



Karelia-ammattikorkeakoulu
Metsätalousinsinööri (AMK)

Metsähakkeen riittävyys Pohjois-Karjalassa

Lauri Liikonen

Opinnäytetyö, joulukuu 2022

www.karelia.fi



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2022
Metsätalouden koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Lauri Liikonen

Nimeke
Metsähakkeen riittävyys Pohjois-Karjalassa

Opinnäytetyössä selvitettiin metsähakkeen riittävyttä Pohjois-Karjalassa. Riittävyttä tarkasteltiin teknistaloudellisen näkökulman lisäksi pullonkaulojen ja haasteiden perusteella sekä ennustamalla metsähakkeen käytön kasvua ja sen suhdetta alueen metsähakepotentiaaliin. Lisäksi opinnäytetyössä tarkasteltiin Venäjän tuonnin loppumisen vaikutuksia alueen toimijoihin.

Tutkimusta varten haastateltiin Energiategollisuus ry:n jäsenyritysten metsähakkeen hankinnasta vastaavia toimihenkilöitä. Haastattelujen ja julkisten tilastojen perusteella rakennettiin kolme skenaarioita, joiden avulla hahmotettiin Pohjois-Karjalan metsähakkeen käytön kehitystä. Puolistrukturoidut haastattelut analysoitiin teemoitellen.

Venäjän metsähakkeen Pohjois-Karjalan tuonti oli vuonna 2021 168 368 m³. Vuoden 2022 alussa Venäjän tuonti loppui sodan takia vauhdilla, mikä aiheutti kysyntäpiikin. Talvi 2022–2023 on haastattelujen perusteella kuitenkin hallinnassa, mutta metsähakkeen saatavuuden haasteet, kuten raju hinnannousu, korjuukaluston ja -henkilöstön puute sekä hakkeen laadun heikkeneminen rasittavat alaa vielä ainakin ensi talvena. Pohjois-Karjalassa metsähakkeen kasvu on samaan aikaan hurja, ja suurimman hakkeen käytön skenaariossa se kasvaa biotuotelaitosten myötä vuosien 2021–2023 välissä 40 %. Uusien biotuotelaitosten lisäksi turpeen käytön lasku kasvattaa hakkeen käyttöä vuoteen 2027 mennessä yhteensä 289 GWh:lla.

Kieli
suomi

Sivuja 82
Liitteet 2
Liitesivumäärä 4

Asiasanat
metsähake, hankinta, tuonti, korjuu, turve



THESIS
December 2022
Degree Programme in Forestry

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Lauri Liikonen

Title
Adequacy of woodchips in North Karelia

The Thesis investigated the adequacy of woodchips in North Karelia. Adequacy was examined not only from a technical-economic point of view, but also based on bottlenecks and challenges in procurement. The growth in the use of woodchips was predicted using scenarios that were compared to the forest energy potential of the area. In addition, the effects of the end of Russian woodchip imports were studied.

For the research, employees responsible for the procurement of woodchips at member companies of Energiateollisuus ry were interviewed. On the basis of interviews and public statistics, three scenarios were built, which were used to outline the development of the use of woodchips in North Karelia. The semi-structured interviews were analyzed thematically.

North Karelia's import of Russian woodchips in 2021 was 168,368 m³. At the beginning of 2022, Russian imports ended rapidly due to the war, which caused a spike in demand. Based on the interviews the winter of 2022–2023 is under control, but the challenges of woodchip availability, price increase, lack of harvesting equipment and personnel, and the deterioration of the woodchips quality, will continue to burden the industry at least next winter. At the same time, the growth of woodchip use in North Karelia is huge due to new bioproduct plants and the reduction of peat use. In the scenario of the largest woodchip use, it will increase by 40% between 2021 and 2023.

Language
Finnish

Pages 82
Appendices 2
Pages of Appendices 4

Keywords
woodchips, procurement, import, harvesting, peat

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Energian kokonaiskulutus energialähteittäin Suomessa	6
2.1	Puupolttoaineen käyttö Suomen ja Pohjois-Karjalan lämpö- ja voimalaitoksissa	8
2.2	Metsähakkeen tuonti vuonna 2021	9
2.3	Suomen ja Euroopan unionin ilmastotavoitteet	11
3	Metsäenergia Suomessa ja Pohjois-Karjalassa	13
3.1	Puupolttoaineen ja energiapuun ominaisuuksia	13
3.2	Metsähakkeen tuotanto	17
3.3	Metsäenergiakauppa	20
3.4	Energiapuukohteet	21
3.5	Energiapuun hinta	23
3.6	Biomassa-atlas	24
4	Lämpö- ja voimalaitokset	26
4.1	Lämpö- ja voimalaitokset yleisesti	26
4.2	Lämpö- ja voimalaitokset Pohjois-Karjalassa	27
5	Tutkimuksen tavoitteet	29
6	Tutkimus- ja analyysimenetelmät	30
6.1	Lähestymistavan valinta	30
6.2	Aineiston keruu ja toteutus	31
6.3	Analyysimenetelmät	32
7	Tulokset	35
7.1	Laitokset	35
7.2	Tuontihakkeen määrä Pohjois-Karjalassa	36
7.3	Sopeutuminen Venäjän tuontihakkeen loppumiseen	36
7.4	Haasteet metsähakkeen hankinnassa ja saatavuudessa	38
7.5	Tulevat haasteet ja vastaukset haasteisiin	40
7.6	Metsähakkeen tulevaisuuden käytön odotukset Pohjois-Karjalassa ..	42
7.7	Metsähakkeen vaihtoehdot	43
7.8	Turpeen käyttö	44
7.9	Lainsäädännön vaikutukset hakkeen käyttöön	44
7.10	Hakkeen käyttö Pohjois-Karjalassa vuonna 2027	45
8	Skenaariot	46
8.1	Skenaario 1	46
8.2	Skenaario 2	48
8.3	Skenaario 3	50
8.4	Biomassa-atlas	53
9	Pohdinta	57
9.1	Eri skenaarioiden todennäköisyydet	57
9.2	Riittääkö energiapuu Pohjois-Karjalasaa	60
9.3	Metsähakkeen hankinnan muutokset vuoteen 2027 mennessä	63
9.4	Saatavuuden haasteet ja ratkaisut	66
9.5	Luotettavuus ja eettisyys	69
9.6	Tutkimuksen merkittävyys ja jatkotutkimusaiheet	71
	Lähteet	73

Liitteet

Liite 1 Puolistrukturoitu haastattelulomake

Liite 2 Saatekirje

1 Johdanto

Pohjois-Karjalan lämpö ja voimalaitoksissa vuonna 2021 käytettiin 402 000 m³ (805 GWh) metsähaketta, kun koko Suomen tasolla metsähakkeen käyttö oli 9 431 000 m³ (18 798 GWh) (Puun energiakäyttö 2022). Metsähakkeen osuus Pohjois-Karjalan Energiateollisuus ry:n jäsenyrityksillä on ollut v. 2018–2020 välillä keskimäärin 39 %, eli se on alueen lämpö- ja voimalaitoksille merkittävin energianlähde (Energiateollisuus 2022).

Suomen ja Euroopan energiapolitiikka koki muutoksen helmikuussa 2022, kun Venäjä hyökkäsi Ukrainaan. Vastatoimina Venäjän hyökkäyssodalle Euroopan unioni nosti Venäjää vastaan pakotteita (Ulkoministeriö 2022). Vastauksena tälle Venäjä nosti mm. Euroopan unionin maita vastaan ”ukaasi 100:n”, jonka asetus 313 kielsi mm. hakkeen viennin Suomeen tai muihin ”epäystävällisiin” maihin (Saarto 2022). Käytännössä haketta tuotiin vielä heinäkuun 2022 alkuun asti, mutta vielä maaliskuu–elokuun välisenä aikana Venäjältä tuotiin koko Suomeen 6000 m³ haketta. (Metsäteollisuuden ulkomaankauppa 2022). Ennen sodan syttymistä metsähakkeen tuonti Suomeen kattoi 20 % metsähakkeen kuluuksesta eli noin 1 900 000 m³ (Puun energiakäyttö 2022).

Metsähakkeen käyttöön maakunnassa vaikuttaa maakunta- ja yrityskohtaisten päästötavoitteiden lisäksi sekä Suomen kansalliset että kansainväliset ilmastotavoitteet ja niihin liittyvä taksonomia sekä lainsäädäntö. Suomen valtioneuvoston hallitusohjelmaan on kirjattu tavoite hiilineutraalista Suomesta v. 2035 (Valtioneuvosto 2022). Vuonna 2018 julkaistun Euroopan unionin uusiutuvan energian RED II -direktiivin mukaan metsäbiomassa on tiettyjen ”riskipohjaiseen tarkastelutapaan” liittyvien reunaehtojen ja kestävyyskriteereiden täytyessä niin uusiutuvaa kuin tuettavaksi kelpavaa (Maa- ja metsätalousministeriö 2022).

Suomen valtioneuvoston hallitusohjelmaan on kirjattu tavoite turpeen käytön puolittamisesta vuosien 2015–2017 tasolta vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvosto 2019), mutta Pellervon taloustutkimus vuonna 2021 julkaiseman

tutkimuksen mukaan energiaturpeen käyttö puolittuu markkinaehtoisesti mahdollisesti jo ennen vuotta 2025 (Valonen, Huovari, Saveja & Alimov 2021, 1).

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, että miten paljon Metsähakkeen kysyntä on kasvanut Pohjois-Karjalan alueella Venäjän tuonnin loppumisen vuoksi, ja että miten sota on vaikuttanut alueella toimivien metsähaketta käyttävien tai tuottavien yritysten toimintaan. Lisäksi tutkimuksessa laskettiin biomassa-atlassovelluksen avulla alueen metsähake potentiaalin riittävyttä vuonna 2027. Näitä laskelmia varten rakennettiin haastattelujen avulla kolme erilaista skenaariota, joissa huomioitiin mm. energiaturpeen käytön väheneminen osuus.

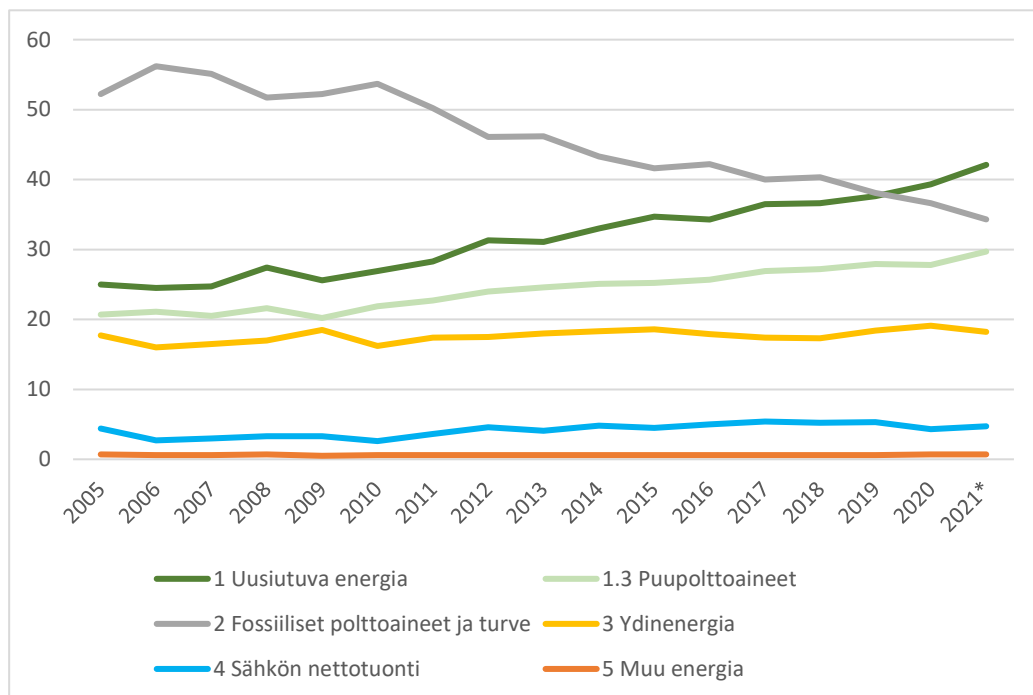
Opinnäytetyössä tarkasteltiin myös lämpö- ja voimalaitosten raaka-aineen hankinnasta vastaavien toimihenkilöiden näkemyksiä sen hankintaan liittyvistä asioista, kuten pullonkauloista ja muutoksista toimintaympäristössä. Haastattelujen tavoitteena oli selvittää toimihenkilöiden ajatuksia metsähakkeen käytön tulevaisuudesta ja siihen liittyvistä haasteista.

Tutkimusmenetelmänä toimi puolistrukturoitu teemahaastattelu (liite 1). Kysymykset esitettiin seitsemälle Energiateollisuus ry:n jäsenyrityksen hankintavastaavalle. Datan analysointi tapahtui vertaamalla saatua tietoa Energiateollisuus ry:n ja Luonnonvarakeskuksen tuottamaan tilastoaineistoon Microsoft Excel -sovellusta hyväksikäyttäen.

2 Energian kokonaiskulutus energialähteittäin Suomessa

Suomen kokonaisenergiankulutus vuonna 2021 oli 376 989 GWh. Tästä uusiutuvien energialähteiden osuus oli 42,1 % (kuviot 1). Puupolttoaineet olivat määrältään merkittävin uusiutuvat energianlähde 111 986 GWh:n energian määrällään, ja se kattoi 29,7 % koko Suomen kokonaisenergiankulutuksesta. Kuten kuviosta 1 nähdään, on uusiutuvien ja niihin lukeutuvien puupolttoaineiden käyttö ollut kasvutrendissä samaan aikaan, kun fossiilisten käyttö on laskenut. (Energian hankinta ja kulutus 2021.)

Energian loppukulutus jakaantui Suomessa vuonna 2021 siten, että teollisuus kattoi 45 % energian loppukulutuksesta. Rakennusten lämmitys oli toiseksi suurin energian kuluttaja 27,4 %:n osuudella ja liikenne oli kolmas 15,5 %:n osuudella energian loppukulutuksesta. Julkisen ja yksityisen palvelusektorin, kotitalouksien, maa- ja metsätalouden sekä rakennustoiminnan sähkön ja polttoaineiden kulutuksen muodostama muut-sektori kattaa 12,1 % kokonaiskulutuksesta. (Energian hankinta ja kulutus 2021.)

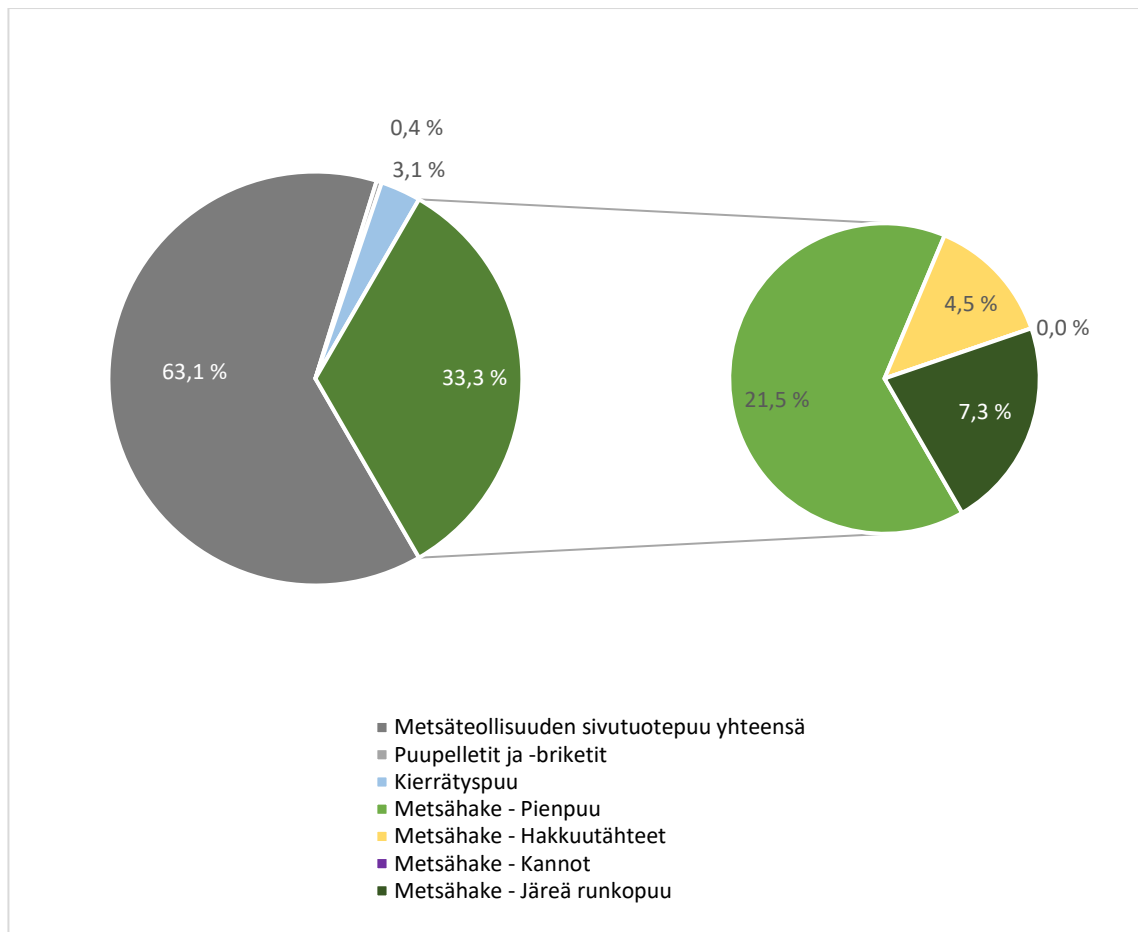


Kuvio 1. Energian kokonaiskulutus Suomessa energialähteittäin (Energian hankinta ja kulutus 2021).

Tulevaisuudessa tuulivoima tulee kasvattamaan osuuttaan energiantuotannosta, ja tällä hetkellä sen tuotantokapasiteetin kasvu on noin 1000 MW/a (Fingrid Oyj 2022). Lisäksi Olkiluoto 3:n odotetaan tuottavan ydinenergiaa tulevaisuudessa 1600 MW:n teholla, mutta aikataulu on tällä hetkellä epäselvä syöttövesipumpuista löytyneiden säröjen korjauksen takia (Teollisuuden voima Oyj 2022).

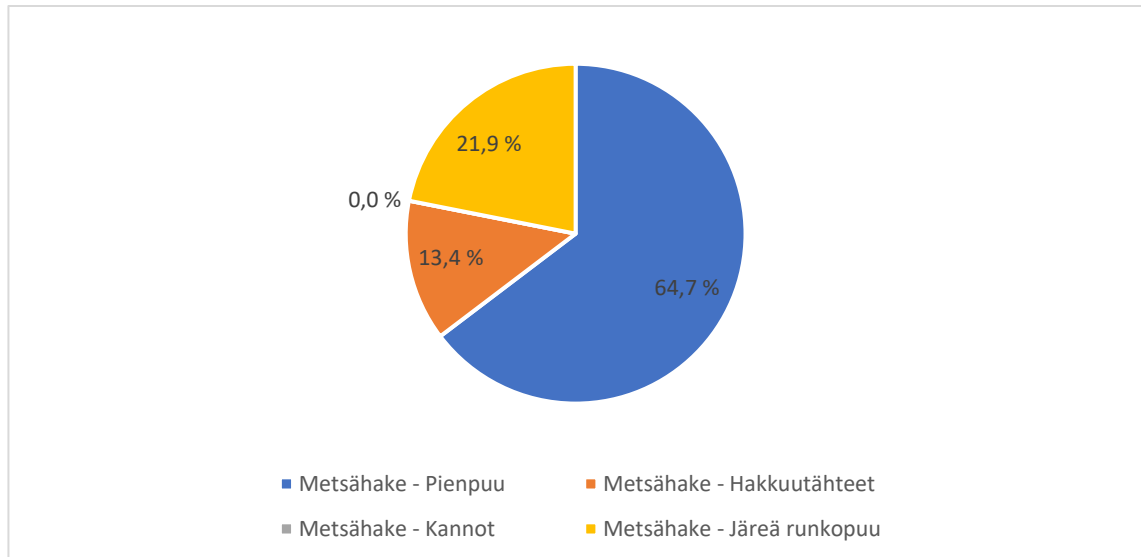
2.1 Puupolttoaineen käyttö Suomen ja Pohjois-Karjalan lämpö- ja voimalaitoksissa

Puupolttoaineen käyttö Pohjois-Karjalan lämpö- ja voimalaitoksissa oli vuonna 2021 yhteensä 1 207 000 m³. Kuten kuviosta 2 havaitaan, puupolttoaineesta 63,1 % tai 762 000 m³ oli metsäteollisuuden sivutuotepuuta ja 33 % metsähaketta. Kierrätyspuun ja pellettien sekä brikettien osuus maakunnan puupolttoaineiden energiankäytöstä oli 3,5 %. (Puun energiakäyttö 2021.)



Kuvio 2. Puupolttoaineiden käyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Pohjois-Karjalassa (Puun energiakäyttö 2021).

Metsähakkeen kokonaiskäyttö lämpö- ja voimalaitoksissa Pohjois-Karjalassa vuonna 2021 oli 402 000 m³. Tämän lisäksi pientalojen lämmityksessä käytettiin 10 000 m³ metsähaketta. Lämpö- ja voimalaitoksissa käytettävästä hakkeesta valtaosa (65 %) oli peräisin pienpuusta (Kuvio 3).



Kuvio 3. Metsähakkeen raaka-aineiden osuudet lämpö- ja voimalaitoksissa Pohjois-Karjalassa (Suomen virallinen tilasto 2021).

Työ- ja elinkeinoministeriön ”Hiilineutraali Suomi 2035– kansallinen ilmasto- ja energiastrategia” -julkaisun mukaan pyrkimykset vähentää kivihillen ja turpeen käyttöä tulevat lisäämään energiapuun käyttöä tulevina vuosina. Useiden skenaarioiden mukaan puupolttoaineiden osuus pysyy suurena ainakin 20–30 vuotta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 156–157.)

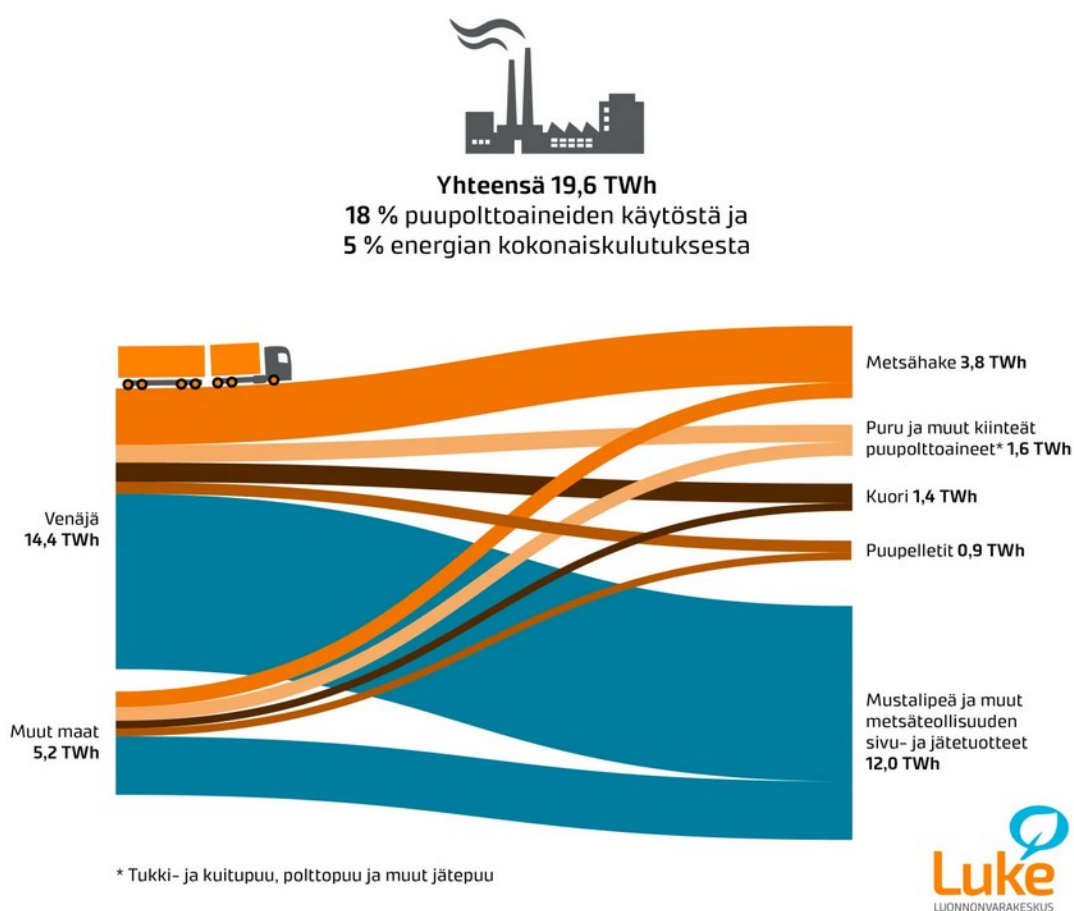
Metsähakkeella ei ole lakiin perustuvia huoltovarmuuden ylläpitäviä varastointivelvoitteita, vaan varastointi ja tulevaan kauteen varautuminen on metsäenergia-alalla toimivien yritysten harteilla. Nämä seikat tuontihakkeen lisäksi tuottavat metsähakkeen huoltovarmuuden kannalta ongelmia. Vuonna 2022 Ukrainan sodan myötä nämä riskit ovat realisoituneet, ja vaikka metsähakepotentiaali riittäisi korvaamaan tuontihakkeen, eivät tuotantoketjut kerkeä muovautumaan tilanteeseen, vaan esimerkiksi osa tuotantolaitoksista on joutunut turvautumaan turpeen käytön lisäämiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 156–157.)

2.2 Metsähakkeen tuonti vuonna 2021

Tuontihakkeen osuus koko Suomen metsähakkeen käytöstä lämpö- ja voimalaitoksissa oli vuonna 2021 noin 20 %, joka tarkoittaa 1 894 000 m³. Tämän lisäksi metsähaketta tuotiin kemiallisen metsäteollisuuden käyttöön 2 502 000 m³.

Tuontihakkeesta energiantuotantoon kohdistui Luonnonvarakeskuksen arvion mukaan noin 3 800 GWh. Luonnonvarakeskuksen laskelmiin perustuvan kuva 1:n mukaan Venäjältä tuodun puupolttoaineen energiamäärä oli 14 400 GWh, mikä tarkoittaisi sitä, että venäläisellä puupolttoaineella katettiin 13 % kaikesta puupolttoaineen käytöstä. (Niinistö 2022.)

Tuontipuupolttoaineiden käyttö Suomessa 2021



Kuva 1. Tuontipolttoaineen käyttö Suomessa 2021 (Luonnonvarakeskus 2022).

Energiantuotannon tuontipolttoaineiden määrää ei tilastoida Suomessa maakuntakohtaisesti. Koko Suomen tasolla määrää voidaan arvioida Luonnonvarakeskuksen puun käyttötilastojen ja Tullin ulkomaankauppatilastojen avulla. Tämän arvioinnin ongelmana on se, että Tullin ulkomaankauppatilastoissa ei tilastoida puun käyttökohdetta, joka tarkoittaa sitä, että ei voida tietää käytetäänkö esimerkiksi haketta voimalaitoksissa energiantuotantoon vai kemiallisessa

metsäteollisuudessa selluntuotantoon. Ratkaisuksi tähän ongelmaan Luonnonvarakeskus ja Tilastokeskus ovat julkaisseet uuden tilaston ”Kokeellinen tilasto: Laskennallinen arvio tuontipuun käyttökohteista”. Tässä tilastossa energiaksi menevä puu on eroteltu toimialan ja tuontierän arvon perusteella. (Niinistö 2022.)

2.3 Suomen ja Euroopan unionin ilmastotavoitteet

Suomen tavoitteena on olla ensimmäisenä hyvinvointiyhteiskuntana hiilineutraali vuonna 2035 (Ympäristöministeriö 2022). Suomen uusi ilmastolaki astui voimaan 1.7.2022 syrjäyttäen v. 2015 tulleen vastineensa. Tässä laissa asetettiin vähennystavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050, ja samalla sen tavoitteena on varmistaa, että vuoden 2035 hiilineutraalisuustavoite saavutetaan. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 12–15.)

Eurooppa-neuvosto päätti v. 2014 nykyisestä Euroopan unionin 2030-päästövähennystavoitteesta, jossa Euroopan unionin päästöt ovat enintään 40 % vuoden 1990 tasosta. Jokaiselle Euroopan unioniin kuuluvalla maalla asetettiin sitova maakohtainen päästötavoite vuodelle 2030 sekä päästöpolku vuosille 2021–2030. EU:n Suomelle asettama tavoite on 39 %:n päästövähennys v. 2005 tasoon.

Euroopan unionin yhteinen uusiutuvan energian direktiivi (Renewable energy directive, REDII) määrittä v. 2018 uusiutuvan energian osuuden 32 %:iin EU:n energian loppukulutuksesta. Suomen tavoitteena on nostaa uusiutuvan energian osuus vähintään 51 %:iin kokonaisloppuenergiasta. Lisäksi direktiivissä säädettiin markkinoiden yhdentymisen, toimintavarmuuden ja uusiutuvien energialähteiden käyttöönoton turvaamiseksi 15 % yhteenliittymiskapasiteetti. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 14–15.)

Euroopan komissio ehdotti v. 2020, että EU:n vuoden 2030 päästövähennystavoitteita kiristettäisiin laskemaan vuoden 1990 tasosta 55 % 40 %:n sijaan, jonka jälkeen heinäkuussa 2021 komissio julkaisi niin sanotun ”fit for 55” tai ”55-

valmiuspaketti” nimisen lainsäädäntöpaketin. Osana tätä lainsäädäntöpakettia myös uusiutuvan energian direktiiviin, RED II:een, ehdotetaan tiukennuksia. Euroopan unionin uusiutuvien energialähteiden kokonaiskäytön yleistavoite nostettaisiin 32 %:sta 40 %:iin. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 15–16.)

Euroopan parlamentti äänesti 14.9.2022 kannastaan tämän uusiutuvan energian direktiivin kiristämisestä. Parlamentti äänesti sen puolesta, että uusiutuvan energian osuus nostetaan 45 %:iin energiankulutuksesta vuoteen 2030 mennessä. EU:n parlamentin hyväksytyssä tekstissä kirjataan, että jäsenvaltioiden tulee välttää puun energiakäyttöä sekä sen tukemista. Raakapuubiomassaksi parlamentti lukee runkopuun lisäksi myös muut metsähakkeen raaka-aineet, kuten hakkuutähteen ja kannot. Näille metsähakkeen raaka-aineille parlamentti ehdottaa kattoa, jonka mukaan raakapuubiomassa ei olisi uusiutuvaa, mikäli sen käyttö ylittää vuosien 2017–2022 keskiarvon. Metsäteollisuuden jätteiden poltolle parlamentti ei rajoituksia ehdota. (Euroopan parlamentti 2022.)

Tällä hetkellä metsäenergian käyttöä tuetaan Suomessa esimerkiksi Kemera-tuen muodossa. Nuoren metsän hoidon normaali tukimäärä on 230 €/ha, mutta jos nuoren metsän hoidon yhteydessä kerätään pienpuuta, on tuen määrä yhteensä 450 €/ha, mikäli kertymä ylittää eteläisessä Suomessa 35 m³/ha tai pohjoisessa 25 m³/ha (Metsäkeskus, 2022). Tämän RED III:n vaikutukset tukijärjestelmiin ovat kuitenkin toistaiseksi epäselviä, ja esimerkiksi Bioenergia ry:n toimialapäällikön Tuohiniityn mukaan parlamentin hampaissa olevat tuet liittyvät energiantuotannolle annettaviin tukiin, eikä tällöin loppukäyttöriippumattomat Kemera-tuet olisi tähtäimessä (Sutinen, 2020).

Pohjois-Karjalalla on oma ilmasto- ja energiaohjelma, jonka avulla se implementoi Suomen ja Euroopan unionin ilmasto- ja energiatavoitteita. Maakunta on sitoutunut vähentämään 80 % päästöistään vuoteen 2030 mennessä ja se on näin saanut Hinku-statuksen. Termi Hinku tulee sanoista ”hiilineutraali kunta” (Pitkänen ym. 2021, 10.)

3 Metsäenergia Suomessa ja Pohjois-Karjalassa

3.1 Puupolttoaineen ja energiapuun ominaisuuksia

Energiapuuksi kutsutaan puuta, joka ostetaan metsähakkeen raaka-aineeksi. Se ei sisällä metsäteollisuuden puutähteitä tai mustalipeää, jotka luetaan kuuluvaksi puu- ja kuoriaineen kanssa puuperäisiin polttoaineisiin tai puupolttoaineiksi. (Koistinen, Luiro & Vanhatalo 2019, 61.)

Metsähakkeella tarkoitetaan metsäpuubiomassasta valmistettua raaka-ainetta, jonka tavoiteltava palakoko on usein 30–40 mm. Metsähake on yleisnimi, ja se voidaan jakaa eri ryhmiin raaka-aineen tai käyttötarkoituksen mukaan. Raaka-aineen perusteella nimettyjä hakkeita ovat mm metsätähde-, ranka- ja kokopuu-hake. Metsätähdehake tehdään korjuun hakkuutähteistä, eli latvuksista sekä oksista ja rankahake oksista karsituista rungoista. Kokopuu-hake tehdään karsimattomista ja oksallisista puista. Käyttötarkoituksen mukaan nimetty metsähake on polttohake silloin, kun hake on tarkoitettu poltettavaksi ja selluhake silloin, kun hake menee kemiallisen metsäteollisuuden käyttöön. (Taulukko 1) (Putula & Hilli 2017, 1–2.)

Kantohake	Tehty kannoista.
Rankahake	Tehty karsituista puunrungoista.
Kokopuu-hake	Tehty karsimattomasta rungosta.
Hakkuutähdehake	Tehty hakkuutähteistä, eli latvoista ja oksista.
Polttohake	Energiantuotannon raaka-aine.

Selluhake	Kemiallisen metsäteollisuuden raaka-aine.
Vihreä hake	Polttohake, joka on kokopuun tai tuoreenhakkuutähteen sisältämän vihreän neulas- ja lehtimassan vuoksi nimetty vihreäksi hakkeeksi.
Ruskea hake	Polttohake, joka on tehty kuorimattomista rangoista, kokopuusta tai hakkuutähteistä. Nimensä mukaisesti sisältää vain vähän lehdistä tai neulasista johtuvaa vihreää väriä

Taulukko 1. Metsähakkeen nimeäminen raaka-aineen tai käytön perusteella (Putula & Hilli 2017, 1–2; Kostinen ym. 2019, 62).

Puun kosteus on tärkeimpiä puupolttoaineen laadun kriteereitä. Tuoreena puun kosteus on vuodenaikasta, kasvupaikasta, puulajista ja puun iästä riippuen 40–60 prosenttia tasapainokosteuden ollessa ulko-olosuhteissa katettuna 11–13 %. Tasapainokosteudella tarkoitetaan pistettä, jossa puu saavuttaa vakaan kosteusprosentin tietyissä olosuhteissa. Puupolttoaineen hyväksyttävä kosteusprosentti riippuu laitoksen tehosta. Metsähakkeen kosteuden tulee olla alle 1 MW:n voimalaitoksissa alle 40 %, mutta suuremmissa savukaasupesurein varustelluissa laitoksissa se voi olla 50 %. (Alakangas, Hurskainen, Laatikainen-Luntama & Korhonen 2016, 61.)

Kostean metsähakkeen ongelmia ovat alhaisempi energiasisältö, suurempi paino ja jäätymisongelmat. Suurempi paino tarkoittaa sitä, että se voi tietyissä tilanteissa rajoittaa hakekuorman kokoa, jolloin tehokkuus laskee. (Koistinen ym. 2019, 57.) Hakkeen tarve kuivumiselle tarkoittaa sitä, että metsähakkeen tuotannon lisääminen vaikuttaa vasta seuraavalle lämmityskaudelle kuivumisen aiheuttaman viiveen takia (Työ- ja elinkeinoministeriö 2022, 156–157). Metsähakkeen suositeltu kuivausaika on vuoden verran, mutta sitä ei suositella kuivattavaksi kahta vuotta pidempään lahoamisesta johtuvien kuiva-ainetappioiden vuoksi (Bioenergian Pikkujättiläinen 2022). Kostean puun varastointi lisää myös

kuiva-ainetappioita, jotka ovat hakkuutähteen osalta 9–18 % 9–12 kuukauden aikana (Alakangas ym. 2016, 61).

Metsähakkeen tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa vaihtelee tavallisesti välillä 18,3–20,0 MJ/kg. Puun kuiva-tuore tiheys vaihtelee 360–750 kg/m³ välillä. Vaihtelut näissä arvoissa johtuvat ennen kaikkea puulajista, joskin saman puulajin edustajilla voi kasvupaikasta ja geeniperimästä johtuvia eroja. Koivun runkopuun kuiva-tuoretiheys on 490 kg/m³ ja kuusen vastaava on 380–400 kg/m³. Hakkeen kuiva-tuoretiheys vaihtelee raaka-aineen mukaan, kuten taulukosta 2 voidaan nähdä. (Alakangas ym. 2016, 61–64.)

Puutavaralaji	Puulaji	Kuiva-tuoretiheys, kg/m ³	Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa, MJ/kg
Harvennusten kokopuuhake	Mänty	385	19,6
	Kuusi	400	19,2
	Koivu	475	19
	Leppä	370	-
Hakkuutähdehake neulasitta	Mänty	405	20,4
	Kuusi	465	19,7
	Koivu	500	19,7
Hakkuutähdehake neulasineen	Mänty	395	20,5
	Kuusi	425	19,8

Taulukko 2. Metsähaketavaralajien kuiva-tuoretiheys kg/m³ ja tehollinen lämpöarvo MJ/kg (Alakangas ym. 2016, 64).

Lämpö- ja voimalaitoksille tehollista lämpöarvoa tärkeämpi arvo on usein lämpöarvo saapumistilassa, jossa otetaan huomioon polttoaineen sisältämän veden haihduttamiseen vaadittu energia. Tämä voidaan laskea kaavan 2.1 avulla, mikäli kosteus ja tehollinen lämpöarvo tunnetaan. (Alakangas ym. 2016, 29.)

$$q_{p,net,ar} = q_{p,net,d} \times \left(\frac{100 - M_{ar}}{100} \right) - 0,02443 \times M_{ar} \quad (2.1)$$

jossa

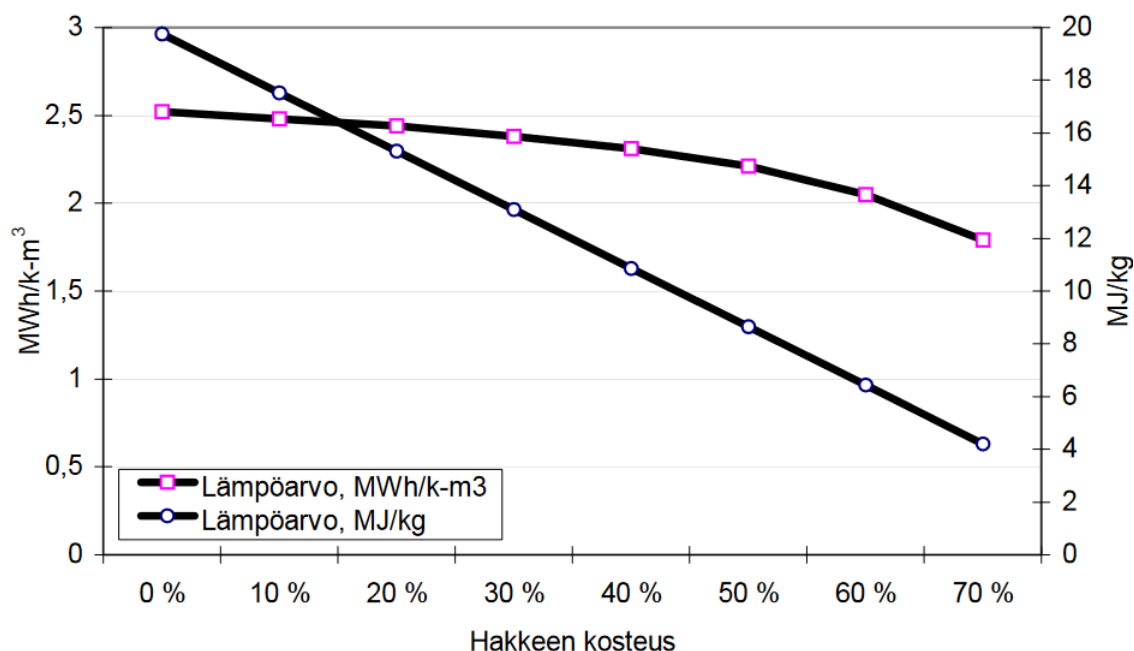
$Q_{p,net,ar}$ = tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, MJ/kg

$Q_{p,net,d}$ = tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa, Mj/kg

M_{ar} = Kosteus saapumistilassa, p-%

0,02443 = veden höyrystymiseen kuluva lämpömäärä vakiopaineessa lämpötilan ollessa +25°C (Koistinen ym. 2019, 29)

Veden vaikutuksen puupolttoaineen saapumistilassa olevan puun teholliseen lämpöarvoon terävöittää Alakankaan vuonna 2000 julkaisema kuvio, jossa hakkeen kosteus kasvaa vaaka-akselilla vasemmalta oikealle (kuvio 4).



Kuvio 4. Hakkuutähdehakkeen tehollisen lämpöarvon riippuvuus kosteudesta (Alakangas 2000, 53).

Koistisen ym. (2019, 56–58) mukaan muita hakkeen laatuun ja ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat epäpuhtaudet, hakkeen tasalaatuisuus ja kemialliset ominaisuudet. Epäpuhtaudet ja epätasalaatuisuus voivat aiheuttaa laitoksilla tukkeita, kun taas kemiallisista ominaisuuksista neulasissa oleva kloori voi aiheuttaa korroosiota. Voimalaitoksilla voi olla erilaisia laatuvaatimuksia

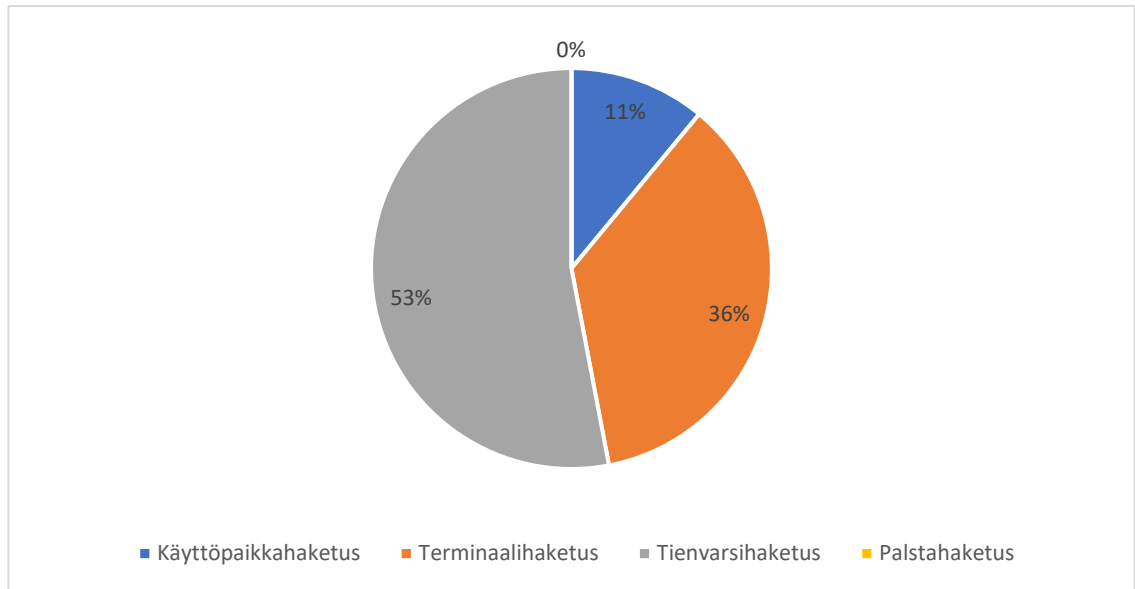
esimerkiksi epäpuhtauksien, palakoon ja etenkin kosteusprosentin suhteen. (Koistisen ym. 2019, 56–58.)

3.2 Metsähakkeen tuotanto

Metsähakkeen tyypillinen hankintaketju koostuu energiapuun korjuusta, terminaali- tai tienvarsihaketuksista ja kuljetuksesta väliterminaaliin tai käyttöpaikalle, jossa tuotantolaitos maksaa metsähakkeesta sen sisältämän energiamäärän mukaan. (Koistinen ym. 2019, 11.) Asikaisen (2018, 391–392) mukaan energiapuun korjuun kalustona toimii yleisimmin hakkuukone-metsätraktori yhdistelmä, jotka useimmiten toimivat myös muun ainespuun kuin pelkästään energiapuun korjuussa. Tämän järjestelyn tavoitteena on saada koneille paremmat käyttöasteet esimerkiksi vähentämällä koneiden siirtelyyn kuluva aikaa. Pieni osa energiapuuhakkuista toteutetaan metsurikaatona, jolloin puun kuljetamisesta voi vastata perävaunullinen maataloustraktori tai metsätraktori. (Asikainen 2018, 391–392.)

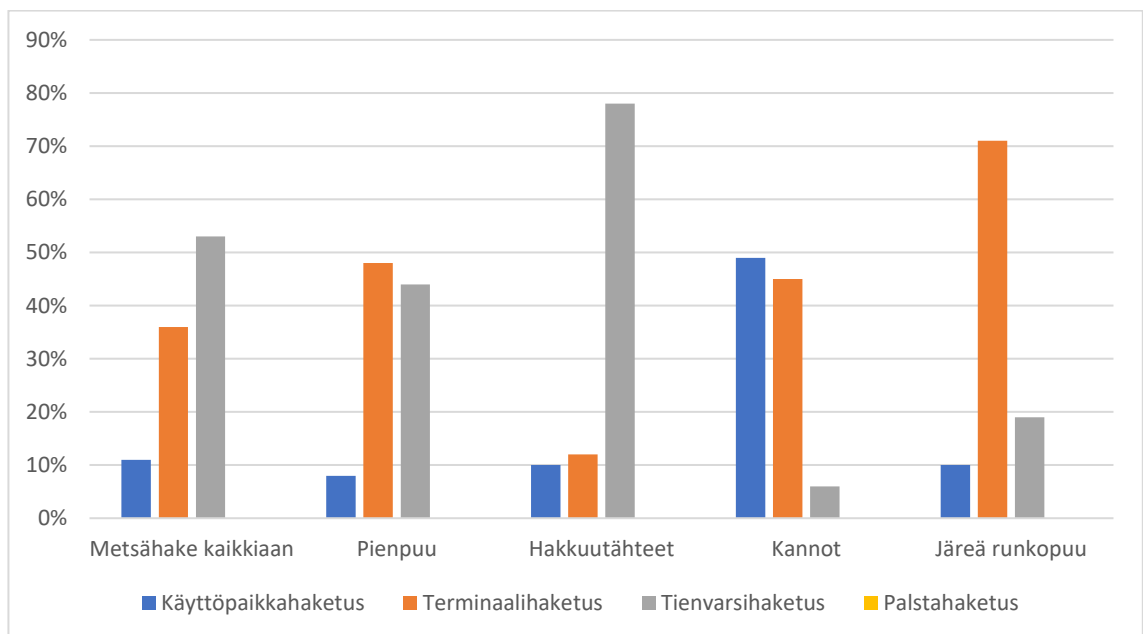
Energiapuun lähteenä toimivat pienpuun, hakkuutähteiden ja kantojen korjuu (Koistinen ym. 2019, 11). Hakkuutähteillä tarkoitetaan uudistushakkuualoilla ainespuun korjuun yhteydessä syntyvää latvusmassaa, oksia ja hylkypuuta, joka ei kelpaa laatunsa vuoksi metsäteollisuuden tarpeisiin (Koistinen ym. 2019, 61).

Metsähakkeen haketus tapahtuu Suomessa yleensä rumpu-, ruuvi- tai laikka-hakkurilla (Putula & Hilli 2017). Metsähakkeen tuotantomenetelmiä ovat käyttöpaikka-, terminaali-, tienvarsi- ja palstahaketus. Näistä tienvarsihaketus on yleisin haketustapa 53 %:n osuudellaan (kuvio 5).



Kuvio 5. Metsähakkeen haketustapojen osuudet (Energia 2020).

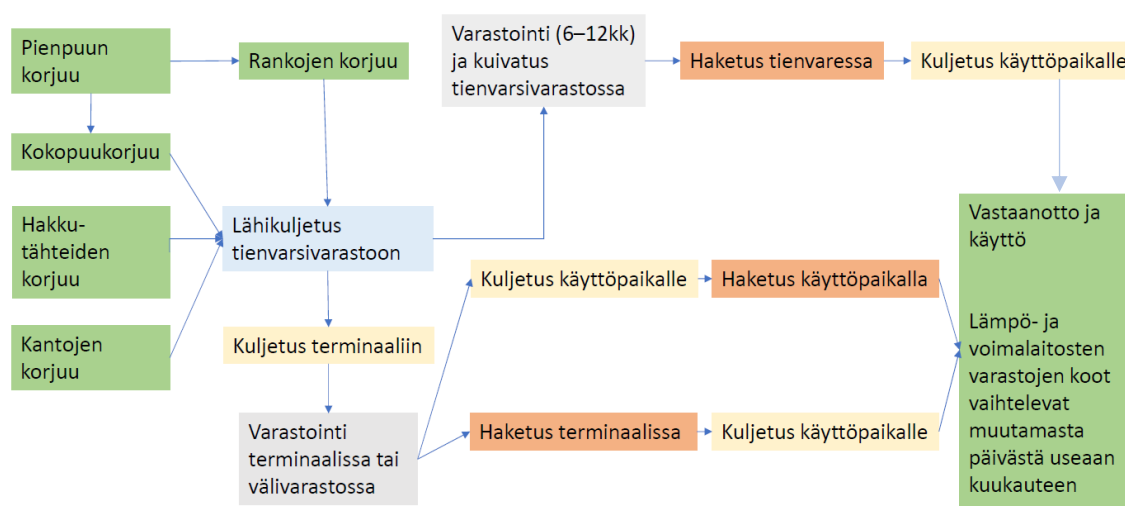
Hakkuutähteiden kohdalla tienvarsihaketus vastaa 78 % haketetusta määrästä pienpuun kohdalla vastaavan luvun ollessa 48 % (kuvio 6). Terminaalihaketuksen osuus kasvaa suuremmalla puulla, ja esimerkiksi järeällä runkopuulla terminaalihaketuksen osuus on 71 %. (Luonnonvarakeskus 2020.)



Kuvio 6. Metsähaketyyppien haketustavat menetelmittäin (Energia 2020).

Kuvassa 2 on havainnollistettu energiapuun mahdollisia tuotantoketjuja. On hyvä huomioida, että haketta syntyy myös teollisuuden sivuvirtoina, jolloin

tuotantoketju on erilainen. Sivuvirtoina syntyvää haketta ei lasketa metsähakkeeksi.



Kuva 2. Metsäenergian tuotantoketju (Koistinen ym. 2019, 111).

Kuvassa on myös väreittäin kuvattu erilaisten metsäenergia-alalla toimivien yrittäjien asemaa tuotantoketjussa. Osa yrityksistä hallitsee koko hankintaketjun metsästä laitokselle, mutta hyvin usein hankintaketju koostuu erilaisista yrittäjistä, kuten kuljetus- ja haketusyrittäjistä.

Metsähakkeen toimitus sitä käyttäville lämpö- ja voimalaitoksille vaihtelee tapaus- ja sopimuskohtaisesti. Tyypillisesti voimalaitoksilla on toimitussopimus erillisen yrityksen kanssa, jossa sovitaan, että hake toimitetaan suoraan laitoksen varastoon. Toisaalta laitoksilla voi olla käytössä välivarastoja, joista toimitettu hake noudetaan vastaanottajan toimesta, tai laitokset voivat olla energia-puun hankinnassa jopa täysin itsenäisiä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisussa ”Metsähakkeen käyttö ja hankinta energiantuotantolaitoksissa– toimintatavat ja toiminnan ongelmat” (2014, 3,15) kysyttiin 94 lämpö- ja voimalaitokselta niiden hakkeen toimituspaikoista, ja kuten taulukosta 3 huomaa, on laitoksen siiloon tai varastoon toimitus selkeästi yleisin, sillä tämä oli osana 64 tuotantolaitoksen hankintastrategiaa. (Nummelin, Petäjistö ja Rummukainen, 2014. 3, 15.)

Laitoksia yhteensä	Siiloon/laitoksen varastolle toimitettuna	Välivarastoon toimitettuna	Laitos hankki energiapuun itse	Hankki terminaalista	Hankki omista metsistä	muu tapa
94	64	13	13	6	6	23

Taulukko 3. Metsähakkeen toimituspaikat (Nummelin ym., 2014, 15).

Yleisesti ottaen ulkopuolisten hakkeen toimittajien määrä kasvaa laitoksen hakkeen käytön mukaan. Yleisimmin lämpö- ja voimalaitoksilla on 1–2 toimittajaa. (Nummelin ym. 2014, 16.)

3.3 Metsäenergiakauppa

Energiapuukauppaa tehdään hankintakauppana ja pystykauppana. Pystykaupassa puunmyyjä ja -ostaja tekevät hakkuusopimuksen, jossa ostaja sitoutuu suorittamaan sopimuksen mukaisen puun korjuun ja siihen liittyvät eri vaiheet kuten korjuun suunnittelun, metsänkäyttöilmoituksen tekemisen, puunkorjuun ja kuljetuksen käyttöpaikalle asti. (Varonen & Pilhjerta 2021, luku 2.4.) Pystykauppa voidaan tehdä myös niin sanotun valtakirjakaupan muodossa, jossa maanomistaja tekee puukaupan toimeksianto -sopimuksen kolmannen osapuolen välittäjän, kuten metsänhoitoyhdistyksen kanssa. Valtakirjakaupassa palveluntarjoaja voi hoitaa puun myyjän puolesta esimerkiksi puukaupan kilpailutuksen, sekä korjuun ja mittauksen valvonnan. (Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme 2022.)

Hankintakaupassa tehdään hakkuusopimuksen sijasta hankintakauppasopimus, jossa metsänomistaja sitoutuu toimittamaan puuta ostajalle. Merkittävin ero pysty- ja hankintakaupan välillä on siis se, että hankintakaupassa puun myyjänä toimiva maanomistaja on vastuussa puun korjuusta ja siihen liittyvistä kuluista. Hankintakauppaan verrattava kauppamuoto on käteiskauppa, jossa maanomistaja, eli puunmyyjä, vastaa puun korjuusta ja toimituksesta sovittuun paikkaan. Toisin, kuin hankintakaupassa, jossa kauppakirja tehdään ennen korjuuta, käteiskaupassa kauppakirja tehdään vasta korjuun jälkeen. (Varonen & Pilhjerta 2021, luku 2.4.)

Puukauppasopimuksessa sovittavia asioita ovat mm. mitta- ja laatuvaatimusten määrittäminen, toteutus ajankohta, hinnan määrittäminen, alueen rajausta ja mitataustavan sopiminen. Lisäksi maanomistajan erityistoiveet ja yhteydenpitotavat otetaan huomioon. (Äijälä, Koistinen, Sved, Vanhatalo & Väisänen 2019, 204–205.) Mittaustavasta sovittaessa päätetään mittayksiköstä, mittauksen toteuttajasta ja mitaustekniikasta lain (414/2013, muutokset: 566/2014 ja 725/2016) puitteissa. Mittauksen toteuttajan vastuulla on mittauksen lisäksi tulosten laskenta sekä mitaustodistuksen laadinta. Energiapuun mitaus tapahtuu useimmiten painon mittauksena, jonka jälkeen saatu tulos voidaan muuntaa tilavuusyksiköksi. (Koistinen ym. 2019, 18–29.)

Energiapuun yksikkömuunnoksiin voidaan käyttää apuna Luonnonvarakeskuksen kehittämää EPPU-energiapuun mitauslaskuria (Luonnonvarakeskus, Energiapuun mitaus 2014, 10). Latvusmassan kuormainvaakamittausta varten Luonnonvarakeskus on julkaissut vapaasti käytettävän Emil-energiapuun mitauslaskurin (Luonnonvarakeskus, Energiapuun mitauslaskuri, 2018). Energiapuun mitaus tapahtuu tyypillisesti kuljetuksen tai haketuksen yhteydessä, mutta myös muita vaihtoehtoja on (Koistinen ym. 2019, 10).

3.4 Energiapuukohteet

Energiapuun korjuun tulee olla kestävä. Kestävyyttä edistävät lainsäädäntö, erilaiset ohjelmat sekä sertifiointijärjestelmät, kuten PEFC ja FSC. Kestävyys jaetaan neljään eri alaluokkaan, jotka ovat taloudellinen, ekologinen, sosiaalinen ja kulttuurillinen. (Koistinen ym. 2019, 6–7.)

Tapio Oy:n julkaisema Metsänhoidon suositukset tarjoaa metsänomistajille ja metsäalan toimijoille erilaisia kestäviä vaihtoehtoja, jotka ovat vapaaehtoisia ja joista asianomaiset voivat valita omiin tavoitteisiinsa parhaiten sopivat (Koistinen ym. 2019, 2). Lumperoisen pro gradu -tutkielmassa ”Energiapuun korjuusuositusten arviointi kestävyden eri ulottuvuuksista” (2015) todetaan, että metsänhoidon suosituksia noudattava energiapuun korjuu on Suomessa kestävää joitain poikkeuksia lukuun ottamatta. Energiapuun korjuussa keskiarvoltaan kestävyden kannalta negatiivisina asioina mainittiin kannonnosto,

huonolaatuisten puiden poisto, ja kuivahkoilla kankailla tapahtuva kokopuun ja latvusmassan korjuu. Näissä kestävyys kannalta ongelmallisina asioina mainitaan korjuutapojen negatiiviset vaikutukset ravinteiden määrään ja suhteessa heikko metsänomistajan saama taloudellinen hyöty. Tutkimuksen mukaan energiapuun korjuun tuomat sosiaaliset ja kulttuurilliset hyödyt liittyvät sen työllistävään vaikutukseen. (Lumperoinen 2015.)

Energiapuun korjuukohteen valintaa ohjaavat kaikki neljä edellä mainittua kestävyys osaa, mutta erityisesti taloudelliset ja ekologiset tekijät. Metsänhoidon suositusten mukaan kantoja tai hakkuutähdettä ei kannata kerätä kuivahkoa kangasta karummilta kasvupaikoilla, sillä nämä toimenpiteet saattavat vaarantaa alueen ravinnetasapainoa ja näin aiheuttaa seuraavalle puusukupolvelle kasvutappioita. Hakkuutähteiden keräämisen aiheuttamia ravinnetappioita pyritään torjumaan jättämällä 30 % hakkuutähteistä korjaamatta ja kuivattamalla hakkuutähdekasat niin sanotuissa palstakasoissa, joissa neulaset ja lehdet varisevat ja näin jättävät ravinteensa maahan. (Koistinen ym. 2019, 31–32, 39.)

Kuivatukseen aikaa menee touko-kesäkuussa vähintään kaksi viikkoa ja loppukesäkuussa vähintään neljä viikkoa. Kannattava hakkuutähteen kerääminen vaatii riittävän suuren kertymän, ja tavallisesti hakkuutähdettä kerätäänkin kuusikoiden päätehakkuualoilta. Männiköissä kertymä jää usein liian matalaksi. Tapio Oy:n julkaisemassa teoksessa Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen kerrotaan, että sopiva kertymä hakkuutähteen keruuseen on yli 200 m³ 2 hehtaarin alalta. Hakkuutähteen matalan tiheyden vuoksi metsäkuljetusmatkan tulee olla lyhyt, alle 300 metriä. (Koistinen ym. 2019, 31–32, 39.)

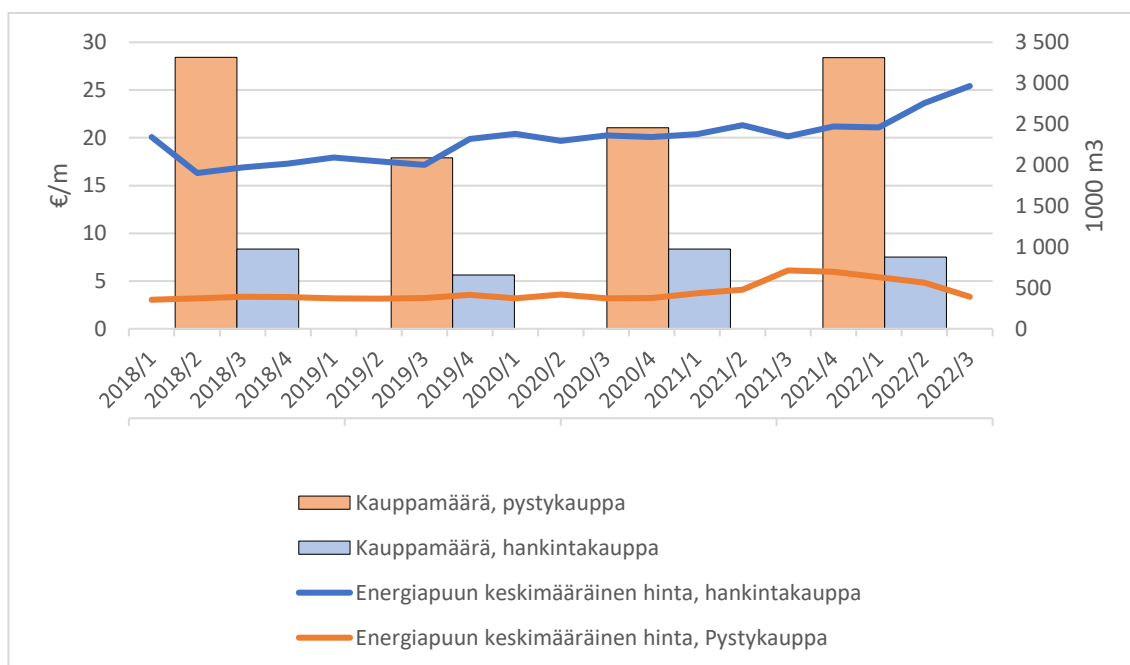
Kokopuun ja karsitun rangan korjuu tapahtuu normaalisti pieniläpimittaisilla ensiharvennuskohdeilla, mutta sillä voidaan parantaa puunkorjuun kannattavuutta varttuneemmissakin metsissä. Kokopuun korjuu tarkoittaa sitä, että puuta ei sen korjuu vaiheessa karsita, vaan se korjataan neulasineen ja lehtineen. Kokopuun korjuu ei sovellu ravinteisuudeltaan epätasapainoisille tai kuivahkoa kangasta tai vastaavaa turvemaata karummille aloille, sillä noin kaksi kolmasosaa puun ravinteista sijaitsee sen lehdissä tai neulasissa. (Koistinen ym. 2019, 18–29.)

Toisin, kuin kokopuunkorjuussa, karsitun rangan korjuussa lehdet ja oksat jäävät metsään. Tämän vuoksi se soveltuu aloille, joissa ei kokopuun korjuuta suositella. Integroidulla korjuulla taas tarkoitetaan korjuuta, jossa energiapuuta ja ainespuuta korjataan samalta alueelta. Harvennuskohteilla tehtävää energiapuun korjuuta varten Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen -teos esittää tavoitetehtävyydet, joihin korjuun jälkeisen runkoluvun tulisi suositusten mukaan osua. (Koistinen ym. 2019, 18–29.)

Ensiharvennuskohteilla puuston valtapituus on yleensä noin 12–15 metriä. Korjuukohteet voivat olla hoitamattomia tai hoidettuja nuoria metsiä, ja näissä tapahtuva energiapuunkorjuu eroaa jonkin verran toisistaan. Hoitamattomissa nuorissa metsissä on voinut jäädä esimerkiksi varhaisperkaus, taimikon hoito tai molemmat tekemättä, minkä takia puusto on tiheämpää ja laadultaan vaihtelevampaa kuin hoidetuissa metsissä. Näissä hoitamattomissa nuorissa metsissä energiapuukertymä voi olla korkea ainespuukertymän ollessa vähäinen. Pieniläpimittaisessa metsässä korjuukustannukset voivat ylittää energiapuusta saatavat tulot. (Koistinen ym. 2019, 20–21.)

3.5 Energiapuun hinta

Hankintakaupan ja pystykaupan välinen hintaero on energiapuukaupassa melko suuri. Energiapuun hinta on Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan vuoden 2022 kolmannella kvartaalilla ollut viisi kertaa suurempi hankintakaupoissa, kuin pystykaupoissa. Euroina tämä tarkoittaa 20 €/m³ eroa. Kuviosta 7 huomaa, kuinka Savo-Karjalan alueella hankintakaupoissa hinta on noussut 17 % vuonna 2022 kun taas pystykaupoissa hinta on laskenut 43,7 %. (Energiapuun kauppa 2022.)



Kuvio 7. Energiapuun hinta Savo-Karjalassa ja puukaupparamäärät Suomessa (Energiapuun kauppa 2022).

Energiapuujakeista rankapuu on selkeästi arvokkain. Koko valtakunnan alueella sen keskimääräinen hinta oli vuonna 2021 5,10 €/m³ pystykaupoissa ja 27,29 €/m³ hankintakaupoissa (taulukko 3).

Energiapuujakeitten hinta kauppatavoittain vuonna 2021			Hinta e/m ³				Energiapuu keskimäärin
			Kannot	Latvusmassa	Kokopuu	Rankapuu	
2021	Pystykauppa	KOKO MAA	2,42 €	4,82 €	3,51 €	5,10 €	4,84 €
	Hankintakauppa	KOKO MAA	12,77 €	17,36 €	25,07 €	27,29 €	24,95 €

Taulukko 3. Energiapuujakeitten hinta kauppatavoittain vuonna 2021 (Energiapuun kauppa 2022).

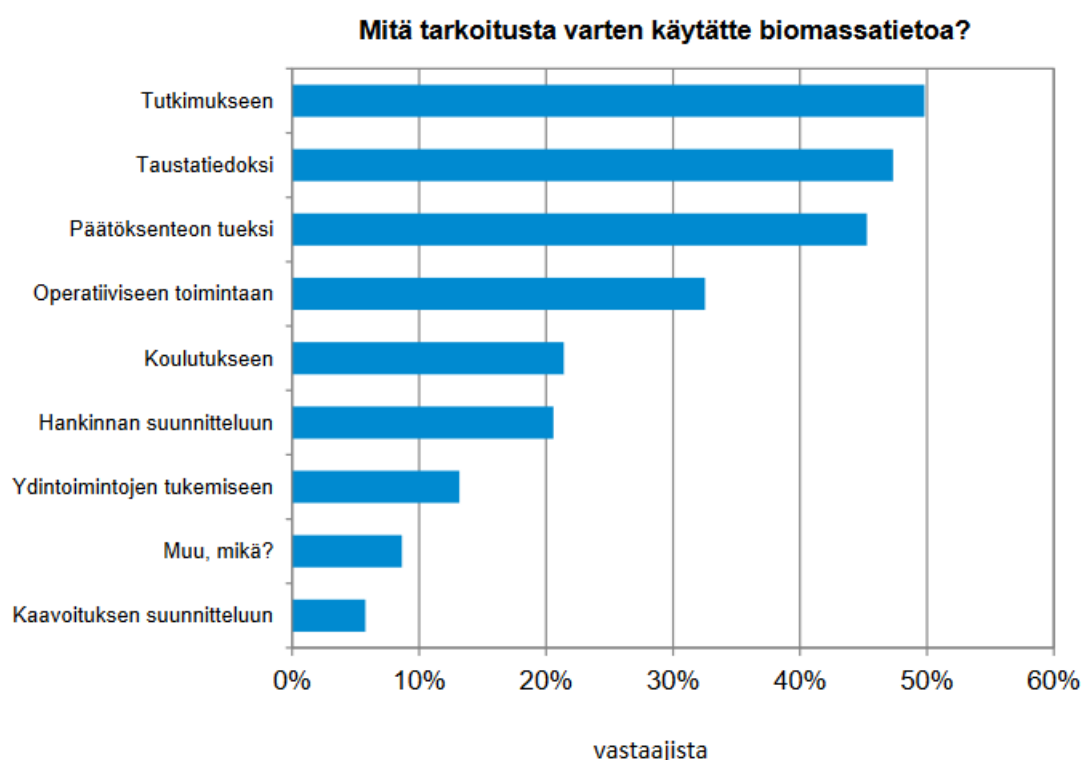
Kannot ovat hinnaltaan heikoimpia. Latvusmassa on kokopuuta halvempaa pystykaupassa, mutta hankintakaupassa tilanne on päinvastoin (Energiapuun kauppa 2022).

3.6 Biomassa-atlas

Biomassa-atlas on Luonnonvarakeskuksen luoma verkkopalvelu, jonka avulla voidaan laskea eri biomassojen määrää valitulla alueella. Biomassan määrän

lisäksi verkkosovelluksella on mahdollisuus laskea metsähakkeen teknis-taloudellista korjuupotentiaalia vuosien 2026–2035 välillä. Sovelluksen avulla voidaan tarkastella metsähakkeen raaka-aineita erikseen. Metsähakkeen korjuupotentiaali on laskettu MELA-ohjelmistolla, joten se noudattaa näin metsänhoitosuosituksen antamia rajoitteita. Potentiaalien laskennassa on käytetty suurinta puuntuotannollisesti kestäväää hakkuumahdollisuutta. (Anttila 2019.)

Kuviossa 8 on kuvattu biomassa-atlaksen käyttäjien käyttötapoja (Kuvio 8). Tiedot perustuvat Biomassa-atlaksen esiselvityksen loppuraporttia varten tehtyyn kyselytutkimukseen (Maa- ja metsätalousministeriö 2015).



Kuvio 8. Biomassa-atlaksen käyttäjien käyttötapojen yleisyys (Maa- ja metsätalousministeriö 2015, 49).

Kuten kuviosta 8 nähdään, on Biomassa-atlaksen käyttötavoista merkittävimmät tutkimuskäyttö, käyttö taustatietona sekä käyttö päätöksen teon tukena. Biomassa-atlasta voidaan siis käyttää esimerkiksi investointien suunnittelussa. Energiasektorilla ei ole metsäsektorin tavoin omia järjestelmiä, joissa biomassaa kuvataan. Tämän takia energiasektorilla ollaan metsäsektoria vahvemmin julkisten ja ulkoisten tietokantojen varassa. (Maa- ja metsätalousministeriö 2015, 45, 48–49.)

4 Lämpö- ja voimalaitokset

4.1 Lämpö- ja voimalaitokset yleisesti

Lämmön ja sähkön yhteistuotanto on energiatehokas energiantuotantomuoto, jossa polttoaineen sisältämästä energiasta se osuus, jota ei voida hyödyntää sähköntuotannossa, kerätään talteen lämpönä. Tämä lämpö käytetään esimerkiksi kaukolämpönä, ja lämmön ja sähkön yhteistuotanto kattaakin kolme neljäsosaa kaukolämmöntuotannosta. (Energiateollisuus 2022a.)

Yhteistuotannon englanninkielinen nimi on combined heat and power, jonka takia yhteistuotannosta käytetään usein nimeä CHP.

Kaukolämmön tuotannossa lämpö toimitetaan laitokselta kaukolämpöverkon avulla käyttäjälle. Kaukolämpöverkossa kiertävä vesi tai kuuma höyry lämmitetään keskitetysti yhdessä tai useammassa lämpö- tai voimalaitoksessa, josta se virtaa asiakkaan lämmönjakokeskukseen, jossa kaukolämpöverkon jakama lämpö siirtyy asiakkaalle. Kaukolämpöverkossa liikkuva vesi ei siis sekoitu missään vaiheessa asiakkaan käyttämän veden kanssa. Kaukolämmöllä lämmitetään esimerkiksi pattereissa liikkuvaa vettä sekä lämmintä käyttövettä. (Motiva 2012, 4.)

Lauhdevoimaksi kutsutaan sähköntuotantoa, jossa ei oteta lämpöä talteen. Lauhdevoimassa kivihiili on ollut merkittävin polttoaine, mutta muut polttoaineet puu mukaan lukien toimii myös. Lauhdevoiman etuna on yhteistuotannon ja kaukolämmön tuotannon tavoin mahdollisuus optimoida käyttöä tarpeen mukaan. Kaukolämpö- ja yhteistuotantolaitoksia ajetaan suurimmalla teholla yleensä silloin, kun tarve lämmölle on suurin, mikä tarkoittaa yleensä kylmää talvea. Lauhdevoiman etuna on se, että se voidaan ajoittaa sähkön kysynnän mukaan, joskin yhteistuotannossakin tämä on mahdollista. (Energiateollisuus 2022b.) Lauhde- ja yhteistuotantosähköä voidaan kutsua säätövoimaksi, sillä niiden tuotantoa voidaan säätää kysynnän ja tarjonnan vaihtelun mukaan (Energiateollisuus 2022c).

Energiatehokkuuden vuoksi yhteistuotannon ympäristöpäästöt ja polttoaineiden käyttö ovat kolmanneksen pienempiä, kuin perinteisessä pelkkää sähköä tuottavassa lauhdevoimassa tai kaukolämmön erillistuotannossa (Energiateollisuus 2022a). Energiatehokkuuden edistämistä varten Suomessa on energiatehokkuuslaki (1429/2014), joka toimeenpanee Euroopan unionin 4.12.2012 voimaan tullen energiatehokkuusdirektiivin (EU/27/2012). EU:n energiatehokkuusdirektiiviä on muutettu vuonna 2018 ja Euroopan komissio on ehdottanut sen päivittämistä edelleen osana 55-valmiuspakettia. (Motiva 2022.) Energiatehokkuusdirektiivi ei aiheuttanut suuria muutoksia energiatehokkuuden edistämiseen (Työ- ja elinkeinoministeriö 2014b, 2), sillä Suomen CHP- ja kaukolämpöpotentiaalin hyödyntäminen oli jo valmiiksi hyvällä tasolla (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2014. 35).

4.2 Lämpö- ja voimalaitokset Pohjois-Karjalassa

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin Pohjois-Karjalassa toimivia Energiateollisuus ry:n jäsenyrityksiä, jotka tuottavat kaukolämpöä (taulukko 4). Energiateollisuus ry julkaisee vuosittain tilastot, joista selviää mm. käytetyt polttoaineet tuottajittain.

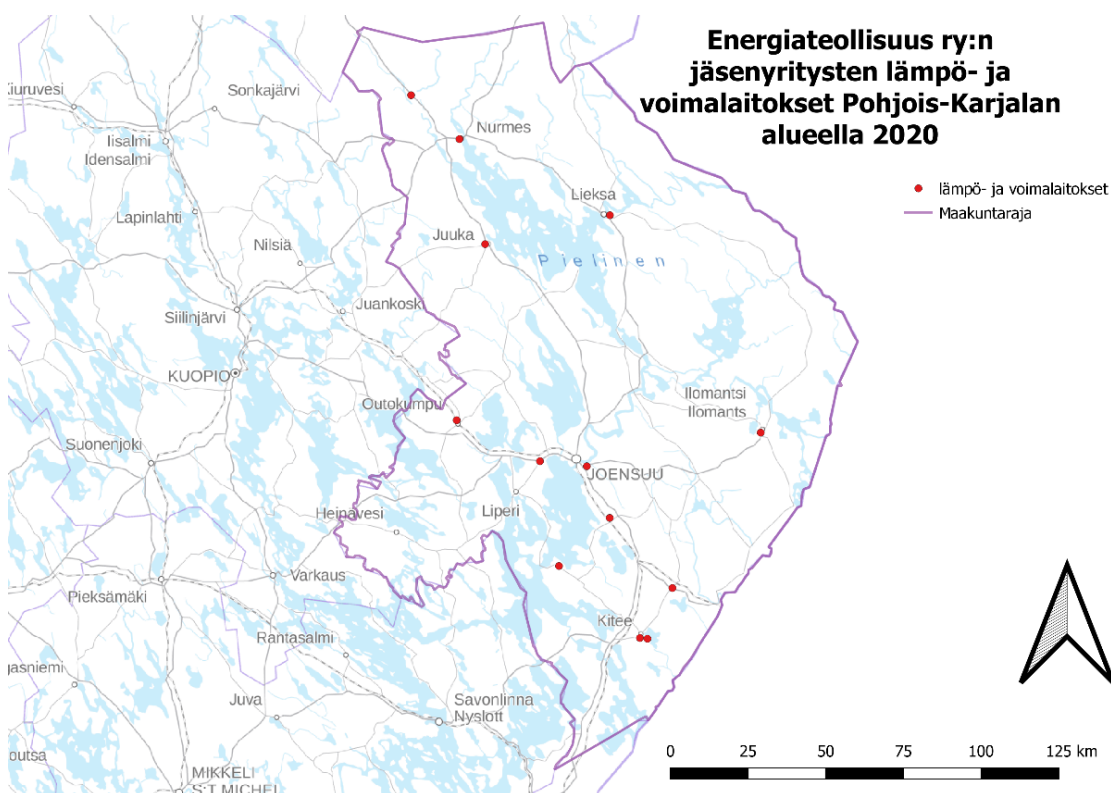
Rajaus Energiateollisuus ry:n jäsenyrityksiin jättää osan alueen lämpö- ja voimalaitoksista tarkastelun ulkopuolelle, ja esimerkiksi Suomen suurimpiin kuuluva, kaksi kertaa Savon Voiman Joensuun laitosta tehokkaampi, Uimaharjun voimalaitos ei näy Energiateollisuuden tilastoissa. Uimaharjun voimalaitoksen sähköntuottoteho on 99 MW, kun Savon Voiman Joensuun laitoksen teho on 50 MW. (Fingrid 2022). Lisäksi Savon Voiman Joensuun laitos tuottaa turbiinien kautta 100 MW:n ja lämmön talteenoton kautta 30 MW:n edestä tehoa (Energiateollisuus 2022).

Energiateollisuus ry:n jäsenyritysten ulkopuolisen lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen käytön määrän pystyy arvioimaan käyttäen Luonnonvarakeskusken puun energiakäyttö -tilastoja hyväkseen.

Voimalaitoksen nimi	Vuosi	Kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet yhteensä (GWh)
Adven Oy, Ylämylly-Honkalampi	2021	23,4
Juuan Kaukolämpö Oy	2021	29,5
Kiteen Lämpö Oy	2021	55,2
Nevel Oy, Ilomantsi	2021	1
Nevel Oy, Joensuu (Hammaslahti, Reijola)	2021	15,6
Nevel Oy, Lieksa	2021	210,3
Nevel Oy, Rääkkylä	2021	12,5
Nevel Oy, Tohmajärvi	2021	19,6
Nurmeksen Lämpö Oy	2021	87,5
Okun Energia Oy, Outokumpu	2021	73,5
Savon Voima Oyj, Joensuu	2021	936,4
Kaikki yhteensä		1464,5

Taulukko 4. Energiateollisuus ry:n jäsenyritykset ja tuotantoon käytetty energiamäärä yhteensä (Energiateollisuus ry 2022).

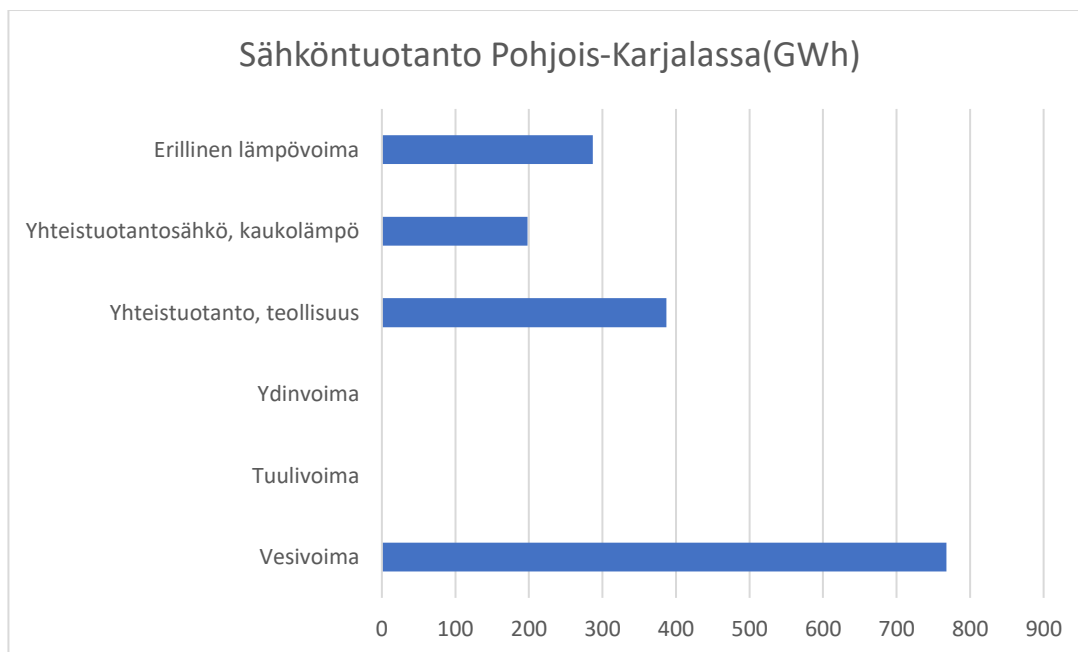
Energiateollisuus ry:n jäsenyritysten maantieteellinen sijainti on esitetty kuvassa 3. Kuten taulukosta 3 voi huomata, on Savon Voima selkeästi suurin tarkasteltavista laitoksista.



Kuva 3. Energiateollisuus ry:n lämpö- ja voimalaitokset Pohjois-Karjalassa

Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilastojen mukaan energiantuottajista ainoastaan Nevel Oy Lieksa ja Savon voima Joensuu tuottivat sähköä (Energiateollisuus 2022). Muut olivat täysin kaukolämpöön keskittyviä tuottajia.

Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotanto on maakunnan pienin sähköntuotantomuoto suurimman ollessa vesivoima, joka ei teollisuuden yhteistuotantosähkön tapaan näy kaukolämpötilastoissa (Energiateollisuus 2022d). Kuviossa 9 on esitetty Pohjois-Karjalan sähköntuotantomuodot.



Kuvio 9. Sähköntuotanto Pohjois-Karjalassa (Energiateollisuus 2022d).

Kuten kuvio 9 havaitaan, puuttuu Pohjois-Karjalasta tuulivoima täysin. Tämä johtuu Puolustusvoimien tutkien aiheuttamista rajoituksista. Puolustusvoimat antoi vuonna 2022 tuulivoimalahankkeelle myönteisen lausunnon, joten tulevaisuudessa on mahdollista, että maakuntaan nousee myös tuulivoimaa. (Remes 2022.)

5 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää puolistrukturoidulla haastattelututkimuksella, kuinka suuri osuus Pohjois-Karjalan lämpö- ja voimalaitoksissa käytetystä metsähakkeesta on ollut Venäjän tuontia ennen Ukrainan sodan alkua ja miten alueen toimijat ovat muuttuneeseen tilanteeseen reagoineet. Tuonnin määrää verrattiin Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilastoihin ja Luonnonvarakeskuksen

Puun energiakäyttö -tilastoihin. Tuonnin määrän ja reaktioiden lisäksi haastattelujen tavoitteena oli selvittää metsähakkeen hankinnasta vastaavien toimihenkilöiden odotuksia metsähakkeen käytön ja hankinnan muutoksesta sekä tunnistaa metsähakkeen hankintaan liittyviä haasteita.

Tutkimuksessa pyrittiin hahmottamaan alueen metsähakepotentiaalia viiden vuoden päästä eli vuonna 2027. Haastattelujen ja kirjallisuuden avulla pyrittiin rakentamaan kolme erilaista skenaariota, jotka ottavat huomioon muutokset turpeen, metsäteollisuuden sivuvirtojen ja tuontihakkeen käytössä. Skenaariot kuvaavat erilaisten tulevaisuuden kehitysten vaikutusta metsähakkeen käyttöön Pohjois-Karjalassa siten, että ensimmäisessä skenaariossa metsähakkeen käytön kasvu on pienin ja kolmannessa se on suurin.

6 Tutkimus- ja analyysimenetelmät

6.1 Lähestymistavan valinta

Opinnäytetyön haastattelumenetelmäksi valittiin puolistrukturoitu haastattelu, jossa kaikille haastateltaville esitettiin samat kysymykset samassa järjestyksessä. Tämä haastattelumenetelmä antaa haastattelijalle mahdollisuuden joustaa tilanteen mukaan vaihtamalla kysymysten järjestystä tai kysymällä tarkentavia kysymyksiä, jolloin haastattelutilanteessa saadaan tarvittavat ja tunnetut tiedot (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Haastattelututkimus valittiin lähestymistavaksi siksi, että se on toimivin vaihtoehto saada selville tutkimuskysymyksen kannalta oleelliset asiat, joihin ei ole valmiita lähteitä. Esimerkiksi maakuntakohtaiset lämpö- ja voimalaitosten tuontimäärät eivät ole julkisesti tilastoituja, jolloin toimijakohtaiset haastattelut olivat avainasemassa.

Hakkeen kysyntään, tarjontaan ja korjuupotentiaaliin vaikuttaa lukematon määrä asioita aina metsäteollisuuden suhdanteesta kansainväliseen EU-lainsäädäntöön. Tämän takia aihe täytyi rajata tiukasti:

1. Haastattelut yritykset ovat alueen Energiateollisuus ry:n jäsenyrityksiä.
2. Metsähakepotentiaalin tarkastelemista varten rakennettavissa skenaarioissa muuttujina toimivat turpeen, metsäteollisuuden sivuvirtojen ja tuontienergian muutokset. Myös tulevaisuudessa metsähaketta tai energiapuuta käyttävät uusinvestoinnit otettiin huomioon.
3. Mahdollisia muutoksia EU:n lainsäädännössä ei oteta laskelmissa huomioon, vaikka tätä asiaa käsitellään haastatteluissa.
4. Kantojen käyttöä ei huomioida sen erittäin matalan käytön vuoksi.

Tutkimuskysymyksiksi valittiin:

1. Miten metsähakepotentiaali riittää vuonna 2027, jos Venäjän tuonti ei pala ja turpeen käytön nopea lasku jatkuu?
2. Miten tuonnin loppuminen on vaikuttanut alalla toimivien yritysten toimintaan?
3. Mitkä ovat metsähakkeen hankinnan haasteet?
4. Mitkä ovat metsähakkeen hankinnasta vastaavien toimihenkilöiden näkemykset metsähakkeen tulevaisuuteen vaikuttavista asioista?

6.2 Aineiston keruu ja toteutus

Puolistrukturoituna kvalitatiivisena tutkimuksena aineiston keruu tapahtui haastattelurungon (liite 1) ja mahdollisten tarkentavien kysymyksien avulla. Haastattelujoukoksi valittiin Pohjois-Karjalan alueella toimivien lämpö- ja voimalaitoksen toimihenkilöitä, jotka ovat vastuussa metsähakkeen hankinnasta tai tuntevat sen hyvin. Tavoitettu haastattelujoukko koostui Pohjois-Karjalan alueella toimivien Energiateollisuus ry:n jäsenyritysten raaka-aineen hankinnasta vastaavista henkilöistä, joita oli seitsemän. Lisäksi tutkimusta varten haastateltiin yhden

lämpö- ja voimalaitoksille toimittavan yrityksen hankinnasta ja toimituksesta vastaava toimihenkilö.

Tutkimusta varten tehtiin myös muutamia tietopyyntöjä puhelimitse tarkentavan tiedon hankinnaksi. Tällaisia tietoja olivat esimerkiksi uusien, toimintaansa aloittelevien biotuotetehtaiden raaka-aineen käytön määrä ja toiminnan aloituksen aikataulu. Mikäli ajantasainen tieto oli julkisesti saatavilla, tätä ei tarvinnut tehdä. Haastattelut pidettiin Microsoft Teamsin välityksellä. Haastatteluihin varattiin tunti aikaa, ja ne äänitettiin. Haastattelussa käytävät teema lähetettiin haastateltaville saatekirjeessä (liite 2) etukäteen, joka antoi haastateltaville mahdollisuuden valmistautua etukäteen ja näin haastattelutilanteesta tuli sujuvampi. Haastattelujen kesto vaihteli 30–55 minuutin välillä. Haastatteluiden keston vaikutti esimerkiksi se, että kuinka huomattavasti tuontihakkeen muutos oli vaikuttanut toimintaan, jolloin kysymyksiin oli enemmän vastattavaa.

Haastatteluista saatua arkaluontoistietoa käsiteltiin kunnioituksella. Tiedot syötettiin Exceliin, jossa ne sulautettiin tilastollisen analyysin avulla tunnistamattomiksi. Arkoina tietoina käsiteltiin mm. hankinta-alueen kokoa, Venäjän tuonnin määrä ja hankintaketjun rakennetta. Anonyymiyden ja esimerkiksi keskiarvolaskelmiin perustuvan analyysin avulla pyrittiin rohkaisemaan haastateltavia antamaan mahdollisimman tarkkoja vastauksia. Mikäli haastateltava ei halunnut antaa tarkkaa vastausta, pyydettiin ylä- ja alarajoja, joiden avulla päästiin mahdollisimman tarkkaan arvioon. Valmis opinnäytetyö lähetettiin haastatteluun osallistuneille luettavaksi ennen julkaisua, jottei arkaluontoista materiaalia julkaista.

Avoimia tilastotietoja voitiin kuitenkin hyödyntää ilman, että anonymiteetti vaarantuu.

6.3 Analyysimenetelmät

Haastattelujen jälkeen äänitteet litteroitiin kirjalliseen muotoon. Litteroidut haastattelut koodattiin värein ja teemoiteltiin, eli aineistosta poimittiin tutkimuksen

kannalta tärkeät ja toistuvat sanomat, jotka järjestettiin uudelleen yhteisten, teemaa kuvaavan nimikkeen alle. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Teorianohjaamassa analyysissä haastatteluin kerättyä aineistoa verrataan ja peilataan tietoperustaan ja teoriaan. Se seuraa abduktiivista päättelyä, eli siinä sovelletaan niin sanottua maalaisjärkeä. Abduktiivinen päättely tarkoittaa loogista päättelyä, jossa havaintojen sarjasta muodostetaan uskottava johtopäätös, joka ei ole täysin varma, vaan paras muodostettavissa oleva selitys. Analyysi seuraa hemaneuttista kehää, joka tarkoittaa sitä, että tutkija käy dialogia haastatteluissa kerätyn tutkimusaineiston, teorian ja subjektiivisen tulkinnan välillä. (Vilka 2021, 159, 45.)

Tutkimus seuraa Hanna Vilkan esittämää teorianohjaamaan analyysin esimerkkitaulukkoa, jossa analyysi etenee neljässä tasossa. Ensimmäisellä tasolla listataan kaikki kategoriaan liittyvät havainnot aineistosta. Toisella tasolla nämä jaetaan alakategorioihin tutkijan esittämän kysymyksen mukaan. Kolmannessa vaiheessa tapahtuu aineiston ja teorian välistä dialogia, jonka jälkeen neljännellä tasolla tehdään tulkinta. (Vilka 2021, 161.)

Aineistosta muodostettujen teemojen alle muodostuneet tekstit väri koodattiin uudelleen, jonka jälkeen Excelissä laskettiin aineistossa esiintyvien, tutkimuksen kannalta merkityksellisten havaintojen lukumäärää. Lukumäärä laskettiin binäärisesti, eli haastateltava joko mainitsi tarkasteltavan havainnon tai ei. Useasti samassa haastattelussa kerrottu havainto ei siis kasvattanut havaintojen lukumäärää. Koodauksen avulla voidaan esittää aineistoa numeerisesti (Juhila 2022).

Haastattelussa pyrittiin saamaan tarkkaa dataa hakkeen käytöstä ja tuonnista, mutta osalla haastateltavia oli rajoituksia siinä, kuinka tarkasti näitä asioita haluttiin avata. Näissä tapauksissa tutkimuksessa käytettiin parasta mahdollista arvioita näistä luvuista. Saatua dataa hakkeen käytön ja Venäjän tuonnin määrästä siirrettiin Microsoft Exceliin, jossa sitä verrattiin Energiategollisuus ry:n tilastoihin, vuoden 2021 lämpö- ja voimalaitosten hakkeen käyttömääriin ja

Luonnonvarakeskuksen vastaaviin. Näiden laskelmien avulla selvitettiin Pohjois-Karjalan Venäjän hakkeen määrä.

Haastateltavilta kysytyjen hankinta-alueiden kokojen keskiarvoa, moodia ja hakkeen käytöllä painotettua keskiarvoa käytettiin Biomassa-atlaksessa apuna alueen energiapuupotentiaalin määrittämisessä vuonna 2027. Tämä tapahtui Biomassa-atlaksen ”keskipistehaku” aluevalintatyökalua hyväksikäyttäen. Biomassa-atlaksesta saadaan jokaisen tutkimuksessa tarkasteltavan lämpö- tai voimalaitoksen ympäristön korjuupotentiaali m^3/a . Näille luvuille tehtiin tilastollinen analyysi, jossa laskettiin mm. keskiarvo, minkä jälkeen siirryttiin skenaarioiden tekemiseen.

Tulevaisuudentutkimuksessa käytettävässä skenaarioinnissa tulevaisuutta ei nähdä deterministisesti valmiiksi kirjoitettuna, vaan tulevaisuus nähdään useana erilaisena mahdollisena kehityskulkuna. Skenaarioiden tavoitteena on havainnollistaa erilaisten, mahdollisimman uskottavien kehityskulkujen etenemistä. (Metodix 2015.)

Skenaariot laskettiin Luonnonvarakeskuksen ja Energiateollisuus ry:n tilastoista. Skenaarioita luotiin kolme, ja niillä havainnollistettiin metsähakkeen tarvetta maakunnassa erilaisissa kehityskuluissa. Ensimmäisessä metsähakkeen tarve oli pienin ja kolmannessa se oli suurin. Skenaarioiden luomisessa käytettiin hyväksi haastatteluissa saatua tietoa. Lisäksi skenaarioiden tekemisessä otettiin huomioon aikaisempia tutkimuksia, joissa esimerkiksi turpeen käytön vähentäminen oli ennustettu.

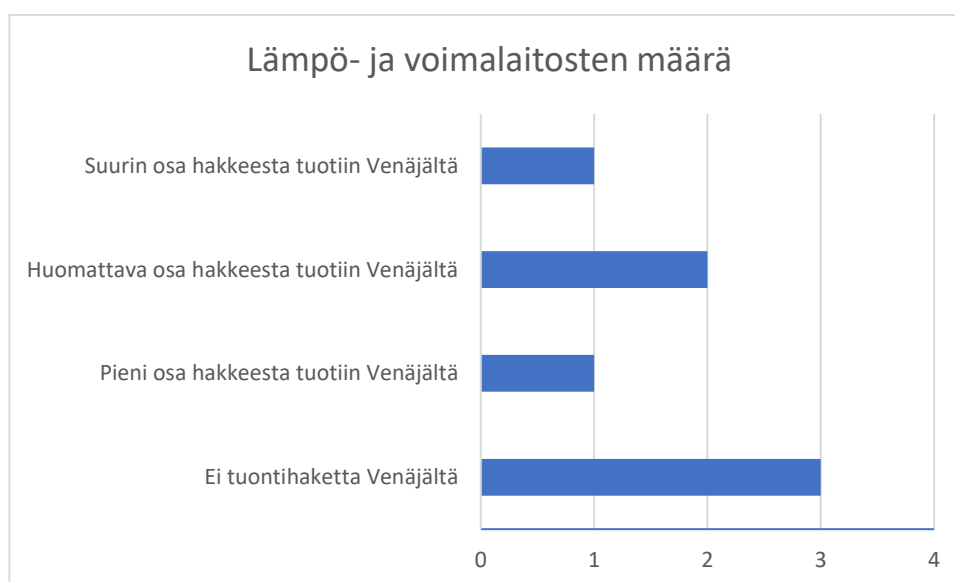
Skenaarioiden myötä voitiin ennustaa metsähakkeen tarve Pohjois-Karjalassa vuonna 2027. Metsähakepotentiaalien ja skenaarioiden tuottaman metsähakkeen tarpeen vähennyslaskun jälkeen päästiin vastaamaan kysymykseen, ”Miten metsähakepotentiaali riittää vuonna 2027, jos Venäjän tuonti ei palaa ja turpeen käytön nopea lasku jatkuu?”

Analyysimenetelmien valinnassa käytettiin huolellisuutta, jottei haastateltavia pystytä tunnistamaan. Mitään laitospkohtaisia lukuja tai toimintatapoja ei tuotu esille.

7 Tulokset

7.1 Laitokset

Haastatteluissa ilmeni, että merkittävimmät erot eri lämpö- ja voimalaitosten vastauksissa selittyi tuontihakkeen määrällä ja laitoksen koolla. Pienet laitokset, joissa metsähakkeen käyttö oli suhteessa pientä, eikä tuontihaketta käytetty, olivat kärsineet vähemmän, kuin suuremmat laitokset, joilla tuontihakkeen käyttö oli suurempaa. Kaikilla laitoksilla tuontihakkeen loppuminen oli kuitenkin vaikuttanut toimintaan välillisesti hintojen nousun myötä. Haastatelluista lämpö- ja voimalaitoksista yli puoleen tuli metsähaketta Venäjältä (kuvio 10).



Kuvio 10. Energiateollisuus ry:n lämpö- ja voimalaitokset ja niiden Venäjän-tuonti.

Eri lämpö- ja voimalaitoksilla oli erilaisia toimintatapoja. Toiset laitoksista esimerkiksi hankki itse osan laitoksen käyttämästä metsähakkeesta itse, mutta suurin osa oli ulkoistanut hakkeen toimituksen täysin yhdelle tai useammalle

alihankkijalle. Varastojen koossa oli myös eroja. Niiden koko vaihteli siten, että toisilla laitoksilla ne kestivät vain muutaman päivän, kun toisilla ne kestivät koko talven yli. Osalla laitoksista oli myös omaa kalustoa, joilla haketta voitiin kuljettaa siloihin.

7.2 Tuontihakkeen määrä Pohjois-Karjalassa

Haastattelujen perusteella metsähaketta tuotiin Venäjältä Pohjois-Karjalaan 292,8 GWh:n verran vuonna 2020. Vuonna 2021 vastaava määrä oli 338,7 GWh, joka on kuutioissa 169 368 m³. Myös vuonna 2022 haketta tuotiin Venäjältä ja joillain yhtiöillä se kattoi varsin massiivisen osan kuluvan vuoden hakkeen käytöstä. Vuoden 2022 hakkeen käytöstä tuontihake kattanee arvioilta 70–80 GWh:ta. Vuoden 2022 arvioissa haastetta tarjosi se, ettei tietoa saanut yhtä tarkasti vuoden keskeneräisyyden vuoksi.

Lisäksi metsähaketta tuotiin 25 000 m³ edestä metsäteollisuuden käyttöön Pohjois-Karjalassa (Metsäteollisuuden puunkäyttö 2022). Tämä tarkoittaa noin 50 GWh:ta.

7.3 Sopeutuminen Venäjän tuontihakkeen loppumiseen

Sopeutumistoimet vaihtelivat eri toimijoiden välillä huomattavasti erilaisten lähtökohtien vuoksi. Lisäksi osassa muutoksista Venäjän sodan vaikutukset eivät olleet täysin selviä, sillä ne vauhdittivat jo ennalta suunniteltuja strategisia päätöksiä. Puolet tuontihaketta tuonneista yrityksistä oli jo tehty toimenpiteitä tuontihakkeen osuuden vähentämiseksi esimerkiksi etenemissuunnitelmien ja toimittajien kanssa tehtyjen sopimusten avulla. Näillä yrityksillä sota aiheutti strategiaan merkittävää nopeutusta. Laitoksilla, joissa haketta hankittiin myös itse, hakkeen omavaraisuusprosenttia oli lähdetty kasvattamaan huoltovarmuuden takia jo ennen sotaa. Alueella oli myös yrityksiä, joissa tuontihakkeen osuutta oli nostettu lähivuosina.

Sopeutumisessa tuonnin loppumiseen ja hinnan nousuun vaikutti myös se, että oliko toimijalla esimerkiksi omaa metsää, josta raaka-ainetta voitiin saada.

Suurimmalla osalla laitoksista jouduttiin solmimaan uusia toimitussopimuksia, koska vanhat toimittajat jäivät rajan taakse tai eivät voineet toimittaa enää riittävästi haketta. Vaikutus oli toisilla laitoksilla suora ja toisilla välillinen. Osalla laitoksista toimittajan vastuulle jäi uusien alihankkijoiden hankkiminen toimitussopimuksen mukaisesti. Laitoksista 29 % selvisi ilman mitään muutoksia toimittajissaan. Haastatteluissa mainittiin myös se, että osa yrityksistä oli nostanut toimittajilleen maksamia hintoja vapaaehtoisesti, jotta alihankkijoiden toimeen tuleminen turvataan.

Toimijoiden koko ja suhteet vaikuttivat myös siihen, että miten tuontihaketta pystyttiin korvaamaan. Haastatteluissa selvisi, että osa yrityksistä oli joutunut tuomaan yhteistyöyrittäjänsä kautta haketta maakunnan ulkopuolelta, sillä alueella ei ollut tarpeeksi haketta. Metsäteollisuuden sivuvirrat olivat hyvin kilpailtuja, mutta eräällä toimijalla oli sivuvirrat niin hyvin hallussa, että he pystyivät korvaamaan tuontihaketta ja haketta yleisestikin sivuvirroilla. Toisilla toimijoista sivuvirtojen löytäminen järkevään hintaan on ollut haasteellista, ja sivuvirtoja on korvattu metsähakkeella.

Mikään alueen lämpö- ja voimalaitoksista ei ollut joutunut polttamaan fossiilisia polttoaineita hakkeen korvikkeena, mikäli turvetta ei oteta huomioon. Turpeen käyttöä lisättiin suunnitellusta tai tullaan tilanteen vuoksi lisäämään kaikissa lähes kaikissa laitoksissa, joissa turvetta ylipäättänsä käytettiin. Laitoksia, joissa turvetta ei polteta oli 42 %. Turpeen käytön lisäys johtui joillain laitoksilla myös sääteknisistä asioista, sillä vuoden 2022 alku ja 2021 loppu oli kylmä, joka söi varastoja. Turvetta käyttävistä laitoksista turpeen käytön lisäystä tai samalla tasolla pitämistä aikavälillä 2022–2024 suunnittelee suurin osa. Pidemmällä aikavälillä turpeen käytön laitoksilla odotetaan kuitenkin keskimäärin laskevan.

Metsähakkeen laatu oli huonontunut kosteuden kasvun myötä. Tämä oli vakavin asia niille yhtiöille, joilla ei ollut savukaasupesuria. Venäjän hakkeen

hyödyiksi mainittiin sen hyvälaatuisuus ja halpa hinta, jota kotimainen hake ei haastattelujen mukaan tällä hetkellä usein ollut.

Haastatteluita yhdistävä tekijä oli se, että kukaan haastateltavista ei uskonut Venäjän tuonnin palaavan enää samalle tasolle, kuin ennen sotaa. Tuonnin osittainen palautuminen nähtiin osassa haastatteluissa mahdollisena kaukana tulevaisuudessa, mikäli Venäjän demokratiakehitys olisi positiivista.

7.4 Haasteet metsähakkeen hankinnassa ja saatavuudessa

Metsähakkeen hankinnan suurin haaste oli haastattelujen perusteella liian korkeat hintapyynnöt. Metsähakkeen saatavuutta pidettiin tällä hetkellä keskinkertaisena, eikä suurempia eria haketta tällä hetkellä ollut helposti saatavilla. Toisaalta metsähakkeen ja energiapuun saatavuus oli parantunut kesästä, jolloin olisi voinut vielä nähdä uhkakuvia metsähakepulasta lähitulevaisuudessa. Haastatteluissa toistuva sanoma oli se, että kaikkein korkeimpiin hintoihin ei ollut tarvinnut lähteä mukaan, mikä osoittaa, että haketta ei ollut tarvinnut hankkia epätoivoisesti.

Hinnat olivat nousseet muutamien haasteltavien mukaan eniten Pohjois-Karjalassa, ja hinta on ollut välillä jopa Suomen korkein. Perinteinen kuitupuun asettama hintakatto ei ole enää ollut toimiva, vaan hinta on noussut toisinaan huomattavasti sen yli. Energiapuun hintaa pidettiin yleisesti erittäin motivoivana maanomistajalle. Energiapuun hinnan kehitys jakoi mielipiteitä osan uskoessa hintahuipun olevan nyt, kun taas osa olettaa sen olevan tulevaisuudessa. Hinnan oikeellisuuden ja sen kehittymisen arvioinnin haasteet mainittiin usein.

Kuviossa 11 laatikoiden koko kuvaa lukumäärä, kuinka monessa haastattelussa asia on mainittu. Kuviosta näkee, että korkean hinnan lisäksi eri haastatteluissa toistuneita haasteita olivat mm. hakkeen laadun heikkeneminen, energiapuun korjuukohteiden pieni kertymä ja kaluston sekä kuskien puute.

Kaluston ja kuskien puute mainittaessa mainittiin yleensä suurin osa tuotantoketjun vaiheista, eli kuljettajapulaa oli niin metsäkonekuskeissa, kuin hakettajissa ja hakeautonkuljettajissa. Kaluston puutteina pidettiin sen liian vähäistä määrää, sekä sen soveltumattomuutta energiapuun korjuuseen, sillä koneet ovat liian kalliita. Energiapuuhakkuissa mainittiin myös korjuutekniikan vaikutus kannattavuuteen: korjuu on kannattavampaa, mikäli kuitupuu ja energiapuu kerätään samaan kasaan.



Kuvio 11. Haasteet metsähakkeen ja energiapuun hankinnassa.

Puolet haastateltavista kertoi, että saatavuuden haasteena on metsänomistajien energiapuun panttaus, mutta toinen puolikas haastateltavista ei ollut tähän törmännyt. Osa panttaukseen törmänneistä epäili, että panttaus on puolijohdettua ja esimerkiksi ”MTK:laisten” epäiltiin ajavan energiapuun hintaa ylös keinotekoisesti.

50 % haastateltavista mainitsi energiayhtiöiden kilpailevan samasta puusta kemiallisen metsäteollisuuden kanssa. Energiapuuleimikoiden hinta kasvoi haastatteluiden mukaan selkeästi, kun läpimitta kasvoi kuitupuuluokkaan.

Kaikkien haasteltavien mukaan metsähakepotentiaali Pohjois-Karjalassa oli riittävä, ja saatavuuden ongelmat liittyivät energiapuun saamiseen pois metsästä.

7.5 Tulevat haasteet ja vastaukset haasteisiin

Metsähakkeen saatavuuteen liittyviin ongelmiin löytyi useita ratkaisuita. Enemmistö toimijoista, joille tuli haketta Venäjältä pyrkii vielä tekemään lisää toimitussopimuksia tai vahvistamaan organisaatiota. Osa toimijoista, joilla ei ollut vielä esimerkiksi savukaasupesuria on investoinut tai aikoo investoida niihin. Haastatteluissa ilmeni useasti halu investoida joko uusiin laitoksiin tai kehittää käytössä olevia laitoksiaan energiatehokkaammaksi, joka vähentää hakkeen tarvetta.

Valtaosa haasteista ja pullonkaloista, jotka vaikuttavat lämpö- ja voimalaitosten hakkeen saatavuuteen ovat laitoksia portaan alempana toimittajien tasolla. Lämpö- ja voimalaitosten usko siihen, että toimittajat pystyvät ratkomaan esimerkiksi kalustoihin ja työntekijöihin liittyvät ongelmat oli kohtuullisen hyvä.

Haastatteluissa oli ristiriita siinä, että muutamissa haastatteluissa toistui huoli metsäenergia-alalla olevasta epävarmuudesta, joka voi aiheuttaa sen, että metsäenergia-alan yritykset eivät uskolla investoida uusiin laitteisiin ja kalustoon. Toisaalta näissä samoissa haastatteluissa todettiin, että Pohjois-Karjalassakin tapahtuneet panostukset bioenergiaan, sekä fossiilisista polttoaineista ja turpeesta eroon pyrkiminen globaalilla tasolla toimivat myös kannustimena yrittäjille. Yleisesti haastatteluissa pidettiin todennäköisenä, että yrittäjät uskaltavat investoida kasvuun, joka helpottaa tilannetta muutaman vuoden sisällä.

Suuren kysynnän nähtiin voivan motivoida metsäenergia-alan yrittäjien lisäksi metsäkoneita valmistavia yrityksiä, jotka voisivat panostaa riittävän kysynnän ilmaantuessa energiapuun korjuuseen suunniteltuun koneeseen. Koneiden toimintusten hitaus mainittiin kuitenkin muutamassa haastattelussa, ja esimerkiksi uuden hakettimen vastaanotto kestää puolitoista vuotta. Toisissa haastatteluissa kerrottiin kuitenkin, että koneita löytää helpommin kuin tekijöitä, jolloin kuljettajaongelma on kaikista vakavin. Erään haastateltavan mukaan kuljettajaongelmaa pyritään ratkomaan huoltovarmuuskeskuksen ja koulujen välisellä yhteistyöllä.

Epävarmuustekijöinä metsäenergia-alalla mainittiin EU:n sekä Suomen ilmasto- ja energiapolitiikka, sekä hankala historia, joka on kohdellut energiapuuyrittäjiä ”kovalla kouralla”.

Metsänomistajien kontaktointiin eri yritykset ovat käyttäneet resursseja eri tavoin. Toiset haastatelluista lämpö- ja voimalaitoksista oli alueella niin tunnettuja, että ne saivat tarpeeksi asiakaskontakteja pelkällä internetsivulla. Noin puolet haastateltavista mainitsi erikseen, kuinka metsänomistajien yhteydenotto laitokseen päin on lisääntynyt. Osa lämpö- ja voimalaitoksista oli mainostanut itseään yksin tai yhteistyöyrityksen kanssa esimerkiksi lehdessä tai metsätapahtumilla.

Energiapuukohteiden löytämistä oli helpottanut Metsähoitoyhdistysten mukaan tulo energiapuukentälle. Muita mainittuja parannuskeinoja energiapuukohteiden löytämiseksi olivat metsänomistajien aktivointi.

Tulevista, vielä realisoimattomista haasteista suurimpana pidettiin metsäteollisuuden syklisyyden aiheuttamaa tasapainon horjuttamista. Energiateollisuus ry:n jäsenyritysten metsäteollisuuden sivutuotteitten ja kierrätyspuun energiamäärä oli vuosina 2018–2021 keskimäärin 389 GWh vuodessa, mutta koko Pohjois-Karjalan tasolla Luonnonvarakeskuksen tilastoima lämpö- ja voimalaitosten käyttämän metsäteollisuuden sivutuotepuun ja kierrätyspuun summan keskiarvo samalta ajalta oli 1506 GWh vuodessa. Suuri ero tilastointien välillä johtunee siitä, että Luonnonvarakeskuksen tilastoissa otetaan huomioon metsäyhtiöiden tekemä energia.

Osa haastateltavista pohti, että osaavatko tai pystyvätkö toimittajat varautumaan siihen, että sivuvirtojen tarjonta laskee. Sivuvirtojen määrä voisi laskea, kun metsäteollisuuden sykli kääntyy laskuun. Laskusyklin alku näytti sivutuotteitten riittävyttä pohtivien haastateltavien mukaan olevan käsillä. Tilannetta voisi pahentaa edelleen se, että pieniläpimittaisen kuitupuun kysyntä ei laskisi samalla, kun huomattavat määrät sivutuotteita tuottavan mekaanisen metsäteollisuuden sivutuotetuotanto laskisi. Tällöin metsähakkeen raaka-aineena toimivan energiapuun kilpailu pysyisi kemiallisen metsäteollisuuden kanssa

kilpaillessa kovana samalla, kun hakkeen kysyntä lämpö- ja voimalaitoksilla kasvaisi sen korvatessa sivuvirtoja.

Metsähakkeen saatavuuteen vaikuttaa sen vaikea varastoitavuus, sillä metsähake ja energiapuu vievät paljon tilaa. Yhden haastateltavan mukaan varastointiongelman ja huoltovarmuuden vuoksi laitosten ja toimittajien pitäisi perustaa yhteisiä kiertäviä terminaaleja, joissa haketta voitaisiin kuivattaa ja jakaa osuuk-sien mukaan. Metsähakkeen kosteus on ollut ongelma yli puolella laitoksista.

Eräässä haastattelussa mainittiin, kuinka ainespuun ja energiapuun ostajien tulisi välttää kilpailua samasta raaka-aineesta. Metsävarat pitäisi pystyä hyödyntämään järkevästi, joka olisi kaikkien etu.

7.6 Metsähakkeen tulevaisuuden käytön odotukset Pohjois-Karjalassa

Haastattelujen mukaan kaikilla lämpö- ja voimalaitoksilla talvi 2022–2023 alkaa olemaan hakkeen osalta turvattu, mutta vielä kevätkesällä 2022 talven tilanne oli epävarma. Haastatelluista toimihenkilöistä puolet odottivat talven 2023–2024 olevan vielä talvea 2022–2023 vaikeampi, kun puolet odotti tilanteen olevan aavistuksen helpompi. Muutamassa haastattelussa talven 2024–2025 odotettiin vielä olevan jokseenkin haastava.

Metsähakkeen käyttöä kasvattavia laitoksia oli haastatelluista yhtiöistä vain kaksi, sillä suurin osa yhtiöistä oli tehnyt muutoksen hakkeeseen jo etukäteen, eikä muiden polttoaineiden korvaamista ja tätä kautta hakkeen käytön kasvua ollut tulossa. Metsähakkeen käyttöä tulevaisuudessa vähentävät yhtiöt ilmoittivat syyksi sen, että energiatehokkuutta parannetaan lämpöpumpuin, maalämpöpumpuin ja savukaasupesurein. Kaksi yhtiötä aikoi myös kasvattaa turpeen käyttöä, jonka oletettiin näkyvän yhtiön hakkeen käytössä.

Kuten taulukosta 5 nähdään, haastatelluista löytyi määrällisesti enemmän metsähakkeen käytön laskua puoltavia ajureita. Kyseinen taulukko ei kuitenkaan ota huomioon maakuntatasolla vaihtelevia volyymieroja.

Toimenpide	Hakkeen käyttö kasvaa	Hakkeen käyttö laskee
Lämpöpumppu ja maalämpöpumppu investoinnit		3
savukaasupesurien käytön kasvu		3
Turpeen käyttö kasvaa		2
Lämmitystarve laskee		2
Sivuvirtojen käyttö kasvaa		1
Turpeen käyttö laskee	2	
Sivuvirtojen käyttö laskee	1	
Kierrätyspolttoaineiden käyttö laskee	2	

Taulukko 5. Metsähakkeen käytön kasvua tai laskua puoltavia ajureita.

Keskimäärin maakuntatasolla metsähakkeen käytön odotettiin jatkavan kasvua vuoteen 2026–2027 asti, jonka jälkeen kasvu loppuisi ja myöhemmin alkaisi metsähakkeen käytön lasku energiatehokkuuden ja kilpailevien teknologioiden vuoksi. Osa haastatelluista näki, että metsähakkeen käytön huippu olisi lähempänä vuotta 2030 ja osan näkemyksen mukaan huippuvuodet ovat ennen vuotta 2027.

7.7 Metsähakkeen vaihtoehdot

Metsähakkeelle ei nähty olevan korvaajaa seuraavaan kymmeneen vuoteen. Haastatteluissa ilmenneistä vaihtoehtoisista polttoaineista kierrätyspuulla ja sivutuotteilla oli polttoaineen tuotannon ajurit muualla, kuin energiatehokkuudessa. Näillä ja esimerkiksi biokaasulla määrät ovat liian pieniä, jotta ne voisivat täysimääräisesti korvata hakkeen. Pienydinvoima ja vety ovat haastattelujen mukaan vielä kaukana tulevaisuudessa. Maalämpöpumpuilla ja lämpöpumpuille nähtiin osassa haastatteluissa potentiaalia, mutta nämäkään eivät pysty korvaamaan puupohjaisia polttoaineita hetkeen.

Puupolttoaineiden käyttö on haastattelujen mukaan lähes pakollista etenkin pienemmillä paikkakunnilla, jonne korvaavia lämmitysjärjestelmiä ei voi kustannustehokkaasti rakentaa.

7.8 Turpeen käyttö

Turpeen käytön loppumista pidettiin varmana asiana. Hallituksen asettama tavoite puolittaa turpeen käyttö vuosien 2015–2017 tasolta vuoteen 2030 mennessä oli haastateltavien mukaan edelleen erittäin todennäköisesti saavutettavissa.

Laitoksilla, joissa turpeen käytöstä oli jo luovuttu, ei pohdittu paluuta turpeen käyttöön, mutta laitoksilla, joissa turvetta edelleen käytettiin, oli turpeen lyhyen aikavälin käyttöä muutettu aiemmista suunnitelmista. Osalla näistä laitoksista laskun kulmakerroin laskee muutamamaksi vuodeksi, kun taas osa laitoksista nostaa turpeen käyttöä samalla aikavälillä. Turpeen käyttöä perusteltiin hinta-, huoltovarmuus- ja kattilateknisillä asioilla. Kaikissa haastatteluissa turpeen tulevaisuudennäkymät nähtiin samoina, eli sen käyttö lopulta loppuu tai laskee kattilatekniseen minimiin. Toisaalta useassa haastattelussa tuotiin esille henkilökohtainen toivomus, että turpeen käyttöä lisättäisiin nykyisessä haasteellisessa tilanteessa, eikä sen vähentämisessä kiirehdittäisi liikaa.

7.9 Lainsäädännön vaikutukset hakkeen käyttöön

Päästökauppaa pidettiin metsähakkeen käytön kasvun ajurina, joka on kasvatanut metsähakkeen käyttöä. Haastatteluissa selvisi, että päästökauppa kannustaa sen piirissä olevia lämpö- ja voimalaitoksia kasvattamaan metsähakkeen ja muiden puupolttoaineiden käyttöä ja laskemaan turpeen käyttöä, jota pidettiin niin kalliina, ettei sitä kannattanut polttaa minimiä enempää. Turpeen minimi laitoilla johtui mm. huoltovarmuus ja kattilateknisistä asioista.

Vuonna 2022 verottoman lämmitysturpeen raja nousi 5000 MWh:sta 10 000 MWh:hon vuodessa (Vero 2021, 2). Tämä kannustaa pienempiä, päästökaupan piiriin kuulumattomia lämpö- ja voimalaitoksia kasvattamaan turpeen käyttöä. Haastatteluissa selvisi, että osalle näistä laitoksista turpeen käyttö on halpaa ja sen käytön kasvattaminen on pienemmän koon vuoksi merkityksellisempää, kuin suurissa, joissa tuhansilla megawattitunneilla ei ole yhtä suurta vaikutusta.

Euroopan unionin RED 2 -direktiivin päivitys ei ollut aiheuttanut lämpö- ja voimalaitoksille muutoksia toimintaan toistaiseksi, mutta osassa yrityksistä oli tehty karkeaa pohdiskelua, että miten raakapuun polton mahdolliseen rajoittamiseen reagoitaisiin. Osaratkaisuuina puun polton rajoittamiseen nähtiin laitosten hyötysuhteen kehittäminen, metsäteollisuuden sivutuotteiden käytön kasvattaminen ja lämpöpumppuratkaisuiden lisääminen teollisuuslaitosten yhteyteen.

Kahdessa haastattelussa direktiivin päivityksen vaikutusta ei pidetty suorana riskinä, sillä metsähakkeen käyttö oli jo näillä laitoksilla laskemassa muutenkin. Metsähakkeen käytön ei nähty välttämättä laskevat direktiivin myötä, vaan vaihtoehtojen puutteen vuoksi metsähakkeen käytön mahdollisesti nouseva hinta jouduttaisiin siirtämään asiakkaiden hintoihin. Raakapuun polton rajoittamista pidettiin uhkana Suomelle.

Yhtenä uhkana pidettiin byrokratian lisäästä. Lainsäädäntöön ja sen etenemiseen toivottiin selkeytystä, sillä sen nähtiin olevan epäselvää. Kaikkien haastateltavien oli vaikea ymmärtää Euroopan komission ehdotusta, jonka pidettiin sopivan huonosti Pohjois-Karjalaan. Direktiiviehdotuksen pidettiin sopivan parempi esimerkiksi Itä- tai Keski-Eurooppaan, jossa energiapuun korjuun käytännöt ja metsien tila ovat erilaisia. Puun poltto nähtiin päästöttömänä. Yhdessä haastattelussa kritisoitiin myös EU:n tapaa ohjata energiankäyttöä lainsäädännöllä samaan aikaan, kun yritykset pyrkivät ilmastoposiivisiin ratkaisuihin markkinaehtoisesti.

7.10 Hakkeen käyttö Pohjois-Karjalassa vuonna 2027

Alueen lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen käytön tulevaisuuden määrää varten luotiin 3 skenaariota. Skenaariossa 1, joka oli pienimmän metsähakkeen käytön kasvun skenaario, otettiin huomioon ainoastaan turpeen käytön vähentyminen sekä energiatehokkuuden parantuminen.

Turpeen käytön muutokset laskettiin haastatteluissa saatujen arvioiden avulla laitoksittain, ja ne pidettiin samoina kaikissa skenaarioissa. Skenaariossa 2 otettiin huomioon turpeen käytön laskun lisäksi haastatteluissa esille tullut sivutuotteiden saatavuuden mahdollinen lasku.

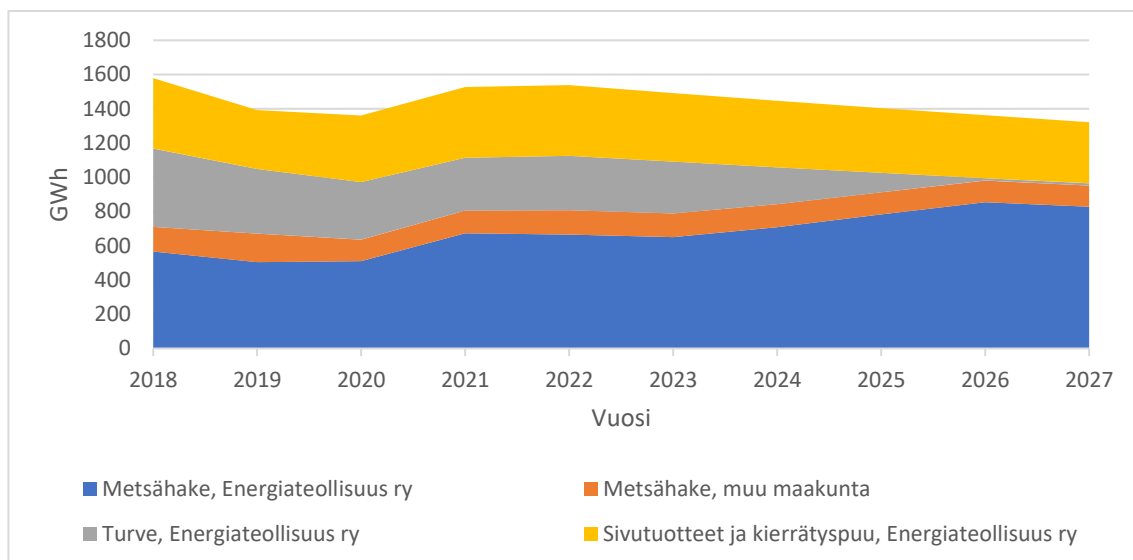
Suurimman metsähakkeen käytön kasvun skenaariossa otettiin huomioon uusien biotuotetehtaiden ennakoitu metsähakkeen tai metsähaketta vastaavan puuraaka-aineiden käytön määrä.

Energiäteollisuus ry:hyn kuulumattomien laitosten tulevaisuuden metsähakkeen käytön määrä laskettiin keskiarvona Luonnonvarakeskuksen tilastoimien vuosien 2018–2021 metsähakkeen käyttötilastojen mukaan, jolloin muun maakunnan metsähakkeen käytön määräksi jäi Luonnonvarakeskuksen tilastoista vähennetty Energiäteollisuus ry:n jäsenyritysten käyttämä metsähakkeen määrä. Kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön tulevaisuuden energiantuotannon määränä käytettiin vuosien 2018–2022 keskiarvoa.

8 Skenaariot

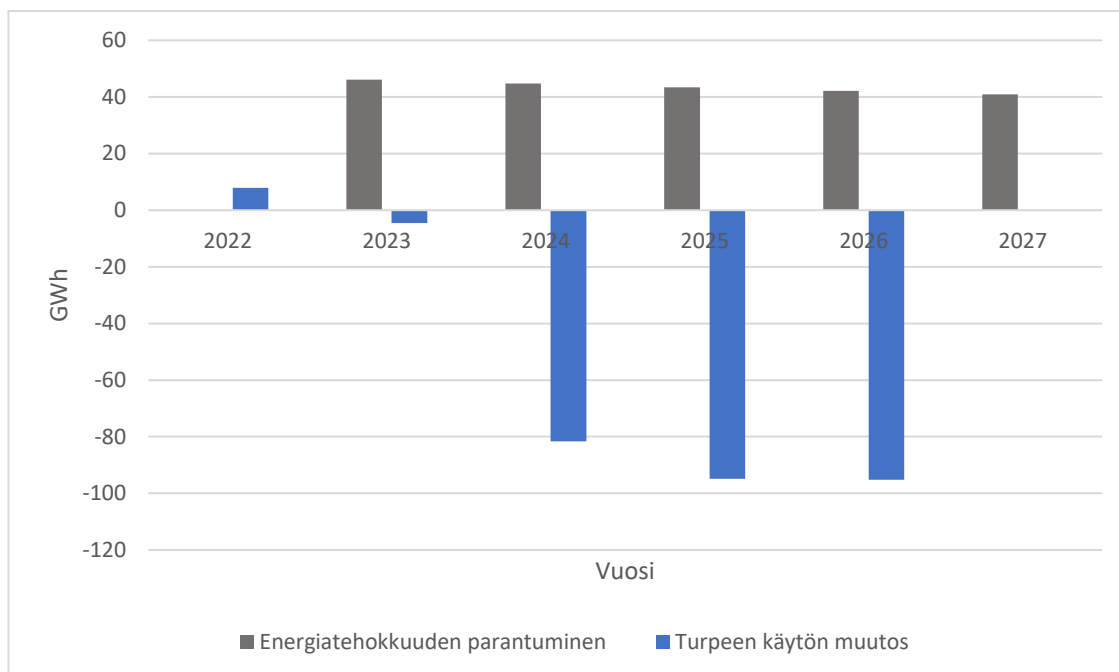
8.1 Skenaario 1

Ensimmäisessä skenaariossa kuvattiin metsähakkeen käytön muutosta, kun laskelmissa otettiin huomioon turpeen käytön lasku sekä 3 %:n energiatehokkuuden parantuminen vuosittain vuodesta 2023 alkaen aina tarkasteluvälin loppuun saakka. Hyötysuhteen parantuminen laskettiin jokaiselle laskelmissa mukana olleelle jakeelle erikseen painotusta hyväksikäyttäen. Metsäteollisuuden sivuvirtojen ja kierrätyspuun sekä Energiäteollisuus ry:n ulkopuolisen hakkeen käytön määrinä käytettiin vuosien 2018–2021 keskiarvoa. Metsähakkeen laskettiin korvaavan vähennetty turve. Kuviossa 12 on esitetty skenaariossa 1 tapahtuva energijajakeitten kehitys.



Kuvio 12. Metsähakkeen käytön muutos skenaariossa 1.

Energiatehokkuuden parantumisessa (kuvio 13) otettiin huomioon lämpö- ja voimalaitosten investoinnit energiatehokkuuteen. Esimerkiksi Nevel Oy on ilmoittanut investoivansa savukaasupesurirakennukseen Lieksan voimalaitoksellaan (Ronkainen 2022). Energiatehokkuutta parantavia asioita ovat myös vanhemman rakennuskannan remontointi, poistuma sekä korvaantuminen paremman energiatehokkuuden omaavilla uudisrakennuksilla. Aurinkosähkö ja -lämpö sekä maa- ja ilmalämpöpumput ajavat myös energiatehokkuuden parantumista. (Sitra 2022.)



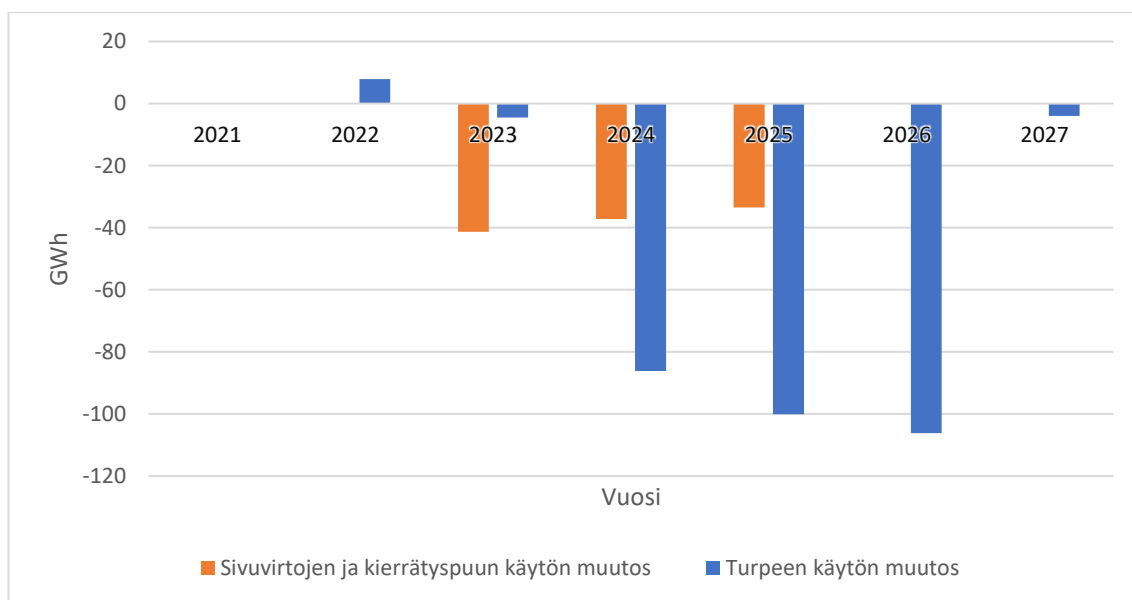
Kuvio 13. Turpeen käytön ja energiatehokkuuden muutokset skenaariossa 1.

Kaukolämpöalalla on myös tavoite parantaa energiatehokkuuttaan laskemalla kierrätettävän tuloveden lämpötilaa, jolloin mm. hukkalämmön ja lämpöpumppuratkaisujen hyödyntäminen helpottuu. Energiateollisuus ry:n ohjeistuksen mukaan tuloveden lämpötilaa lasketaan 25 °C, jolloin kiertävän tuloveden lämpötila on 90 °C. (Nivalainen 2022.)

Metsähakkeen määrä yhteensä on tässä skenaariossa 951 GWh vuonna 2027, mikä tarkoittaa 18 %:n kasvua vuoden 2021 tasoon. Energiatehokkuuden parantumisen myötä tarkasteltavien lämpö- ja voimalaitosten käyttämän kokonaisenergiamäärä laskisi 217 GWh:ta. Turpeen käyttö vähenee 289 GWh:ta vuoteen 2027 mennessä.

8.2 Skenaario 2

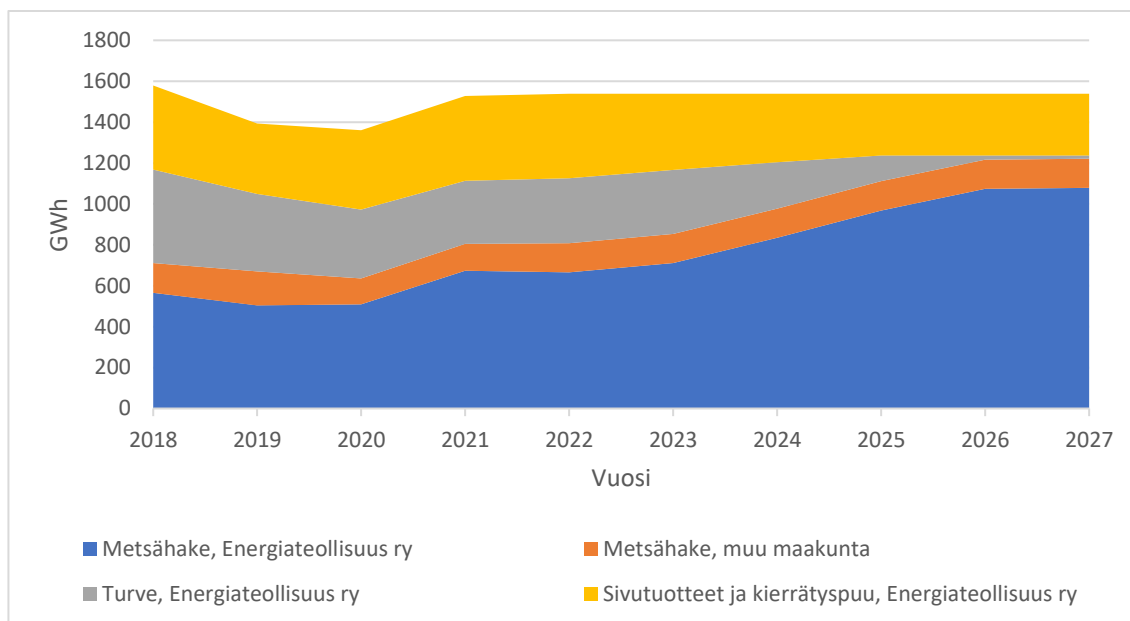
Skenaariossa 2 (kuvio 14) kuvattiin turpeen käytön ja metsäteollisuuden sivutuotteitten sekä kierrätyspuun käytön muutosta. Sivutuotteitten ja kierrätyspuun käyttö laskee ennustetun taantuman mukaisesti 10 % kolmena vuotena peräkkäin alkaen vuodesta 2023, minkä jälkeen se pysyi samana vuoteen 2027 saakka.



Kuvio 14. Turpeen, metsäteollisuuden sivuvirtojen ja kierrätyspuun käytön muutos skenaariossa 2.

Kuten yllä olevasta kuviosta huomataan, vuosina 2022–2023 turpeen käyttö ei laske, mutta sen jälkeen yhtiöiden tavoitteet turpeen käytön vähentämiseksi jatkuvat, kunnes vuosikymmenen puolen välin jälkeen turpeen käytön osuus jää hyvin pieneksi. Turpeen käytön väheneminen on sama, kuin skenaariossa 1, eli 289 GWh:ta vuoteen 2027 mennessä. Metsäteollisuuden sivuvirtojen ja kierrätyspuun käyttö laskee skenaariossa yhteensä 112 GWh:ta vuosien 2023–2025 välillä, jonka jälkeen sen käytön määrä olisi 301 GWh/a.

Kuviossa 15 esitetään tiedot päällekkäin kasatussa aluekuviossa, josta metsähakkeen osuuden kasvu kokonaisenergiamäärän pysyessä samana on helppo huomata.



Kuvio 15. Metsähakkeen käytön muutos skenaariossa 2.

Metsähake laskettiin korvaamaan sivuvirtojen, kierrätyspuun ja turpeen vähentämisen aiheuttama vaje. Skenaarion 2 mukaan Energiateollisuus ry:n käyttämä metsähakkeen määrä nousee vuoden 2021 määrästä 673,6 gigawattitunnista 1078 gigawattituntiin vuoteen 2027 mennessä, joka tarkoittaa 60 % nousua. Kun Energiateollisuus ry:n jäsenyritysten käyttämään hakkeeseen lisätään alueen Luonnonvarakeskuksen tilastoimien muiden lämpölaitosten käyttämä hake, on summa 1221 GWh, joka on kiintokuutiossa 610 500 m³. Vuonna 2021 Pohjois-Karjalan energiapuun hakkuukertymä oli 404 000 m³ (Hakkuukertymä ja puuston poistuma 2022). Metsähakkeen korjuuseen tulisi 51,1 % kasvu, mikäli kaikki käytetty energiapuuta korjataan maakunnan alueella.

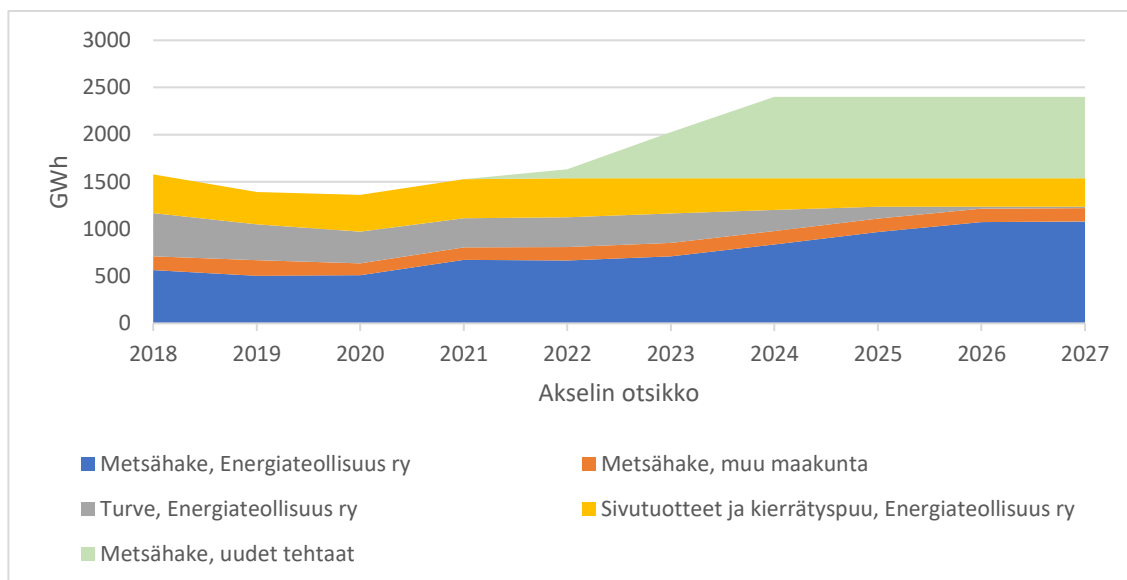
8.3 Skenaario 3

Kolmannessa skenaariossa kuvattiin metsähakkeen käytön kasvua, mikäli Pohjois-Karjalaan tehdyt tehdasinvestoinnit alkavat kuluttamaan energiapuuta enustetulla tahdilla. Taalerin biohiililaitos Joensuussa aloittaa Taalerin investor day -esityksen mukaan toiminnan vuoden 2023 viimeisellä neljänneksellä (Taaleri 2022, 58). Tämän biohiililaitoksen ilmoitettu kokonaistuotanto on 60 000 tonnia biohiiltä vuodessa, jota varten se käyttää 250 000 m³ biomassaa, joka on pääasiassa pienikokoista rankaa ja metsänhoidon sivuvirtoja (Taaleri 2020).

Green Fuel Nordic Oy (GFN) on Lieksassa toimiva yhtiö, joka kertoo internetsivuillaan tuottavansa 24 000 tonnia bioöljyä vuodessa käyttäen 90 000 m³ kuivaa raaka-ainetta, jona toimii puuranka sekä sahojen sivuvirrat (Green Fuel Nordic 2022). Yle:n julkaiseman uutisen mukaan yhtiöllä on ollut haasteita toiminnassa, mutta nyt sen tilanne näyttää valoisammalta. Helmikuussa 2022 Green Fuel Nordic teki Fortumin kanssa sopimuksen bioöljyn toimituksesta Fortumin lämpökeskukseen Espooseen ja sen oli määrä aloittaa toimitukset maaliskuun 2022 aikana (Lius 2022).

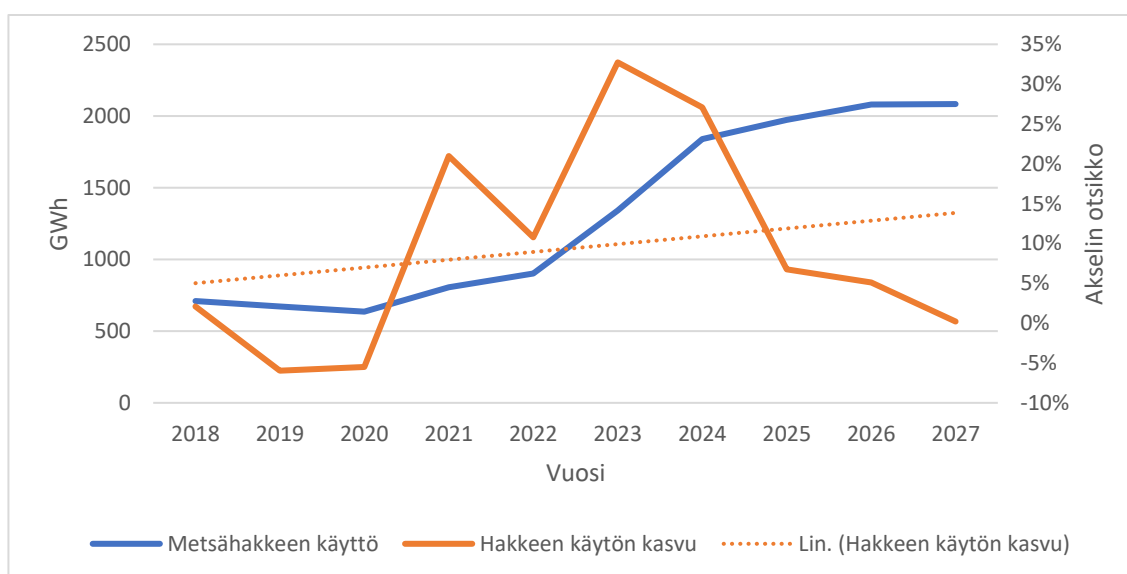
Green Fuel Nordic tekee alueen lämpö- ja voimalaitoksien kanssa wattitunteihin perustuvaa raaka-aineenvaihtoa, jossa Green Fuel Nordic saa lämpö- ja voimalaitoksilta sahanpurua vastineeksi hakkeesta. (Wilkman 2022). Nurmeksessa aloittaa vuoden 2022 aikana Puustako Oy:n biohiiltämö, joka käyttää 45 000 tonnia kuivaa biomassaa vuodessa. Tämä biomassa on pääasiassa energia-puuta (Rissanen 2022). Wilkmanin ja Rissanen kanssa käydyssä puhelinhaastatteluissa selvisi laitoksen toiminnan taso ja lähitulevaisuuden raaka-aineen käytön ennusteet, joita hyödynnettiin skenaarion teossa.

Skenaario 3:n muut parametrit ja arvot olivat samoja kuin skenaariossa 2, eli siinä otettiin huomioon turpeen käytön sekä sivutuotteiden ja kierrätyspuun lasku (kuvio 16).



Kuvio 16. Metsähakkeen käytön muutos skenaariossa 3.

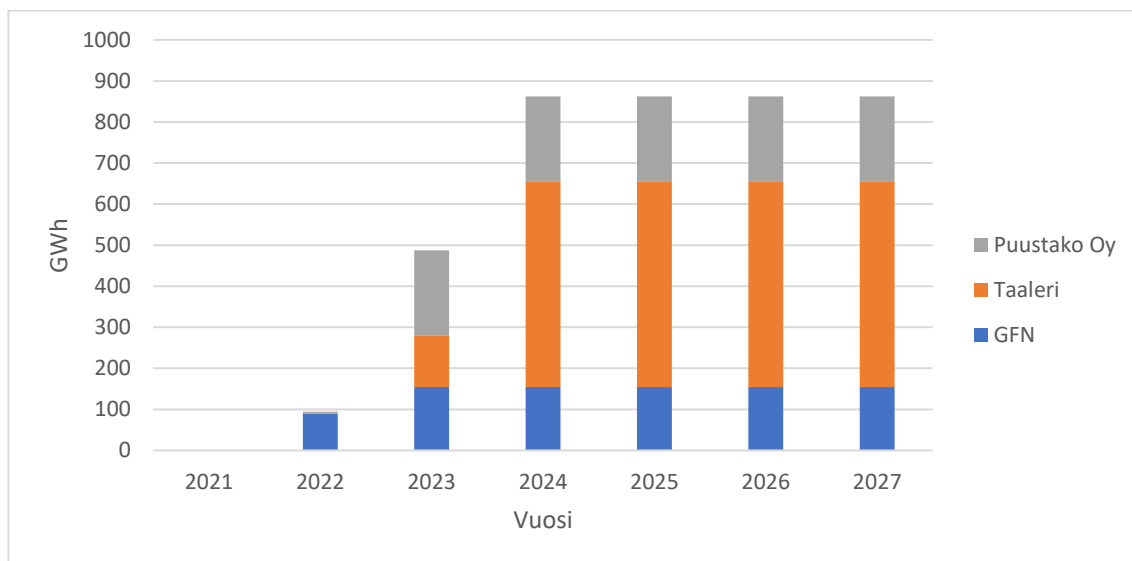
Metsähakkeen käyttö kasvaa tässä skenaariossa huomattavan paljon, ja käytön nousun kasvunprosentti nousee jopa 30 %:iin vuosiksi 2023–2024, kuten kuvio 17 nähdään. Kuten skenaariossa 1 ja 2, skenaariossa 3 voi huomata myös turpeen käytön kasvun vaikutuksen vuoden 2022 lukuihin. Kasvu on erittäin nopeaa, mutta sitä se on ollut nopea jo vuonna 2021, jolloin turpeen käyttöä leikattiin huomattavasti.



Kuvio 17. Metsähakkeen käytön kasvu skenaariossa 3.

Metsähakkeen käytön kasvusta suurin osa johtuu uusista biolaitoksista, joiden metsähakkeen käytön kasvua kuvataan kuviossa 18. Biotuotelaitoksista raaka-

aineen käytöltään suurin on Taalerin biohiiltämö Joensuussa, mutta myös muiden kuviossa 15 esiintyvien laitosten vaikutus on suhteellisen suuri.

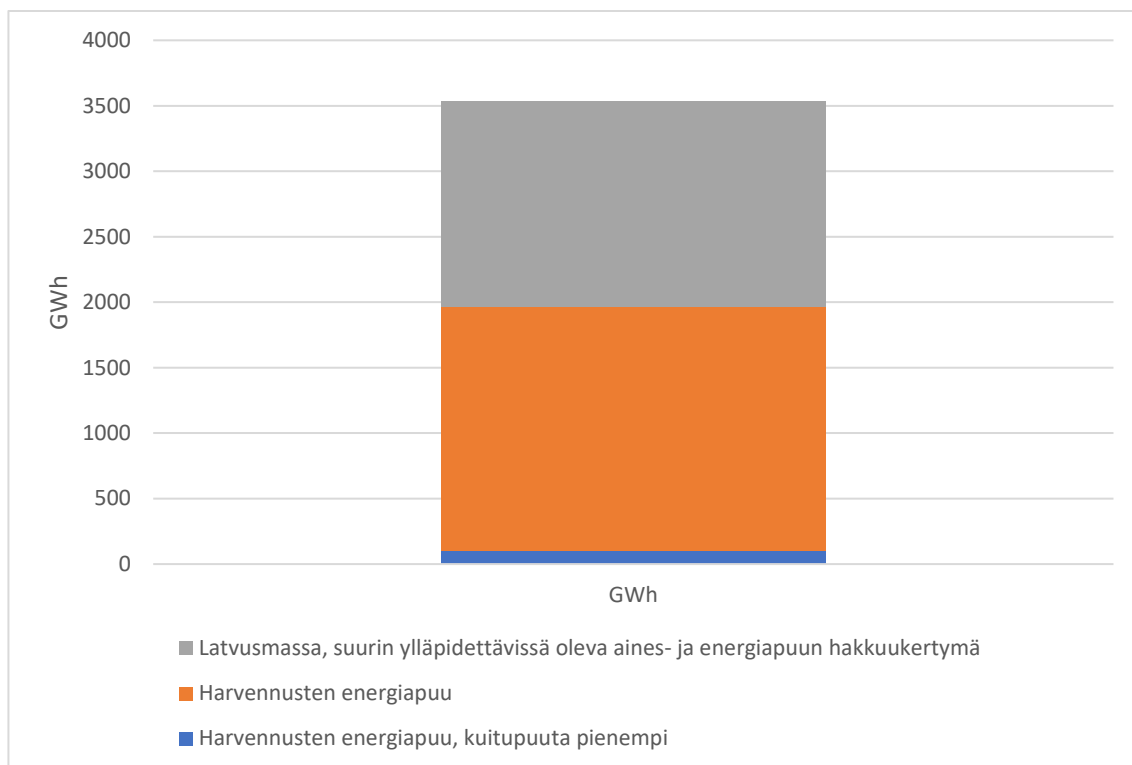


Kuvio 18. Uusien biolaitosten käyttämä metsähake skenaariossa 3.

Skenaariossa 3 Energiategollisuus ry:n käyttämän hakkeen kasvu pysyy samana, kuin skenaariossa 2. Uusien biotuotelaitosten myötä energiantarve kasvaa 862 GWh:ta vuodessa, joka tarkoittaa sitä, että nousua olisi 107 % vuoden 2021 kaikkien lämpö- ja voimalaitosten käyttämään metsähakkeen määrään.

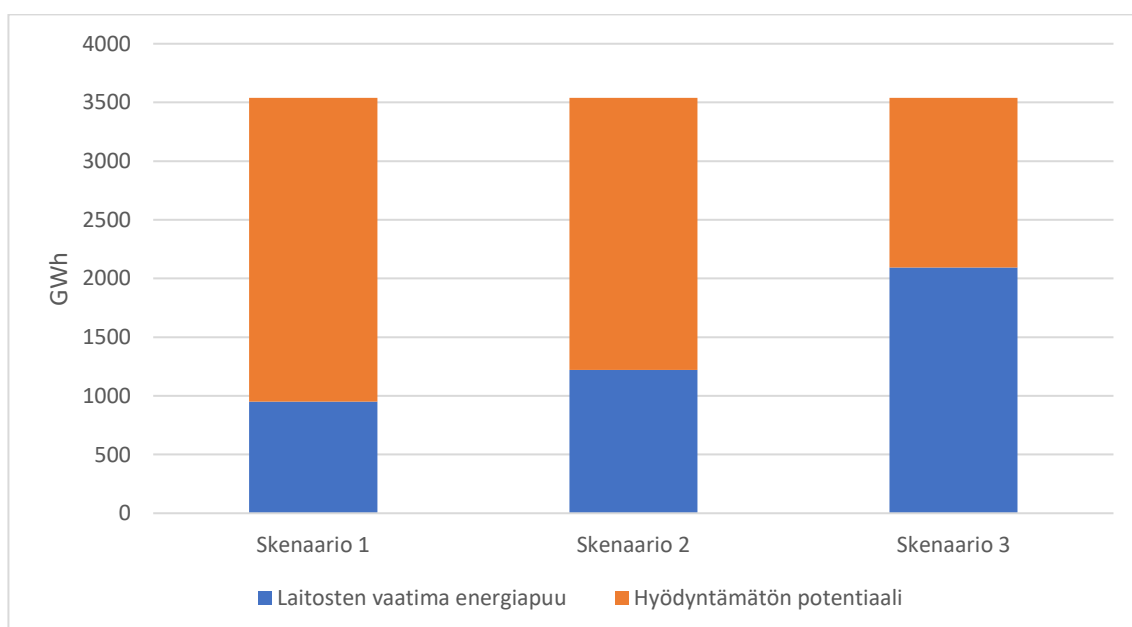
8.4 Biomassa-atlas

Metsähakkeen teknistaloudellinen korjuu potentiaali on Pohjois-Karjalassa hyvä. Kuviossa 19 on muunnettu Biomassa-atlaksesta saatu metsähakkeen korjuupotentiaali kuutioista gigawattitunneiksi. Kuten huomataan, Harvennusten energiapuu on suurin luokista 53 % osuudella. Latvusmassa kattaa 44 %, kun taas harvennusten kuitupuuta pienempi energiapuu kattaa 3 %.



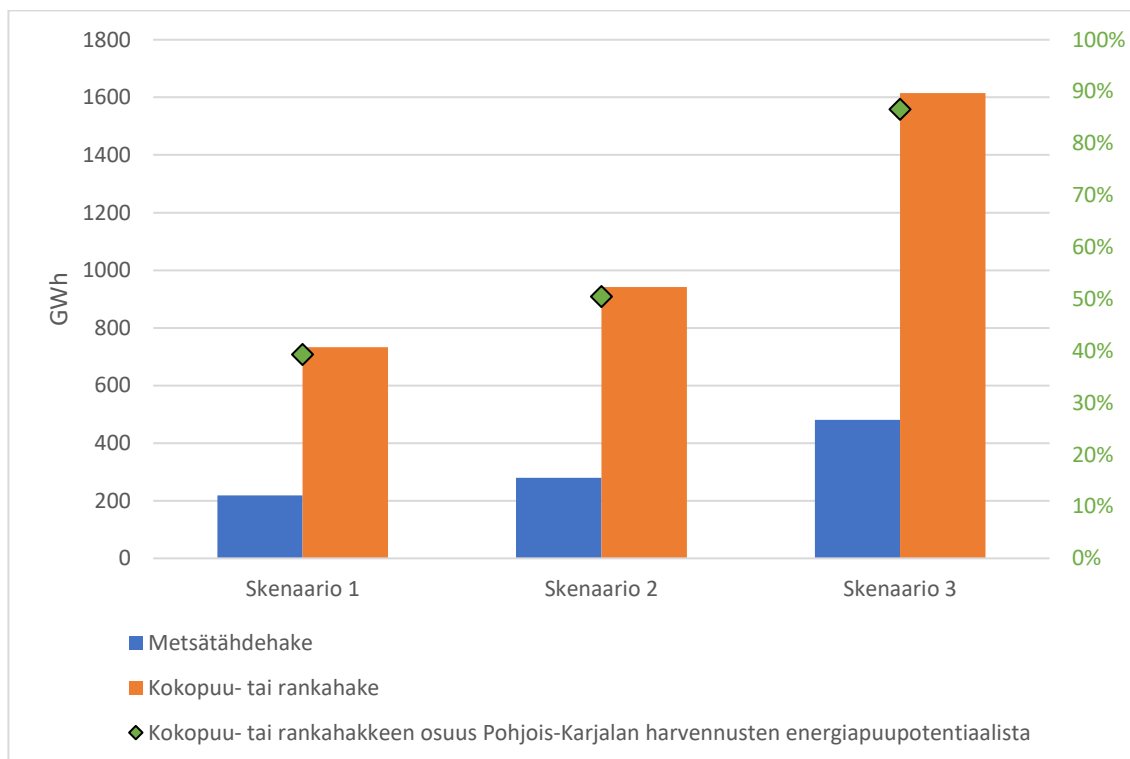
Kuvio 19. Metsähakepotentiaali Pohjois-Karjalassa 2027 (Biomassa-atlas 2022).

Alla olevasta skenaariot huomioivasta kuviosta 20 huomataan, että vuonna 2027 alueen metsähakepotentiaalista jää vielä runsaasti hyödyntämättä suurimman metsähakkeen käytön skenaariossakin, jossa hyödyntämättä jää 40 % potentiaalista.



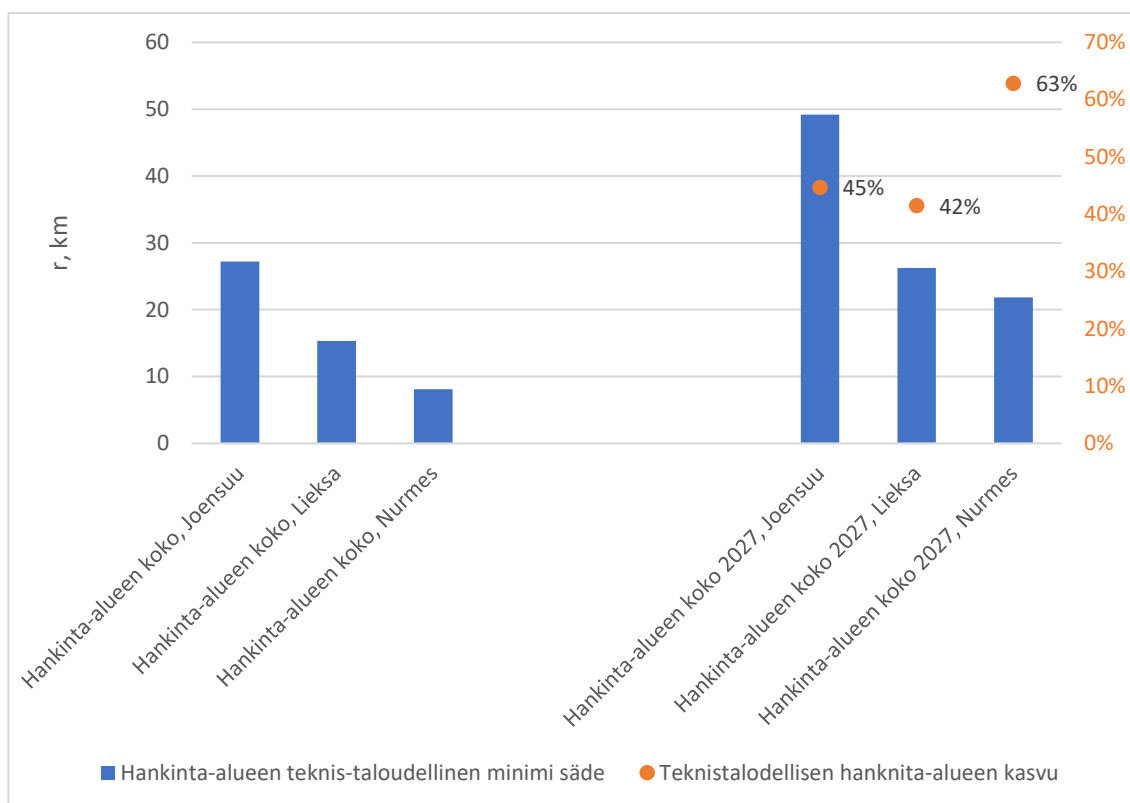
Kuvio 20. Metsähakepotentiaali skenaarioittain vuonna 2027.

Metsähakkeesta oli v. 2021 ranka- tai kokopuuhaketta 77 % ja v. 2020 59 %. Jos vuoden 2021 ranka- tai kokopuuhakkeen käytön suhde pysyy latvusmassan määrän suhteen samana, tarkoittaisi se sitä, että skenaarion 3 mukaan kokopuu- tai rankahaketta käytettäisiin 1614 GWh:n edestä, joka vastaa 87 % Pohjois-Karjalan harvennusten energiapuun potentiaalista (kuvio 21).



Kuvio 21. Hakejakeitten käyttö vuonna 2027, jos jakeitten suhteet pysyvät samoina.

Skenaariossa kolme tunnistettiin kolme aluetta, joilla metsähakkeen käytön kasvu on nopeinta ja suurinta. Nämä alueet olivat Joensuu, Lieksa ja Nurmes. Biomassa-atlaksen avulla tuotetusta datasta käänteisesti laskettu minimi säde, jolla alueen metsähakkeen tarve tyydytetään, esitetään kuviossa 22.



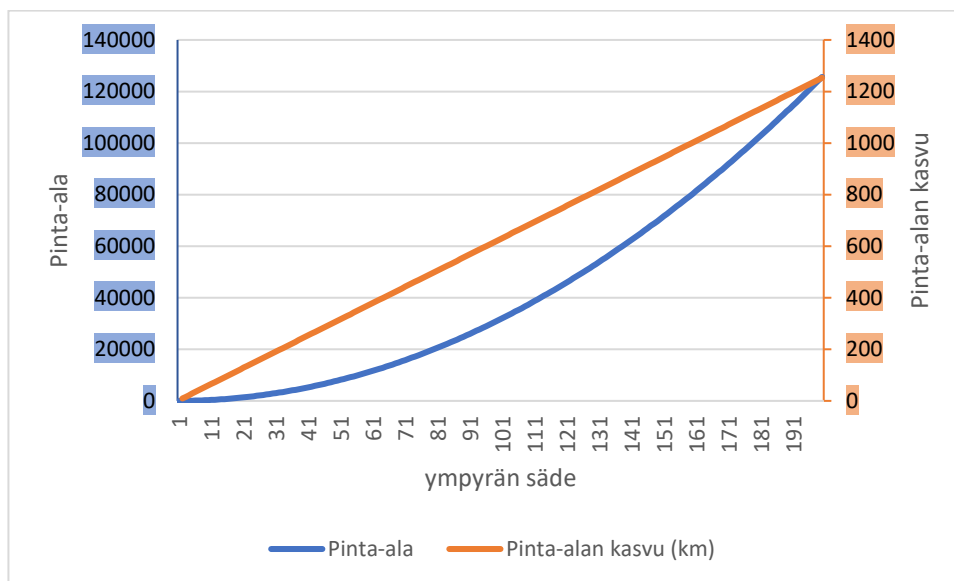
Kuvio 22. Teknistaloudellisen minimihankinta-alueen kasvu skenaariossa kolme valituilla alueilla vuosina 2021–2027.

Haastatteluissa kysytyistä hankinta-alueista selvisi, että hankinta-alueiden säteiden moodi on 50 km, keskiarvo 67 km ja hakkeen hankinnan määrällä painotettu keskiarvo 96,7 kilometriä. Hankinta-alueen minimi oli niin ikään 50 kilometriä, joka vaikutti toimivan hankintalukuna pienemmillä laitoksilla. Maksimi hankinta-alueen koko oli noin 150 kilometriä, mutta on huomioitava, että vuonna 2022 hankinta-alueet ovat poikkeuksellisen tilanteen takia eläneet.

Mikäli skenaario 3 toteutuu, eikä raaka-aineen hankinta tehostu, voi teknistaloudellisen minimihankinta-alueen koon kasvu siirtyä osin todellisiin hankinta-alueisiin. Huomioitavaa on, että 50 kilometrin haastatteluissa saadulla moodisäteellä metsähakepotentiaali on lähes täysin käytetty Joensuun alueella.

Eri alueiden välillä oli merkittäviäkin eroja, jotka johtuivat osin rajan läheisyydestä. Esimerkiksi Ilomantsin metsähakepotentiaali oli 50 kilometrin säteellä 32 % ja 96,7 kilometrin säteellä 42 % huonompi, kuin Joensuussa. Ilomantsissa ympyrän muotoisesta alasta jää merkittävä osa Venäjän puolelle.

Geometriasta johtuen hankinta-alueen koon muutokset vaikuttivat sitä enemmän, mitä suuremmaksi säde kasvoi (kuvio 23).



Kuvio 23. Säteen vaikutus pinta-alaan ja sen kasvuun.

Ympyrän pinta-alaan kaava on potenssifunktio, joka selittää ilmiön. Tämä on ilmiö, joka tulee huomioida keskusteltaen hankinta-alueen säteestä.

9 Pohdinta

9.1 Eri skenaarioiden todennäköisyydet

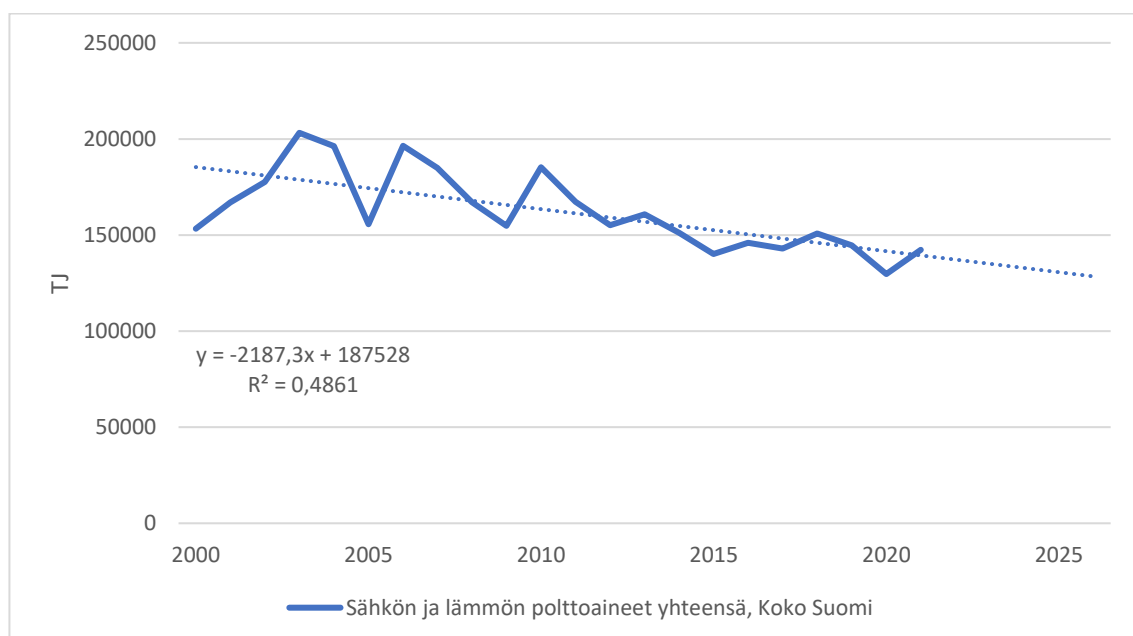
Kaikissa skenaarioissa samana ennustettu turpeen käytön lasku perustui yhtiöiden haastatteluissa kertomiin strategioihin, ja haastattelun perusteella voidaan pitää todennäköisenä, että ne toteutuvat siten, että vuoden 2027 turpeen käyttö lämpölaitoksista on ennustetun kaltainen. Muun muassa päästöoikeuden hinta ajaa turpeen käytön vähentämistä, eikä pienten laitosten saama verohyöty ja turpeen käytön lisääminen näy maakuntatason luvuissa skaalaeron vuoksi.

Lähivuosina tapahtuvat turpeen käytön muutokset ovat vaikeammin selvitettäviä, sillä turve toimii huoltovarmuuspolttoaineena ja ensi vuoden

huoltovarmuustilanne on haastattelujen perusteella vielä epäselvä. Turpeen käytön ennustamisessa suurien käyttäjien selkeät strategiat helpottavat ennustamista keskipitkällä aikajänteellä.

Pienimmän hakkeen käytön kasvun skenaariossa eli skenaariossa 1 mallinnettu hyötysuhteen ja energiatehokkuuden parantuminen on hankala, sillä polttoainejakauman muutos, haastatteluissa esiintynyt metsähakkeen laadun heikentyminen, rakennusten energiatehokkuuden parantuminen ja laitoksille tehtävät hyötysuhdetta parantavat investoinnit ovat vaikeasti mallinnettavissa. Venäjän sodasta aiheutunut energiakriisi ja siihen liittyvät energiansäästötalkoot saattavat myös vaikuttaa kaukolämmön käyttöön.

Skenaariossa 1 käytetty 3 %:n energiatehokkuuden ja hyötysuhteen parantuminen on uskottava, mutta kohtuullisen korkea, jos sitä vertaa kuviossa 24. esitettyyn koko maan polttoaineiden käytön laskuun. Trendiviivaa seurattaessa polttoaineiden käytön määrä on laskenut viime vuosina noin 1,5 %/a.



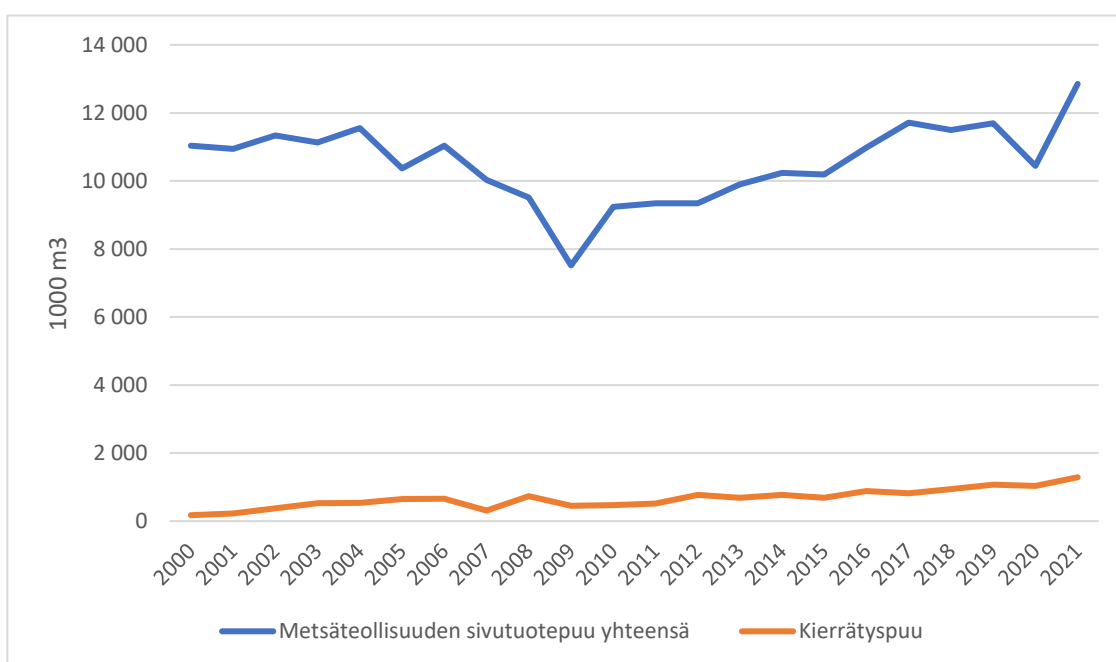
Kuvio 24. Sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineet yhteensä, koko Suomi (Tilastokeskus 2022).

Vuotuinen vaihtelu on tilastoissa melko suurta. Vuosien 2018–2021 välillä se on vaihdellut Pohjois-Karjalassa 10–12 %. Energian käytöltään korkea vuoden

2021 taso antaa turvamarginaalia alaspäin, jolloin 3 % energiatehokkuuden parantuminen on perusteltua.

Skenaariossa 2 ja kolme laskettu sivutuotteitten ja kierrätyspuun laskun määrä on myös melko suuri, ja on täysin mahdollista, että metsäteollisuuden sykli ei käänny kuten haastatteluissa ennakoitiin tai käännös on ennakoitua matalampi tai lyhytkestoisempi. Laskelmissa käytetty 10 % lasku kolmena vuotena peräkkäin tarkoittaisi sitä, että vuoden 2021 tasolta laskua tulisi 25 % ja vuoden 2019 tasolta 13 %. Sivutuotteitten käytön ennakointia vaikeuttaa sivutuotteitten ja kierrätyspuun laaja kirjo ja laajat erilaiset käyttömahdollisuudet esimerkiksi biopolttoaineena. Sivutuote- ja kierrätyspuun käytön ennustettu lasku on realistinen.

Kuviossa 25 esitetään metsäteollisuuden sivutuotepuun ja kierrätyspuun käytön määrää koko Suomen lämpö- ja voimalaitoksissa. Kuten kuviosta havaitaan, vuonna 2006 alkoi metsäteollisuuden ja sen sivuvirtojen matalasuhdanne, jossa esimerkiksi vuosien 2007 ja 2009 välillä sivuvirtojen käytön määrä romahti 25 %. Edelliseen selkeään laskusuhdanteeseen verrattaessa laskelmissa käytetty sivuvirtojen ja kierrätyspuun käytön lasku on samansuuntainen.



Kuvio 25. Metsäteollisuuden sivuvirtojen ja kierrätyspuun käytön määrä Suomessa (Puun energiakäyttö 2022).

Viimeisessä metsähaketta eniten vaativassa skenaariossa otettiin huomioon kolmen alueelle tulleen biotuotetehtaan käynnistyminen. Biotuotetehtaiden toimihenkilöiden ja julkisen materiaalin perusteella voidaan pitää erittäin todennäköisenä, että kaikki laitoksista aloittavat toimintansa. Laitoksien luvut kerättiin marraskuussa 2022 ja ne edustavat ajantasaista tietoa. Kuitenkin alueella toimivilla biotuotelaitoksilla on historiallisesti ollut haasteita saada laitokset toimimaan ennustetusti, joten on mahdollista, että osa laitoksista ei pysty operoimaan kannattavasti, eikä tällöin olisi vuonna 2027 toiminnassa.

Lieksan Green Fuel Nordic ei käytä tällä hetkellä metsähaketta suoraan, mutta yrityksen tekemä vaihtokauppa, jossa yritys antaa haketta sahanpuruja vastaan kasvattaa hakkeen käyttöä samassa suhteessa. Yritys myös pilotoi hakkeen käyttöä prosessissaan. Kaikkien biotuotelaitosten voi kuitenkin perustellusti väittää kilpailevan samasta raaka-aineesta, kuin lämpö- ja voimalaitokset.

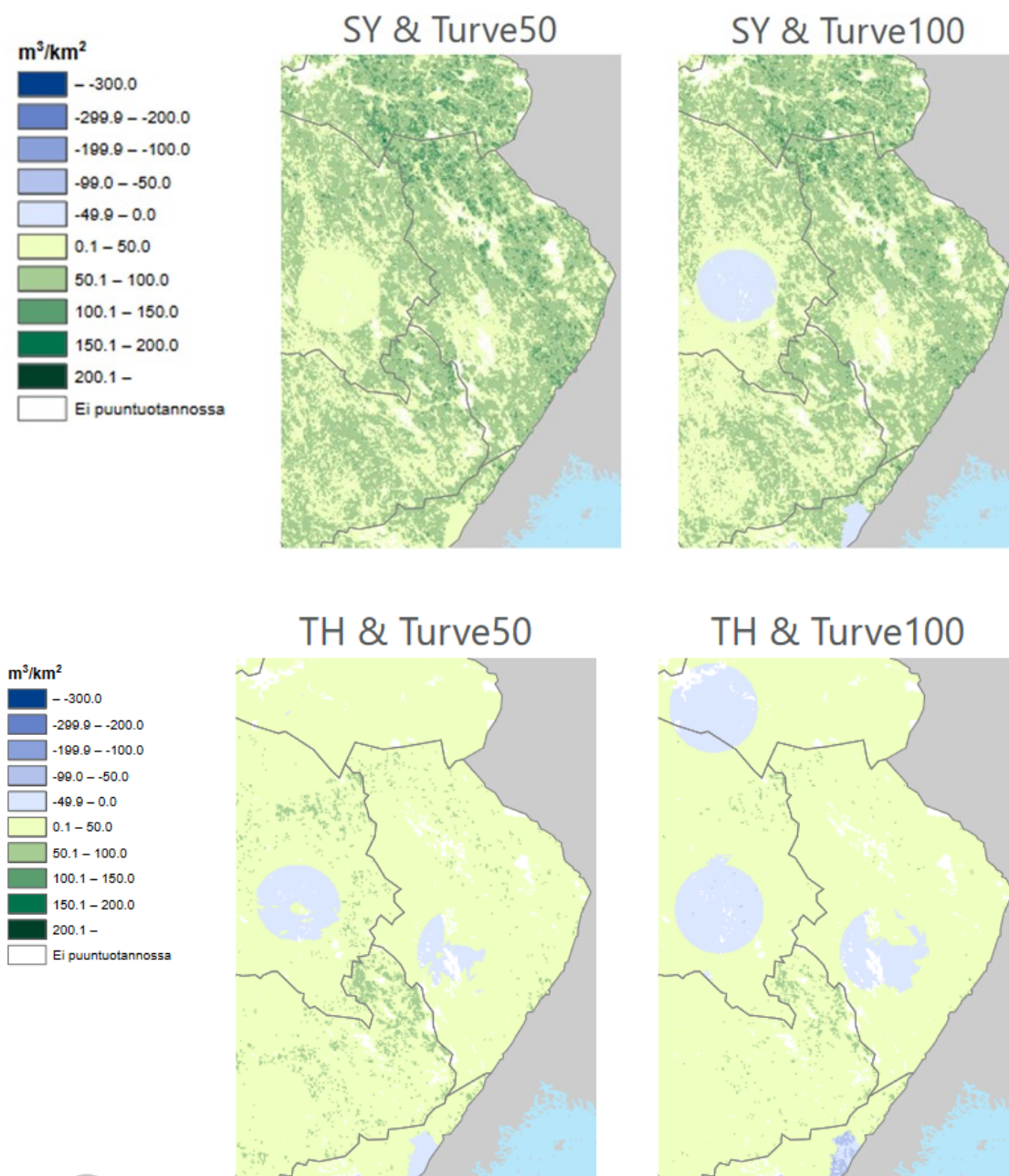
9.2 Riittääkö energiapuu Pohjois-Karjalasaa

Metsähakkeen ja sen raaka-aineen energiapuun teknistaloudellinen riittävyys koko Pohjois-Karjalan alueella on tämän tutkimuksen mukaan hyvä.

Luonnonvarakeskuksen Bioscope-hankkeessa vuodelta 2021 kuvattiin metsähakkeen riittävyyttä Pohjois-Karjalassa. Sen mukaan kotimainen hake riittää teknistaloudellisesti kattamaan turpeen käytön korvaamisen, mutta laskelmat eivät ottaneet huomioon metsähakkeen käytännön saatavuutta tai biotuotelaitosten vaikutusta. Luonnonvarakeskuksen tutkimuksen johtopäätöksissä mainittiin, että kysynnän kasvu voi johtaa tuonnin lisääntymiseen. (Anttila, Laitila, Sikanen, Nivala & Hirvelä 2021b, 5, 18–19.) Vuosien 2020–2021 välillä tapahtunut tuontihakkeen käytön kasvu ja turpeen käytön lasku tukee Luonnonvarakeskuksen tulkintaa.

Kuvassa 4 näytetään Luonnonvarakeskuksen tuottamia karttoja metsähaketaseen riittävydestä Pohjois-Karjalassa vuonna 2030. TH tarkoittaa toteutunutta hakkuuta ja SY suurinta ylläpidettävissä olevaa hakkuumäärää. 50 tarkoittaa

turpeen korvautumista 50 %:sti hakkeella ja 100 turpeen korvautumista 100 %:sti metsähakkeella. Karttoja tarkastellessa huomataan potentiaalın olevan heikoin Joensuun alueella. (Anttila ym. 2021b.)



Luke © LUONNONVARAKESKUS

Kuva 4. Metsähaketase Pohjois-Karjalassa 2030 (Anttila ym. 2021b).

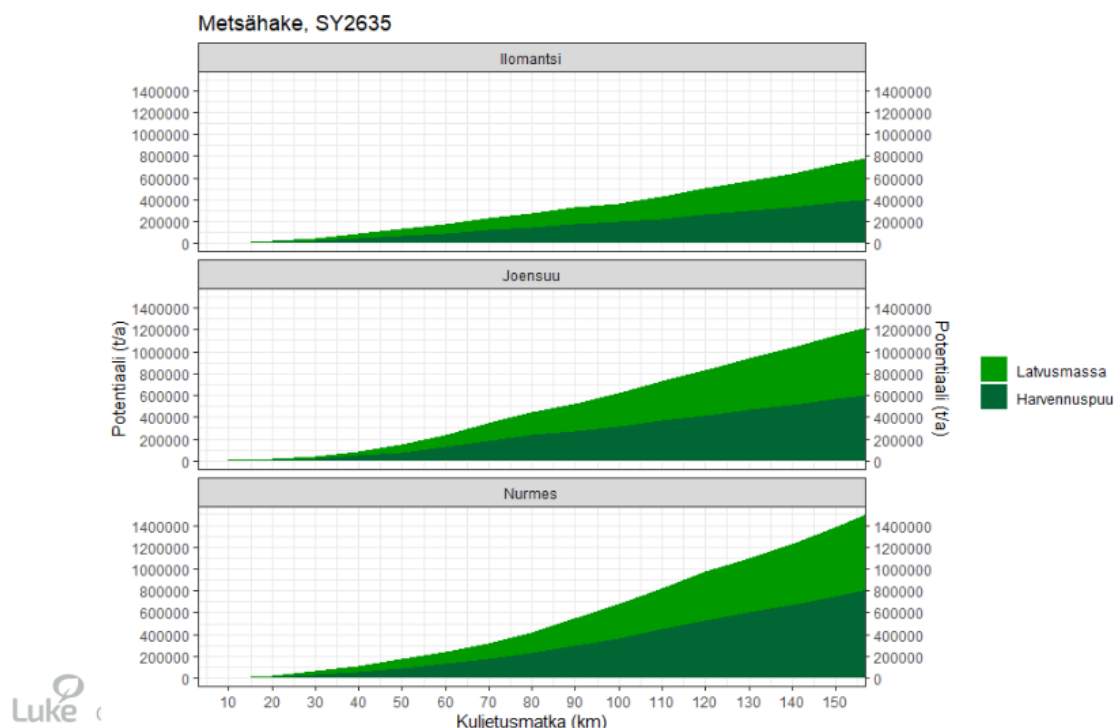
Verrattaessa opinnäytetyössä saatua dataa Luonnonvarakeskuksen tutkimukseen, voidaan sanoa, että ne melko hyvin vastaavat toisiaan. Skenaario 2 on lähimpänä Luonnonvarakeskuksen käyttämää "SY Turve100" laskelmaa.

Metsähakepotentiaalin voidaan päätellä olevan tiukimmillaan ns. hot-spoteilla, joissa hakkeen käyttö on suurimmillaan.

Tätä tilannetta pahentaa se, että uudet biotuotelaitokset tulevat lähelle toiminnassa olevia lämpö- ja voimalaitoksia. Ongelma on ainakin osittain tunnistettu, sillä esimerkiksi Savon Voima perusti Taalerin omistaman biohiililaitoksen kanssa yhteisen raaka-aineen hankinnasta vastaavan yrityksen, Itä-Suomen Biomassan. Tämän järjestelyn tavoitteena on lieventää kilpailua ja helpottaa yritysten raaka-aineen hankintaa, sillä molemmat ovat erittäin merkittäviä energia-puun käyttäjiä alueella.

Luonnonvarakeskuksen tutkimuksessa ”Biohiilen raaka-aineet ja niiden saatavuus Pohjois-Karjalassa” on laskettu tässäkin opinnäytetyössä tarkasteltujen biohiiltämöiden raaka-aineiden saatavuutta (Anttila, Nivala, Laitila, Lehtonen & Sikanen 2022), mutta tutkimukset eroavat tietyltä osin. Tässä opinnäytetyössä ei huomioitu Novactor Ilomantsia, joka käyttää tuotannossaan turvetta (Partanen 2020). Lisäksi Nurmeksen biohiiltämön kapasiteetti ja toiminnan aloitus tarkentui hypoteettiselta tasolta tarkempiin laitoksen antamiin lukuihin. Luonnonvarakeskuksen tutkimus ei ota myöskään huomioon Lieksan bioöljylaitosta Green Fuel Nordicia, josta saatiin niin ikään ajantasaiset luvut. Taalerin Joensuuissa sijaitsevan biohiiltämön käynnistys tarkentui opinnäytetyössä jo mainitun Taalerin investor day -esityksen mukaan (Taaleri 2022).

Kuviossa 26 on esitetty Luonnonvarakeskuksen käyttämät metsähakkeen suurimmat ylläpidettävissä olevat metsähakkeen korjuupotentiaalit. Tämä kuvio havainnollistaa myös kuviossa 23 esitetyt geometriasta johtuvat hankinta-alueen määrittämisen haasteet. Säteen kasvaessa pinta-ala kasvaa kiihtyen.



Kuvio 26. Metsähakkeen suurin ylläpidettävissä oleva korjuupotentiaali 2026–2035 (Anttila ym. 2022).

Puun teknistaloudellista riittävyyttä suurempi ongelma on saatavuuteen liittyvien haasteiden voittaminen. Todellisuudessa koko potentiaalia ei ole mahdollista hyödyntää erilaisten haasteiden takia. Näitä ovat kuviossa 11 mainitut asiat, kuten liian korkeat hintapyynnöt, kuskien ja/tai kaluston puute ja energiapuun myyjien tavoittaminen.

Kuviossa 11 kuvatut haasteet pahenevat, mikäli energiapuun ja hakkeen kysyntä kasvaa nopeammin, kuin tuotantoketjut kerkeävät reagoimaan haasteisiin. Esimerkiksi koneiden kuljettajien ja koneiden määrä reagoi haasteisiin viiveellä, sillä koneilla on pitkät toimitusajat ja kuskien kouluttaminen vaatii aikaa. Kasvava energiapuun tarve kasvattaa hankinta-alueen kokoa, joka nostaa korjuukustannuksia entisestään.

9.3 Metsähakkeen hankinnan muutokset vuoteen 2027 mennessä

Kappaleessa 8.1 esitetyistä havainnoista hankinta-alueen koosta ja alueen metsähakepotentiaalista voidaan vetää johtopäätökset, että mikäli skenaario kolme

toteutuu, on latvusmassan käytön tehostuttava huomattavasti, sillä lähes 90 % Pohjois-Karjalan kokopuu- ja rankaenergiapuu potentiaalista täyttyy. Latvusmassan käytön kasvu tuli esille myös joissain haastatteluissa. Hyvälaatuisen rankaenergiapuun saatavuus saattaa heiketä myös kemiallisen metsäteollisuuden ja biotuotelaitosten tuottaman kilpailun takia. Koivukuitu oli tuoduin venäläinen metsäsektorin tuote. Sitä tuotiin 47 % kaikesta metsäsektorin Venäjän tuonnista, joka tarkoittaa 4 724 000 m³ (Metsäteollisuuden ulkomaankauppa 2022). Haastatteluissa selvisi, että koivurangan saatavuus oli kehno.

Metsäteollisuuden, biotuotetehtaiden ja lämpö- ja voimalaitosten kilpaillessa samasta raaka-aineesta voidaan vetää johtopäätös, että hyvälaatuisesta koivurangasta on puute, joka voi näkyä korkeina hintapyyntöinä. Savukaasupesuri, joka mahdollistaa kosteamman hakkeen polton on looginen valinta haasteeseen.

Skenaarion 3 toteutuessa vuosi 2023 näyttää huolestuttavalle, sillä hakkeen käyttö kasvaa Joensuun, Nurmeksen ja Lieksan biotuotelaitosten toiminnan sekä ennustetun sivu- ja kierrätystuotteiden ja turpeen käytön laskun myötä 67 % vuodesta 2021, joka tarkoittaa 536 GWh:ta, joka on kuutoissa 268 180 m³. Vuoden 2022 ennustetuista metsähakkeen käyttö -luvusta nousua on 49 %. Vuonna 2021 energiapuukertymä oli Pohjois-Karjalassa 404 000 m³ (Hakkuukertymä ja puuston poistuma 2022) ja tuontihakkeen määrä 169 368 m³.

Vuotta 2023 rasittaa vielä Venäjän tuonnin poistuminen. Haastatteluissa esiintyneistä haasteista esimerkiksi työntekijöiden ja koneiden löytyminen riittävän nopeasti, kun otetaan huomioon vielä hakkeen tarvitsema kuivuminen, vaatii tilanne metsähakkeen hankinnasta vastaavilta yrityksiltä panostuksia. On siis epäselvää, kuinka hyvin hankintaketjut kerkeävät sopeutumaan massiiviseen kysynnän kasvuun. Useissa haastatteluissa tämä oli syy, miksi vuotta 2023–2024 pidettiin haastavimpana

Vuonna 2024 metsähakkeen käytön kasvu on myös huomattava etenkin skenaariossa 3. Se kasvaa 498 GWh:ta pääasiassa Joensuun biotuotetehtaan käynnistymisen ja turpeen käytön laskun takia. Vuonna 2025 hakkeen käytön kasvu koostuu ennen kaikkea ison toimijan turpeen käytön vähentämisestä.

Myös skenaarioissa 1 ja 2 kotimaisen metsähakkeen korjuun kysyntä kasvaa paljon tarkastelukauden loppuun mennessä. Jos tuontihakkeen korvautuminen otetaan huomioon 1:1-suhteella sekä metsäteollisuuden hakkeentuonti huomioidaan, tulee kasvua Pohjois-Karjalan energiapuun korjuumääriin seuraavan taulukon mukaisesti (taulukko 6):

Skenaario	Energiapuun korjuukertymä 2021 (1000 m ³)	Metsähakkeen tarve 2027 (1000 m ³)	Metsäteollisuuden hakkeen tuonti 2021 (1000 m ³)	Energiäteollisuuden hakkeen tuonti 2021 (1000 m ³)	Energiapuun korjuun kasvun määrä vuoteen 2027 mennessä	Metsähakkeen käytön kasvu vuosien 2021 - 2027 välisenä aikana
Skenaario 1	404	476	25	169	66 %	18 %
Skenaario 2	404	611	25	169	99 %	52 %
Skenaario 3	404	1042	25	169	206 %	159 %

Taulukko 6. Energiapuun korjuun ja metsähakkeen käytön kasvu eri skenaarioissa.

Yllä oleva taulukko pitää sisällään oletuksen, että Pohjois-Karjalaan tuotu hake korvautuu täysimääräisesti maakunnasta löytyvällä hakkeella. On kuitenkin mahdollista, että haketta aletaan tuomaan enemmän maakunnan ulkopuolelta, jolloin energiapuun korjuun kasvu jakautuu usean maakunnan alueelle. Metsähakkeen ja energiapuun heikko kuljetettavuus kuitenkin rajoittanee hankinta-alueen kokoa.

Luonnonvarakeskuksen laskelmissa metsäteollisuuden sivutuotteet olivat halvempia kuin metsähake (Anttila ym. 2022). Tässä opinnäytetyössä paljastui kuitenkin, että ainakin osalle laitoksista tilanne on päinvastainen, sillä metsäteollisuuden sivutuotteitten kysyntä on kasvanut niin ikään paljon.

Kun kaikki skenaariot huomioidaan ja käsitetään että tulevaisuus on todennäköisesti skenaarioiden sekoitus, voidaan vetää johtopäätös, että energiapuun kysyntä tulee kasvamaan Pohjois-Karjalassa huomattavasti vuosina 2021–2027, jonka jälkeen hakkeen käyttö alkaa laskemaan, ellei uusia investointeja

synny. Skenaarioissa kuvatus energiapuun käytön kasvun pitäisi motivoida yrittäjiä investoimaan alalle.

9.4 Saatavuuden haasteet ja ratkaisut

Metsähakkeen saatavuuden haasteista monet korjaantuvat viiveellä. Esimerkiksi metsäkonekuskin koulutuksen tekeminen houkuttelevammaksi tuo uusia kuskeja viiveellä ja kovan kysynnän takia esimerkiksi hakettimen saapuminen kestää jopa 1,5 vuotta.

Kuviossa 11 esitellyistä haasteista suurimmat eli liian korkeat hintapyynnöt ja hakkeen laadun heikkeneminen tuskin korjaantuvat, ennen kuin tarjonta vastaa kysyntään. Luvussa 8.3 tehtyjen johtopäätösten mukaan kysynnän kasvu jatkuu todennäköisesti kovana vuoteen 2026 asti, joka voi estää kysynnän ja tarjonnan periaatteen mukaan hinnan laskun. Hakkeen laadun parantuminen vaatii toimivat tuotantoketjut, jonka jälkeen se korjaantuu kuivausajan mittaisella viiveellä, joka on muutamasta kuukaudesta vuoteen. Haastatteluissa esiintyneiden arvioiden mukaan tuotantoketjuilla saattaa olla kiire sopeutua metsähakkeen korjuun kasvuun, joka voi pitkittää hakkeen laadun heikkolaatuisuutta.

Energiapuun hinnan nousu ei kuitenkaan näkynyt kuviossa 7 esiteltyihin energiapuun kauppahintatilastoissa. Pystykaupoissa energiapuun keskimääräinen hinta oli jopa laskenut tänä vuonna, eikä hankintakaupoissakaan energiapuun hinta ollut noussut suuresti, jos luvut inflaatiokorjataan. Suomen yhdenmukaisesti kuluttajahintaindeksin inflaatio oli 8,4 % (Tilastokeskus 2022). Haastatteluissa mainittiin useaan kertaan ostajan ja myyjän välinen hintaristiriita, sillä hinta on myyjän mielestä aina liian pieni ja ostajan mielestä liian iso. Luonnonvarakeskuksen tilastojen ja haastattelujen tulos saattaa heijastaa tätä asiaa tai sitä, että energiapuun ostajien ei ole kuitenkaan tarvinnut ostaa pakon edessä liian kallista energiapuuta, jolloin korkeat hintapyynnöt ovat jääneet tilastojen ulkopuolelle.

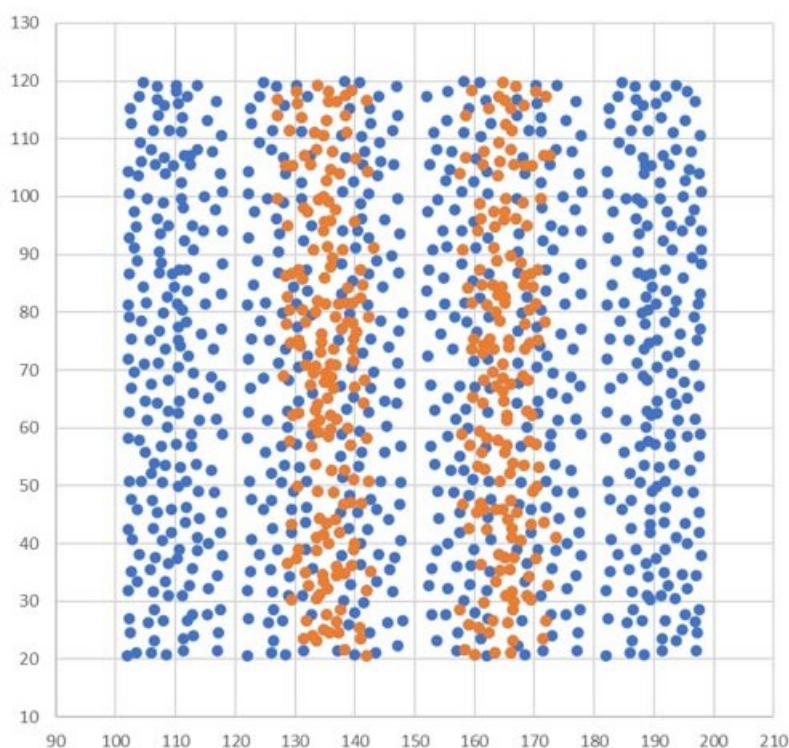
Vaikka energiapuun hinta ei ollut etenkin pystykaupoissa tilastojen mukaan noussut vuonna 2022, on tilanne erilainen kuitupuun osalta, joka on usein samaa raaka-ainetta, kuin energiapuu. Esimerkiksi hankintakaupoissa kuitupuun hinta on noussut Savo-Karjalassa vuoden 2022 aikana 19 %. Pystykaupoissa kuitupuun hinta on noussut keskimäärin 21 %, mutta eri hakkuumenetelmissä ja tavaralajeissa hinnan nousu on vaihdellut. Koivukuitupuun hinta on harvennushakkuilla noussut eniten, 36 %. Voi olla mahdollista, että pelkästään energiapuun hintoja tarkastelemalla osuu harhaan sillä haastatteluissakin esille tulleiden havaintojen mukaan energiapuun hinta on todellisuudessa ylittänyt usein kuitupuun hinnan.

Toinen haastatteluissa ilmennyt ristiriita oli se, että samoissa haastatteluissa saatettiin mainita, että maanomistajat olivat aktivoituneet ja ottaneet enemmän yhteydenottoja energiayhtiöihin sekä hakkeen toimittajiin, mutta kuitenkin myös energiapuun panttausta kerrottiin tapahtuvan. Tämä kertonee siitä, että toisaalta metsänomistajien aktivointi on parantunut mutta samalla tilanteesta halutaan hyötyä mahdollisimman paljon.

Opinnäytetyöhaastatteluissa esiintyneisiin ongelmiin löytyi mielenkiintoisia ratkaisuja. Haastattelujen perusteella voidaan tehdä yhteenveto, jossa kannustetaan energiapuun- ja metsähakkeenhankkijoita panostamaan organisaation kehittämiseen ja investoimaan uuteen kalustoon. Kuljettajapulaan voidaan koittaa löytää ratkaisuja yritysten puolelta investoimalla viihtyvyyteen ja hyvään työympäristöön, jossa koneet ja organisointi toimii. Etujen ja palkan täytyy olla kilpailukykyisiä. Yksi haastatteluissa esiintyneistä ratkaisuista kuljettajapulaan oli huoltovarmuuskeskuksen ja koulujen välinen yhteistyö.

Metsäkoneenkuljettajien ammattitaito nousi myös esille haastatteluissa. Korjatakseen tämän ongelman Metsäkoulutus ry teki syyskuussa 2022 kannanoton opetusministeriölle, jossa metsäkonekoulutusta toivottiin omaksi hakukohteeksi, johon olisi oma soveltuvuuden arviointi. Tämän toivottaisiin parantavan metsäkonekuljettajan koulutuksen imagoa ja parantavan tulevien ammattilaisten laatua. (Metsäkoulutus 2022)

Korjuun suunnittelun ja korjuutekniikan kehittäminen on myös tärkeää. Esimerkiksi vyöhykeharvennusta (kuva 5), jossa korjuun tehokkuutta parannetaan harventamalla puustoa vyöhykittäin, tulisi pohtia. Vyöhykeharvennus paransi Metsätehon tutkimuksessa hakkuutyön tuottavuutta 7–10 %. (Ovaskainen, Poikela & Karhumaa 2021)



Kuva 5. Malli vyöhykeharvennuksessa poistettavista puista (Ovaskainen ym. 2021).

Metsähakkeen laadun ja toimitusvarmuuden parantamiseksi haastatteluissa esitettiin yhteisten terminaalivarastojen perustamista. Nämä terminaalit mahdollistaisivat suuremmat kiertävät varastot sekä pienemmät kiinteät kulut. Terminaalista saadusta hakkeesta maksettaisiin hyödynnetyn energiamäärän mukaan.

Realisoimattomista riskeistä Euroopan unionin mahdollisesti kiristävä RED 2 -direktiiviä sekä metsäteollisuuden syklisyyden vaikutusta metsäteollisuuden sivutuotteiden syntyyn pidettiin suurimpina. RED 3:n tuomat uhat voivat hidastaa tuotantoketjun alkupäässä olevien pullonkaulojen avaamista, mikäli esimerkiksi korjuuyrittäjät tai konevalmistajat eivät usko metsäenergian tulevaisuuteen.

Metsäenergia- ja korjuuyrittäjät saattavat varoa yli-investointeja. Ylisuuri metsähakkeen kysyntä saattaa aiheuttaa lainsäädännön muutoksen yhteydessä tai hakkeen käytön luonnollisen laskun saapuessa tilanteen, jossa havaitaan, että alalle on tehty yli-investointeja. Haastatteluissa toistui myös energiapuun korjuun kannattavuuden haasteet, jotka voivat vaikuttaa yritysten haluun investoida metsäenergian korjuuseen.

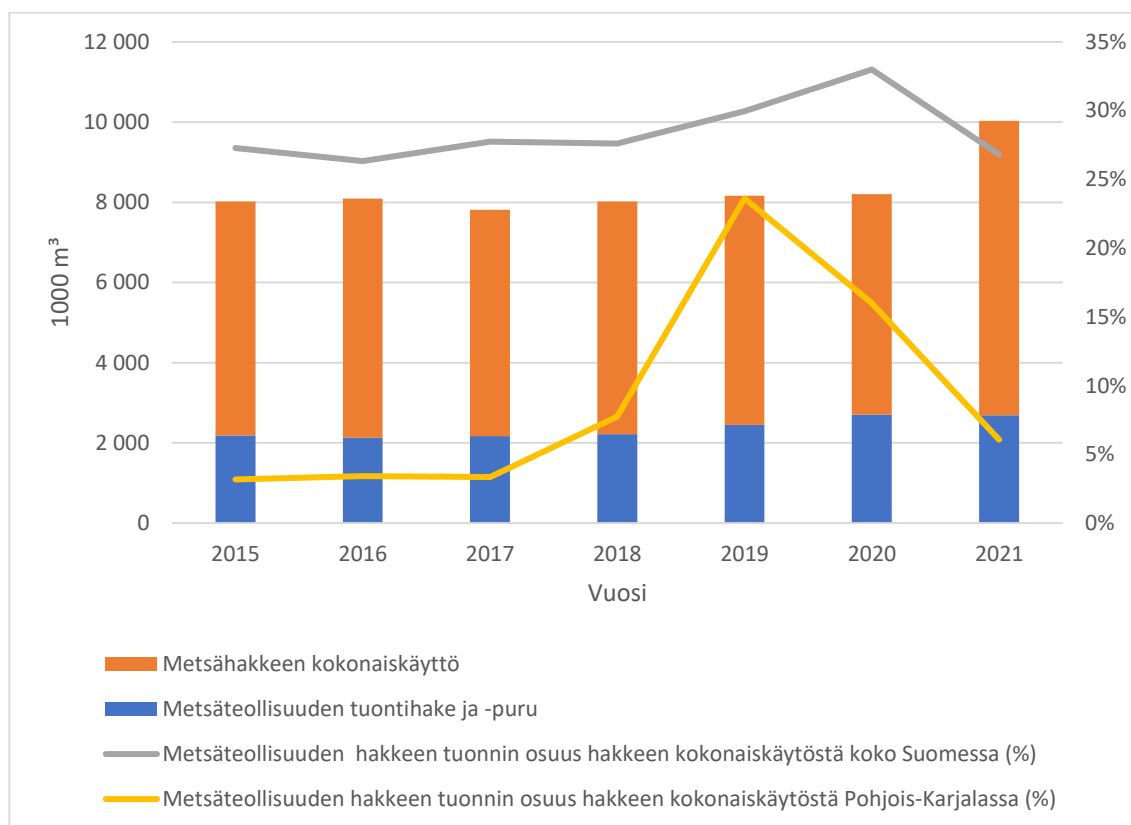
9.5 Luotettavuus ja eettisyys

Haastatteluissa saatiin onnistuneesti halutut tiedot. Yleisesti ottaen luottavuuden suhteen on riski, että saadut vastaukset ovat liian avoimia tai peräti vääriä. Tämän riskin minimoimiseksi haastateltaviksi valittiin soveltuvia henkilöitä, joille lähetettiin haastattelukysymykset etukäteen. Tämä tarjosi haastateltaville mahdollisuuden valmistautua haastatteluun huolellisesti. Laskelmien tarkkuutta parantaa se, että metsähakkeen käytöltään suuremmilta laitoksilta saatiin tarkat luvut.

Mahdollisina epätarkkuuden lähteinä voivat toimia tilastollisten lähteiden virheet tai puutteelliset vertailtavuudet. Esimerkiksi Energiateollisuuden Kaukolämpötilastot 2021 -tilastossa metsähakkeen käyttömäärät on ilmoitettu sen jäsenten ilmoittamien lukujen mukaan, kun taas luonnonvarakeskuksen tilastot kattavat kaiken Pohjois-Karjalassa käytetyn metsähakkeen. Näiden tilastojen erotus vuonna 2021 oli melko suuri, sillä Energiateollisuus ry:n kaukolämpötilastossa (2022) metsähakkeen käyttömäärä oli 673 GWh samalla, kun Luonnonvarakeskuksen tilastossa ”Lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden käyttö” metsähakkeen käyttö oli 805 GWh. Tämä erotus johtuu oletettavasti lämpö- ja voimalaitoksista, jotka eivät ole yhdistyksen jäseniä.

Luotettavuuden kannalta on tärkeää tarkastella, että olivatko vuodet 2020–2021 Covid-19 pandemian vuoksi epänormaaleja. Käytettävien tilastojen validointia varten käytettävistä tilastoista on tarkistettu, etteivät ne eroa merkittävästi normaalivaihtelusta. Kuviossa 27 esitetään, kuinka metsähakkeen käyttö ja metsäteollisuuden Venäjän tuonti pysyivät Covid-19 pandemiasta huolimatta pitkän

aikavälin trendissään, joka puoltaa sitä, että tämän kyseisten vuosien data on käyttökelpoista.



Kuvio 27. Metsähakkeen Venäjän tuonnin ja kokonaiskäytön kehitys Suomessa (Metsäteollisuuden ulkomaankauppa 2022; Puun energia-käyttö 2022).

Metsähakepotentiaalin laskennassa apuna käytettävä Biomassa-atlas antaa tulokseksi hypoteettisen teknistaloudellisen potentiaalin, joka ei tarkoita sitä, että vastaava määrä hakkeen raaka-ainetta olisi käytännössä mahdollista hankkia alueelta. Todelliseen potentiaaliin vaikuttavat metsäenergian kysynnän ja tarjonnan muovaama tasapaino ja hinta, joka tarkoittaa sitä, että todellinen korjuumäärä ratkeaa markkinoilla. (Anttila ym. 2021a.)

Opinnäytetyötä jouduttiin rajaamaan rajallisten resurssien takia. Opinnäytetyön laskelmissa ei otettu huomioon metsäteollisuuden vaikutuksia. Pohjois-Karjalassa metsäteollisuuden metsähakkeen tuonti on kohtuullisen pieni suhteessa hakkeen kokonaistuontiin, kuten kuvio 27 osoittaa. Kokopuu ja karsittu ranka kilpailevat kuitupuun kanssa osin samasta raaka-aineesta. Näin

metsäteollisuuden Venäjän puuntuonnin vaikutukset eivät tule tutkimuksessa esille. Myöskään turpeen tuontia ei oteta huomioon laskelmissa.

Tutkimuksessa noudatettiin Suomen lakia ja hyvää tieteellistä käytäntöä (HTK). Karelia-ammattikorkeakoulu on sitoutunut noudattamaan HTK:n ohjeita (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2022), mikä tarkoittaa, että tutkimuksessa noudatetaan rehellisyyttä ja tarkkuutta tutkimustyössä ja tulosten esittämisessä. Opinnäytetyön tulokset esitettiin haastatelluille ennen työn valmistumista, jottei arkaa ja salassa pidettävää tietoa vuoda julkiseksi.

Tutkimuksen tiedonhankintamenetelmät olivat tarkoin valittuja, eivätkä ne rikkooneet yksilöiden ja organisaatioiden oikeutta yksityisyyteen. Teemahaastattelussa ei kysytty tutkimuksen kannalta epärelevanttejä kysymyksiä, eikä haastateltavia painostettu vastaamaan kysymyksiin, joihin he eivät esimerkiksi liiketoimintasalaisuuden takia pystyneet vastaamaan. Opinnäytetyön lähteinä toimineet julkaisut olivat hyvämaineisia ja tieteelliseen tutkimukseen sopivia, ja ne merkittiin asiaankuuluvien lähdemerkinnöin. Opinnäytetyö ei saanut rahoitusta tai rahanarvoista hyötyä miltään taholta, joka helpotti objektiivisuudessa pysymistä.

9.6 Tutkimuksen merkittävyys ja jatkotutkimusaiheet

Tämä tutkimus tarjoaa uutta tutkimustietoa Venäjän tuontihakkeen osuudesta Pohjois-Karjalassa ja siitä miten tilanne on vaikuttanut metsäenergia-alaan. Tutkimuksessa paikannettiin pullonkauloja ja haasteita, joita voidaan ratkoa tarkentuneen tulevaisuuden arvioinnin avulla.

Metsähakkeen käytön kasvun tuottamat skenaariot antavat uskottavan selkänöjan, johon yritykset voivat perustaa investointinsa. Yrityksiä, jotka voivat hyödyntää opinnäytetyötä ovat niin energiapuunhankinnassa toimivat yritykset, kuin biotuotelaitosta suunnittelevat yhtiöt. Skenaarioiden todennäköisyyksiä arvioitaessa lukija voi tukeutua omaan kokemukseensa ja tämän opinnäytetyön kappaleessa 8.1 ”Eri skenaarioiden todennäköisyydet” -esiintyviin huomioihin.

Tässä tutkimuksessa ei haastateltu korjuuyrittäjiä tai hakkeen toimittajia, joka olisi luonnollinen jatke. Olisi tärkeää tietää, että miten porrasta alempana on reagoitu muuttuneeseen tilanteeseen, jotta yli- tai ali-investointeja voidaan välttää.

Metsäteollisuuden ja metsäenergiateollisuuden kilpailu samasta raaka-aineesta tuli esille useassa haastattelussa, ja olisi tarpeellista selvittää, miten tätä kilpailua voitaisiin järkevöittää. Koivukuidun osuus kaikesta metsäsektorin Venäjän tuonnista oli 47 %, mikä tarkoittaa 4 724 000 m³, kun metsähakkeen tuonti oli saman vuonna 3 430 000 m³ (Metsäteollisuuden ulkomaankauppa 2022). Näiden lukujen valossa on todennäköistä, että koivukuidun kysyntä kasvoi Pohjois-Karjalassa samassa suhteessa.

Haastatteluissa esiintyneistä haasteista, esimerkiksi metsäkoneenkuljettajien ja metsätalousinsinöörin koulutuksesta ja koulutuksen jälkeisestä työssä viihtyvyydestä, on useita tutkimuksia, joita esimerkiksi Työtehoseura on julkaissut. Tämä tutkimus vahvistaa näiden arvon, mutta uutta tutkimusta ja käytännön kehittämistä vaaditaan.

Kolmas selkeä kehityksen kohde, jota varten tarvitaan tutkimusta, liittyy energiaapuun ostamiseen. Esimerkiksi energiapuunhankinnan kehittäminen, metsänomistajien aktivointi ja energiapuutietouden kehittäminen ovat oleellisia asioita, joita tulee kehittää.

Lähteet

- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT. <https://www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf>. 14.10.2022
- Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T258.pdf>. 14.10.2022.
- Anttila, P., Nivala, P., Laitila, J., Lehtonen, E. & Sikanen, L. 2022. Biohiilen raaka-aineet ja niiden saatavuus Pohjois-Karjalassa. Luonnonvarakeskus. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/552157/FI-NAL_BlackGreen_-_Biohiilen_raaka-aineet_ja_niiden_saatus.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 29.6.2022.
- Anttila, P., Nivala, V., Hirvelä, H., Laitila, J. & Sikanen, L. 2021a. Metsähakkeen riittävyys energiaturpeen korvaajana. Luonnonvarakeskus. <https://urly.fi/2PIR>. 5.10.2022.
- Anttila, P., Laitila, J., Sikanen, L., Nivala, V. & Hirvelä, H. 2021b. Metsähakkeen riittävyys energiaturpeen korvaajana Pohjois-Karjalassa. Luonnonvarakeskus. <https://urly.fi/2Ttu>. 16.11.2022.
- Anttila, P. 2019. Metsähakkeen korjuupotentiaali 2026–2035. Luonnonvarakeskus. <https://www.paikkatietohakemisto.fi/geonetwork/srv/fin/catalog.search#/metadata/8567c411-a626-4364-bdd2-95136b7e66e6>. 6.10.2022.
- Asikainen, A. 2018. Energiapuu. Teoksessa Rantala, S. (toim.). Tapion taskukirja. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 391–392.
- Bioenergia Pikkujättiläinen. 2022. Energiapuun varastointi. <https://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/energiapuun-varastointi/>. 10.11.2022.
- Biomassa-atlas. 2022. Luonnonvarakeskus. <https://biomassa-atlas.luke.fi/>. 19.11.2022.
- Euroopan parlamentti. 2022. Täysistunnon hyväksytty teksti. 14.9.2022. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0317_EN.html. 27.9.2022.
- Energiatehokkuuslaki 1429/2014.
- Energiateollisuus ry. 2022. Kaukolämpötilasto 2021. <https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/kaukolampotilasto.html#material-view>. 5.10.2022.
- Energiateollisuus. 2022a. Yhteistuotanto. <https://energia.fi/energiasta/energian-tuotanto/yhteistuotanto>. 20.10.2022.
- Energiateollisuus. 2022b. Lauhdevoima. <https://energia.fi/energiasta/energian-tuotanto/sahkontuotanto/lauhdevoima>. 20.10.2022.
- Energiateollisuus. 2022c. Säättövoima. <https://energia.fi/energiasta/energian-tuotanto/sahkontuotanto/saatovoima>. 20.10.2022.
- Energiateollisuus. 2022d. Sähköntuotanto maakunnittain. https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/sahkontuotanto_maakunnittain_2007-2021.html#material-view. 17.11.2022.
- Fingrid Oyj. 2022. Voimalaitokset. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/alkuperatakuun-tapahtumat/voimalaitokset/>. 17.11.2022.

- Figrid Oyj. 2022. Pian helpottaa: tuulivoima kasvaa ydinvoimalan verran joka vuosi. Fingridlehti. 29.9.2022. <https://www.fingridlehti.fi/pian-helpottaa-tuulivoima-kasvaa-ydinvoimalan-verran-joka-vuosi/>. 19.11.2022.
- Green Fuel Nordic Oy. 2022. <https://www.greenfuelnordic.fi/yritys>. 16.11.2022.
- Juhila, K. 2022. Koodaaminen. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/koodaaminen/>. 18.11.2022.
- Koistinen, A., Luiro, J-P. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/10/Metsanhoidon_suosituksset_energiapuun_korjuuseen_Tapio-20191230.pdf. 27.9.2022.
- Kontinen, K., Kotiharju, A. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset puukauppakohteen laadintaan, työopas. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_puukauppakohteen_laadintaan_Tapio-2019.pdf. 10.10.2022.
- Laki puutavaran mittauksesta 414/2013.
- Lius, A. 2022. Green Fuel Nordic solmi sopimuksen energijätin Fortumin kanssa – bioljyä aletaan viedä Lieksasta Espooseen. 1.2.2022. <https://yle.fi/uutiset/3-12296781>. 16.11.2022.
- Lumperoinen, H. 2015. Energiapuun korjuusuositusten arviointi kestävyiden eri ulottuvuuksista. Helsingin yliopisto. Pro gradu -tutkielma. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/154557>. 10.10.2022.
- Luonnonvarakeskus. 2014. Energiapuunmittausopas. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/sites/default/files/2021-12/Energiapuun%20mittausopas.pdf>. 10.10.2022.
- Luonnonvarakeskus. 2018. Energiapuun mittauslaskuri. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/sites/default/files/2021-12/Kaytt%C3%B6ohje%20Energiapuun%20mittauslaskuri.pdf>. 10.10.2022.
- Energia. 2022. Helsinki: Luonnonvarakeskus. https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__08%20Muut__Energia/11.02_Metsahakkeen_haketustavat.px/table/tableViewLayout2/. 21.9.2022.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2022. Biomassan kestävyyskriteerit. <https://mmm.fi/metsat/puun-kaytto/biomassojen-kestavyys>. 27.9.2022.
- Metsäkeskus. 2022. Tuki nuoren metsän hoitoon. <https://www.metsakeskus.fi/fi/palvelut/tuki-nuoren-metsan-hoitoon> 27.9.2022.
- Metsäkoulutus. 2022. Kannanotto opetusministeriölle metsäkoneenkuljetuksen osaamisalan saattamiseksi omaksi hakukohteeksi. <https://www.metsakoulutus.fi/kannanotto-opetusministeriolle-metsakoneenkuljettajan-osaamisalan-saattamiseksi-omaksi-hakukohteeksi/>. 20.11.2022.
- Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme. 2022. Puukauppatoimeksianto. <https://www.mhy.fi/keski-suomi/puukauppatoimeksianto>. 10.10.2022.
- Motiva. 2012. Lämpöä kotiin keskitetysti – Kaukolämpö. https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampoa_kotiin_keskitetysti_kaukolampo.10752.shtml. 17.11.2022.
- Motiva. 2022. Energiatehokkuusdirektiivi. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi>. 23.10.2022.

- Niinistö, T. 2022. Suomi pärjää ilman venäläistä energiapuuta. Luonnonvarakeskuksen blogi. 27.4.2022. Blogi. <https://www.luke.fi/fi/blogit/suomi-parjaa-ilman-venalaista-energiapuuta>. 21.9.2022.
- Nivalainen, S. 2022. Kaukolämmön tuloveden mitoitustilapöytälaskevat – Nevelin asiakkaat voivat hakea tukea kaukolämpölaitteistojen uusimiseen. Nevel Oy lehdistötiedotteet ja uutiset. 2.9.2022. <https://nevel.com/fi/story/kaukolammon-tuloveden-mitoituslampotilat-laskevatt-nevelin-asiakkaat-voivat-hakea-tukea-kaukolampolaitteistojen-uusimiseen/>. 16.11.2022.
- Ovaskainen, H., Poikela, A. & Karhunmaa, M. 2021. Vyöhykeharvennusmenetelmän vaikutus hakkuun ajanmenekkiin ja tuottavuuteen. Metsäteho Oy. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2021-10-Vyohykeharvennusmenetelman-vaikutus.pdf>. 19.11.2022.
- Partanen, P. 2020. Maailman modernein aktiivihiihtehdas. Tekniikan akateemiset. 16.11.2020. <https://www.tek.fi/fi/uutiset-blogit/maailman-modernin-aktiivihiihtehdas>. 19.11.2022.
- Pitkänen, S., Korkalainen T., Pitkänen, P., Nykänen, J., Heikura, A., Kärkkäinen, J., Figueiredo, K. & Hämäläinen, T. 2021. Pohjois-Karjalan ilmasto- ja energiaohjelma 2030. Pohjois-Karjalan ELY-keskus & Pohjois-Karjalan maakuntaliitto. <https://pohjois-karjala.fi/wp-content/uploads/2022/03/199-Pohjois-Karjalan-ilmasto-ja-energiaohjelma-2030.pdf>. 27.9.2022.
- Putula, J. & Hilli, A. 2017. Hakkeen laatuun vaikuttavat tekijät. ePooki Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut. <http://urn.fi/urn:isbn:978-951-597-150-0>. 21.09.2012.
- Rissanen, J. 2022. Puustako Oy:n toimitusjohtaja. Puhelinhaastattelu. 17.11.2022.
- Remes, M. 2022. Puolustusvoimilta myönteisiä lausuntoja tuulivoimalle Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa – Nato-prosessi ei vaikuta toistaiseksi lupiin. Yle. 27.7.2022. <https://yle.fi/uutiset/3-12551380>. 19.11.2022.
- Ronkainen, H. 2022. Nevel oy:llä jätti-investointi Lieksan Kevätniemen voimalaitoksella. Lieksan Lehti. 17.05.2022. <https://web.archive.org/web/20220524115225/https://www.lieksanlehti.fi/uutiset/item/4641-nevel-oylla-jatti-investointi-lieksan-kevatniemen-voimalaitoksella>. 16.11.2022.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>. 4.10.2020.
- Saarto, P. 2022. Venäjä kieltää noin 200 tuotteen viennin maasta vuoden loppuun asti. Suomalais-venäläinen kauppakamari 11.3.2022. <https://www.svkk.fi/uutishuone/venaja-kieltaa-noin-200-tuotteen-viennin-maasta-vuoden-loppuun-asti/2021> 27.9.2022.
- Sitra. 2022. Energia. <https://www.sitra.fi/teemat/energia/>. 16.11.2022
- Suomen virallinen tilasto. 2022. Energian hankinta ja kulutus. Tilastokeskus. <https://stat.fi/julkaisu/cku5nj17k27460b06ptmx113z>. 26.9.2022.
- Suomen virallinen tilasto. 2022. Hakkuukertymä ja puuston poistuma. Luonnonvarakeskus. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma>. 20.11.2022.
- Suomen virallinen tilasto. 2022. Metsäteollisuuden puunkäyttö. Luonnonvarakeskus.

- https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__08%20Metsateollisuuden%20puunkaytto/01a_metsateol_puunk_maak.px/table/tableViewLayout2/. 17.11.2022.
- Suomen virallinen tilasto. 2022. Metsäteollisuuden ulkomaankauppa. Luonnonvarakeskus.
https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__06%20Metsateollisuuden%20ulkomaankauppa/. 5.10.2022.
- Suomen virallinen tilasto. 2022. Puun energiakäyttö. Luonnonvarakeskus.
https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__04%20Talous__10%20Puun%20energiakaytto/. 5.10.2022.
- Suomen virallinen tilasto. 2022. Sähkön ja lämmön tuotanto. Tilastokeskus.
<https://stat.fi/tilasto/salatuo>. 20.11.2022.
- Sutinen, T. 2022. EU suhtautuu yhä kielteisemmin puun polttoon – Suomessa tuli-linjalla olisivat metsä-hakkeen kasvava käyttö ja puu-poltto-aineiden verotuki. Helsingin Sanomat. 25.9.2022. <https://www.hs.fi/politiikka/art-2000009078612.html>. 20.10.2022.
- Taaleri. 2022. Investor Day 2022. https://www.taaleri.com/application/files/1616/5467/9477/Taaleri_Investor_Day_2022.pdf. 16.11.2022.
- Taaleri. 2020. Taaleri valmistelee uutta bioteollisuuden hanketta. <https://www.taaleri.com/ajankohtaista/taaleri-valmistelee-uutta-bioteollisuuden-hanketta>. 16.11.2022.
- Teollisuuden Voima Oyj. 2022. OL3-tuotanto koekäytön aikana. <https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3/ol3ennusteet.html>. 21.11.2022.
- Tilastokeskus. 2022. Inflaatio 8,1 % syyskuussa 2022. Tilastokeskus.
<https://www.stat.fi/julkaisu/ckvtgalyo28e20b617q1kprhq>. 20.11.2022
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2022. HTK-ohjeeseen sitoutuneet organisaatiot. <https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/htk-ohjeeseen-sitoutuneet-organisaatiot>. 28.9.2022.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2013. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf. 28.9.2022.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014a. Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-3. <https://tem.fi/documents/1410877/2897650/Suomen+NEEAP-3+2014.pdf/edfab520-e15f-43da-a504-3c919f78add1/Suomen+NEEAP-3+2014.pdf?t=1465967065000>. 23.10.2022.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2014b. Energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano. <https://urly.fi/2QrF>. 23.10.2022.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2022. Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164321/TEM_2022_53.pdf?sequence=1&isAllowed=y. 28.9.2022.
- Valonen, M., Huovari, J., Saveja, M. & Alimov, N. 2021. Turvetoimialan aluetalousvaikutukset. Pellervon taloustutkimus https://www.ptt.fi/media/julkaisut/tyopaperit/ptt_tp203.pdf. 11.10.2022.
- Valtioneuvosto. 2019. Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Valtioneuvoston www-sivu. <https://valtioneuvosto.fi/marinin->

- hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-monimuotoisuuden-turvaava-suomi 27.9.2022.
- Varonen, S. & Pilhjerta, K. 2021. Hankintatyö verotuksessa. Verohallinto. <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-haku-sivu/105306/hankintaty%C3%B6-verotuksessa/>. 10.10.2022.
- Vero. 2022. Energiaverotuksen lakimuutoksia 2022: Biokaasun, maakaasun ja polttoturpeen verotuksen muutoksia. <https://lahienergia.org/wp-content/uploads/esitys-vk-energiaverotuksen-muutokset-biokaasu-turve-2021-12-09.pdf>. 15.11.2022.
- Vilkkä, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Jyväskylä: PS-kustannus.
- Wilkman, A. 2022. Puhelinkeskustelu. Toimitusjohtaja. Green Fuel Nordic Oy. 18.11.2022.
- Ympäristöministeriö. 2022. Hallituksen ilmastopolitiikka: kohti hiilineutraalia Suomea 2035. <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035>. 27.9.2022.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon_suosituksset_Tapio_2019.pdf 10.10.2022.

Puolistrukturoitu haastattelulomake

1. Pohjustus

- Haastattelun tavoitteiden, vapaaehtoisuuden, äänityksen ja keston ilmoittaminen.
- Haastattelun rakenteen läpikäynti.

2. Yleiset kysymykset metsähakkeen käyttäjän kapasiteetistä

- Kuinka paljon metsähaketta käytätte/hankitte laitoksittain vuodessa? Jos ei tarkkoja lukuja voi antaa, niin entä ala- ja ylärajat? (vuodet 2020–2022)
 - o Yksiköt mieluiten kiintokuutioina tai gigawattitunteina.
 - o Pohjois-Karjalan tuotantolaitokset
- Mikä on ollut venäläisen tuontihakkeen osuus tästä määrästä ennen Ukrainan sotaa? (vuodet 2020–2021)

3. Kysymyksiä metsähakkeen hankinnasta ja käytöstä

3.1.1. Metsähakkeen hankinta

- Miten hankitte metsähakkeenne Pohjois-Karjalassa?
- Miten metsähakkeen hankkiminen on muuttunut Pohjois-Karjalan alueella toimivissa laitoksissanne sodan myötä?
- Miten tuontihake on korvattu?
- Onko muuttunut maailman tilanne aiheuttanut muita muutoksia toiminnassanne?
- Mitkä ovat mielestänne suurimmat haasteet hakkeen hankinnassa tällä hetkellä?
- Miten kuvailisitte metsähakkeesta käytävää kilpailua?
- Minkälaisien yritysten kanssa mahdollista kilpailua on syntynyt?
- Onko metsähakkeesta ollut kilpailua kemiallisen metsäteollisuuden kanssa?

- Kuinka pitkäaikaisina pidätte muutoksia metsähakkeen hankinnassa?

3.1.2. Energiapuun hankinta

- Millainen on ollut teidän Pohjois-Karjalan alueella toimivien laitosten metsähakkeen raaka-aineen, eli energiapuun hankinta-alueen säde?
- Onko energiapuun hinta mielestäsi sopiva?
 - o Pitäisikö sen motivoida maanomistajia tällä tasolla?
 - o Mahdollistaako energiapuun hinta kannattavan polton?

3.2. Käyttö

- Miten kuvailisit metsähakkeen saatavuutta Pohjois-Karjalassa nyt?
- Onko metsähaketta jouduttu korvaamaan muilla polttoaineilla tai onko metsähakkeella korvattu muita polttoaineita tänä vuonna?
- Kuinka pitkäaikaisina pidätte muutoksia metsähakkeen käytössä?
 - o Uskotteko, että metsähakkeen Venäjän-tuonti palautuisi vanhalle tasolle, mikäli sota loppuisi?
- Oletteko valmistautuneet kasvattamaan metsähakkeen käyttöä?
 - o Millaisia toimenpiteitä tätä varten on tehty?

4. Kysymyksiä metsähakkeen saatavuuden tulevaisuudesta

- Miten odotatte metsähakkeen saatavuuden kehittyvän viiden vuoden sisällä?
- Uskotteko, että metsähakkeen raaka-ainetta, eli energiapuuta on saatavilla tarpeeksi Pohjois-Karjalassa tulevaisuudessa?

5. Kysymyksiä metsähakkeen käytön tulevaisuudesta ja osuudesta ilmastomuutoksen vastaisessa taistelussa?

Metsähakkeella on uusiutuvana polttoaineena tärkeä osa kansallisissa ja alueellisissa hiilineutraalisuus tavoitteissa. Toisaalta Euroopan parlamentti äänesti 14.9.2022 kannastaan kiristää uusiutuvan energian direktiiviä RED II:ta. Tässä kannatusta saaneessa direktiivin uudistuksessa EU-parlamentti ilmaisi halunsa rajoittaa raakapuun käyttöä energiantuotannossa.

- Pyrittekö valmistautumaan mitenkään mahdollisiin muutoksiin lainsäädännössä?
- Päästökaupan vaikutukset hakkeen käyttöön?
- Miten uskotte, että metsähakkeen käyttö kehittyy seuraavan viiden vuoden sisällä?
 - o Miksi?
 - o Onko lainsäädännöllä vaikutusta tähän kehitykseen?
 - Positiivinen, negatiivinen, ei vaikutusta.
- Onko metsähakkeelle olemassa vaihtoehtoa, mikäli turpeen polttoa halutaan samalla vähentää?

6. Energiaturpeen korvaaminen

Hallitusohjelmaan on kirjattu tavoite turpeen käytön puolittamisesta vuoteen 2030 mennessä, mutta Pellervon taloustutkimuksen (PTT) vuonna 2021 tekemän tutkimuksen mukaan turpeen energiakäyttö puolittuisi vuoden 2015–2017 tasolta markkinaehtoisesti jo vuoteen 2025 mennessä.

- Uskotko omien kokemusten perusteella, että PTT:n esittämä ennuste on edelleen validi ja turpeen käyttö laskee ennustettua tahtia?
- Miten uskot energiaturpeen käytön kehittyvän viiden vuoden päähän maakuntatasolla?
- Kuinka paljon laitoksenne käyttää energiaturvetta?
- Miten turpeen käyttö on muuttunut laitoksillanne tänä vuonna?
- Mikä polttoaine korvaa turpeen?

7. Taustatiedot

- Työtehtävä?
 - o Työkokemus?
- Koulutustausta?

14.10.2020

Hei,

Nimeni on Lauri Liikonen ja olen metsätalousinsinööriopiskelija Karelia-ammattikorkeakoulusta. Teen opinnäytetyönä haastattelututkimuksen metsähakkeen riittävydestä Pohjois-Karjalassa, ja tämän takia haluan haastatella teitä. Tutkimukseni tavoitteena on mallintaa metsähakepotentiaalin riittävyttä Pohjois-Karjalassa vuonna 2027, sekä selvittää metsähakkeen hankinnasta vastaavien toimihenkilöiden näkemyksiä metsähakkeen käytön tulevaisuudesta. Lisäksi haastatteluissa selvitetään metsähaketta käyttävien yhtiöiden reaktioita metsähakkeen Venäjän tuonnin loppumiseen.

Opinnäytetyön avulla voidaan helpottaa metsähaketta käyttävien ja tuottavien yhtiöiden tulevaisuuden ennakointia, sekä tuoda esille metsähakkeen hankintaan liittyviä haasteita.

Haastatteluun osallistuminen ja kysymyksiin vastaaminen on vapaaehtoista. Haastatteluun varattu aika on tunti ja ne nauhoitetaan. Kerättyä haastatteluaineistoa käsitellään täysin luottamuksellisesti ja vain tässä opinnäytetyössä, eikä haastattelun sisältöä voi yhdistää teihin. Mitään lukuja ei julkaista toimijakohtaisesti, vaan lukuja käsitellään keskiarvojen kautta maakuntatasolla, eivätkä vastaajan tiedot paljastu tuloksista. Haastateltavia ei painosteta vastaamaan epämieluisiin kysymyksiin. Opinnäytetyötä varten haastateltava joukko koostuu Pohjois-Karjalassa sijaitsevien lämpö- ja voimalaitosten raaka-aineen hankinnasta vastaavista toimihenkilöistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on valmistua vuoden 2022 aikana, jonka jälkeen tulokset julkaistaan Karelia-ammattikorkeakoulun ohjeistuksen mukaisesti.

Haastattelussa käsiteltävät teemat:

- Metsähakkeen käytön ja Venäjän tuonnin määrät vuosina 2020–2022.
- Reaktiot metsähakkeen Venäjän tuonnin loppumiseen – miten tuontihakkeen loppuminen on vaikuttanut toimintaan?
- Metsähakkeen hankinta ja siihen liittyvät haasteet teidän organisaatiossanne.
- Odotukset metsähakkeen käytön tulevaisuudesta ja siihen liittyvästä lainsäädännöstä.
- Turpeen polton korvaaminen metsähakkeella.

Terveisin,

Lauri Liikonen
Metsätalousinsinööriopiskelija
1601877@edu.karelia.fi
+358 400 305503