Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2025

Biohiilen raaka-aineet ja niiden saatavuus Lapissa

Raportti hankkeelle Biohiili ja synteettiset polttoaineet – uuden teollisen toiminnan mahdollistajat Lapissa

Perttu Anttila, Vesa Nivala, Juha Laitila, Hannu Hirvelä ja Tuomas Niinistö

Luke

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2025

Biohiilen raaka-aineet ja niiden saatavuus Lapissa

Raportti hankkeelle Biohiili ja synteettiset polttoaineet – uuden teollisen toiminnan mahdollistajat Lapissa

Perttu Anttila, Vesa Nivala, Juha Laitila, Hannu Hirvelä ja Tuomas Niinistö

Luonnonvarakeskus 2025

Euroopan unionin osarahoittama

LAPIN LIITTO

DIGIPOLIS

Viittausohje:

Anttila, P., Nivala, V., Laitila, J., Hirvelä, H. & Niinistö, T. 2025. Biohiilen raaka-aineet ja niiden saatavuus Lapissa : Raportti hankkeelle Biohiili ja synteettiset polttoaineet – uuden teollisen toiminnan mahdollistajat Lapissa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 26 s.

Luke

ISBN 978-952-419-015-2 (Verkkojulkaisu)
ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)
URN http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-015-2
Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)
Kirjoittajat: Perttu Anttila, Vesa Nivala, Juha Laitila, Hannu Hirvelä ja Tuomas Niinistö
Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024
Julkaisuvuosi: 2025
Kannen kuva: Perttu Anttila

Sisällys

1. Tausta ja tavoitteet 4

2. Aineisto ja menetelmät 5

2.1. Metsähakkeen hankintamahdollisuudet 5

2.2. Metsähaketase 6

2.3. Biohiilen tuotantopisteet ja metsäteollisuuden sivuvirrat 8

2.4. Puubiomassan toimitusketjujen kustannukset 10

3. Tulokset 11

3.1. Metsähakkeen hankintamahdollisuudet 11

3.2. Metsähaketase 15

3.3. Metsähakkeen hankintakustannukset 17

3.4. Metsäteollisuuden sivuvirtojen hankintamahdollisuudet 17

3.5. Metsäteollisuuden sivuvirtojen kuljetuskustannukset 20

4. Tulosten tarkastelu 21

5. Johtopäätökset 22

6. Viitteet 23

Liitteet 24

1. Tausta ja tavoitteet

Tämä raportti on laadittu EU:n Oikeudenmukaisen siirtymän rahaston osittain rahoittamassa hankkeessa Biohiili ja synteettiset polttoaineet – uuden teollisen toiminnan mahdollistajat Lapissa. Hanke keskittyy biohiilen tuotannon ja synteettisten polttoaineiden valmistuksen potentiaalin selvittämiseen ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien esille tuomiseen Lapissa. Projektin tavoitteena on tukea kestävää kehitystä ja ilmastonmuutoksen hillintää, samalla kun se luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia Lapin alueelle. Tässä raportissa selvitetään mahdollisten biohiilen raaka-aineiden – metsähakkeen ja metsäteollisuuden sivuvirtojen – saatavuutta biohiilen raaka-aineiksi.

Tavoitteena oli arvioida

1) metsähakkeen riittävyyttä,
2) metsähakkeen toimituskustannuksia sekä
3) teollisuuden sivuvirtojen kuljetuskustannuksia

potentiaalisiin biohiilen tuotantopaikkoihin.

Biohiilen tuotantopaikkakohtaisessa metsähakkeen riittävyysarviossa hyödynnettiin valtakunnallisia hankintamahdollisuusarvioita ja metsähaketaseita, jotka laskettiin seuraavien hankkeiden yhteistyönä:

- Biohiili ja synteettiset polttoaineet – uuden teollisen toiminnan mahdollistajat Lapissa (osarahoittaja EU:n Oikeudenmukaisen siirtymän rahasto)
- KESSU - Kestävästi tuotetun pienpuun saatavuuden parantaminen Pohjois-Karjalassa (EU:n Oikeudenmukaisen siirtymän rahasto)
- REPower -Ratkaisuja energiamurroksen haasteisiin ja mahdollisuuksiin (EU:n Elpymis- ja palautumistukiväline).

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Metsähakkeen hankintamahdollisuudet

Tässä selvityksessä metsähakkeen raaka-ainepohja muodostui seuraavista jakeista:

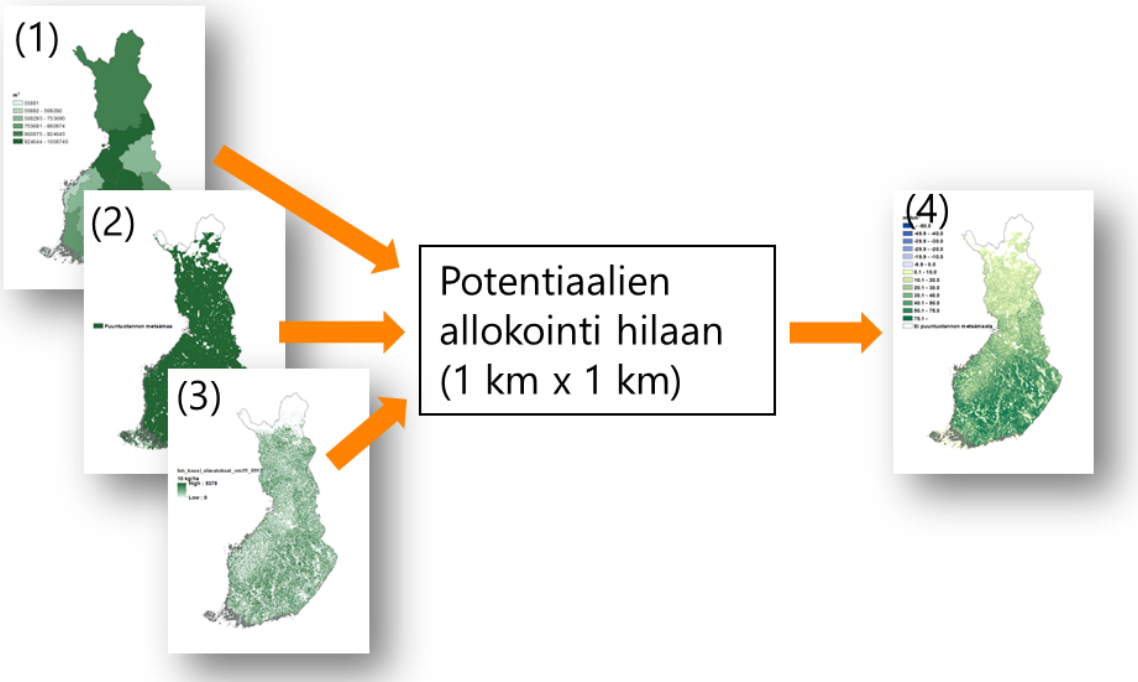
- harvennushakkuiden energiapuu
- uudistushakkuiden hakkuutähteet eli latvusmassa
- uudistushakkuiden kannot ja juuret

Kannoille ja juurille esitetään maakunnittainen hankintamahdollisuus ja tase, mutta ei tuotantopaikkakohtaisia tuloksia.

Luken MELA-ohjelmistoa on hyödynnetty useissa skenaariolaskelmissa hakkuumahdollisuuksien ja metsien kehityksen arvioinnissa (Hirvelä ym. 2017). MELA-ohjelmiston avulla laskettiin uudistushakkuissa syntyvän latvusmassan ja kantojen sekä harvennusten energiapuun määrä maakunnittain. Laskelma-aineistona oli valtakunnan metsien 13. inventoinnin (VMI13) aineisto mittausvuosilta 2019–2023. Laskennassa käytetty aineisto vastasi metsävarojen tilannetta keskimäärin vuonna 2021, joka oli myös laskennan aloitusvuosi. Laskelmassa otettiin huomioon metsänhoidon suositukset ja aineistossa kirjatut puuntuotannon rajoitukset. Metsähakkeen hankintamahdollisuudet laskettiin perustuen kahteen eri laskelmaan: Toteutunut hakkuukertymä (TH) ja Suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymä (SY). TH-laskelma noudatti vuosina 2021–2023 keskimäärin toteutunutta hakkuukertymän tasoa ja rakennetta. SY-laskelmassa sen sijaan ei ollut etukäteen määrättyä hakkuutasoa, vaan laskelma antaa nettotulojen ja hakkuukertymien laskentakausittaisia tasaisuus- ja kestävyysvaatimuksia noudattaen suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäarvion (Luke 2024). TH- ja SY-laskelmat raportoitiin kymmenvuotiskaudelle 2021–2030 sekä SY-laskelma lisäksi kaudelle 2031–2040.

Metsähakkeen tekninen hankintamahdollisuus eli potentiaali tarkoittaa tässä raportissa metsähakkeen määrää, joka Lapin metsistä voitaisiin korjata noudattaen energiapuun korjuusuosituksia (Koistinen ym. 2019). MELA-ohjelmistossa energiapuun korjuu oli laskelmissa mahdollinen, kun energiapuun kertymä oli vähintään 25 m^3/ha. Energiapuuta korjattiin vain kohteilla, joilla ei ollut puuntuotannon rajoituksia. Harvennushakkuissa energiapuu korjattiin ainespuun ja energiapuun integroituna korjuuna tai energiapuun erilliskorjuuna. Integroidussa korjuussa energiapuu korjattiin rankana ja erilliskorjuussa tietyin ehdoin rankana tai kokopuuna. Latvusmassan tekninen potentiaali laskettiin MELA-ohjelmiston antaman hakkuupoistuman oksien, neulasten ja runkohukkapuun sekä hakkuukertymän energiarunkopuun summana avohakkuualoilta. Kantojen tekniseen potentiaaliin laskettiin vastaavasti hakkuupoistuman kuusen kannot ja juuret. Vuotuinen hankintamahdollisuus raportoidaan kuivatonneina (t).

Teknis-taloudelliset hankintapotentiaalit laskettiin ensin maakunnittain ja levitettiin tämän jälkeen puuntuotannon metsämaalle 1 km × 1 km:n hilaan painottaen monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) aineistoilla (Koljonen ym. 2017, Anttila ym. 2018) (Kuva 1).

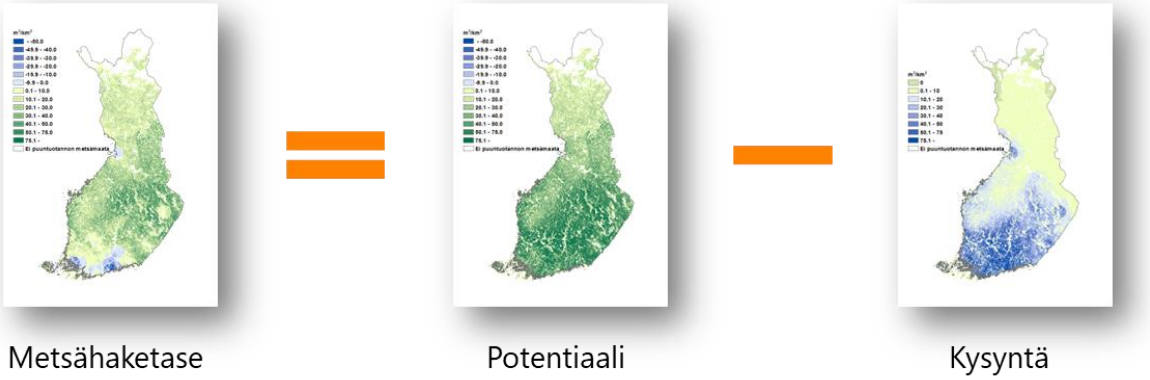


Kuva 1. Maakunnittaiset potentiaalit (1) levitettiin puuntuotannon metsämaalle (2) 1 km^2:n hilaan (4). Metsähakejakeet jaettiin hilaruuduille painottaen monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin (MVMI) aineistoilla (3).

2.2. Metsähaketase

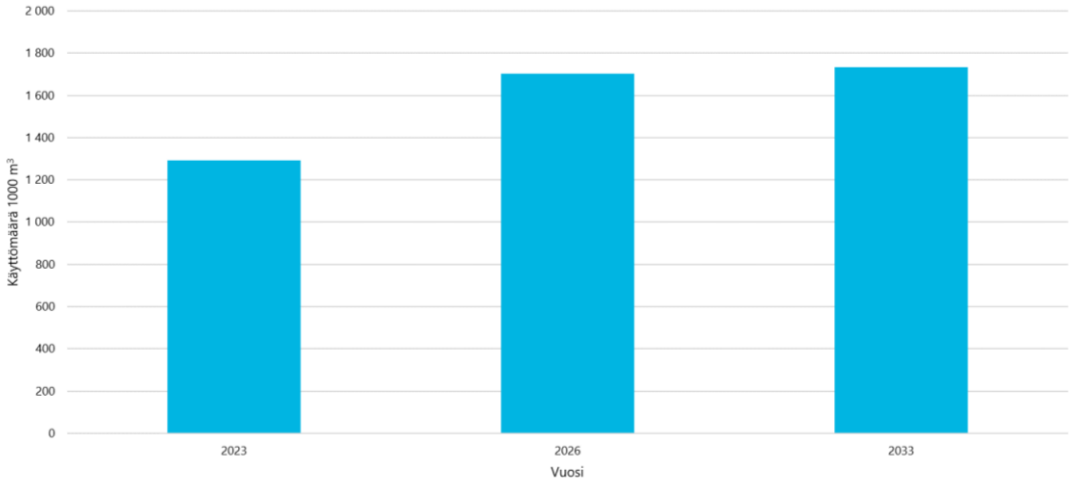
Turpeen energiakäytöstä luopuminen sekä puun tuonnin loppuminen Venäjältä lisäävät painetta kotimaisen metsähakkeen käyttöön. Toisaalta lisääntyvä ympäristösääntely voi rajoittaa metsähakkeen hankintamahdollisuuksia. Myös lämmöntuotannon sähköistyminen ja muiden vaihtoehtoisten energiantuotantomenetelmien yleistyminen vaikuttavat metsähakkeen käyttöön. Energiantuottajien strategiat suhteessa vihreään siirtymään ovat erilaisia. Lisäksi metsähakkeen tarve ja hankintamahdollisuudet eroavat maan eri osissa.

Metsähakkeen riittävyyttä arvioitiin ns. metsähaketaseen avulla, joka pyrkii huomioimaan edellä mainittujen tekijöiden vaikutusta metsähakkeen kilpailevaan käyttöön. Metsähaketase kuvaa alueellisesti, missä toteutunut tai ennakoitu metsähakkeen käyttö ylittää hankintamahdollisuudet ja missä on vastaavasti käytön yli jäävää potentiaalia. Tase laskettiin paikkatietojärjestelmässä potentiaali- ja kysyntäkarttatasojen erotuksena jakeittain (Kuva 2).



Kuva 2. Metsähaketase lasketaan paikkatietoanalyysinä potentiaali- ja kysyntäkarttatasojen erotuksena.

Kysyntäkarttojen luomiseksi selvitettiin metsähakkeen laitoskohtainen kysyntä sekä mallinnettiin hankinnan jakautuminen laitosten hankinta-alueille. Metsähakkeen toteutunut käyttömäärä perustui valtakunnalliseen puun energiakäytön tilastokyselyyn vuodelta 2023. Tulevaa käyttömäärää arvioitiin tilastokyselyn vastaajille suunnatulla kyselyllä, jossa kysyttiin lämpö- ja voimalaitoskohtaisia arvioita metsähakkeen käytöstä vuosina 2026 ja 2033. Oletuksena oli, että vuonna 2026 näkyisi lämmöntuotannon sähköistymisen sekä hukkalämmön talteenoton vaikutukset ja vuonna 2033 vetytalous. Kysely lähetettiin 191 henkilölle, joista vastasi 160 (84 %). Vastanneet kattavat 79 % metsähakkeen käytöstä vuonna 2023. Aineistosta muodostettiin ennustemalli, jolla ennustettiin tuleva käyttö laitoksille, joilta ei saatu vastausta. Kyselyn perusteella metsähakkeen kysynnän ennakoidaan kasvavan Pohjois-Suomessa (Kuva 3).



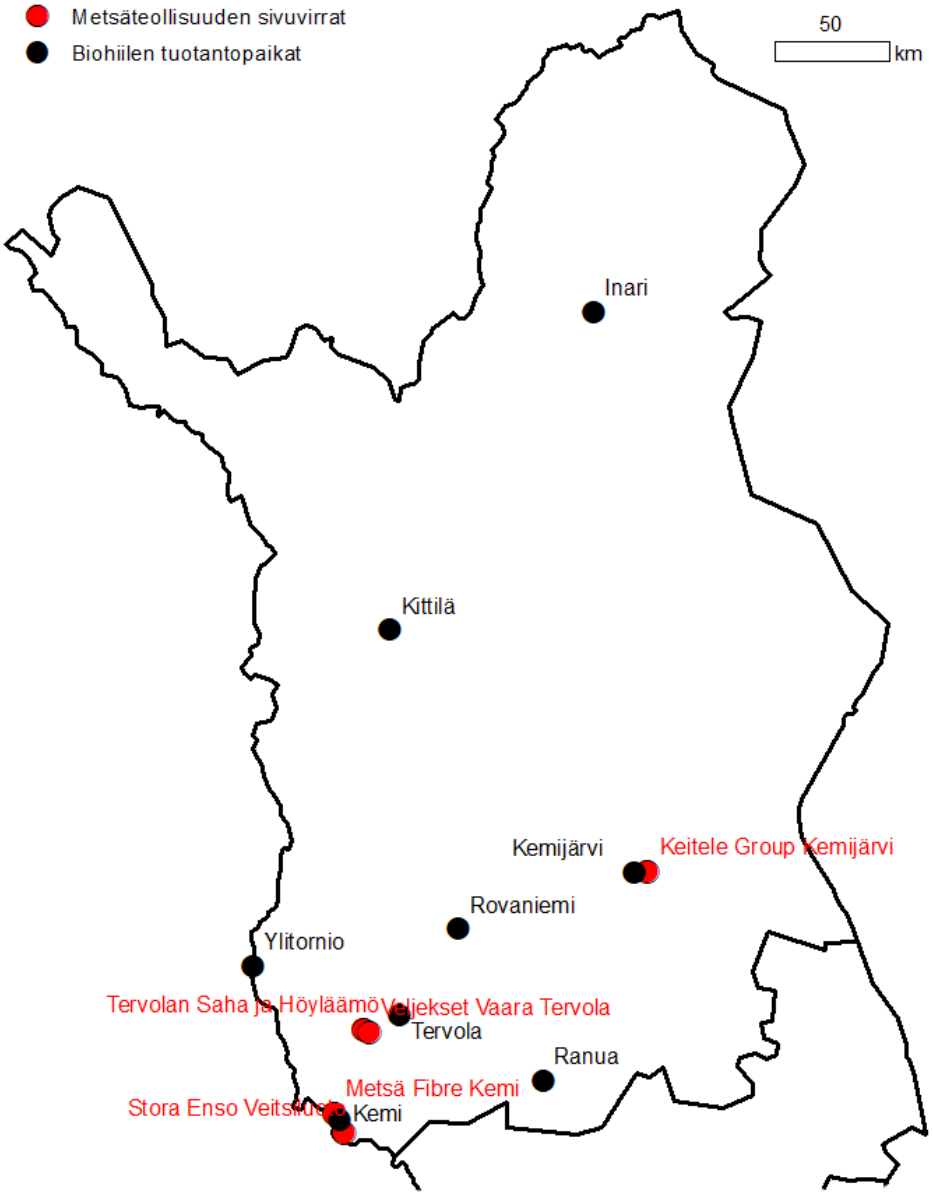
Kuva 3. Metsähakkeen käyttö Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan maakunnissa. Yksittäisten vastaajien tietojen salaamiseksi tulokset raportoidaan suuraluetasolla.

Spatiaalinen hankinta-aluemalli perustui energiapuun toimittajille suunnattuun kyselyyn, jossa kysyttiin mm. laitos- ja terminaalikohtaisista toimituksista. Tämän kyselyn kattavuus oli 38 % metsähakkeen käytöstä. Laitokset jaettiin kolmeen ryhmään käyttömäärän mukaan ja kullekin luokalle laskettiin kuljetusmatkaluokkien osuudet. Lopuksi metsähakkeen kysyntäkartat muodostettiin jakamalla laitospisteen kysyntä ympäristöön hankinta-aluemallilla ja laskemalla yhteen laitosten hankinta-alueittaiset kysynnät siltä osin, kun ne leikkasivat toisiaan.

2.3. Biohiilen tuotantopisteet ja metsäteollisuuden sivuvirrat

Kemin Digipolis määritti laskentaa varten potentiaaliset biohiilen tuotantopisteet sekä metsäteollisuuden sivuvirtojen syntypisteet ja määrät (Kuva 4). Biohiilen tuotantolaitokset oletettiin seuraavien energiantuotantolaitosten yhteyteen: Inarissa Ivalon lämpölaitos, Kittilässä Linnantien lämpölaitos, Kemijärvellä Kemijärven lämpölaitos, Rovaniemellä Suosiolan energialaitos, Tervolassa Ossauskosken voimalaitos, Ylitorniossa Alkkulan aluelämmön päälämpökeskus ja Kemissä Karjalahden biolämpölaitos. Ranualla laitos sijoitettiin osoitteeseen Pudasjärventie 26–28, jonne on suunnitteilla PUHI Oy:n biohiilen tuotantolaitos.

Metsäteollisuuden tuotantopaikat ja sivuvirrat, jotka olisivat hyödynnettävissä biohiilentuotannon raaka-aineeksi ja synteettisten polttoaineiden valmistuksessa hiilen lähteeksi, on esitetty taulukossa 1. Metsäteollisuuden sivuvirroille ei oletettu kilpailua, eli kunkin metsäteollisuuspaikan koko hankintamahdollisuus laskettiin jokaiselle biohiilen tuotantopaikalle.



Kuva 4. Oletetut biohiilen tuotantopaikat sekä metsäteollisuuden sivuvirtojen syntypisteet.

Hilamuotoisesta metsähakkeen hankintapotentiaalista muodostettiin tarjontapisteaineisto, jossa potentiaali oli jaettu puuntuotannon metsämaalla 5 km:n välein sijaitseville tarjontapisteille. Jokaisesta tarjontapisteestä laskettiin tämän jälkeen paikkatietojärjestelmässä kuljetusmatka potentiaalisille biohiilen tuotantopaikoille. Matka laskettiin korkeintaan 250 km:n päässä sijaitseville kohteille. Samoin metsäteollisuuspaikoista laskettiin kuljetusmatkat biohiilen tuotantopisteisiin.

Taulukko 1. Metsäteollisuuden tuotantopaikat ja sivuvirrat, jotka olisivat hyödynnettävissä biohiilentuotannon raaka-aineeksi ja synteettisten polttoaineiden valmistuksessa hiilen lähteeksi. Määrät ovat kuivatonneja. Lähde: Kemin Digipolis.

Toimija	Prosessi	Paikkakunta	Määrä, t	Materiaali	Muodostuminen ja käyttö	Lähde
Metsä Group, biotuotetehdas	Kuorimo	Kemi, Pajusaari	170 000	Kuori	Myyntiin enintään 100 000 t	Biotuotetehtaan YVA 2019
Stora Enso	Saha	Kemi, Veitsiluoto	21 000	Kuorijäte	Kuorijätettä syntyy noin 50 000 m^3, joka vastaa 12,5 % sahattavasta määrästä	Laskennallinen
Stora Enso	Saha	Kemi, Veitsiluoto	19 000	Puru	Purua syntyy noin 45 000 m^3, joka vastaa noin 11 % sahattavasta määrästä	Laskennallinen
Stora Enso	Saha	Kemi, Veitsiluoto	50 000	Hake	Haketta syntyy noin 120 000 m^3, joka vastaa noin 30 % sahattavasta määrästä	Laskennallinen
Tervolan saha ja höyläämö	Saha	Tervola	10 500	Kuorijäte	Kuorijätettä syntyy noin 25 000 m^3, joka vastaa 12,5 % sahattavasta määrästä	Laskennallinen kapasiteetista
Tervolan saha ja höyläämö	Saha	Tervola	9 500	Puru	Purua syntyy noin 23 000 m^3, joka vastaa noin 11 % sahattavasta määrästä	Laskennallinen kapasiteetista
Tervolan saha ja höyläämö	Saha	Tervola	25 000	Hake	Haketta syntyy noin 60 000 m^3, joka vastaa noin 30 % sahattavasta määrästä	Laskennallinen kapasiteetista
Veljekset Vaara	Saha	Tervola	12 600	Kuorijäte	Kuorijätettä syntyy noin 12,5 % sahattavasta määrästä	
Veljekset Vaara	Saha	Tervola	11 400	Puru	Purua syntyy noin 11 % sahattavasta määrästä	
Veljekset Vaara	Saha	Tervola	30 000	Hake	Haketta syntyy noin 30 % sahattavasta määrästä	
Keitele Timber	Saha	Kemijärvi	40 000	Kuorijäte	Kuorijätettä syntyy noin 55 000 m^3, joka vastaa 12,5 % sahattavasta määrästä	Ympäristölupa 2018
Keitele Timber	Saha	Kemijärvi	50 000	Puru, kutteri & saha	Purua syntyy noin 115 000 m^3, joka vastaa noin 11 % sahattavasta määrästä	Ympäristölupa 2018
Keitele Timber	Saha	Kemijärvi	100 000	Hake	Haketta syntyy noin 235 000 m^3, joka vastaa noin 30 % sahattavasta määrästä	Ympäristölupa 2018

2.4. Puubiomassan toimitusketjujen kustannukset

Harvennuksilta korjattavan rangan hankinta perustui puun haketukseen käyttöpaikalla. Ranka kuljetettiin 76 tonnin puutavara-autolla käyttöpaikalle, jossa se haketettiin kuorma-autoalustaisella hakkurilla käyttöpaikan polttoainekentällä. Päätehakkuilta korjattavan latvusmassan ja harvennuksilta korjattavan kokopuun hankinta perustui puolestaan tienvarsivarastolla haketukseen kuorma-autoalustaisella hakkurilla. Käyttöpaikalle hake kuljetettiin 69 tonnin hakeautolla. Hankintakustannuslaskelmissa rangan, kokopuun ja hakkuutähteiden kosteus oli 50 % (tuore puu / hieman kuivahtanut puu). Kosteustietoa käytettiin, kun määritettiin autokuljetuksen hyötykuormia. Harvennuspuun ja metsähakkeen kuljetus- ja haketuskustannusten laskennassa hyödynnettiin aiempia tutkimustuloksia (Prinz ym. 2019, Laitila ym. 2017), ja ne päivitettiin kustannustietojen osalta ajan tasalle Metsäalan kone- ja autokustannusindeksien avulla.

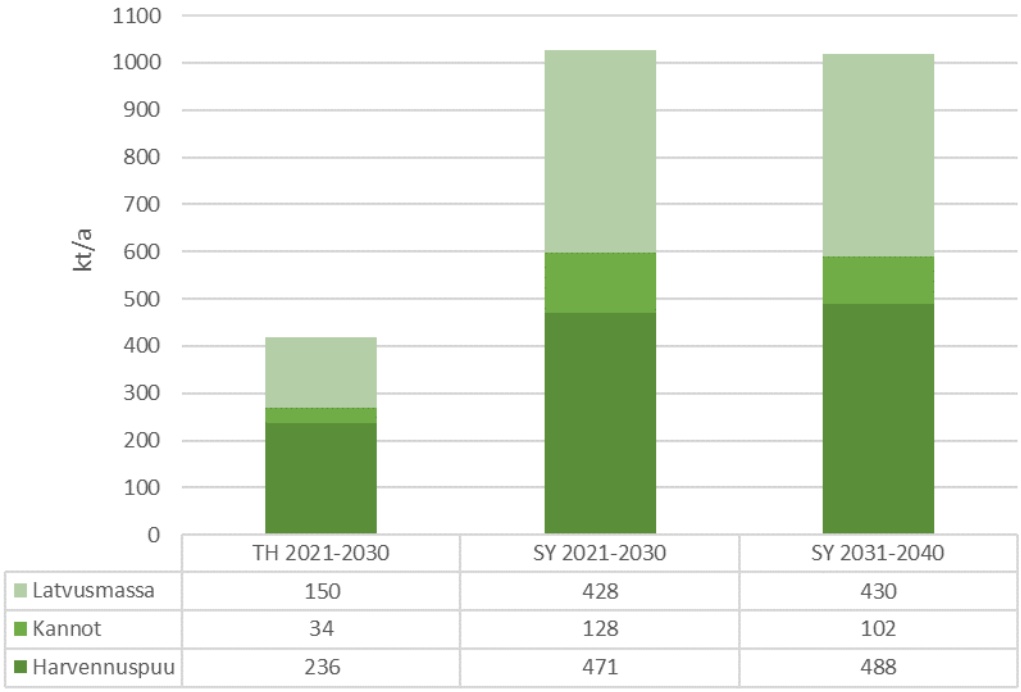
Puutuoteteollisuuden sivutuotteiden (puru, kuori ja hake) kuljetuskustannukset tuotantolaitokselta käyttöpaikalle laskettiin hakeautokalustolle, jonka enimmäismassa oli 76 tonnia, kuormatilan kehystilavuus 157,4 m3 ja pituus 25,25 metriä. Kuljetuskustannuksen laskennassa oli kuljetusmatkan ja ajoajan ohella mukana kuormauksen ja purun ajanmenekki, hyötykuorma sekä pyöräkuormaajalla tehdyn kuormauksen kustannus. Kuljetuskustannusten laskennassa hyödynnettiin aiempia tutkimustuloksia (Laitila ym. 2016, Laitila ym. 2017) sivutuotepuubiomassan kuljetuksesta ja kuormauksesta, ja ne päivitettiin kustannustietojen osalta ajan tasalle Metsäalan kone- ja autokustannusindeksien avulla.

Rangan, kokopuun ja hakkuutähteiden hankinnan yleiskustannuksien oletettiin vastaavan kotimaisen raakapuun hankinnan yleiskustannuksia, jotka olivat keskimäärin 3,89 €/m3 vuonna 2023 (Strandström 2024). Puutuoteteollisuuden sivutuotteita myydään yleensä toimituskaupalla metsä- ja energiateollisuuden tarpeisiin, joten purun, kuoren ja hakkeen osalta oletettiin, että raaka-aineesta maksettava hinta pitää sisällään hankinnan yleiskustannukset.

3. Tulokset

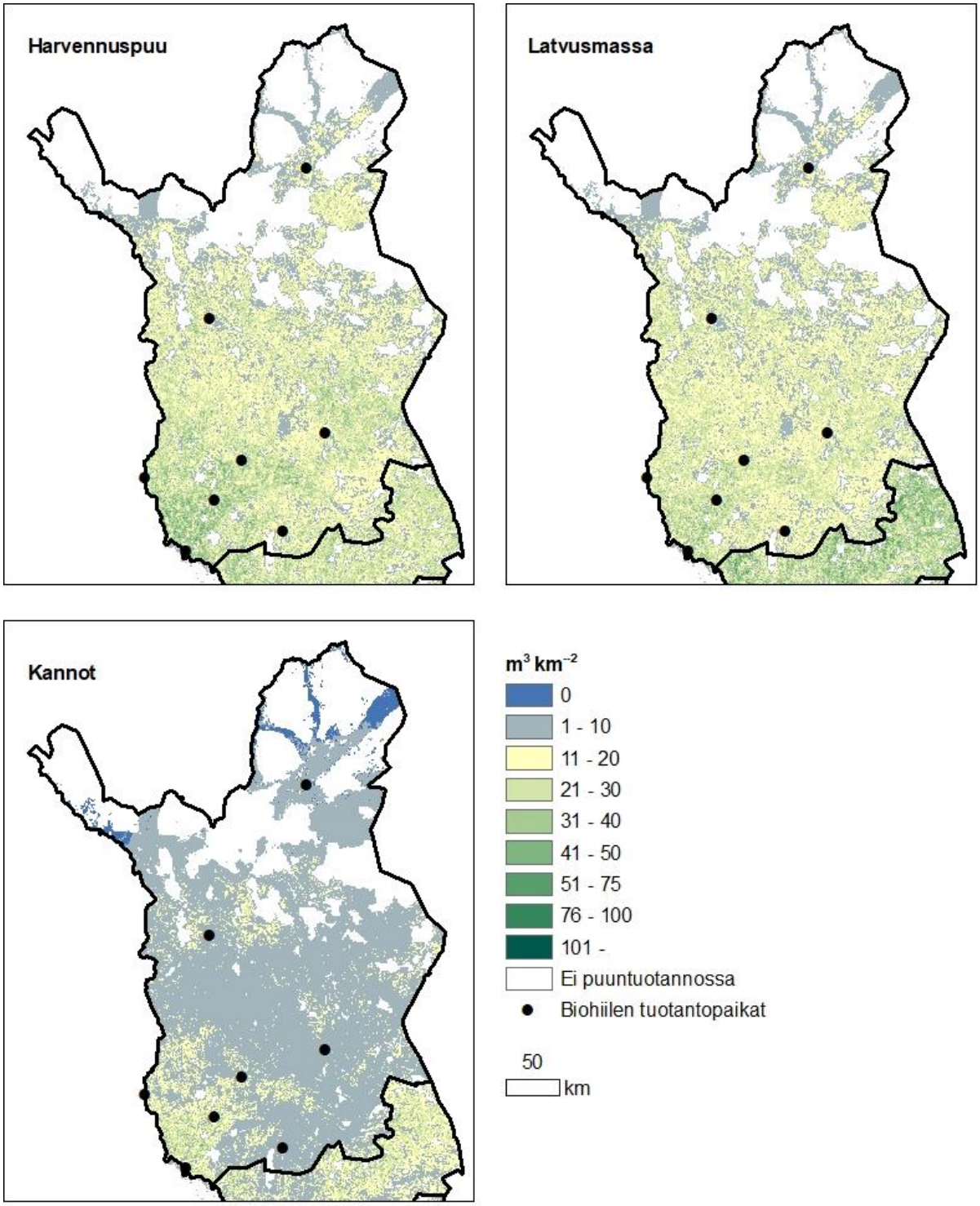
3.1. Metsähakkeen hankintamahdollisuudet

Metsähakkeen SY-skenaarion mukainen tekninen hankintamahdollisuus Lapissa vuosille 2021–2030 on yli miljoona tonnia vuodessa (Kuva 5). Potentiaali säilyy samansuuruisena seuraavalla laskentakaudella, mutta painottuu enemmän harvennuksiin. Sen sijaan TH-skenaarion mukainen potentiaali jää vain hieman yli 400 000 tonniin vuodessa. Harvennusenergiapuusta vain 6–8 % on alle ainespuukokoista. TH-skenaariossa harvennuspuusta noin 90 % korjattiin rankana ja 10 % kokopuuna. SY-skenaariossa rangan osuus oli 1. laskentakaudella 55 % ja 2. kaudella 66 %. Alueellisesti potentiaali painottuu ns. Lapin kolmioon (Kuva 6).



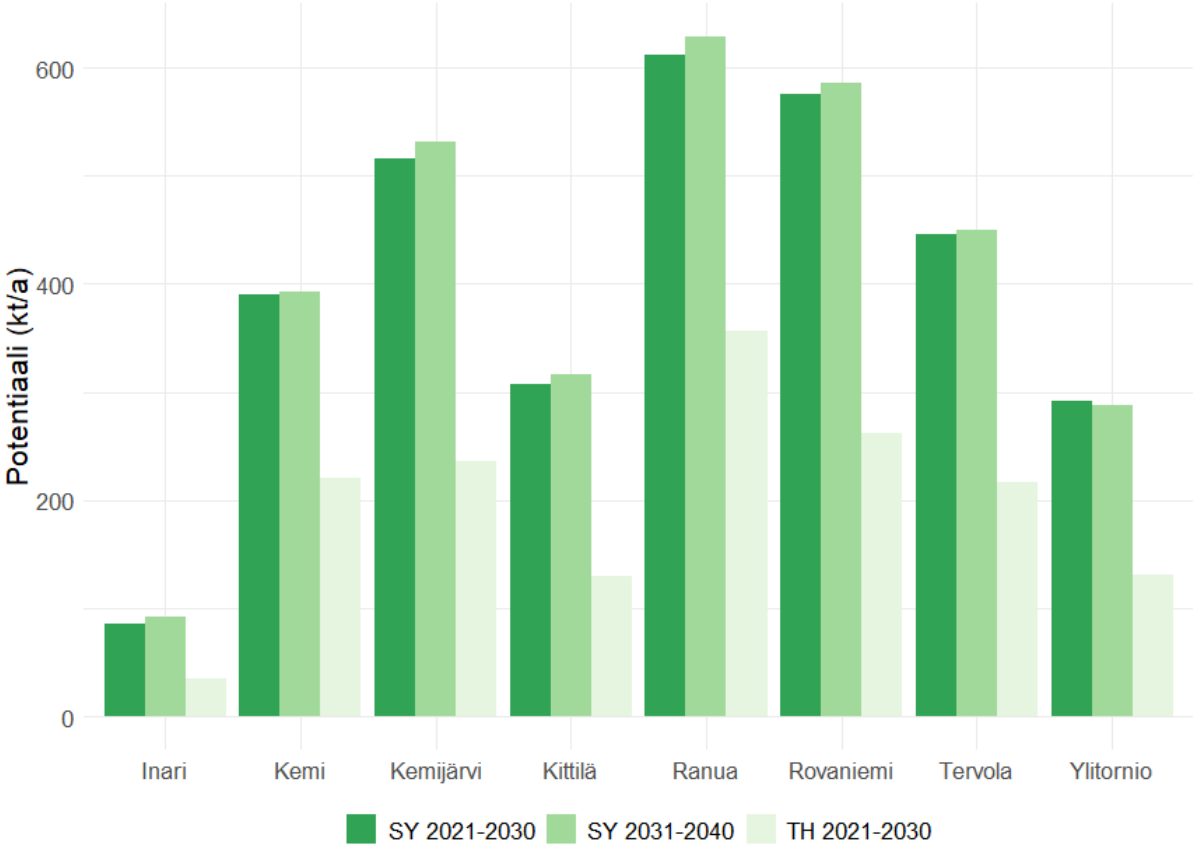
	TH 2021-2030	SY 2021-2030	SY 2031-2040
Latvusmassa	150	428	430
Kannot	34	128	102
Harvennuspuu	236	471	488

Kuva 5. Metsähakkeen tekninen hankintamahdollisuus jakeittain eri skenaarioissa ja laskentakausille Lapin maakunnassa. Skenaariot: Toteutunut hakkuukertymä (TH) ja Suurin ylläpidettävissä oleva aines- ja energiapuun hakkuukertymä (SY).



Kuva 6. Metsähakepotentiaalin alueellinen jakautuminen SY-skenaariossa vuosille 2021–2030.

Tuotantopisteittäin suurimmat kotimaisen metsähakkeen hankintapotentiaalit ovat Ranualla, jossa SY-laskelman mukainen potentiaali 150 km:n maksimikuljetusmatkalla on yli 600 kt vuodessa molemmilla laskentakausilla (Kuva 7). Metsähakepotentiaalit tuotantopisteittäin kuljetusmatkan funktiona on esitetty liitteenä. Tuotantopisteen mukaan latvusmassasta 43–73 % on mäntyä, 17–42 % kuusta ja 10–16 % lehtipuuta (Taulukko 2). Kokopuulla vastaavat osuudet ovat 54–81 %, 4–15 % ja 15–31 % sekä rangalla 25–55 %, 9–20 % ja 37–54 %.



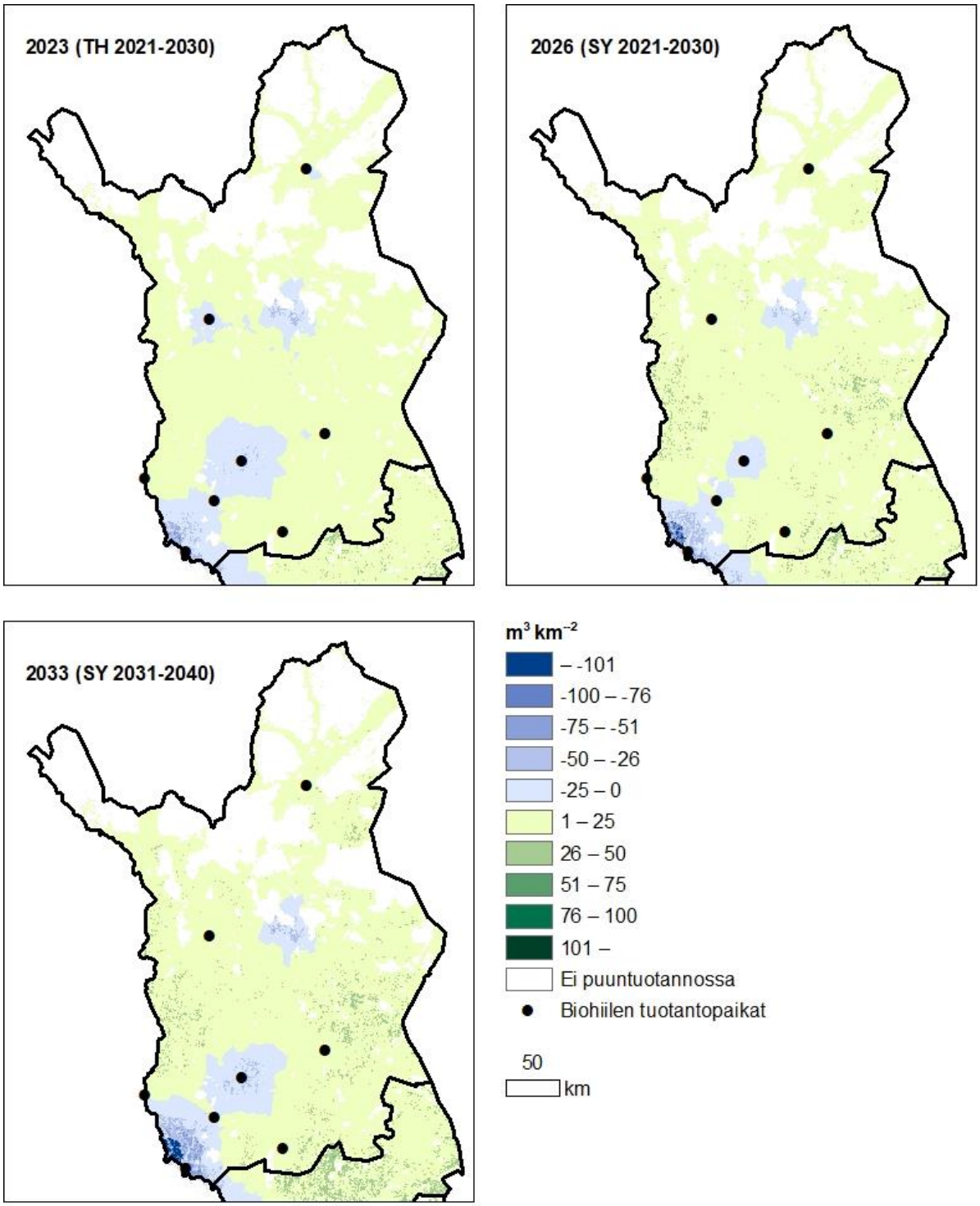
Kuva 7. Latvusmassan ja harvennusenergiapuun tekninen hankintamahdollisuus 150 km:n maksimikuljetusmatkalla tuotantopisteisiin jakeittain eri skenaarioissa ja laskentakausille.

Taulukko 2. Metsähakepotentiaalien puulajiosuudet 150 km:n maksimikuljetusmatkalla SY-skenaariossa vuosina 2021–2030.

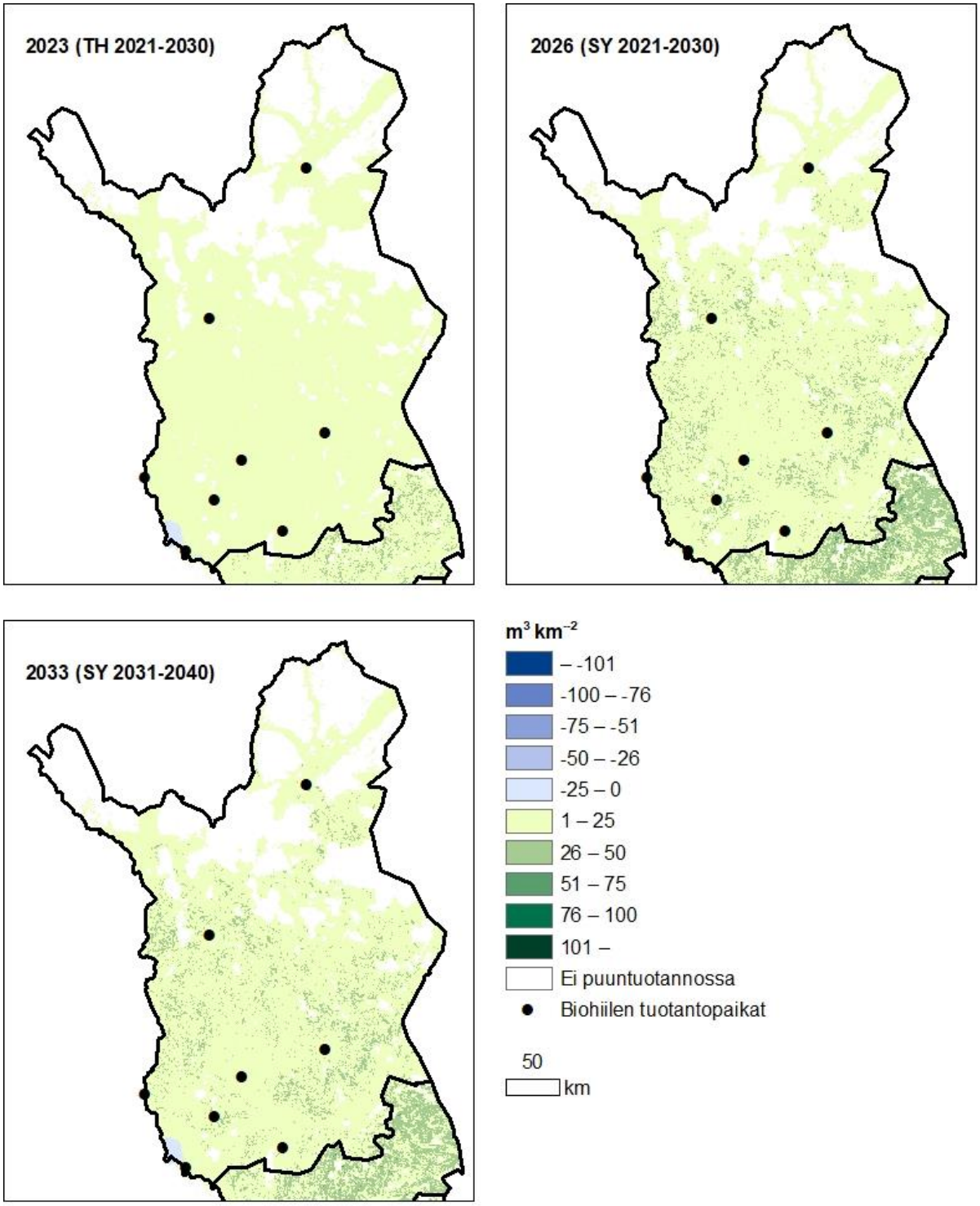
		Latvusmassa		Kokopuu		Ranka	
Paikka	Puulaji	Potentiaali (kt/a)	Osuus	Potentiaali (kt/a)	Osuus	Potentiaali (kt/a)	Osuus
Inari	Kuusi	7	17 %	1	4 %	2	9 %
Inari	Lehtipuu	4	10 %	3	15 %	7	37 %
Inari	Mänty	31	73 %	18	81 %	11	55 %
Kemi	Kuusi	77	40 %	11	14 %	20	17 %
Kemi	Lehtipuu	31	16 %	22	27 %	61	51 %
Kemi	Mänty	85	44 %	47	59 %	37	31 %
Kemijärvi	Kuusi	84	32 %	13	10 %	23	17 %
Kemijärvi	Lehtipuu	33	13 %	27	22 %	62	46 %
Kemijärvi	Mänty	143	55 %	82	67 %	50	37 %
Kittilä	Kuusi	46	30 %	8	11 %	13	17 %
Kittilä	Lehtipuu	19	13 %	17	24 %	38	48 %
Kittilä	Mänty	88	57 %	48	66 %	28	35 %
Ranua	Kuusi	119	37 %	14	12 %	28	17 %
Ranua	Lehtipuu	44	14 %	26	22 %	79	46 %
Ranua	Mänty	156	49 %	80	67 %	65	38 %
Rovaniemi	Kuusi	95	34 %	16	12 %	28	18 %
Rovaniemi	Lehtipuu	37	13 %	34	25 %	78	49 %
Rovaniemi	Mänty	147	53 %	87	63 %	53	33 %
Tervola	Kuusi	81	37 %	13	13 %	23	18 %
Tervola	Lehtipuu	30	14 %	27	26 %	64	50 %
Tervola	Mänty	105	49 %	62	61 %	40	31 %
Ylitornio	Kuusi	57	42 %	10	15 %	18	20 %
Ylitornio	Lehtipuu	21	15 %	21	31 %	47	54 %
Ylitornio	Mänty	60	43 %	37	54 %	22	25 %

3.2. Metsähaketase

Maakunnan tasolla kaikkien jakeiden tase oli positiivinen kaikilla tarkasteluajankohdilla eli Lapin metsähakkeen tekninen hankintamahdollisuus on suurempi kuin nykyinen tai ennakoitu kysyntä. Suurten metsähakkeen käyttöpaikkojen ympäristöissä kuitenkin harvennusenergiapuun tase on negatiivinen (Kuva 8). Latvusmassan (Kuva 9) ja kantojen tase sen sijaan säilyy lähes koko alueella positiivisena.



Kuva 8. Harvennusenergiapuun tase eri tarkasteluajankohtina (suluissa MELA-skenaario ja laskentakausi).



Kuva 9. Latvusmassan tase eri tarkasteluajankohtina (suluissa MELA-skenaario ja laskenta-kausi).

3.3. Metsähakkeen hankintakustannukset

Latvusmassan haketuksen, hakkeen kaukokuljetuksen ja hankinnan organisoinnin kustannukset 150 km:n maksimikuljetusmatkalla SY-skenaariossa vuosina 2021–2030 olivat keskimäärin hieman alle 60 €/t, josta haketuksen osuus oli 55 %, kuljetuksen 30 % ja organisoinnin 15 % (Taulukko 3). Rangalla keskikustannukset olivat noin 40 €/t, josta haketuksen osuus oli 43 %, kuljetuksen 34 % ja organisoinnin 23 %. Vastaavasti kokopuulla keskikustannukset olivat noin 52 €/t, josta haketuksen osuus oli 50 %, kuljetuksen 31 % ja organisoinnin 18 %. Kustannukset eivät merkittävästi eronneet skenaarioiden välillä.

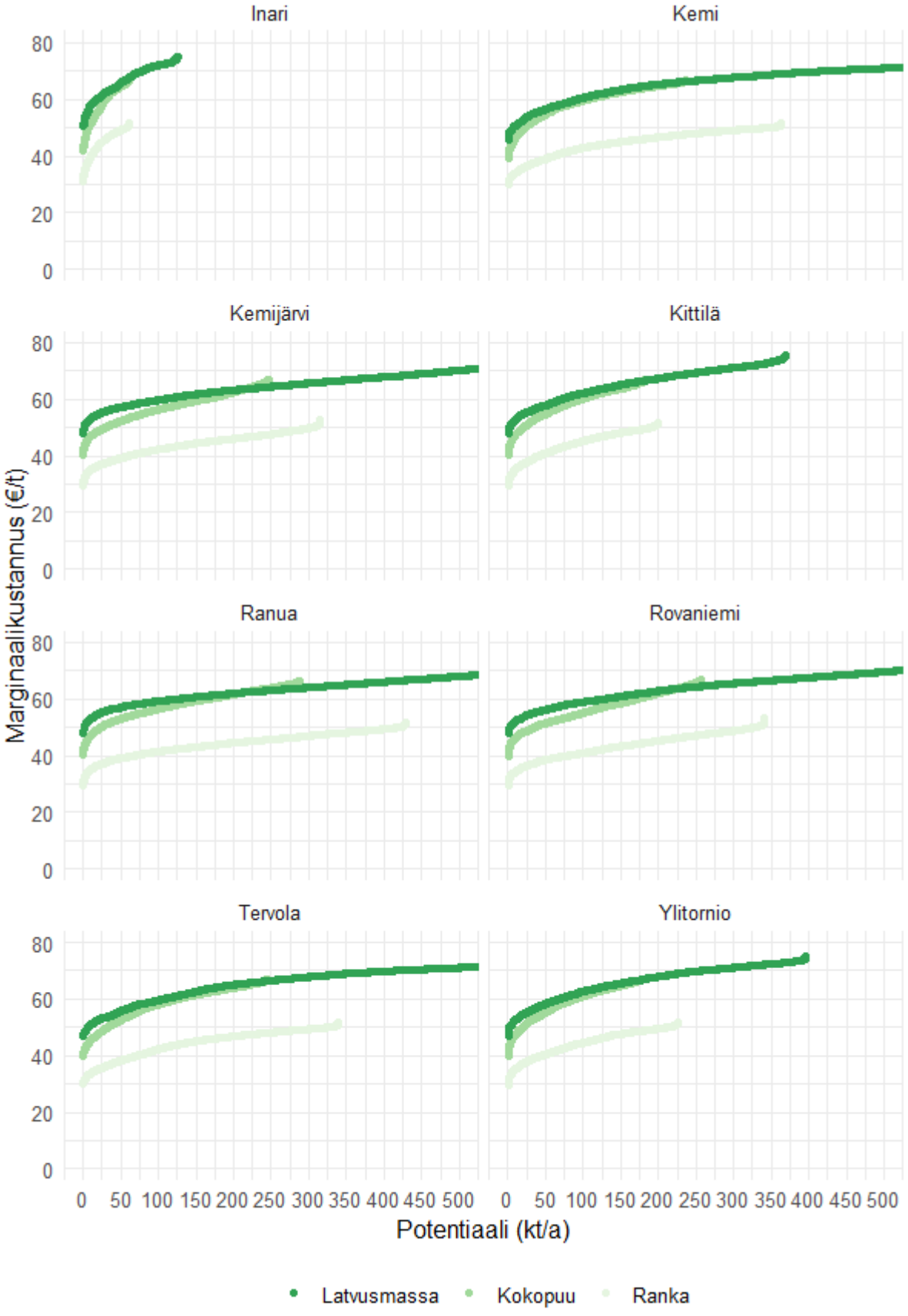
Metsähakkeen hankintakustannukset biohiilen tuotantopisteisiin hankintamahdollisuuksien funktiona on esitetty kuvassa 10. Tarjontakäyrät kuvaavat jakeittain marginaalikuljetuskustannusta hankintamahdollisuuden funktiona, eli x-akseli kertoo hankintamäärän ja y-akseli viimeisen kuorman kustannuksen.

Taulukko 3. Keskimääräinen haketuksen, kuljetuksen ja organisoinnin kustannus (€/t) 150 km:n maksimikuljetusmatkalla SY-skenaariossa vuosina 2021–2030.

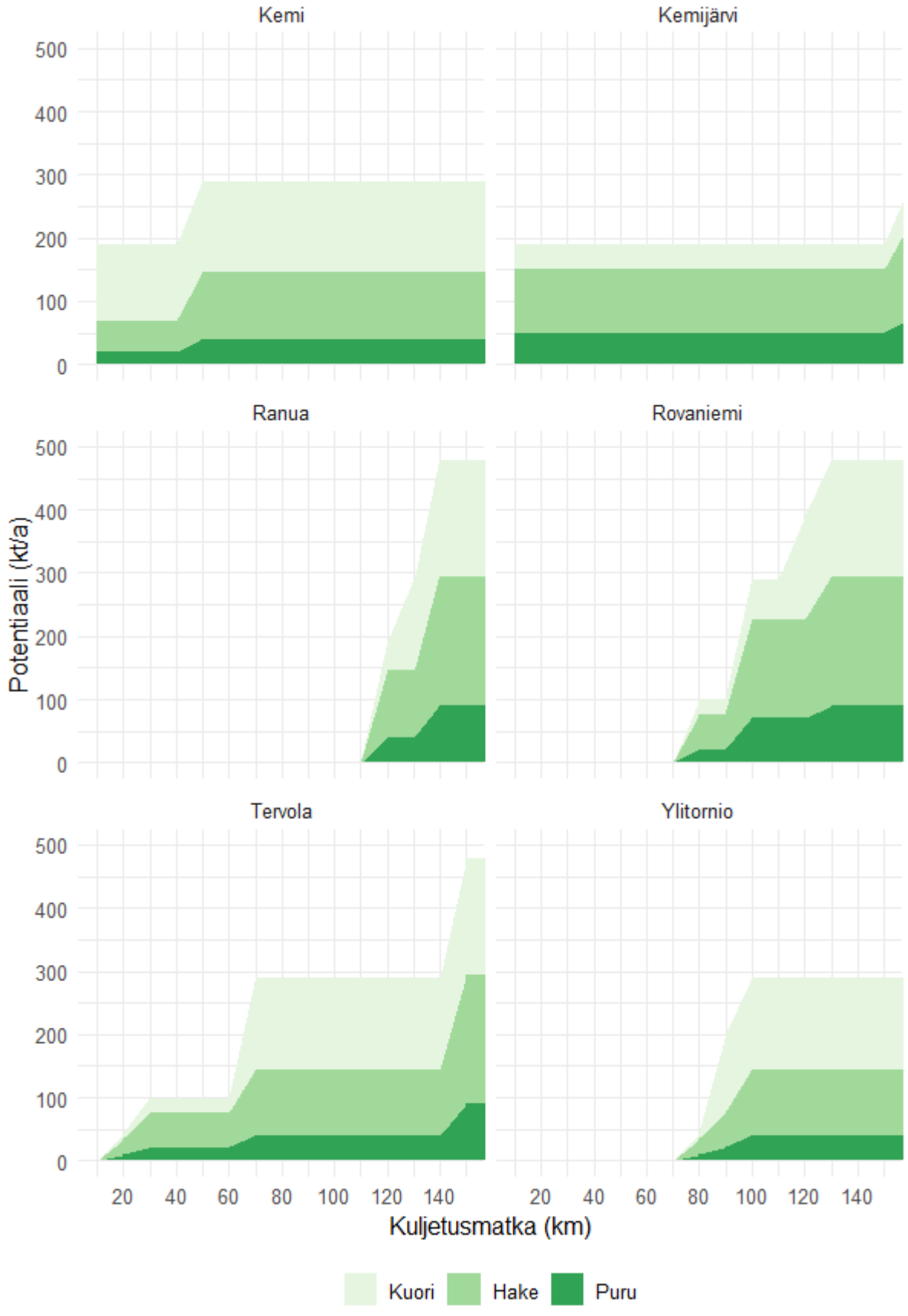
	Latvusmassa			Ranka			Kokopuu		
Paikka	Haketus	Kuljetus	Organi-sointi	Haketus	Kuljetus	Organi-sointi	Haketus	Kuljetus	Organi-sointi
Inari	34,2	16,7	9,2	17,4	12,6	9,3	26,8	15,1	9,8
Kemi	32,8	17,8	8,8	17,0	13,2	9,1	26,1	16,7	9,6
Kemijärvi	33,3	18,1	9,0	17,2	13,6	9,2	26,3	16,7	9,7
Kittilä	33,4	17,4	9,0	17,1	13,1	9,1	26,2	16,5	9,6
Ranua	33,0	18,5	8,9	17,2	13,9	9,2	26,4	17,1	9,7
Rovaniemi	33,2	17,9	8,9	17,1	13,4	9,1	26,2	16,6	9,6
Tervola	33,0	17,5	8,9	17,1	12,9	9,1	26,2	16,3	9,6
Ylitornio	32,7	17,9	8,8	17,0	13,3	9,1	25,9	16,7	9,5

3.4. Metsäteollisuuden sivuvirtojen hankintamahdollisuudet

Metsäteollisuuden sivuvirtojen hankintamahdollisuus potentiaalisiin biohiilen tuotantopisteisiin kuljetusmatkan mukaan on esitetty kuvassa 11. Jos kuljetusmatkaksi oletetaan enintään 150 km, suurin potentiaali olisi Ranualla, Rovaniemellä ja Tervolassa – 479 000 t kussakin. Kuitenkin kuljetusmatkan puolesta houkuttelevimmat vaihtoehdot olisivat Kemi, Kemijärvi ja Tervola, joissa tuotantopisteiden lähellä on merkittäviä sivuvirtoja. Inarissa ja Kittilässä sivuvirtoja ei ole saatavilla 150 km:n sisällä.



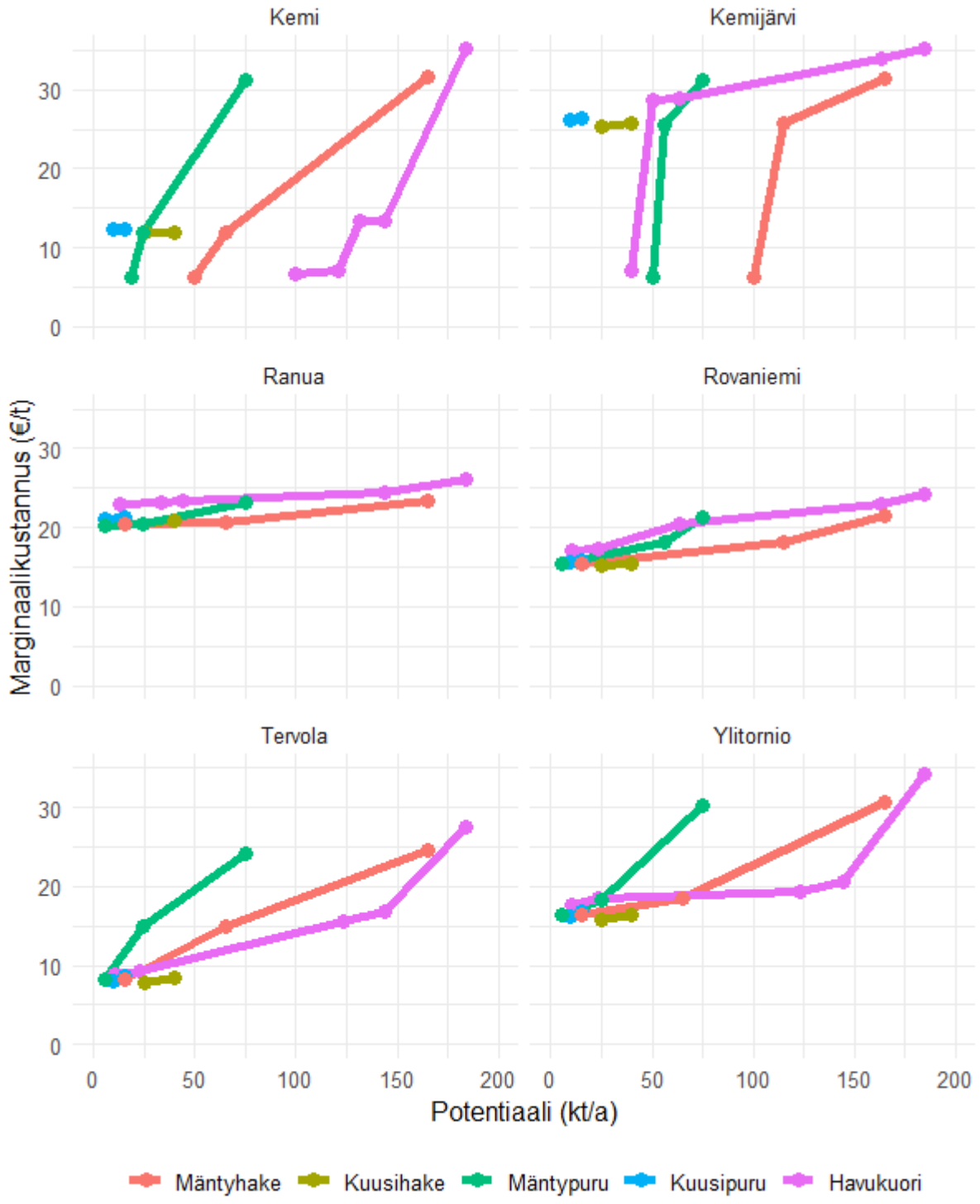
Kuva 10. Metsähakkeen hankintakustannus (sisältää haketuksen, kuljetuksen ja yleiskustannuksen) hankintamahdollisuuksien funktiona SY-skenaariossa vuosina 2021–2030.



Kuva 11. Metsäteollisuuden sivuvirtojen hankintamahdollisuudet kuljetusmatkan mukaan.

3.5. Metsäteollisuuden sivuvirtojen kuljetuskustannukset

Metsäteollisuuden sivuvirtojen kuljetuskustannukset biohiilen tuotantopisteisiin on esitetty kuvassa 12. Esimerkiksi Kemijärvellä kuljetuskustannus 40 000 tonnin erälle havukuorta Keitele Timberin sahalta olisi 7,0 €/t, mutta kuljetuskustannukseltaan seuraavaksi edullisin 10 500 tonnin erä Tervolasta maksaisi jo 28,6 €/t.



Kuva 12. Metsäteollisuuden sivutuotteiden kuljetuskustannukset hankintamahdollisuuden funktiona.

4. Tulosten tarkastelu

Lyhyellä aikavälillä turpeesta ja fossiilienergiasta luopuminen kasvattaa metsähakkeen käyttöä lämmöntuotannon sähköistymisestä huolimatta. Kotimaisen energiapuun kysynnän odotetaan pysyvän vahvana myös keskipitkällä aikavälillä, koska käyttömäärä ei merkittävästi vähene eikä tuonnin merkittävää kasvua ole nähtävissä. Myöskään metsäteollisuuden puunkäytössä ei ole nähtävissä vähentymistä, joten tilanne puumarkkinoilla jatkuu tiukkana, koska energiapuuna käytetään osin ainespuun mitta- ja laatuvaatimukset täyttävää puuta. Metsiin liittyvät ilmasto- ja ympäristötavoitteet voivat osaltaan rajoittaa puun saatavuutta.

Lapissa metsähakkeen hankintamahdollisuudet suhteessa ennakoituun kysyntään näyttävät kuitenkin hyviltä. Lähinnä kotimaisesta harvennusenergiapuusta voi tulla paikallisesti pulaa lounaisessa Lapissa, mikä tarkoittaa kuljetusmatkojen pidentymistä. Puun tuontimahdollisuutta Ruotsin puolelta ei ole laskelmissa huomioitu, mutta käytännössä tämä on mahdollista. Esim. Torniossa suurta vajetta selittää kysynnän lisäksi se, että laskennassa hankinta-aluetta rajoittaa lännessä raja ja etelässä meri.

Teknisiä hankintamahdollisuuksia tai metsähaketasetta ei pidä kuitenkaan tulkita metsähakkeen saatavuudeksi tai ennusteeksi korjuumääristä, sillä nämä riippuvat metsänomistajien myyntihalukkuudesta ja energiapuun ostajien puustamaksukyvystä tai maksuvalmiudesta.

TH-laskelman mukainen potentiaali on vain alle puolet SY-laskelman mukaisesta potentiaalista. Mikäli tukkipuun hakkuut kasvaisivat SY-laskelman tasolle, kasvaisi latvusmassapotentiaali liki kolminkertaiseksi TH-laskelmaan verrattuna. Latvusmassan hankintamahdollisuudet riippuvat siis suoraan tukkia käyttävän teollisuuden puun tarpeesta. Koska harvennusenergiapuun hankintamahdollisuudet riippuvat metsäteollisuuden puun tarpeesta vain välillisesti kilpailun kautta, voidaan harvennuspuulle olettaa SY-laskelman mukainen potentiaali.

Ainespuuta pienemmän harvennuspuun hankintapotentiaali on pieni ja hankintakustannus suuri verrattuna ainespuun mitat täyttävään harvennuspuuhun. Pieniläpimittaisen harvennusenergiapuun määrä ei ole riittävä ja hankinta kallista, joten jatkossakin energiaksi käytetään metsäteollisuudelle jalostuskelpoista puuta. Mikäli painetta ainespuun mitta- ja laatuvaatimukset täyttävän puun energiakäyttöön halutaan vähentää, tulee latvusmassan ja pienpuun hankintaketjuja kehittää.

Vaikka kantojen tekninen potentiaali on jopa Lapissa kohtalaisen suuri ja varastoitavuus hyvä, niiden energiakäyttö tulee todennäköisesti pysymään alhaisella tasolla. Kantojen käytön sosiaalinen hyväksyttävyys on heikko, ja ne toimivat myös hiilivarastona. Tämän vuoksi kantojen käyttöä biohiilen raaka-aineena on vaikea perustella, eikä niitä otettu mukaan laitoskohtaiseen tarkasteluun.

Metsäteollisuuden sivuvirroille ei oletettu kilpailevaa käyttöä. Käytännössä näille kuitenkin on usein enemmän kuin yksi mahdollinen käyttökohde, minkä vuoksi todellinen saatavuus voi olla esitettyä pienempi.

Arviot metsähakkeen toimituskustannuksista ja teollisuuden sivuvirtojen kuljetuskustannuksista koskevat nykyhetkeä. Kustannusten muutosta tulevaisuudessa ei ole ennakoitu. Kustannuksissa ei ole myöskään huomioitu raaka-aineen hintaa. Kustannuksiin tulee siis lisätä latvusmassan, kokopuun ja rangan tienvarsihinta sekä kuoren, hakkeen ja purun hinta.

5. Johtopäätökset

Laskelman perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Lapissa metsähakkeen hankintamahdollisuuksia suhteessa ennakoituun kysyntään on runsaasti
- Kotimaisen latvusmassan ja harvennuspuun hankintamahdollisuudet ovat suurimmat Ranualla, Rovaniemellä ja Kemijärvellä
- Harvennusenergiapuun osalta kilpailu on vähäisintä Ranualla ja Kemijärvellä
- Metsäteollisuuden sivuvirtojen hankintamahdollisuuksien suhteen biohiilen tuotanto-pisteiden lupaavimmat sijainnit ovat Kemijärvi, Kemi ja Tervola.

6. Viitteet

Anttila P., Nivala V., Salminen O., Hurskainen M., Kärki J., Lindroos T.J. & Asikainen A. 2018. Regional balance of forest chip supply and demand in Finland in 2030. Silva Fennica 52(2): 9902. 20 p. https://doi.org/10.14214/sf.9902

Hirvelä, H., Härkönen, K., Lempinen, R. & Salminen, O. 2017. MELA2016 Reference Manual. Natural Resources Institute Finland (Luke). 547 p. ISBN: 978-952-326-358-1 (Online). ISSN 2342-7639 (Online). URN: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-358-1

Koistinen, A., Luiro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas. Tapion julkaisuja. https://tapio.fi/wpcontent/uploads/2020/10/-Metsanhoidon_suositukset_energiapuun_korjuuseen_Tapio-20191230.pdf

Koljonen, T., Soimakallio, S., Asikainen, A., Lanki, T., Anttila, P., Hildén, M., Honkatukia, J., Karvosenoja, N., Lehtilä, A., Lehtonen, H., Lindroos, T.J., Regina, K., Salminen, O., Savolahti, M. & Siljander, R. 2017. Energia ja ilmastostrategian vaikutusarviot: Yhteenvetoraportti. [Impact assessments of the Energy and Climate strategy: The summary report.] Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 21/2017. 106 p. http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=16902.

Laitila J., Asikainen A. & Ranta T. 2016. Cost analysis of transporting forest chips and forest industry by-products with large truck-trailers in Finland. Biomass and Bioenergy 90: 252–261. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.04.011.

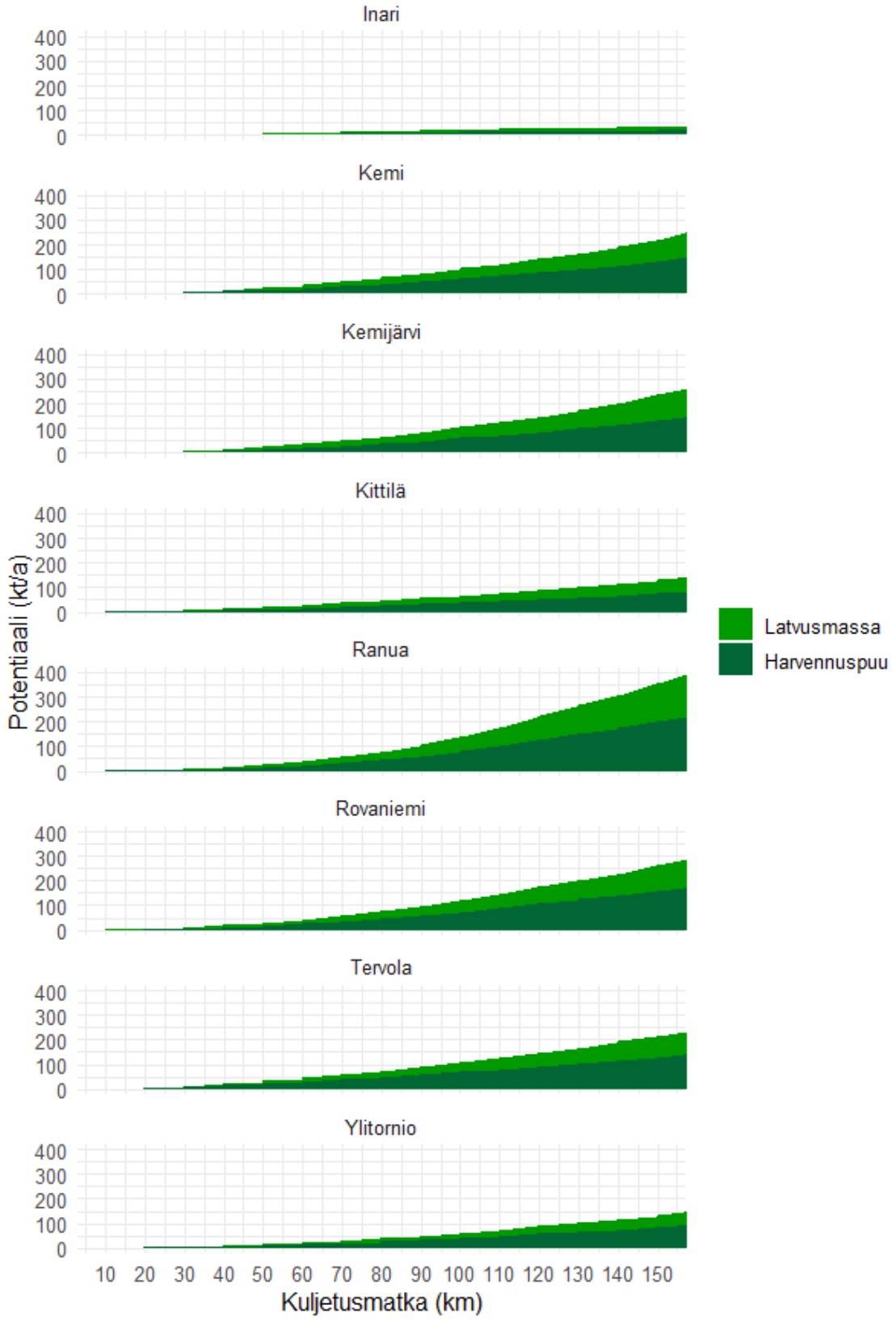
Laitila J., Ahtikoski A., Repola J. & Routa J. 2017. Pre-feasibility study of supply systems based on artificial drying of delimbed stem forest chips. Silva Fennica 51(4): 5659. 18 p. https://doi.org/10.14214/sf.5659

Luke 2024. MELA Tulospalvelu. http://www.luke.fi/mela-metsalaskelmat.

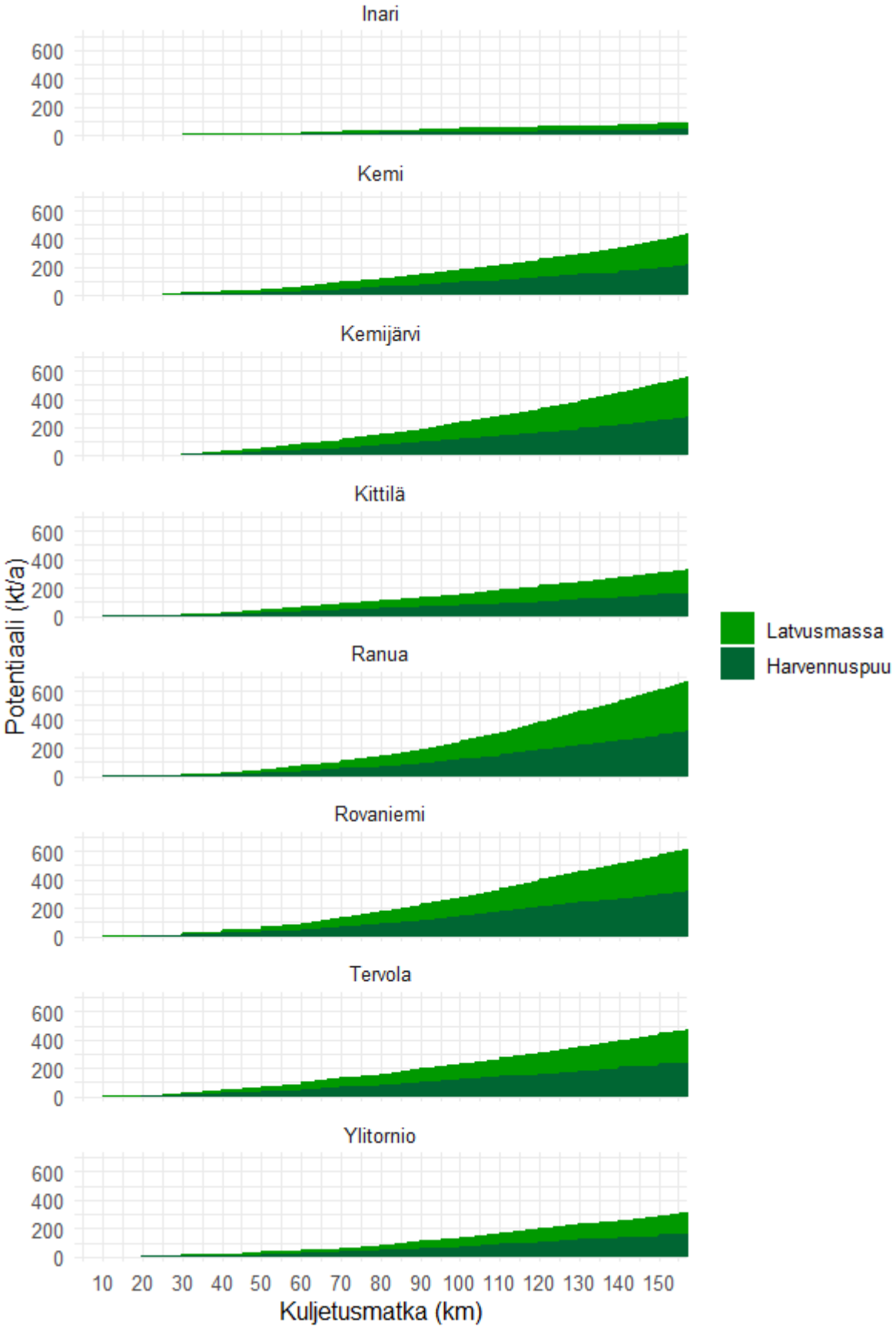
Prinz R., Väätäinen K., Laitila J., Sikanen L. & Asikainen A. 2019. Analysis of energy efficiency of forest chip supply systems using discrete-event simulation. Applied Energy 235: 1369–1380. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.11.053

Strandström M. 2024. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2023. Metsätehon tuloskalvosarja 2/2024 https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2024-02-Puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2023.pdf

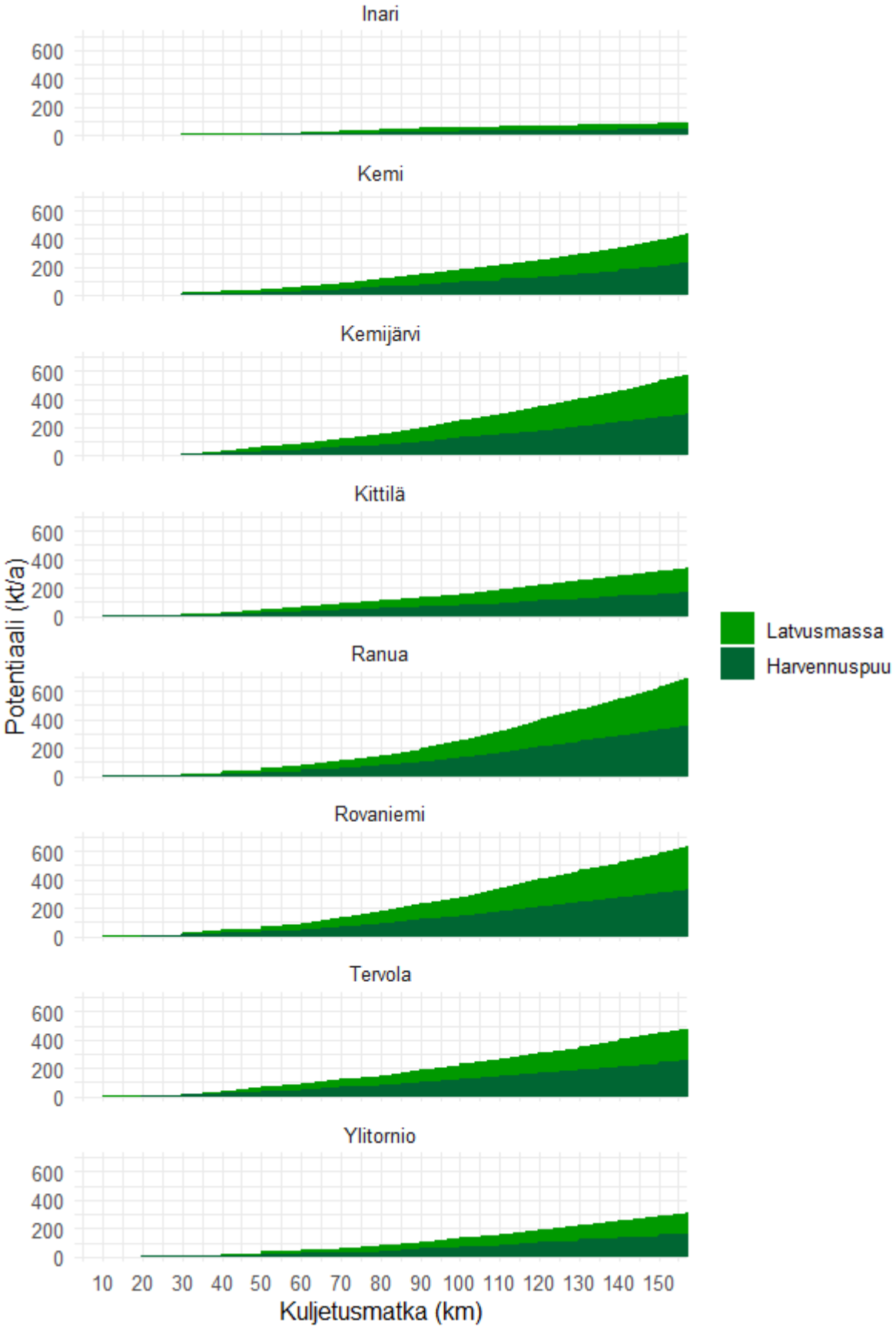
Liitteet



Kuva 13. Metsähakepotentiaali biohiilen tuotantopisteittäin TH-skenaariossa vuosille 2021–2030 kuljetusmatkan funktiona.



Kuva 14. Metsähakepotentiaali biohiilen tuotantopisteittäin SY-skenaariossa vuosille 2021–2030 kuljetusmatkan funktiona.



Kuva 15. Metsähakepotentiaali biohiilen tuotantopisteittäin SY-skenaariossa vuosille 2031–2040 kuljetusmatkan funktiona.

Löydät meidät verkosta

luke.fi

Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki