

Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö

Perttu Anttila, Mikko Nivala, Juha Laitila ja Kari T. Korhonen

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

PL 18
01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
PL 18
01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2101
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Anttila, Perttu, Nivala, Mikko, Laitila, Juha & Korhonen, Kari T.			
Nimeke Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö			
Vuosi 2013	Sivumäärä 24	ISBN 978-951-40-2420-7 (PDF)	ISSN 1795-150X
Alueyksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Itä-Suomen alueyksikkö / ForestEnergy2020 / 3562 Biomassavarojen arviointimenetelmät ja saatavuus			
Hyväksynyt Antti Asikainen, professori, 15.5.2013			
Tiivistelmä <p>Metsähakkeella on seuraavan vuosikymmenen aikana suuri merkitys uusiutuvan energian käytön lisäämisessä. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että valtakunnan tasolla metsähakkeen korjuupotentiaali on riittävä kansallisten käyttötavoitteiden saavuttamiseksi. Käyttöpaikat eivät kuitenkaan välttämättä sijaitse alueilla, joilla potentiaali on suurin. Tässä tutkimuksessa arvioitiin alueellisesti 1) metsähakkeen teknistä korjuupotentiaalia, 2) metsähakkeen käyttöä lämpö- ja voimalaitoksissa sekä 3) näiden kahden välistä erotusta eli ns. metsähaketasetta.</p> <p>Nuorten metsien pienpuun potentiaalin laskenta pohjautui valtakunnan metsien inventoinnin koelatie-toihin ja päätehakkuiden latvus- ja kantobiomassapotentiaalin laskenta kuusi- ja mäntytukkien markki-nahakkuutilastoihin. Potentiaalien laskenta tapahtui kuntatasolla. Potentiaaleista vähennettiin metsähak-keen käyttö, joka perustui lämpö- ja voimalaitosten vuoden 2011 käyttötilastoon. Jokaiselle laitokselle määritettiin lisäksi hankinta-alue käyttömäärän mukaan.</p> <p>Pienpuupotentiaali rankana oli 6,2, kokopuuna 8,3 ja korjattuna ainespuun kanssa integroidusti 6,6–10,4 milj. m³ vuodessa. Latvusmassan potentiaali olisi vain 4,0 milj. m³, jos hakkuut olisivat vuoden 2009 ta-solla. Jos taas hakkuut olisivat vuosien 2002–2011 keskimääräisellä tasolla, olisi potentiaali 5,7 milj. m³. Vuoden 2007 hakkuutasolla potentiaali olisi 6,6 milj. m³. Näitä hakkuutasoja vastaavat kuusen kantopotentiaalit olivat 1,5, 2,2 ja 2,5 milj. m³.</p> <p>Taselaskelmien perusteella metsähakkeen käytön suurin kasvumahdollisuus on pienpuussa. Etenkin in-tegroitu korjuu tarjoaa kohtuullisen suuren energiapuupotentiaalin, minkä lisäksi leimikon puustosta voi-daan korjata järeämpi osa ainespuukäyttöön ja jättää ainespuuksi kelpaamaton tai huonompilaatuinen puu energiakasaan. Tämän tutkimuksen mukaan latvusmassapotentiaali on länsirannikolla, ja kantopotentiaa-li myös Pohjois-Suomessa, jo täyskäytössä.</p>			
Asiasanat bioenergia, metsäenergia, energiapuu			
Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp267.htm			
Tämä julkaisu korvaa julkaisun			
Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla			
Yhteydenotot Perttu Anttila, Metsäntutkimuslaitos, PL 68, 80101 Joensuu. Sähköposti perttu.anttila@metla.fi			
Muita tietoja Taitto: Anne Siika/Metla			

Sisällys

1 Johdanto	5
1.1 Metsähakkeen käyttötavoitteet ja nykykäyttö	5
1.2 Metsähakkeen korjuupotentiaalin arviointi	5
1.3 Tutkimuksen tavoitteet	6
2 Aineisto ja menetelmät	7
2.1 Metsähakepotentiaalit	7
2.1.1 Nuorten metsien pienpuu	7
2.1.2 Päätehakkuiden latvus- ja kantobiomassa	8
2.2 Metsähakkeen käyttö	9
2.3 Metsähaketase	11
3 Tulokset	12
3.1 Metsähakepotentiaali	12
3.2 Metsähaketase	14
4 Tulosten tarkastelu	15
5 Johtopäätökset	16
Kirjallisuus	17
Liite (kuvat L1-L18)	19

1 Johdanto

1.1 Metsähakkeen käyttötavoitteet ja nykykäyttö

Suomi on sitoutunut osana EU:n ilmastopolitiikkaa kasvattamaan uusiutuvien energialähteiden osuutta loppukulutuksessa nykyisestä noin 28,5 %:sta 38 %:iin vuoteen 2020 mennessä (Pitkän aikavälin ilmasto ja energiastrategia 2008). Puupohjaisella energialla, etenkin metsähakkeella on seuraavan vuosikymmenen aikana suuri rooli uusiutuvan energian käytön lisäämisessä. Puunjalostusteollisuuden sivutuotteet (kuori ja puru) hyödynnetään jo nyt täysimääräisesti, joten lisää puuta on käytännössä mahdollista saada ainoastaan metsähakkeena. Oman haasteensa käyttöta-voitteiden saavuttamiselle tuo lisäksi se, että teollisuuden sivutuotepuuvirta on merkittävästi supistunut 2000-luvulla tuotannon supistusten ja tuotantolaitosten sulkemisten takia (Ylitalo 2010).

Suomen kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan metsähakkeen käyttö yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa sekä erillisessä lämmöntuotannossa on 13,5 milj. m³ (25 TWh) vuoteen 2020 mennessä (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013). Tavoitteena on myös kasvattaa metsähakkeen käyttöä liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa merkittävästi, kun liikennebiopolttoaineiden kokonaistuotantotavoite on 7 TWh vuonna 2020 (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013).

Pääosa Suomen bioenergiasta syntyy nykyisin metsäteollisuuden sivuvirroista (esim. Laitila ym. 2010). Jos puunkäyttö ja hakkuut vähenevät, vähenee sivutuotepuun ohella myös päätehakkUILta korjattavan latvusmassan ja kantojen määrä. Vireä puunkäyttö ja puukauppa ovatkin eräs edellytys sille, että metsähakkeen käyttötavoitteisiin ylletään. Harvennuspuuhakkeen hankinta ei ole sidoksissa metsäteollisuuden puun kysyntään, mikä lähtökohtaisesti parantaa mahdollisuuksia lisätä tämän resurssin käyttöä. Pieniläpimittaisen harvennuspuun korjuukustannukset nousevat kuitenkin korkeiksi, koska hakkuukoneen tuottavuus on suoraan kytköksissä poistettavan puuston tilavuuteen (Laitila ym. 2010).

Metsähaketta ja muita puupolttoaineita polttoaineenaan käyttävien laitosten määrä on noussut kymmenessä vuodessa lähes tuhanteen vuosituhannen alun 250 laitoksesta (Asikainen ja Anttila 2009). Lisäksi uusia puuta käyttäviä laitoksia on suunnitteilla tai rakenteilla. Vuonna 2012 lämpö- ja voimalaitoksissa käytettiin kiinteitä puupolttoaineita kaikkiaan 17,8 miljoonaa kiintokuutiometriä (Ylitalo 2013). Merkittävin puupolttoaine oli metsähake, jota kului 7,6 miljoonaa kiintokuutiometriä, ja se koostui pienpuusta (3,6 milj. m³), latvusmassasta (2,6 milj. m³), kannoista (1,1 milj. m³) ja järeästä runkopuusta (0,4 milj. m³). Lisäksi metsähaketta käytettiin pientaloissa 0,7 milj. m³. Käyttötilastoissa pienpuu tarkoittaa rankaa, kokopuuta ja kuitupuuta. Käytetystä metsähakkeesta ulkomaista alkuperää oli 0,4 miljoonaa kiintokuutiometriä. Alueittain tarkastellen kiinteiden puupolttoaineiden käyttö oli merkittäväntä Kaakkois-Suomessa, jossa poltettiin lähes kolmasosa kuoresta ja kuudesosa kaikista kiinteistä puupolttoaineista. Eniten metsähaketta käytettiin Keski-Suomen, Rannikon ja Häme-Uusimaan metsäkeskusten alueilla (Ylitalo 2013).

1.2 Metsähakkeen korjuupotentiaalin arviointi

2000-luvulla on tehty lukuisia arvioita Suomen metsähakevaroista olemassa olevien puustotietojen ja biomassayhtälöiden ja -kertoimien avulla (Malinen ym. 2001, Ranta 2002, Hakkila 2004, Ranta 2005, Ranta ym. 2007, Helynen ym. 2007, Maidell ym. 2008, Kärkkäinen ym. 2008, Laitila ym. 2008, Kärhä ym. 2010). Yleensä tehdyt arviot ovat perustuneet valtakunnan metsien in-

ventointitietoihin (esim. Hakkila 1992, Laitila ym. 2004, Heikkilä ym. 2005), mutta määriä on arvioitu myös metsäyhtiöiden leimikkotietojen pohjalta (Asikainen ym. 2001, Ranta 2002) ja hakkuutilastojen pohjalta (Hynynen 2001). Potentiaaleja on arvioitu myös metsäsuunnitelmien alueellisten yhdistelmien sekä valtion ja metsäyhtiöiden hakkuu- ja hoitosuunnitelmien avulla (Leiviskä ym. 1993). Tulevaisuuden potentiaaleja on arvioitu metsätalouden skenaariolaskelmia varten kehitetyllä MELA-ohjelmistolla (esim. Mielikäinen ym. 1995, Malinen ja Pesonen 1996, Keskimölä ja Malinen 1997). Teknisten ja taloudellisten rajoitteiden vaikutusta energiapuukertymiin on tarkasteltu myös metsäsuunnitelman kuvioaineistoa hyödyntävällä menetelmällä (Pasanen ym. 1997).

Metsähakepotentiaalin arvioinnin lähtökohta on metsäbiomassan teoreettinen enimmäispotentiaali (Hakkila 2004). Teoreettiseen potentiaaliin kuuluvat mm. metsänhoidollisilta harvennuksilta kertyvä puubiomassa ja ainespuun korjuun yhteydessä metsään jäävä hukkarunkopuu, latvusmassa sekä kanto- ja juuripuu. Teoreettiseen potentiaaliin voidaan lukea myös hakkuusäästö, eli metsien vuotuisen kasvun ja poistuman erotus. Teoreettinen enimmäispotentiaali ei kuitenkaan ole kokonaan saatavissa käytön piiriin, vaan saatavuutta rajoittavat lukuisat tekniset, taloudelliset, ekologiset ja sosiaaliset tekijät, joiden vaikutus on arvioitava kukin erikseen (Hakkila 2004). Tällaisia rajoitteita ovat mm. materiaalin korjuutekninen talteensaanto palstalla, varastointihävikki, raaka-aineen laatuvaatimukset (kokopuuta/rankaa), työmaan vähimmäiskoko ja -hehtaarikertymä, metsänomistajien myyntihalukkuus, metsänhoito-ohjeet ja korjuusuositukset, joilla pyritään vähentämään korjuun haitallisia vaikutuksia metsän kasvuun ja ympäristöön, sekä metsähakkeen hintakilpailukyky muihin polttoaineisiin verrattuna (Hakkila 2004).

MELA-hakkuulaskelmiin pohjautuva arvio suurimmasta kestävästä aines- ja energiapuun hakkuukertymästä osoittaa, että vuosina 2009–2018 energiapuun potentiaali olisi 25 milj. m³ (noin 50 TWh) vuosittain (MetINFO 2013). Tästä 9,1 milj. m³ olisi runkopuuta, 8,5 milj. m³ oksia ja 7,7 milj. m³ kantoja. Pöyryn ja Metsätehon selvityksessä (Kärhä ym. 2010) arvioitiin metsähakepotentiaalia vuodelle 2020 myös MELA-laskennan hakkuuskenaarioiden avulla. Perusskenaariossa kotimaan markkinahakkuiden tasoksi oletettiin 56,6 milj. m³ ja Maksimiskenaariossa 67,9 milj. m³. Perusskenaariossa metsähakkeen teoreettinen korjuupotentiaali oli 105 TWh, teknis-ekologinen 43 TWh ja teknis-taloudellinen 27 TWh. Maksimiskenaariossa vastaavat potentiaalit olivat 115 TWh, 48 TWh ja 29 TWh. Metsähakelajeittain jaoteltuna teknis-taloudellinen korjuupotentiaali oli Perusskenaariossa pienpuulla 7,4 TWh, latvusmassalla 10,3 TWh ja kannoilla 9,2 TWh. Maksimiskenaariossa teknis-taloudellinen korjuupotentiaali oli pienpuulla 6,4 TWh, latvusmassalla 12,8 TWh ja kannoilla 10,1 TWh vuodessa.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida alueellisesti 1) metsähakkeen teknistä korjuupotentiaalia, 2) metsähakkeen käyttöä lämpö- ja voimalaitoksissa sekä 3) näiden kahden välistä erotusta eli ns. metsähaketasetta. Tutkimuksen tulokset laskettiin kiintokuutiometreinä (m³).

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Metsähakepotentiaalit

2.1.1 Nuorten metsien pienpuu

Pienpuupotentiaalit perustuvat valtakunnan metsien kymmenennen inventoinnin (VMI10) koealatietoihin (Korhonen ym. 2012). Koealat on mitattu vuosina 2004–2008, ja kattavat koko maan poislukien Ylä-Lapin. Pienpuuta korjataan energiaksi lähinnä varttuneista taimikoista sekä ensiharvennuksilta, joten tarkastelu rajoitettiin näiden kehitysluokkien koealoihin. Koealoista valittiin ne, joille oli maastoinventoinnissa ehdotettu taimikonhoitoa tai ensiharvennusta seuraavan viiden vuoden kuluessa. Tällaisia koealoja oli yhteensä 8334 kappaletta.

Koealoille simuloitiin alaharvennus Tapion metsänhoitosuosituksen (Hyvän metsänhoidon suosittukset 2006) mukaisesti. Joka koealalle laskettiin runkokuun poistuma ja ainespuun kertymä puulajeittain (mänty, kuusi ja koivu) rinnankorkeuslähimitaltaan yli neljä senttimetriä paksuista puista. Kuitupuupölkyn lyhin sallittu pituus oli kaksi metriä ja minimiläpimittana 6 cm. Rinnankorkeuslähimitaltaan 4–9,5 cm:n puut laskettiin puulajista riippumatta kokonaan energiapuuksi.

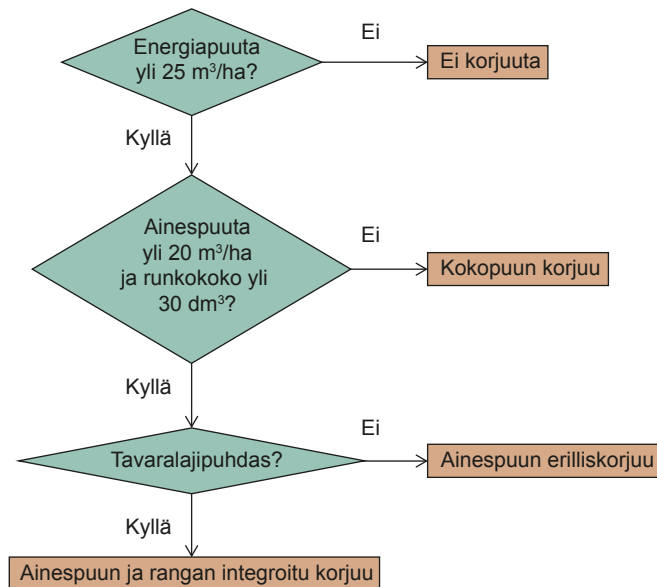
Pienpuulle laskettiin potentiaalit kuntakohtaisesti eri kertymärajoittein (taulukko 1). Kaikissa vaihtoehdoissa energiapuun minimikertymän koealalla tuli olla vähintään 25 m³/ha. Puhtaissa energiapuuvaihtoehdoissa (vaihtoehdot *Ranka* ja *Kokopuu*) ainespuun kertymälle asetettiin enimmäisrajaksi 45 m³/ha, jonka ylittävät koealat katsottiin ainespuukohteiksi. Nimensä mukaisesti vaihtoehdossa *Ranka* laskettiin pelkän rangan potentiaali ja vaihtoehdossa *Kokopuu* mukaan laskettiin myös elävät oksat.

Aines- ja energiapuun integroituun korjuuseen soveltuviksi taas katsottiin puhtaat havupuu- ja koivukoealat, joilla pääpuulajin ainespuun kertymä oli suurempi kuin 20 m³/ha, kertymän keskirunkokoko suurempi kuin 30 dm³ ja energiajakeen kertymä suurempi kuin 25 m³/ha (vaihtoehto *IntegroituPerus*, kuva 1). Energiajake oletettiin korjattavaksi rankana, koska ainespuu korjataan karsittuna ja energiapuu korjataan samalla kalustolla. Ainespuun kertymärajoitteen ja rungon korjauksen vaikutusta tutkittiin laskemalla vaihtoehto *IntegroituMinimi*, jossa ainespuun kertymän tuli olla suurempi kuin 45 m³/ha ja kertymän keskijäreyden suurempi kuin 60 dm³. Ainespuu- ja keskijäreyusrajoitteet olivat näin samat kuin Kärhän ym. (2010) tutkimuksessa Perus- ja Minimiskenaarioissa. Tavaralajipuhtaaksi koeala luettiin, mikäli havupuiden tai koivun ainespuukertymä oli yli 80 % koealan ainespuukertymästä. Jos ainespuun kertymä oli *IntegroituPerus*-vaihtoehdossa pienempi tai yhtä suuri kuin 20 m³/ha tai *IntegroituMinimi*-vaihtoehdossa pienempi tai yhtä suuri kuin 45 m³/ha, kohde oletettiin korjattavaksi energiakäyttöön kokopuuna.

Kaikissa vaihtoehdoissa runkokuun ja elävän latvuksen tekniseksi talteensaannoksi oletettiin 100 %. Kokopuukorjuussa kuolleiden oksien sen sijaan oletettiin varisevan korjuun ja kuljetuksen aikana.

Taulukko 1. Pienpuupotentiaalien laskentavaihtoehdot.

Vaihtoehto	Energiapuuta (m ³ /ha)	Ainespuuta (m ³ /ha)	Integroidun korjuun kohteen vaatimukset
Ranka	> 25	<= 45	-
Kokopuu	> 25	<= 45	-
IntegroituPerus	> 25	-	tavaralajipuhtas, ainespuu>20 m ³ /ha, runko > 30 dm ³
IntegroituMinimi	> 25	-	tavaralajipuhtas, ainespuu>45 m ³ /ha, runko > 60 dm ³



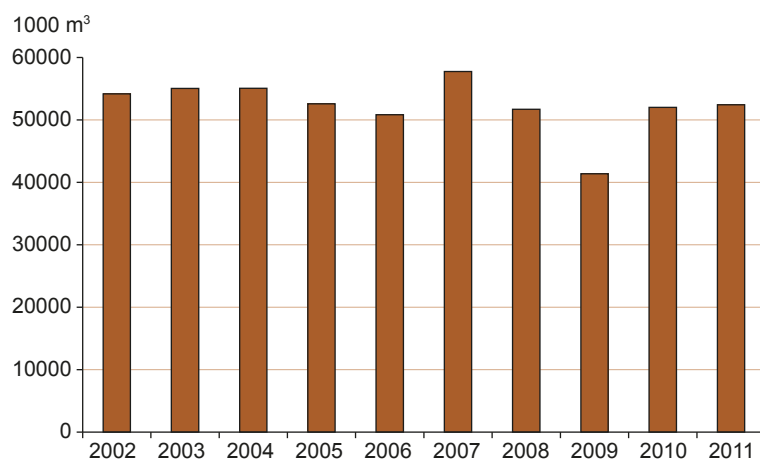
Kuva 1. Integroidun korjuun kohteen valinta vaihtoehdossa *IntegroituPerus*.

2.1.2 Päätehakkuiden latvus- ja kantobiomassa

PäätehakkUILTA kertyvän latvusmassan ja kantojen potentiaalit ovat sidoksissa teollisuuden puunkäyttöön, minkä vuoksi potentiaalilaskelmat perustuivat kuusi- ja mäntytukkien toteutuneisiin markkinahakkuumääriin kunnittain. Hakkuumäärät voivat vaihdella rajusti vuosien välillä, joten laskenta-aineistona käytettiin vuosien 2002–2011 markkinahakkuutilastoja (MetINFO 2013). Vuosina 2002–2011 ero suurimman ja pienimmän hakkuumäärän välillä oli noin 16 miljoonaa kuutiometriä (kuva 2). Markkinavaihtelun huomioimiseksi laskettiin kolmen hakkuutason mukaiset potentiaalit:

1. *Minimi*. Potentiaali, jos markkinahakkuut vuoden 2009 tasolla.
2. *Keskiarvo*. Potentiaali, jos markkinahakkuut vuosien 2002–2011 keskimääräisellä tasolla.
3. *Maksimi*. Potentiaali, jos markkinahakkuut vuoden 2007 tasolla.

Laitila ym. (2008) arvioivat latvusten, oksien, runkohukkapuun ja kantojen osuutta suhteessa korjattuun ainespuumäärään (taulukko 2). Kuusen ja männyn latvusmassakertymää laskettaessa Pohjois-Suomen alueeseen kuuluivat Lapin, Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskusten kunnat (Hakkila 1991). Latvusmassasta suositellaan jätettäväksi korjaamatta noin 30 %, joten latvusmassan talteensaannoksi oletettiin 70 % (Äijälä ym. 2010). Kantojen potentiaalilaskennassa oletettiin, että 65 % päätehakkuidista, joista korjataan latvusmassaa, on myös sopivia kantojen korjuukohteita (Laitila ym. 2008). Nostettavien kantojen talteensaannoksi oletettiin 95 %, koska osa havupuun kannoista jätetään ekologisista syistä nostamatta ja maahan jää noston yhteydessä juuripuuta (Äijälä ym. 2010). Laskelmaan sisällytettiin vain kuusen kannot.



Kuva 2. Markkinahakkuut 2002–2011 koko maassa (MetINFO 2013).

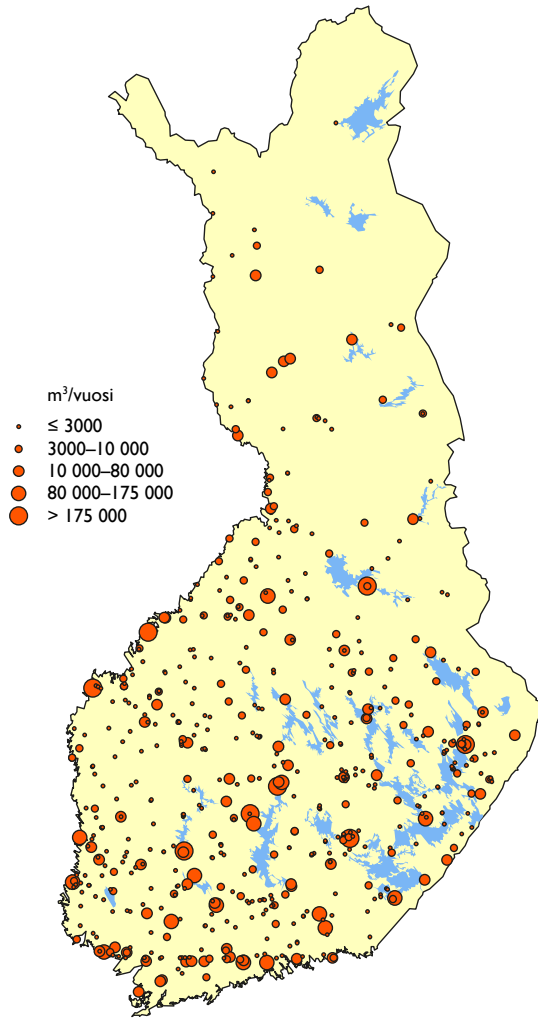
	%
Latvusmassaa per kuusiainespuu-m ³ , Etelä-Suomi	44
Latvusmassaa per kuusiainespuu-m ³ , Pohjois-Suomi	68
Latvusmassaa per mäntyainespuu-m ³ , Etelä-Suomi	21
Latvusmassaa per mäntyainespuu-m ³ , Pohjois-Suomi	28
Latvusmassan talteensaanto työmaalla	70
Kantobiomassaa per kuusiainespuu-m ³	28
Kantobiomassan talteensaanto työmaalla	95

Taulukko 2. Latvus- ja kantobiomassan määrät suhteessa ainespuumäärään ja korjuun talteensaantoprosentit.

2.2 Metsähakkeen käyttö

Metla tilastoi lämpö- ja voimalaitosten kiinteiden puupolttoaineiden käyttöä (Ylitalo 2012). Vuonna 2011 metsähaketta ilmoitti käyttäneensä yhteensä 587 laitosta (kuva 3). Laitosten käyttömäärät ja sijainti siirrettiin paikkatietojärjestelmään, jonka avulla määritettiin metsähakkeen hankinta-alue. Tutkimuksessa käytetty käyttöpaikkojen hankinta-alue pohjautui Metlassa aiemmin tehtyyn kyselytutkimukseen (Kurki ym. 2012). Laitokset jaettiin metsähakkeen käyttömäärän mukaan viiteen luokkaan, ja kullekin luokalle määritettiin pisin kuljetusmatka metsähakkeen hankinnassa (taulukko 3).

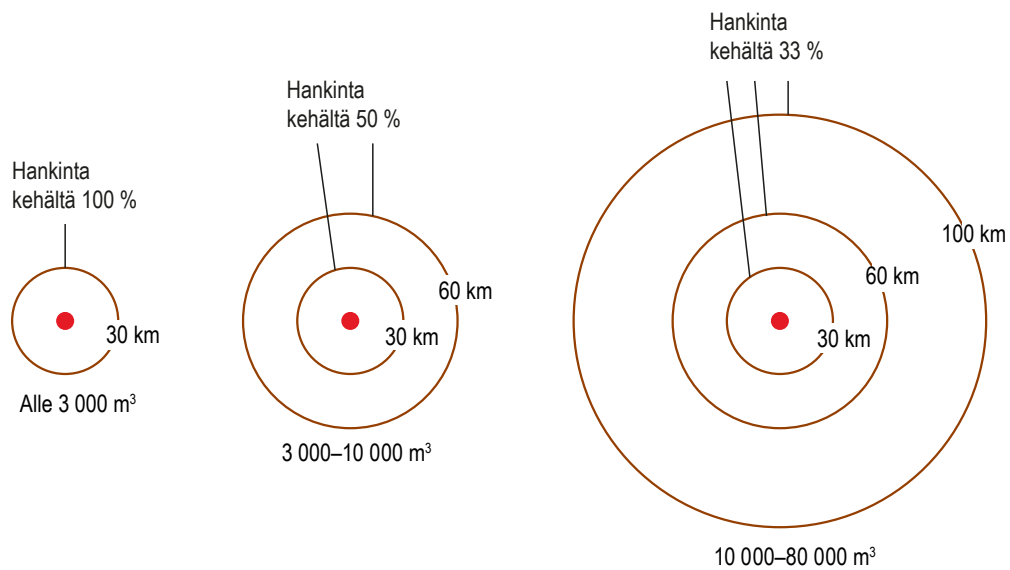
Hankinta-alueen määrittämisessä huomioitiin myös se, että laitokset pyrkivät hankkimaan raaka-aineensa mahdollisimman läheltä. Tämä toteutettiin laskennassa siten, että laitosten ympärille muodostettiin taulukon 3 hankintasäteiden mukaisesti hankintaympyröitä, joilta jokaiselta laitos hankkii saman verran raaka-ainetta. Säteen kasvaessa myös ympyrän pinta-ala kasvaa, joten suhteessa pinta-alaan sisemmiltä ympyröiltä hankitaan enemmän raaka-ainetta. Pienimpien laitosten oletettiin siten hankkivan raaka-aineensa yhden ympyrän sisältä, ja laitokseen kasvaessa ympyröiden määrä kasvoi siten, että suurimmilla laitoksilla ympyröitä oli viisi (kuva 4). Laskennassa oletettiin hankintasäteen enimmäispituuden olevan 200 kilometriä.



Taulukko 3. Laskennassa käytetyt laitosten hankinta-alueiden säteet käyttömäärän mukaan.

Hankinta-alueen säde, km	Käyttömäärä, m ³
30	≤ 3000
60	≤ 10000
100	≤ 80000
150	≤ 175000
200	> 175000

Kuva 3. Vuonna 2011 metsähaketta käyttäneet lämpö- ja voimalaitokset käyttömäärän mukaan luokiteltuna.



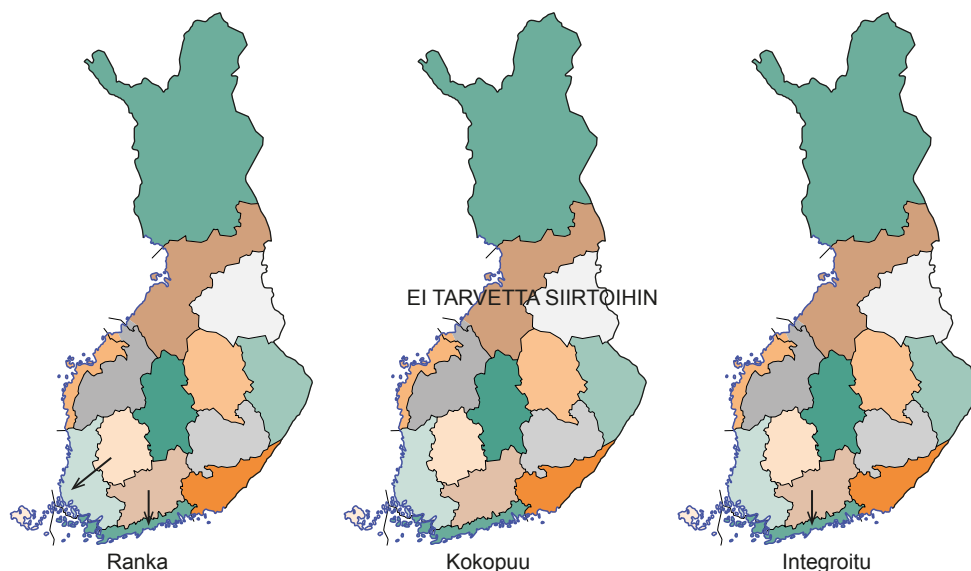
Kuva 4. Hankintamäärän jakaantuminen hankinta-alueen sisällä.

Käyttömäärät jaettiin eri raaka-aineille (pienpuu, latvusmassa, kannot) laitosten ilmoittamien prosenttijakaumien avulla. Laitoksille, joilta kyseinen jakauma puuttui (91 kappaletta), käytettiin suurimpien laitosten osalta vuoden 2010 käyttötilastoa ja pienempien osalta pienten laitosten käyttäjakaumien keskiarvoja.

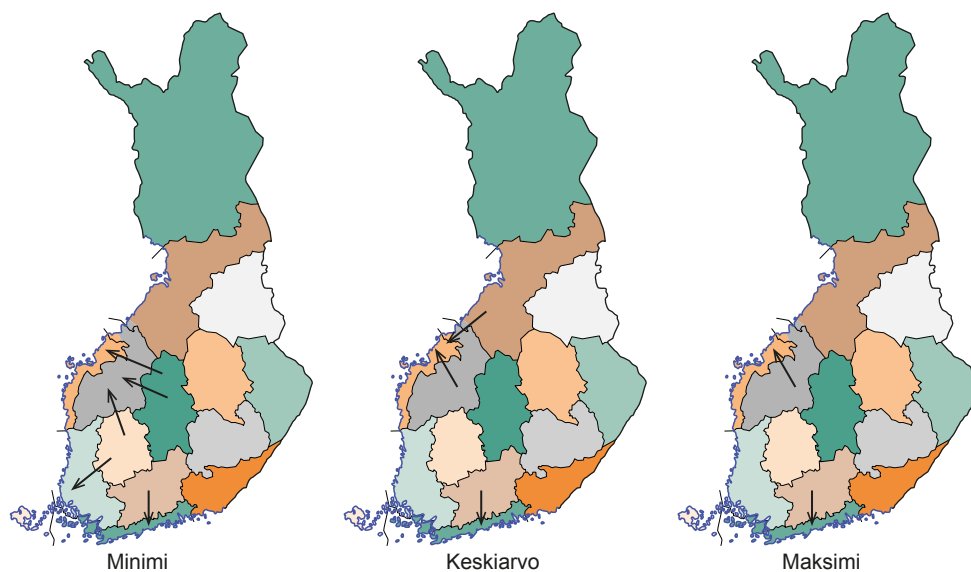
Laitosten hankkiman metsähakkeen oletettiin tulevan puuntuotannon metsämaalta. Puuntuotannon metsämaaksi laskettiin tässä tutkimuksessa alueet, jotka CORINE Land Cover 2005 -luokituksen mukaan olivat sulkeutuneita metsiä tai harvapuustoisia alueita, ja jotka eivät sijainneet suojelualueilla tai kuuluneet Natura 2000 -verkostoon. Lisäksi hankinta-alue rajattiin Manner-Suomeen. Mikäli kahden tai useamman laitoksen hankintaympyrät leikkasivat, laskettiin laitosten hankintamäärät päällekkäisellä hankinta-alueella yhteen.

2.3 Metsähaketase

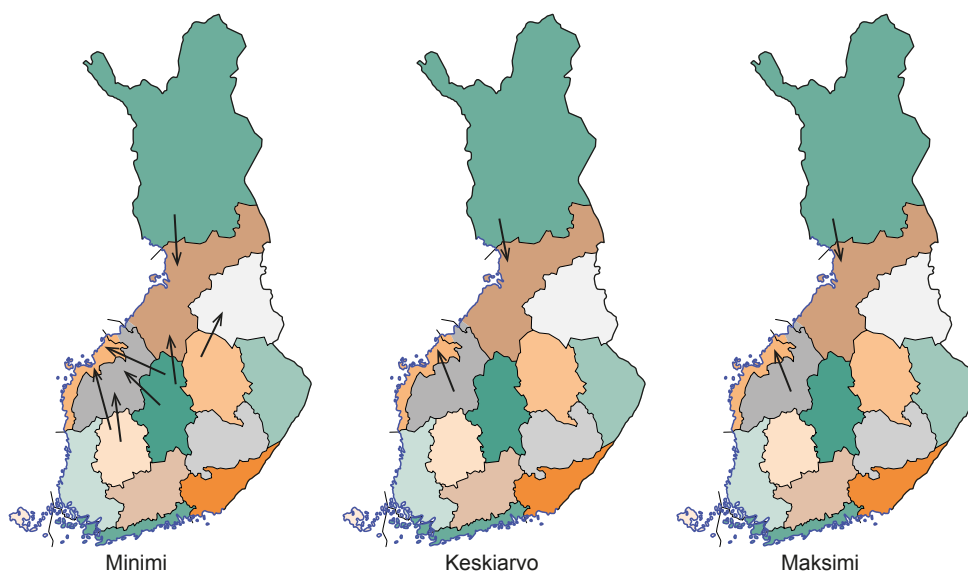
Metsähakkeen alueellisen potentiaalin ja lämpö- ja voimalaitosten metsähakkeen käytön erotus eli ns. vapaa potentiaali esitettiin teemakarttoina. Alueilla, joilla erotus muodostui negatiiviseksi, kasvatettiin hankinta-aluetta metsäkeskuksen sisällä, kunnes erotus oli nolla. Jos metsäkeskuksen alueella ei ollut riittävästi potentiaalia, haettiin vapaa potentiaali lähimmästä metsäkeskuksesta, jossa oli vielä käyttämätöntä potentiaalia (kuvat 5-7).



Kuva 5. Vapaan pienpuupotentiaalin siirrot metsäkeskuksittain.



Kuva 6. Vapaan latvusmassapotentiaalin siirrot metsäkeskuksittain.



Kuva 7. Vapaan kantopotentiaalin siirrot metsäkeskuksittain.

3 Tulokset

3.1 Metsähakepotentiaali

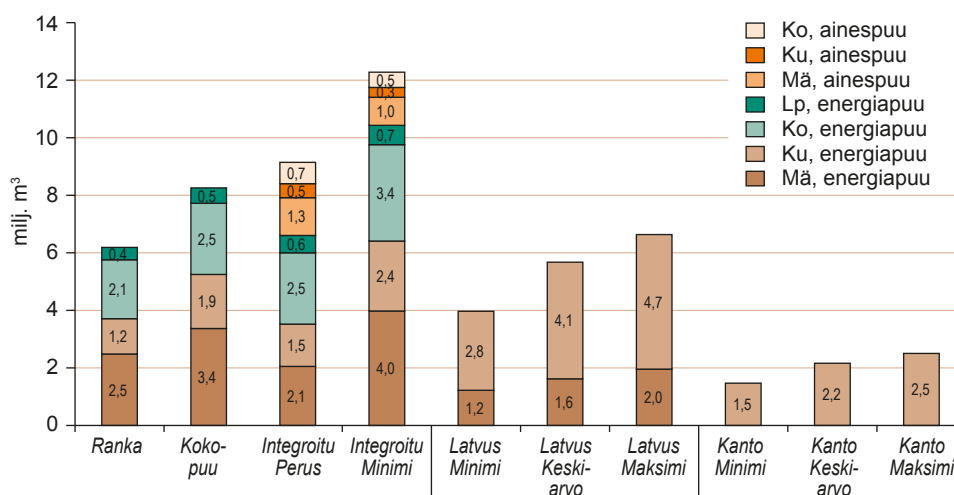
Pienpuun hakkuutapa vaikuttaa merkittävästi potentiaaliin. Kun korjuu oletettiin tapahtuvan rankana, jäi potentiaali 6,2 miljoonaan kuutiometriin vuodessa (kuva 8). Jos taas kaikki korjuu tehtiin kokopuuna, oli potentiaali 8,3 milj. m³. Energiapuun korjuun integrointi ainespuun korjuuseen kasvatti potentiaalin 6,6–10,4 milj. m³:iin riippuen ainespuun kertymä- ja järeysvaatimuksista. Lisäksi samoilta kohteilta kertyi energiapuun ohella ainespuuta 1,8–2,5 milj. m³. Ainespuun osuus integroidun korjuun kohteilla laskentavaihtoehdossa *IntegroituPerus* oli keskimäärin

54 % (minimi 15 %, maksimi 88 %) ja laskentavaihtoehdossa *IntegroituMinimi* keskimäärin 66 % (minimi 27 %, maksimi 88 %).

Latvusmassan potentiaali on vain 4,0 milj. m³, jos hakkuut ovat vuoden 2009 tasolla (kuva 8). Jos taas hakkuut ovat vuosien 2002–2011 keskimääräisellä tasolla, on potentiaali 5,7 milj. m³. Vuoden 2007 hakkuutasolla potentiaali on 6,6 milj. m³. Näitä hakkuutasoja vastaavat kuusen kanto-
 potentiaalit ovat 1,5, 2,2 ja 2,5 milj. m³.

Ranka- ja kokopuupotentiaaleista mäntyä on noin kaksi viidesosaa, koivua kolmannes, kuusta yksi viidesosa ja loput muuta lehtipuuta (kuva 8). Vaihtoehdossa *IntegroituPerus* männyn osuus energiapuusta on vajaa kolmannes, koivun kaksi ja kuusen yksi viidesosaa. Vaihtoehdossa *IntegroituMinimi* vastaavat osuudet ovat kaksi viidennestä, yksi kolmannes ja yksi neljäs. Koska latvusmassan potentiaalilaskelmat perustuivat kuusi- ja mäntytukkien ja kantojen laskelmat kuu-
 situkkien hakkuutilastoihin, ei potentiaaleissa ole koivua tai muuta lehtipuuta. Latvusmassan potentiaalista n. 70 % on kuusta ja loput mäntyä.

Eniten pienpuupotentiaalia on Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskusten alueilla, jotka ovat pinta-alaltaan suuria (taulukko 4). Pinta-alaa kohti suurimmat potentiaalit löytyvät Pirkanmaan, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon, Etelä-Savon, Keski-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskuksista (Liite: kuvat L1-L3). Suurimmat latvusmassa- ja kantopotentiaalit toteutuneella hakkuiden rakenteella olisivat Häme-Uusimaan, Etelä-Savon, Keski-Suomen ja Pohjois-Savon metsäkeskusten alueilla. Pinta-alaan suhteutettuna ylivoimaisesti eniten potentiaalia olisi Häme-Uusimaan alueella (Liite: kuvat L4-L9).



Kuva 8. Pienpuun, latvusmassan ja kantojen metsähakepotentiaalit eri laskentavaihtoehdoilla. Mä = mänty, Ku = kuusi, Ko = koivu, Lp = muu lehtipuu.

Taulukko 4. Metsähakepotentiaalit metsäkeskustasolla (1000 m³).

Metsäkeskus	Ranka	Kokopuu	IntegroituPerus	LatvusKeskiarvo	KantoKeskiarvo
Rannikko (etelä)	130	172	127	116	51
Lounais-Suomi	217	297	287	382	155
Häme-Uusimaa	342	471	308	656	321
Kaakkois-Suomi	230	315	253	439	179
Pirkanmaa	288	398	391	467	217
Etelä-Savo	512	684	437	629	252
Etelä-Pohjanmaa	306	416	238	292	101
Keski-Suomi	468	624	543	599	265
Pohjois-Savo	512	699	471	572	273
Pohjois-Karjala	567	752	612	401	146
Kainuu	469	631	384	345	57
Pohjois-Pohjanmaa	1050	1378	815	346	69
Lappi	917	1180	1571	264	30
Rannikko (Pohjanmaa)	181	238	166	168	48
Yhteensä	6189	8256	6603	5676	2164

3.2 Metsähaketase

Pienpuuta käytetään eniten Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Lapin ja Häme-Uusimaan metsäkeskusten alueella, joissa käyttömäärät ovat noin 300 000 kiintokuutiometrin luokkaa. Joka metsäkeskuksen alueella on vielä vapaata potentiaalia jäljellä (Taulukko 5). Joidenkin käyttöpaikkojen ympärillä on kuitenkin alueita, joilla vapaata potentiaalia ei enää ole (Liite: kuvat L10-L12).

Latvusmassan käyttö on puolestaan runsainta Häme-Uusimaan, Keski-Suomen, Rannikon (Pohjanmaan alue), Etelä-Savon, Etelä-Pohjanmaan, Pirkanmaan ja Kaakkois-Suomen metsäkeskusten alueilla, joissa käyttö ylittää 200 000 kiintokuutiometrin rajan. Vähiten vapaata potentiaalia on Rannikon, Etelä-Pohjanmaan ja Lounais-Suomen metsäkeskusten alueilla (taulukko 5, Liite: kuvat L13-L15).

Taulukko 5. Metsähaketase metsäkeskuksittain eri jakeilla ja laskentavaihtoehdoilla (1000 m³).

Metsäkeskus	Ranka	Kokopuu	IntegroituPerus	LatvusKeskiarvo	KantoKeskiarvo
Rannikko (etelä)	0	29	0	0	17
Lounais-Suomi	0	43	38	81	54
Häme-Uusimaa	37	176	3	351	220
Kaakkois-Suomi	77	162	101	239	73
Pirkanmaa	17	162	158	265	128
Etelä-Savo	232	404	158	391	175
Etelä-Pohjanmaa	100	209	32	0	14
Keski-Suomi	152	308	229	332	137
Pohjois-Savo	312	499	272	452	241
Pohjois-Karjala	379	563	424	220	121
Kainuu	420	583	335	237	1
Pohjois-Pohjanmaa	686	1013	452	164	0
Lappi	625	889	1282	224	15
Rannikko (Pohjanmaa)	75	133	59	0	0
Yhteensä	3111	5173	3542	2956	1195

Kantojen käyttö on suurinta Keski- ja Etelä-Suomessa. Keski-Suomen, Lounais-Suomen, Häme-Uusimaan ja Kaakkois-Suomen metsäkeskusten alueilla ylitetään 100 000 kiintokuution käyttömäärät kantojen osalta. Vapaata potentiaalia on vähän tai ei lainkaan Lapin, Pohjois-Pohjanmaan, Kainuun, Rannikon ja Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksissa (taulukko 5, Liite: kuvat L16-L18).

4 Tulosten tarkastelu

Eri potentiaalivaihtoehdot osoittavat, kuinka herkkiä estimaatit ovat oletuksille ainespuun markkinahakkuiden tasosta tai korjuumenetelmästä ja kohteen valinnasta. Estimaattien vaihteluväli tarjoaa joka tapauksessa parempaa tietoa kuin vain yksi piste-estimaatti. Käytettyjen laskentamenetelmien eduksi voidaan katsoa myös se, että paikkatietoanalyysi mahdollistaa alueellisen tase-tarkastelun, jota ei ole aiemmin tehty.

Tulosten käyttäjän on syytä kuitenkin ottaa huomioon seuraavat seikat: Arviot kuvaavat nykyhetken potentiaaleja. Pienpuupotentiaalit perustuvat tämän hetkisiin VMI-tietoihin metsänhoidollisista taimikonhoito- ja ensiharvennustarpeista. Laskelmissa kaikki lähimmän viisivuotiskauden toimenpide-ehdotukset oletetaan toteutettavaksi viiden vuoden sisällä; toisin sanoen havaitut taimikonhoito- ja ensiharvennusrästit purettaisiin viiden vuoden aikana. Pienpuupotentiaalilaskelmissa ei kuitenkaan ole kasvatettu koelaloilta mitattuja puita, vaan kertymien oletettiin olevan mittaushetken mukaisia, mikä on aliarvio todellisista hakkuuhetken kertymistä. Latvusmassa- ja kantopotentiaalit taas perustuvat hakkuutilastoihin, eikä tulevien hakkuiden määrä tai rakenne välttämättä vastaa toteutuneita. On myös huomattava, että valitut minimi- ja maksimivuodet laskennassa eivät ole olleet vuosikymmenen minimi- ja maksimivuotia kaikilla puutavaralajeilla eikä kaikissa metsäkeskuksissa. Lisäksi laskennassa ei ole otettu huomioon tulevan metsälain mahdollistamia hakkuutapojen muutoksia, vaan metsänhoidon ja hakkuiden on oletettu jatkuvan aiempien vuosien kaltaisena.

Pienpuupotentiaalilaskelmat perustuvat puuntuotannon metsämaahan, johon eivät kuulu mm. suoje-lualueiden ja -ohjelmien metsämaat. Yleiskaavoissa olevia rajoituksia ei VMI-pohjaisissa laskelmissa ole tähän mennessä voitu ottaa huomioon, ei myöskään tässä tutkimuksessa. Metlassa ollaan parhail-laan kokoamassa yleiskaava-aineistoja, ja alustavat tulokset osoittavat, että yleiskaavoissa olevat rajoitukset eivät Etelärannikkoa lukuun ottamatta supista merkittävästi puuntuotannon metsämaan alaa.

Tukkipuun hakkuutilastoihin pohjautuva latvusmassan ja kantojen potentiaalien arviointi toimii kohtuullisen hyvin Etelä- ja Keski-Suomen alueella, jossa päätehakkuiden puukertymästä tukin osuus on luokkaa 90 %. Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa tukkiutilastoihin perustuva arviointimenetelmä antaa systemaattisesti aliarvioita latvusmassan ja kantojen todellisesta korjuupotentiaalista, koska päätehakkuiden tukkiprosentti on selvästi pienempi kuin Etelä- ja Keski-Suomessa. Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa tukkiprosentti on 50–75 %, ellei jopa vieläkin vähemmän. Kantojen osalta em. virhe ei ole niin suuri kuin latvusmassalla, koska nostettavat kannot ovat pe-räisin tukkipuusta.

Metsähakkeen käyttömääriin ei tässä tutkimuksessa ole luettu pienkiinteistöjen metsähakkeen käyt-töä. Koko maan tasolla vuonna 2012 metsähakkeen laitoskäyttö oli 7,6 miljoonaa kuutiometriä, min-kä lisäksi haketta käytettiin pienkiinteistöissä arviolta 0,7 miljoonaa kuutiometriä (Ylitalo 2013).

Jatkotutkimuksissa tulisi laskea tase metsähakkeen tuleville potentiaaleille ja käyttömäärille. Käyttöpotentiaaliksi vuonna 2020 on ennustettu 25,4 TWh, josta valtaosa käytetään suurissa lämpö- ja voimalaitoksissa (Laitila ym. 2010).

Jatkossa mukaan tulisi lukea myös Ahvenanmaan ja saaristokuntien potentiaalit ja käytöt sekä energiapuun tuonti. Ahvenanmaan maakunnan metsähakkeen käyttö vuonna 2012 oli vain 37 000 m³ (Ylitalo 2013). Tuonnin osuus oli 400 000 m³.

Laitosten hankinta-alueiden laskennassa käytetyt kuljetusmatkat ja hankinnan jakautuminen ovat karkeita, kyselytutkimukseen perustuvia oletuksia. Laitosten todellisia hankinta-alueita ja markkinaosuuksia ei tiedetä. Myös näitä pitäisi selvittää jatkotutkimuksissa.

Vapaa potentiaali ei tarkoita metsähakkeen saatavuutta, jonka määrää metsänomistajan myyntihalukkuus. Lisäksi päätehakkuilla ainespuun ostavalla yhtiöllä on etulyöntiasema latvusmassan ja kantojen suhteen. Myyntihalukkuutta on tutkittu aiemmin, mutta koska toimintaympäristö on muuttunut olennaisesti, ei myyntihalukkuutta huomioitu tässä tutkimuksessa. Vertailun vuoksi: Maidell ym. (2008) laskivat vuonna 1999–2000 kerätyn aineiston perusteella niiden metsänomistajien suhteellisen osuuden kaikkien samasta läänistä vastanneiden metsänomistajien metsämaan pinta-alasta, jotka olivat valmiita myymään energiapuuta itse määrittelemällään hinnalla. Maakunnasta riippuen tämä osuus oli 65–68 %. Järvisen ym. (2006) tutkimuksen mukaan pienpuuta voisi luovuttaa 72 %, hakkuutähteitä 74 %, hukkarunkoja 72 % ja kantoja 71 % metsänomistajista. Uusimman tutkimuksen mukaan rankaa olisi ollut valmis luovuttamaan maksua vastaan 76 %, kokopuuta 81 %, latvusmassaa 76 % ja kantoja 51 % metsänomistajista (Mynttinen ym. 2010). Tähän tutkimukseen haastateltiin kuitenkin vain eteläsavolaisia metsänomistajia. Todellinen saatavuus on siis joka tapauksessa pienempi kuin vapaa potentiaali. Energiapuun myyntihalukkuutta tulisi selvittää uusilla tutkimuksilla.

Toisaalta tutkimuksessa on sisäänrakennettuna ajatus, että metsähakkeen käyttöä voitaisiin lisätä vain alueilla, joilla on nykykäytön yli jäävää, vapaata potentiaalia. Todellisuudessa myös nykykäyttö on tietenkin kilpailun alaista.

5 Johtopäätökset

Tulosten perusteella koko maan tasolla metsähaketta on riittävästi vuoden 2020 metsähakkeen käyttötavoitteen saavuttamiseen, mutta paikallisesti hakkeesta on kilpailua. Metsähakkeen käyttömäärien kasvaessa joudutaan käyttämään kalliimpia jakeita ja/tai kuljettamaan osa hakkeesta kauempaa. Tällainen riski realisoituu myös, jos teollisuuden ainespuuhakkuut laskevat alle viime vuosien keskitason ja päätehakkuilta korjattavan metsähakkeen saatavuus vähenee.

Suurin kasvumahdollisuus on pienpuussa. Etenkin integroitu korjuu tarjoaa kohtuullisen suuren energiapuupotentiaalin, minkä lisäksi leimikon puustosta voidaan korjata järeämpi osa ainespuukäyttöön ja jättää ainespuuksi kelpaamaton tai huonompilaatuinen puu energiakasaan. Tämän tutkimuksen mukaan latvusmassapotentiaali on länsirannikolla, ja kantopotentiaali myös Pohjois-Suomessa, jo täyskäytössä.

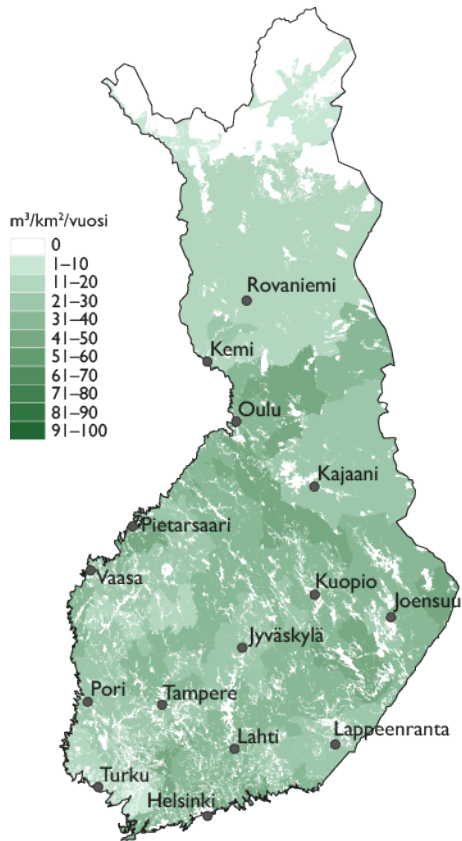
Kirjallisuus

- Asikainen A., Ranta T., Laitila J. & Hämäläinen, J. 2001. Hakkuutähdehakkeen kustannustekijät ja suurimittakaavainen hankinta. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 131. 107 s.
- & Anttila, P. 2009. Jatkuuko metsäenergian käytön kasvu? Julkaisussa: Hänninen, R. & Sevola, Y. (toim.). Metsäsektorin suhdannekatsaus 2009-2010. Metsäntutkimuslaitos. s. 55-57.
- Hakkila, P. 1991. Hakkuupoistuman latvusmassa. *Folia Forestalia* 773. 24 s.
- (toim.) 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.
- 2004. Puuenergian teknologiaohjelma 1999–2003. Loppuraportti. Teknologiaohjelmaraaportti 5/2004. 135 s.
- Heikkilä, J., Laitila, J., Tanttu, V., Lindblad, J., Sirén, M., Asikainen, A., Pasanen, K. & Korhonen, K.T. 2005. Karsitun energiapuun korjuuvaihtoehdot ja kustannustekijät. Metlan työraportteja 10. 56 s.
- Helynen, S., Flyktman, M., Asikainen, A. & Laitila, J. 2007. Metsätalouteen ja metsäteollisuuteen perustuvan energialiiketoiminnan mahdollisuudet. VTT Tiedotteita 2397. 66 s.
- Hynynen, J. 2001. Energiapuuvarat. Julkaisussa: Nurmi, J. ja Kokko, A. (toim.). Biomassan tehostetun talteenoton seurannaisvaikutukset metsässä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 816. s. 9–16.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. ISBN 13-978-952-5118-84-1.
- Järvinen, E., Rämö, A-K. & Silvennoinen, H. 2006. Energiapuun tuotanto ja markkinat: Metsänomistajakysely. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja Nro 199.
- Keskimölo, A. & Malinen, J. 1997. Lapin metsänkäyttökkenaarioiden energiapuukertymät. Metsätieteen aikakauskirja 3/1997: 375–388.
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Viiri, H., Heikkinen, J., Henttonen, H., Hotanen, J-P., Mäkelä, H., Nevalainen, S., Pitkänen, J. 2013. Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008. Hyväksytyt käsikirjoitus Metsätieteen Aikakauskirjaan. Metsäntutkimuslaitos.
- Kurki, P., Mutanen, A. & Anttila, P. 2012. Energiapuumarkkinat - käytännön kokemukset ja tilastointimahdollisuudet. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 228. 64 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp228.htm>.
- Kärhä, K., Elo, J., Lahtinen, P., Räsänen, T., Keskinen, S., Saijonmaa, P., Heiskanen, H., Strandström, M. & Pajujoja, H. 2010. Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa 2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto. 66/2010. 68 s.
- Kärkkäinen, L., Matala, J., Härkönen, K., Kellomäki, S. & Nuutinen, T. 2008. Potential recovery of industrial wood and energy wood raw material in different cutting and climate scenarios for Finland. *Biomass and Bioenergy* 32(10): 934–943.
- Laitila, J., Asikainen, A., Sikanen, L., Korhonen, K.T. & Nuutinen, Y. 2004. Pienpuuhakkeen tuotannon kustannustekijät ja toimituslogistiikka. Metlan työraportteja 3. 57 s.
- , Asikainen, A. & Anttila, P. 2008. Energiapuuvarat. Julkaisussa: Kuusinen, M. & Ilvesniemi, H. (toim.). Energiapuun korjun ympäristövaikutukset, tutkimusraportti. Tapion ja Metlan julkaisuja. Saatavissa: www.metsavastaa.net/energiapuu/raportti. s. 6-12.
- , Leinonen, A., Flyktman, M., Virkkunen, M. & Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita 2564. 143 s.
- Leiviskä, V., Ahonen, A. & Kiukaanniemi, E. 1993. Pohjois-Suomen energiapuuvarat. Oulun yliopisto, Pohjois-Suomen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 1993:95. 31 s.
- Maidell, M., Pyykkönen, P. & Toivonen, R. 2008. Metsäenergiapotentiaalit Suomen maakunnissa. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen työpapereita 106. 42 s.
- Malinen, J. & Pesonen, M. 1996. Etelä-Suomen energiapuuvarat. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 610. 33 s.
- , Pesonen, M., Määttä, T. & Kajanus, M. 2001. Potential harvest for wood fuels from logging residues and first thinnings in Southern Finland. *Biomass and Bioenergy* 20(3):189–196.
- MetINFO. 2013. MetINFO – Metsätietopalvelut. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo>.

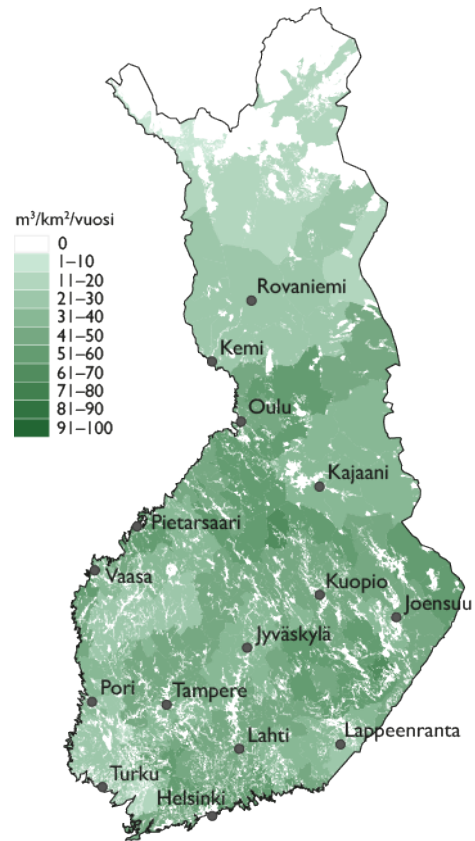
- Mielikäinen, K., Hirvelä, H., Härkönen, K. & Malinen J. 1995. Energiapuun osana metsänkasvatusta Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 556. 56 s.
- Mynttinen, S., Karttunen, K. & Handelberg, J. 2010. Energiapuun tarjontahalukkuus. Julkaisussa: Karttunen, K., Föhr, J. & Ranta, T. (toim.). Energiapuuta Etelä-Savosta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. LUT Energia. Tutkimusraportti 7. s. 11–32.
- Pasanen, K., Vesterlin, V., Keskimölo, A., Soimasuo, J. & Tokola, T. 1997. Alueellisten energiapuuvarojen arviointimenetelmä. Metsätieteen aikakauskirja 1/1997: s. 25–35.
- Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. 130 s.
- Ranta, T. 2002. Logging residues from regeneration fellings for biofuel production – a GIS-based availability and supply cost analysis. Väitöskirja, Acta Universitatis Lappeenrantaensis 128, Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 180 s.
- 2005. Logging residues from regeneration fellings for biofuel production – a GIS-based availability analysis in Finland. Biomass and Bioenergy 28:171–182.
- , Lahtinen, P., Elo, J. & Laitila, J. 2007. The effect of CO2 emission trade on the wood fuel market in Finland. Biomass and Bioenergy 31(8): 535-542.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiaosasto. 2013. Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. VNS 2/2013 vp. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 8/2013. 55 s.
- Ylitalo, E. 2010. Puun energiakäyttö 2009. Metsätilastotiedote 16/2010. 7 s.
- 2012. Puun energiakäyttö 2011. Metsätilastotiedote 16/2012. 7 s.
- 2013. Puun energiakäyttö 2012. Metsätilastotiedote 15/2013. 7 s.
- Äijälä, O., Kuusinen, M. & Koistinen, A. 2010. Hyvän metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen ja kasvatukseen. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 31 s. Saatavissa: http://www.tapio.fi/files/tapio/Aineistopankki/Energiapuusuositukset_verkkoon.pdf.

Liite

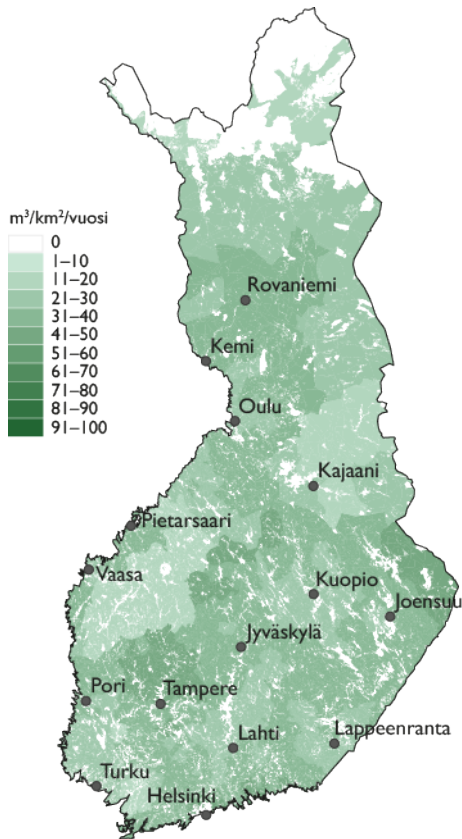
- Kuva L 1. Pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi rankana (laskentavaihtoehto Ranka).
- Kuva L 2. Pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi kokopuuna (laskentavaihtoehto Kokopuu).
- Kuva L 3. Pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi integroituna (laskentavaihtoehto IntegroituPerus).
- Kuva L 4. Latvusmassapotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla (laskentavaihtoehto LatvusMinimi).
- Kuva L 5. Latvusmassapotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla (laskentavaihtoehto LatvusKeskiarvo).
- Kuva L 6. Latvusmassapotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla (laskentavaihtoehto LatvusMaksimi).
- Kuva L 7. Kantopotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla (laskentavaihtoehto KantoMinimi).
- Kuva L 8. Kantopotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla (laskentavaihtoehto KantoKeskiarvo).
- Kuva L 9. Kantopotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla (laskentavaihtoehto KantoMaksimi).
- Kuva L 10. Pienpuutase, jos korjuu tapahtuisi rankana.
- Kuva L 11. Pienpuutase, jos korjuu tapahtuisi kokopuuna.
- Kuva L 12. Pienpuutase, jos korjuu tapahtuisi integroituna.
- Kuva L 13. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla.
- Kuva L 14. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla.
- Kuva L 15. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla.
- Kuva L 16. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla.
- Kuva L 17. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla.
- Kuva L 18. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla.



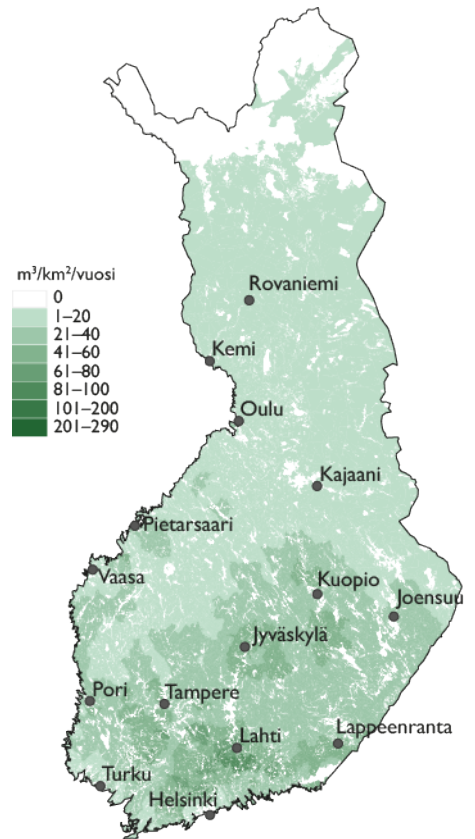
Kuva L 1. Pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi rankana (laskentavaihtoehto *Ranka*).



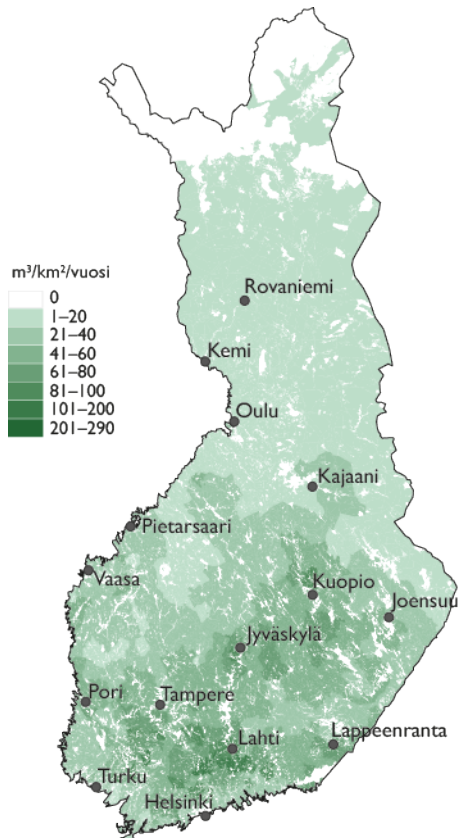
Kuva L 2. Pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi kokopuuna (laskentavaihtoehto *Kokopuu*).



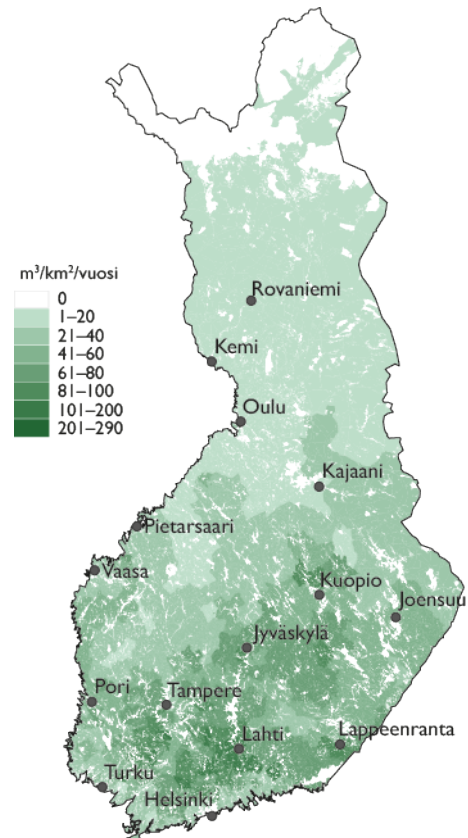
Kuva L 3. Pienpuupotentiaali, jos korjuu tapahtuisi integroituna (laskentavaihtoehto *IntegroituPerus*).



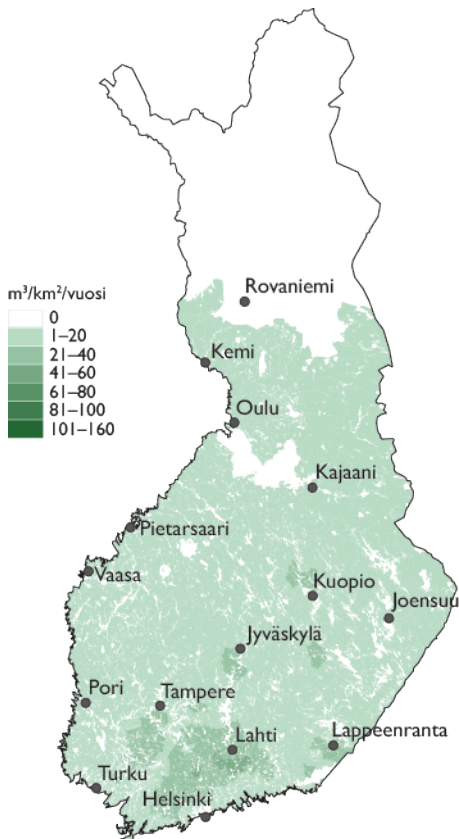
Kuva L 4. Latvusmassapotentiaali, jos markkina-hakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla (laskentavaihtoehto *LatvusMinimi*).



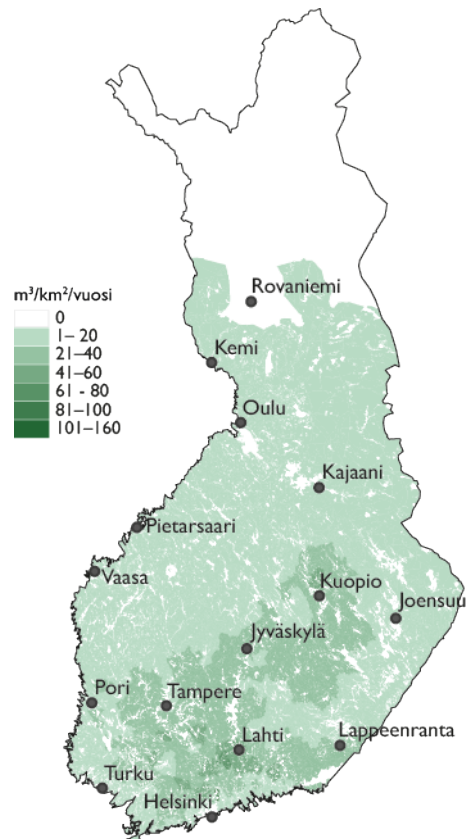
Kuva L 5. Latvusmassapotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla (laskentavaihtoehto *LatvusKeskiarvo*).



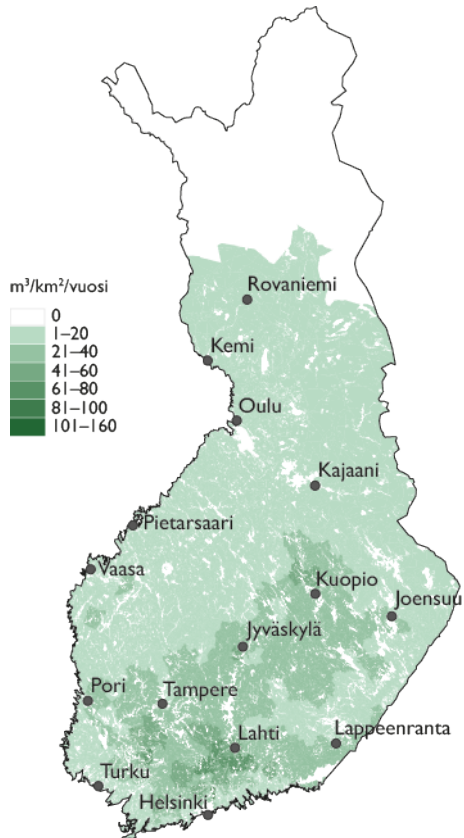
Kuva L 6. Latvusmassapotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla (laskentavaihtoehto *LatvusMaksimi*).



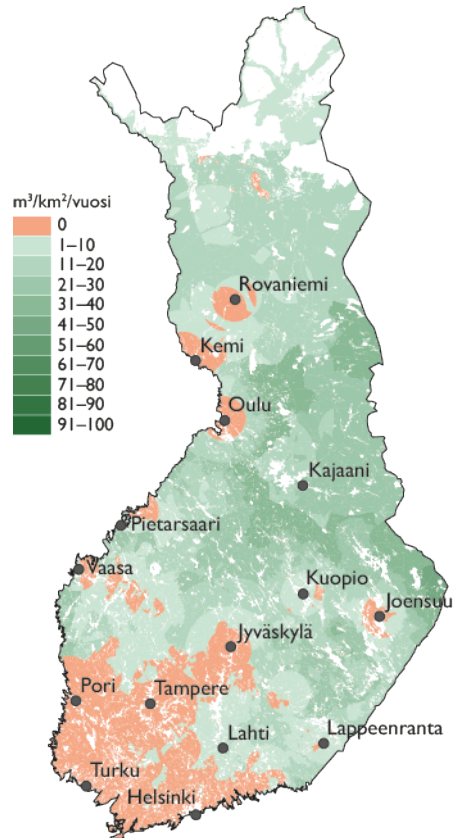
Kuva L 7. KantoMaksimi, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla (laskentavaihtoehto *KantoMinimi*).



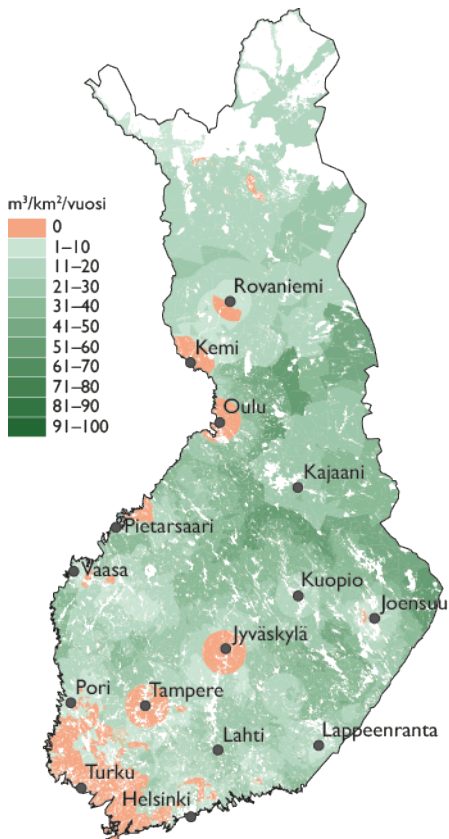
Kuva L 8. KantoMaksimi, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla (laskentavaihtoehto *KantoKeskiarvo*).



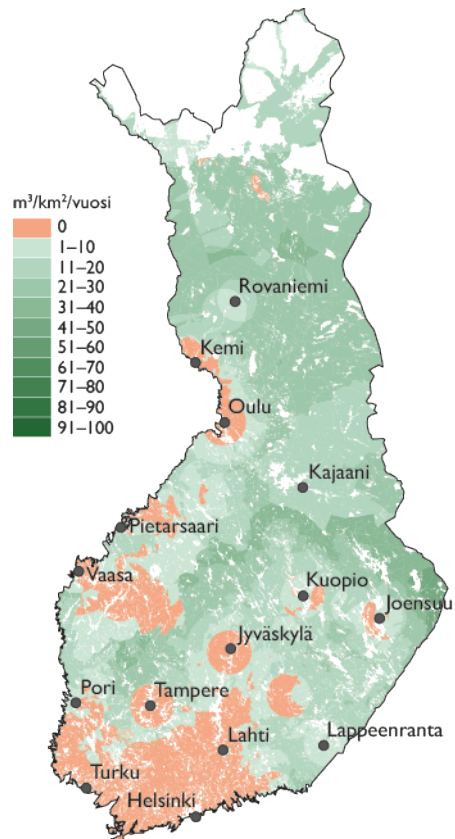
Kuva L 9. Kantopotentiaali, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla (laskentavaihtoehto *KantoMaksimi*).



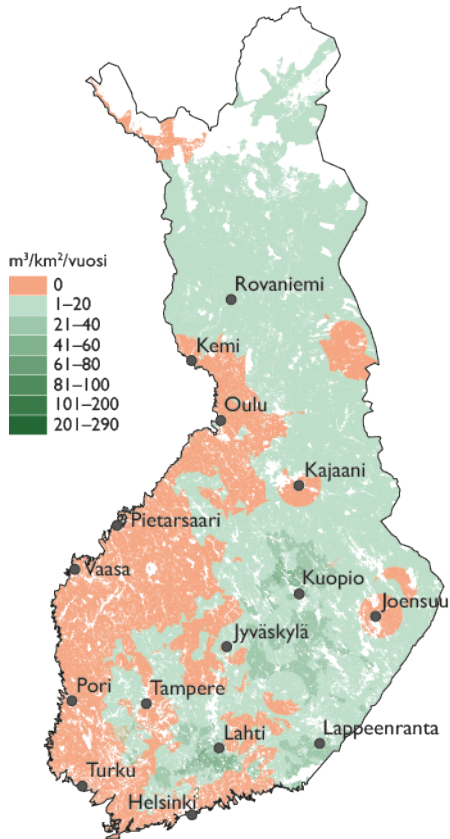
Kuva L 10. Pienputase, jos korjuu tapahtuisi rannalla.



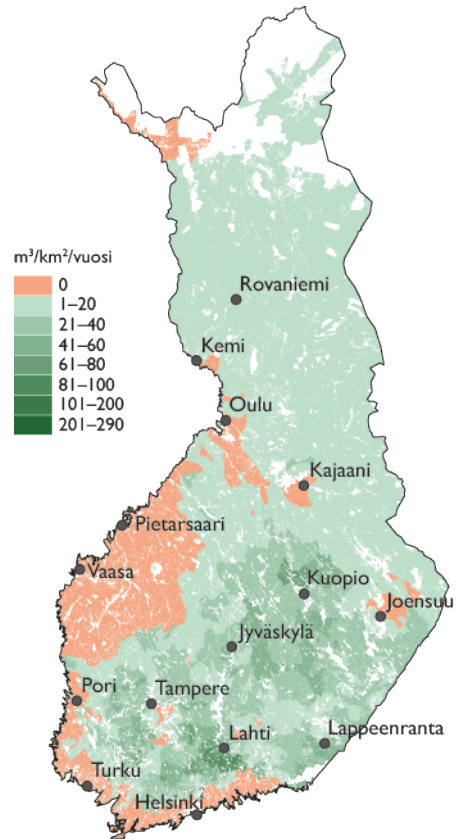
Kuva L 11. Pienputase, jos korjuu tapahtuisi kokopuuna.



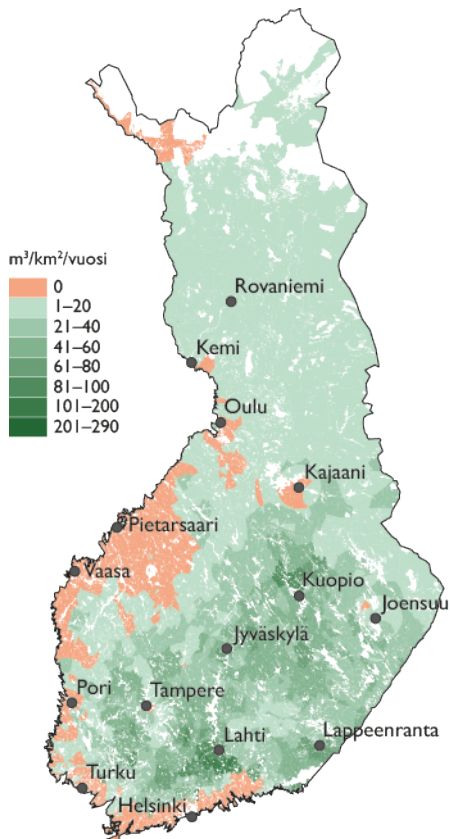
Kuva L 12. Pienputase, jos korjuu tapahtuisi integroituna.



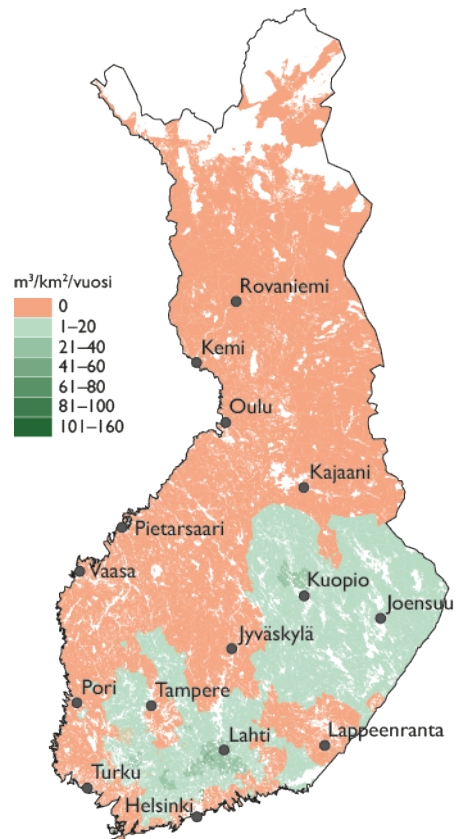
Kuva L 13. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla.



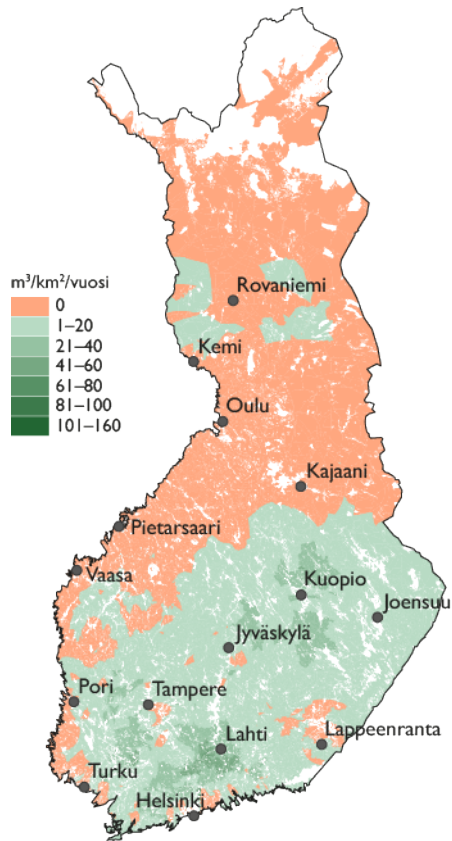
Kuva L 14. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla.



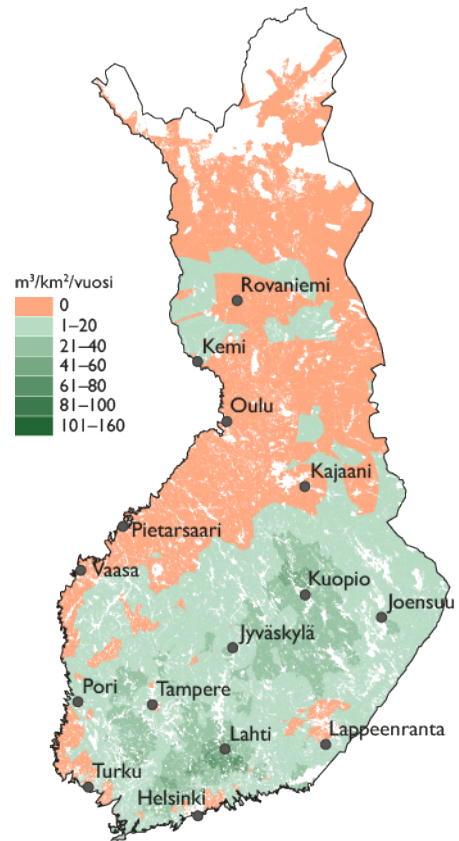
Kuva L 15. Latvusmassatase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla.



Kuva L 16. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2009 tasolla.



Kuva L 17. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuosien 2002-2011 keskimääräisellä tasolla.



Kuva L 18. Kantotase, jos markkinahakkuut olisivat vuoden 2007 tasolla.