaamad ühendatakse olemasolevate kaugküttesüsteemidega. Tehniline potentsiaal on umbes 350 MW⁹.

2.1.3. Potentsiaal uute energiajaamade rajamiseks

Puidukütel põhinevaid energiajaamu ei ole Leedus plaanis palju ehitada. Uus biokütetejaam (48 MW) avati Vilniuse lähedal 2019. aastal. See on näide erakapitali rahastusel põhinevast taristust, mille eesmärk on vähendada kliimamuutusi.

Siiski on Leedus mitmeid jaamu, mis on ümberehitamisel (gaasikatlad muudetakse puitkütustel põhinevateks kateldeks jne) EL toetuste abiga. Näiteks renoveeris ettevõtte AB Panevėžio energija ühe linna katlamajadest. Varem kasutatud maagaasikatel asendati uue 8 MW biokütuse katlaga, mis toimib koos 1,8 MW kondensatsioonikatlaga. Uus katel alustas tööd juulis 2019. Lisaks rekonstrueerib AB Panevėžio energija veel ühe katla aastal 2020.

2.1.3. Saadaolevad metsa biomassi ressursid

2017. aastal oli kogu metsamaa pindala Leedus 2 189 600 ha, mis moodustab 33,5% riigi territooriumist. Alates 1. jaanuarist 2003 on metsamaa pindala suurenenud 144 300 ha võrra, mis moodustab 2,2% kogu metsamaast. Samal perioodil suurenes puistute arv 107 400 hektarilt 2 058 400 hektarini.

Enamiku Leedu metsadest moodustavad hariliku männi metsad (713 200 ha). Võrreldes 2003. aastaga on männimetsade pindala suurenenud 1 700 ha võrra. Hariliku kuuse puistused on riigis 429 500 ha, olles vähenenud 15 800 ha võrra. Lehtpuudest moodustavad suurima osa kasepuistud. Alates 2003. aastast on nende pindala suurenenud 64 400 ha võrra, ulatudes 1. jaanuaril 2017. aastal 456 600 hektarini. Musta lepa puistute pindala suurenes 36 600 hektari võrra 156 100 hektarini. Halli lepa puistute pindala suurenes 400 hektari võrra 121 600 hektarini. Haavapuistude pindala suurenes 36 500 hektari võrra 93 800 hektarini.

Muudatused riigimetsa raiemahtudes on viimase viie aasta jooksul olnud suured. Lõppraie maht riigimetsas ulatus 2,7 miljoni kuupmeetriini. Lõppraie moodustas koguraiest 70% (2015. aastal 72%). Vaheraiete maht suurenes 4% võrra 1,2 miljoni kuupmeetriini. Kaubandusliku harvendusraie tulemusena töödeldud puidu kogus vähenes 1% ehk 587 000 kuupmeetriini ja moodustas koguraiest 15%. Raiemahud erametsades suurenesid 2,9 miljonilt kuupmeetrit 3,1 miljoni kuupmeetriini.

Keskmine raiutav puitkütuse maht on iga-aastaselt hinnanguliselt 5,8 miljonit kuupmeetrit¹¹. Küttepuidu maht moodustab sellest iga-aastaselt 1,8 miljonit kuupmeetrit. See moodustab töödeldavast ümarpuidust 21%. Hakkepuidu teoreetiline maht on 4 miljonit m³. Potentsiaal on valmistada hakkepuitu 0,85 miljonist kuupmeetrist ümarpuidu raiejääkidest, 0,3 miljonist kuupmeetrist kändudest, 0,3 miljonist kuupmeetrist noorte puistute töötlemisel saadavast biomassist, 0,25 miljonist kuupmeetrist lühikese rotatsiooniga madalmetsast ja 0,2 miljonist kuupmeetrist biomassist, mis on saadud parkide ja maastike hooldusest. Teoreetiliselt oleks madala väärtusega puistute raiemaht sellise intensiivsuse juures (0,6 miljonit m³ aastas) võimalik paljude aastate vältel, kuid madala väärtusega puistute intensiivsema kasutuse planeerimine on keeruline, kuna enamik neist kuulub eraomanikele. Omanikud peavad raiumisest olema rahaliselt huvitatud ja hetkel kogutakse kokku ja kasutatakse biokütuse tootmiseks vaid 15–20% raiejäätmest. Teadlaste sõnul võiks kasutada umbes 50%, ilma et rikutaks keskkonnasäästlikkuse nõudeid¹.

Puitkütuste varud Leedus (v.a. import ja eksport, tööstuslikud puidujäätmed ja küttepuit) on praegu umbes kolm miljonit kuupmeetrit. Tulevikus on vältimatu madala väärtusega puistute, kus domineerivad hall lepp ja pappel, raiumine energiapuiduks. Praegu kasutatakse sellest ressursist kütusena vaid ühte kolmandikku.

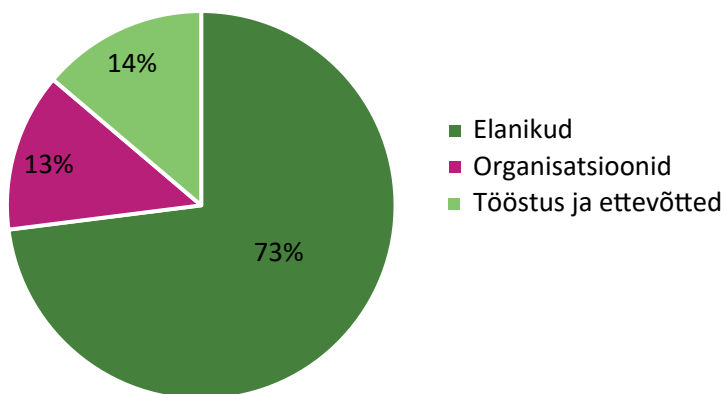
Biokütuse töötledjad valmistavad ette palju toormaterjale, mis on korjatud maha jäetud põldudel ja kraavidest ning mida talunikud sageli tasuta ära annavad. Seetõttu ei ole biokütuse töötledjad nõus maksma isegi mõnda lisaeurot raiejäätmete eest. Väiksemad erajaamad saavad sellisel viisil biokütuse iseseisvalt toodetud küll. Koostootmisjaamu käitavad ettevõtted peavad aga kütust ostma Baltpool energiabörsilt. Nõudlus biokütuse järele ületab endiselt tarnevõimalusi, tõstes raiejäätmete iga-aastase hinna 2018. aasta esimeses pooles toimunud biokütuse oksjonil 39% võrra (riigimetsa sektori andmetel). Hinnatõusu trendid jätkuvad ka tulevikus, kuid mitte nii drastiliselt. Samuti napib biokütuse tootmises tööjõudu, kuna palgad on väikesed.

Alates 2018. aasta maikuust kehtivad Leedus kõikidele tahke biokütuse tootjatele, importijatele, kauplejatele ja kasutajatele kvaliteedinõuded. Viimase kümne aasta jooksul on Leedu teinud suuri edusamme asendamaks oma küttesektoris fossiilkütuseid taastuvate biokütustega ning tänasel päeval moodustavad biokütused kaks kolmandikku kogu kaugküttele kulutatavast põlevmaterjalist, kusjuures kodumajapidamistes on biokütuste osakaal veelgi suurem. Keskkonnasaaste vähendamiseks on oluline kontrollida tahke biokütuse kvaliteeti.

3.2.5. Praegused kaugküttesüsteemid ja investeerimisvajadused Leedus

Leedu kaugküttesektor moodustab rohkem kui 50% riigi kogu küttesektorist. Ülejäänud osa moodustavad individuaalsed kütetarbijad, kes kasutavad peamiselt gaasi- või tahke kütuse katlaid. Kaugkütteturul tegutseb rohkem kui 40 sõltumatut soojusetootjat. 31,3% kaugküttes kasutatavast energiast toodeti sõltumatute soojusetootjate poolt. 2017. aastal tegutses kaugküttesektoris 49 litsentseeritud soojusettevõtjat, mille aastane soojuse müügiimaht ületas 10 GWh.

Kaugkütte peamiseks tarbijateks on kortermajade elanikud (jooni 2). 2017. aastal müüdi neile umbes 73% (5 554 GWh) soojusenergiast. See tähendas 0,3-protsendilist kasvu soojuse tarbijate hulgas. 2017. aastal lõpetas oma lepingu kaugkütteettevõtetega vaid 0,05% klientidest. Vahemikus 2012–2017 langes kütte keskmine hind 38%, olles praegu 4,75 senti juures kilovatt-tunnilt (v.a. käibemaks).



Joonis 2. Soojusenergia tarbijate jaotus protsentes.¹²

Leedu kaugküttevõrgu kogupikkus, sh lõigud, mida ei käita soojusenergia tootjad, on umbes 2 846 km. Perioodil 2007–2013 uuendati EL struktuurifondide abiga umbes 12% kogu Leedu kaugküttetorustikust. Torude asendamine on aeglase tasuvusega investering. Soojuse ülekandekaod torustikus on 15,5% ehk 1,38 TWh¹⁴.

1.3. Poliitikainstrumendid, mille põhielemendid toetavad metsa bioenergiaettevõtlust

Hetkel ei ole Leedus ühtegi edendusprogrammi raiejäätmete või kändude kasutamiseks biokütusena. Kände saab võtta mittemetsamaalt, kus taimestik on kasvanud rohkem kui 25 aastat ning kus taastatakse põllumajandusmaa. Kände on võimalik saada vaid lageraie korral, kuid mitte kõigist puistudest. Kände ei tohi võtta kaitsealustelt aladelt¹¹. Raiejäätmete ja kändude kasutamine väheste taimestikuga aladel ei ole lubatud. Metsaistandike või kiiresti kasvavate puude istandike rajamine ei ole riiklik prioriteet. Riigimetsa ettevõtted selliseid istandusi ei kultiveeri. Kiiresti kasvavate puudega istandusi harivad vaid eraettevõtted. Kuni 2013. aastani eraldas ka EL toetusi metsaistandike rajamiseks. Hetkel selleks reaalseid toetusi ei ole.

Siiski on käimas mõningane diskussioon selle osas, kuidas populariseerida raiejäätmete kasutamist biokütusena riigimetsades. Hetkel on Baltpool energiabörsil pakutavast biokütusest vaid 2% pärit riigimetsa ettevõtetelt. Tehniliste probleemide tõttu saab riigimetsa majandamisega tegelev ettevõtte raiejäätmete biokütusena kasutamisest vaid väga väikese kasumi. Samas on kuulda ka kavatsusest keelata teatud läbimõõdust suuremate puidutükkide kasutamine energia tootmiseks, kuna selliseid tükke saaksid kasutada ka mööblitööstusettevõtted. See võib viia raiejäätmete intensiivsema kasutamiseni ning vähendada konkurentsi biokütuse tootjate ja tööstuse vahel. Leedus on paika pandud puidu aastane raielimiit. Raiemahu suurendamine või toormaterjali efektiivsem kasutamine annaks toormaterjali nii tööstus- kui ka energiasektorile.

Suurt osa suure puidutööstuse jäätmetest kasutatakse pelletite tootmiseks, kuna puidutööstuse jäätmeteks on puhas saepuru ja kooreta laastud; suur osa jäätmetest kulub ka puidupõhiste paneelide tootmiseks (Ikea Industry Lithuania, Klaipeda Wood ja Grigeo). Nendest ettevõtetest üle jääv puidukoor ja muud puidujäätmed kasutatakse peamiselt ära energia tootmiseks.

2. RIIGIPÕHISTEST TINGIMUSTEST LÄHTUVAD JÄRELDUSED PARIMATE PRAKTIKATE KOHTA

2.2. Parimad praktikad Leedus

A. Juškos ūkis bioenergiajaam

Enne 2015. aastat köeti jaama omanike kasvuhooneid maagaasikateldega ja väiksemate biokütusekateldega (võimsus kokku 2 MW). Ebapiisavuse ja soojusenergia kõrge hinna tõttu otsustas omanik ehitada uue ja võimsama bioküttegaama. Praegu on jaamas peakatjana paigaldatud Kalvis K-4000MK 4 MW katel. Paigaldatud on ka 2 MW asenduskatel Kalvis K-2000MK, kuid seda kasutatakse vaid hädaolukorras või suvel, kui kütmiseks läheb vähem energiat.

Jaam kasutab kütmiseks hakkepuitu, mis hoiustatakse jaama lähedal laos. Tehase omanik toodab biokütust endale ning hangib toorainet enda ja lähedal asuvate talunike maadelt. Jaam toodab keskmiselt aastas 33 MWh soojusenergiat. Iga-aastane toorainekulu on umbes 37 000 m³ hakkepuitu (SM2 standard, niiskusesisaldus 35%).

Saadud soojust kasutab vaid omaniku farm.



Joonis 1. Hakkepuit enne punkrisse sisenemist. (Foto: Vidmantas Verbyla)



Joonis 2. Katel (Foto: Vidmantas Verbyla)

UAB Kietaviškių gausa bioenergijaam

Enne 2017. aastat sai ettevõtte UAB Kietaviškių gausa soojusenergiat lähedal asuvast Elektrėnai elektrijaamast, mida köeti maagaasiga, ja mis on hetkel suurim elektritootja Leedus. Alates 2017. aastast on ettevõttel oma bioenergijaam. Jaamas on üks 5 MW katel VHG-5 000 ja lisaks ka 1 500 m³ akumulatsioonipaak. Jaam kasutab igal aastal 10 200 tonni ehk umbes 9 000 m³ toorainet. Aastane toodetav soojusenergia kogus on umbes 20 000 MW.

Soojusenergiajaama köetakse hakkepuiduga. Kütust hangitakse mitmelt kohalikult tarnijalt, enamik ettevõtte BOEN saeveskist, ning see koosneb suures osas väga kõrge kvaliteediga tamme- ja saarepuidust. See kütusetüüp valiti jaama planeerimise käigus seetõttu, et see on kohalikult saadaval, sobiva hinnaga ja seda on võimalik segada ka kookoskiuga, mida jääb külluses üle ka ettevõtte UAB Kietaviškių gausa enda tootmisest.

Ettevõtte UAB Kietaviškių gausa on toodetava energia ainus kasutaja. Jaam on täisautomaatne ja vajab korraga vaid kahte käitajat. Ettevõtte UAB Kietaviškių gausa elektrijaam on heaks piirkondlikuks näiteks, kuidas lihtsustada väikeste ja keskmise suurusega ettevõtete arengut, hõlmates selleks kaasaegsed puidupõhised energiatehnoloogiad. Leedu maapiirkondades on puitu põletavad elektrijaamad tihti ainsaks võimaluseks energiat saada, kuna teisi energiaallikaid ei ole.



Joonis 3. Ettevõtte UAB Kietaviškių gausa bioenergijaam. (Foto: Vidmantas Verbyla)

UAB Jurbarko komunalininkas

Selle Skirsnemunės asuva jaama omanik on Jurbarkase rajoon ning seda käitab ettevõtte UAB Jurbarko komunalininkas.

Paigaldatud on kaks kokku 200 KW võimsusega katelt Grandex 100. Ühte katelt kasutatakse hädaolukordades varukatlana. Iga-aastane kasutatava tooraine kogus on 70–80 tonni puidupelletideid (30 tonni naftaekvivalenti). Jaam toodab igal aastal keskmiselt 227 MWh soojusenergiat. Jaama punkris saab hoiustada kuni 40 tonni kütust. Pelletid transpordib hoiukohast katlasse pneumotransporditöö. Tehnoloogiliselt on tegemist kaasaegse täisautomaatse paigaldisega, mis vajab osa-ajaliseks tööks küttehooajal kohapeale vaid ühte käitajat. Jaam on täisautomaatne.

Soojusenergiajaama koetakse granuleeritud saepuruga. Jaama planeerimise ajal valiti puidupelletid eelistatuimaks kütuse tüübiks, kuna jaama võimsus ja seadmete paigaldamise kulud on suhteliselt väikesed, samuti on pelletikatelde hooldus lihtne ja vähendab seetõttu käitamiskulusid – selleks on vaja vaid ühte inimest.

Soojusenergia tarbijateks on kohalik kool, kultuurikeskus ja lasteaed, kokku 2 962 m² pinda.



Joonis 4.
Pelletipunker. (Foto:
Valda Gudynaitė-
Franckevičienė)



Joonis 5. Katel (Foto: Valda Gudynaitė-
Franckevičienė)

2.2. Sidusrūhmade probleemid

Energiasõltumatus on küll teemaks, kuid Valgevenest imporditava hakkepuidu osakaal on tõusnud 50% võrra ning moodustab biokütuse turust umbes 1/3. Kuigi Leedul endal on suur biokütuste potentsiaal, ostetakse Baltpool energiaturult odavamaid Valgevene biokütuseid, mis suurendab Leedu energiasõltuvust sellest ressursist. Omamaine biokütuse tootmine on vähenenud teistest metsaga seonduvatest tegevustest saadava täiendava tulu tõttu.

Kasutatud allikad

1. Akcizų įstatymo pakeitimo įstatymas (2004-02-29, Nr. IX-1987), Valstybės žinios 2004, Nr. 26-802
2. Aleinikovas M., Sadauskienė L., Mikšys V., Gustainienė A.. Biokuro potencialo Lietuvoje įvertinimas, biokuro kainų prognozė, biokuro panaudojimo socialinės naudos įvertinimas ir biokuro panaudojimo plėtrai reikalingų valstybės intervencijų pasiūlymai. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro filialo Miškų instituto ataskaita. Girionys, Kauno r. , 2013, p. 48
3. Baltpool energiabörs. <https://www.baltpool.eu/lt/>
4. Energiabilanss, 2017. <https://osp.stat.gov.lt/services-portlet/pub-edition-file?id=30340>
5. Kietojo biokuro kokybės reikalavimai (2017-12-06, Nr. 1-310), TAR, 2017-12-08, Nr. 19830.
6. Leedu biomassienergia asociatsioo LITBIOMA. <http://www.biokuras.lt/en>
7. Marčiukaitis M., Dzenajavičienė E.F., Kveselis V., Savickas J., Perednis E., Lisauskas A., Markevičius A. ir kt. Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo Lietuvoje patirtis, reikšmė ir siekiai. ENERGETIKA. 2016. T. 62. Nr. 4. P. 247-267
8. Miško kirtimų taisyklės (2010-01-27, Nr. D1-79), Žin. 2010, Nr. 14-676, i. k. 110301MI-SAK000D1-79
9. Nacionalinė atsinaujinančių energijos išteklių plėtros 2017-2023 metų programa. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalActPrint/lt?jfwid=-hok3ihs6m&documentId=bc949290ac-0b11e68987e8320e9a5185&category=TAP>
10. Šilumininkų indėlis į Lietuvos energetinę nepriklausomybę per 20 metų. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, 2018.
11. Tebėra A., Kibirkštienė I. Medienos kuro pasiūlos ir paklausos įvertinimas ir pasiūlymų vietiniais medienos ištekliais pagrįstų energijos gamybos pajėgumų darniai plėtrai parengimas. Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, 2014.
12. Leedu kaugkütteassotsiatsioo. <https://lsta.lt/>
13. Riiklik energiasõltumatuse strateegia, 2018. http://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Nacionaline%20energetines%20nepriklausomybes%20strategija_2018_LT.pdf
14. The Use of Renewable Energy Forecast For 2010-2020. Ministry of Energy of the Republic of Lithuania. Vilnius, 2009.

Lisa 5

BIOATLASE (FOREST ENERGY ATLAS) PÕHIMÕTTED TÖÖPAKETI WP4 PROJEKTI TULEMUSENA

Bioatlas on avatud juurdepääsuga internetikaardi teenus, mis näitab energiapuidu piirkondlikku puiduressurssi Eestis, Soomes, Lätis, Leedus ja Rootsis.

Rakenduse arendusse on panustanud järgmised organisatsioonid:

Eestis: Eesti Maaülikool ja SA Erametsakeskus

Soomes: Soome Loodusvarade Instituut

Lätis: Läti Põllumajandusülikool ja Läti maaelu nõustamis- ja koolituskeskus

Leedus: Kaunase Metsanduse ja Keskkonnatehnoloogia Rakenduskõrgkool ja Riiklik Metsandusettevõte

Rootsis: Rootsi Põllumajandusteaduste Ülikool

Bioatlase (GIS-platvorm ja andmebaas) kasutamiseks saab juhiseid kasutusjuhendist ning materjalid on toodetud tihedas koostöös peamiste sidusrühmadega, et esitleda ruumiliselt täpseid metsa biomassi potentsiaali hinnanguid. Rakendus on saadaval aadressil: <https://forest-energy-atlas.luke.fi/>, see on vaba juurdepääsuga ja kättesaadav kõigile.

Millised materjalid kuuluvad Bioatlase andmebaasi?

Hinnatakse olemasoleva metsamaa energiapuidu potentsiaali puidu osas, mis põhineb praegustel raiesuunistel, mis käsitlevad kõiki atlases kajastatud riike. Tulemused on väljendatud kuupmeetrites, v.a. Rootsis (kuivtonnid). Hindamismeetodid on kirjeldatud Bioatlase metaandmetes.

Andmebaasis sisaldub iga riigi kohta järgmist sortimenti:

Eesti:

- Raiejäätmed lõppraiest, mänd
- Raiejäätmed lõppraiest, kuusk
- Raiejäätmed lõppraiest, laialehised puud
- Kännud lõppraiest, mänd
- Kännud lõppraiest, kuusk
- Küttepuit harvendusraiest (paberipuudest väiksemad ja madalama kvaliteediga puud)
- Küttepuit lõppraiest (paberipuudest väiksemad ja madalama kvaliteediga puud)
- Paberipuit harvendusraiest, mänd
- Paberipuit harvendusraiest, kuusk
- Paberipuit harvendusraiest, kask
- Paberipuit harvendusraiest, haab
- Paberipuit lõppraiest, mänd
- Paberipuit lõppraiest, kuusk
- Paberipuit lõppraiest, kask
- Paberipuit lõppraiest, haab
- Saepalgid harvendusraiest, mänd
- Saepalgid harvendusraiest, kuusk
- Saepalgid harvendusraiest, kask
- Saepalgid harvendusraiest, haab
- Saepalgid harvendusraiest, must lepp
- Saepalgid harvendusraiest, muud liigid
- Saepalgid lõppraiest, mänd
- Saepalgid lõppraiest, kuusk
- Saepalgid lõppraiest, kask
- Saepalgid lõppraiest, haab
- Saepalgid lõppraiest, must lepp
- Saepalgid lõppraiest, muud liigid
- Koor paberipuidust ja saepalkidest, kõik liigid
- Raiejäätmed harvendusraiest, mänd
- Raiejäätmed harvendusraiest, kuusk
- Raiejäätmed harvendusraiest, laialehised puud

Soome:

- Tüvepuit energia tootmiseks 1. harvendusraiest
- Tüvepuit energia tootmiseks 1. harvendusraiest (paberipuidust väiksemad puud)
- Raiejäätmedageraie, mänd
- Raiejäätmedageraie, kuusk
- Raiejäätmedageraie, heitlehised puud
- Kännudageraie, mänd
- Kännudageraie, kuusk

Läti:

- Väikese läbimõõduga puud alameetodil harvendamisest, biomass tahketes kuupmeetrites
- Raiejäätmed kaubanduslikust harvendusraiest ja valitud lõppraietest, biomass tahketes kuupmeetrites
- Küttepuit kaubanduslikust harvendusraiest ja valitud lõppraietest, sortiment tahketes kuupmeetrites
- Raiejäätmed lageraiest, sortimet tahketes kuupmeetrites
- Küttepuit lageraiest, sortimet tahketes kuupmeetrites

Leedu:

- Väikese läbimõõduga puistud, kus domineerivad okaspuud
- Väikese läbimõõduga puistud, kus domineerivad laialehised puud
- Küttepuit puistutest, kus domineerivad okaspuud
- Küttepuit puistutest, kus domineerivad laialehised puud
- Raiejäätmed puistutest, kus domineerivad okaspuud
- Raiejäätmed puistutest, kus domineerivad laialehised puud
- Tüvepuid halli lepa puistutest
- Kännud puistutest, kus domineerivad okaspuud
- Kännud puistutest, kus domineerivad laialehised puud

Rootsi:

- Oksad – raiejäätmed (mänd, kuusk ja kask koos)
- Kännud (mänd ja kuusk koos)
- Saepalgid (mänd ja kuusk koos)
- Paberipuit (mänd, kuusk ja kask koos)
- Koor (mänd, kuusk ja kask koos)

Praktilised soovitused Bioatlase kasutamiseks

Kaardikihtide menüü on avaleht, mille kaudu saab siseneda biomassi andmebaasi. Andmebaasis on biomassi andmed kõikidelt organisatsioonidelt, mis on biomassi potentsiaali andmete kogumisse panustanud. Kõik andmed on esitatud 1 km x 1 km ruumilise resolutsioonina. Kasutaja saab kasutada otsingufunktsiooni, et otsida infot kaardi konkreetse kihi või andmeedastaja kohta.

Kasutaja saab endale huvipakkuva piirkonna valida kolmel viisil:

- a) visandades vaba käega soovitud ala kontuuri;
- b) määrates keskpunkti ja ringi raadiuse;
- c) valides konkreetse piirkonna (nt halduspiiride järgi).

Üldised järeldused

Energiapuiduga seotud investeeringuid ei tohiks teha vaid Bioatlase pakutavate hinnangute järgi. Siin mängivad olulist rolli ka turu tingimused ja see hõlmab ka selliseid aspekte nagu metsaomanike valmisolek kõnealust materjali müüa ning hinda, mida ostjad on valmis selle eest tasuma. Metsasektori üldine majanduslik olukord mõjutab oluliselt energiapuidu pakkumist ja nõudlust. Müügiotsuseid mõjutavad ka keskkonnaregulatsioonid. Erinevused on ka riikide vahel selles osas, et milline metsaressursside info on saadaval ning kuidas on kasutatav terminoloogia määratletud energiapuidu materjalide alljaotistes.

Lisa 6

ÄRIMUDELID JA JUHTIMISSTRUKTUURID METSA BIOKÜTTE VÄIKETOOTMISTELE, KESKENDUDES EELKÕIGE METSA ENERGIAÜHISTUTELE

1. Sissejuhatus

See lisaartikkel käsiraamatusse WP 2 „Kulutõhusad raiemeetodid“ toetab Interreg Läänemere piirkonna programmi Baltic Forbio tulemusi, mis pakub erinevaid vaatenurki ärimudelitele kui ajendile metsa bioenergia kasutamiseks Läänemere regioonis.

Artiklis tuuakse välja majanduslikud ja organisatsioonilised aspektid väikesemahulise kohaliku metsa biokütte tarnimise skeemide osas, mis on nende omanike poolt loodud turupõhiste ettevõtetenä kasumi teenimiseks ning lisaks erahuvidel ka selleks, et seista oma huvigruppide sotsiaalsete väidete eest. Artikli eesmärk on anda lugejatele teadmisi väikesemahuliste metsapõhiste bioenergiaühistute ärimudelitest ja juhtimisstruktuuri-dest, mida vaadeldakse Soome kogemuse taustal. Kogemused on näidanud, et ühistud on mugavaks osalusmodeliks metsaomanike ühiste äritegevuste korraldamiseks.

Artikli eesmärk on anda põhiteadmisi ärimudelite põhiliikide omaduste ning lepingulis-te ja organisatsiooniliste struktuuride kohta, ja kuidas need tehingukulused mõjutavad. Tehingukulud tähistavad kaudseid tootmiskulusid, mis on tekkinud ettevõtte (korporatsiooni) sise- ja välistehingute suhete loomise, juhtimise ja seirega (haldamisega.)

Ärimudel on tööriist, mida kohaldatakse strateegilises ärijuhtimises. Ärimudel annab lühikirjelduse tootmissüsteemist läbi selle, millise majandusliku väärtuse see loob ning millised väärtused seeläbi klientidele, omanikele, investoritele ja teistele sidusrühmadele luuakse. Lisaks kirjeldab see tegevuste ja ressursside kogumit, mis selle väärtuspakkumise praktikasse paneb, ning viisi, mil moel need tegevused on organiseeritud, ja ressursse, mis kuluefektiivsuse saavutamiseks kasutatud on. Selline kirjeldus pakub viisi uurida ja aru anda erinevat tüüpi ärikäitumistest. Ärimudel võib olla suuniseks uue äri loomisel juba testitud ja kontrollitud viisil. Ideaalis võib ärimudel kajastada „parimaid praktikaid“.

Selle eesmärgiks on näidata ühistu mudelit juhtimisstruktuuri erivormina. Selle esin-datus tugineb institutsionaalse majanduse kontseptsioonidele ja teooriatele, mis moo-dustab selgitava raamistiku sotsiaalsete institutsioonide rollile majanduskäitumise kujundamisel. Selline lähenemine nihutab kontseptuaalse arusaama ettevõttest kui teh-noloogiliste suhete kogumi tootmissisendite ja -väljundite vahel sotsiaalse institutsioo-ni mõiste ja lepinguliste suhete kogumi poole.

Enne kui projekti ideekavand on valmis esitamiseks kolmandale osapoolle, tuleb teha otsused tehnilise ja rahalise teostatavuse ja projekti finantseerimismudeli ning tegevuste lepinguliste ja organisatsiooniliste külgede ja kaubandussuhete osas. Juhtimisstruktuur kujundab indiviidide majanduskäitumist eesmärgiga vähendada ebakindlust, anda paremad stiimulid ja tagada tehingute tõhusus.

2. Ärimudeli kontseptsioon

Kui ettevõtte luuakse või ettevõtte sees alustatakse mingi äritegevusega, kasutatakse seejuures otseselt või kaudselt ärimudelit, mis kirjeldab väärtuste loomise, tarne ja kasutatavate väärtuste püüdmise mehhanismide disaini või ülesehitust. Ärimudelit kirjeldatakse esmalt väärtuse järgi, mida see loob kliendile. Väärtuspakkumise võib tavaliselt jaotada üksikuteks väärtuspanusteks, mis on seotud diskreetsete äritegevustega. Teiseks elemendiks on netoväärtus, mida see omanikele toodab, mis osalt sõltub võimest luua ja tabada tahe maksta, ja diskreetsete tegevuse efektiivsus, mis panustab väärtusele, mis klientidele pakutakse ja mille eest nad maksavad. Kolmandaks strateegiliseks elemendiks on selle väärtuse ülesehitus, mis koosneb tehnoloogiast, ressurssidest ja pädevustest, ning kui hästi on nende kasutamine korraldatud ja juhitud selleks, et saavutada oodatud tulemus.

Eduka ärimudeli määratleb selle võime saavutada atraktiivne investeeringutasuvus omanikele. Seetõttu peab see tagama, et piisava osa loodavast väärtusest omastaksid selle omanikud, mitte ahelast väljapoole jäävad osapooled. Edukas ärimudel vajab seda, et kliendid oleksid nõus maksma nende toote või teenuse eest hinda, mis ületab selle tootmiskulud. Energiatootmises on väärtuse loomise ülesehitus võrdne tootmissüsteemiga, mis ulatub tarneahelas ülespoole, ning mis on disainitud ja mida kasutatakse kuuliefektiivselt. Selleks, et ärimudel oleks sotsiaalselt ja keskkonna mõistes jätkusuutlik, peab see looma oma toodete kasutajatele, sidusrühmadele ja keskkonnale mingi väärtuse.

Ärimudel, kus käitatakse kohalikku metsa bioküttesüsteemi loob väärtust läbi kohalike metsaressursside kasutamise. Selle põhitehnoloogia koosneb tootmissüsteemist, kus soojusenergia saadakse metsapõhiste puitkütuste põletamise teel. Selle põhitegevused hõlmavad primaarenergia sisendi saamist metsa lähteaineressurssidest ning soojuse tootmise rajatise käitamist, tõenäoliselt toimub ka soojuse jaotamine. Tahked kütused peamise primaarenergiaallikana saadakse kohalikest metsaressurssidest, mida omab kas soojusetootja ise või mis ostetakse lähedal asuvatest lähteaineressurssidest. Puitkütuse tootmist võib juhtida kas metsaomanik või tegeleb sellega lepinguline agent.

Lisaks väärtuse püüdmisele ja loomisele selle sidusrühmadele ning tehniliste protsesside funktsioneerimisele ja integreerimisele, on ärimudeli toimimise juures olulised veel ka juhtimisstruktuurid ja koordineerimise sotsiaalsed mehhanismid. Ärimudeli kirjel-

duse kohaldamine võib piirduda vaid ühe äriüksuse kui analüüsitava üksusega, kui selle tegevused ja nendevahelised seosed, mis on strateegiliselt olulised mudeli toimimisele, piirnevad vaid selle üksusega. Kohalikule väikesemastaapsele metsa bioküttesüsteemile, kus valitseb sõltuvus sõltumatute võrgupartnerite vahel, on asjakohasem kohaldada laiemat süsteemiperspektiivi. Laiema perspektiivi kohaldamine võimaldab kaaluda tegevuste eest vastutavate sõltumatute äripartnerite panustamise korda, mis on üheks ärimudeli oluliseks osaks.

3. Metsa bioküttelepingud

Ülesehituse ja äritegevuste ulatuse (ärimudel) mõttes võib eristada kahte erinevat kütteskeemi. Need on üks omand–üks klient ja mitu omandit–mitu klienti skeemid. Esimest nimetatakse tavaliselt ühisküttesüsteemiks. Ärimudelid, mis sõltuvalt suuruselt kasutavad ühte või teist kütteskeemi, erinevad oma peamiste huvirühmade poolest.

Üks omand–üks klient kütteskeem võib koosneda mitmest ühe katlamajaga ühendatud hoonest. Ühisküttesüsteemi rajamine erineb peamiselt toimingute ulatuse poolest, sealhulgas kohustuses hooldada suuremat soojuse jaotusvõrku ja selle tulemusena ka vajaminevaid suuremaid kapitaliinvesteeringuid, ning hallata sellega kaasnevaid äririske. Erinevate lepingutingimuste tõttu esineb suurem risk kliendibaasi vähenemisega.

Ühe omandiga süsteem võib koosneda munitsipaalkoolist, ülikoolihoonest, internaatkoolist, koguduse hoonetest, hooldekodust või kasvuhoonetega talust. Kogukond võib olla erineva suuruse ja koosseisuga. Kogukonna moodustab tavaliselt linn või naabruskond, kus bioküttesüsteemi rajamine võib olla seotud piirkonna regenereerimisega.

Ühe kliendi–ühe omandi skeemi korral on skeemi peremeheks ja tarbijaks üks era- või mittetulundusorganisatsioon. Peremees ei ole tavaliselt skeemi sponsor (omakapitali andja). Ärimudeli peamiseks huvirühmaks on tavaliselt ühele inimesele kuuluv mikroettevõtte, mille juriidiliseks vormiks on füüsilisest isikust ettevõtja, või selle mitu omandit–mitu klienti versioonis ühisomandis olev ettevõtte (partnerlus). Mikroettevõtte võib olla kas investori või varade omaniku rollis või olla peamiselt lepinguliste toimingute ja hooldusteenuste pakkuja. Kui skeemi iseloomulikuks jooneks on varaomand, saab eristada vastavalt kahte variatsiooni: täishanke mudel ja toimingute hankemudel.

Soomes hallatakse selliseid metsa bioküttesüsteeme suures osas eraettevõtmistena, korporatiivses vormis aktsiaseltsidena või kohalike metsaomanike omatava ja juhitava ühisettevõttena.

Soojusenergia pakkumise erastamise algatas poliitika, mille eesmärk oli avalike teenuste kaasamine. Soomes on erastamisele hoo sisse andnud munitsipaalnõukogude poliitika, mille eesmärk on nende avalike teenuste kaasamine. Avalike teenuste kaasamine on põhimõtteliselt mõiste uue juhtimismudeli kohta, mille viib ellu eraettevõtja.

4. Metsa biokütteteenuste osutajate finantstulemused

Soome soojusteenuste osutajate finantstulemuste uuringus näitasid peamiselt väikesed metsa bioküttesteettevõtted 2010.–2012. aasta kohta, et nende tavaliseks tulemuseks oli olnud 7,5% neto kasumimarginaali järgi ja 10% investeeringutasuvuste järgi. Erinevate suurusega äriüksuste võrdlemisel on kõige kasumlikumad mitme asukoha ja mitme tehasega äriüksused, mille jaamade võimsus on 2–5 MW vahel – nende kasumimarginaal ja investeeringutasuvus on mõlemad 15%. Tüüpilise äriüksuse tulud aastas on keskmiselt 370 000 €. Lepingu alusel käitatavate kohalike, metsa biokütust kasutavate soojusjaamade soojusvõimsus oli vahemikus 0,5–5 MW, enamasti 0,5–1 MW.

Metsa biokütteteenuste osutajad: finantstulemused	
Üksuse müügi mediaan	370 000 €
Mediaan neto kasumimarginaal	7,5%
Mediaan investeeringutasuvus	10,0%
Investeeringutasuvus, 2–5 MW üksused	15,0%

Hakkepuiduga köetav biosoojusjaam, 1000 kW – investeeringud ja kuluarvestus	
Rahastamistingimused	
Intressimäär, %	6,00
Tasuvuse periood, a	
Tehnilised seadmed	15,00
Fikseeritud konstruktsioonid	30,00
Riigiabi	0,00
Tehnilised omadused	
Aastane väljund, MWh/a	3 000,00
Küttekoormus tippajal, tundi/a	3 000,00
Katla tõhusus, %, keskmiselt/aastas	80,00
Elektritarbimine, €/MWh	0,32
Puitkütus	
Puitkütuse hind, €/MWh (kütteenergiasisaldus)	17,80
Puitkütuse hankimine, €/MWh	21,80
Kännud, €/MWh	4,00
Algsed investeeringud	
Ostukulud, katlamaja, €	400 000,00
Ostukulud, fikseeritud konstruktsioonid, €	51 000,00
Muud kulud, €	1 500,00
Jaama käitamine	
Töö, tundi/a	800,00
Tööjõukulud, sh lisatasud, €/tunnis	30,00
Kulud aastas	
Kapitalikulud	
Tehnilised seadmed, €/a	41 000,00
Fikseeritud konstruktsioonid, €/a	3 700,00
Kokku, €/a	44 700,00
Käitamis- ja hoolduskulud	
Tööjõukulud, sh lisatasud, €/a	24 000,00
Hooldus- ja remondikulud, €/a	4 000,00
Kokku, €/a	28 000,00
Muutuvkulud	
Kütus, €/MWh	27,30
Elektritarbimine jms, €/MWh	2,90
Kokku, €/MWh	30,10
Kokku, €/a	60 200,00
Kulud kokku	
Kogu soojusenergiakulud, €/a	133 100,00
Kogu soojusenergiakulud, €/MWh	66,60

5. Tarbimisleping

Taastuenergia lepingulise mudeli erivariatsioon, mis on turul väga levinud, kus tootmisskeemi võimsus müüakse pikaajaliselt ette ära vastavalt elektrimüügilepingu tingimustele. Teenuslepingu korral võib varade omandiõiguse samuti säilitada allhanget tegev pool, kusjuures ostja ja kolmanda osapoole vahel sõlmitud lepingu ese on piiratud jaa-ma käitamis- ja hooldusteenustega. Pikaajalise elektrimüügilepingu kohaselt võib ostjal olla kohustus teha fikseeritud makseid olemasoleva võimsuse eest või võta-või-maksa makseid mitme aasta vältel. Elektrimüügileping tagab projektile pikaajalise tuluallika ja leevendab rahavoogude riski ning lühiajaliste või turu kohtmüügiga seonduvat hinna volatiilsust. Sellise lepinguta on raske projekti erakapitali meelitada. Teenuste tellimine väljastpoolt kolmandatelt isikutelt eelneb sageli pakkumusprotsessile.

6. Ühistute kaasamise vormid

Ühistud võivad võtta ettevõtte vormi, mis on piiratud aktsiate või garantii, partnerluse või juriidilise isiku õiguseta üksusega. Ühistute kaasamiseks on mõnes riigis, nt Soomes, spetsiaalsed vormid.

7. Juhtimisstruktuur ja õiguslikud vormid

Koos äritegevuste käivitamisega tuleb teha ka juhtimisstruktuuriga seotud otsused. Ärikoodeksitega paika pandud õiguslikud vormid on ettevõtte juhtimist käsitlevate juriidiliste sätete kogumid äriüksustele. Ettevõtete juhtimisstruktuuri regulatsioonide õiguslikud vormid varieeruvad – nendega määratletakse eesmärgid, vastutused ja organisatsiooni toimimiseks tehtavad ülesanded ning antakse need üksikutele liikmetele ja organitele (neid nimetatakse näiteks tegevjuhtideks, direktorite nõukoguks, juhatuseks, juhtkomiteeks, hoolekoguks). Need erinevad sisuliselt ka organisatsiooni tegevjuhtide vastutuse osas omanike ja osanike ees. Neid peamisi juhtimisstruktuure saab arendada mitmel viisil, et need sobiksid konkreetse organisatsiooni vajadustele.

8. Lepingute mittetäielikkus ja jõustatavus

Lepingu jõustatavus seaduslike vahenditega ei pruugi olla rahuldav ega lepingupoolte poolt isegi taotluslik. Praktikas esineb harva seda, et lepingu kõiki olulisi kohustusi reguleerivad seadused või vahekohus. Pooled ei pruugi olla võimelised koostama jõustavat lepingut, kuna nende kohustused ei pruugi olla lihtsasti tuvastatavad. Juhul kui leping käsitleb pikaajalist kohustust, võib olla võimatu näha ette, kirjeldada ja kirja panna kõiki tulevasi ettenägematuid asjaolusid, mis lepingu täitmist mõjutada võivad. Kõiki võimalikke asjaolusid arvestav leping on väga keerukas. Selleks, et leping oleks jõusta-

tav, peab see olema koostatud viisil, mil kohus või kolmas osapool seda mõistaks. Lepingu sõnastamine, rääkimata ka nõude rahuldamiseks hagi esitamisest, võib olla väga kallid. Seetõttu on lepingud reaalses elus tavaliselt mittetäielikud.

Mistahes leping on reaalses elus mittetäielik. Leping võib mittetäielik olla seetõttu, et pooled keelduvad seadmast tingimusi ettenägematutele tulevikuolukordadele, kuna seda ei saa tõendada või võib see olla väga keerukas. Leping, mis on osaliselt jõustatav kas juriidiliselt või kolmanda isiku vahekohtus, peab osaliselt toetuma isejäostumisele. Isejäostumise olulisteks elementideks on mitteametlikud mehhanismid. Need põhinevad väärtustel, mitteametlikel reeglitel ja erinevates vormides usaldusel, mis on seotud eeldatava sotsiaalse käitumisega. Leping, mis mõnes olulises aspektis jõustatakse suhtemehhanismide abil, nimetatakse suhtelepinguks. Suhteleping on iseenesest mitteametlik kokkulepe, mida juhib kirjutamata käitumisreeglite kogum, mis mõjutab indiviidide käitumist ettevõtetes ja ettevõtete vahel.

Suhtel põhinev jõustamine, mis toetub vaid mitteametlikele isiklikele usaldussuhetele, võib teatud asjaoludel olla mõjukas. Suhtelepingud toimivad väga hästi teatud keskkondades, kus lepingupoolte vahel valitseb reputatsiooni tõttu usaldus. Usaldus tekib pideva suhtluse tingimustes. Usaldus võib tekkida väikese kohaliku kogukonna liikmete suhetesse.

Keskkonna muutuste ja ebakindluse tingimustes kipuvad suhtelepingud olema vähem efektiivsed, kuna tingimused, milles suhe luuakse, muutuvad kiiresti. Partnerite pühendumuse suurenedes muutub juhtimismudel, mis tugineb suhtelepingutele, samuti eba piisavaks.

9. Tarneahelat reguleerivad lepingud (organisatsioonisisised) Tehingud (majandusvahetus)

Primaarse tootmise tarneahelas pannakse tooraine ja kaupade tarnijate või tootmis- teenuste pakkujate ülesanded ja vastutused paika kas kirjalike või suuliste lepingutega kas ostutellimustena, mis katavad üksikuid äritehinguid või pikemaajaliste lepinguliste kokkulepetega.

Tarneahela juhtimisstruktuur koosneb lepingutest, mis kirjeldavad tarneahela partnerite kohustusi, sealhulgas ka lõpptarbija omi, kes on energia lõpptootja kasutaja. Teemad, mida leping (tarneleping) käsitleb, on seotud saavutuste siirdehindade ja nendega seotud mahtude, tähtaegade ja kvaliteedistandarditega. Täiendavalt sätestatakse ka selle poole kohustused, kes ei täida oma kohustusi, ning trahvid (vastutuse tagamine), mis tuleb tasuda lepingu ennetähtaegse lõpetamise või rikkumise korral.

Juhul kui ostutellimused katavad vaid ühe piiratud ja üldiselt standardiseeritud äritehingu, kasutatakse tavaliselt üldiste tingimustega standardlepinguid. Pikaajalised ja laiaulatuslikud partnerlussuhted, mis on kohandatud vastavalt individuaalsetele spetsifikatsioonidele, on aga lepingupoolt läbirääkimise tulemus. Sellised kaubandussuhted põhinevad alati lisaks juriidilistele nüanssidele ka suhetel.

Lähteaine tarne on metsa energiatootmises kriitiline tegur ning vaja on turvameetmeid tarneahela katkemise riski minimeerimiseks. Kui tegevuste vähemolulisi aspekte võib juhtida ratsionaalsete stiimulitega, peaks tarneahela tagamine oleva juriidiliselt jõustav. Isejõustumisele lootmine on siinkohal ebapiisav.

10. Tarneahela katkemise riski juhtimine

Metsa energiatootmissüsteemi, näiteks hakkepuidul töötavate soojusjaamade toimimise kõige haavatavam osa on katkestused puitkütuse tarnimisel. Katkestused võivad olla tingitud niiskussisaldusest, ebaühtlusest (osakeste suurus), energiasisaldusest ja saastest (praht). Lähteaine hankimine, töötlemine ja tarne moodustavad tootmise kogukuludest väga suure osa. Seetõttu on tooraine tarne katkestuste vältimise tagamine mõistlike kuludega ja sellega kaasnevate finantsriskide maandamine ülesanne, millega juhtkond peaks tegelema.

Riski maandamine algab ennetusmeetmetest tarneahela tegevusmahu suurendamiseks, et katkestusi ennetada. Ennetavaid meetmeid soovitatakse ka katkestuse finantsmõjudega tegelemiseks. Finantsriski võib üle kanda või jagada vastutusest vabastamise ja kahjude hüvitamise klausliga, mis lepingutesse lisatakse. Pärast seda, kui kõik lepingulised kohustused on täidetud, on järgmise etapi energiatarnija lõpuks vastutav toodetud energia ostjale tekkinud rahaliste kahjude eest. See vastutus määratletakse tarbimislepingu raames. Riskipositsioone tuleks hinnata ja neid hajutada osa kasumi säilitamisena finantsreservina ning mitte maksmata seda dividendidena omanikele välja. Kui lähteaine tarneahel katkeb, peab lähteaine kasutaja töö jätkamiseks otsima alternatiivseid tarnijaid kas samal turul või võtma endale püsivalt täiesti uue tarnija. Mõlemad viisid mõjutavad kulude struktuuri ja seavad ohtu kasumi saamise tõenäosuse.

11. Tehnoloogiariskide maandamine

Tahkel metsakütusel põhineva energia muundamise tehnoloogiad on kõrge kaubandusliku valmisoleku seisundis, mida on laialdaselt kinnitanud ka demonstratsioonid tehnika tegelikes töökeskkondades. Ebavajalike riskide vältimiseks on soovituslik mitte alustada „ebarealistlike“ mittekaubanduslike tehnoloogiatega (mida projekti arendaja võib soovitada). Müüja valik peaks põhinema veenvatel tõenditel nii müüja kasutatava tehnoloogia (staaž) kui ka müüja teenuste ja tugiteenuste osas. Laenuasutused ei soovi väga finantseerida tehnikat, mille kasutamisel puudub varasem kogemus. Tehnoloogia edukas hankimine eeldab võimalust küsida pakkumisi ja võrrelda erinevaid tehnoloogiasid ja müüjaid nende tehniliste ja kaubanduslike tarnetingimuste osas.

12. Tehingusuhete integreerimine ettevõtte juhtimisstruktuuri

Lepingud, mis käsitlevad poolte ulatuslikke kohustusi pikaajaliste finantspanuste, sidusrühmade kohustuste ja riskipositsioonide osas, tuleb jõustada tehingusuhete integreerimisega ühisomandi, sisekontrolli ja motivatsioonimehhanismide juhtimisstruktuuri. See üldreegel kehtib ka lepingulistele kokkulepetele väikesemahulise metsaenergia tootmisettevõtte sidusrühmadele.

Ettevõtte juhtimine hõlmab sisestruktuuri ja ettevõtte juhtimist käsitlevaid reeglid. Samuti hõlmab see ka nii sidusrühmasid kui ka korporatsiooni siseseid aspekte, näiteks sisekontrolli, ja väikseid aspekte, näiteks suhted osanike ja muude sidusrühmadega. Juhtimisstruktuur peaks tagama tõhusa järelevalve ja kontrolli ettevõtte omanike poolt ning soodustama peamiste sidusrühmade ühtekuuluvust ja ühist visiooni ning vähendama konflikte. Tõhus juhtimiskontroll omanike poolt nõuab ametlike lepingute olemasolu (lepinguline juhtimine).

13. Juhtimisstruktuuri kulud ja tulud

Juhtimisstruktuuri käsitletakse tehingukulude allikana, mis suurendab tegevuskulusid ja tootmissüsteemi käitamisega seotud majandustehingute üldist kulutõhusust. Juhtimisstruktuuri võib iseloomustada lepingulise või organisatsioonilise kokkuleppena. Ettevõtte juhtimine hõlmab sisestrukture ja organisatsiooni ülesehituse protsesse, seda, kuidas need elemendid on disainitud, et tagada vastutust ja reageerimisvõimet. Juhul kui tehingud on sobimatud ja ebaefektiivsed, et viia need läbi neid sõltumatu osapoollega lepingulises suhtes olles, on üheks valikuks viia tehing läbi ametliku organisatsioonilise struktuuri raames. Juhtimisstruktuur võib olla sobiv korraldamaks äritehinguid teatud tingimustel. Juhtimisstruktuuri sobivust võib hinnata selle lepinguliste või organisatsiooniliste kulude või lepinguliste kokkulepete jõustatavuse järgi, selle võime järgi säilitada stiimulite suur intensiivsus ning tagada turvameetmed oportunistliku käitumise vastu.

Lepingute sõlmimise kulud koosnevad infootsingu, kauplemise ja lepingu koostamise ning jõustamise kuludest. Need kulud võivad ilmnedas kas lisakuludena või nendele tegevustele kulutatud ajana. Kulud võivad sisaldada ka eraldi hajutamaks riski süü või lepingu rikkumise eest.

Organisatsioonilised kulud on administratiivkulud ja efektiivsuskadu, mille on põhjustanud tehingute korraldamine läbi administratiivsete korralduste. Teisalt, kui tehing internaliseeritakse või sellega tegeletakse organisatsioonilise üksuse sees, selle asemel, et seda reguleeriksid lepingulised suhted sõltumatute poolte vahel, saab tehingupoolte käitumist kontrollida ainuomaniku volituste abil.

Internaliseerimine vertikaalse integratsiooni läbi võib olla soovituslik strateegilise tarnija sõltuvuse ohu tõttu, mis on tingitud tehinguspetsiifilisest investeeringust. Oht võib materialiseeruda tarnija kui ressursi omaniku poolt majandusrenti teeniva hinnakäitumisega kehtestatud kinnipidamiskuluna, kusjuures ressursi vajatakse tootmisprotsessis (näiteks järgmise etapi bioenergia tootja poolt), kuid selle kohalikud varud on otsas. Kuigi ressurss ei pruugi olla lõpukorral, võib läbirääkimisjõud muutuvate kulude tõttu olla suur.

Tehingupõhine investeering tekib siis, kui üks pool vajab ebatavalist või omapärast ressursi. Sellises olukorras ei ole tõenäoline ka alternatiivsete allikate lihtne kättesaadavus. Investeering spetsiifilistesse varadesse põhjustab investeeringutele oportunistliku majandusrendi eraldise. Majandusrendi eraldis on asjaolu, mis pärsib investeeringu finantstulemusi. Mittetäielikkus ja kontrollitavus võivad välistada lepingu juriidilise jõustatavuse. Kui korduvate tehingute sagedus on suur, võib pikaajaliste kokkulepete sõlmimine olla efektiivne, kui üks pool vajab konkreetset ressursi.

Organisatsioonilise ülesehituse poole pealt hõlmavad tehingukulud äritegevuste organiseerimise kulusid aja jooksul, tuleviku planeerimist ja piiramist ning selliste riskide hajutamist, mis võivad tulevikus realiseeruda. Seega hõlmab see ebakindluse ja oportunismi elemente, mis on mõlemad ettevõtte juhtimisstruktuuri keskseteks aspektideks.

Ettevõtte juhtimisstruktuur on reeglite, mehhanismide, protsesside ja suhete kogum, mille kaudu ettevõtet kontrollitakse ja juhitakse. Ettevõtte juhtimisstruktuur hõlmab protsesse, läbi mille seatakse ettevõtte eesmärgid ja neid saavutada püütakse. Juhtimisraamistikuga määratletakse protseduurid, mille kaudu sidusrühmad suhtlevad ja mis tagab nende huvide ühtivuse. Juhtimisraamistikuga määratletakse ka organisatsiooni efektiivsus, millega organisatsioon oma eesmärgid täidab. Juhtimisraamistikku tuleks hinnata selle efektiivsuse kaudu.

Kuid kaasamisel on oma hind. Selle põhjuseks võib olla kollektiivse otsustamise puudused, mistõttu ei pruugi otsused olla ettevõtte omanike parimates huvides. Ebaefektiivsus võib võrreldes konkureerivate turgudega olla seotud juhtide oportunismi ja vähenenud stiimulitega. Tehingute kaasamise kulud võivad olla liiga kõrged poole jaoks, kes eelistaks ühisomandi asemel pigem sõltumatud äriüksust, et säilitada oma kontrolliõigused ja läbirääkimisjõud.

14. Ettevõtte juhtimise suhetega seotud aspektid

Kõik ettevõtte juhtimisstruktuurid toetuvad vastutusnõuete täitmiseks regulatiivmeetmetele. Kuid ettevõtte juhtimisstruktuuris on tähtsal kohal ka mitteametlikud sotsiaalsed reeglid. Sotsiaalset sidusust mõjutavad mitteametlikud sotsiaalsed normid on grupi (ettevõtte) tulemuslikkuse seisukohast äärmiselt olulised, kuna need on aluseks siduse ja jagatud visiooni loomiseks ning konfliktide vähendamiseks sidusrühmade hulgas (suhtel põhinev juhtimine). Grupi tugev sidusus tekitab motivatsiooni, tagab pühendumise kollektiivsetele ülesannetele ja toimib oportunismi vastu. Sotsiaalse siduse tugevdamise meetmed hõlmavad välistavaid ja ennetavaid meetmeid nagu organisatsiooni vormiga seotud otsused (investorite omand või tarbijate omand), liikmelisuse kriteeriumid, osalemine, läbipaistvus ja tunnustamispoliitika.

15. Ühisomand kui kaitse vara spetsiifilisusest tingitud majandusrendi eraldise vastu

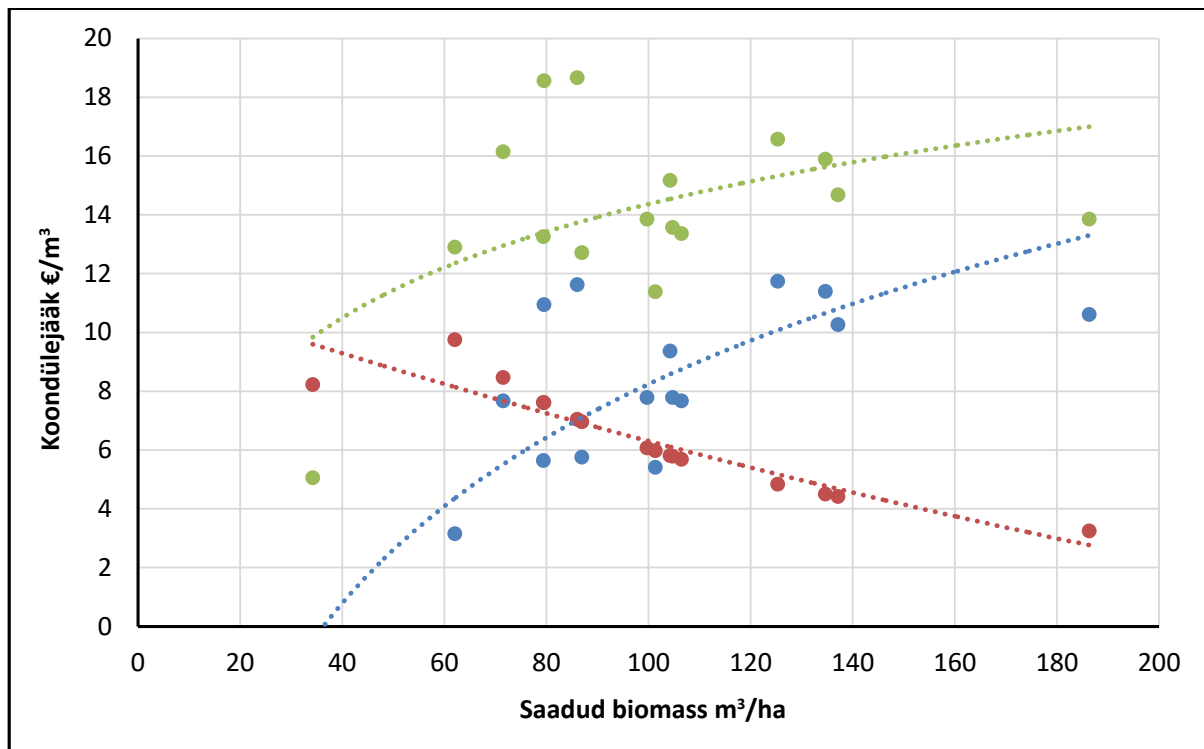
Äritegevus nõuab investeeringuid füüsilistesse varadesse, mis metsa energiatootmise puhul koosnevad seadmetest tooraine raiumiseks, töötlemiseks ja transportimiseks, ning katlamajast. Neid füüsilisi varasid omavad tavaliselt erinevad juriidilised üksused, mida siis koos omavad ja juhivad osanikud. Tootmise rajamiseks vajaminevad füüsilised varad on mingis ulatuses spetsiifilised investeeringud. Spetsiifilised investeeringud on kohandatud konkreetseteks tehinguteks vertikaalselt kogu tarneahela ulatuses. Tootmisvarade spetsiifilisus selgitab selliste ettevõtte omandistruktuuride olemasolu.

Investeeringud spetsiifilistesse tootmisvaradesse (materiaalsed või mittemateriaalsed) on vajalikud asukoha spetsiifika või tehniliste nõuete tõttu, millele vastavus tagatakse ainult spetsiaalsete seadmete abil. Investeering spetsiifilisesse varasse või varade gruppi loob väärtust efektiivsemalt kui mittespetsiifiline investeering. Kuid samal põhjusel suurendab raha paigutamine suhtespetsiifilistesse varadesse ka investeeringu väärtuse langemise ohtu juhul, kui selle abil toetatavad tegevused enam ei jätku. Majanduslikus mõttes on finantskahju oht seotud lepingupoole kalduvusega ära kasutada suhtepõhise vara omaniku kehva positsiooni läbirääkimistel pärast seda, kui investeering on tehtud. Oma läbirääkimisjõuga on lepingupoolel võimalik eraldada investeeringu puhaskasum (põhitegevuse ülejääk), tõstes tootmissisendi hinda, kui tegemist on müüjaga, või langetades seda, kui tegemist on ostjaga, kuni makstud hind katab tegevuskulud ja investeeringu jääkväärtuse. Selle hetkeni teeb investor siiski parema tehingu, kui jätkab tehingusuhet, selle asemel, et see lõpetada.

Juhul kui investeeritakse metsa energiatootmise rajamisele, näiteks hakkepuidul töötavasse katlamajja, saab lähteaine tarnija eraldada investeeringu *ex-ante* brutotegevuse ülejäägi (peaaegu majandusrent), tõstes oma tootmissisendi müügihinda, kuni investeeringu jääkkasum (brutotegevuse ülejääk) on vähemalt võrdne tuludega, mida see teeniks järgmise parima kasutusviisiga.

Raha kaotamise oht väärtuse kao tõttu suhetepõhises investeeringus võib viia selleni, et tarneahela partnerid lõpetavad oma investeeringud. Sellisest kinnipidamisest põhjustatud riski leevendatakse nii, et integreeritakse tarneahela suhe sobivasse organisatsioonilisse raamistikku.

Soojuse tootmise ahelas (1 000 kW katlamaja), mille teenistus on 65 €/MWh, arvestamata ruumikuluseid, peaks kütuse hankimiseks valitud puistu kokkuvõttes ületama tarneahela agentide otsesed tegevuskulud (peaaegu majandusrent, ümberarvestuse ülejääk), mis on võrdne või suurem nende fikseeritud investeeringu toodetavast koondülejäägist, mida teenitaks järgmise parima kasutusviisiga (tarneahela agendi alternatiivkulu). 430 €/ha makstav toetus tootjatele põhjustab raienihke madala saagikusega puistute poole. See, kuidas ülejääk tarneahela osaliste vahel jaotub, sõltub nende läbirääkimisoskustest.



Märkus: Ülejääk pärast tarneahela kogukulude, sh bioenergia tootmiskulude arvestamist on vahe üksuse tulude ja üksuse bioenergia tootmise kogukulude vahel. Terviklike puude biomassist toodetud puitkütuse kulud arvestatakse 16 noore metsapuistu näitel; 2002. aastal makstav riigiabi biomassi eest. Bioenergia toodang moodustab keskmiselt 58% kogu loodud väärtusest. Parima sobivusega trendide jooned lisati hajuvusdiagrammi. Kasutatud kirjandus: 1) Tanttu, V., Ahtikoski, A. & Sirén, M. 2004. Korjuuvaihtoetojen kannattavuus metsänomistajalle nuoren metsän harvennuksessa hankintakaupalla. / Financial performance of alternative feedstock harvesting methods. Metsätieteen aikakauskirja 4/2004: 509–525. 2) Nummelin, T. Petäjistö, L. Rummukainen, A. & Kautto, K., 2015 Metsähakkeen toimitus energiantuotantolaitokselle – toimintatavat ja arvon syntyminen. / Wood chip supply for energy production – operating models and and value creation. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus / Natural resource and bioeconomy research 54/2015.

16. Ühistu kui hübriidne juhtimisstruktuur

Ühistu on horisontaalne või vertikaalne sõltumatute majandusagentide liit, mille ühiseks huviks on koostööst kasu saada, püüda väärtusi edasise integratsiooni abil, vahend tootmiskulude efektiivsuse saavutamiseks mastaabisäästu abil, kuid saavutada ka läbi-rääkimisjõud ja tehingukulude ökonoomsus.

Tehingute kaasamise kulu võib olla liiga kõrge poole jaoks, kes tajub, et omandiõiguste delegeerimisega agendile kaasneb oht, mis tuleneb huvide konfliktist. Juhtimisstruktuurina langetab tarbijate omandis ühistu koostöö lävendit kollektiivse omandi ja juhtimise mõttes. Esmalt seetõttu, et ühistu kui organisatsiooniline vorm ei ole võrreldes hierarhiaga täielikult integreeritud. Teiseks seetõttu, et ühistu kui juriidiline üksus on demokraatlikult oma liikmete poolt kontrollitud. Igal liikmel on tavaliselt üks hääl, sõltumata nende rahalisest panusest. Kolmandaks seetõttu, et ühistu baasstruktuur on suhteliselt lihtne. Tarbijatest liikmed on ka ühistu omanikud. Liikmetel on tihti ka tihe side oma ettevõttega.

17. Ühistu juhtimine

Organisatsiooni tegevusjuhend on vahend ettevõtte juhtimiseks (Arrigo 2006). Tegevusjuhendit viiakse ellu läbi ametlike reeglite, mis on kirja pandud ühistu põhikirjas. Ühistu liikmete seisukohalt reguleerib tegevusjuhend ettevõtte üksikisikute individuaalseid õigusi ja kohustusi ning ka liikmelisuse nõudeid. Liikmelisus omandatakse ametliku lepingu allkirjastamisel ja liikmetasu maksmisel ning hääleõigusliku osa ostmisel. Liikmel on õigus ühistust ka lahkuda. Liikme võib ühistust välja visata, kui liige on jätnud täitmata oma liikmelisusest tulenevad kohustused.

Ühistuga liitumiseks tehtav makse koosneb liikmetasust ja omakapitali sissemaksest. Omakapitali sissemakse võib tasuda kas ettemaksena ühistuga ühinemisel või osana iga-aastasest kasumist. Kuigi omanikud on teinud ettevõttesse omakapitaliinvesteeringuid, ei jagata ettevõtte kasumit vastavalt omakapitaliinvesteeringule, vaid sõltuvalt liikmete klientuurist, st nende äritehingutest ühisomandis oleva äriüksusega.

Tarbijate hüvitamine on tavaliselt seotud nende tehingutega ühistuga ning koosneb kindlaks määratud hinnast, mis tuleb kaupade ja teenuste eest esmase osamaksena tasuda, ja proportsionaalsest boonusest ehk „tagasimaksetest tarbijatele“, mis kujutab endast ühistu iga-aastasest kasumist võetavat sularahamakset tarbijatele. Kuigi liikmetel on õigus jagada ühistu kasumit, ei fikseeri liikmed tasustamist kui juriidiliselt täidetavat nõuet. Sellise mehhanismi rakendamisel klassifitseerub ühistu kui segajuhtimise vorm, mis koosneb poolvõimsatest ja vähese võimsusega stiimulitest.

Erinevus ühistu ja mittetulundusorganisatsiooni vahel ei ole alati tuvastatav. Mõlemaid korporatiivseid struktuure võib kasutada ka demokraatlike organisatsioonide rajamiseks. Need mõlemad on loodud, et piirata kasumi maksimeerimist kui domineerivat motiivi ning luua sotsiaalset kasu. Üheks peamiseks erinevuseks on see, et mittetulundusühing ei saa saadud kasumit liikmete vahel jagada, samas kui ühistu jaotab kasumi vastavalt liikmete klientuurile.

Traditsiooniliste ühistute omand ja juhtimisõigused on piiratud ühistu tarbijatest liikmetega. Ühistu omakapitalis ei ole eraomandit ning seetõttu puudub ka turg liikmetele, kus nad saaksid oma osadega kaubelda hinna juures, mis näitab ühistu tegelikku väärtust. Seetõttu ei meelita traditsiooniline ühistu oma piiratud hääleõigusega osakapitaliga investoreid, kelle eesmärk on oma investeeringutelt tulu saada. See võib olla takistuseks stardikapitali kaasamisele või omakapitali täiendavale suurendamisele. Kui liige loobub liikmestaatusest, nt pensionile jäämise tõttu, lunastatakse hääleõigusega osad tavaliselt ühistu poolt nimiväärtuses. Sellisel juhul võivad investorid soovida väljastada muud hääleõigusega osade klassid, millel on erinevad nimiväärtused ja erinevad lunastamispõhimõtted. Hääleõigusega osad võidakse väljastada vastutasuks täiendavatele omakapitalimaksetele. Erineva klassi osadega ühistuid iseloomustab tavapärasest ühistumudelitest erinev ühistu juhtimise mudel.

Ühistu – lihtne viis väikese ettevõtte tegevuse korraldamiseks

Loomine

- Nõutavat õiguslikku miinimumkapitali ei ole.
- Ühistu moodustamiseks on vaja vähemalt kolme isikut.
- Liikmeteks võivad astuda nii füüsilised kui ka juriidilised isikud; vaja on vaid ühte juriidilist esindajat.

Otsuste vastuvõtmine

- Otsuste vastuvõtmiseks on vaja tegevjuhti, direktorite nõukogu ja üldkoosolekut.
- Kõigil liikmetel on võrdsed omandiõigused, sõltumata kapitali sissemakse suurusest, ning ka võrdne hääleõigus üldkoosolekul hääletamisele pandud küsimustes.

Liikmelisusest loobumine

- Liikmetel on õigus tagasiastumisteate esitamisel oma liikmelisusest loobuda.

Kohustused

- Liikmete finantskohustused on piiratud nende osadega, liikmed ei ole isiklikult vastutavad ühistu võlgade eest.
- Varakahju, likvideerimise või pankroti korral piirdub liikmete vastutus vaid nende omandis olevate osade maksumusega.

Kapitali sissemaksed

- Osakapital tasutakse kas rahas või mitterahaliselt.
- Võimalus on ka täiendava osakapitali märkimiseks. Kapitali tagastamine
- Kapitali sissemaksed tagastatakse ühistu likvideerimise ja liikmelisusest loobumise korral.
- Kasumit makstakse liikmetele proportsionaalselt nende poolt kasutatavatele ühistu teenustele. Maksustamine
- Tulu maksustatakse vastavalt spetsiaalsele maksuraamistikule.
- Ühistud ja ühistu liikmed on eraldi maksumaksjad.

18. Ühistute tulumaksustamine

Mis puudutab omanikele jaotatavat kasumit, võib ühistu tagada seadusliku viisi, kuidas vähendada maksustatavat tulu ja vältida topeltnmaksustamist. Võrreldes teiste juriidiliste kehadega annab riiklik maksuskeem mõnel juhul ühistule olulise eelise maksustatava tulu vähendamise ja iga-aastase kõikumise tasakaalustamise osas.

Ühistud arvutavad välja maksustatava tulu ja kasutavad tulumaksusumäära sarnaselt teistele ettevõtetele, kuid ühe olulise erinevusega. Erinevus seisneb selles, kuidas ühistu jaotab kasumit oma tarbijatele sõltuvalt tarbijate poolt tehtud tehingutest, mitte investoritele sõltuvalt nende investeeringute suuruselt.

Üldpõhimõtte ühistu ja selle liikmete vahel tehtavate tehingute kohta on see, et kõik ühistu kulud ja tulud peaks sisestama selle liikmete kasumiaruandesse, jätmata ühistule kasumina märkimiseks mitte mingit marginaali (ülejääki ega defitsiiti). Seetõttu, kui ettevõtte märgib oma finantsaruandesse marginaali, tuleks seda maksustada vaid korra – siis, kui see on makstud välja ühistu liikmetele kui lõppsaajatele. Kui ühistu jääb oma tegevusega kasumisse, mis vastavalt seadusjärgsetele määrustele on liikmetele maksamata tulu ning võetakse arvele kui tagasimakse liikmetele, lahutatakse see ühistu maksustatavast tulust ning lisatakse selle liikmete maksustatava tulu hulka. Lisaks liikmete tagasimaksetele ei ole maksustatavad ka dividendide väljamaksed, mis jaotatakse liikmetele vastavalt nende osalusele omakapitalis ja teistele mitte-liikmete tuludele.

19. Metsa biokütteühistud

Ühistuna hallatavat kohaliku metsa biokütteil töötavat mikrotootmist võib nimetada töötlemisühistuks. Sellisel juhul koosneb liikmeskond metsa lähteaine tarnijatest, puitkütuse töötlejatest ja ühistu omanike poolt tagatavatest logistikateenustest, mida nad osutavad ühisomandis olevale puitkütuse töötlemisüksus(t)ele (ühele või mitmele bioküttega katlamajale). Töötlemisühistu on vertikaalse integreerimise vorm: integreeritud on väärtuse loomise tehnilised etapid ning horisontaalne koostöö tarnijate vahel, mida muidu korraldavad sõltumatud äriüksused. Ühistu liikmed ühendavad oma ressursid ja tagavad riskikapitali olemasolu, mida investeerida varade järgnevasse töötlemisse, et saada ligipääs kapitaliturule. Saadav kaup (soojusenergia) toodetakse ja tarnitakse ostjale ühistu poolt, kes esitab tarbijale ka arve.

Töötlemisühistu kujutab endast hübriidset struktuuri, kuna võrreldes integreeritud juhtimisstruktuuriga on tarnijate poolt tooraine või teenuste tarbijatena tagamiseks kasutatavad varad, võrreldes ühisomandis oleva töötlemisüksusega, individuaalomandis ja ei kuule ühisomandis oleva üksuse alla. Juhul kui metsavarade omanikud on ka töötlemisühistu toodete tarbijad, jäävad nad sõltumatuteks majandusagentideks. Nende tehingu ühistuga kuuluvad endiselt turu poolvõimsate stiimulite alla. Ühistu juhtimise korraldamine ei ole puhtalt vertikaalne integratsioon (hierarhia), kuna metsa- ja töötlemisvarad ei kuulu ühe ühtse omandiga üksuse alla. Lisaks metsavaradele võib korraldamine hõlmata ka muid tootmisvarade omandite tüüpe.

Soomes võib metsapõhised biokütteühistud jagada järgmisteks gruppideks:

- erametsaomanikud, kes kasutavad oma puistusi sissetuleku saamiseks puidu müügist, mis moodustab nende isiklikust sissetulekust kas peamise või täiendava osa,
- töövõtjad, kes pakuvad puiduraie, hakkimise või transportimise teenuseid kas ainuomaniku või eraldi juriidilise üksusena,
- metsa omavad talunikud, kes kasutavad oma metsamaad täiendava sissetuleku saamiseks ja tööhõiveks.

20. Metsaomanikud kui metsa biokütteühistu liikmed

Ühistuna juhitava metsa bioenergia mikrotootmise algatajateks on tavaliselt kohalikud sidusrühmad, peamiselt lähteaine tootjad, eesmärgiga investeerida ühisettevõtte näol varade järgnevasse töötlemisse ning seeläbi lisada väärtust oma lähteaine müügile ja metsaomandile.

Metsavarade omanike ja töötlemisvarasid omava ühistu vaheliste tehingute korral viib iga metsaomanik oma tooraine otse töotlejale ning saab selle eest ühe kokkulepitud hinna. Selle asemel, et määrata hind vastavalt tootmiskuludele, rakendatakse turupõhist siirdehindade mehhanismi, et tagada stiimul, st motivatsiooni efektiivsuse suurendamiseks. Lähteaine eest müüjatele makstav hind on avatud turuhindadele, nii kaua kuni soojuse müügi lepingulist hinda korrigeeritakse regulaarselt hinnaindeksi järgi, millesse kuulub nn kütusekorv (nt hakkepuu, turvas ja kerge kütteõli), millega kaubeldakse turul konkureerivate hindadega. Seetõttu võistlevad metsaomanikud siiski üksteisega ning neile kohaldatakse ka turu poolvõimsaid stiimuleid.

Kuigi energia muundamisrajatis on ühistu omanike-liikmete ühisomandis, siis seaduse järgi ei laiene tootmisvarade ühisomand tarbijate metsavaradele. Samu sätteid kohaldatakse ka teistele vara omandi tüüpidele. Nende omanikud jäävad majanduslikult sõltumatuks ja nende äritegevused ega varad ei ole liidetud ühe suure ettevõtte alla.

Kokkuvõtteks, lähteainet ostvat ja töötlevat biosoojuse tootjat võib kirjeldada kui ühistu hübriidi, mida iseloomustavad turusarnased mõõtmed, st eraldi omand, autoriteedisuhte puudumine, palju stiimuleid ja autonoomne kohanemine koos hierarhia sarnaste omadustega, st info jagamine, koordineeritud kohanemine, ametlikud horisontaalsed lepingud ja üks töötajaskond.

21. Grupi sidusus kui ühistu järjepidevuse tagatis

Ühistul on oht laguneda, kui liikmete algne entusiasm kaob. Kui liikmete sarnasus hakkab vähenema, võivad liikmed hakata vahetuma. Liituvate liikmete seas valitsevad rahalised motiivid võivad tekitada nõ tasuta kasutaja probleemi. See võib halvendada sotsiaalset käitumist. Võimekamate liikmete lahkumine võib täiendavalt nõrgendada ühistu toimimist, mis omakorda mõjutab motivatsiooni ja tulemusi. Grupi sidususe tugevdamine ja tugev kokkukuuluvustunne vähendavad käitumist, mida juhivad egoism ja isekus, ning mis seetõttu on ühistu jätkamise tagatiseks.

Grupi liikmete sidusus võib tekkida selliste erinevate nähtuste tulemusena nagu inimeste vaheline tõmme, grupi identiteet, vastastikuse sõltuvuse tunne ja vastutus. Sidususe teadlikuks ülesehituseks saab ära kasutada mitmeid tegureid, näiteks liikmete sarnasust, grupi suurust ja liikmete vahetumist. Neid tegureid peaks peegeldama näiteks ühistu liikmete värbamispoliitikas, liikmete vastuvõtmise reeglites ja hääletamise õiguses.

Grupi koostamisel tuleks ennetamise mõttes tegeleda peamiste teguritega, mis mõjutavad grupi sidusust, peamiselt liikmete sarnasuse ja grupi suurusega. Väiksem grupp näiteks on vastuvõtlikum sotsiaalsele survele ja muudab keerukad stiimuli- ja seiresüsteemid mittevajalikuks. Ennetavad mehhanismid, näiteks välistamine, pakuvad võimalusi tugevdada ühtset käitumist pärast seda, kui organisatsioon on loodud. Tihti toimivad ühtekuuluvuse aluseks olevad tegurid läbi üksikisikute identifitseerimise grupi liikmetena ja nende uskumuste, kuidas grupp saab täita nende isiklikke vajadusi.

22. Õiguspärasus

Kui küsida organisatsiooni sidusrühmadelt organisatsiooni käitumistunnuste ja huvide, nõuete ja hoiakute kohta, siis sidusrühmade seisukohalt on kõige olulisem organisatsiooni õiguspärasus. Õiguspärasus, lisaks kohtulikule õiguspärasusele, tähendab üksuse käitumistunnuste või normatiivse staatuse, mis üksusel sidusrühmade hulgas on, aktsepteerimist. Õiguspärasus on juurdunud normidesse, uskumustesse ja kultuuri. Ühiste edufaktoritele mõeldes peab vaatama kaugemale kui ainult majandus ja kaaluma ka aspekte, mis moodustavad ühistu tausta. Neid aspekte tuleks kaaluda siis, kui mõtleme, kui suures osas panustab õiguspärasus või selle puudumine ühistu juhtimismudeli populaarsusesse spetsiifilises kontekstis.

Ühistud kasutavad ära oma pragmaatilist õiguspärasust sidusrühmade jaoks, kasutades peamiselt tarbijaid, tootjaid, tarnijaid või töötajaid, sõltuvalt ühistu tüübist, kes naudivad selle teenuste privilegeeritud kasutamist. Teised sidusrühmad võivad ühistut tunnustada kaudselt, näiteks võib kohalik kogukond nautida ühistu tegevuse tulemusena loodavat majanduslikku ja sotsiaalset kasu.

Enamik inimesi arvab ühistutest tõenäoliselt hästi, kuna tegemist on demokraatliku juhtimise ja kogukonna kaasamisega, mitte niivõrd kasumile orienteeritud ettevõtlike struktuuriga. Sellest hoolimata on ühistute õiguspärasus olnud probleem mitmel pool Euroopas, kus ühistuid tajutakse sotsialistlike minevikupäranditena. Paljudes riikides peitub ühistute jaoks tõsine probleem vähestes teadmistes. Ühistuid ei tajuta diskreetse organisatsioonina, vaid seostatakse hübriidstruktuuriga, kus on segunenud äri- ja sotsiaalloogika. See tundub olevat turule sisenemisel tõsiseks barjääriks, kuna paljud sidusrühmad on tõenäoliselt tõrksad toetama organisatsiooni vormi, mida nad ei tunne ja millest nad aru ei saa. Selline barjäär võib takistada ühistutel muutmast nende potentsiaalseid eeliseid konkreetseteks võimalusteks.

23. Näide heast praktikast – Eno metsaenergiaühistu

Eno energiaühistu asutati 1999. aastal. Täna on see üks umbes 300 kohalikust puidukütteettevõttest Soomes, millest kõige esimesed asutati juba 1992. aastal. Ühistu asub Eno asulas Põhja-Karjalas, Soomes. Ühistu asutati pärast seda, kui kohalik omavalitsus oli pannud püsti esimene katlamaja. Ühistu laiendas edukalt soojuse tootmisega seotud tegevusi, investeerides järgnevatel aastatel jooksul ka teise ja kolmandasse katlamajja. 2004. aastal oli käitise koguvõimsus 4,8 MW.



Joonis 1. Yläkylä küttejaam

Omanik ja käitaja: Eno energiaühistu,
Põhja-Karjala, Soome Võimsus: 0,8 MW
Väljund: 2 800 MWh (2015)
Hakkepuut: 6 200 lahtist m³ (2015)
Foto: Urpo Hassinen
Aastaaruanne 2016

Ühistu, nagu ühistu juhtimismudelid üldiselt ikka, on kogum sõltumatutest ja huvitatud osalejatest. Tarneahela osaliste horisontaalse ja vertikaalse liiduna on ühisettevõtte eesmärgiks kasutada ära koostööd kui konkurentsieelise allikat. Kaheteistkümne metsamaaomaniku poolt asutatud ühistu koosneb erametsaomanditest ja hakkepuidu töövõtjatest kui selle liikmetest. Ühistu ei ole palganud professionaalset juhatust, vaid juhtimisega seotud ülesanded on antud liikmetest esindajatele.

Ühistu omab ja käitab soojusenergiajaamu. Soojusenergia müüakse otse tarbijatele, avalikele asutustele, kohalikele tööstusettevõtetele ja eramajapidamistele vastavalt pikaajalistele tarnelepingutele, mis tagavad ühistu tegevuse järjepidevuse. Ühistu haldab ja teostab järelevalvet kogu tarneahela üle alates ahelas eespool olevatest raiepaikadest kuni tarbimispunktideni, sh soojuse ülekandmist kliendi küttepunkti.

Ühistu ostab soojuse tootmiseks vajalikku küttematerjali erametsaomanikelt, kes on tavaliselt energiaühistu liikmed, ja ka energiapuidu tootjatelt.



Joonis 2. Eno energiaühistu puitkütuse varu hangib Metsäpalvelu Turunen Oy. Aastane klientidele tarnitav kütuse maht on kuni 28 000 lahtist kuupmeetrit. Foto: Arto Soininen

Ühistu jätab puidu raiumise, hakkimise ja transpordiga seotud toimingud sõltumatu-teenusepakkujate hooleks. Iga-aastane tarnitava hakkepuidu maht on 30 000 lahtist kuupmeetrit. Metsaomanikud võivad metsa raiet, puitkütuse kogumist, töötlemist ja transporti teeäärsetele ladumisplassidele teostada ka ise. Hakketeenuse pakkuja pakub tavaliselt masinateenust, kuid võib tegeleda ka materjali ostuga. Sellisel juhul on hakketeenuse pakkujal volitused ka ühistu nimel puitkütust osta.



Joonis 3. Pärast põhjalikku kaalumist otsustasid kohalikud ametivõimud ja metsaomanikud hakata soojuse tootmiseks kasutama hakkepuitu. Foto: Urpo Hassinen

Ühistu eesmärk on tagada taskukohane ja kohalikel energiaressurssidel põhinev soojus kohalikule kogukonnale. Mis puudutab aga liikmete huvi ühistu tegevustes osalemiseks, siis on ühistu tegevused korraldatud kuluefektiivselt, nii et ühistu tulud katavad ära kõik ühistu kohustused ja liikmed teenivad kasumit. Paikkondlikkus on ühistu äritegevuse jaoks äärmiselt oluline mitte ainult liikmete tõttu, vaid ka kohaliku kütuse ja tootmis-teenuste hankimise tõttu.

Ühistu annab täiendava sissetuleku ja töö kohalikele metsaomanikele ning toetab kohalikku majandust ja keskkonnanäesmärkide saavutamist, asendades mittetaastuvad energiaallikad taastuvate energiaallikatega. Ühistu tegevused aitavad tagada kohaliku kogukonna elujõulisuse, pakkudes noortele võimalusi ja tulevikuperspektiive.



Joonis 4. Kohaliku puiduhakke kasutamine vähendab igal aastal kütteõli kasutamisest tulenevaid süsihappegaasi heitmeid 5 000 tonni võrra. Eno ühistu aktivistidel on hea meel keskkonnanäuhinna „Hinku“ üle, mis neile omistati süsinikuneutraalse kogukonna edendamise eest. Foto: Taru Tykkyläinen

Kasutatud allikad

Kirjandus

1. Aghion, P. & Holden, R. Incomplete contracts and the theory of the firm: What have we learned over the past 25 years? *Journal of Economic Perspectives*, Volume 25, Number 2, Spring 2011. pp. 181–197
2. Alexander C., Ivanic R., Rosch S., Tyner W., Wu S. & Yoder J.R. Contract theory and implications for perennial energy crop contracting. *Energy Economics* 34 (2012) 970–979
3. Amit, R. and Zott, C., “Value creation in e-business,” *Strategic Management Journal*, 22, 2001, pp 493–520
4. Borgen, S.O. Rethinking incentive problems in cooperative organizations. *Journal of Socio-Economics* 33 (2004) 383–393.
5. Brechemier, D. & Saussier, S. What governance structure for non-contractible services? An empirical analysis. 16 p. ResearchGate, uploaded January 2001.
6. Carroll, G.R. & Teece, D.J. (1999). *Firms, Markets and Hierarchies: The Transaction Cost Economics Perspective*. Oxford University Press.
7. Casadesus-Masanell, R. & Ricart, J.E. (2009). Working Paper. Harvard Business School. pp 43.
8. Chaddad, F. (2012): Advancing the theory of the cooperative organization: the cooperative as a true hybrid. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 83(4):445–461.
9. Dessein, W. (2012) Incomplete Contracts and Firm Boundaries: New directions. A paper on a presentation prepared for the “Grossman and Hart at 25” -conference held in Brussels on June 24–26, 2011.
10. Hart, O. Firms, Contracts, and Financial Structure. *The Review of Financial Studies*, Vol. 9, No. 4 (Winter, 1996), pp. 1271–1277. Oxford University Press. Review by Milton Harris.
11. Huybrechts, B. & Mertens, S. (2014). The relevance of the cooperative model in the field of renewable energy. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 85:2 2014 pp. 193–212.
12. Leih, S., Linden, G. & Teece, D.j. (2015) Business model and organizational design: A dynamic capabilities perspective. In: *Business model innovation. The organizational dimension*. Nicolai J. Foss & Tina Saebi (eds). Oxford University Press 2015.
13. Ménard, C. & Shirley, M.M. *Handbook of New Institutional Economics*. Springer 2008.
14. Okkonen, L. & Suhonen, N. Business models of heat entrepreneurship in Finland. *Energy Policy* 38 (2010) 3443–3452.
15. Okkonen, L. & Suhonen, N. Business models of heat entrepreneurship in Finland. *Energy Policy* 38 (2010) 3443–3452.
16. Pereira, J.R. (2016): Producer cooperatives: A transaction cost economic approach. In: F. Taisch, A. Jungmeister, and H. Gernet (Eds). *Cooperative Identity and Growth. Conference Proceedings of ICCS 2016 in Lucerne*. St. Gallen: Verlag Raiffeisen Schweiz, 528–536.
17. Riordan, M.H. & Williamson, O.E. Asset specificity and economic organization. *International Journal of Industrial Organization*. Volume 3, Issue 4, December 1985, Pages 365–378
18. Saussier, S. Contractual completeness and transaction costs. *Journal of Economic Behavior & Organization* Vol. 42 (2000) 189–206
19. Suchman, M.C. Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*. 1995, Vol. 20, No. 3, 571–610.
20. Suhonen, N. & Okkonen, L. The Energy Services Company (ESCo) as business model for heat entrepreneurship – A case study of North Karelia, Finland. *Energy Policy* 61 (2013) 783–787
- Zott, C. and Amit, R. Business Model Design and the Performance of Entrepreneurial Firms. *Organization Science*, Vol. 18, No. 2, March–April 2007, pp. 181–199.

Seminarid ja koosolekud

Põhja-Karjala metsaenergia ettevõtjate päev

Kuupäev: 6.4.2018

Koht: Kontiolahti, Kotiseutukeskus

Korraldaja: Põhja-Karjala Metsakeskus

Soome masinaettevõtjate energiapäev

Kuupäev: 8.3.2019

Koht: Helsingi

Korraldaja: Koneyrittäjien liitto (Soome masinaettevõtjate ühing)

Põhja-Karelia metsaenergia ettevõtjate päev

Kuupäev: 29.3.2019

Koht: Kiihtelysvaara, suojeluskuntatalo (Suojapirtti)

Korraldaja: Põhja-Karjala Metsakeskus

Regulaarsed kohtumised taastuvenergia- ja kliimaprogrammi projektijuhtidega

Kuupäev: 3.4.2019

Koht: Joensuu

Korraldaja: Põhja-Karjala piirkonnanöukogu

Riiklik soojusettevõtjate päev

Kuupäev: 25.-26.4.2019

Koht: Tampere, Varala Spordiinstituut

Korraldaja: Soome Bioenergia Tootjate Ühing

Ekspertintervjuu

Dr Lasse Okkonen

Lektor, taastuvenergiaekspert Karjala rakenduskõrgkoolis

(Karelia-ammattikorkeakoulu) 13.2.2019

Koht: Joensuu

Korraldaja: Soome Loodusvarade Uuringuinstituut (Luonnonvarakeskus, (Luke))

Hr Urpo Hassinen

Põhja-Karjala Metsakeskuse metsa- ja taastuvenergia vanemekspert-nõunik

Kuupäev: 5.3.2019

Koht: Joensuu

Korraldaja: Soome Metsakeskus

Hr Esa Kinnunen

Põhja-Karjala Metsakeskuse bioenergia vanemekspert-nõunik, vanemprojektijuht

Kuupäev: 5.3.2019

Koht: Joensuu

Korraldaja: Soome Metsakeskus

Eksperthkonsultatsioonid

Dr Jukka Korri

Taastuenergiaekspert, projektijuht

Työtehoseura TTS – kutsehariduse, koolituse, uuringu- ja arengutegevuse ühing

Hr Hannes Tuohiniitty

Bioenergia ry – Soome Bioenergia Tootjate Ühingu tegevdirektor, sektori juht

Esimees Soojusettevõtlusvõrgu (Lämpöyrittäjyysverkosto)

Hr Jaanus Aun

Juhataja

Eesti Erametsakeskus

Kuupäev: 11.2.2020

Koht: Tallinn

Korraldaja: Baltic ForBio WP2 töögrupi koosolek

Hr Jim Antturi Metsaekspert

Työtehoseura TTS – kutsehariduse, koolituse, uuringu- ja arengutegevuse ühing

Hr Kim Blomqvist

Taastuenergia tehnoloogiate vanemekspert, projektijuht

Karjala rakenduskõrgkool (Karelia-ammattikorkeakoulu)

Hr Mikko Tilvis

Pirkanmaa Metsakeskuse metsa- ja taastuenergia vanemekspert-nõunik

Hr Simo Jaakkola Tegevjuht

Soome masinaettevõtjate ühing

Hr Tage Fredriksson

Bioenergia ry – Soome Bioenergia Ühing Sektori juht

Esimees

Puidu biomassi energianõukogu (Puuenergiavaliokunta)

Hr Timo Turunen

Nõukogu esimees

Eno energiaühistu

Pr Aino Heikura

Taastuenergia ja kliimaprogrammi vanemprojektijuht

Põhja-Karjala piirkonnanõukogu

Külaskäigud ja intervjuud metsa bioenergiaettevõtjatega

Hr Ilkka Lukkarinen
Biowin Karelia Oy tegevjuht
Vaskela katlamaja
Kuupäev: 6.4.2018
Koht: Kontiolahti

Mr. Pasi Kakkinen
Metsäpasi tegevjuht
Kuupäev: 5.4.2019
Koht: Lieksa

Pr Laura Hämäläinen
Itä-Savon Lähienergia Oy tegevjuht
Kuupäev: 23.4.2019
Koht: Kerimäki

Hr Mikko Jauhiainen
Ruutana Heating Oy tegevjuht
Kuupäev: 25.4.2019
Koht: Kiuruvesi



Interregi Läänemere piirkonna programm Baltic ForBio projekt 2017-2020

Metsa bioenergia tootmise kiirendamine Läänemere piirkonnas

Metsa biomass on Läänemere piirkonnas väga oluline taastuvenergia allikas. Üle 80% Eestis, Soomes, Saksamaal, Lätis, Leedus ja Rootsis tarbitavast taastuvenergiast toodetakse metsa biomassist. Praegu moodustavad suurema osa energiatootmiseks kasutatavast metsa biomassist puidutööstuse kõrvalsaadused, ringlussevõetud puit ja kodumajapidamistes kasutatavad küttepuud. Metsa ülestöötamisel tekib tohutul hulgal raiejäätmekuid, millest suurt osa oleks võimalik kasutada energia tootmiseks, kuid mis majanduslikel ja ökoloogilistel põhjustel jäetakse metsa. Valgustusraie käigus raiejäätmekuid ja väikeste puude kogumisel on kasvava metsa bioenergia nõudluse rahuldamiseks palju potentsiaali.

Projekti eesmärk on suurendada taastuvenergia tootmist Läänemere piirkonnas, parandades ametiasutuste, metsa- ja energiaagentuuride, metsaomanike ja ettevõtjate organisatsioonide ning metsanduslase nõustamisega tegelevate organisatsioonide suutlikkust varajase harvendusraie käigus tekkinud raiejäätmekuid ja raiutud väikeste puude kogumise ja kasutamise edendamises. Kätesaadavate tehnoloogiate ja uurimistulemuste põhjal on projekti käigus koostatud see käsiraamat, mis kirjeldab kulutõhusaid ja jätkusuutlikke raieviise, sealhulgas tehnoloogilisi, majanduslikke ja keskkonnanäppesid metsa kasvu eri etappides. Raiejäätmekuid ja väikeste puude ülestöötamise koolitusprogrammid ning valgustusraiel kogutava biomassi näidiskohad vastavad käsiraamatu sisule. Käsiraamatu sisu on suunatud jätkusuutliku äri loomisele ja kohaliku bioenergiatootmise suutlikkuse suurendamisele.

Projektist

Baltic ForBio on üleeuroopaline teaduskoostöö säästva rohelise energia teemal, milles osaleb kuuest riigist 13 partnerit ja neli täiendavat assotsieerunud organisatsiooni.

Ajaraam ja rahastus

Kestvus: oktoober 2017 – märts 2021

Kogu eelarve: 2,55 miljonit eurot

Euroopa Regionaalarengu Fond:

2 miljonit eurot

www.slu.se/balticforbio/

