



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT



Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Lääne-Virumaa metsaressursi analüüs taastuvenergia tootmiseks

Hajaenergeetika õppekava

Magistritöö

Juhendaja

teadur Allar Padari

Kaasjuhendaja

teadur Ülo Kask

Lõpetaja

Anna-Liisa Kuusmik

Tallinn-Tartu 2016

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks hajaenergeetika erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Lõpetaja (allkiri ja kuupäev) _____

Lõputöö kokkuvõte

| | |
|---|----------------------------------|
| <i>Autor:</i> Anna-Liisa Kuusmik | <i>Lõputöö liik:</i> Magistritöö |
| <i>Töö pealkiri:</i> Lääne-Virumaa metsaressursi analüüs taastuenergia tootmiseks | |
| <i>Kuupäev:</i> 27.05.2016 | <i>81 lk</i> |
| <i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool <i>Teaduskond:</i> Energeetikateaduskond <i>Instituut:</i> Elektroenergeetika instituut <i>Õppeosakond:</i> Metsatööstuse osakond | |
| <i>Töö juhendaja:</i> teadur Allar Padari <i>Töö kaasjuhendaja:</i> teadur Ülo Kask | |
| <i>Sisu kirjeldus:</i> Magistritöö eesmärgiks on analüüsida Lääne-Viru maakonna metsaressurssi ja selle kasutusvõimalusi maakonnas taastuenergia tootmisel. Magistritöö andmeanalüüsi tulemusena määratakse metsaressursi potentsiaalne aastane keskmine toodang. Magistritöö andmeanalüüsis on põhiliseks kasutatud tarkvaraks geoinfosüsteem MapInfo Professional 11.5 ning andmebaasisüsteem Microsoft Visual FoxPro 9. Magistritöö annab täpsemad tulemused Lääne-Viru maakonna metsamaa potentsiaalsele puidutootlikkusele ja pakub kasutusvõimalusi energeetikas potentsiaalsele kasutatavale puitressursile nagu küttepuit ja raiejäätmel Lääne-Viru maakonna energiavajaduse rahuldamisel. Magistritöö analüüsi tulemused näitasid, et Lääne-Viru maakonna metsade potentsiaalseks kütteks kasutatava ressursi (küttepuit ja raiejäätmel) energeetiliseks potentsiaaliks on 366 GWh/a. Samas maakonna 2015. aasta katlakütuste tarbimine oli 1 903 GWh. Küttepuidu vajadus 2015. aastal oli 235 GWh ning hakkpuidu ja puitjäätmel vajadus 400 GWh. | |
| <i>Märksõnad:</i> Lääne-Viru, metsaressurss, raiejäätmel, puitkütused, taastuenergia, GIS analüüs | |

Summary of the Thesis

| | |
|---|--|
| <i>Author:</i> Anna-Liisa Kuusmik | <i>Kind of the work:</i> Master's Thesis |
| <i>Title:</i> Analysis of forest resources of Lääne-Viru county for renewable energy production | |
| <i>Date:</i> 27.05.2016 | <i>81 pages</i> |
| <i>University:</i> Tallinn University of Technology <i>Faculty:</i> Faculty of Power Engineering <i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering <i>Department:</i> Department of Forest Industry | |
| <i>Tutor of the work:</i> Researcher Allar Padari <i>Consultant:</i> Researcher Ülo Kask | |
| <i>Abstract:</i> The aim of Master's thesis is to analyse forest resources of Lääne-Viru County and its usage for renewable energy production. As result of the data analysis annual potential yield of forest resources was determined. MapInfo Professional 11.5 and Microsoft Visual FoxPro 9 software were the main tools used for data analysis. Master's thesis gives more exact results for potential yield of wood fuel resources of the forests Lääne-Viru County. Also, it suggests different opportunities to use potential wood fuel resources (firewood, logging residues) for covering energy demand in Lääne-Viru County. The results of analysis showed that annual potential yield of forest resources (firewood, logging residues) of Lääne-Viru County is 366 GWh. The demand of firewood in 2015 was 235 GWh and the demand of woodchips and logging residues was 400 GWh. | |
| <i>Key words:</i> Lääne-Viru, forest resources, logging residues, wood fuels, renewable energy, GIS analysis | |

Sisukord

| | |
|---|-----------|
| Lõputöö ülesanne..... | 9 |
| Eessõna | 11 |
| Sissejuhatus..... | 12 |
| 1. Ülevaade maakonnast | 16 |
| 1.1. Lääne-Virumaa maakasutuse struktuur..... | 17 |
| 2. Arengud maakonna kütuste ja energia kasutuses..... | 19 |
| 2.1. Projektid taastuvkütusele üleminekuks Lääne-Viru maakonnas..... | 20 |
| 2.2. Üldandmed kütuste kasutamise kohta Lääne-Viru maakonnas | 21 |
| 2.3. Kütuste tarbimine Lääne-Viru maakonna valdades aastal 2015 | 23 |
| 2.4. Kütuste tootmine Lääne-Viru maakonnas..... | 24 |
| 2.5. Elektrienergia tarbimine ja tootmine Lääne-Viru maakonnas | 26 |
| 2.6. Soojusenergia tarbimine ja tootmine Lääne-Viru maakonnas | 28 |
| 2.7. Puitkütuseid kasutavad katlamajad Lääne-Viru maakonnas..... | 31 |
| 3. Materjal ja meetodika | 33 |
| 3.1. Metsa pindala ja metsa omadused..... | 34 |
| 3.2. Kaitsealad..... | 35 |
| 3.3. Metsade potentsiaalne toodang | 37 |
| 3.4. Boniteediklassi määramine | 39 |
| 3.5. Teisendused..... | 40 |
| 4. Lääne-Viru maakonna metsade puitbiomass | 41 |
| 4.1. Metsade jagunemine omandivormi ja peapuuliigi järgi..... | 42 |
| 4.2. Metsade jagunemine kaitsealade vahel..... | 43 |
| 4.3. Metsade jagunemine boniteediklassidesse..... | 44 |
| 4.4. Metsade jagunemine kasvukohatüüpidesse..... | 45 |
| 4.5. Puitkütuse potentsiaal Lääne-Viru maakonna metsadest | 47 |
| 4.6. Puitkütuse energeetiline potentsiaal Lääne-Viru maakonna metsadest | 49 |
| 5. Puitressursi kasutusvõimalused Lääne-Viru maakonna energiavajaduse katmisel | 51 |
| 5.1. Väljakutsed puitressursi realiseerimisel..... | 55 |
| 5.2. Potentsiaalsed puitkütuste tarbijad Lääne-Viru maakonnas..... | 58 |
| Kokkuvõte | 62 |
| Kirjandus | 65 |
| Lisad | 72 |
| L.1. Kõlvikute pindalaline jaotus | 73 |
| L.2. Registrikandega metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi | 74 |
| L.3. Registrikandeta metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi..... | 75 |
| L.4. Registrikandega metsamaa jagunemine kasvukohatüüpidesse | 76 |
| L.5. Registrikandeta metsamaa jagunemine kasvukohatüüpidesse..... | 77 |
| L.6. Metsa juurdekasv ja sortimentide mahud puuliigi järgi..... | 78 |

Jooniste loetelu

| | |
|--|----|
| JOONIS 1. TAASTUVENERGIAALLIKATE OSAKAAL (%) ENERGIA LÕPPTARBIMISES EUROOPA LIIDU LIIKMESRIIKIDES 2014. AASTAL [4]..... | 12 |
| JOONIS 2. EUROOPA RIIKIDE METSA PINDALA (MLN HA) JA METSASUSE %, 2010 [17]..... | 14 |
| JOONIS 3. LÄÄNE-VIRU MAAKOND JA PAIKNEMINE EESTIS [19]..... | 16 |
| JOONIS 4. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA KÕLVIKUTE JAOTUS | 18 |
| JOONIS 5. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA MAAKASUTUS | 18 |
| JOONIS 6. KÜTUSTE TARBIMINE (GWH) SOOJUSE TOOTMISEKS EESTIS AASTATEL 2005–2014 [20] | 19 |
| JOONIS 7. KÜTUSTE TARBIMISE STRUKTUUR SOOJUSE TOOTMISEKS EESTIS AASTATEL 2005 JA 2014 [20] | 20 |
| JOONIS 8. SUUREMATE PUITKÜTUSE KATLAMAJADE PAIKNEMINE LÄÄNE-VIRU MAAKONNAS. ROHELINE – KATLAMAJA TOODETUD SOOJUS MÜÜGIKS, KOLLANE – KATLAMAJA TOODETUD SOOJUS OMATARBEKS [24]..... | 32 |
| JOONIS 9. NÄITED KAARDIKIHTIDEST 5 X 5 KM ALAL. 1 – PÕHIKAARDI PINDADE KIHT, 2 – MULLAKAARDI KIHT, 3 – METSAREGISTRI KAARDIKIHT, 4 – OMAVALITSUSTE PINNAKIHT | 33 |
| JOONIS 10. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA METSAMAA JA KAITSEALAD, PUNASEGA – KAITSEALAL MAJANDAMINE LUBATUD 0%, SINISEGA – MAJANDAMINE LUBATUD 50%, ROHELISEGA – PIIRANGUTA METSAMAA | 36 |
| JOONIS 11. METSASUSE OSAKAAL (%) LÄÄNE-VIRU VALDADES | 41 |
| JOONIS 12. NAFTA* JA PUIDU** HINNA VÕRDLUS [67] | 56 |
| JOONIS 13. GAASI HIND VÕRDLUSES PUIDU HINNAGA [68] | 57 |
| JOONIS 14. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA METSARESSURSI (KÜTTEPUIT JA RAIEJÄÄTMED) ENERGEETILINE POTENTSIAAL (GWH) JA KATLAMAJADE PUITKÜTUSTE TARBIMINE (GWH)..... | 59 |

Tabelite loetelu

| | |
|---|----|
| TABEL 1. KÜTUSTE TARBIMINE NATURAALÜHIKUTES LÄÄNE-VIRU MAAKONNAS 2010–2014 [19] | 22 |
| TABEL 2. KÜTUSTE TARBIMINE (TJ) LÄÄNE-VIRU MAAKONNAS 2010–2014..... | 22 |
| TABEL 3. KÜTUSTE TARBIMINE LÄÄNE-VIRUMAA VALDADES AASTAL 2015 [24] | 24 |
| TABEL 4. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA METSADE KOGURAIE JA KÜTTEPUIDU RAIE AASTATEL 2011–2014 [19] | 25 |
| TABEL 5. ETTEVÕTETE TURBA KAEVANDAMISE MAHUD AASTATEL 2012–2014 [31] | 26 |
| TABEL 6. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA ELEKTRIENERGIA TARBIMINE AASTATEL 2012–2014 [19].. | 26 |
| TABEL 7. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA ELEKTRIENERGIA TOODANG 2015. AASTAL TAASTUVENERGIAALLIKATEST TOOTMISÜKSUSETI..... | 27 |

| | |
|---|----|
| TABEL 8. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA SOOJUSENERGIA TARBIMINE AASTATEL 2012–2014 [19].... | 28 |
| TABEL 9. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA SOOJUSE TOODANG MÜÜGIKS KÜTUSE LIIGITI 2015. AASTAL [24]..... | 28 |
| TABEL 10. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA SOOJUSE TOODANG MÜÜGIKS 2015. AASTAL ETTEVÕTETE JA KÜTUSTE KAUPA [24] | 29 |
| TABEL 11. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA OMATARBEKS KULUNUD SOOJUSENERGIA TOODANG 2015. AASTAL KASUTATUD KÜTUSE LIIGITI [24]..... | 30 |
| TABEL 12. PUITKÜTUSEID KASUTAVATE KATLAMAJADE VÕIMSUSED JA SOOJUSE TOODANGUD AASTAL 2015 [24] | 31 |
| TABEL 13. JOONOBJEKTIDE PUHVERTSOONI RAADIUSED | 34 |
| TABEL 14. KAITSEALADELE KEHTESTATUD KATEGOORIAD SÕLTUVALT MAJANDUSTEgevuse LUBATAVUSEST..... | 37 |
| TABEL 15. BONITEEDIKLASSI MÄÄRAMISE TINGIMUSED..... | 39 |
| TABEL 16. KÜTUSTE KÜTTEVÄÄRTUSED (GJ/T) JA ENERGIASISALDUS (MWH/T) [51] | 40 |
| TABEL 17. KÜTUSTE KÜTTEVÄÄRTUSED (GJ/T) JA ENERGIASISALDUS (MWH/T) [52] | 40 |
| TABEL 18. METSAREGISTRIS OLEVATE ANDMETE JÄRGI METSAMAA JAGUNEMINE OMANDIVORMI KAUPA LÄÄNE-VIRU MAAKONNA VALDADES | 42 |
| TABEL 19. REGISTRIGA METSAMAA PUUDE LIIGILINE JAGUNEMINE OMANDIVORMI JÄRGI LÄÄNE-VIRU MAAKONNAS..... | 43 |
| TABEL 20. METSAMAA JAGUNEMINE KAITSEKATEGOORiate JÄRGI LÄÄNE-VIRU MAAKONNA VALDADES..... | 44 |
| TABEL 21. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA KAITSEPIIRANGUTA METSADE JAGUNEMINE BONITEEDIKLASSIDESSE..... | 45 |
| TABEL 22. KAITSEPIIRANGUTA METSADE JAGUNEMINE KASVUKOHATÜÜBI RÜHMADESSE LÄÄNE-VIRU MAAKONNA VALDADES | 46 |
| TABEL 23. KAITSEPIIRANGUTA METSA PROGNOOSITAV PIKAAJALINE KESKMINE JUURDEKASV JA AASTANE TOODANG LÄÄNE-VIRU MAAKONNAS | 47 |
| TABEL 24. KAITSEALADEL PAIKNEVA METSA PROGNOOSITAV PIKAAJALINE KESKMINE JUURDEKASV JA AASTANE TOODANG LÄÄNE-VIRU MAAKONNAS | 48 |
| TABEL 25. KAITSEPIIRANGUTA METSADE PIKAAJALINE KESKMINE JUURDEKASV JA AASTANE TOODANG PUULIIGI JÄRGI LÄÄNE-VIRUMAAL..... | 49 |
| TABEL 26. KAITSEPIIRANGUTA METSADE PUITKÜTUSTE ENERGEETILINE POTENTSIAAL (TJ) LÄÄNE-VIRU MAAKONNA VALDADES | 50 |
| TABEL 27. KAITSEPIIRANGUTA METSADE PUITKÜTUSTE ENERGEETILINE POTENTSIAAL (GWH) LÄÄNE-VIRU MAAKONNA VALDADES | 50 |
| TABEL 28. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA VALDADE POTENTSIAALSE PUITRESSURSI JA KATLAKÜTUSTE TARBIMISE KOONDTABEL..... | 51 |
| TABEL 29. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA KÜTTEPUIDU RESSURSS JA KÜTTEPUIDU VAJADUS | 52 |
| TABEL 30. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA RAIEJÄÄTMETE RESSURSS JA HAKKPUIDU NING PUITJÄÄTMETE VAJADUS..... | 53 |

| | |
|--|----|
| TABEL 31. LÄÄNE-VIRU MAAKONNA ENERGIAPUIDUNA KASUTATAV RESSURSS NING SOOJUS- JA ELEKTRIENERGIA TARBIMINE..... | 54 |
| TABEL 32. METSANDUSE JA PÕLLUMAJANDUSE ETTEVÕTJATE HINNANGUL KAUGEIM KOHT BIOMASSI TRANSPORTIMISEL OMATARBEKS NING EDASIMÜÜGIKS ETTEVÕTTE TEGUTSEMISE ASUKOHAST, KM-TES [66] | 55 |
| TABEL 33. SOOJUSENERGIA MAKSUMUS KATLAMAJA VÄLJUNDIS (2015. AASTA OKTOOBRI SEISUGA) [69] | 57 |

Lõputöö ülesanne

| | |
|----------------------------|---|
| Lõputöö teema: | Lääne-Virumaa metsaressursi taastuenergia tootmiseks analüüs |
| Üliõpilane: | Anna-Liisa Kuusmik, 143734AAHM |
| Lõputöö juhendaja: | Allar Padari |
| Õppeosakond: | Metsatööstuse osakond |
| Lõputöö kaasjuhendaja: | Ülo Kask |
| Lõputöö esitamise tähtaeg: | 27.05.2016 |

Üliõpilane (allkiri)

Juhendaja (allkiri)

Kaasjuhendaja (allkiri)

Teema põhjendus:

Seni on metsaressursi hindamisel piiratud ainult tüvepuidu tagavara mahu hindamisega. Oluline on tähelepanu pöörata aga ka raiejäätmete (oksad, ladvad) kui kasutamata potentsiaalse energiapuiduressursi hindamisele. Raiejäätmed on taastuv energiaallikas, mida saab kohalikul tasandil kokku koguda ning kasutada kohaliku energiavajaduse katmiseks, suurendades seeläbi puitkütuste kasutamise osakaalu Eestis. Käesoleva magistritöö annab täpsemad tulemused Lääne-Viru maakonna metsamaa potentsiaalsele puidutootlikkusele ja pakub kasutusvõimalusi energeetikas potentsiaalsele kasutatavale puitressursile Lääne-Viru maakonna energiavajaduse rahuldamisel.

Töö eesmärk:

Töö eesmärgiks on määrata Lääne-Viru maakonna metsaressursi potentsiaalne aasta keskmine toodang ja pakkuda võimalusi selle kasutamiseks maakonna energiavajaduse rahuldamisel.

Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

- 1) Milline on Lääne-Viru maajaotuse struktuur?
- 2) Milline on Lääne-Viru metsade keskmise aastane toodang ja energeetiline potentsiaal?
- 3) Milline on Lääne-Viru maakonna kütuste tarbimine?
- 4) Kas maakonna metsadest saadava toodanguga saab katta maakonna energiavajaduse?

Lähteandmed:

Põhilised lähteandmed:

- 1) Eesti Põhikaart, digitaalne mullakaart, metsaregistri andmed, haldusüksuste, kaitsealade ja elektriliinide kaardikihid. Andmed asuvad Eesti Maaülikoolis ning on antud kasutamiseks õppetöö eesmärgil;
- 2) Statistikaameti andmebaas;
- 3) Tallinna Tehnikaülikooli Soojustehnika instituudis koostatud uuringu „Eesti katlamajades turbakütuse kasutusvõimaluste laiendamiseks vajaliku andmebaasi loomine“ juurde kuuluv andmetabel Eesti katlamajade andmete kohta;
- 4) Lääne-Viru maakonna valdade arengukavad.

Eessõna

Magistritöö teema valiti välja koostöös käesoleva magistritöö juhendajate Eesti Maaülikooli metsatööstuse osakonna teadur Allar Padari ja Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnikainstituudi teaduri Ülo Kasega. Magistritöö koostamisel oli oluline osa Eesti Maaülikooli poolt kasutamiseks võimaldatud ruumiandmetel, mida magistritöös analüüsiti geoinfo- ja andmebaasisüsteemi abil.

Soovin tänada juhendajat Allar Padarit, kes abistas nõu ja jõuga andmete ruumilise analüüsi õnnestumisel. Samuti tänan juhendajat Ülo Kaske, kes jagas väärtuslikke nõuandeid ja märkusi ning kasulikke materjale magistritöö koostamiseks.

Sissejuhatus

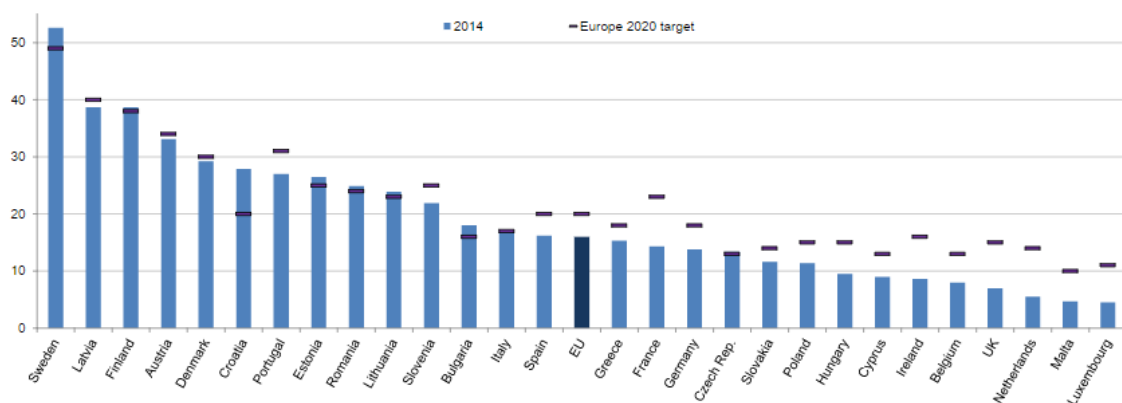
Euroopa Liidu (EL) 2009. aastal vastu võetud energia- ja kliimapoliitika raamistik on kehtestanud eesmärgid, mis tuleb saavutada EL-is 2020. aastaks [1]:

- 1) Vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni võrreldes 1990. aasta tasemega keskmiselt 20%;
- 2) Vähendada primaarenergia tarbimist 20%;
- 3) Saavutada taastuvate energiaallikate osakaaluks energia lõpptarbimises 20%.

Sealjuures on igale liikmesriigile kehtestatud eraldi eesmärginorm, arvestades riikide suhtelist rikkust kui ka varasemaid edusamme taastuvenergia arendamisel.

Lisaks 2020. aasta eesmärkidele sõlmiti 2014. aasta oktoobris Euroopa Liidu kliima- ja energiapoliitika raamistikulepe aastani 2030, mis kehtestab veelgi karmimad nõuded (vähendada CO₂ heitmeid 40% võrra, EL ülene eesmärk taastuvenergia osakaaluks 27%) [2]. 2015. aasta novembris peeti ÜRO kliimakonverents COP21, kus otsustati, et kogu maailma eesmärgiks peab olema hoida maailma keskmise temperatuuri tõus pikemas perspektiivis alla 2 °C [3]. Selliste ambitsioonikate eesmärkide taustal tuleb igal riigil võtta vastutus ja püüelda eesmärkide täitmise nimel.

Eurostati 2016. aastal avaldatud andmete järgi on üheksa EL-i liikmesriiki (Eesti, Bulgaaria, Horvaatia, Itaalia, Leedu, Rootsi, Rumeenia, Soome, Tšehhi) juba täitnud oma taastuvenergia valdkonnas püstitatud eesmärgi saavutada riigile kehtestatud taastuvate energiaallikate osakaal energia lõpptarbimises (Joonis 1) [4]. Eesti oli üks esimesi eesmärgi täitjaid juba 2012. aastal. Lähiajal on eesmärki saavutamas ka Taani ja Austria.



Joonis 1. Taastuvenergiaallikate osakaal (%) energia lõpptarbimises Euroopa Liidu liikmesriikides 2014. aastal [4]

Eesti taastuvenergia eesmärk on täidetud peamiselt tänu soojusmajandusele, kus katlamajad on läinud üle taastuvatele allikatele tänu biokütuste odavamale hinnale fossiilsete (maagaas, kütteõlid) kütuste ees. Kindlasti aga on soojusmajanduses potentsiaali rohkemgi taastuvaid kütuseid kasutada. Praegune olukord näitab, et Eestis on fossiilsest kütusest (põlevkivist) toodetud elektrienergia osakaal tarbimises 83%, mis on endiselt äärmiselt suur osakaal. Elektri- ja transpordisektori taastuvenergia alameesmärgid on Eestil veel täitmata. [5]

2014. aasta seisuga toodeti Eestis taastuvenergiat peamiselt biomassist, tuulest, biogaasist ning biolagunevatest jäätmetest [5]. Biomassist toodeti Eesti põhivõrguettevõtte Elering ASi andmetel 710 GWh elektrienergiat, mis moodustas 52% taastuvenergia toodangust [5]. Vastavalt Euroopa Liidu taastuvenergia direktiivile on antud juhised, et biomassi potentsiaali täielikuks ärakasutamiseks tuleks igal Euroopa Liidu riigil suurendada puiduvaru kui kohaliku ressursi kasutuselevõttu ja töötada välja uusi metsandussüsteeme [1].

Seoses EL-i energia ja kliimapoliitikaga on ilmunud teadusuuringuid erinevate EL riikide metsade kohta, kus määratakse energia tootmiseks saadaoleva puitmassi kogus. Nii on geoinfosüsteemi (GIS) tarkvarade abil tehtud uuringuid näiteks Itaalia [6] [7], Hispaania [8], Portugali [9], Rootsi [10], Soome [11], Taani [12] metsade biomassi kohta, kus on püütud arvesse võtta iga riigi geograafilisest asendist (nt alpialade keeruline maastik) või muust tegurist (majandus) olenevat spetsiifikat. Kõigi tööde koostamise ajendiks on olnud riikides kasvav biokütuste tarbimine ja suuremas ulatuses taastuvate energiaallikate kasutuselevõttust huvitumine. Väljaspool EL-i on tehtud esimesi uuringuid ka Ukraina Tšernobõli tuumajaama ümbritsevatel mahajäetud ja radioaktiivselt saastunud aladel, kus võiks leida potentsiaalseid biomassi allikaid, mida võiks kasutada Ukraina soojusmajanduses kütteks [13]. Tulemused näitavad siiski, et biomassi kasutuse tasuvuses ja ohutuses veendumiseks tuleb teha veel uuringuid. Ka Jaapan, mis on 60% ulatuses kaetud metsaga, on hakanud pöörama tähelepanu puitmassi kasutusvõimalustele energeetikasektoris [14].

Euroopa suurima metsasuse osakaaluga ja suurima puitbiomassi saadavusega riigid asuvad Põhja-Euroopas, kus suurima metsasuse osakaaluga on esirinnas Rootsi ja Soome. Võrreldes Põhja-Euroopaga on Lõuna-Euroopa riikides saadaval oluliselt vähem puitbiomassi, kuid teisalt on Lõuna-Euroopa riikides rohkelt põllumajandusest pärinevat biomassi energeetikasektoris kasutamiseks. [15]

Eesti on Euroopas metsasuselt üks suurema osakaaluga riike EL-i kuulutavate Skandinaavia riikide kõrval (Joonis 2). Aruka metsamajandamise, metsade tootlikkuse, elujõulisuse ja

mitmekesisuse tagamine ning tõhus puitressursi kasutus peavad olema iga riigi prioriteet. Eesti metsanduse arengukava aastani 2020 kehtestab, et puidu kasutamine pikas perspektiivis ei või olla suurem kui metsa juurdekasv. Puidu kasutamine energiaallikana vähendab kliimamõju, sest asendatakse keskkonda rohkem saastavad fossiilsed kütused keskkonnasõbralikuma alternatiiviga. Teisalt luuakse puidu energiakasutusega uusi töökohti, vähendatakse energiasektori sõltuvust välistoorainest ja suurendatakse tarnekindlust. [16]



Joonis 2. Euroopa riikide metsa pindala (mln ha) ja metsasuse %, 2010 [17]

Puit on Eestis taastuenergiaallikatest kasutatavaim alternatiiv ning on tulevikuski potentsiaalne energiaallikas. Seega on oluline puitressursi potentsiaalset saadavust Eestis tervikuna kui ka kohalikul tasandil detailsemalt uurida. Tähtis on teada mil määral on võimalik puitu iga-aastaselt kasutada, et mitte ületada metsade aastast juurdekasvu, ning sealhulgas leida ka siiani suuresti kasutamata olnud raiejäätmete saadavuse potentsiaal.

Käesoleva töö peamiseks eesmärgiks on määrata Lääne-Viru maakonna metsaressursi potentsiaalne aasta keskmine toodang ja pakkuda võimalusi kütteks kasutatava ressursi kasutamiseks maakonna energiavajaduse rahuldamisel. Magistritöö on jaotatud viieks peatükiks, millest esimesed kaks kirjeldavad Lääne-Viru maakonda ja arenguid maakonna

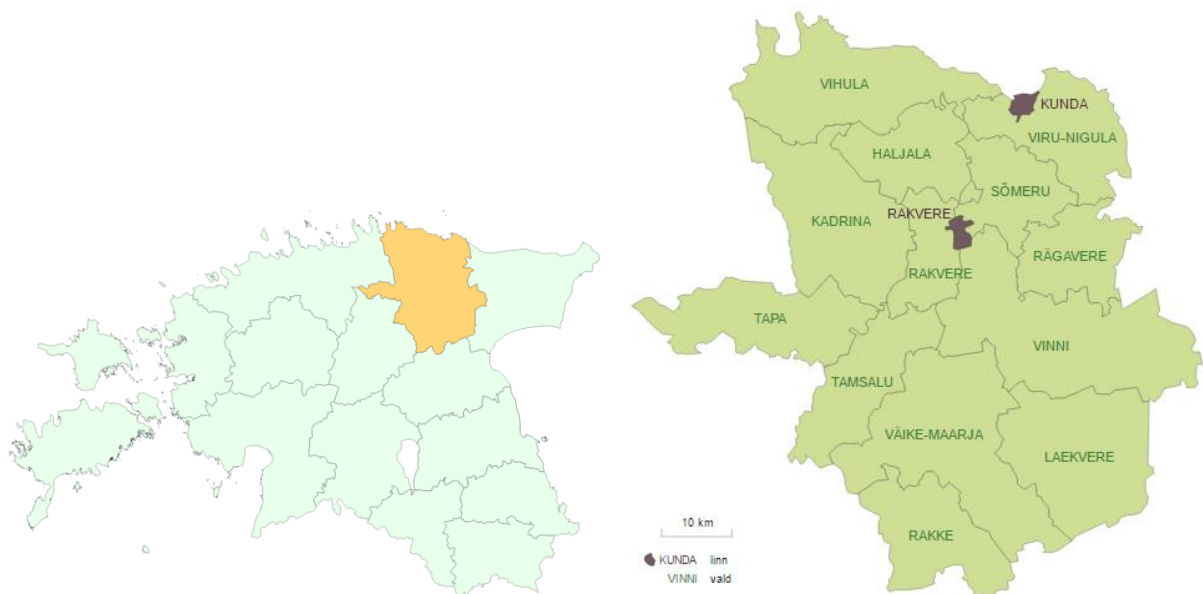
kütuste ning energia tarbimises. Kolmandas antakse ülevaade magistritöös kasutatud materjalist ja meetodikast. Neljandaks iseloomustatakse magistrandi kogutud andmete analüüsi tulemusena Lääne-Viru metsi ning metsade potentsiaalset aastast toodangut. Viiendaks pakutakse võimalusi, kuidas võiks Lääne-Viru metsadest saadav puitkütuste ressurss olla kasutatav Lääne-Viru maakonna energiavajaduse rahuldamisel.

1. Ülevaade maakonnast

Lääne-Virumaa on Põhja-Eesti maakond, mis piirneb idas Ida-Viru, lõunas Jõgeva ning läänes Järva ja Harju maakondadega ning põhjas Soome lahega (Joonis 3). Lääne-Viru maakonnakeskus on Rakvere linn. Kunda ja Rakvere on maakonna linnad ning lisaks on 2 vallasisest linna (Tamsalu ja Tapa), 21 alevikku ja 379 küla. Maakonna pindala on 362 780 hektarit. [18]

Maakonnakeskus Rakvere asub riigi pealinnast, Tallinnast 98 km kaugusel. Teised Eesti suuremad linnad asuvad Rakverest järgnevalt: Jõhvi 67 km, Tartu 123 km ja Pärnu 178 km kaugusel. Maakonna suuremad magistraalid on Tallinn–Narva ja Sõmeru–Pärnu maantee ning Tallinn–Narva ja Tallinn–Tartu raudtee. Tapa on tähtis raudteesõlmpunkt ning Kundas asub oluline kaubasadam, kust käib kaubavahetus mitmete riikide vahel. [19]

Lääne-Viru maakond on rahvaarvult 5. maakond ja pindalalt 3. maakond Eestis. 85% maakonna rahvastikust moodustavad eestlased. 2016. aasta seisuga elab maakonnakeskuses Rakveres 15 944 inimest. Maakonna rahvaarv on kokku 59 039 inimest. [19]



Joonis 3. Lääne-Viru maakond ja paiknemine Eestis [19]

Tähtsamad ettevõtlusvaldkonnad on toiduainetööstus, mööbli- ja ehitusmaterjalide tootmine, laondus ja logistika, põllumajandus, samuti turism. Tuntumad firmad on Rakvere Lihakombinaat (lihatooted), Bellus Furnitur OÜ (pehme mööbel), Kunda Nordic Tsement AS (ehitustsement), JELD-WEN Eesti AS (uksed, aknad), Farmi Piimatööstus AS, Nantecom

Saaremaa DeliFood OÜ, AS Hallik (HAGAR kaubamärgi pagaritooted), AS Viru Ölu, OG Elektra AS (Grossi jaemüügikaupluste kett), HAKA Plast AS (plastikust torud ja pontoonid), AS Estonian Cell (haava puitmass paberitööstustele), Flexa Eesti AS (lastemööbel), Aqva Hotels OÜ (Spa ja hotell). [19]

Looduskeskkonnalt ja –väärtuste poolt on Lääne-Viru maakond vaheldusrikas. Maakonna territooriumi katab 36% ulatuses riigile strateegilise tähtsusega maavara põlevkivi, samuti fosforiidi ning tehnoloogilise lubjakivi maardlad. Maavarasid kaevandatakse tööstuslikus mahus tsemenditootmiseks. Pandivere kõrgustiku piirkond on olulisim põhjavee allikas, mis piirkonna geoloogilise ehituse tõttu on äärmiselt keskkonnatundlik. Maakonna põhjarannikut katab ligi 60 protsendi ulatuses Lahemaa rahvuspark, mis on Euroopa üks tähtsamaid metsakaitsealasid. Rahvuspargi eesmärgiks on kaitsta ka unikaalset rannamaastikku, püsielupaiku, aga ka traditsioonilist inimasustust rannaalal. Lääne-Virumaa põllumaad on kõrge viljakusega. [18]

Plaanid kaevandada maavarasid energia, väetiste ja ehitusmaterjalide tootmiseks on tekitanud avaliku diskussiooni elukeskkonna säilimise üle ja toonud kaasa pigem tõrjuva hoiaku maavarade kaevandamise suhtes. Nii maavarade kui ka põllumajandusmaa intensiivne kasutus sunnib mõtlema põhjavee kaitstusele, mille suurim reservuaar asub Pandivere piirkonnas. [18]

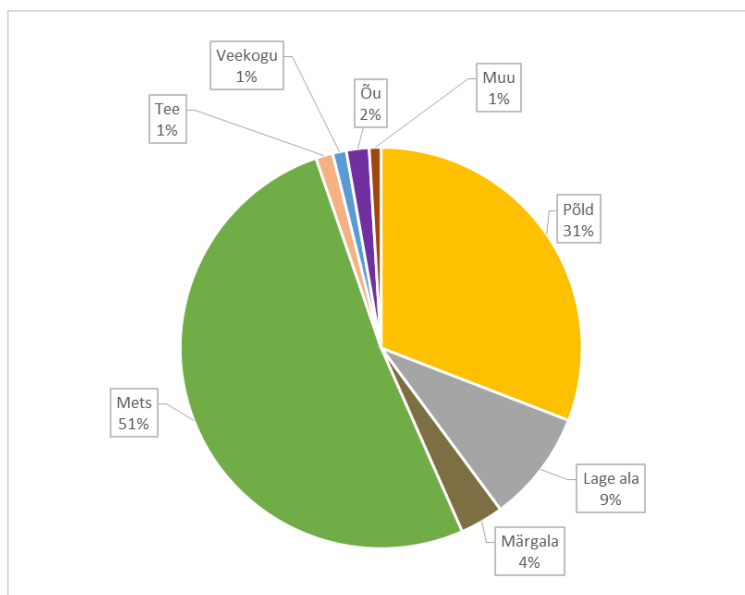
Energiasääst ja keskkonnahoid on Lääne-Virumaa jaoks olulised teemad. Maakonnas on vaja rekonstrueerida küttesüsteeme ja uuendada tänavavalgustust, hooneid ehitada või renoveerida energiasäästu põhimõtteid arvestades. Arenguna nähakse alternatiivenergiavõimaluste kaasamist olemasolevate ühiskondlike hoonete energiavajaduse katmiseks, mistõttu on võetud suund fossiilseid kütuseid kasutavatest seadmetest loobumise suunas. [18]

1.1. Lääne-Virumaa maakasutuse struktuur

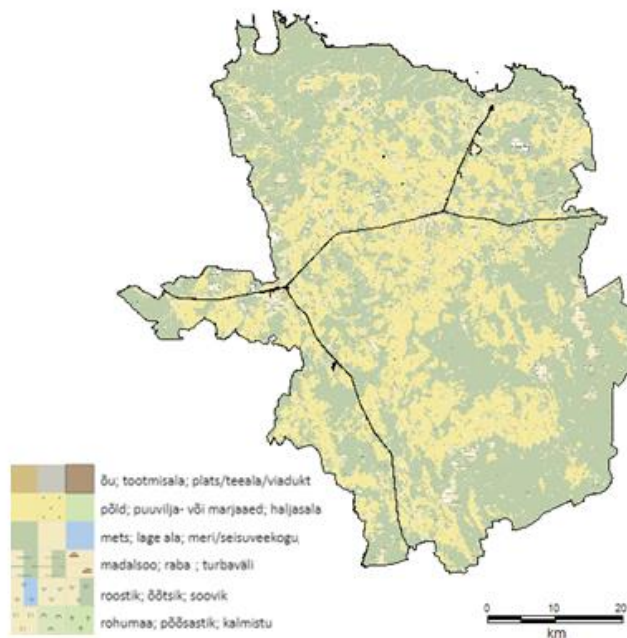
Lääne-Viru maakonna pindala on 362 780 hektarit. Suurima osa Lääne-Virumaa maakasutusest moodustab metsamaa (51%) (Joonis 4). Haritava maa osakaal moodustab maakasutusest 31%. Ülejäänutel kõlvikutel on väiksem osatähtsus: lagedat ala on 9%, märgala 4%, õueala 2%, veekogud ja teed moodustavad 1% maakonna pindalast.

Suured metsaalad paiknevad valdavalt maakonna äärealadel, samas põllumassiive esineb visuaalselt hinnates enim maakonna keskosas (Joonis 5). Maakonna ida- ja lõunaosas on märgata ka märgalasid, millest suurimad on Tudu, Sämi ja Peetla soolad. Suuremaid veekogusid maakonnas ei leidu, mis on tingitud veekogude väikesest osakaalust maakonna

kogupindala suhtes. Joonis 5 on näha Lääne-Virumaad läbivat raudteeühendust, millel on olulised sõlmpunktid maakonna lääneosas asuvas Tapa linnas ning maakonna keskses Rakveres.



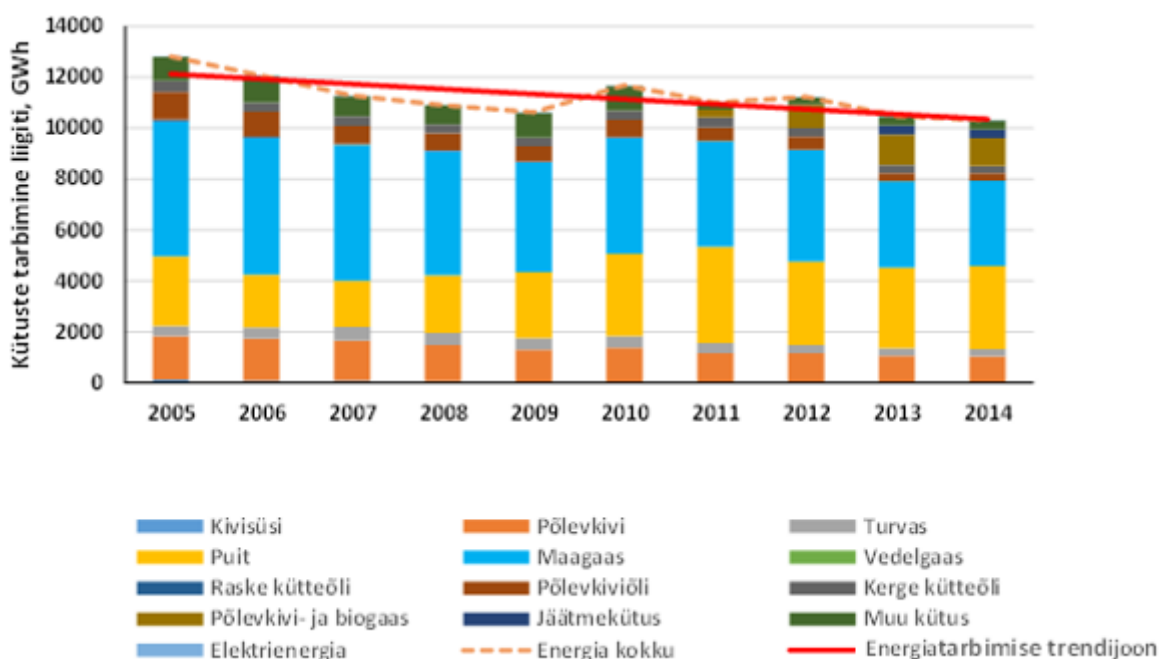
Joonis 4. Lääne-Viru maakonna kõlvikute jaotus



Joonis 5. Lääne-Viru maakonna maakasutus

2. Arengud maakonna kütuste ja energia kasutuses

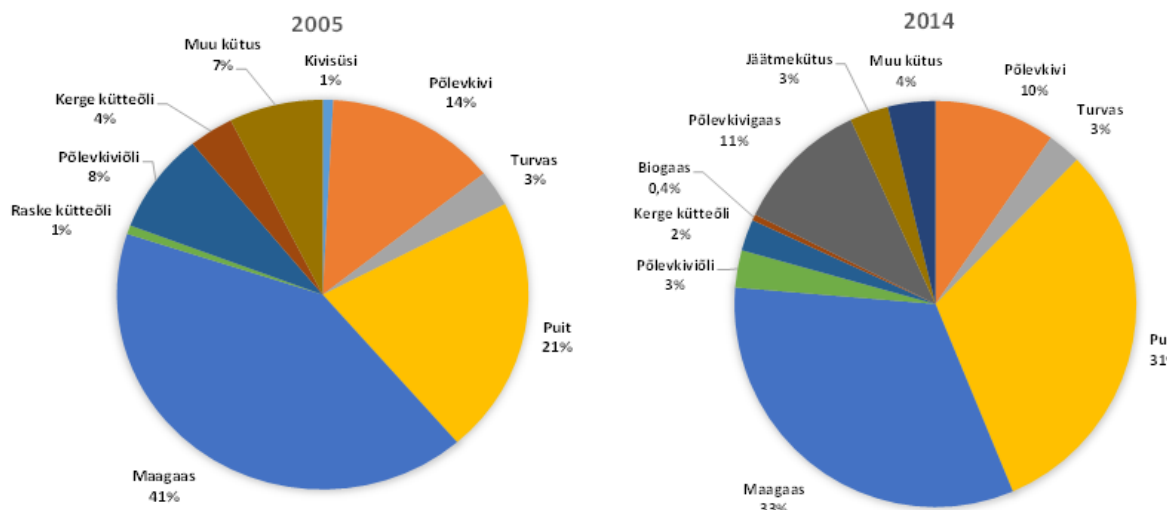
Statistika on näidanud, et kütuste tarbimine soojuse tootmiseks on Eestis 10 aasta jooksul olnud langustrendis (Joonis 6) [20]. 2014. aasta kütuste tarbimine saavutas 2008. aasta taseme, mis oli kütuste tarbimises kriisiaegne periood. Eesti pikaajalise energiamajanduse arengukava (ENMAK 2030+) stsenaariumite kohaselt jätkub langus ka tulevikus.



Joonis 6. Kütuste tarbimine (GWh) soojuse tootmiseks Eestis aastatel 2005–2014 [20]

2005. ja 2014. aasta kütuste tarbimise struktuure võrreldes (Joonis 7) võib näha märgatavaid muutusi. Võrreldes varasemate aastatega on hakanud vähenema kõigi fossiilsete kütuseliikide tarbimine, samas biokütuste kasutamine soojuse tootmiseks on tõusnud – näiteks puidu kasutamise osakaal on suurenenud 10%. Uute kütuseliikidena on nähtav biogaas ja jäätmekütus, millest viimast põletatakse põhiliselt Harjumaal Iru Elektri jaamas, kuid ka Lääne-Virumaal Kunda Nordic Tsement tehases [21]. Samuti on viimastel aastatel näha põlevkivigaasi kasutamist, mis näitab, et põlevkivi proovitakse paremini vääristada kui lihtsalt kondensatsioonielektri jaamades põletades.

Olemasolevale statistikale tuginedes ja ENMAK 2030+ kohaselt on kütuste kasutamine energia tootmiseks vähenenud ja tõenäoliselt väheneb tulevikuski. Elektrenergia tarbimine jääb tulevikus pigem stabiilseks ja kasvab veidi, kuid soojuse tarbimine on kõigis majandussektorites languses.



Joonis 7. Kütuste tarbimise struktuur soojuse tootmiseks Eestis aastatel 2005 ja 2014 [20]

Soojuse ja elektri tootmisel asendatakse fossiilseid kütuseid tarbivad seadmed taastuvaid energiaallikaid kasutatavatega, millega saavutatakse vähem keskkonda häiriv ehk nn rohelisem energia tootmine. Samas näitab soojuse tarbimise vähendamine seda, et toimub küttesüsteemide ja elamute renoveerimine, millega tagatakse väiksemad soojuskaod ja energiatõhus toimimine. Teisalt võib põhjus olla rahvastiku vähenemises, mis tingib ka väiksema soojusenergia nõudluse. Riigi poolt on loodud võimalused toetusmeetmeteks toetamaks soojusmajanduse üleviimist keskkonnasäästlikele lahendustele. [21]

2.1. Projektid taastuvkütusele üleminekuks Lääne-Viru maakonnas

Keskonnainvesteeringute Keskuse (KIK) toetusmeetmed ja Vabariigi Valitsuse „Välisõhu kaitse seaduse“ alusel kehtestatud määrus [22] aitavad kaasa puitkütuste katlamajade rajamisele ja vanade fossiilkütuseid tarbivate katlamajade üleviimisele taastuvale puitkütusele. Lisaks toetavad meetmed taastuvatel energiaallikatel põhinevate elektri ja soojuse koostootmisjaamade rajamist koos tootmiseseadmete võrguühenduseks vajaliku infrastruktuuriga ning energiasäästu kaugküttevõrgu parendamise ja rekonstrueerimise kaudu, sh vajalike täiendavate ühenduste rajamisega.

Viimastel aastatel on mitmed Lääne-Virumaa katlamajad ja küttesüsteemid saanud tänu KIK toetusmeetmete rahastusele üleminekuvõimaluse taastuvatele energiaallikatele. Järgnevalt on esitatud 2011.–2015. aastal positiivse rahastusotsuse saanud taastuvenegiaprojektide loetelu [23]:

- 1) KÜ Veltsi 13 küttesüsteemi üleviimine taastuvkütusele (Rakvere vald)
- 2) Halupuit energiaallikana Tudu kooli katlamajja (Vinni vald)
- 3) Uhtna katlamaja üleviimine põlevkiviõlilt bioenergia kütusele (Sõmeru vald)
- 4) Väike-Maarja Gümnaasiumi algkooli hoone katlamaja üleviimine pelletiküttele (Väike-Maarja vald)
- 5) Simuna Kooli katlamaja rekonstrueerimine ja üleviimine pelletiküttele (Väike-Maarja vald)
- 6) Tarbus Kinnisvara OÜ Rakvere kompleksi soojavarustuse üleviimine taastuvkütusele (Rakvere linn)
- 7) Haljala katlamaja rekonstrueerimine ja osaline hakkepuidu küttele viimine (Haljala vald)
- 8) Jäneda kooli, Jäneda spordikeskuse ja Lehtse keskusehoone üleviimine õliküttelt CO₂ neutraalsele pelletiküttele (Tapa vald)
- 9) Põlula kooli küttesüsteemi projekteerimine ja ehitamine taastuvale energiale (Rägavere vald)
- 10) Kulina lasteaia üleviimine maaküttele (Vinni vald)

Samuti on rahastatud KIK poolt Rakvere linnas asuvate kahe elektri ja soojuse koostootmisjaama rajamist, mis mõlemad varustavad Rakvere linna kaugküttevõrku soojusega. Lisaks pööratakse 2014.–2020. aasta KIK poolt vahendataval rahastusperioodil tähelepanu soojusmajanduse arengukavade koostamise rahastamisele, tänu millele saab tänapäevase ja asjatundliku ülevaate valdade soojusinfrastruktuuri seisukorrast.

2.2. Üldandmed kütuste kasutamise kohta Lääne-Viru maakonnas

Statistikaameti andmetel on Lääne-Viru maakonnas 2010.–2014. aastal tarbituimaks fossiilseks tahkekütuseks põlevkivi (Tabel 1). Põlevkivi kõrval tarbitakse kütusena suhteliselt palju ka puitkütused (viimastel aastatel kokku üle 200 000 tm). Kui küttepuidu tarbimine on aastate jooksul pigem kõikunud, siis hakkepuidu ja puitjäätmete tarbimine näitab Lääne-Viru maakonnas tõusujoont. Kui hakkepuidu ja puitjäätmete tarbimine 2010. aastal oli 79 000 tm, siis 2014. aastaks on antud kütuseliigi kogused vähemalt kaks korda suurenenud, saavutades 2014. aastal tarbitud koguseks 163 000 tm. Turbafabriki kasutus on aastate jooksul püsinud stabiilne, kuid freesturba kasutus on viimastel aastatel vähenenud. Ka maagaasi ja põlevkiviõli kasutus on näidanud langustrendi. Siit võib järeldada, et tõenäoliselt näitab Lääne-Viru maakonnas

biokütuse (hakkpuit ja puitjätmed) tarbimise kiire kasv eelistust uutes või rekonstrueeritud katlamajades kasutada keskkonnasõbralikku alternatiivset kütust.

Tabel 1. Kütuste tarbimine naturaalihikutes Lääne-Viru maakonnas 2010–2014 [19]

| Kütus | Ühik | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| Kivisüsi | tuhat tonni | 46 | 56 | 52 | 40 | 64 |
| Põlevkivi | | 156 | 260 | 191 | 156 | 165 |
| Freesturvas | | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Turbabrikett | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Küttepuut | tuhat tm | 87 | 86 | 76 | 91 | 78 |
| Hakkpuit ja puitjätmed | | 79 | 77 | 114 | 129 | 163 |
| Maagaas | mln m ³ | 38 | 36 | 40 | 37 | 35 |
| Raske kütteõli | tuhat tonni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Põlevkiviõli (raske fraktsioon) | | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| Kerge kütteõli | | 30 | 36 | 34 | 36 | 40 |
| Diislikütus | | 26 | 28 | 28 | 30 | 38 |
| Autobensiin | | 13 | 11 | 11 | 10 | 11 |

Erinevate kütuste omavaheliseks võrdlemiseks on kütuste kogused läbi korrutatud vastavate kütuste kütteväärtustega, et leida kütuste energeetilise väärtus. Energiahulga järgi on enim kasutatavad katlakütused Lääne-Viru maakonnas põlevkivi, kivisüsi, kerge kütteõli, maagaas ja hakkpuit (Tabel 2). Kui katlakütuste tarbimine on aastati kõikunud, siis autokütuste (diislikütus, autobensiin) tarbimine on kindlas tõusujoones.

Tabel 2. Kütuste tarbimine (TJ) Lääne-Viru maakonnas 2010–2014

| Kütus | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kivisüsi | 1 012 | 1 232 | 1 144 | 880 | 1 408 |
| Põlevkivi | 1 404 | 2 340 | 1 719 | 1 404 | 1 485 |
| Freesturvas | 8 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| Turbabrikett | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Küttepuut | 626 | 618 | 546 | 654 | 561 |
| Hakkpuit ja puitjätmed | 568 | 554 | 820 | 928 | 1 172 |
| Maagaas | 1 748 | 1 656 | 1 840 | 1 702 | 1 610 |
| Raske kütteõli | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Põlevkiviõli (raske fraktsioon) | 78 | 78 | 78 | 0 | 0 |
| Kerge kütteõli | 1 260 | 1 512 | 1 428 | 1 512 | 1 680 |
| Diislikütus | 1 092 | 1 176 | 1 176 | 1 260 | 1 596 |
| Autobensiin | 559 | 473 | 473 | 430 | 473 |
| Katlakütused kokku | 6 720 | 8 014 | 7 599 | 7 096 | 7 932 |
| Mootorikütused kokku | 1 651 | 1 649 | 1 649 | 1 690 | 2 069 |

2.3. Kütuste tarbimine Lääne-Viru maakonna valdades aastal 2015

2015. aasta Lääne-Virumaa valdade kütuste tarbimise andmed on saadud hiljutisest Tallinna Tehnikaülikooli teadlaste uurimistööst, kus on kogutud Eesti kohta andmed üle 300 kW võimsusega katlamajade ja katelde ning nende kütuste tarbimiste kohta [24]. Energiaühikuks (TJ) ümberarvutuse koefitsiendid kütuseliigiti on kirjeldatud metoodika peatükis. Kütuste energiasisaldused on leitud vastavalt nende kütteväärtustele ja kogustele. Muude kütuste alla on koondatud biogaas, freesturvas, loomsed jäätmed, muud tahke- ja vedelkütused, põhk ning subbituminoosne süsi.

Tulemused näitavad (Tabel 3), et kõige rohkem tarbitakse põlevkivi (150 000 tonni), kuid seda vaid ühes omavalitsuses Kunda linnas. Tegemist on Kunda Nordic Tsement AS põlevkivi põletavate pöördahjudega (tsemendiklinkri saamiseks). Põlevkivi saadakse lähedal asuvast Ubja karjäärist. Kunda Nordic Tsement AS kasutab suurel hulgal ka kivisütt (63 000 tonni). Tulevikus on oodata põlevkivi ja kivisöe kasutamise osakaalu vähenemist, kuna ettevõttes kasutatakse alternatiivkütustena üha rohkem jäätmekütust (RDF) (56 000 tonni), mis kajastub ka Kunda linna puudutavates tulemustes. [25]

Kui põlevkivi kõrvale jätta, siis on suurimaks tarbitavaks kütuseks siiski puitkütused (hakkpuit ja puitjätmed). Tegelikult peaks tarbitav küttepuidu kogus olema märkimisväärselt suurem kui tulemustes näidatud. Erinevus tuleneb ilmselt sellest, et kasutatud uurimistöös ei ole arvestatud küttepuidu kasutamist eramajapidamistes, vaid üle 300 kW võimsusega katlamajades. Tegelik küttepuidu kogus võiks jääda maakonna viimase 5 aasta keskmise (83 000 tm ehk u 597 TJ) juurde. Küttepuidu orienteeruva koguse leidmiseks on arvestatud, et maapiirkondades on üle 80% üksikelamutest ahiküttel [26], kus on pliidid, kaminad ja saunaahjud, mis tarbivad halupuid. 2011. aasta rahva ja eluruumide loendusse (REL 2011) andmetel on Lääne-Virumaal 13 219 ühepereelamut. Arvestades, et 80% ühepereelamutest kasutavad majapidamises puitkütuseid (keskmiselt 16,9 ruumimeetrit majapidamise kohta) [26], siis on Lääne-Virumaal eramajapidamiste arvutuslikuks küttepuidu tarbimiseks 178 721 ruumimeetrit (836 TJ ehk **232 GWh**). Edaspidises analüüsis (peatükis 5) kasutatakse eelnimetatud meetodil leitud küttepuidu koguseid ühepereelamutes valla kaupa.

Kuna Statistikaameti andmetel on Lääne-Virumaal viimastel aastatel (2011–2014) hakkpuidu tarbimine suurenenud, siis võib arvata, et 2015. aasta tulemus 1 436 TJ on usaldusväärne (aastal 2014 oli 1 172 TJ). Suurim hakkpuidu ja puitjätmete kasutaja on Rakvere linn, kus asuvad

hakkpuidul töötavad Adven Eesti AS-i [27] ja ES Bioenergia OÜ [28] soojuse ja elektri koostootmisjaamad.

Maagaasi kasutati 36 mln m³, mis on võrreldav maakonna viimaste aastate tulemustega.

Tabel 3. Kütuste tarbimine Lääne-Virumaa valdades aastal 2015 [24]

| Vald | Kogus, tuhat tonni | | | | Mln m ³ | Kogus, tuhat tonni | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------------|----------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|---------------|
| | Kütte-puit | Hakkpuit ja puit-jäätmed | Kerge kütteõli | Põlev-kiviõli | | Maa-gaas | Põlev-kivi | Kivi-süsi | Jäät-me-kütus |
| Haljala | | | | | 1 | | | | |
| Kadrina | 0,1 | 7 | 0,2 | 0,2 | | | | | 0,3 |
| Kunda linn | | | | 0,1 | 16 | 150 | 63 | 56 | 26 |
| Laekvere | | 0,3 | | 0,2 | | | | | |
| Rakke | | 2 | | | 6 | | | | |
| Rakvere linn | 0,1 | 86 | | | 2 | | | | |
| Rakvere | | 0,3 | | 0,4 | 0,2 | | | | |
| Sõmeru | | 3 | 0,2 | | 6 | | | | 0,7 |
| Tamsalu | | 6 | 0,1 | 0,3 | | | | | 0,4 |
| Tapa | | 0,7 | 0,3 | 2 | 2 | | | | 0,3 |
| Vihula | | 0,0 | 0,1 | | | | | | |
| Vinni | 0,4 | 2 | | | 0,5 | | | | 4 |
| Viru-Nigula | | 1 | | | | | | | |
| Väike-Maarja | 0,4 | 25 | | | 2 | | | | 0,6 |
| Kokku | 1 | 133 | 1 | 3 | 36 | 150 | 63 | 56 | 32 |
| Energia, TJ | 10,8 | 1 436 | 42 | 117 | 1 188 | 1 350 | 1386 | 248 | 463 |

2.4. Kütuste tootmine Lääne-Viru maakonnas

Lääne-Viru maakonnas toodetakse kütustena küttepuitu ja biogaasi.

Statistikaameti andmed, mis kajastavad Lääne-Viru maakonna metsaraie mahtu riigi- ja erametsamaal raiedokumentide alusel aastatel 2011–2014 on toodud Tabel 4. Selgub, et küttepuidu raie kohta on avalikud andmed vaid riigimetsa kohta. Riigimetsas on raiemaht püsinud suhteliselt stabiilsena kõikudes 259 000 tm ja 278 000 tm vahel. Samas erametsa raiemaht on kõikunud suhteliselt suures vahemikus 421 000 tm ja 574 000 tm vahel. Raie

kogumahud on igal aastal suurenenud. 2012. aastal on märgata, et riigimetsades oli koguraie maht ja küttepuidu raiemaht võrreldes ülejäänute aastatega suurem. Keskkonnaagentuuri andmetel võis 2012. aasta raiemahte mõjutada paberipuidu langenud hinnad, 2011/2012 talve suhteliselt lühike külma- ja lumeperiood, suurem sademete hulk võrreldes pikaajalise keskmisega ning seadusandluses tehtud muudatused (nt elektrituruseaduse muudatused taastuenergia osas, erimärgistatud kütuse kasutamise keeld metsavarumise töödel) [29].

Tabel 4. Lääne-Viru maakonna metsade koguraie ja küttepuidu raie aastatel 2011–2014 [19]

| Metsamaa | Raie | Tuhat tm | | | |
|--------------|----------------|-----------------|------------|------------|------------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Riigi | kogumaht | 259 | 278 | 268 | 276 |
| | sh küttepuut | 27 | 38 | 28 | 26 |
| Era | kogumaht | 428 | 421 | 461 | 574 |
| | sh küttepuut | andmed puuduvad | | | |
| Kokku | raiemah | 687 | 699 | 729 | 850 |

Veel võib Lääne-Viru maakonnas kütuse tootmisena välja tuua biogaasi, mida toodetakse Vinni biogaasijaamas (1,36 MW elektrilist ja 1,41 MW soojuslikku võimsust) ning kasutatakse põhiliselt Vinni valla soojusenergiaga varustamiseks [30]. Biogaasi tootmiseks kasutatakse põllumajandustegevuse tagajärjel tekkinud biojätmeid (sõnnikut, läga) [20]. Arendaja andmetel on biogaasijaama hinnanguline aastane elektri- ja soojusenergia toodang mõlemad 9,6 GWh. [30]

Varem on Lääne-Viru maakonnas toodetud ka kütturevast, kuid käesolevaks hetkeks on tootmine lõpetatud. Põhilisteks turba kaevandajateks on Lääne-Virumaal Sõmeru vallas asuv OÜ Rakvere Põllumajandustehnika ja Väike-Maarja vallas asuv OÜ Vestur, kelle viimaste aastate (2012–2014) turba kaevandamise mahud on toodud Tabel 5. On näha, et turba kaevandamise mahud on aastati kõikunud, kuid vähelagunenud turba puhul jäänud vahemikku 5,8–14,4 tuhat tonni aastas ning hästilagunenud turba puhul vahemikku 1,9–4,7 tuhat tonni aastas. Ettevõtete poolt kasutatavad turbamaardlad asuvad kõik Lääne-Virumaal. [31]

Praegu toodetakse eelnimetatud ettevõtetes freesturvast, mida müüakse välisturgudel aianduse ja taimekasvatuse tarbeks ning loomakasvatuses allapanuna kasutamiseks [32][33].

Tabel 5. Ettevõtete turba kaevandamise mahud aastatel 2012–2014 [31]

| Ettevõte | Turba tüüp | tuhat tonni | | |
|------------------------------------|----------------|-------------|------|------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 |
| OÜ Rakvere Põllumajandustehnika | Vähelagunenud | 11,4 | 14,4 | 7,8 |
| OÜ Vestur | Hästilagunenud | 6,2 | 8,3 | 5,8 |
| | | 1,9 | 4,3 | 4,7 |

Toetudes eelnevale on näha, et turba kaevandamisega maakonnas tegeletakse, kuid peamiseks kaevandatavaks turba tüübiks on vähelagunenud turvas, mis sobib eelkõige kasutamiseks aianduses ja põllumajanduses. Hästilagunenud turvas, mida kaevandatakse võrreldes vähelagunenud turbaga vähem, sobiks kütteturbaks kuid praegu kasutatakse pigem komposti ja väetiste valmistamiseks. [34]

Ettevõtete motivatsioon kütteturba tootmiseks on vähendanud katlamajade vähese huvi tõttu turba vastu, sest kütusena konkureerib turvas muude kütustega (nt halupuit, kütteõli). Samas on turba peamiseks eeliseks kütusena tarbimisel selle kohalik päritolu, suhteliselt suurte maardlate olemasolu ja suhteliselt odav hind võrreldes fossiilsete kütustega [34], mistõttu võiks kütteturba tootmisel olla suur perspektiiv.

2.5. Elektrienergia tarbimine ja tootmine Lääne-Viru maakonnas

Statistikaameti andmetel on Lääne-Viru maakonna keskmine elektrienergia tarbimine viimastel aastatel olnud ligi 600 GWh (Tabel 6). Nii nagu kogu Eestiski, võib ka tulevikus Lääne-Virumaal eeldada elektrienergia tarbimise kasvu.

Tabel 6. Lääne-Viru maakonna elektrienergia tarbimine aastatel 2012–2014 [19]

| Elektrienergia tarbimine, GWh | 2012 | 2013 | 2014 | Keskmine |
|-------------------------------|------|------|------|----------|
| | 593 | 574 | 622 | 596 |

Lääne-Viru maakonna tarbijaid varustab elektrienergiaga võrguteenuseid pakkuv Eesti Energia tütarettevõtte Elektrilevi OÜ. Ühte kindlat elektrienergia müügiga tegelevat ettevõtet Lääne-Viru maakonnas välja tuua ei saa, sest 2013. aastal kõigile tarbijatele avanenud elektrituruga seoses saab tarbija ise valida endale meelepärase elektrimüügiga tegeleva ettevõtte. [35]

Lääne-Viru maakonnas on mitmeid elektrienergiat tootvaid tootmisüksusi (Tabel 7). Näiteks Rakveres Adven Eesti AS-i hallatav 0,99 MW elektrilise ja 5,3 MW soojusliku võimsusega

koostootmisjaam [27] ning ES Bioenergia OÜ hallatav 1 MW elektrilise ja 10 MW soojusliku võimsusega koostootmisjaam [28]. Lisaks Vinni biogaasijaam, mille elektriline võimsus on 1,36 MW ja soojuslik võimsus 1,41 MW [30], Ojaküla kolmest tuulikust 6,9 MW võimsuse [36] ning Viru-Nigula kaheksast tuulikust koosnev 24 MW koguvõimsusega tuulepark [37]. Rakvere koostootmisjaamad tootsid 2015. aastal müügiks 3,3 GWh, Vinni biogaasijaam 9 GWh, Viru-Nigula tuulepark 47 GWh ja Ojaküla tuulepark 18 GWh elektrienergiat. Kokku toodeti 2015. aastal taastuvatest energiaallikatest 77,3 GWh elektrienergiat, mis võrreldes 2014. aasta maakonna elektrienergia tarbimisega (622 GWh) moodustab 12%.

Tabel 7. Lääne-Viru maakonna elektrienergia toodang 2015. aastal taastuvenergiaallikatest tootmisüksuseti

| Tootmisüksus | Elektrienergia toodang, GWh |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Adven Eesti AS koostootmisjaam | 3 |
| ES Bioenergia OÜ koostootmisjaam | 0,3 |
| Ojaküla tuulepark | 18 |
| Vinni Biogaas OÜ biogaasijaam | 9 |
| Viru-Nigula tuulepark | 47 |
| Kokku | 77,3 |

Lisaks tuleks arvestada elektrivõrguga liitunud mikrotootjaid, keda on 2015. aasta seisuga Lääne-Viru maakonnas Elektrilevi OÜ andmetel 40 klienti. Peamiselt toodavad mikrotootjad elektrit päikesepaneelidega. Keskmiselt oli 2015. aastal 40 mikroelektrijaama kogutoodang 166 MWh elektrienergiat, millest jätkub arvestuslikult umbes 55 majapidamise aastase elektrienergia tarbimise katmiseks. Iga aasta suureneb elektrivõrguga liituvate mikrotootjate arv ja seega ka toodetav elektrienergia kogus. [38]

Eelnevast nähtub, et Lääne-Viru maakonnas on kasutusel elektri tootmiseks erinevad taastuvenergiaallikad, sh päikesel, tuulel, sõnnikul ja puidul töötavad lahendused ning võib oodata sarnaste tootmisüksuste kasutuse suurenemist. Lääne-Viru maakonna rannikualadel on tuuleenergeetika jaoks soodsad tuuletingimused [39]. Samuti on tehtud uuring [40], et Lääne-Virumaal on potentsiaali lisaks Vinni biogaasijaamale veel ühe biogaasijaama rajamiseks Rakvere äärelinna. Potentsiaalses biogaasijaamas oleks kasutatavaks ressursiks üksteisele suhteliselt lähedal asuvate Rakvere Lihakombinaadi, Estonian Spirit OÜ Rakvere piiritustehase ning AS Rakvere Vesi tekitatud biojäätmel. Toodetud biogaasi saaks kasutada näiteks elektri ja soojuse koostootmisjaamas. Hinnanguline elektritoodang võiks ulatuda 9 GWh ja soojuse toodang 9,7 GWh.

2.6. Soojusenergia tarbimine ja tootmine Lääne-Viru maakonnas

Statistikaameti andmetel on Lääne-Viru maakonna keskmine soojusenergia tarbimine viimastel aastatel olnud 532 GWh (Tabel 8). Soojusenergia tarbimine näitab maakonnas langustrendi, mis on iseloomulik kogu Eestile. Põhjuseks võib olla hoonete ja küttesüsteemide soojuskadude vähenemine tänu toetatud renoveerimistele.

Tabel 8. Lääne-Viru maakonna soojusenergia tarbimine aastatel 2012–2014 [19]

| Soojusenergia tarbimine, GWh | 2012 | 2013 | 2014 | Keskmine |
|------------------------------|------|------|------|----------|
| | 552 | 546 | 500 | 532 |

Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnikainstituudi poolt üle 300 kW võimsusega Eesti katlamaju hõlmava uurimistöo [24] andmetel toodeti Lääne-Virumaal 2015. aastal soojusenergiat müügiks peamiselt maagaasist (82 GWh), järgnes soojuse tootmine hakkpuidust (64,9 GWh) ning põlevkiviõlist (20 GWh) (Tabel 9). Samuti on hakkpuit ja maagaas Lääne-Viru maakonnas ühed enim tarbitavad kütused. Vähim toodeti soojusenergiat müügiks põhust, subbituminoossest söest ja tükktribast.

Tabel 9. Lääne-Viru maakonna soojuse toodang müügiks kütuse liigiti 2015. aastal [24]

| Kütus | Soojuse toodang, GWh |
|----------------------|----------------------|
| biogaas | 1,7 |
| küttepuit | 1,4 |
| maagaas | 82 |
| puitgraanulid | 1,2 |
| hakkpuit | 64,9 |
| puitjätmed | 2,2 |
| põhk | 0,8 |
| põlevkiviõli | 20 |
| subbituminoosne süsi | 0,2 |
| tükktribast | 0,1 |

Ettevõtete kaupa on suurimaks soojuse müüjaks Rakvere Soojus AS, kes varustab maagaasil toodetud soojusega peamiselt Rakvere linna, kuid osalt ka Sõmeru valda (Tabel 10). Suurem soojusenergia müüja on veel Adven Eesti AS, kes toodab soojust maagaasist Kunda linnas, Sõmeru ja Väike-Maarja vallas, ning hakkpuidust Rakvere linna elektri ja soojuse koostootmisjaamas. Valdavalt on omavalitsustes kasutusel fossiilsed kütused (nt maagaas, põlevkiviõli) soojuse tootmiseks. Kokku toodeti 2015. aastal soojusenergiat müügiks 174,5

GWh, millest puitkütustest toodetud soojusenergia osakaal moodustas 40% ehk koguseliselt ligi 70 GWh.

Tabel 10. Lääne-Viru maakonna soojuse toodang müügiks 2015. aastal ettevõtete ja kütuste kaupa [24]

| Ettevõte/asutus | Vald | Kütus | GWh |
|--------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Adven Eesti AS | Kunda linn | maagaas | 13,5 |
| | Sõmeru | | 14,2 |
| | Väike-Maarja | | 4,9 |
| | Rakvere linn | hakkpuit | 36,8 |
| Askoterm OÜ | Vinni | maagaas | 4,1 |
| | | puidugraanulid | 1,2 |
| ES Bioenergia OÜ | Rakvere linn | hakkpuit | 5,5 |
| Haljala Soojus AS | Haljala | maagaas* | 3,6 |
| Kadrina Soojus AS | Kadrina | hakkpuit | 7,6 |
| | | põlevkiviõli | 0,8 |
| N.R. Energy OÜ | Laekvere | | |
| | Tapa | | 17,8 |
| Rakke Valla Kommunaalasutus | Rakke | hakkpuit | 3,6 |
| | | tükkturvas | 0,1 |
| Rakvere Soojus AS | Rakvere linn | maagaas | 40,95 |
| | Sõmeru | | 0,85 |
| Roela Soojus OÜ | Vinni | puitjätmed | 1,2 |
| Tamsalu Kalor AS | Tamsalu | hakkpuit | 10,2 |
| | | põhk | 0,8 |
| | | põlevkiviõli | 0,1 |
| Tõnismäe KÜ | Kadrina | küttepuit | 0,03 |
| | | subbituminoosne süsi | 0,2 |
| Vinni Biogaas OÜ | Vinni | biogaas | 1,7 |
| Viru-Nigula Vallavalitsus | Viru-Nigula | puitjätmed | 1,0 |
| Väike-Maarja Vallavalitsus | Väike-Maarja | küttepuit | 1,4 |
| | | hakkpuit | 1,1 |
| Kokku | | | 174,5 |

*alates 2015. aasta sügisest põletatakse peamiselt hakkpuitu

Lisaks võib välja tuua kasutatud kütuste kaupa soojusenergia kogused, mida on toodetud vaid ettevõtete tööstuslike protsesside jaoks ehk omatarbeks (Tabel 11). Ülekaalukalt toodeti soojusenergiat omatarbeks maagaasist (200 GWh), lisaks hakkpuidust (110 GWh), mis kokku moodustavad 87% omatarbeks toodetud soojusenergiast. Vähim omatarbeks kasutatavat soojusenergiat toodeti küttepuidust, puidugraanulitest, vedeldatud maa- ja naftagaasist ning diislikütusest. Kokku toodeti 2015. aastal omatarbeks soojusenergiat 360,2 GWh. Tabel 11 on

veel näha, et erinevate tarbitud kütuseliikide valik on suhteliselt lai, näidates kütuseliikide tarbimise mitmekesisust. Maagaasi suur osakaal soojusenergia omatarbeks tootmisel viitab ettevõtete soodsale paiknemisele gaasitrasside suhtes.

Tulevikus võiks tarbimises eeldada fossiilsete kütuste tarbimise osakaalu langust ning taastuvatest allikatest toodetud kütuste osakaalu suurenemist. Tarbijate motivatsiooni tekkimisel võiks loetellu kindlasti lisanduda kütusena kohaliku ressursi nagu turba kasutamine, sest turbamaardlad ning kaevandamisega tegelevad ettevõtted on Lääne-Viru maakonnas olemas.

Tabel 11. Lääne-Viru maakonna omatarbeks kulunud soojusenergia toodang 2015. aastal kasutatud kütuse liigiti [24]

| Kütus | Soojusenergia omatarve, GWh |
|----------------------------|------------------------------------|
| biogaas | 4,3 |
| diislikütus | 2,1 |
| kerge kütteõli | 11 |
| küttepuit | 0,3 |
| maagaas | 200 |
| puidugraanulid | 0,3 |
| hakkpuit | 110 |
| puitjätmed | 19 |
| põlevkiviõli | 10,9 |
| subbituminoosne süsi | 0,9 |
| vedeldatud maagaas | 0,2 |
| vedeldatud naftagaas (LPG) | 1,2 |
| Kokku | 360,2 |

Lääne-Viru maakonna suuremad tööstuslike protsesside jaoks soojuse tootmisel kütusena maagaasi kasutajad on turbatootmise ja maaparandusega tegelev Rakvere Põllumajandustehnika OÜ ja lihatööstusettevõtte HKScan Estonia AS. Samas kasutavad maagaasi omatarbeks näiteks ka spaa ja hotellindusega tegelev AQVA Hotels OÜ kui ka toiduainetööstus Maag Konservitööstus ja Piimatööstus AS ning õlletehas Viru Õlu AS. [24]

Lääne-Viru maakonna suuremad puittooteid valmistavad või puitu töötlevad ettevõtted kasutavad hakkpuidu ja puitjätmed ära omatarbeks soojuse tootmiseks. Suurimad hakkpuidu kasutajad soojusenergia omatarbeks tootmisel on pelletite tootja Ebavere Graanul OÜ, lastemööbli tootja Flexa Eesti AS, puidust aiatoodete tootja Imprest AS, puitakende ja -uste tootja Jeld-Wen Eesti AS ja Viru-Nigula Saeveski AS. Suurimad puitjätmeid kasutavad

ettevõtted on puidutöötlemisfirma Stora Enso Eesti AS ja puitakende, -uste ja -treppide tootja Aru Grupp AS. [24]

2.7. Puitkütuseid kasutavad katlamajad Lääne-Viru maakonnas

Kuna käesoleva magistritöö üheks eesmärgiks on välja selgitada Lääne-Viru maakonna metsast saadava puitressursi potentsiaal energeetiliseks otstarbeks, siis on asjakohane vaadelda maakonnas puitkütuseid kasutavate katlamajade üldandmeid, mis võiksid olla tulevikus ühed potentsiaalsetest kohaliku puitkütuse kasutajatest.

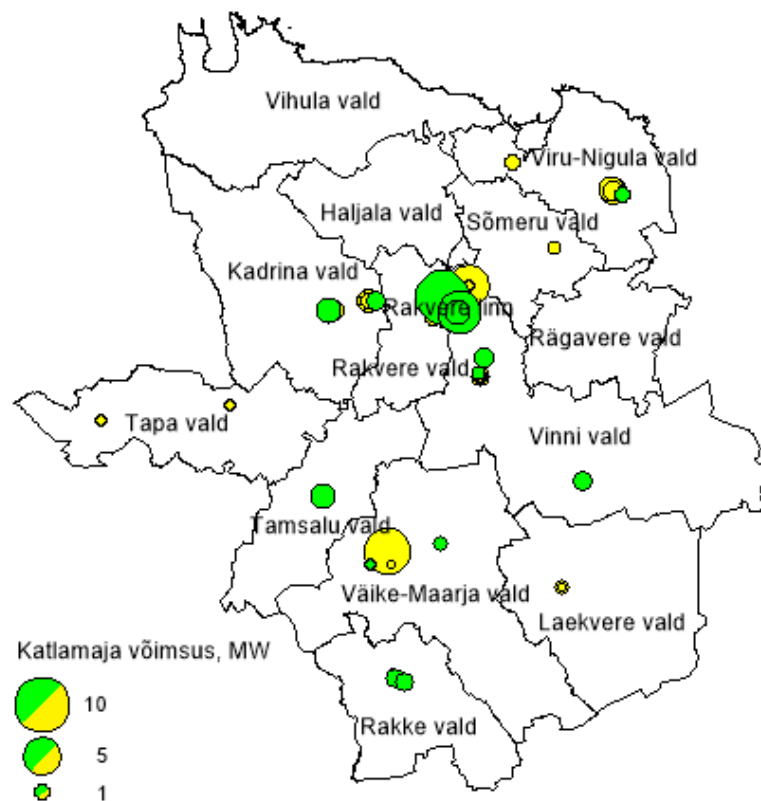
Lääne-Viru maakonnas on 2015. aasta seisuga puitkütuste katlaid kokku 44 tükki (Tabel 12). Võimsusvahemikelt on katlad jagatud 0,3–1 MW, 1–5 MW ja 5–10 MW gruppidesse. Kõige rohkem on 0,3–1 MW katlaid (22 tk), järgnevad 1–5 MW katlad (19 tk) ning vähim on suurema võimsusega (5–10 MW) katlaid (4 tk). Katelde summaarne võimsus on kokku 76 MW ning nendega on 2015. aastal kokku toodetud ligi 200 GWh soojusenergiat, millest 65% on kasutatud omatarbeks tööstuslikes protsessides ja 35% on suunatud küttevõrku müügiks. [24]

Tabel 12. Puitkütuseid kasutavate katlamajade võimsused ja soojuse toodangud aastal 2015 [24]

| Võimsus | tk | MW | GWh | | |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| | Katla arv | Summaarne võimsus | Toodetud soojus kokku | ...millest omatarbeks | ...millest müügiks |
| 0,3–1 MW | 21 | 12 | 8,7 | 6 | 2,7 |
| 1–5 MW | 19 | 35 | 69,8 | 41,5 | 28,3 |
| 5–10 MW | 4 | 29 | 121,4 | 82,7 | 38,7 |
| Kokku | 44 | 76 | 199,9 | 130,2 | 69,7 |

Puitkütuseid tarbivad suuremad (alates 300 kW) katlamajad on esindatud üle kogu Lääne-Viru maakonna (Joonis 8) [24]. Osades valdades, nt Vihula, Haljala ja Rägavere suuri puitkütuste katlamaju ei ole. Seal töötavad küttelehendused teiste, peamiselt fossiilsete kütuste toel. Suurima võimsusega puitkütuste katlamajad asuvad Rakvere linnas ja Väike-Maarja vallas. Nendeks on vastavalt Adven Eesti AS-i ja ES Bioenergia OÜ elektri ja soojuse koostootmisjaamad ning Ebavere Graanul OÜ puitkütuseid kasutav katel. Rohelise värviga on toodud katlamajad, mis toodavad soojusenergiat müügiks. Kollase värviga tähistatult on katlamajad, mille toodetud soojusenergia on kasutusel omatarbeks tehnoloogiliste protsesside ülalpidamiseks. Soojusenergia müügiga tegelevate asutuste katlamajad asuvad peamiselt

valdade keskasulates, kus on ka tihedam inimasustus, mitmed korterelamud ja valla halduses olevad hooned ning suurem nõudlus soojusenergiale. Maapiirkondades on soojusvajadus tõenäoliselt kaetud individuaalsete kütelahendustega nagu ahjud, kaminad, soojuspumbad, väikekatlad või hoopiski elektriküte. Omatarbeks soojusenergia tootjad on erinevad tööstusettevõtted.



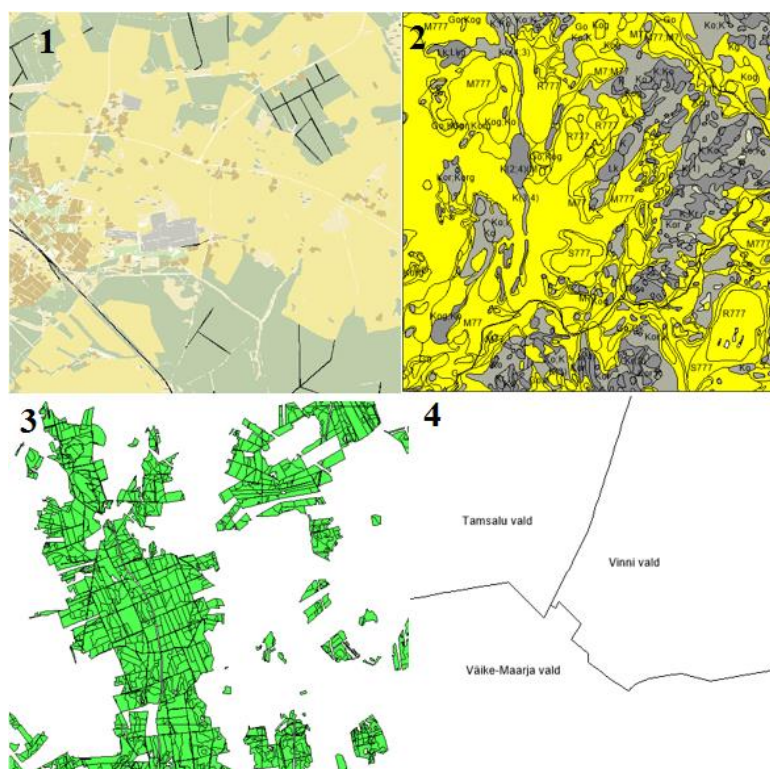
Joonis 8. Suuremate puitkütuse katlamajade paiknemine Lääne-Viru maakonnas. Roheline – katlamaja toodetud soojus müügiks, kollane – katlamaja toodetud soojus omatarbeks [24]

3. Materjal ja metoodika

Käesolevas magistritöös kasutati ruumiandmete töötlemiseks ja vajaliku informatsiooni analüüsimiseks geoinfosüsteemi (GIS) tarkvara MapInfo Professional versiooni 11.5. MapInfo Professional on loodud ühe suurima GIS tarkvara tootja *Pitney Bowes Business Insight*'i poolt. MapInfo on üks populaarsemaid GIS tarkvarasid Eesti, mida kasutavad enamik keskkonna- ja loodusinfoga tegelevatest asutustest, samuti eri ministeeriumite hallatavad asutused kui ka erinevad Eesti ülikoolid. [41]

Lääne-Viru maakonna maakasutuse ja metsadest saadava potentsiaalse biomassi leidmiseks on aluseks võetud erinevad kaardikihid (Joonis 9):

- 1) Eesti Põhikaardi pindade ja joonte kaardikihid;
- 2) Eesti elektriliinide kaardikiht;
- 3) Eesti digitaalne mullakaart;
- 4) Eesti metsaregistri kaardikiht;
- 5) Eesti looduskaitse objektide digitaalne kaart (EELIS);
- 6) Eesti haldusüksuste pindade kiht.



Joonis 9. Näited kaardikihtidest 5 x 5 km alal. 1 – põhikaardi pindade kiht, 2 – mullakaardi kiht, 3 – metsaregistri kaardikiht, 4 – omavalitsuste pinnakiht

Lääne-Viru maakasutuse pindalalise jaotuse leidmiseks on Eesti erinevad põhikaardi pinnakihid (sh haritav maa, puittaimestik, lage ala, veekogud, märgalad, õuealad, turbaväljad) kokku liidetud ning lõigatud maakonna piirjoontega. Selleks, et kõlvikute pindalaid mitte ülehinnata ja saada täpsemad tulemused hilisemale puidutootlikkuse analüüsile, võeti arvesse varasema uurimistöo soovitusi [42], ning lõigati põhikaardikihte joonobjektidega nagu elektriliinid, teed, metsasihid ja vooluveekogud, et eemaldada kattuvad osad. **Lisa 1** kirjeldab Lääne-Viru maakasutuse jaotust hektarites, kust on maha arvatud üksteisega kattuvate pind- ja joonobjektide pindalad. Tulemust kasutati Lääne-Viru maakonda iseloomustavas peatükis 1.

Joonobjektidele kehtestati erineva laiusega puhvertsoonid, mida iseloomustab Tabel 13. Puhvertsoon on ala, mis joonistatakse ümber objekti ja mille piir asetseb kindlal kaugusel antud objektist. Üldjuhul kasutatakse puhvertsooni kaitsetsooni tähistamiseks, kuid puhvertsooni käsitletakse ka kui huvi- või mõjupiirkonda [43]. Magistritöö ruumiandmete analüüsis on puhvertsoonidega arvestamine oluline, et mitte ülehinnata olemasolevat ressursi, sest tavaliselt on näiteks teeääred liiklusohutuse seisukohast teatud ulatuses puittaimestikust puhastatud.

Tabel 13. Joonobjektide puhvertsooni raadiused

| Joonobjekt | Puhvertsooni raadius, m |
|---------------------|--------------------------------|
| Raudtee | 3 |
| Metsasiht | 2 |
| Tee | 2,5 |
| Vooluveekogu | |
| laiusega 1–2 m | 0,75 |
| laiusega 2–4 m | 1,5 |
| laiusega 4–6 m | 2,5 |
| laiusega 6–8 m | 3,5 |

3.1. Metsa pindala ja metsa omadused

Metsa pindala leidmiseks liideti Lääne-Viru maakonna ja omavalitsuste piirjooni sisaldava kaardikihiga Eesti Põhikaardi puittaimestiku ja metsaregistri kaardikiht, mis seejärel tükeldati polügoonideks. Valiti välja puittaimestiku ja metsaregistri kaardikihiga kattuvad alad ning saadi metsamaa metsaregistriga kaetud osa. Kuna registrisse kantud metsade kohta on teada metsa kasvukohatüüp ja boniteet, siis saab neile lihtsasti prognoosida edasises analüüsis puidusortimentide aastased tootlikkused. Samas on osa metsi metsaregistrisse kandmata, mis leiti kui metsaregistriga kaetud osad eemaldati Põhikaardi puittaimestiku kihilt. Metsaregistrit

puittaimestiku kohta võeti kasutusele digitaalne mullakaart. Mullakaardi sidumine selles etapis on oluline edaspidises metsa bioressursi analüüsis, kus hinnatakse metsa omadusi. Vastavalt mullaliikidele ennustati registrist puudevatele metsaaladele kasvukohatüübid ja boniteediklassid. Eelmisi samme korrati uuesti ka Eesti põhikaardi märgalade kaardikihiga, sest osa märgalad on kaetud metsaga [44]. Leiti märgaladel oleva metsaregistrisse kantud puittaimestiku pindalad ja registrita puittaimestiku pindalad. Sellisel meetodil leitud Lääne-Virumaa metsamaa pindala kokku metsa- ja märgaladel on 185 493 hektarit, millest metsaregistrisse on kantud 153 484 hektarit ja registrisse kandmata on 32 009 hektarit. Registriväliste metsade osakaal kogu metsast moodustab 17%.

Metsa bioressursi leidmiseks ei piisa vaid metsa pindala teadmisest, vaid tuleb arvestada ka metsade omadustega [44]. Pikaajaliselt iseloomustavad metsi järgmised omadused: kasvukiirus ehk boniteet ja metsa kasvukohatüüp, millest viimane iseloomustab metsa niiskusrežiimi ja liigilist koosseisu. Metsaregistri abil peetakse arvestust metsa pindala, tagavara, paiknemise, seisundi, omaniku, kasutamise ja selle kitsenduste üle [45], mistõttu on teada detailselt sealsete metsade omadused.

Siiski leidub Lääne-Virumaal 32 009 hektarit metsa ehk 17% metsapindalast, mille kohta metsaregistris andmed puuduvad ning selliseid alasid tuleb edasi analüüsida ja leida puuduvad metsa iseloomustavad omadused. Metsaregistrisse kandmata aladele metsa iseloomustavate omaduste saamiseks kasutati Eesti Maaülikooli teadlaste 2009. aasta uurimistöös kirjeldatud mudeleid [44], mis sisaldasid andmeid muldade, keskmiste metsade boniteetide ja kasvukohatüüpide jagunemise kohta metsade ja märgalade vahel.

Metsa toodangu arvutamisel võeti arvesse ka kaitsealuseid metsi. Kaitsealadega arvestamise meetodika kirjeldus esitatakse järgnevas alapeatükis.

3.2. Kaitsealad

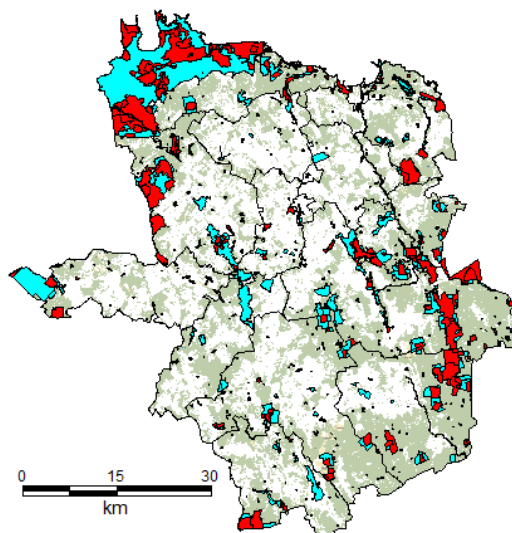
Kaitsealadel paiknevate metsade leidmiseks töödeldi tarkvara MapInfo Professional 11.5 abil järgmisi kaardikihte:

- 1) Sihtkaitsevööndid
- 2) Loodusreservaadid
- 3) I, II ja III kaitsekategooria loomad, taimed, seened ja samblikud
- 4) Vääriselupaigad

- 5) Hoiualad
- 6) Loodus- ja maastikukaitsealad
- 7) Piiranguvööndid
- 8) Poollooduslikud rohumaad
- 9) Püsielupaigad
- 10) Kaitstavad üksikobjektid

Kaardikihid liideti üksteisega ning lõigati maakonna piiridega, et tekiks Lääne-Viru maakonna kohta üks kaardikiht kõigi kaitsealadega (Joonis 10). Järgnevalt liideti kaitsealuste alade kaardikihiga Lääne-Viru maakonna metsade ja märgalade kaardikihid ning koostati päring, mis leidis kõik puittaimestikuga kaetud alad, mis asuvad kaitsealadel. Teise päringuga leiti kõik puittaimestikuga kaetud alad, mis ei asu kaitsealadel.

Kaitsealadele kehtestati kategooriad sõltuvalt lubatavast majandustegevusest kaitsealadel (Tabel 14). Kategooriast sõltub, millises ulatuses võib kaitsealadel majandustegevusega, sh metsaraiega tegeleda. Range kaitsega aladel on majandustegevus täielikult keelatud ning sealt potentsiaalset kasutatavat bioressurssi saadaval ei ole. Leebema kaitsega aladele on kehtestatud 50% ulatuses piirang, mis tähendab, et pool sellistel aladel asuvast potentsiaalsest bioressursist on lubatud kasutamiseks. Kaitsekategooriata aladel looduskaitsest lähtuvad piirangud majandustegevusele puuduvad. [46]



Joonis 10. Lääne-Viru maakonna metsamaa ja kaitsealad, *punasega* – kaitsealal majandamine lubatud 0%, *sinisega* – majandamine lubatud 50%, *rohelisega* – piiranguta metsamaa

Tabel 14. Kaitsealadele kehtestatud kategooriad sõltuvalt majandustegevuse lubatavusest

| Kat | Kirjeldus ja lubatava majandustegevuse % | | Näited |
|---------------|--|-----|--|
| H | Range kaitsega ala, kus ei ole lubatud majandustegevus, sh metsaraie | 0 | Sihtkaitsevööndid Loodusreservaadid I kategooria taimed, loomad, seemned ja samblikud Vääriselupaigad |
| K | Kaitsealune ala, kus on kehtestatud ulatuses lubatud majandustegevus, sh metsaraie | 50 | II ja III kategooria taimed, loomad, seemned ja samblikud Hoiualad Loodus- ja maastikukaitsealad Piiranguvööndid Poollooduslikud rohumaad Püsielupaigad |
| Puudub | Ala, millel ei ole looduskaitsest sõltuvaid majandustegevuse piiranguid | 100 | Väljaspool kaitsealasid paiknevad metsad |

3.3. Metsade potentsiaalne toodang

Metsade toodangu leidmiseks luuakse igale metsa boniteediklassile ja kasvukohatüübile keskmised metsade toodangud hektaril aasta kohta. Kasutatud mudeli põhjalik kirjeldus koos valemitega kajastub Eesti Maaülikooli teadlaste koostatud 2009. aasta uurimistöös [44]. Mudeli üheks aluseks on Vabariigi Valitsuse 8. juuli 2004. a määruse nr 242 „Kaitstavat loodusobjekti sisaldava kinnisasja riigi poolt omandamise ja ettepanekute menetlemise kord ning kriteeriumid, mille alusel loetakse ala kaitsekord kinnisasja sihtotstarbelist kasutamist oluliselt piiravaks, ning kinnisasja väärtuse määramise kord ja alused” [47] lisa 2 pealkirjaga „Metsa kasvatamise algoritm“ kirjeldatud meetodika. Magistritöö koostamise ajal on Vabariigi Valitsuses vastuvõtmisel eelnimetatud määruse uuendus, mille lisa 2 „Metsa kasvatamise algoritm“ on tehtud parandus, mida võetakse käesolevas magistritöös arvesse.

Metsade toodangu arvutamisel kasutati andmete töötlemiseks andmebaasisüsteemi Microsoft Visual FoxPro 9.0 ja tabelitöötlusprogrammi Microsoft Office Excel 2013. Järgnevalt kirjeldatakse lühidalt metsade potentsiaalse keskmise aastase toodangumahu leidmiseks vajalikud sammud ja tuuakse välja eelmainitud vastuvõetava määruse lisa 2 kajastuv muudatus:

- 1) Eri puuliikidele arvutati noore metsa algandmed (vanus, kõrgus, diameeter, puude arv ja tagavara), kõduhorisondi түsedus ning metsa boniteediklassid. Simulatsioonis kasvatati metsi noorest puistust kuni lageraieni.
- 2) Punktis 1 leitud andmete järgi simuleeriti metsade kasvamist, mis on kirjeldatud eelmainitud määruse [47] lisa 2 „Metsa kasvatamise algoritm“. Muutusena on lisa 2 punktis 5 on tehtud parandus, kus diameetri ja kõrguse juurdekasvu arvutamiseks on kasutatud lisaks seal toodud 8 valemile järgnevalt 7 uut valemit, mis korrigeerivad diameetri juurdekasvu sõltuvalt metsa tihedusest. Arvutused tehakse vaid esimese rinde puuliikidele (lisatud valemid 1.1–1.7):

$$N_{mood} = 100000000/L_{mood}/L_{mood} \quad (1.1)$$

$$G_{moodalg} = N_{mood} * \pi * \frac{D^2}{40000} \quad (1.2)$$

$$G_{moodalg} = N_{mood} * \pi * \frac{(D+zD)^2}{40000} \quad (1.3)$$

$$G = \pi * D^2 * \frac{N}{40000} \quad (1.4)$$

$$G_{uus} = G + (G_{mood} - G_{moodalg}) * G/G_{sum} \quad (1.5)$$

$$D_{uus} = \sqrt{(G_{uus} * \frac{40000}{\pi}) / N} \quad (1.6)$$

$$zD = D_{uus} - D \quad (1.7)$$

- kus D – puistuelemendi diameeter, cm;
- zD – diameetri juurdekasvud, cm;
- N_{mood} – puude arv moodhõredusega metsas, ha⁻¹;
- L_{mood} – puistu moodhõredus, cm;
- $G_{moodalg}$ – puistu moodristlõikepindala, m²/ha;
- G_{mood} – puistu moodristlõikepindala peale kasvatamist, m²/ha;
- G – puistuelemendi ristlõikepindala, m²/ha;
- N – puistuelemendi puude arv, ha⁻¹;
- G_{uus} – puistuelemendi ristlõikepindala peale kasvatamist, m²/ha;
- D_{uus} – puistuelemendi keskmine diameeter peale kasvatamist, cm.

- 3) Simulatsiooni põhimudelina oli kasutusel Andres Kiviste [48] loodud Eesti riigimetsa puistute kõrguse ja diameetri vanuse diferentsmudel. Igal aastal kontrolliti metsaandmeid harvendusraiate normatiividega [49] ning vajadusel simuleeriti harvendusraie. Metsa andmeid „kasvatati“ kuni raieküpsuseni. Kõikide harvendusraiate ja lageraie kohta leiti väljaraiutavate puude sortimentide kogused. Mudelis arvestati, et palkide, peenpalkide ja paberipuidu mahud on arvatatud kooreta ning küttepuidu, ladva ja okste maht sisaldab koort.
- 4) Raieringi jooksul harvendusraiate ja lageraie käigus saadud sortimentide kogused liideti ning jagati raieringi pikkusega. Selliselt saadi erinevate puuliikide, boniteediklasside ning kasvukohatüüpide kaupa sortimentide keskmised aastased väljatulekud hektari kohta.
- 5) Järgnevalt korrutati kasvukohatüüpide, boniteediklasside ja kaitsekategooriate metsade tegelikud pindalad vastavalt sortimentide aastaste hektari tootlikkustega ning saadi sortimentide keskmised aastased väljatulekud kogu maakonnale.

Lisaks sortimentide mahtudele on Microsoft Visual FoxPro 9.0 abil andmetabelitest tehtud päringud leidmaks metsa omandivormi, puude liigi, boniteediklassi, kaitsekategooriate ning metsa kasvukohatüüpide järgi jagunemise pindalad.

3.4. Boniteediklassi määramine

Boniteediklass määratakse vastavalt enamuspüüliigile boniteerimistabelite järgi. Metsaregistrisse kantud aladel on kasutatud boniteediklassi kirjeldamiseks kõrgusindeksit H100, mis väljendab 100 aasta vanuse metsa keskmist kõrgust (Tabel 15). [50]

Tabel 15. Boniteediklassi määramise tingimused

| Boniteediklass | H100, m |
|----------------|-------------|
| 1A | 31,5 – ... |
| 1 | 27,5 – 31,4 |
| 2 | 23,5 – 27,4 |
| 3 | 19,5 – 23,4 |
| 4 | 15,5 – 19,4 |
| 5 | 11,5 – 15,4 |
| 5A | ... – 11,4 |

Boniteediklassi määramine lagedatel ja selgusetal aladel määratakse kasvukohatüübile iseloomuliku boniteediklassi järgi, mis on kirjeldatud määruse „Metsa korraldamise juhend“ lisades. [50]

3.5. Teisendused

Erinevate kütuste omavaheliseks võrdlemiseks on sobiv võrrelda nende kütteväärtusi ja energiasisaldust. Selleks esitatakse nende tarbimisaine alumine kütteväärtus ja energiasisaldus järgmistes ühikutes: GJ/t ja MWh/t (Tabel 16, Tabel 17).

Tabel 16. Kütuste kütteväärtused (GJ/t) ja energiasisaldus (MWh/t) [51]

| Kütus | GJ/t | MWh/t |
|----------------|------|-------|
| Kivisüsi | 22 | 6 |
| Põlevkivi | 9 | 2,5 |
| Turvas | 8 | 2,3 |
| Turbabrikett | 16 | 4,4 |
| Puit | 10,8 | 3 |
| Raske kütteõli | 40 | 11,1 |
| Kerge kütteõli | 42 | 11,7 |
| Põlevkiviõli | 39 | 18,8 |
| Bensiin | 43 | 11,9 |
| Diislikütus | 42 | 11,7 |
| Maagaas* | 46 | 12,8 |

*Kütteväärtus 1000 m³ kohta on 33...34 GJ ehk 9,2...9,4 MWh

Tabel 17. Kütuste kütteväärtused (GJ/t) ja energiasisaldus (MWh/t) [52]

| Kütus | GJ/t | MWh/t |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Freesturvas | 10,08 | 2,8 |
| Loomsed jäätmed | 10,8 | 3 |
| Muud vedelad ja tahked | 20 | 6,9 |
| Põhk | 17,3 | 4,8 |
| Subbituminoosne süsi | 22 | 6,1 |
| Jäätmekütus | 4,42 | 1,2 |
| Kütus | GJ/1000 m ³ | MWh/1000 m ³ |
| Biogaas | 22 | 6,1 |

Veel kasutatud teisendusi [53]:

1 mln tm puitu = 7,19 PJ = 2 TWh

1 rm puitu = 1,3 MWh

4. Lääne-Viru maakonna metsade puitbiomass

Käesoleva magistristöo andmeanalüüsist selgus, et Lääne-Virumaa 362 780 hektarilisest pindalast on 185 495 hektarit metsade all. Lääne-Virumaa metsadest on 153 486 hektarit kantud metsaregistrisse ning metsaregistri andmeteta on 32 009 hektarit maad. Metsamaa osakaal maakonna kogupindalast moodustab 51%, mis on võrreldes Eesti keskmise metsasuse näitajast (52,4%) mõnevõrra väiksem [54]. Metsasuse osakaalult on Lääne-Virumaa Eesti maakondadest 8. kohal [54]. Suurima metsasuse protsendiga vallad on Laekvere (63%), Vihula (61%) ja Rägavere (57%) (Joonis 11). Nendes valdades hõlmab metsa pindala valla kogupindalast rohkem kui poole. Vihula vallas asub Lahemaa rahvuspark, mis on Euroopa üks olulisimaid metsakaitsealasid. Vähima metsa osakaaluga vallad on Rakvere (17%), Sõmeru (22%) ja Haljala (25%) (Joonis 11), mis on seletatav valdades oleva aktiivse põllumajandustegevusega ning ulatuslike metsakaitsealade puudumisega.



Joonis 11. Metsasuse osakaal (%) Lääne-Viru valdades

4.1. Metsade jagunemine omandivormi ja peapuuliigi järgi

Omandivormilt jagunevad Lääne-Virumaa metsad riigimetsaks, erametsaks ja muuks metsaks. Vastavalt „Metsa korraldamise juhendi“ [50] määrusele koosnevad riigimetsad Riigimetsa Majandamise Keskuse (RMK) metsast, ajutisest riigimetsast ja väljaspool RMK haldusest olevast riigimetsast. Erametsad koosnevad füüsilise ja juriidilise isiku erametsast ning ühisomandis olevast erametsast. Muu metsa all on mõeldud munitsipaalmetsta ning teistele avalik-õiguslikele isikutele (nt kirik) kuuluvat metsa. Käesoleva magistritöö andmeanalüüsi tulemused näitasid, et Lääne-Virumaal metsaregistrisse kantud riigimetsa pindala on 83 004 hektarit, erametsal 70 169 hektarit ja muul metsal 311 hektarit. Lääne-Viru maakonna riigimetsa osakaal on 54,1%, erametsal 45,7% ning muul metsal tühine (0,2%). Vallati varieeruvad riigi- ja erametsa jagunemised suuresti. Kuues Lääne-Viru maakonna vallas on riigimetsa pindalaliselt rohkem kui erametsa. Registrisse kandmata (seega mh omandivormita) metsade pindala on 32 009 hektarit, mis moodustab kogu metsamaa pindalast (185 495 ha) 17 %.

Tabel 18. Metsaregistris olevate andmete järgi metsamaa jagunemine omandivormi kaupa Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Valla pindala, ha | Metsamaa, ha | Riigimets, ha | Eramets, ha | Muu mets, ha |
|--------------|--------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| Haljala | 18 197 | 4 638 | 1 394 | 3 197 | 47 |
| Kadrina | 35 392 | 11 321 | 4 217 | 7 104 | 0 |
| Kunda linn | 1 008 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Laekvere | 35 220 | 22 064 | 13 371 | 8 693 | 0 |
| Rakke | 22 471 | 9 201 | 3 873 | 5 328 | 0 |
| Rakvere linn | 1 075 | 131 | 0 | 0 | 131 |
| Rakvere | 12 742 | 2 127 | 479 | 1 648 | 0 |
| Rägavere | 17 308 | 9 805 | 5 820 | 3 984 | 0 |
| Sõmeru | 16 724 | 3 597 | 361 | 3 236 | 0 |
| Tamsalu | 21 558 | 7 924 | 3 994 | 3 929 | 0 |
| Tapa | 26 408 | 8 053 | 3 276 | 4 777 | 0 |
| Vihula | 36 712 | 22 228 | 16 234 | 5 860 | 133 |
| Vinni | 48 766 | 23 441 | 14 896 | 8 545 | 0 |
| Viru-Nigula | 23 502 | 8 892 | 5 271 | 3 620 | 0 |
| Väike-Maarja | 45 776 | 20 064 | 9 818 | 10 246 | 0 |
| Kokku | 362 858 | 153 486 | 83 004 | 70 169 | 311 |
| | | 100% | 54,1% | 45,7% | 0,2% |

Magistritöö andmeanalüüsist selgus, et riigi- ja erametsade puude liigiline koosseis on erinev (Tabel 19). Erametsades omab suurimat pindala kask ehk kaasikud (29%), järgnevad kuusikud

(24%), hall-lepikud (15%) ja männikud (15%). Riigimetsades domineerivad männikud (38%), järgnevad kuusikud (25%) ja kaasikud (23%). Muudes metsades omab suurimat pindala puuliigina mänd (46%), mis võib viidata munitsipaalomandisse kuuluvale männi-parkmetsale. Suurimaks erinevuseks era- ja riigimetsade vahel on halli lepa suur osakaal (15%) erametsades, võrreldes riigimetsadega (2%). Riigimetsas viiakse läbi metsa majandamise kava, mille käigus hooldatakse metsa korrapäraselt ja saadakse ülevaade metsavarudest riigi valdusse kuuluvates metsades. Erametsa majandamist korraldab metsaomanik ning metsa hooldamine sõltub omaniku tahtest, mistõttu paljud metsad võivad jääda hooldamata. Halli lepa vähesus riigimetsas viitab järjepidevale metsade majandamisele. Eraomanike hooldamata metsades ja kasutusest välja jäetud põllumajanduslikel maalidel on halli lepa jaoks väga soodsad tingimused kiireks kasvuks [55]. Hall lepp kodumaise kõige kiirema kasvuga puuliigina vähendab looduslikku mitmekesisust ja muudab maastikud ühekülgseks. Samas on hall lepp mullaviljakuse parandaja, kõrge haiguskindluse, õhulämmastiku sidumise võime ja hea puidutootlikkusega, mistõttu on erametsades olemas suur potentsiaal halli lepa kasutamiseks energiapuiduna. [56]

Tabel 19. Registriga metsamaa puude liigiline jagunemine omandivormi järgi Lääne-Viru maakonnas

| Mets | Puuliik ja pindala, ha | | | | | | | | |
|-------|------------------------|--------|--------|-------|-----------|-----------|----------|------|---------------|
| | Mänd | Kuusik | Kask | Haab | Hall lepp | Sang-lepp | Muu liik | - | Kokku |
| Era | 10 305 | 16 866 | 20 114 | 3 885 | 10 591 | 1 472 | 473 | 6462 | 70 169 |
| | 15% | 24% | 29% | 6% | 15% | 2% | 1% | 9% | 100% |
| Riigi | 31 486 | 21 063 | 19 193 | 2 775 | 1 783 | 1 452 | 444 | 4809 | 83 004 |
| | 38% | 25% | 23% | 3% | 2% | 2% | 1% | 6% | 100% |
| Muu | 145 | 70 | 44 | 0 | 10 | 3 | 28 | 12 | 312 |
| | 46% | 22% | 14% | 0% | 3% | 1% | 9% | 4% | 100% |

4.2. Metsade jagunemine kaitsealade vahel

Lääne-Virumaa metsi analüüsiti koos kaitsealadega. Toodud on registrikandega ja registrikandeta metsa koondtulemused. Eraldi tabelid on toodud **Lisas 2** ja **Lisas 3**. Käesoleva magistr töö andmeanalüüsi koondtulemused näitasid, et 23% Lääne-Viru maakonna metsadest asub kaitsealadel (Tabel 20). 11% metsadest asub range kaitsega aladel, kus majandustegevus on keelatud. Range kaitsega metsades on küll oodatavat biomassi toodangut, kuid seda ei või kaitsepiirangutest tulenevalt kasutada. 12% metsadest asub leebema kaitsega aladel, kus

majandustegevus lubatud, kuid sellele on kehtestatud piirangud. Seetõttu arvestatakse, et neilt aladelt on metsast saadav puitbiomass 50% ulatuses kasutatav. Ülejäänud ehk 77% ulatuses metsamaal ei ole kehtestatud looduskaitsest tulenevaid majandustegevuse piiranguid, mistõttu võib arvestada teoreetiliseks potentsiaalselt kasutatavaks 100% metsaressurssi. Täielikult sellist ressursi kasutada siiski ei saa, kuid väljakutsetest puitressursi realiseerimisel tuleb juttu peatükis 5.

Valdadest on suurima kaitsealuse metsa pindalaga Vihula, mis tuleneb valda ligi 60% ulatuses hõlmavast Lahemaa rahvuspargist [57]. Teised suuremad kaitsealuste metsadega vallad on Kadrina, Laekvere ja Vinni, kus asuvad ka suuremad metsakaitsealad nagu Tudusoo ja Ohepalu looduskaitseala ning Neeruti maastikukaitseala [58].

Tabel 20. Metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Metsamaa, ha | Kaitsealadel paiknevad metsad, ha | | Metsad väljaspool kaitsealu, ha |
|--------------|----------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------|
| | | 100% kaitse all | 50% kaitse all | |
| Haljala | 5 639 | 82 | 102 | 5 455 |
| Kadrina | 15 747 | 2 821 | 2 017 | 10 909 |
| Kunda linn | 206 | 34 | 0 | 172 |
| Laekvere | 23 551 | 2 467 | 1 271 | 19 812 |
| Rakke | 11 018 | 466 | 566 | 9 986 |
| Rakvere linn | 138 | 19 | 28 | 91 |
| Rakvere | 3 155 | 91 | 318 | 2 747 |
| Rägavere | 11 183 | 1 833 | 1 340 | 8 008 |
| Sõmeru | 5 404 | 80 | 74 | 5 250 |
| Tamsalu | 10 305 | 43 | 904 | 9 358 |
| Tapa | 10 856 | 543 | 1 747 | 8 565 |
| Vihula | 26 245 | 8 275 | 8 894 | 9 075 |
| Vinni | 27 043 | 1 981 | 3 019 | 22 043 |
| Viru-Nigula | 11 056 | 912 | 355 | 9 790 |
| Väike-Maarja | 23 950 | 945 | 1 488 | 21 517 |
| Kokku | 185 495 | 20 592 | 22 124 | 142 778 |
| | 100% | 11% | 12% | 77% |

4.3. Metsade jagunemine boniteediklassidesse

Boniteediklassid väljendavad metsamaa väärtust ja headust, mis väljendub metsade kasvukiiruses. Kaudselt näitab boniteediklass ka metsa tootlikkust. Kõige kiirema kasvuga ja kõrgema tootlikkusega on boniteediklassi 1A ning aeglaseima kasvuga ja madala tootlikkusega

boniteediklassi 5A kuuluvad metsad. Käesoleva magistritöö andmeanalüüsi tulemused näitasid, et Lääne-Virumaal kuulub enim metsi boniteediklassi 2, järgnevad boniteediklassid 1 ja 3 (Tabel 21). Võib väita, et valdav osa Lääne-Virumaa metsadest on pigem kiirekasvulised ja kõrge tootlikkusega, kuuludes madalamatesse boniteediklassidesse. Kõige aeglasema kasvuga boniteediklassidesse (5, 5A) kuulub vaid väike osa metsi. Samasugune trend on märgatav ka vallati.

Tabel 21. Lääne-Viru maakonna kaitsepiiranguta metsade jagunemine boniteediklassidesse

| Vald | Metsade pindalad boniteediklassides, ha | | | | | | |
|--------------|---|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------|
| | 1A | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5A |
| Haljala | 52 | 840 | 2 738 | 1 606 | 167 | 23 | 4 |
| Kadrina | 200 | 2 337 | 4 915 | 2 731 | 530 | 67 | 16 |
| Kunda linn | | 10 | 120 | 43 | | | |
| Laekvere | 979 | 6 140 | 7 981 | 3 119 | 1 042 | 316 | 48 |
| Rakke | 185 | 1 715 | 4 336 | 2 484 | 892 | 250 | 104 |
| Rakvere linn | 3 | 62 | 20 | 6 | | | |
| Rakvere | 50 | 821 | 1 274 | 512 | 37 | 18 | 1 |
| Rägavere | 384 | 3 072 | 3 145 | 1 090 | 189 | 57 | 12 |
| Sõmeru | 128 | 1 091 | 2 500 | 1 370 | 101 | 37 | 1 |
| Tamsalu | 324 | 2 966 | 4 200 | 851 | 143 | 64 | 30 |
| Tapa | 240 | 2 203 | 3 509 | 1 826 | 618 | 102 | 32 |
| Vihula | 241 | 1 505 | 4 195 | 2 688 | 330 | 74 | 9 |
| Vinni | 776 | 6 651 | 10 019 | 3 525 | 703 | 138 | 81 |
| Viru-Nigula | 177 | 1 543 | 4 485 | 2 947 | 494 | 60 | 55 |
| Väike-Maarja | 855 | 6 730 | 9 245 | 2 894 | 1 079 | 373 | 125 |
| Kokku | 4 594 | 37 685 | 62 680 | 27 692 | 6 326 | 1 579 | 518 |

4.4. Metsade jagunemine kasvukohatüüpidesse

Järgnevalt analüüsiti Lääne-Virumaa metsade kasvukohatüüpidesse jagunemist. Toodud on registriga ja registrita metsade jagunemine kasvukohatüüpidesse väljaspool kaitsealu ehk aladel, kus ei ole looduskaitsepiiranguid seatud ja saadaval on 100% metsaressursist (Tabel 22). Registrikandega ja registrikandeta metsade kohta on eraldi tabelid toodud **Lisas 4 ja Lisas 5**. Metsa kasvukohatüübi teadmine on vajalik metsa majandamiseks, sest iseloomustab mulla mineraalainete koostist, taimkatet ja veerežiimi. Metsa kasvukohatüüp annab aimduse, millised probleemid võivad raie planeerimisel või metsa rajamisel ette tulla. Samuti iseloomustavad kasvukohatüübid metsade liigilist koosseisu, mis on oluline uuendusraie vanuste ja metsa sortimentide leidmiseks. [59]

Tabel 22. Kaitsepiiranguta metsade jagunemine kasvukohatüübi rühmadesse Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Metsamaa, ha | Metsade kasvukohatüübi rühmade jagunemine, ha | | | | | | | | |
|--------------|----------------|---|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|---------------|-------------|
| | | Loo-metsad | Nõmme-metsad | Palu-metsad | Laane-metsad | Salu-metsad | Sooviku-metsad | Rabastuvad metsad | Soo-metsad | Muud metsad |
| Haljala | 5 455 | 17 | 0 | 533 | 818 | 771 | 2 285 | 2 | 1 023 | 7 |
| Kadrina | 10 909 | 23 | 18 | 1 593 | 3 838 | 681 | 2 881 | 46 | 1 821 | 10 |
| Kunda linn | 172 | 0 | 0 | 7 | 16 | 1 | 149 | 0 | 0 | 0 |
| Laekvere | 19 812 | 0 | 10 | 4 109 | 3 025 | 3 208 | 6 509 | 484 | 2 465 | 1 |
| Rakke | 9 986 | 7 | 0 | 729 | 2 050 | 1 257 | 2 559 | 47 | 3 334 | 4 |
| Rakvere linn | 91 | 0 | 0 | 4 | 83 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Rakvere | 2 747 | 20 | 0 | 88 | 1 669 | 295 | 449 | 0 | 223 | 4 |
| Rägavere | 8 008 | 0 | 0 | 2 756 | 2 625 | 237 | 1 487 | 47 | 847 | 9 |
| Sõmeru | 5 250 | 22 | 4 | 1 092 | 1 240 | 483 | 1 984 | 27 | 394 | 4 |
| Tamsalu | 9 358 | 11 | 0 | 20 | 8 290 | 355 | 457 | 5 | 215 | 5 |
| Tapa | 8 565 | 3 | 0 | 389 | 4 629 | 362 | 1 485 | 10 | 1 687 | 1 |
| Vihula | 9 075 | 51 | 43 | 3 253 | 768 | 374 | 3 566 | 233 | 785 | 2 |
| Vinni | 22 043 | 4 | 7 | 4 422 | 7 634 | 971 | 5 551 | 226 | 3 222 | 8 |
| Viru-Nigula | 9 790 | 162 | 42 | 2 248 | 1 142 | 835 | 3 826 | 43 | 1 476 | 16 |
| Väike-Maarja | 21 517 | 3 | 6 | 1 779 | 10 162 | 1 488 | 4 492 | 31 | 3 536 | 19 |
| Kokku | 142 778 | 323 | 130 | 23 022 | 47 989 | 11 321 | 37 679 | 1 202 | 21 026 | 90 |
| | 100% | 0,2% | 0,1% | 16,1% | 33,6% | 7,9% | 26,4% | 0,8% | 14,7% | 0,1% |

Lääne-Virumaal on valdavaks metsa kasvukohatüübiks laanemetsad (33,6%), millele järgnevad soovikumetsad ja palumetsad. Vähim esineb muid, loo- ja nõmmemetsi. Laanemetsad on viljakatel muldadel kasvavad metsad, mida leiab eriti Pandivere kõrgustikul ja selle lähistel [59].

Soovikumetsad on liigniisketel muldadel kasvavad metsad, kus on lehtpuuenamus või segametsad [59]. Liigniisked mullad (nt gleimullad) hõlmavad Lääne-Virumaal ulatuslikke alasid maakonna põhja-, ida- ja lõunaosa valdades [60], kus paiknevad ka maakonna suuremad metsaalad. Palumetsi on Eestis kõige enam, mis on Lääne-Virumaa metsade kasvukohatüüpidest kolmandal kohal. Palumetsades on valdavaks puuliigiks mänd [59].

4.5. Puitkütuse potentsiaal Lääne-Viru maakonna metsadest

Käesoleva magistritöö andmeanalüüsi tulemused näitavad (Tabel 23), et Lääne-Viru maakonna metsadest, millele ei ole kehtestatud kaitsest tulenevaid piiranguid, saaks raiuda igal aastal kogumahu 860 645 tm puitu, millest traditsioonilise küttepuiduna oleks kasutatav 74 674 tm. Raiejäätmel, mis koosnevad ladvaotstest ja okstest, on kasutatav mahu 108 673 tm. Seega on potentsiaalseks kütteks kasutatavaks materjaliks Lääne-Virumaa kaitsepiiranguta metsadest saada 183 347 tm puitu. Üle poole kogu potentsiaalsest metsatoodangust moodustab väärtuslik jäme- ja peenpalk, mida kütteks ei kasutata. Suurima metsa juurdekasvu ja toodanguga aastas on Vinni, Laekvere ja Väike-Maarja vallad, mis on ka metsa pindalalt maakonnas ühed suurimad.

Tabel 23. Kaitsepiiranguta metsa prognoositav pikaajaline keskmine juurdekasv ja aastane toodang Lääne-Viru maakonnas

| Vald | Juurdekasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|--------------|------------------|--------------------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | | Jäme- ja peenpalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Haljala | 29 276 | 8 528 | 3 689 | 8 074 | 2 830 | 3 513 |
| Kadrina | 70 500 | 23 635 | 9 611 | 17 191 | 5 720 | 8 096 |
| Kunda linn | 1 019 | 262 | 117 | 309 | 112 | 126 |
| Laekvere | 129 491 | 40 635 | 16 831 | 34 295 | 10 651 | 15 333 |
| Rakke | 49 610 | 15 155 | 6 484 | 13 128 | 4 477 | 5 899 |
| Rakvere linn | 896 | 355 | 131 | 185 | 50 | 96 |
| Rakvere | 19 518 | 6 920 | 2 686 | 4 499 | 1 508 | 2 183 |
| Rägavere | 60 369 | 21 812 | 8 567 | 13 866 | 4 019 | 6 764 |
| Sõmeru | 32 925 | 10 487 | 4 372 | 8 446 | 2 833 | 3 846 |
| Tamsalu | 71 786 | 27 291 | 10 171 | 15 258 | 5 011 | 7 783 |
| Tapa | 57 027 | 19 997 | 7 918 | 13 277 | 4 361 | 6 443 |
| Vihula | 79 014 | 25 594 | 10 769 | 19 916 | 6 479 | 9 255 |
| Vinni | 147 835 | 50 785 | 20 102 | 35 761 | 11 172 | 16 870 |

| Vald | Juurdekasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|--------------|---------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Viru-Nigula | 52 915 | 16 176 | 6 953 | 14 002 | 4 764 | 6 297 |
| Väike-Maarja | 142 584 | 49 630 | 19 532 | 33 898 | 10 686 | 16 168 |
| Kokku | 944 764 | 317 263 | 127 931 | 232 104 | 74 674 | 108 673 |
| | | | | | 183 347 | |
| | | | | | 860 645 | |

Kaitsepiiranguga metsade iga-aastane puidu maht (30 245 tm/a), mida ei saa kütteks kasutada, moodustab kaitseta metsade potentsiaalsest kütteks kasutatava puidu mahust (183 347 tm/a) 17% (Tabel 24). Kaitsepiirangute tõttu jääb seega 17% ulatuses metsaressurssi saamata ning see jääb metsa. Tulemus on võrreldav Saare maakonna kohta tehtud uuringuga, kus leiti, et tulenevalt majandustegevuse piirangutest jääb igal aastal Saaremaa metsadest umbes 15% puidu kogusest saamata [61]. Suurim raieks mittelubatav toodang on mõistetavalt Vihula vallas, kus on Euroopa tähtsamaid metsakaitsealasid ning kehtestatud ulatuslikud piirangud majandustegevusele.

Tabel 24. Kaitsealadel paikneva metsa prognoositav pikaajaline keskmine juurdekasv ja aastane toodang Lääne-Viru maakonnas

| Vald | Juurdekasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|--------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Haljala | 835 | 268 | 110 | 213 | 73 | 97 |
| Kadrina | 18 351 | 6 080 | 2 676 | 4 353 | 1 479 | 2 159 |
| Kunda linn | 231 | 68 | 28 | 64 | 22 | 27 |
| Laekvere | 11 327 | 3 270 | 1 638 | 3 001 | 1 001 | 1 416 |
| Rakke | 2 432 | 737 | 342 | 625 | 219 | 295 |
| Rakvere linn | 178 | 66 | 29 | 37 | 11 | 20 |
| Rakvere | 1 735 | 616 | 239 | 399 | 135 | 194 |
| Rägavere | 13 093 | 4 652 | 1 940 | 2 959 | 901 | 1 498 |
| Sõmeru | 646 | 215 | 94 | 154 | 50 | 75 |
| Tamsalu | 3 441 | 1 282 | 488 | 742 | 252 | 376 |
| Tapa | 6 783 | 2 129 | 945 | 1 720 | 581 | 812 |
| Vihula | 65 404 | 22 324 | 9 718 | 15 197 | 4 817 | 7 657 |
| Vinn | 17 254 | 5 785 | 2 506 | 4 084 | 1 351 | 2 017 |
| Viru-Nigula | 5 104 | 1 694 | 751 | 1 215 | 399 | 600 |
| Väike-Maarja | 8 748 | 2 978 | 1 243 | 2 053 | 703 | 1 007 |
| Kokku | 155 562 | 52 164 | 22 747 | 36 817 | 11 995 | 18 250 |
| | | | | | 30 245 | |

Andmeanalüüsi tulemusena selgus, et Lääne-Virumaa kaitsepiiranguta metsades on suurima juurdekasvu ja tootlikkusega puuliigiks kuusk, järgnevad kask ja mänd (Tabel 25). Selline muster oli märgatav pea kõigi valdade puhul. Kõige vähem toodangut on oodata halli lepa ja haava puhul. Valdade kaupa toodud puuliikide järgi jaotatud metsa toodanguga saab tutvuda **Lisas 6**.

Tabel 25. Kaitsepiiranguta metsade pikaajaline keskmine juurdekasv ja aastane toodang puuliigi järgi Lääne-Virumaal

| Puuliik | Juurdekasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|--------------|------------------|--------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Haab | 53 382 | 7 218 | 5 113 | 18 816 | 9 065 | 8 523 |
| Kask | 267 533 | 48 789 | 27 953 | 100 069 | 27 165 | 33 504 |
| Kuusk | 378 087 | 162 941 | 57 291 | 64 007 | 25 458 | 38 979 |
| Must lepp | 27 091 | 4 322 | 0 | 12 723 | 4 267 | 4 145 |
| Hall lepp | 94 | 2 | 0 | 2 | 68 | 26 |
| Mänd | 218 578 | 93 990 | 37 574 | 36 485 | 8 651 | 23 496 |
| Kokku | 944 764 | 317 263 | 127 931 | 232 104 | 74 674 | 108 673 |

4.6. Puitkütuse energeetiline potentsiaal Lääne-Viru maakonna metsadest

Järgnevalt on toodud tabelid puitressursi energeetiline väärtus ühikutes TJ ja GWh (vastavalt Tabel 26 ja Tabel 27). Magistritöö andmeanalüüsi tulemusena koostatud tabelitest selgub, et suurima energeetilise kogupotentsiaaliga puiduliigid on jäme- ja peenpalk (vastavalt 2 281 TJ ja 920 TJ), kuid kuna palgi kujul on tegemist väärtusliku tööstuspuiduga, mitte kütte otstarbel kasutatava puiduga, siis ei vaadelda neid käesolevas magistritöös edasi. Kuigi paberipuitu on varasemalt osaliselt kasutatud ka küttepuiduna, siis ka see jäetakse vaatlusest kõrvale ning edaspidi keskendutakse vaid küttepuidu ja siiani suuresti tähelepanuta jäänud raiejäätmete kasutamiseks energeetikas potentsiaalse ressursina. Paberipuidule ei pruugi olla alati ostjat ning küttepuidu hinnad suudavad konkureerida paberipuidu hindadega. Seega kasutatakse tihti küttepuiduna ka paberipuitu. Samas on võimatu prognoosida, kui palju paberipuidu kogusest võidakse kasutada küttepuiduna. Küttepuidu aastane energeetiline potentsiaal on 537 TJ ning raiejäätmete energeetiline potentsiaal on mõnevõrra küttepuidu omast suurem (781 TJ). Küttepuidu ja raiejäätmete kohta on seega saadaolevaks aastaseks energeetiliseks potentsiaaliks 1 318 TJ ehk 366 GWh. Neid väärtusi on tarvis, et võrrelda Lääne-Viru maakonna energiavajadust ja vajaduse katmise võimalusi Lääne-Viru maakonna metsast saadava puitbiomassiga (peatükk 5).

Tabel 26. Kaitsepiiranguta metsade puitkütuste energeetiline potentsiaal (TJ) Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Energeetiline ressurss, TJ/a | | | | |
|--------------|------------------------------|------------|--------------|--------------|------------|
| | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Haljala | 61,3 | 26,5 | 58,1 | 20,3 | 25,3 |
| Kadrina | 169,9 | 69,1 | 123,6 | 41,1 | 58,2 |
| Kunda linn | 1,9 | 0,8 | 2,2 | 0,8 | 0,9 |
| Laekvere | 292,2 | 121,0 | 246,6 | 76,6 | 110,2 |
| Rakke | 109,0 | 46,6 | 94,4 | 32,2 | 42,4 |
| Rakvere linn | 2,6 | 0,9 | 1,3 | 0,4 | 0,7 |
| Rakvere | 49,8 | 19,3 | 32,3 | 10,8 | 15,7 |
| Rägavere | 156,8 | 61,6 | 99,7 | 28,9 | 48,6 |
| Sõmeru | 75,4 | 31,4 | 60,7 | 20,4 | 27,7 |
| Tamsalu | 196,2 | 73,1 | 109,7 | 36,0 | 56,0 |
| Tapa | 143,8 | 56,9 | 95,5 | 31,4 | 46,3 |
| Vihula | 184,0 | 77,4 | 143,2 | 46,6 | 66,5 |
| Vinni | 365,1 | 144,5 | 257,1 | 80,3 | 121,3 |
| Viru-Nigula | 116,3 | 50,0 | 100,7 | 34,3 | 45,3 |
| Väike-Maarja | 356,8 | 140,4 | 243,7 | 76,8 | 116,2 |
| Kokku | 2 281 | 920 | 1 669 | 537 | 781 |
| | | | | 1 318 | |

Tabel 27. Kaitsepiiranguta metsade puitkütuste energeetiline potentsiaal (GWh) Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Energeetiline ressurss, GWh/a | | | | |
|--------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Haljala | 16,9 | 7,5 | 16,1 | 5,6 | 6,9 |
| Kadrina | 47,2 | 19,2 | 34,4 | 11,4 | 16,1 |
| Kunda linn | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,3 |
| Laekvere | 81,1 | 33,6 | 68,6 | 21,4 | 30,6 |
| Rakke | 30,3 | 13,1 | 26,1 | 8,9 | 11,7 |
| Rakvere linn | 0,8 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,3 |
| Rakvere | 13,9 | 5,3 | 8,9 | 3,1 | 4,4 |
| Rägavere | 43,6 | 17,2 | 27,8 | 8,1 | 13,6 |
| Sõmeru | 20,8 | 8,6 | 16,9 | 5,6 | 7,8 |
| Tamsalu | 54,4 | 20,3 | 30,6 | 10,0 | 15,6 |
| Tapa | 40,0 | 15,8 | 26,4 | 8,6 | 12,8 |
| Vihula | 51,1 | 21,4 | 39,7 | 13,1 | 18,6 |
| Vinni | 101,4 | 40,3 | 71,4 | 22,2 | 33,6 |
| Viru-Nigula | 32,2 | 13,9 | 28,1 | 9,4 | 12,5 |
| Väike-Maarja | 99,2 | 38,9 | 67,8 | 21,4 | 32,2 |
| Kokku | 633 | 256 | 464 | 149 | 217 |
| | | | | 366 | |

5. Puitressursi kasutusvõimalused Lääne-Viru maakonna energiavajaduse katmisel

Järgnevalt on toodud erinevad variandid, kuidas võiks Lääne-Viru maakonna metsadest saadavat energiapuitu kasutada Lääne-Viru maakonna energiavajaduse rahuldamiseks ja uuritakse kas maakonna energiavajadus suudetakse kohaliku puitressursiga katta.

Tabel 28 selgub, et käesoleval ajal oleks võimalik Lääne-Viru maakonna metsadest saadaoleva potentsiaalse puitkütuste varuga katta Lääne-Viru maakonna kütteenergia vajaduses Laekvere, Rägavere, Vihula, Vinni ja Viru-Nigula vallas. Tarbitud katlakütuste all on mõeldud 2015. aastal Lääne-Viru maakonna valdades kasutatud nii fossiilseid kui ka taastuvatest allikatest (nt biogaas, puitkütused) pärinevaid kütuseid. Kunda linna mitu korda suurem katlakütuste tarbimine võrreldes teiste omavalitsustega on tingitud Kundas asuvast Kunda Nordic Tsement AS tehasega, kus kasutatakse suures koguses põlevkivi ja kivisütt, aga ka jäätmekütust (RDF) tsemenditootmise protsessis pöördahjude kütmisel. Rakvere linnas tarbitakse soojustootmiseks suures koguses maagaasi ning elektri ja soojustootmiseks puitkütuseid.

Tabel 28. Lääne-Viru maakonna valdade potentsiaalse puitressursi ja katlakütuste tarbimise koondtabel

| Vald | GWh/a | | | | |
|--------------|------------|------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|
| | Küttepuit | Raiejääde | Potentsiaalne ressurss kokku | Tarbitud katlakütused 2015. a [24] | Vahe |
| Haljala | 6 | 7 | 13 | 18 | 5 |
| Kadrina | 11 | 16 | 27 | 43 | 16 |
| Kunda linn | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1 100 | 1 099 |
| Laekvere | 21 | 31 | 52 | 11 | -41 |
| Rakke | 9 | 12 | 21 | 68 | 47 |
| Rakvere linn | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 304 | 303 |
| Rakvere | 3 | 4 | 7 | 14 | 7 |
| Rägavere | 8 | 14 | 22 | 0 | -22 |
| Sõmeru | 6 | 8 | 14 | 78 | 64 |
| Tamsalu | 10 | 16 | 26 | 34 | 8 |
| Tapa | 9 | 13 | 22 | 67 | 45 |
| Vihula | 13 | 18 | 31 | 19 | -12 |
| Vinni | 22 | 34 | 56 | 28 | -28 |
| Viru-Nigula | 10 | 13 | 23 | 10 | -13 |
| Väike-Maarja | 21 | 32 | 53 | 111 | 58 |
| Kokku | 149 | 217 | 366 | 1 903 | 1 537 |

Iga valla kütteenergia vajadus on kaetud kui tarbitud katlakütuste ja potentsiaalse kasutatava puitressursi energiasalduse vahe on null. Tabel 28 on näha, et eelnimetatud viies vallas on vahe negatiivne, mis tähendab üleliigset ressursi, mida saaks kasutada teiste Lääne-Viru maakonna valdade kütteenergia vajaduse katmiseks. Sellist üleliigset ressursi on valdade peale kokku 116 GWh. Vaba ressursi ümberjaotamisel maakonnas saaks teoreetiliselt katta veel vähemalt viie valla kütteenergia vajaduse puhtalt puitkütusega. Energiavajaduse katmisel on tehtud eeldus, et teoreetiliselt on võimalik fossiilsed katlakütused asendada puitkütustega.

Tabel 29 on toodud Lääne-Viru maakonna metsade küttepuidu iga-aastane potentsiaalne ressurs ja võrdluseks maakonna küttepuidu vajadus energiasalduse järgi eramajapidamistes (koguse leidmine kirjeldatud alapeatükis 2.3) ning mujal (üle 300 kW võimsusega küttepuitu kasutavad katlad [24]). Eesmärgiks on määrata kas valla metsade potentsiaalne iga-aastane küttepuidu toodang katab ära valla küttepuidu vajaduse. Selgub, et vajadus kaetakse neljas vallas: Laekvere, Rakke, Rägavere ja Viru-Nigula vallas.

Tabel 29. Lääne-Viru maakonna küttepuidu ressurs ja küttepuidu vajadus

| Vald | GWh/a | | | |
|--------------|--------------|--------------------|----------|-------------|
| | Küttepuit | Küttepuidu vajadus | | Vahe |
| | | Eramajapidamistes | Muu [24] | |
| Haljala | 6 | 10 | | 4 |
| Kadrina | 11 | 21 | 0,3 | 10,3 |
| Kunda linn | 0,3 | 3 | | 2,7 |
| Laekvere | 21 | 10 | | -11 |
| Rakke | 9 | 9 | | 0 |
| Rakvere linn | 0,1 | 35 | 0,3 | 35,2 |
| Rakvere | 3 | 8 | | 5 |
| Rägavere | 8 | 7 | | -1 |
| Sõmeru | 6 | 12 | | 6 |
| Tamsalu | 10 | 13 | | 3 |
| Tapa | 9 | 28 | | 19 |
| Vihula | 13 | 24 | | 11 |
| Vinni | 22 | 22 | 1,2 | 1,2 |
| Viru-Nigula | 10 | 9 | | -1 |
| Väike-Maarja | 21 | 21 | 1,2 | 1,2 |
| Kokku | 149,4 | 232 | 3 | 85,6 |
| | | 235 | | |

Valdades, kus küttepuidu vajadus on kaetud, saaks üle jäävat ressursi kokku koguda ning kasutada näiteks naabervaldade küttepuidu vajaduse katmisel. Vaba ressursi eelnimetatud nelja valla kohta on kokku 13 GWh. Vaba ressursiga oleks võimalik katta ühe kuni nelja valla küttepuidu vajadus.

Tabel 30 on toodud Lääne-Viru maakonna metsade raiejäätmete iga-aastane potentsiaalne ressurss ja võrdluseks maakonna hakkpuidu ning puitjäätmete vajadus energiasalduse ühikutes. Tabelist nähtub, et raiejäätmetega oleks võimalik käesoleval ajal katta 6 valla (Laekvere, Rakke, Rakvere, Tapa, Vinni, Viru-Nigula) hakkpuidu ja puitjäätmete vajadus. Lisaks neis valdades üle jäävale ressursile on veel Haljala, Kunda linna, Rägavere ja Vihula vallas kasutamata potentsiaalsed raiejäätmete toodangut, mida saaks energiapuiduna kasutada teiste valdade energiavajaduse katmiseks, sest nimetatud valdades endis hakkpuidu ja puitjäätmete vajadus puudub. Kokku on vaba ressursi 127,3 GWh, millega saaks katta pea pool Rakvere linna hakkpuidu ja puitjäätmete energiavajadusest või täielikult Kadrina, Sõmeru, Tamsalu ja Väike-Maarja puiduenergia vajaduse.

Tabel 30. Lääne-Viru maakonna raiejäätmete ressurss ja hakkpuidu ning puitjäätmete vajadus

| Vald | GWh/a | | |
|--------------|--------------|--|--------------|
| | Raiejääde | Hakkpuidu ja puitjäätmete vajadus 2015. a [24] | Vahe |
| Haljala | 7 | | -7 |
| Kadrina | 16 | 21 | 5 |
| Kunda linn | 0,3 | | -0,3 |
| Laekvere | 31 | 1 | -30 |
| Rakke | 12 | 6 | -6 |
| Rakvere linn | 0,3 | 258 | 257,7 |
| Rakvere | 4 | 1 | -3 |
| Rägavere | 14 | | -14 |
| Sõmeru | 8 | 9 | 1 |
| Tamsalu | 16 | 18 | 2 |
| Tapa | 13 | 2 | -11 |
| Vihula | 18 | | -18 |
| Vinni | 34 | 6 | -28 |
| Viru-Nigula | 13 | 3 | -10 |
| Väike-Maarja | 32 | 75 | 43 |
| Kokku | 218,6 | 400 | 181,4 |

Kuigi Eesti metsamajanduses pööratakse rohkem tähelepanu likviidse puidu nagu palkide, paberipuidu ja traditsioonilise küttepuidu raiele, siis energeetika seisukohalt on raiejäätmete (peamiselt oksad ja ladvad) puhul tegemist samuti väärtusliku toorainega. Traditsioonilise küttepuidu kasutamine on suurenenud pigem peenpuitu töötlevates ettevõtetes (nt plaaditööstus), samas vähenenud energeetika ettevõtetes, mistõttu otsitakse energeetikas järjest enam alternatiivseid variante ning raiejäätmete kasutamine laialdaselt kasutamata alternatiivina oleks selleks hea võimalus. Juured ja kännud moodustavad puu biomassist küll olulise osa, kuid praegusel hetkel ei ole nende kogumine liigse energiakulu tõttu otstarbekas. Samas tulevikus tehnoloogiate arenemisel võib olukord muutuda. [26]

Kui võrrelda Lääne-Viru maakonna keskmist soojus- ja elektrienergia tarbimist viimastel aastatel iga-aastase potentsiaalse energiapuidu (küttepuit ja raiejäätmed) kasutatava varu energiasisaldusega pärast muundamisteguriga läbi korrutamist, siis on näha, et puhtalt energiapuiduga ei ole võimalik katta Lääne-Viru maakonna soojus- ega elektrienergia vajadust (Tabel 31). Soojusenergia vajadus suudetaks teoreetiliselt puitkütustega katta 52% ulatuses ning elektrienergia vajadus katta 46% ulatuses. Samas on paberipuidu hinnad sageli sellisel tasemel, et küttepuidu kasutajad suudavad energiapuiduna osta ka paberipuitu. Kogu paberipuidu hulka küttepuiduna kasutama ilmselt ei hakata, kuid osa sellest on läbi aegade kasutatud küttepuiduna. Seega magistritöös esitatud energiapuidu andmed on pigem tagasihoidlikud kui ülehinnatud. Kogu paberipuidu energeetiline potentsiaal oleks 464 GWh/a ehk peale muundamisteguriga (75%) läbi korrutamist 348 GWh/a. Teisalt ilmselt ei olegi otstarbekas eeldada, et puitkütustega tuleks katta 100% ulatuses elektri- ja soojusenergia vajadus. Puitkütused on üks alternatiiv erinevate taastuvenergiaallikate seas. Elektri- või soojusenergia tootmisel annavad oma panuse ka näiteks maakonnas rajatud tuulepargid, biogaasijaam, päikesepaneelid või maaküte.

Tabel 31. Lääne-Viru maakonna energiapuiduna kasutatav ressurss ning soojus- ja elektrienergia tarbimine

| Maakond | GWh/a | Muundamis- tegur | GWh/a | 2012.–2014. a keskmise [19] | GWh/a |
|----------------|---|---------------------|----------------------------|--------------------------------|-------|
| | Küttepuidu ja raiejäätmete ressurss | | Kasuta- tav ressurss | Soojusenergia tarbimine | Vahe |
| Lääne- Viru | 366 | 0,75 | 275 | 532 | 257 |
| | | | | Elektrienergia tarbimine | Vahe |
| | | | | 596 | 321 |

5.1. Väljakutsed puitressursi realiseerimisel

Üheks suurimaks väljakutseks raiejäätmete kasutamisel on asjaolu, et puitkütuse vähese energiasisalduse tõttu on majanduslikult tasuv veokaugus piiratud ja transport kulukas [62]. Raiejäätmed on langil tavaliselt hajutatud ning väikese mahukaaluga, mistõttu tuleb töömahukas raiejäätmete kogumine ja töötlemine tähelepanelikult planeerida. Raiejäätmete töötlemisel on enimkasutatavad tehnoloogiaid: hakkimine langil, hakkimine vahelaos, transport töötlemata kujul ja hakkimine lõpplaos, pallimine. Eesti tingimustes on peetud kõige sobivamaks tehnoloogiaks raiejäätmete hakkimist langi servas, kuid näiteks veokaugustel üle 100 km on Soome näitel otstarbekaks peetud raiejäätmete pallimist. [61]

Varasemad uuringud Euroopas on näidanud, et puitkütuste majanduslikult tasuv veokaugus veoautodega varieerub 30–100 km vahel [63][64][65]. 2015. aastal Eesti metsanduse ja põllumajanduse valdkonna ettevõtjate seas läbiviidud küsitluse [66] tulemusena hindasid ettevõtjad kaugemaiks kohaks raiejäätmete transportimisel omatarbeks 38 km ning edasimüügiks 73 km ettevõtte tegutsemise asukohast (Tabel 32). Metsanduse tegevusala ettevõtjatel on tasuvuse seisukohalt võimalik biomassi varuda edasimüügiks oluliselt kaugemalt võrreldes põllumajanduse tegevusala ettevõtjatega. Kõige kaugemalt on otstarbekas transportida puidutööstuse jäätmeid (omatarbeks 61 km ja edasimüügiks 91 km kauguselt).

Tabel 32. Metsanduse ja põllumajanduse ettevõtjate hinnangul kaugem koht biomassi transportimisel omatarbeks ning edasimüügiks ettevõtte tegutsemise asukohast, km-tes [66]

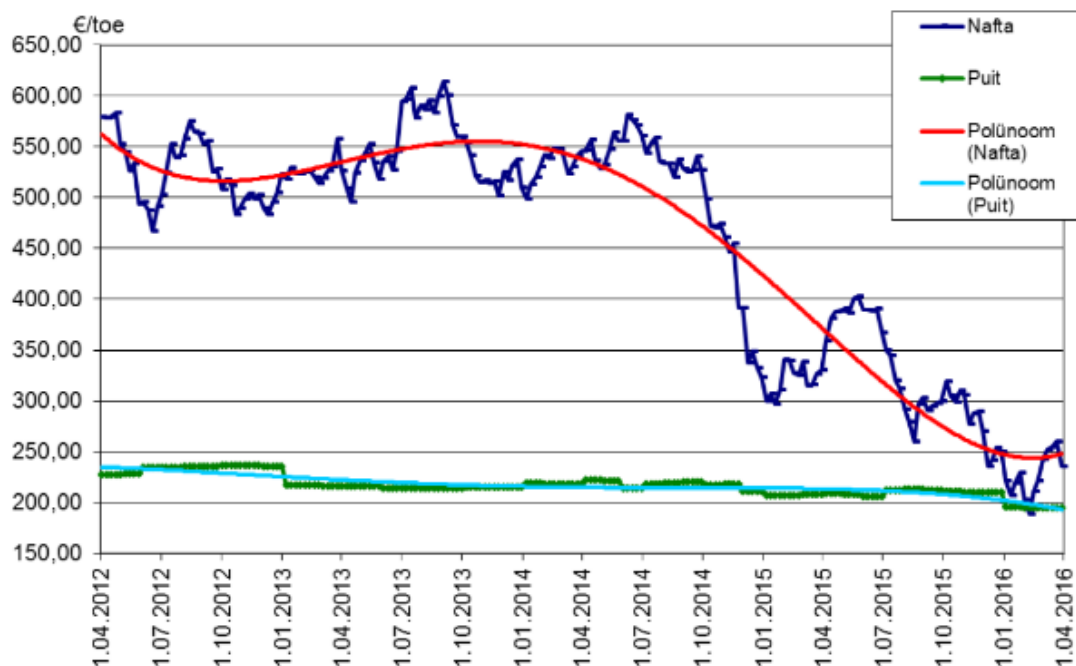
| Biomassi liik | km | |
|--|------------|--------------|
| | Omatarbeks | Edasimüügiks |
| Energiakultuuridena kasvatatavad puittaimed | 25 | 74 |
| Metsaraie jäätmed | 38 | 73 |
| Puidutööstuse jäätmed | 61 | 91 |
| Energiakultuuridena kasvatatavad põllukultuurid | 43 | 50 |
| Põllumajandustootmise bioorgaaniline jääk (sõnnik, põhk) | 8 | 0,2 |
| Rohtne biomass poollooduslikelt kooslustelt | 15 | - |
| Keskmine | 32 | 58 |

Metsanduse tegevusala ettevõtjate hinnangul on biomassi varumise tasuvus sõltuv eelkõige transpordikuludest. Samas põllumajanduse tegevusalade ettevõtjate hinnangul sõltub biomassi varumise tasuvus rohkem investeeringutest ja kulumist. Keskmiselt on metsa- ja põllumajanduse biomassi varumise kaugem punkt ettevõtte tegutsemise asukohast 32 km kaugusel, mis näitab ettevõtjate eelistust biomassi varuda ettevõttele võimalikult lähedalt. Mida

kõrgem on toorme hind ja transpordi kulu, seda vähem tasuvam on toota ja kasutada bioenergiat. [66]

Puitkütuse hind peab tasuvuse seisukohalt olema odavam kui muudel katlakütustel, sest puitkütuse kasutamine on keerukam ning katlamajade seadmed on kallimad [62]. Erametsakeskus SA tellitud uuringu kohaselt on puidu konkurentsivõime nafta suhtes 2016. aasta esimeses kvartalis võrreldes eelmise aasta neljanda kvartaliga langenud ligi 13%. Võrreldes 2015. aasta esimese kvartaliga on puidu konkurentsivõime nafta hinna suhtes langenud 25% (Joonis 12). Puidu hind ei ole pärast majanduskriisi 2009. aasta algusest veel kordagi nii madalal olnud. [67]

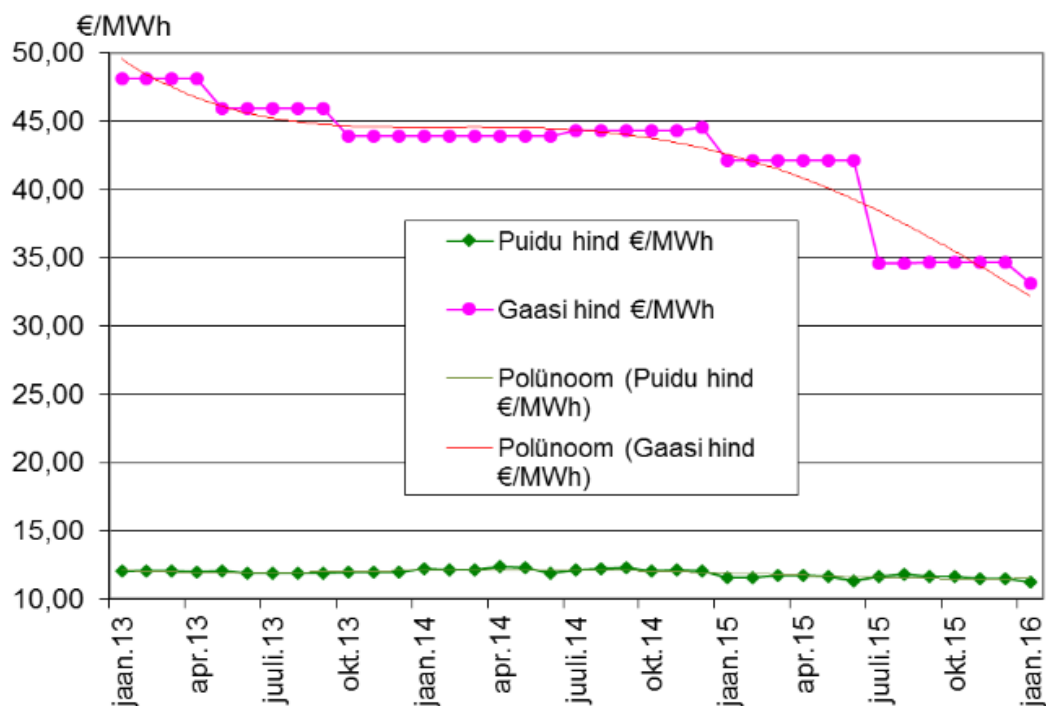
Madal nafta hind on omakorda 2015. aastal toonud alla gaasi hinna (Joonis 13). Gaasi võrgutasu ja aktsiis kasvas, kuid gaas eraldi võetuna odavnes enam. Kokkuvõttes on gaasi hind kodutarbijale 2015. aastaga odavnenud 22%. Selle aja jooksul on odavnenud ka küttepuit, mistõttu on tervikuna puit energiaallikana kaotanud gaasile 2015. aastaga konkurentsivõimes 18%. [68]



Joonis 12. Nafta* ja puidu hinna võrdlus [67]**

* 1 barrel naftat = 0,136 t naftat = 0,136 toe

** 1t puitu = 2 tm puitu = 0,22 toe



Joonis 13. Gaasi hind võrdluses puidu hinnaga [68]

Teisalt kõigub puidu hind võrreldes nafta ja maagaasi hindadega suhteliselt vähe, mis teeb pikaajalises perspektiivis puidu fossiilsete kütustega võrreldes väärtuslikuks stabiilsema hinnaga ja väiksema keskkonnamõjuga kütuseks. Kui võrrelda hakkpuitu teiste küteliikidega, siis soojusenergia maksumus katlamaja väljundis oli hakkpuidul kütusena (19 €/MWh) teistest küteliikidest märksa odavam (Tabel 33) [69]. Soodsama ja suhteliselt stabiilsema hinnaga hakkpuidu kasutamine soojusmajanduses avaldab positiivset mõju ka soojuse lõpptarbijale. Näiteks Rakveres varem maagaasil põhinenud soojuse tootmise asendamine hakkpuidu vastu vähendas Rakvere kaugkütte soojuse hinda 18% võrra ja CO₂ heitmeid 10 800 tonni võrra aastas [27].

Tabel 33. Soojusenergia maksumus katlamaja väljundis (2015. aasta oktoobri seisuga) [69]

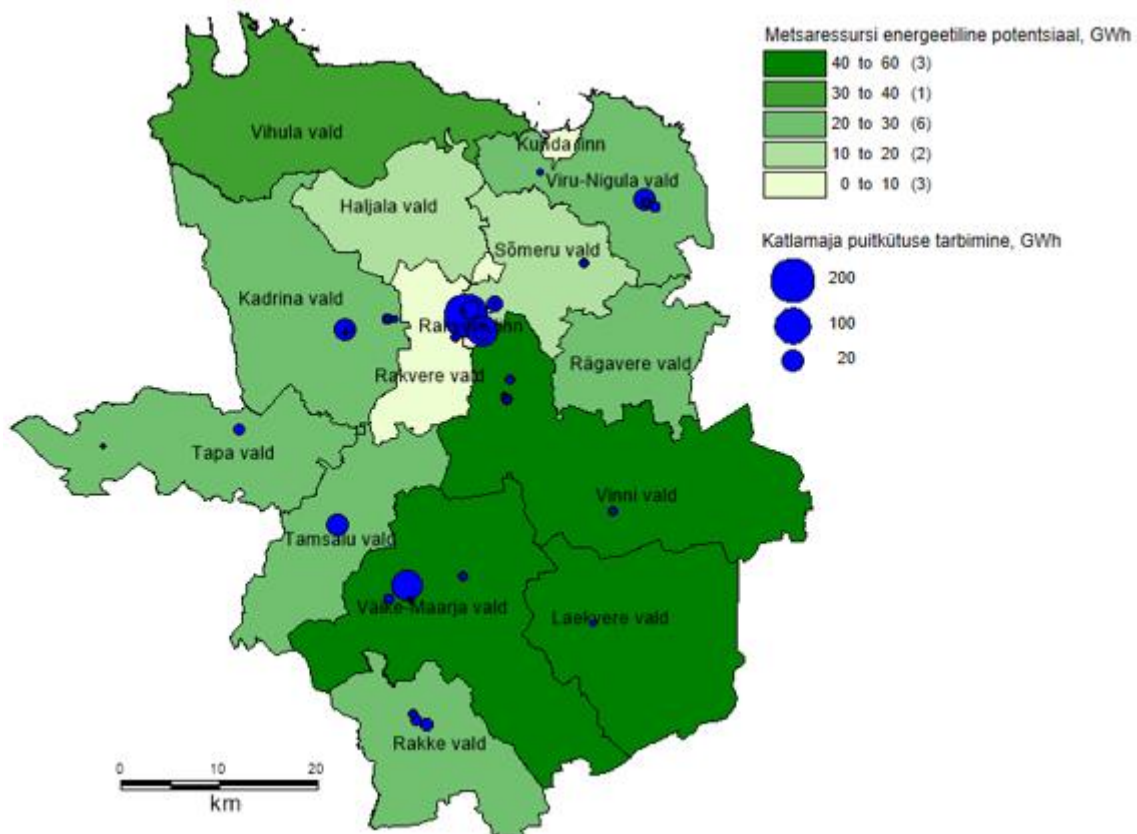
| Küteliik | Soojusenergia hind, €/MWh |
|----------------|---------------------------|
| Põlevkiviõli | 36 |
| Maagaas | 34 |
| LPG | 48 |
| Pellet | 39 |
| Hakkpuit | 19 |
| Soojuspump | 39 |
| Kerge kütteõli | 75 |

Kuna paberipuidu turg on väga heitlik, siis esineb tihti olukordi, kus paberipuidu nõudlus on väga väike ja paberipuidu müük ei õnnestu. Seetõttu võiks osa sellest materjalist hakkida ning arvestada hakkpuiduressursi hulka. Käesoleva magistritöö andmeanalüüsist selgus, et Lääne-Viru maakonna metsade paberipuidu pikaajaline keskmine toodang on 232 104 tm/a ehk 1 669 TJ/a ehk 464 GWh/a. Kui arvestada, et paberipuidust maksimaalselt 20% võiks minna hakkeks ja arvestada hakkpuiduressursi hulka, siis oleks kasutatavaks paberipuidu energeetiliseks potentsiaaliks 334 TJ/a ehk 93 GWh/a. Sellega oleks võimalik katta pea veerand (23%) Lääne-Viru maakonna hakkpuidu ja puitjäätmete energiavajadusest (400 GWh).

Kokkuvõttes mõjutavad puitkütuste saadavust ja nõudlust erinevad tegurid – nii metsaraie mahud, raie maksumus, energeetikasektori maksud ja subsiidiumid, maailmaturgude olukord, alternatiivkütuste hinnad, metsaomanike tahe müüa energiapuitu ning regulatsioonid [70]. Siiski on kindel, et puitkütus on võrreldes fossiilsete kütustega stabiilsema hinnaga ning igal juhul keskkonnasäästlikum variant. Puitressursi kasutus näitab kasvutrendi ning on katlamajade rekonstrueerimisel taastuvalle kütusele üleminekuks üks enim kaalutud ja kasutatav alternatiiv.

5.2. Potentsiaalsed puitkütuste tarbijad Lääne-Viru maakonnas

Lääne-Viru maakonna suurim metsaressursi energeetiline potentsiaal (>40 GWh) asub kolmes vallas – Laekveres, Vinnis ja Väike-Maarjas (Joonis 14). Väikseim metsaressursi energeetiline potentsiaal asub Rakvere vallas ja Lääne-Viru maakonna linnades Rakveres ja Kundas. Suurimad üle 300 kW võimsusega puitkütuste tarbijad [24] asuvad peamiselt maakonna keskuses Rakveres (2 elektri- ja soojuse koostootmisjaama) ning teiste valdade suuremates keskustes. Võib arvata, et maakonna siseselt on lähtuvalt eelpool toodud puitkütuste transpordi tasuvushinnangutele mõttekas transportida puitkütuseid kuni 50–60 km kauguselt katlamaja asukohast. Suurimaid tarbijaid maakonna keskuses oleks võimalik hakkpuiduga varustada puitressursirohketest Vinni, Väike-Maarja kui ka Laekvere valdadest, kuid puitressursi üle jäämisel ka teistest naabervaldadest.



Joonis 14. Lääne-Viru maakonna metsaressursi (küttepuu ja raiejäätmed) energaetiline potentsiaal (GWh) ja katlamajade puitkütuste tarbimine (GWh)

Enamik maakonna valdadest on huvitatud fossiilsetelt kütustelt odavamale ja keskkonnasõbralikumale ressursile (puitkütustele) üle minemiseks energia tootmisel. Näiteks maagaasi kasutamine soojuse baaskoormuse katmiseks pole kütusehinna ettenägematute kõikumiste ja poliitilist riski arvestades mõistlik. Soojuse tootjate valmisolek minna üle säästlikumatele kohalikele kütustele on positiivne suund, mis on juba taganud madalama soojuse hinna mitmetes kaugküttepiirkondades üle Eesti.

Näiteid Lääne-Viru maakonna valdades taastuvale energiaallikale üle minemisel soojuse tootmiseks:

- Tamsalu valla kaugküttesüsteemis on fossiilsetelt kütustelt üle mindud hakkpuidu ja põhu põletamisele, mis on soojusvõrgust saadava soojuse hinna odavamaks muutnud. Tamsalu oli üks esimestest Eestis, mis läks katlamajas üle taastuvale kütusele (biomassile). Eelnevalt kasutati 1980. aastal ehitatud katlamajas 30 aastat masuuti. [71]
- Kadrina vallas on kasutatakse soojuse tootmiseks peamiselt puitkütused. [72]

- Haljala vallas mindi hiljuti kaugküttesüsteemis üle osaliselt hakkpuidule, mis annab lähiümbruse maaomanikele võimaluse raiejäätmetest ja võsast vabanemiseks soojust tootmise jaoks. [73]
- Kõik Rakke aleviku kolm munitsipaalomandis olevat katlamaja on viidud hakkepuidu ja turba küttele. [74]
- Viru-Nigula valla kaugküttesüsteemis kasutatakse saepuru ning valdavalt kasutatakse munitsipaalhoonete kütmiseks samuti puitkütuseid. Tagavaravariandiks on jäetud fossiilsetel kütustel põhinevad vedelküttekattlad. [75]
- Väike-Maarja vallas on soojusenergia tootmine viidud üle puitkütustele või osaliselt turbabriketile. Eramajades on sagenenud traditsiooniliste küteliikide asendamine maaküttekollektorite ja õhksoojuspumpadega. [76]
- Vähem prioriteetsem ei ole ka Vinni vald, kus asub juba loomsetel jäätmetel töötav biogaasijaam, mis toodab valda soojust. 2016. aasta alguses avas Adven Eesti AS Vinnis uue keskkonnasõbralikul biokütusel toimiva katlamaja, milles on võimalik toota aastas kuni 4 GWh soojust. [77]

Kaitseministeeriumi 2015. aasta otsusega hakatakse Tapal asuvat Kaitseväge 1. Jalaväebrigaadi linnakut kütma Tapa linna kaugküttevõrgust, milles toimub hetkel soojusenergia tootmine põlevkiviõlist [72]. Magistritöö koostamise ajal on planeerimisel katlamaja üle viimine puitkütuse kasutamisele tulenevalt biokütuste odavamast ja stabiilsemast hinnast võrreldes põlevkiviõliga.

Lääne-Viru maakonnas on võetud plaani rajada puitkütuste katlamaja Kunda linna, kus hetkel kasutatakse katlakütusena maagaasi. Kunda linna kaugküttepiirkonna soojusmajanduse arengukava kohaselt võiks uue hakkpuidu katlamaja võimsus olla umbes 3 MW. [78]

Potentsiaalseks asukohaks puitkütuste katlamaja rajamiseks oleks Laekvere vald, kus valla katlamajas kasutatakse kütusena põlevkiviõli kergfraktsiooni [79]. Laekveres kui ühe maakonna suurima metsa potentsiaalse puitressursi toodanguga vallas oleks tõenäoliselt võimalik katta uue puitkütuse katlamaja tooraine vajadus.

Puitkütuste kasutamisel võiks potentsiaali olla veel Rägavere vallas. Rägavere vallas kaugküte puudub ning munitsipaalhooneid köetakse eraldi katlamajadega. Valla rahvamaja on viidud maaküttele, kuid vallamaja ja tervisekeskuse hooned kasutavad soojust tootmiseks täielikult amortiseerunud puitküttele katlamaja [80]. Eesmärgiks võiks olla katlamaja renoveerimine ja katelde vahetamine uute puitkütuste katelde vastu.

Sõmeru valla arengukava kohaselt on valmidus puitkütustele üleminekuks olemas, kuid konkreetseid samme katlamajade fossiilsete kütuste vahetamiseks veel planeeritud ei ole [81]. Valla prioriteediks on gaasitrasside rajamine ning eelkõige eelistatakse gaasikütet, kuna vallal on hea ühendus gaasitrassiga. Põhikütusena kasutavad gaasi Sõmeru ja Näpi katlamajad ning Rakvere lihakombinaat. Siiski tuleks kaaluda ka kohalikul ressursil põhinevaid säästlikumaid alternatiive, sest fossiilsetel kütustel põhinev soojusmajandus on kallim ja vähem jätkusuutlikum.

Magistrandi hinnangul on olukord Lääne-Viru maakonna edenemisel puitkütuste kasutuses energia tootmiseks suhteliselt hea. Mitmed vallad on juba aastaid tagasi või alles hiljuti soojusmajanduses üle läinud puitkütuste kasutamisele. Valdades, kus toimib veel fossiilsetel kütustel põhinev soojusmajandus, on vähemasti valla arengukavasid uurides kirja pandud valmidus ja huvi alternatiivide kaalumiseks. Kindlasti tasub omavalitsustel taotleda KIK-ilt toetust soojusmajanduse arengukavade koostamiseks. Asjatundlikult koostatud arengukava on äärmiselt oluline, et tagada hästi korraldatud ja jätkusuutlik soojusvarustus.

Kuna energeetikavaldkonnas tehtavad investeeringud on suhteliselt pikaajalised, siis tuleb planeerimisel hinnata ka energia tarbimise tulevikustsenaariume. Tuleb õigesti hinnata rahvastiku arvu vähenemisest (või suurenemisest) tulenevat energia tarbimise muutust. Positiivseks näiteks on Tapa linna ja Tapal asuva suure soojuse tarbija Kaitseväe 1. Jalaväebrigaadi linnaku ühendamine, mis suurendaks kaugküttesüsteemi võimekust ja varustuskindlust. Teisedki vallad võiksid võimalusel vallasiseselt kaaluda veel mitteliitunud või uute tarbijate liitmist kaugküttepiirkonna kaugküttevõrku, eeldusel, et liitumine on majanduslikult tasuv.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli analüüsida Lääne-Viru maakonna metsaressurssi ja selle kasutatavust maakonna energiavajaduse rahuldamisel. Senini on vähe tähelepanu pööratud raiejäätmete kui peaaegu kasutamata potentsiaalse energiaressurssi hindamisele. Probleemiks on ka metsaregistrisse kandmata metsaressursi osa, mistõttu arvutati magistritöös puuduolevate metsade potentsiaalne saagikus mudelite abil välja. Magistritöö andmeanalüüsis on põhiliseks kasutatud tarkvaraks geoinfosüsteem MapInfo Professional 11.5 ning andmebaasisüsteem Microsoft Visual FoxPro 9.

Euroopa Liidus vastu võetud energia- ja kliimapoliitika raamistik kehtestab liikmesriikidele 2020. ja 2030. aastaks eesmärgid, mille nimel peab iga riik tööd tegema. Põhieesmärgiks on vähendada kasvuhooonegaaside emissiooni, vähendada primaarenergia tarbimist ning suurendada taastuvenergiaallikate osakaalu energia lõpptarbimises. Eesti on juba saavutanud riigile kehtestatud eesmärgi taastuvenergiaallikate osakaaluks saada 25% energia lõpptarbimises. Eesmärk on täidetud peamiselt tänus soojusmajandusele, kus on aina rohkem on hakatud üle minema fossiilsetelt kütustelt biokütustele.

Eestis toodetakse taastuvenergiat peamiselt biomassist (sh puitressursid) ning tulevikus on oodata biomassi kasutuse intensiivistumist. Seetõttu on oluline puitressursi saadavust Eestis uurida. Puiduressursi iga-aastane kasutus ei või jätkusuutlikkuse seisukohalt ületada metsade juurdekasvu. Taastuvenergialahendustele nagu puitkütustele üleminek energeetikasektoris vähendab kahjulikke keskkonnamõjusid, hajutatud energiatootmine tähendab suuremat energiajulgeolekut ja lisaks mõjub kohalik energia tootmine riigi majandusele ergutavalt luues maapiirkondadesse täiendavaid töökohti.

Lääne-Viru maakonnas kasutatakse elektri- ja soojuse tootmiseks nii fossiilsetest kui taastuvatest energiaallikatest pärinevaid kütuseid. Maakonna soojusenergia tarbimine on langustrendis, ent elektrienergia tarbimine näitab tõusujoont. Sama olukord on iseloomulik kogu Eestile. Põhilisteks tarbitavateks katlakütusteks Lääne-Viru maakonnas viimastel aastatel on olnud põlevkivi, kivisüsi, maagaas, puitkütused. Kütustena toodetakse Lääne-Viru maakonnas peamiselt küttepuitu ja biogaasi.

Lääne-Viru maakonna metsasuse osakaal on 51%, mis on võrreldav Eesti keskmisega (52,4%). Maakonna metsades on riigimetsi 54,1% ja erametsi 45,7%. Suurimaks erinevuseks era- ja riigimetsade vahel on halli lepa suur osakaal (15%) erametsades, võrreldes riigimetsadega

(2%). Halli lepa vähesus riigimetsas viitab järjepidevale metsade majandamisele. Hall lepp on kiire kasvuga eriti eraomanike hooldamata metsades. Maakonna metsadest asub 23% kaitsealadel, millele on seatud erinevad majandustegevuse piirangud (nt piiratud metsaraie luba). Suurimad kaitsealadel paiknevad metsaalad asuvad Vihula vallas Lahemaa rahvusparkis, kus on Euroopa tähtsamaid metsakaitsealasid.

Magistritöö analüüsi tulemused näitasid, et kaitsepiiranguta Lääne-Viru maakonna metsadest saaks raiuda igal aastal 860 645 tm puitu, millest potentsiaalseks kütteks kasutatavaks materjaliks (küttepuit ja raiejäätmel) oleks 183 347 tm puitu ehk energeetiliselt potentsiaalilt 1 318 TJ ehk 366 GWh ressursi. 2015. aasta maakonna katlakütuste tarbimine oli 1903 GWh. Teoreetiliselt saaks kütteks mõeldud maakonna metsaresursiga katta vaid umbes viiendiku maakonna katlakütuste tarbimiseks vajalikust ressursist, eeldusel, et katlakütused oleks asendatavad puitkütustega. Samas ainult küttepuidu vajaduse katmisel saaks maakonna küttepuidu ressursiga katta poolte maakonna valdade küttepuidu vajaduse. Maakonna raiejäätmelate ressursiga oleks võimalik katta pea kõigi valdade (va Rakvere linna) hakkpuidu ja raiejäätmelate vajaduse. Maakonna puitkütustega saaks katta 52% soojusenergia vajadust või 46% ulatuses elektrienergia vajadust. Sageli on paberipuidu hinnad tasemel, kus küttepuidu tarbijad saavad energiapuiduna osta ka paberipuitu. Kütteks minema paberipuidu kogust on keeruline prognoosida. Magistritöös arvatud paberipuidu energeetiline potentsiaal oleks 464 GWh/a ehk peale muundamisteguriga (75%) läbi korrutamist 348 GWh/a. Lisaks on maakonnas teisi taastuvenergialahendusi, mis annavad samuti panuse taastuvenergia tootmisse.

Puitressursi kasutamisel energeetikas on mitmeid väljakutseid. Suurimaks võib pidada piiratud veokaugust ja kallist transporti puitkütuste vähese energiasisalduse tõttu. Puitkütuste majanduslikult tasuv veokaugus varieerub 30–100 km vahel. Teiseks pooleks on biomassi hind, mis viimasel aastal on nafta ja maagaasi suhtes konkurentsivõimet kaotanud. Samas on biomassi hind suhteliselt stabiilne võrreldes ebastabiilselt kõikuva nafta ja maagaasiga, kus hind on selgelt sõltuvuses maailmaturul toimuvast. Puit on pikaajalises perspektiivis stabiilse hinna ja väiksema keskkonnamõjuga kütus, mille kasutamine soojusmajanduses on toonud mitmete küttepiirkondade soojuse hinnad alla võrreldes fossiilsete kütuste kasutamisega.

Lääne-Viru maakond on soojusmajanduses eeskujulik puitkütustele üle mineja. Maakonna arenguna nähakse alternatiivenergiavõimaluste (sh puitkütuste) kaasamist olemasoleva energia vajaduse katmiseks, mistõttu on võetud suund fossiilseid kütuseid kasutavatest seadmetest loobumise suunas. Käesolevaks hetkeks on juba vähemalt maakonna seitse valda (Tamsalu,

Kadrina, Haljala, Rakke, Viru-Nigula, Väike-Maarja, Vinni) katlamajades üle läinud puitkütustele. Vähemalt üks omavalitsus (Kunda linn) teeb veel ettevalmistusi hakkpuidu katlamaja rajamiseks. Potentsiaalseteks puitkütustele üle minejateks katlamajades tulevikus võiks olla veel Rägavere, Tapa ja Sõmeru vald.

Jätkusuutliku ja hästi korraldatud soojusmajanduse toimimiseks tuleb omada ülevaadet kohaliku soojusvarustuse seisukorra kohta. Seetõttu on tulevikus oluline koostada kõigile omavalitsustele pädevad energiaarengukavad, mille koostamist käesoleval hetkel toetatakse Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt. Tulevikus oleks vaja koostada Lääne-Viru maakonna jaoks põhjalik puitkütuste kasutamise tasuvusanalüüs, mis võtab arvesse erinevaid aspekte nagu näiteks puitkütuste veokauguse tasuvus, rahvastiku arvu ja paiknemise muutused, erinevate taastuenergiaahenduste hinnad. Vajalik oleks koostada eksperthinnang, millises ulatuses oleks reaalne biomassi füüsiline ja majanduslik kättesaadavus maakonna metsadest. Lisaks puitkütustele on taastuvaks energiaallikaks ka põllumajandusest pärinev taimne biomass või rohumaade biomass, mille kohalikku tootlikkust ja kasutatavust katlakütustena võiks edasise sammuna uurida.

Kirjandus

- [1] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/28/EÜ. — *Euroopa Liidu Teataja*, 2009, L 150/16. [WWW] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:et:PDF> (12.05.2016)
- [2] 2030 Energy Strategy, European Commission. [WWW] <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy> (11.05.2016)
- [3] COP21, Climate Action. [WWW] <http://www.cop21paris.org/> (11.05.2016)
- [4] Renewable energy in the EU, Eurostat, 2016. [WWW] <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7155577/8-10022016-AP-EN.pdf> (10.05.2016)
- [5] Taastuvenergia aastaraamat 2014, Eesti Taastuvenergia Koda. [WWW] <http://www.taastuvenergeetika.ee/wp-content/uploads/2015/06/Taastuvenergia-aastaraamat-2014.pdf> (10.04.2016)
- [6] Zambelli, P., Lora, C., Spinelli, R., Tattoni, C., Vitti, A., Zatelli, P. & Ciolli, M. A GIS decision support system for regional forest management to assess biomass availability for renewable energy production. — *Environmental Modelling & Software*. 2012, 38, 203–213. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [7] Sacchelli, S., De Meo, I. & Paletto, A. Bioenergy production and forest multifunctionality: A trade-off analysis using multiscale GIS model in a case study in Italy. — *Applied Energy*. 2013, 104, 10–20. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [8] Paredes-Sánchez, J. P., García-Elcoro, V. E., Rosillo-Calle, F. & Xiberta-Bernat, J. Assessment of forest bioenergy potential in a coal-producing area in Asturias (Spain) and recommendations for setting up a Biomass Logistic Centre (BLC). — *Applied Energy*. 2016, 171, 133–141. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [9] Fernandes, U. & Costa, M. Potential of biomass residues for energy production and utilization in a region of Portugal. — *Biomass and Bioenergy*. 2010, 34 (5), 661–666. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [10] Lundmark, R., Athanassiadis, D. & Wetterlund, E. Supply assessment of forest biomass – A bottom-up approach for Sweden. — *Biomass and Bioenergy*. 2015, 75, 213–226. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)

- [11] Ranta, T. Logging residues from regeneration fellings for biofuel production – a GIS-based availability analysis in Finland. — *Biomass and Bioenergy*. 2007, 28, 171–182. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [12] Nord-Larsen, T. & Talbot, B. Assessment of forest-fuel resources in Denmark: technical and economic availability. — *Biomass and Energy*. 2004, 27, 97–109. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [13] Goor, F., Davydchuk, V. & Vandenhove. GIS-based methodology for Chernobyl contaminated land management through biomass conversion into energy – a case study for Polesie, Ukraine. — *Biomass and Bioenergy*. 2003, 25 (4), 409–421. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [14] Kinoshita, T., Inoue, K., Iwao, K., Kagemoto, H. & Yamagata, Y. A spatial evaluation of forest biomass usage using GIS. — *Applied Energy*. 2009, 86 (1), 1–8. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [15] Esteban, L. S. & Carrasco, J. E. Biomass resources and costs: Assessment in different EU countries. — *Biomass and Bioenergy*. 2011, 35 (1), 21–30. [Online] ScienceDirect (14.05.2016)
- [16] Eesti metsanduse arengukava aastani 2020, Keskkonnaministeerium, 2010. [WWW] http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf (10.04.2016)
- [17] State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe, Forest Europe, UNECE & FAO, 2011. [WWW] http://www.foresteurope.org/documentos/State_of_Europes_Forests_2011_Report_Revised_November_2011.pdf (04.04.2016)
- [18] Lääne-Viru maakonna arengustrateegia 2030, Lääne-Virumaa Maavalitsus, 2015.
- [19] Statistikaameti andmebaas. [WWW] www.stat.ee (03.03.2016)
- [20] Vinni biogaasijaam, Keskkonnainvesteeringute Keskus. [WWW] <https://www.kik.ee/et/vinni-biogaasi-koostootmisjaam> (18.04.2016)
- [21] Laekvere valla soojusmajanduse arengukava, OÜ Pilvero, 2016.
- [22] Taastuvenergiaallikate laialdasemaks kasutamiseks energia tootmiseks ning kaugküttevõrkude parendamiseks toetuse andmise tingimuste ja korra kehtestamine. — *Riigi Teataja* I, 2010, 62, 451. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/13355369> (12.04.2016)

- [23] Keskkonnaprogrammi projektid, Keskkonnainvesteeringute Keskus. [WWW] <http://www.kik.ee/et/taotlejale/keskkonnaprogramm/rahastatud-projektid?searchname=&selectprogram=15&selectprogram2=49&selectyear=&selectarea=1%C3%A4%C3%A4ne-viru> (12.04.2016)
- [24] Eesti katlamajades turbakütuse kasutusvõimaluste laiendamiseks vajaliku andmebaasi loomine. Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika instituut, 2015.
- [25] Tehniline info, Kunda Nordic Tsement. [WWW] <http://www.knc.ee/et/node/4901> (10.04.2016)
- [26] Kask, Ü. & Muiste, P. Puitkütuse osatähtsus üksikmajapidamiste soojusvarustuses. Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine : esimese konverentsi kogumik, Tartu, 2000.
- [27] Elektri- ja soojusenergia koostootmine Rakveres, Adven Eesti AS. [WWW] <http://www.adven.ee/ee/meie-kliendid/rakvere-koostootmisjaam/> (10.04.2016)
- [28] Rakvere Koostootmisjaam, ES Bioenergia OÜ. [WWW] <http://es-b.ee/?id=20&gid=20&lng=ee&view=page/> (10.04.2016)
- [29] 2012. aasta raiemahu hinnang, Keskkonnaagentuur. [WWW] http://www.keskkonnainfo.ee/failid/2012_aasta_raiemahu_hinnang.pdf (18.04.2016)
- [30] Vinni Biogaasijaam, Nelja Energia. [WWW] <https://www.4energia.ee/projektid/vinni-biogaasijaam> (17.04.2016)
- [31] Eesti Vabariigi maavaravaru koondbilansid, Keskkonnaministeerium. [WWW] <http://www.envir.ee/et/eesti-vabariigi-maavaravaru-koondbilansid> (18.04.2016)
- [32] Turbararabad, Rakvere Põllumajandustehnika. [WWW] http://www.rpmt.ee/?id=114&sub_id=129 (18.04.2016)
- [33] Turba tootmine, OÜ Vestur. [WWW] <http://www.hot.ee/vestur/index.htm> (18.04.2016)
- [34] Turvas, Eesti Turbaliit. [WWW] <http://www.turbaliit.ee/turvas/> (18.04.2016)
- [35] Avatud elektriturg, Elering. [WWW] <http://elering.ee/avatud-elektriturg/> (17.04.2016)
- [36] Ojaküla tuulepark, Nelja Energia. [WWW] <https://www.4energia.ee/projektid/ojakula-tuulepark> (17.04.2016)
- [37] Viru-Nigula tuulepark, Nelja Energia. [WWW] <https://www.4energia.ee/projektid/viru-nigula-tuulepark> (17.04.2016)
- [38] Mikrotootjad. Elektrilevi OÜ. [WWW] <https://www.elektrilevi.ee/et/uudised/-/news/2016/02/08/> (17.04.2016)

- [39] Tuuleenergia ressurs, Energiatalgud. [WWW] http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=Tuuleenergia_ressurss&menu-48 (17.04.2016)
- [40] Biogaasi tootmise ja kasutamise pilootuuring Lääne-Virumaal. Tallinna Tehnikaülikool, SA Stockholmi Keskkonnainstituut, Tallinna Keskus, 2012. [WWW] <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti52.pdf> (17.04.2016)
- [41] MapInfo, AS Regio. [WWW] <http://www.regio.ee/?id=80&op=body> (13.03.2016)
- [42] Eestis olemasoleva, praeguse või juba kavandatud tootmise-tarbimise juures tekkiva biomassi ressursi hindamine, MES uuringu lõpparuanne. Tartu, 2007.
- [43] MapInfo Professional. Lühike juhendmaterjal, AS Regio, 2007.
- [44] Padari, A., Muiste, P., Mitt, R. & Pärn, L. Estimation of Estonian Wood Fuel Resources. — *Baltic Forestry*. 2009, 15 (1), 77–85.
- [45] Metsaressursi arvestuse riikliku registri põhimäärus. — *Riigi Teataja I*, 2007, 50, 348. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/113062013010> (14.03.2016)
- [46] Sirg mets, R., Kaimre, P. & Padari, A. Economic impact of enlarging the area of protected forests in Estonia. — *Forest Policy and Economics*. 2011, 13 (3), 155–158. [Online] ScienceDirect (03.04.2016)
- [47] Kaitstavat loodusobjekti sisaldava kinnisasja riigi poolt omandamise ja ettepanekute menetlemise kord ning kriteeriumid, mille alusel loetakse ala kaitsekord kinnisasja sihtotstarbelist kasutamist oluliselt piiravaks, ning kinnisasja väärtuse määramise kord ja alused. — *Riigi Teataja I*, 55, 397. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/13133361?leiaKehtiv> (05.04.2016)
- [48] Kiviste, A. & Kiviste, K. Algebraic difference equations for stand height, diameter, and volume depending on stand age and site factors for Estonian state forests. — *International Journal of Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*. 2009, 1 (2), 67–77. [Online] ScienceDirect (04.04.2016)
- [49] Korjus, H. Hooldusraiate mudelitest. 1999, EMÜ Metsandusteaduskonna toimetised nr. 32. Pidev metsakorraldus. Tartu, 44–49.
- [50] Metsa korraldamise juhend. — *Riigi Teataja I*, 2009, 9, 104. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/124112015006> (04.04.2016)
- [51] Risthein, E. Sissejuhatus energiatehnikasse. Tallinna Tehnikaülikooli elektrienergia ja jõuelektroonika instituut, 2007.

- [52] Kütuste kütteväärtused, Statistikaamet. [WWW] <https://www.stat.ee/dokumendid/132932> (22.04.2016)
- [53] Põlva maakonna taastuvad energiaressursid ja nende kasutamise võimalused. Lõpparuanne. Tallinna Tehnikaülikool, Soojustehnika instituut, 2006.
- [54] Aastaraamat „Mets 2014“, Keskkonnaagentuur, 2016. [WWW] http://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/aastaraamat_mets_2014_loplik.pdf (04.04.2016)
- [55] Daugavietis, M., Dagaviete, M. & Bisenieks, J. Management of grey alder (*Alnus incana Moench.*) stands in Latvia. — *Engineering for Rural Development: International Scientific Conference 2009, Jelgava, Latvia, May 28–29: Conference paper, article*, 229–234. [Online] EBSCOHost (05.04.2016)
- [56] Aosaar, J. The development and biomass production of grey alder stand on abandoned agricultural land in relation to nitrogen and carbon dynamics : doktoritöö. Eesti Maaülikool, Tartu, 2012.
- [57] Lahemaa rahvuspark. Vihula vald. [WWW] <https://www.vihula.ee/lahemaa-rahvuspark> (05.04.2016)
- [58] Lääne-Virumaa metskond. RMK. [WWW] <http://www.rm.ee/metsa-majandamine/metsamajandus/metskonnad/laane-virumaa-metskond> (05.04.2016)
- [59] Velström, J. Metsa kasvukohatüübid. — *Sinu Mets*. 2005, 3, 8–10.
- [60] Penu, P. Eesti muldadest põllumehele. Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus, Tartu, 2006.
- [61] Saare maakonna metsade bioenergia ressursid. Lõpparuanne. Eesti Biokütuste Ühing, 2009.
- [62] Muiste, P. & Kask., Ü. Biomass – biokütus – bioenergia – puitkütus. — *Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine, I konverentsi kogumik*, Tartu, 2000.
- [63] Malinen, J., Pesonen, M., Maatta, T. & Kajanus, M. Potential harvest for wood fuels (energy wood) from logging residues and first thinnings in Southern Finland. — *Biomass and Bioenergy*. 2001, 20, 189–196. [Online] ScienceDirect (16.05.2016)
- [64] Sennblad, G. Forest fuel. — *Small Scale Forestry*. 1994, 94 (2), 11–18. [Online] ScienceDirect (16.05.2016)
- [65] Hamelinck, C. N., Suurs, R.A.A. & Faaij, A.P.C. International bioenergy transport costs and energy balance. — *Biomass and Bioenergy*. 2005, 29, 114–134. [Online] ScienceDirect (16.05.2016)

- [66] Energiakasutuse ja bioenergia osakaalu muutused investeringutoetuse saajate näitel. Eesti maaelu arengukava 2007–2013 1., 3. ja 4. telje püsihindaja, Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi maamajanduse uuringute ja analüüsi osakond, Tartu, 2015.
- [67] Ülevaade 2016. aasta I kvartali puiduturust. Erametsakeskus SA, Kohila, 2016. [WWW] <http://www.eramets.ee/metsa-ja-puidumuuk/hinnainfo-2/> (16.05.2016)
- [68] Ülevaade 2015. aasta IV kvartali puiduturust. Erametsakeskus SA, Kohila, 2016. [WWW] http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2013/01/ulevaade_puiduturust_iv_kv_2015.pdf (16.05.2016)
- [69] Hakkpuidul põhinevad taastuenergiakatlamajad, SW Energia. [WWW] <http://www.swenergia.ee/88-hakkpuidul-pohinevad-taastuenergiakatlamajad.html> (16.05.2016)
- [70] Karhunen, A., Laihanen, M. & Ranta, T. Supply and Demand of a Forest Biomass in Application to the Region of South-East Finland. — *Smart Grid and Renewable Energy*. 2012, 3, 34–42. [Online] ScienceDirect (15.04.2016)
- [71] Tamsalu katlamaja, Maamajanduse Infokeskus. [WWW] http://www.maainfo.ee/index.php?article_id=2615&page=3265&action=article (19.05.2016)
- [72] Tapa linna kaugküttepiirkonna soojusmajanduse arengukava aastateks 2014–2026, HeatConsult OÜ, Tallinn, 2014. [WWW] http://www.tapa.ee/documents/100766/1732814/soojusmajanduse_arengukava_+2014_2_026.pdf/ (20.05.2016)
- [73] Haljala valla eelarvestrateegia aastateks 2015–2018, Haljala Vallavolikogu, Haljala, 2014. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/aktiisa/4290/9201/4004/LISA.pdf> (20.05.2016)
- [74] Rakke valla arengukava aastateks 2014–2025, Rakke Vallavalitsus, Rakke, 2014. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/aktiisa/4051/1201/5028/Arengukava.pdf> (20.05.2016)
- [75] Viru-Nigula valla arengukava 2011–2017, Viru-Nigula Vallavolikogu, Viru-Nigula, 2010. [WWW] http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/f/f2/Viru-Nigula_Vallavolikogu_Viru-Nigula_valla_arengukava_2011-2017_2011.pdf (20.05.2016)
- [76] Väike-Maarja valla arengukava aastateks 2016–2019, Väike-Maarja Vallavalitsus, Väike-Maarja, 2015. [WWW] http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/a/a1/Väike-

[Maarja Vallavolikogu. Väike-Maarja valla arengukava aastateks 2016-2019. 2015.pdf](#) (20.05.2016)

- [77] Vinni uus katlamaja, Adven Eesti AS. [WWW]
<http://www.adven.ee/ee/uudised/uudisvoog/vinnis-hakkas-toole-uus-katlamaja/>
(20.05.2016)
- [78] Kunda linna kaugküttepiirkonna soojusmajanduse arengukava aastateks 2015–2025, HeatConsult OÜ, Tallinn, 2015. [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/4260/1201/6032/Kunda%20soojusmajanduse%20arengukava%202015-2025.pdf> (20.05.2016)
- [79] Laekvere valla arengukava aastateks 2013–2020, Laekvere Vallavolikogu, Laekvere, 2012. [WWW]
http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/e/e4/Laekvere_Vallavolikogu_Laekvere_valla_arengukava_aastateks_2013-2020_2012.pdf (20.05.2016)
- [80] Rägavere valla arengukava aastateks 2012–2017, Rägavere Vallavolikogu, Rägavere, 2012. [WWW]
[http://ragavere.kovtp.ee/documents/1125215/1794140/Valla+arengukava+\(1\).pdf](http://ragavere.kovtp.ee/documents/1125215/1794140/Valla+arengukava+(1).pdf)
(20.05.2016)
- [81] Valla arengukava aastateks 2012–2025, Sõmeru vallavolikogu, Sõmeru, 2011. [WWW]
http://www.arenduskeskus.ee/public/someru_valla_arengukava_2012-2025.pdf
(20.05.2016)

Lisad

L.1. Kõlvikute pindalaline jaotus

L.2. Registrikandega metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi

L.3. Registrikandeta metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi

L.4. Registrikandega metsamaa jagunemine kasvukohatüüpidesse

L.5. Registrikandeta metsamaa jagunemine kasvukohatüüpidesse

L.6. Metsa juurdekasv ja sortimentide mahud puuliigi järgi

L.1. Kõlvikute pindalaline jaotus

Tabel 1. Lääne-Viru maakonna kõlvikute pindalaline jaotus

| Kõlvik | Liik | Pindala (ha) |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Haritav maa | Aianduslik maa | 260 |
| | Põld | 110 387 |
| Lage | Muu lage (sh klibune ja liivane ala) | 8 332 |
| | Rohumaa | 23 946 |
| Muu kõlvik | Jäätmaa | 86 |
| | Haljasala | 720 |
| | Kalmistu | 74 |
| | Karjäär | 10 |
| | Sadam | 13 |
| | Spordikompleks | 0,5 |
| Märgala | Madaloo | 2 299 |
| | Raba | 9 964 |
| | Soovik | 55 |
| | Õõtsik | 246 |
| Puittaimestik | Mets | 187 091 |
| | Põõsastik | 1 346 |
| Rööbastee | Laiarööpmeline | 150 |
| Seisuveekogu | Biotiik | 7 |
| | Järv | 412 |
| | Laugas | 76 |
| | Muu | 18 |
| | Paisjärv | 122 |
| | Tehisjärv | 127 |
| | Tiik | 131 |
| | Täitmata | 75 |
| Siht | - | 1 169 |
| Tee | - | 4 779 |
| Turbaväli | Mahajäetud turbaväli | 472 |
| | Turbaväli | 873 |
| Vooluveekogu | Kraav | 2 573 |
| | Muu | 393 |
| Õu | Eraõu | 5 042 |
| | Tootmisõu | 1 530 |
| KOKKU | | 362 780 |

L.2. Registrikandega metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi

Tabel 2. Registriga metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Metsamaa, ha | Kaitsealadel paiknevad metsad, ha | | Metsad väljaspool kaitsealu, ha |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| | | 100% kaitse all | 50% kaitse all | |
| Haljala | 4638 | 61 | 57 | 4520 |
| Kadrina | 11 321 | 1850 | 1615 | 7856 |
| Kunda linn | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Laekvere | 22 064 | 2449 | 1196 | 18 419 |
| Rakke | 9201 | 435 | 442 | 8324 |
| Rakvere linn | 131 | 18 | 27 | 86 |
| Rakvere | 2127 | 33 | 181 | 1913 |
| Rägavere | 9805 | 1730 | 1168 | 6906 |
| Sõmeru | 3597 | 44 | 38 | 3515 |
| Tamsalu | 7924 | 31 | 704 | 7189 |
| Tapa | 8053 | 479 | 1297 | 6276 |
| Vihula | 22 228 | 8099 | 6980 | 7149 |
| Vinni | 23 441 | 1847 | 2589 | 19 005 |
| Viru-Nigula | 8892 | 893 | 266 | 7733 |
| Väike-Maarja | 20 064 | 856 | 1204 | 18 004 |
| Kokku | 153 486 | 18 825 | 17 765 | 116 895 |
| | 100% | 12% | 12% | 76% |

L.3. Registrikandeta metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi

Tabel 3. Registrita metsamaa jagunemine kaitsekategooriate järgi Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Metsamaa, ha | Kaitsealadel paiknevad metsad, ha | | Metsad väljaspool kaitsealu, ha |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| | | 100% kaitse all | 50% kaitse all | |
| Haljala | 1 001 | 21 | 45 | 935 |
| Kadrina | 4 426 | 971 | 402 | 3 053 |
| Kunda linn | 206 | 34 | 0 | 172 |
| Laekvere | 1 487 | 18 | 75 | 1 393 |
| Rakke | 1 817 | 31 | 124 | 1 662 |
| Rakvere linn | 7 | 1 | 1 | 5 |
| Rakvere | 1 028 | 58 | 137 | 834 |
| Rägavere | 1 378 | 103 | 172 | 1 102 |
| Sõmeru | 1 807 | 36 | 36 | 1 735 |
| Tamsalu | 2 381 | 12 | 200 | 2 169 |
| Tapa | 2 803 | 64 | 450 | 2 289 |
| Vihula | 4 017 | 176 | 1 914 | 1 926 |
| Vinni | 3 602 | 134 | 430 | 3 038 |
| Viru-Nigula | 2 164 | 19 | 89 | 2 057 |
| Väike-Maarja | 3 886 | 89 | 284 | 3 513 |
| Kokku | 32 009 | 1 767 | 4 360 | 25 883 |
| | 100% | 6% | 14% | 81% |

L.4. Registrikandega metsamaa jagunemine kasvukohatüüpidesse

Tabel 4. Väljaspool kaitsealu paiknevate registriga metsade jagunemine kasvukohatüübi rühmadesse Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Metsamaa, ha | Metsade kasvukohatüübi rühmade jagunemine, ha | | | | | | | | |
|--------------|----------------|---|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------------|----------------|----------------|
| | | Loo- metsad | Nõmme- metsad | Palu- metsad | Laane- metsad | Salu- metsad | Sooviku- metsad | Rabastuvad metsad | Soo- metsad | Muud metsad |
| Haljala | 4 520 | 11 | | 517 | 576 | 649 | 1 739 | 2 | 1 020 | 7 |
| Kadrina | 7 856 | 10 | 18 | 1 488 | 2 859 | 303 | 1 497 | 41 | 1 632 | 10 |
| Kunda linn | 0 | | | | | | | | | |
| Laekvere | 18 419 | | 10 | 4 031 | 2 562 | 3 159 | 5 749 | 484 | 2 422 | 1 |
| Rakke | 8 324 | 5 | | 701 | 1 552 | 1 132 | 1 636 | 36 | 3 258 | 4 |
| Rakvere linn | 86 | | | 4 | 80 | 1 | 1 | | | |
| Rakvere | 1 913 | 17 | | 86 | 1 247 | 169 | 174 | | 217 | 4 |
| Rägavere | 6 906 | | | 2 660 | 2 073 | 231 | 1 056 | 40 | 837 | 9 |
| Sõmeru | 3 515 | 1 | 4 | 1 019 | 864 | 282 | 941 | 21 | 379 | 4 |
| Tamsalu | 7 189 | 11 | | 20 | 6 693 | 76 | 191 | 5 | 188 | 5 |
| Tapa | 6 276 | 3 | | 375 | 3 565 | 226 | 596 | 4 | 1 507 | 1 |
| Vihula | 7 149 | 6 | 40 | 3 127 | 546 | 227 | 2 211 | 215 | 775 | 2 |
| Vinni | 19 005 | 2 | 7 | 4 288 | 6 207 | 931 | 4 236 | 220 | 3 107 | 8 |
| Viru-Nigula | 7 733 | 114 | 41 | 2 148 | 728 | 574 | 2 621 | 37 | 1 455 | 16 |
| Väike-Maarja | 18 004 | 3 | 6 | 1 729 | 8 570 | 1 341 | 2 997 | 19 | 3 319 | 19 |
| Kokku | 116 895 | 182 | 125 | 22 191 | 38 122 | 9 301 | 25 646 | 1 124 | 20 116 | 88 |

L.5. Registrikandeta metsamaa jagunemine kasvukohatüüpidesse

Tabel 5. Väljaspool kaitsealude paiknevate registreeritud metsade jagunemine kasvukohatüüpi rühmadesse Lääne-Viru maakonna valdades

| Vald | Metsamaa, ha | Metsade kasvukohatüüpi rühmade jagunemine, ha | | | | | | | |
|--------------|---------------|---|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------------|------------|
| | | Loo- metsad | Nõmme- metsad | Palu- metsad | Laane- metsad | Salu- metsad | Sooviku- metsad | Rabastuvad metsad | Soometsad |
| Haljala | 935 | 6 | | 16 | 242 | 122 | 546 | | 3 |
| Kadrina | 3 053 | 13 | | 105 | 979 | 378 | 1 384 | 5 | 189 |
| Kunda linn | 172 | | | 7 | 16 | 1 | 149 | | |
| Laekvere | 1 393 | | | 78 | 463 | 49 | 760 | | 43 |
| Rakke | 1 662 | 2 | | 28 | 498 | 125 | 923 | 11 | 76 |
| Rakvere linn | 5 | | | | 3 | 1 | | | |
| Rakvere | 834 | 3 | | 2 | 422 | 126 | 275 | | 6 |
| Rägavere | 1 102 | | | 96 | 552 | 6 | 431 | 7 | 10 |
| Sõmeru | 1 735 | 21 | | 73 | 376 | 201 | 1 043 | 6 | 15 |
| Tamsalu | 2 169 | | | | 1 597 | 279 | 266 | | 27 |
| Tapa | 2 289 | | | 14 | 1 064 | 136 | 889 | 6 | 180 |
| Vihula | 1 926 | 45 | 3 | 126 | 222 | 147 | 1 355 | 18 | 10 |
| Vinni | 3 038 | 2 | | 134 | 1 427 | 40 | 1 315 | 6 | 115 |
| Viru-Nigula | 2 057 | 48 | 1 | 100 | 414 | 261 | 1 205 | 6 | 21 |
| Väike-Maarja | 3 513 | | | 50 | 1 592 | 147 | 1 495 | 12 | 217 |
| Kokku | 25 883 | 140 | 4 | 829 | 9 867 | 2 020 | 12 034 | 78 | 910 |

L.6. Metsa juurdekasv ja sortimentide mahud puuliigi järgi

Tabel 6. Lääne-Viru maakonna kaitsepiiranguta metsade juurdekasv ja sortimentide mahud aastas puuliigi järgi valdade kaupa

| Puuliik | Juurde- kasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Haljala vald | | | | | | |
| Haab | 2 191 | 242 | 198 | 790 | 418 | 355 |
| Kask | 10 282 | 1 665 | 1 076 | 3 911 | 1 172 | 1 314 |
| Kuusk | 10 702 | 4 406 | 1 614 | 1 917 | 812 | 1 120 |
| Must lepp | 1 427 | 206 | 0 | 676 | 240 | 220 |
| Hall lepp | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| Mänd | 4 670 | 2 009 | 800 | 779 | 186 | 503 |
| Kokku | 29 276 | 8 528 | 3 689 | 8 074 | 2 830 | 3 513 |
| Kadrina vald | | | | | | |
| Haab | 3 091 | 380 | 274 | 1 100 | 575 | 494 |
| Kask | 19 457 | 3 298 | 2 026 | 7 365 | 2 125 | 2 467 |
| Kuusk | 28 985 | 12 358 | 4 382 | 4 973 | 2 014 | 3 001 |
| Must lepp | 1 913 | 270 | 0 | 907 | 327 | 297 |
| Hall lepp | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Mänd | 17 052 | 7 330 | 2 929 | 2 845 | 678 | 1 836 |
| Kokku | 70 500 | 23 635 | 9 611 | 17 191 | 5 720 | 8 096 |
| Kunda linn | | | | | | |
| Haab | 82 | 8 | 7 | 30 | 17 | 14 |
| Kask | 404 | 62 | 43 | 154 | 49 | 52 |
| Kuusk | 353 | 142 | 53 | 66 | 29 | 37 |
| Must lepp | 95 | 15 | 0 | 45 | 15 | 15 |
| Hall lepp | 83 | 35 | 15 | 14 | 3 | 9 |
| Kokku | 1 019 | 262 | 117 | 309 | 112 | 126 |
| Laekvere vald | | | | | | |
| Haab | 12 662 | 1 800 | 1 294 | 4 447 | 1 994 | 2 023 |
| Kask | 43 214 | 8 334 | 4 521 | 16 040 | 4 092 | 5 381 |
| Kuusk | 43 569 | 18 946 | 6 657 | 7 299 | 2 819 | 4 469 |
| Must lepp | 4 882 | 863 | 0 | 2 269 | 711 | 738 |
| Hall lepp | 19 | 0 | 0 | 0 | 14 | 6 |
| Mänd | 25 145 | 10 692 | 4 359 | 4 240 | 1 022 | 2 716 |
| Kokku | 129 491 | 40 635 | 16 831 | 34 295 | 10 651 | 15 333 |

| Puuliik | Juurde- kasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Rakke vald | | | | | | |
| Haab | 3 597 | 464 | 343 | 1 274 | 629 | 572 |
| Kask | 16 370 | 2 773 | 1 695 | 6 194 | 1 794 | 2 087 |
| Kuusk | 19 103 | 8 069 | 2 884 | 3 314 | 1 366 | 1 982 |
| Must lepp | 1 712 | 260 | 0 | 809 | 279 | 263 |
| Hall lepp | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| Mänd | 8 824 | 3 589 | 1 562 | 1 537 | 406 | 993 |
| Kokku | 49 610 | 15 155 | 6 484 | 13 128 | 4 477 | 5 899 |
| Rakvere linn | | | | | | |
| Haab | 25 | 4 | 3 | 9 | 4 | 4 |
| Kask | 184 | 40 | 19 | 67 | 15 | 22 |
| Kuusk | 421 | 192 | 64 | 66 | 23 | 43 |
| Must lepp | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mänd | 265 | 119 | 45 | 43 | 9 | 27 |
| Kokku | 896 | 355 | 131 | 185 | 50 | 96 |
| Rakvere vald | | | | | | |
| Haab | 794 | 97 | 69 | 281 | 152 | 125 |
| Kask | 4 939 | 916 | 516 | 1 835 | 500 | 610 |
| Kuusk | 9 674 | 4 189 | 1 456 | 1 624 | 652 | 998 |
| Must lepp | 284 | 42 | 0 | 134 | 47 | 44 |
| Hall lepp | 25 | 1 | 0 | 1 | 17 | 5 |
| Mänd | 3 803 | 1 674 | 645 | 622 | 140 | 401 |
| Kokku | 19 518 | 6 920 | 2 686 | 4 499 | 1 508 | 2 183 |
| Rägavere vald | | | | | | |
| Haab | 2 787 | 407 | 285 | 979 | 424 | 451 |
| Kask | 14 848 | 2 890 | 1 565 | 5 519 | 1 367 | 1 836 |
| Kuusk | 21 918 | 9 713 | 3 361 | 3 587 | 1 328 | 2 230 |
| Must lepp | 1 192 | 199 | 0 | 559 | 180 | 182 |
| Hall lepp | 5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 |
| Mänd | 19 619 | 8 602 | 3 355 | 3 222 | 716 | 2 064 |
| Kokku | 60 369 | 21 812 | 8 567 | 13 866 | 4 019 | 6 764 |
| Sõmeru vald | | | | | | |
| Haab | 2 078 | 249 | 188 | 742 | 384 | 335 |
| Kask | 9 933 | 1 682 | 1 043 | 3 757 | 1 084 | 1 257 |
| Kuusk | 12 343 | 5 196 | 1 872 | 2 156 | 879 | 1 282 |
| Must lepp | 1 190 | 174 | 0 | 565 | 198 | 183 |
| Hall lepp | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| Mänd | 7 378 | 3 186 | 1 269 | 1 226 | 286 | 788 |
| Kokku | 32 925 | 10 487 | 4 372 | 8 446 | 2 833 | 3 846 |

| Puuliik | Juurde- kasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Tamsalu vald | | | | | | |
| Haab | 1 635 | 254 | 128 | 554 | 310 | 240 |
| Kask | 14 998 | 2 936 | 1 541 | 5 520 | 1 458 | 1 815 |
| Kuusk | 39 608 | 17 273 | 5 939 | 6 577 | 2 644 | 4 080 |
| Must lepp | 258 | 34 | 0 | 123 | 46 | 40 |
| Mänd | 15 287 | 6 794 | 2 562 | 2 484 | 553 | 1 608 |
| Kokku | 71 786 | 27 291 | 10 171 | 15 258 | 5 011 | 7 783 |
| Tapa vald | | | | | | |
| Haab | 1 934 | 273 | 168 | 672 | 350 | 299 |
| Kask | 14 679 | 2 569 | 1 515 | 5 527 | 1 561 | 1 858 |
| Kuusk | 26 045 | 11 287 | 3 930 | 4 375 | 1 739 | 2 684 |
| Must lepp | 969 | 131 | 0 | 458 | 172 | 151 |
| Hall lepp | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Mänd | 13 398 | 5 737 | 2 305 | 2 244 | 539 | 1 450 |
| Kokku | 57 027 | 19 997 | 7 918 | 13 277 | 4 361 | 6 443 |
| Vihula vald | | | | | | |
| Haab | 3 724 | 457 | 341 | 1 329 | 670 | 608 |
| Kask | 22 261 | 3 800 | 2 351 | 8 402 | 2 400 | 2 834 |
| Kuusk | 25 004 | 10 389 | 3 807 | 4 440 | 1 825 | 2 604 |
| Must lepp | 3 314 | 513 | 0 | 1 563 | 531 | 509 |
| Hall lepp | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| Mänd | 24 708 | 10 435 | 4 270 | 4 181 | 1 050 | 2 699 |
| Kokku | 79 014 | 25 594 | 10 769 | 19 916 | 6 479 | 9 255 |
| Vinni vald | | | | | | |
| Haab | 8 087 | 1 144 | 804 | 2 840 | 1 302 | 1 298 |
| Kask | 40 809 | 7 788 | 4 280 | 15 149 | 3 931 | 5 061 |
| Kuusk | 60 348 | 26 211 | 9 154 | 10 109 | 3 975 | 6 203 |
| Must lepp | 4 230 | 734 | 0 | 1 968 | 627 | 639 |
| Hall lepp | 20 | 0 | 0 | 0 | 15 | 6 |
| Mänd | 34 341 | 14 908 | 5 864 | 5 695 | 1 321 | 3 663 |
| Kokku | 147 835 | 50 785 | 20 102 | 35 761 | 11 172 | 16 870 |
| Viru-Nigula vald | | | | | | |
| Haab | 2 917 | 325 | 255 | 1 049 | 564 | 474 |
| Kask | 16 769 | 2 733 | 1 759 | 6 377 | 1 885 | 2 157 |
| Kuusk | 17 833 | 7 317 | 2 707 | 3 209 | 1 347 | 1 870 |
| Must lepp | 2 523 | 371 | 0 | 1 193 | 420 | 390 |
| Hall lepp | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| Mänd | 12 868 | 5 432 | 2 231 | 2 175 | 545 | 1 405 |
| Kokku | 52 915 | 16 176 | 6 953 | 14 002 | 4 764 | 6 297 |

| Puuliik | Juurde- kasv, tm/a | Sortimentide mahud, tm/a | | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Jämepalk | Peenpalk | Paberipuit | Küttepuit | Raiejääde |
| Väike-Maarja vald | | | | | | |
| Haab | 7 777 | 1 116 | 758 | 2 720 | 1 271 | 1 231 |
| Kask | 38 385 | 7 303 | 4 002 | 14 252 | 3 733 | 4 755 |
| Kuusik | 62 181 | 27 252 | 9 411 | 10 295 | 4 006 | 6 375 |
| Must lepp | 3 100 | 510 | 0 | 1 454 | 476 | 472 |
| Hall lepp | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| Mänd | 31 137 | 13 448 | 5 362 | 5 177 | 1 197 | 3 334 |
| Kokku | 142 584 | 49 630 | 19 532 | 33 898 | 10 686 | 16 168 |