

# **Pohjois-Pohjanmaan pelletöintipotentialin arviointitutkimus**

**EkoPelletti T&K -hanke**

**Toni Sankari, Katja Tuukkanen, Ritva Imppola, Raili Hokajärvi, Mikko Aalto  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu,  
Luonnonvara-alan yksikkö  
29.4.2013**



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

**OULUN SEUDUN  
AMMATTIKORKEAKOULU**



## Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Aineisto ja menetelmät.....	3
2.1 Aineistot .....	3
2.1.1 Monilähteinen valtakunnan metsien inventointi (MVMI).....	3
2.1.2 Peltolohkorekisteri.....	3
2.1.3 Hanketoteuttajan itse kokoamat aineistot .....	4
2.1.4 Viljelijöille osoitetun kyselyn vastausaineisto .....	4
2.1.5 Kartantuotannossa hyödynnetyt tausta-aineistot .....	4
2.2 Käytetyt menetelmät.....	5
2.2.1 Energiapotentiaalien laskenta .....	6
2.2.2 Paikkatietoanalyysien tuottaminen .....	8
3. Pohjois-Pohjanmaan pelletöntipotentiaalin arvioinnin tulokset.....	9
3.1 Metsävaroihin perustuva energiapotentiaali.....	9
3.2 Peltoperäisten raaka-aineiden potentiaali .....	13
3.3 Kuntakohtainen raaka-ainepotentiaalin tarkastelu .....	17
3.4 Puruntuottajien sijoittuminen maakunnassa.....	20
4. Lämpölaitosten sijainnit Pohjois-Pohjanmaalla.....	21
5. Viljelijöille suunnatun kyselyn tulosten tarkastelu .....	22
6. Raaka-aineiden sijoittumisen tarkastelu suhteessa pelletintuotannosta kiinnostuneisiin tilallisiin sekä pelletin käyttökohteisiin.....	24
7. Lähteet.....	25
Liiteluettelo.....	25

## 1. Johdanto

Tämän tutkimuksen tärkeimpänä tavoitteena oli arvioida Pohjois-Pohjanmaan maakunnan raaka-ainepotentiaali näkökulmana ekotehokas hajautettu energiapelletintuotanto. Selvitystyö tehtiin paikkaan sidonnaisia tietoaineistoja ja paikkatietotekniikkaa hyödyntäen. Tutkimuksessa kartoitettiin myös maakunnassa toimivien lämpölaitosten sijainteja sekä tarkasteltiin maatilayrittäjille keväällä 2010 lähetetyn kyselyn vastauksia koskien pelletintuotantoa. Lisäksi tässä selvitystyössä demonstroitettiin paikkatietoanalyysityökalujen käyttöä pelletintuotannon tuotantoketjun mallinnuksessa.

Tutkimus toteutettiin EkoPelletti T&K -hankkeessa, jonka toimilla edistettiin uusiutuvan energian tuotannon monipuolistamista pelletintuotannon osalta. Hankkeen päärahoittajana toimi Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen myöntämänä. Tutkimuksessa tehtiin myös yhteistyötä EU-osarahoitteisten BioG, InnoGIS ja Uusiutuvan energian yrityskeskus -hankkeiden sekä Suomen Akatemian rahoittaman ”Business Services for Rural Bioenergy Entrepreneurship in Finland: a Network Analysis Approach” -hankkeen kanssa.

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Aineistot

Selvitystyössä hyödynnettiin laadukkaita ja tarkkoja paikkaan sidonnaisia tietoaineistoja, joista osa on vapautettu avoimeen käyttöön Euroopan Unionin Inspire-direktiivin mukaisesti. Tärkeimmät tietoaineistot olivat Metsäntutkimuslaitoksen tuottama MVMI-aineisto sekä Maaseutuviraston omistama Peltolohkorekisteri. Valtakunnallisten toimijoiden tuottamien aineistojen ohella hyödynnettiin myös hankkeen itse tuottamia aineistoja. Seuraavassa on esitetty hyödynnettyjen aineistojen kuvaukset.

#### 2.1.1 Monilähteyinen valtakunnan metsien inventointi (MVMI)

Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) kehittämä metsävara-aineisto perustuu maastomittausten lisäksi satelliittikuvatulkintaan sekä muihin numeerisiin tietolähteisiin kuten Maanmittauslaitoksen Maastotietokantaan ja korkeusmalliin. Uusimmassa vuoden 2009 inventoinnissa on 43 karttateemaa. Aineistossa on esitetty mm. eri puulajien runkotilavuudet, puuston ikätiedot, biomassamäärät sekä ns. maaluokka, joka erittelee metsätalousmaan jakautumisen metsämaa-, kitumaa- ja joutomaaluokkaan. Biomassamäärät on arvioitu puulajeittain (mänty, kuusi, lehtipuu) erikseen rungoille, eläville oksille, kuolleille oksille, kannoille, juurille, hukkapuuosille sekä neulasille/lehvästöille. Biomassamäärien yksikkönä on käytetty 10 kg/ha. Aineisto on rasterimuotoinen ja sen ruutukoko on 20 metriä.

Metsäntutkimuslaitos on asettanut MVMI-aineistonsa avoimeen jakeluun marraskuussa 2012 ja ensimmäisenä vapautui tässä selvitystyössä hyödynnetty vuoden 2009 aineisto. Jatkossa uudet teemat tuotetaan yhden tai kahden vuoden välein. Aineistot on ladattavissa tämän raportin laadinta-ajankohtana Metsäntutkimuslaitoksen internetsivuilta [www.metla.fi](http://www.metla.fi). Aineistot ovat myös katseltavissa julkisessa, kaikille avoimessa ja maksuttomassa verkkosivustossa [www.paikkatietoikkuna.fi](http://www.paikkatietoikkuna.fi). Paikkatietoikkuna-palvelun kautta aineistojen katseluun ei tarvita erillistä paikkatieto eli GIS-sovellusta. Tässä tutkimuksessa tehtyjä aineistojen käsittely- ja tiedonjalostamistoimia varten käytössä täytyy sen sijaan olla aineistojen kanssa yhteensopiva paikkatieto-ohjelmisto.

#### 2.1.2 Peltolohkorekisteri

Maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalaan kuuluvan tietopalvelukeskus Tiken toimittamissa vuoden 2009 peltolohkorekisteriaineistoissa oli kaikkiaan yli 91 000 peltolohkoa Pohjois-Pohjanmaalla. Aineisto sisälsi polygoneina peltolohkojen rajat peruslohkotunnuksilla varustettuina. Tähän paikkatietoaineistoon voitiin liittää tieto peltolohkokohtaisesta viljelykäytöstä. Viljelykäyttöluokkia oli aineistossa kaikkiaan 97 kappaletta (taulukko 1).

**Taulukko 1.** Tiken peltolohkorekisterin viljelykäyttöluokat Pohjois-Pohjanmaan alueella vuonna 2009.

1-vuotiset kuivaheinä-,säilörehu-,tuorerehunurmet	Makealupiini	Ruokonan siemen, valvottu tuotanto
1-vuotiset laidunnurmet	Mallasohra	Seoskasvusto (valkuaiskasvit +väh.50 %viljaa)
1-vuotiset siennurmet	Mansikka	Seoskasvusto (valkuaiskasvit yli 50 %+viljaa)
20 v. erityistukisopimus, muu ala	Marja-aronia	Seosvilja (korsiviljat)
20 v. erityistukisopimus, pelto	Metsitetty pelto	Siemenmausteet ja lääkekasvit (pl kumina, sinappi)
Avokesanto	Metsälaidun	Siemenperuna (sertifioidun siemenen tuotanto on)
Energiapuu, lyhytkiertoinen (sis. energiapaju)	Monivuot. kuivaheinä-,säilörehu- ja tuorerehunurm.	Siemenperuna, oma siemenlisäys
Erytistukisopimusala, muu ala	Monivuotiset laidunnurmet	Suojakaista
Erytistukisopimusala, pelto	Monivuotiset siennurmet	Suojavyöhykenurmi
Erytistukisopimusala, pysyvä laidun	Mustaherukka	Syysruis
Hakamaa, avoin	Muu peruna	Syysrypsi
Hakamaa, puustoinen	Muut hedelmät	Syyspeltivehnä
Hunajantuotanto on tarkoitettu kasvusto	Muut marjikasvit	Syysvehnä
Härkäpaju	Muut rehuksvit (esim. rehurapsi)	Sänkikesanto
Karviainen	Muut vihannekset	Tarhaherne
Kasvihuoneala	Muut viljat	Tattari
Kasvimaa	Nauris	Tilapäisesti viljelemätön ala
Kaura	Omena	Tilli
Kevätruis	Pihlaja (marjantuotanto)	Timotein siemen, valvottu tuotanto
Kevätrypsi	Porkkana	Tyrni
Kevätvehnä	Puna-apilan siemen, valvottu tuotanto	Täkkelysperuna
Kirsikka	Punaherukka	Vadelma ja mesivadelma
Koristekasvit, alle 5 v.	Pysyvä kuivaheinä-,säilörehu-, tuorerehu. (väh 5, alle 10 v)	Valko- eli keräkaali
Koristepaju punotarkoitukseen, alle 5 v.	Pysyvä laidun, ei sadonkorjuuvelvoitetta	Valkosipuli
Kumina	Pysyvä laidunnurmi (väh 5, alle 10 v)	Varhaisperuna (katteenalainen)
Lakka	Rehuherne	Vihantavilja
Lanttu	Rehujuurikasvit ja rehukaali	Viherherukka
Luonnonhoitopelto (maisema)	Rehuohra	Viherkesanto
Luonnonhoitopelto (niittykasvit, väh. 2 v.)	Ruokaherne	Viherlannoitusnurmi
Luonnonhoitopelto (nurmikasvit, väh. 2 v.)	Ruokaperuna	Viljelemätön
Luonnonhoitopelto (riista)	Ruokasipuli (sis. punasipuli ja jättisipuli)	Viljelyyn liittyvä kesanto (luomutilat)
Luonnonlaidun ja -niitty	Ruokateollisuusperuna	
Luonnonlaidun ja -niitty, puustoinen	Ruokohelpi	

### 2.1.3 Hanketoteuttajan itse kokoamat aineistot

Selvitystyössä kartoitettiin Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueella toimivien lämpölaitosten sijainteja eri lähteitä hyödyntäen. Tietoja kysyttiin kunnilta, yrittäjiltä sekä muilta toimijoilta, minkä lisäksi niitä haettiin mm. internetlähteistä ja sanomalehdistä. Lähdeaineistoina toimivat myös Metsäntutkimuslaitoksen ja Työtehoseuran kokoamat taulukkotiedot. Kartoituksen kohteena olivat kaukolämpölaitokset, kaukolämpövoimalaitokset, pellettilämpölaitokset ja lämpöyrittäjien toimipaikat.

Pelletöinnin raaka-aineena on perinteisesti käytetty puuainespuria, jonka tuottajista koottiin tässä selvitystyössä oma aineisto.

### 2.1.4 Viljelijöille osoitetun kyselyn vastausaineisto

Kaikille Pohjois-Pohjanmaan maakunnan viljelijöille lähetettiin keväällä 2010 kysely, jolla mm. selvitettiin maatiloilla syntyvien sivuvirtojen määriä sekä viljelijöiden halukkuutta osallistua hajautettujen energiatuotantoratkaisujen tuotantoketjuihin. Kyselyyn saatiin vastauksia 452 viljelijän lähettämänä, joista merkittävä osa sisälsi tietoa hajautettuun pellettituotantoon liittyen.

### 2.1.5 Kartantuotannossa hyödynnetyt tausta-aineistot

Laadituissa karttaesityksissä käytettiin tausta-aineistoina Maanmittauslaitoksen Yleiskartta 1:1 000 000, Yleiskartta 1:4 500 000, Maastokartta 1:250 000, Maastokarttarasteri 1:250 000 sekä Maastokarttarasteri 1:100 000 aineistoja. Ympäristöhallinnon paikkatietoaineistoista hyödynnettiin tietokantoja Natura 2000 -alueista, luonnonsuojelu- ja erämaa-alueista sekä luonnonsuojeluohjelma-alueista. Analyseissä ja karttojen tausta-aineistona hyödynnettiin lisäksi kansallista tie- ja katutietojärjestelmä Digiroadia.

Edellä mainittuja aineistoja ladattiin seuraavista palveluista: PaITuli - Paikkatietoja tutkimukseen ja opetukseen, Maanmittauslaitoksen Avoimien aineistojen tiedostopalvelu sekä OIVA - Ympäristö- ja paikkatietopalvelu.

## 2.2 Käytetyt menetelmät

Edellisessä osiossa kuvattuja tietoaineistoja käsiteltiin ESRI:n ArcGIS -paikkatieto-ohjelmistolla lukuisilla geoprosessointityökaluilla. Valmistelevien käsittelytoimien jälkeen laskettiin Pohjois-Pohjanmaan maakunnan alueelta peltolohkoihin pohjautuva potentiaali energiapelletintuotannolle. Metsävara-aineistoista tuotettiin selvitys maakunnan metsien energiapotentiaalista, josta osa voitaisiin hyödyntää pelletintuotannossa. Potentiaaliselvitysten lisäksi esitettiin maakunnan laajuisesti lämpölaitosten sijoittuminen alueella sekä viljelijöille osoitetun kyselytutkimuksen tuloksia. ArcGIS -paikkatieto-ohjelmistolla tuotettujen analyysien avulla demonstroitiin myös esimerkkejä potentiaalisista tuotantoketjumalleista.

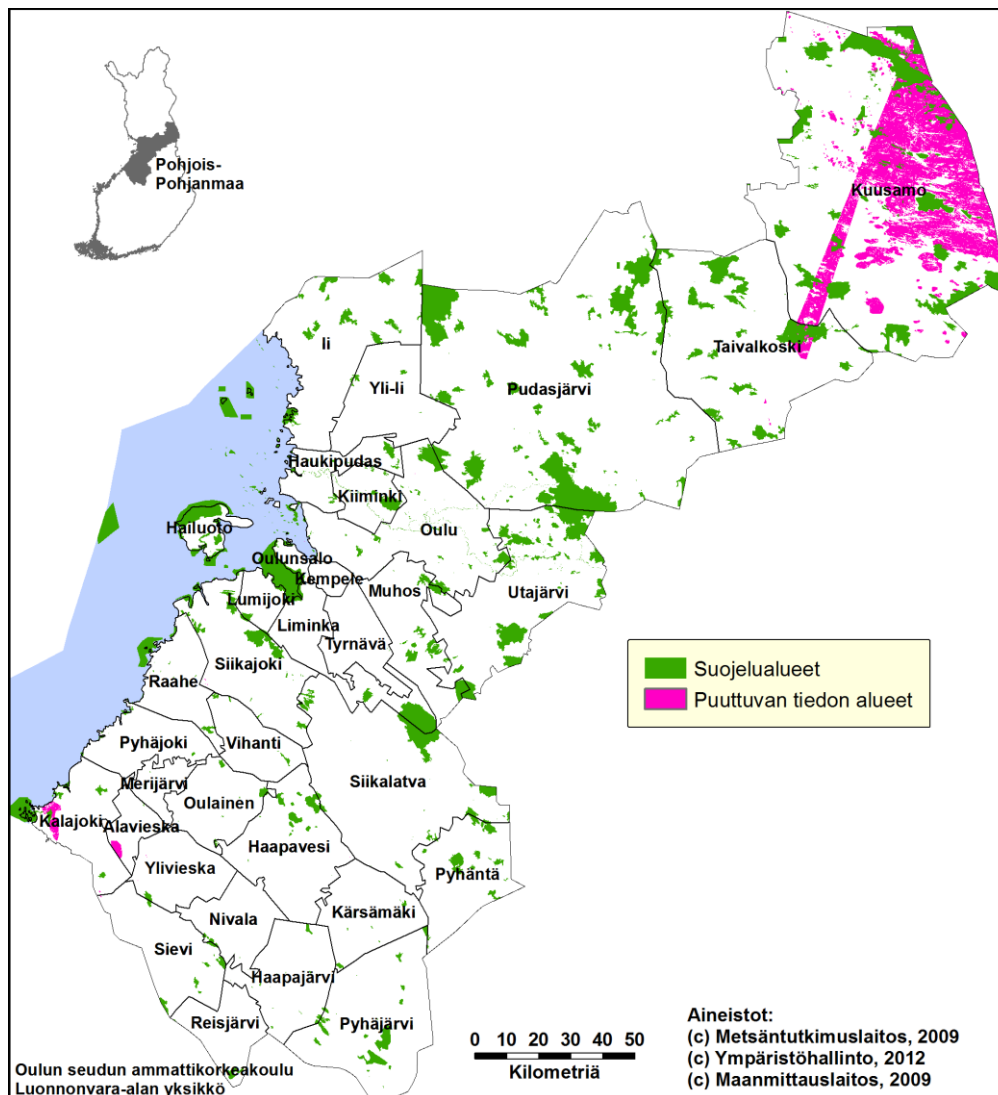
Metsäntutkimuslaitoksen MVMI-aineistot hankittiin Metlan internetsivujen aineistonlatauspalvelun kautta. Aineistot ladattiin 192 km x 96 km alueet kattavina rasteriaineistoina, ja niistä koostettiin mosaikoimalla karttateemakohtaiset koko Pohjois-Pohjanmaan maakunnan kattavat kokonaisuudet. Aineiston biomassakarttateemoista potentiaalin laskennassa huomioitiin seuraavat kahdeksan:

- mänty biomassassa elävät oksat
- mänty biomassassa hukkapuuosa
- mänty biomassassa kanto
- kuusi biomassassa elävät oksat
- kuusi biomassassa hukkapuuosa
- kuusi biomassassa kanto
- lehtipuu biomassassa elävät oksat
- lehtipuu biomassassa hukkapuuosa

Biomassakarttateemojen lisäksi MVMI-aineistoista hyödynnettiin seuraavia karttatasoja: maaluokka, kasvupaikka, puuston ikä sekä koko puusto runkotilavuus. Maaluokka-karttateeman avulla biomassateemoista rajattiin pois muut kuin metsämaa-maaluokkaan kuuluvat alueet eli vähätuottoisia kituja ja joutomaiden metsiä ei potentiaalisissa huomioitu. Samoin potentiaalin ulkopuolelle rajattiin kasvupaikan mukaan karujen maiden alueet (5=kuiva kangas, 6=karukkokangas, 7=kalliomaa, 8=lakimetsä tai tunturi), joilta bioenergiaa ei yleisesti kerätä.

Laskelmissa jätettiin huomioimatta myös suojelualueisiin kuuluvat alueet. Suojelualueet kattavat tietoaineistot ladattiin Ympäristöhallinnon LAPIO-latauspalvelun kautta. Potentiaalista rajattiin pois Natura 2000 -alueet, luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet sekä luonnonsuojeluohjelma-alueet. Luonnonsuojeluohjelma-alueista energiapotentiaaliin otettiin kuitenkin mukaan sellaiset arvokkaisiin maisemakokonaisuuksiin kuuluvat alueet, jotka eivät kuulu minkään muun suojeluperustan piiriin. MVMI-aineistoissa oli myös puuttuvan tiedon alueita, jotka täytyi jättää potentiaalilaskelmien ulkopuolelle. Valtaosa puuttuvan tiedon alueista sijoittui Kuusamon hallinnollisten rajojen sisälle, minkä lisäksi puuttuvia tietoja oli Taivalkosken, Kalajoen sekä Alavieskan alueilla. Puuttuvan tiedon alueiden sekä suojelualueiden sijoittuminen on esitetty kuvassa 1.

Peltolohkotietokanta vaati MVMI-aineistoon verrattuna huomattavasti vähemmän valmistelevia geoprosessointitoimia, sillä esimerkiksi edellä kuvatun kaltaisia rajaustoimia ei kyseiseen aineistoon tarvinnut tehdä. Muut tässä tutkimuksessa hyödynnetyt tilastoaineistot tuotiin ArcGIS-järjestelmään Excel-formaatin kautta ja ne sidottiin paikkaan koordinaattitietojen sekä geokoodaustoimien kautta. Seuraavassa osiossa on kuvattu valmistelevien toimien jälkeen toteutettu energiapotentiaalitietojen laskentapa sekä metsäperäiselle että peltolohkotietoihin perustuvilla aineistoilla.



**Kuva 1.** Suojelualueiden sijoittuminen Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa sekä MVMI-aineiston puuttuvien biomassatietojen sijainti.

## 2.2.1 Energiapotentiaalien laskenta

Metsäperäisen raaka-aineen potentiaalilaskelmissa tehtiin oletus, jonka mukaan biomassan keruu tapahtuu hakkuiden ja metsänhoidollisten toimenpiteiden yhteydessä. Laskentaperusteet pohjautuvat Oulun seudun ammattikorkeakoulun asiantuntijahenkilöstön tietoihin sekä heidän metsäalan kontakteilta saamaan informaatioon. Taustatietoina käytettiin myös kirjallisuutta. Korostettakoon tässä yhteydessä sitä, että tarkoituksena oli selvittää nimenomaan energiapotentiaali metsissä, eikä tällä selvityksellä suoraan esitetä energiapuuta korjattavaksi kaikilta potentiaalisiksi alueille luokituneilta alueilta. Tässä selvityksessä ei ole huomioitu puun kuljetusmatkoja.

Metsäntutkimuslaitoksen tuottamasta MVMI-aineistosta energiapotentiaaliin huomioitiin männyn ja kuusen osalta elävien oksien, kantojen sekä ns. hukkapuuosien biomassat. Lehtipuiden osalta laskelmiin otettiin mukaan elävien oksien ja hukkapuuosien biomassat. Puulajien hukkapuuosilla tarkoitetaan sellaisen kuorellisen runko-osan biomassaa, joka ei kelpaa ainespuuksi joko kokonsa tai laatunsa vuoksi. Selvitystyön oletuksena oli, että puiden runkojen arvokkaimmat osat menevät teollisuuden hyödynnettäväksi, eikä niitä siksi lasketa mukaan energiapotentiaaliin. Myöskään vaikeasti kerättäviä puiden osia (juuret, kuolleet oksat, neulaset/lehdet) ei otettu mukaan potentiaaliin.

Biomassa-aineistojen laskelmissa tehtiin oletus, jonka mukaan puustokeski-ikältään yli 75-vuotiaiden solujen katsottiin olevan päätehakkukelpoisia. Edelleen oletettiin siten, että puustokeski-ikältään 20 - 45 -vuotiaat solut kuuluivat harvennushakkukelpoisiin nuoriin kasvatusmetsiin. Näihin molempiin ikäluokkiin kuuluvista

metsistä olisi mahdollista kerätä biomassoja energiantuotantoon. Ikäluokkien väliin jäävien varttuneiden kasvatusmetsien (46 - 75 -vuotiaat) energiapuumerkitys katsottiin marginaaliseksi ja se jätettiin laskelmissa huomioimatta, koska hyvin suuri osa puuaineksesta menee niistä teollisuuden tarpeisiin. Päätehakkuu kelpoisten metsien suhteen tehtiin vielä rajausta puuston runkotilavuuden mukaan siten, että alle 130 m<sup>3</sup>/ha sisältävät solut poistettiin potentiaalilaskelmista, sillä tätä vähemmän puustoa sisältävistä metsistä ei bioenergian kerääminen ole hakkuiden yhteydessä kannattavaa.

Taulukossa 2 on esitetty biomassakarttateemoittain ja puuston keski-ikäluokittain, kuinka monta prosenttia biomassamäärästä huomioitiin mukaan potentiaalilaskelmiin. Päätehakkuukelpoisista soluista huomioitiin kaikkien kahdeksan karttateeman osalta 75 % aineistossa ilmoitetusta biomassamäärästä, koska oletuksen mukaan noin 25 % aineksesta jää hakkuuvaiheessa uudistuslalle. Nuorista kasvatusmetsistä hukkapuuosien biomassasta huomioitiin 70 % ja elävien oksien biomassasta 50 %. Nuorista kasvatusmetsistä ei kerätä kantoja, joten ne jätettiin potentiaalilaskelmien ulkopuolelle.

**Taulukko 2.** Energiapotentiaalilaskennassa huomioitujen prosentiosuudet biomassakarttateemoittain ja puuston keski-ikäluokittain esitettynä.

Biomassakarttateema	Puuston keski-ikä	
	20-45 -vuotiaat metsät (nuoret kasvatusmetsät)	yli 75-vuotiaat metsät (päätehakkuumetsät)
kuusi hukkapuuosa	70 %	75 %
kuusi elävät oksat	50 %	75 %
kuusi kannot	0 %	75 %
mänty hukkapuuosa	70 %	75 %
mänty elävät oksat	50 %	75 %
mänty kannot	0 %	75 %
lehtipuu hukkapuuosa	70 %	75 %
lehtipuu elävät oksat	50 %	75 %

MVMI-aineistoissa biomassamäärät on esitetty yksikössä 10 kg/ha, joten karttateeman solujen arvot kerrotaan potentiaalilaskukaavassa kymmenellä. Puuaineksen keskimääräinen lämpöarvo kuiva-aineessa on tutkimusten mukaan 18,5-20 MJ/kg (Alakangas 2000). Tässä selvitystyössä puun kuiva-aineen lämpöarvoksi määriteltiin arvo 19,25 MJ/kg. Alla olevan kaavan toiseksi viimeinen tekijä 0,278 kWh/MJ on muuntokerroin, jonka avulla tulos muunnetaan kilowattitunneiksi hehtaaria kohti laskettuna. Karttaesityksissä potentiaalit esitetään megawattitunteina, joten lopuksi arvot jaetaan vielä tuhannella.

Energiapotentiaalilaskentakaava MVMI-aineistojen käsittelyssä:

$$\text{MVMI-biomassakarttateeman arvo} * 10 \text{ kg/ha} * 19,25 \text{ MJ/kg} * 0,278 \text{ kWh/MJ} / 1 \text{ 000}$$

Peltolohkoihin perustuvat pelletöintipotentiaalit laskettiin kunkin lohkon keskipisteeseen sijoittuvan sijaintipisteen ominaisuustiedoksi. Taulukossa 1 esitetyistä peltolohkotietokannan viljelyluokista valittiin potentiaalilaskelmiin mukaan seuraavat: kaura, kevättruis, kevättrypsi, kevätvehnä, mallasohra, rehuohra, syysruis, syysrypsi, syyspelttivehnä, syysvehnä sekä ruokohelpi. Lyhytkiertoinen energiapuu (energiapaju) jätettiin tästä selvityksestä pois, koska sitä ei muista viljelykasveista poiketen kerätä vuosittain. Näin tuloksista saatiin vuosisidonnaisesti yhdenmukaisia. Lisäksi pois jätetyn viljelyn energiapuun vaikutus kokonaispotentiaaliin on hyvin marginaalinen, sillä vuoden 2009 aineistossa sitä oli viljelyssä Pohjois-Pohjanmaalla ainoastaan kahdella kasvulohkolla.

Taulukossa 3 on kuvattu eri viljelykasvien energiapotentiaalilaskentakaavaan liittyvät muuttujat. Energiapotentiaalit on laskettu erikseen kuiva-aineelle sekä saapumistilassa olevalle materiaalille. Keskimääräiset satomääräarviot perustuvat aikaisempiin tutkimuksiin. Suomessa ohran ja kauran olkisato on keskimäärin 1,8 t/ha ja vehnän ja rukiin 2,3 t/ha (Asplund, D. & Helynen, S. & Korppi-Tommola, J. 2005, 23). Ruokohelven kuiva-ainesato ensimmäisen satovuoden jälkeen on 6-8 t/ha (ka 7 t/ha) (Flyktman, M. & Isohahti, M. & Kallio, E. & Kirkkari, A-M. & Lindh, T. & Paappanen, T. & Pahkala, K. & Partala, A. & Peltonen, M. & Sahramaa, M. & Suokannas, A. 2005, 7). Alakankaan (2000) mukaan rypsin ja rapsin olkisadot ovat keskimäärin 1,945 t/ha (Alakangas, E. 2000, 102). Kauran, ohran, rukiin ja vehnän olkea käytetään myös

eläinten kuivikemateriaalina, joten kaikkea oljen määrää ei voida käyttää energiantuotantoon. Tässä selvityksessä kuivikekäytön osuudeksi on oletettu 20 %, jolloin pelletöintiin käytettävä osuus on 80 % oljen keskimääräisestä olkisadosta (Mäkinen, T. & Mikkola, H. & Paappanen, T. & Pahkala, H. & Soimakallio, S. 2006, 68).

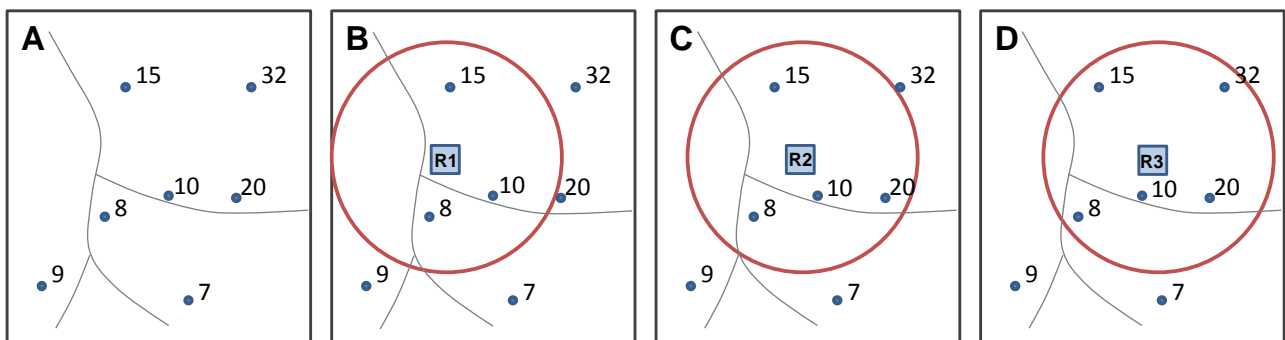
**Taulukko 3.** Viljelykasvien energiapotentiaalien laskukaavan muuttujat (Asplund, D. et al 2005, Alakangas, E. 2000, Flyktman, M et al 2005, Leinonen, A. 2012).

Viljelykasvi	Keskimääräinen (olki)sato kg/ha	Pelletöintiin hyödynnettävä osuus massasta	Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa MJ/kg	Tehollinen lämpöarvo saapumistilassa MJ/kg	Muuntokerroin: 1 MJ = 0,278 kWh	Energiapotentiaali kuiva-aineessa MWh/ha	Energiapotentiaali saapumistilassa MWh/ha
Kaura	1 800	80 %	17,40	13,50	0,278	6,97	5,40
Ohra	1 800	80 %	17,40	13,50	0,278	6,97	5,40
Ruis	2 300	80 %	17,40	13,50	0,278	8,90	6,91
Vehnä	2 300	80 %	17,40	13,50	0,278	8,90	6,91
Rypsi/rapsi	1 945	100 %	18,47	14,25	0,278	9,99	7,71
Ruokohelpi (kevät)	7 000	100 %	17,35	13,70	0,278	33,76	26,66

Peltoperäisten polttoaineiden teholliset lämpöarvot on esitetty niin ikään taulukossa 3. Lähteenä on käytetty VTT:n Arvo Leinoselta (2012) saatuja uusimpia polttoaineanalyysien tuloksia. Analyysien lähteenä on käytetty Alakankaan (2000, 2003) tutkimustuloksia sekä Jerkun (2012) Pro Gradun tuloksia. Tässä selvityksessä on käytetty viljan keskimääräistä tehollista lämpöarvoa 17,4 MJ/kg. Rypsin ja rapsin teholliseksi lämpöarvoksi kuiva-aineessa on Alakankaan (2000, 103) julkaisussa ilmoitettu 18,04-18,9 MJ/kg. Ruokohelven teholliseksi lämpöarvoksi VTT:n polttoaineanalyseissä on määritelty 17,1-17,6 MJ/kg. Keskimääräiset lämpöarvot kuiva-aineessa on laskettu näistä arvoista.

### 2.2.2 Paikkatietoanalyysien tuottaminen

Peltolohkotietokantaan perustuvan peltoperäisen pelletöintiraaka-aineen keskittymisen visualisoinnissa käytettiin ArcGIS -paikkatieto-ohjelmiston *point density* -työkalua, joka kerää pistemäisten havaintojen hajanaisen informaation yhteen. Menetelmä muodostaa pisteaineistojen tietojen perusteella rasteriaineiston, jolle määritetään analyysiä tehdessä ruutukoko. Kullekin rasteripinnan ruudulle lasketaan arvo siten, että sen ympäriltä huomioidaan määritellyn säteen sisältä pistemuotoisen aineiston (tässä tapauksessa peltolohkojen keskipisteet) pelletöintipotentialilukemat. *Point density* -menetelmä laskee pisteaineistojen potentiaalit yhteen ja jakaa summan edellä kuvatun ympyrän pinta-alalla. Kuvassa 2 on esitetty menetelmän periaate esimerkin avulla. Tämän tutkimuksen analyseissä käytettiin raja-arvona viiden kilometrin etäisyyttä eli rasteripintojen solujen arvojen laskennassa ei huomioitu yli viiden kilometrin etäisyydellä sijainneita potentiaalilähteitä. Rasteripintojen ruutukooksi määriteltiin 200 metriä.



Olkoon ympyrän säde 3 yksikköä, jolloin ympyrän pinta-ala  $A=\pi r^2$  on  $A=28,26$   
 Ruudun R1 arvo tilanteessa B:  $(15+10+8) / 28,26 \approx 1,17$   
 Ruudun R2 arvo tilanteessa C:  $(15+10+8+20) / 28,26 \approx 1,88$   
 Ruudun R3 arvo tilanteessa D:  $(15+10+8+20+32) / 28,26 \approx 3,01$

**Kuva 2.** Havainne-esimerkki Point Density -analyysin laskentaperiaatteesta. Kuvassa A on esitetty lähtötilanne, missä pisteet ilmaisevat potentiaaliarvojen sijainteja. Pisteiden viereen on merkitty potentiaalilähteen arvo. Kuvassa B lasketaan arvo ruudulle R1, joka muodostuu laskemalla yhteen ympyrän sisällä olevien potentiaalilähteen arvot ja jakamalla summa ympyrän pinta-alalla. Kuvassa C laskenta on siirtynyt seuraavaan ruutuun R2 ja kuvassa D ruutuun R3.



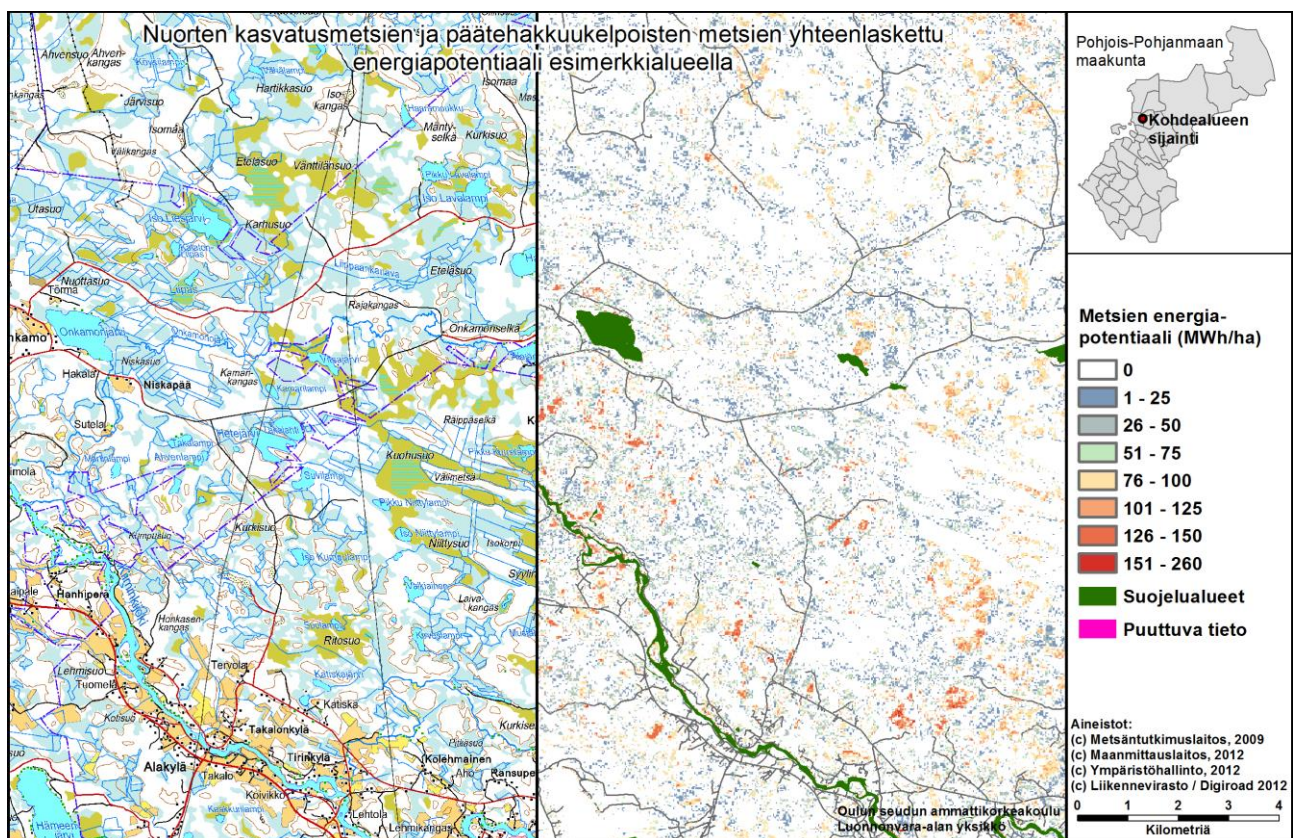
### 3. Pohjois-Pohjanmaan pelletöntipotentiaalin arvioinnin tulokset

Maakunnan pelletöntipotentiaalin laskenta perustuu osiossa 2.2.1 esitettyihin olettamuksiin. Laskennan perustana on kaksi merkittävää aineistokokonaisuutta eli Metsäntutkimuslaitoksen tuottama MVMI-aineisto sekä Maaseutuviraston peltolohkokasteri. Peltolohkoihin perustuvien tulosten esittämisessä käytetään termiä pelletöntipotentiaali, mutta metsävaroihin perustuvat tulokset esitetään laajemmalla energiapotentiaali-käsitteellä. Näiden lisäksi potentiaaliin on huomioitu Oulun seudun ammattikorkeakoulun toimesta koottu aineisto maakunnan niistä teollisuustoimijoista, joiden toiminnan sivuprosessina syntyy pelletöinnin raaka-aineeksi soveltuvaa purua.

#### 3.1 Metsävaroihin perustuva energiapotentiaali

Metsävarojen energiapotentiaalia koskeva koko Pohjois-Pohjanmaan maakunnan laajuinen kartta on esitetty raportin erillisessä liitetiedostossa 1 (huomaa suuri tiedostokoko!). MVMI-aineiston ruutukoko on 20 metriä, joten siihen perustuvien tulosten esittäminen ilman yleistystoimenpiteitä koko Pohjois-Pohjanmaan alueen kattavassa kartassa vaatii tarkan resoluution ja sitä kautta suuren tiedostokoon. Raportin tässä osiossa on esitetty suurimittakaavaisempia karttoja esimerkkeinä, jotka kuvaavat aineistosta tuotettua tietoa pienemmillä tarkastelualueilla. Tarkastelun kohteena ovat metsien kokonaisenergiapotentiaali ja sen jakautuminen nuorten kasvatusmetsien sekä päätehakkukelpoisten metsien potentiaaleihin. Metsäperäisten raaka-aineiden osalta on huomioitava, että tuloksia ei ole esitetty vuosisidonnaisina lukuina eli samalta alueelta ei voida kerätä joka vuosi esitettyjä raaka-ainemääriä. Metsiin kertyvän bioenergiamateriaalin kierto onkin huomattavasti vuotta pidempi aika eli Pohjois-Pohjanmaan maakunnan leveysasteilla tämän tutkimuksen oletuksia käyttäen energiapuuta voitaisiin korjata samalta alueelta korkeintaan kaksi kertaa puuston kiertoaikana (vrt. myöhemmin esitettävä peltoperäinen potentiaali). Tarkastelu on tehty käyttäen puun kuiva-aineen lämpöarvoa.

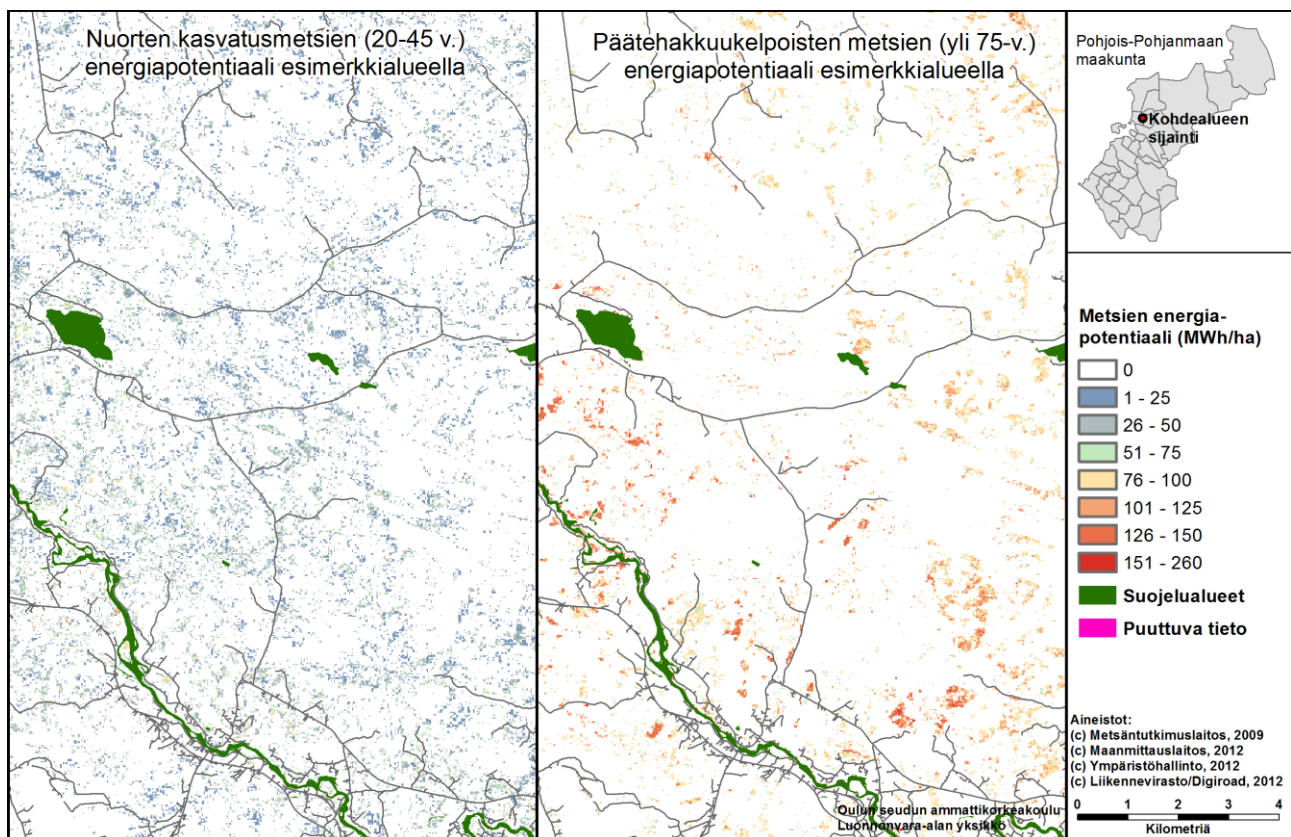
Kuvassa 3 on esitetty metsien kokonaisenergiapotentiaali eli nuorten kasvatusmetsien sekä päätehakkuu-



**Kuva 3.** Esimerkki MVMI-aineistosta tuotetusta energiapotentiaalista (mittakaava 1:150 000 A4-kokoon tulostettaessa). Oikean puoleisessa kehikössä on kuvattu metsien kokonaisenergiapotentiaali ja vasemmalla on sama aluerajaus Maanmittauslaitoksen Maastokarttarasterista. Potentiaaliarvot on laskettu kuiva-aineen mukaisilla arvoilla.

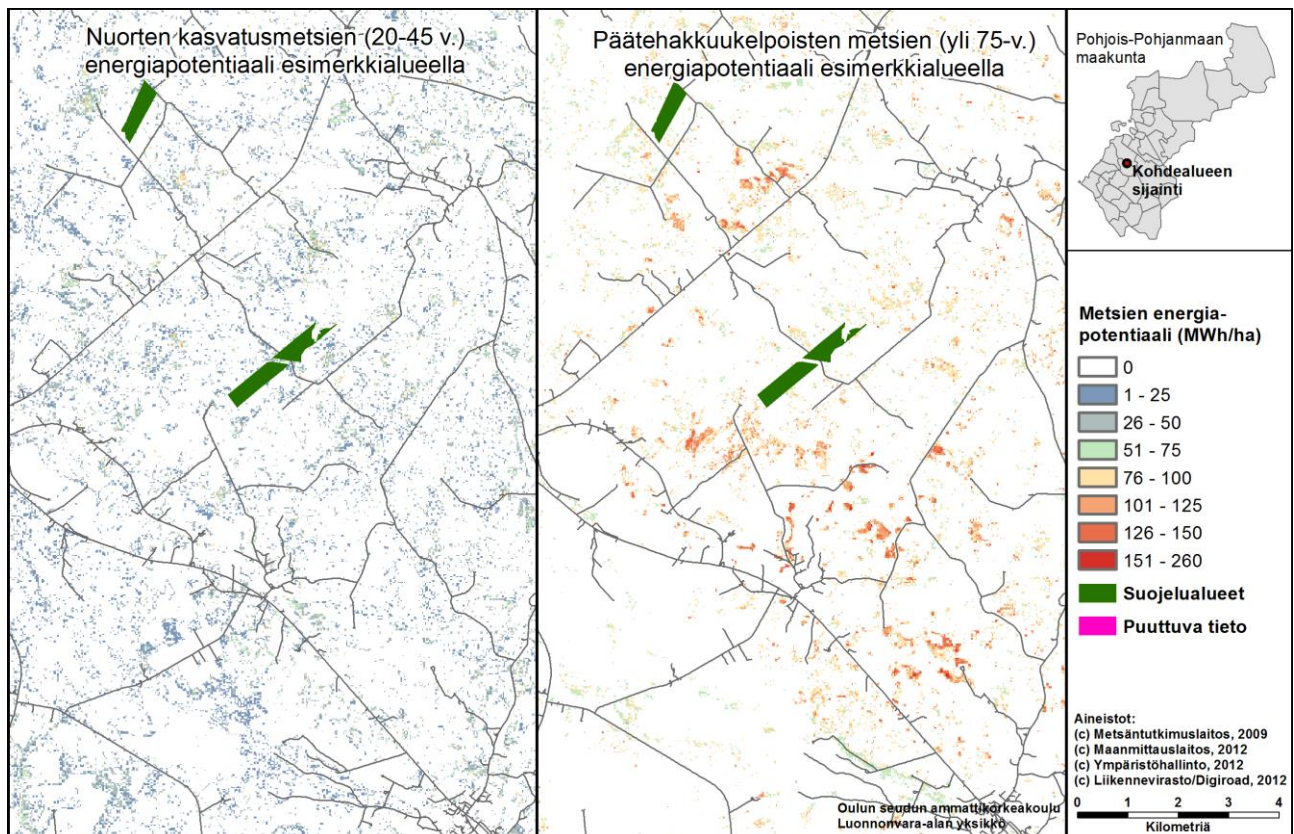
kelpoisten metsien yhteispotentiaali Kiimingin Alakylältä pohjoiseen sijoittuvalla esimerkkialueella. Kartan mittakaava on 1:150 000 kun sivu tulostetaan A4-koossa. Kuvassa on sama karttarajaus maastokartta-aineiston (vasen kehys) ja potentiaaliteeman (oikea kehys) osalta. Potentiaaliteemakartassa tummanvihreällä kuvatut alueet ovat suojelualueita. Energiapotentiaali on suurinta punaisina ja oranssina näkyvillä alueilla. Tumman sinisillä alueilla potentiaalia on vähän ja valkeilla alueilla sitä ei ole lainkaan. Huomioitavaa on, että myös valkeilla alueilla sijaitsee metsiä, mutta tässä selvityksessä käytettyjen laskentaperiaatteiden mukaisesti ne eivät ole soveltuvia kohteita energiapuun korjuuseen.

Samana esimerkkialueen nuorten kasvatusmetsien ja päätehakkukelpoisten metsien energiapotentiaaleja voi verrata keskenään kuvan 4 karttaparin avulla. Siinä on kuvattu vasemman puoleisessa kehyksessä nuorten kasvatusmetsien eli keski-ikältään 20 - 45 -vuotiaiden metsien potentiaali ja oikean puoleisessa kehyksessä päätehakkukelpoisten eli yli 75-vuotiaiden metsien potentiaali. Karttavertailusta nähdään, että hehtaaria kohti lasketut potentiaaliarvot ovat päätehakkukelpoisissa metsissä selkeästi suuremmat kuin 20 - 45 -vuotiaissa metsissä. Voidaankin todeta, että lähes kaikki edellisessä kuvassa 3 punaisella ja oranssilla näkyvät korkean potentiaalin alueet ovat yli 75-vuotiasta metsää ja sinisillä värisävyillä kuvautuvat alueet ovat 20 - 45 -vuotiasta metsää.



**Kuva 4.** Nuorten kasvatusmetsien (vasemmalla) ja päätehakkukelpoisten (oikealla) metsien energiapotentiaalit. Karttarajaus on sama kuin kuvassa 3 ja mittakaava A4-kokoon tulostettuna on 1:150 000. Potentiaaliarvot on laskettu kuiva-aineen mukaisilla arvoilla.

Toinen vastaava esimerkki koskien nuorten kasvatusmetsien ja päätehakkukelpoisten metsien potentiaaleja on nähtävissä kuvan 5 karttaparissa. Kartta sijoittuu Vihannin keskuksen itäpuolelle ja sen mittakaava on edellisten karttojen tapaan 1:150 000 paperikokoon A4 tulostettuna. Kartoissa harmaat viivat kuvaavat teiden sijainteja. Myös tässä esimerkissä vasemman puoleinen 20 - 45 -vuotiaita metsiä kuvaava kartta on yleisvärisävyiltään sinertävä, ja oikean puoleinen päätehakkukelpoisten metsien potentiaalia esittävä kartta saa punaisen ja oranssin värisävyt siellä, missä energian keruuseen soveltuvia metsiä on. Silmämääräisesti arvioituna päätehakkukelpoisten metsien määrä on pinta-alaltaan jonkin verran pienempi kuin nuorten kasvatusmetsien määrä.

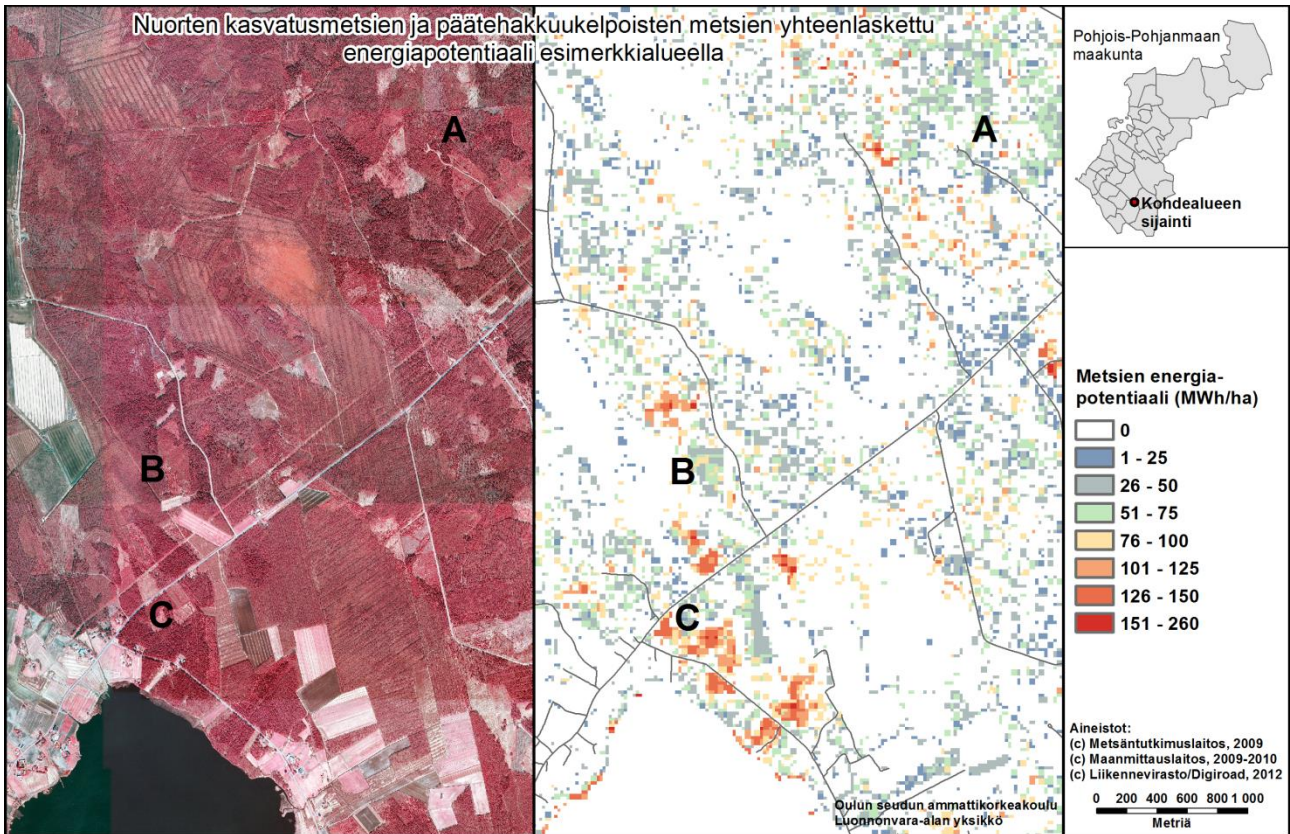


**Kuva 5.** Vihannin keskuksen itäpuolelle sijoittuva esimerkki nuorten kasvatusmetsien (vasemmalla) ja päätihakkuukelpoisten (oikealla) metsien energiapotentiaaleista. Esityksen mittakaava on A4-kokoon tulostettuna 1:150 000. Potentiaaliarvot on laskettu kuiva-aineen mukaisilla arvoilla.

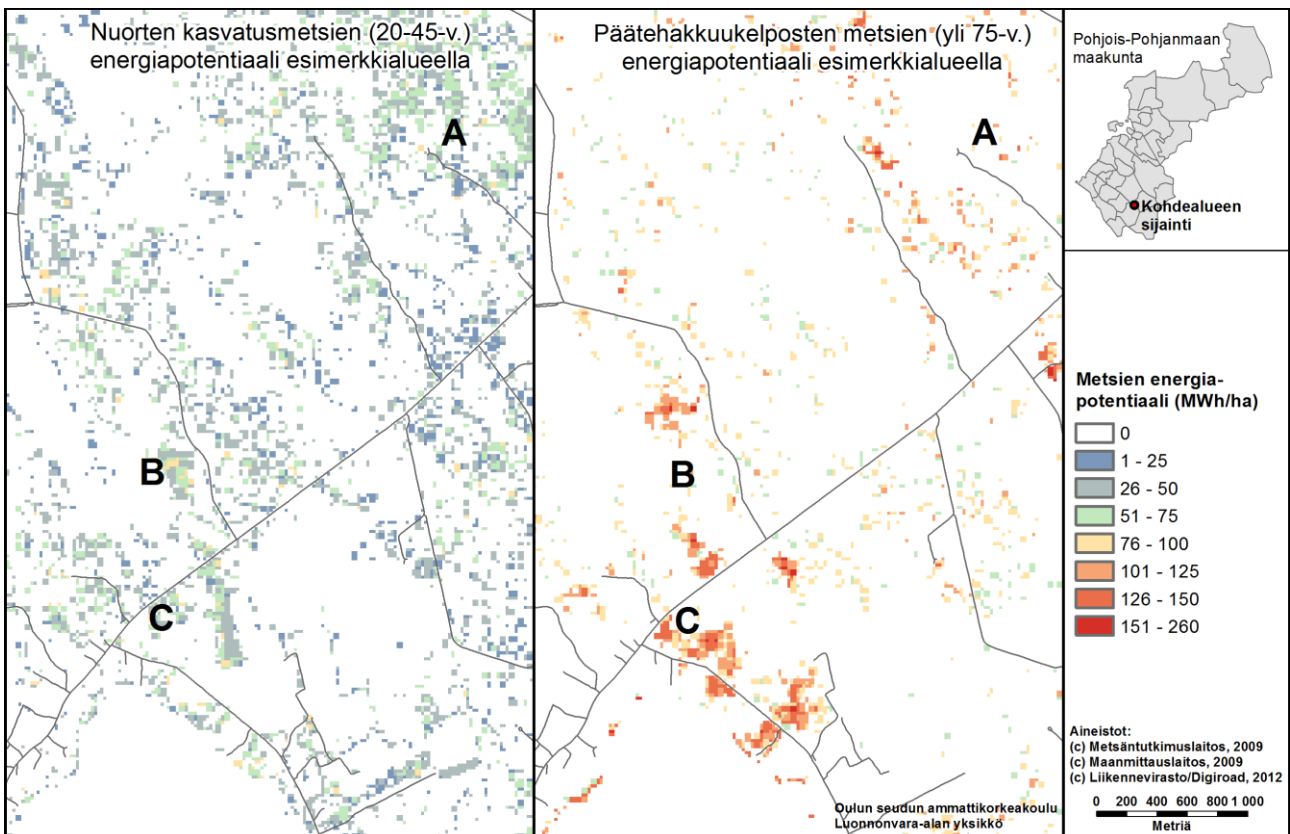
Kuvassa 6 on esitetty nuorten kasvatusmetsien ja päätihakkuukelpoisten metsien yhteispotentiaali sekä vääräväri-ilmakuva Haapajärven koillisosan esimerkkialueella. Esityksen mittakaava on A4-kokoon tulostettuna 1:150 000 eli kyseessä on edellisiä karttoja tarkempi mittakaavataso. Tämän vuoksi potentiaalikäytössä näkyvien metsäalueiden silmämääräinen sijoittaminen ilmakuvalle onnistuu jo kohtuullisen hyvin. Karttojen tarkempi mittakaavataso mahdollistaa myös sen, että vaaleanvihreällä ja kellertävällä värillä kuvatut keskimmaiset potentiaaliluokat erottuvat potentiaalikäytöstä paremmin kuin aiemmin esitetyiltä 1:150 000 mittakaavan kartoilta.

Esitykseen on merkitty A-, B- ja C-kirjaimet samoihin sijainteihin sekä vääräväri-ilmakuvaan että potentiaalikäytöstään. Esimerkiksi C-kirjaimen osoittamassa sijainnissa on korkeisiin potentiaaliluokkiin kuuluvia alueita, jotka erottuvat myös ilmakuvasta runsaspuustoisina metsinä. B-kirjaimen vieressä on potentiaalikäytön mukaan selkeärajainen kohtuullisen potentiaaliarvon omaaviin luokkiin (26-100 MWh/ha) kuuluva metsä, joka sekin erottuu ilmakuvasta. Vääräväräkuvassa näkyvät pellot, turvetuotantoalueet, avosuot ym. puuttomat alueet kuuluvat potentiaalikäytössä nollapotentiaalisen alueeseen. Vääräväräkuvassa näkyy myös metsäalueita, joilla ei kartan mukaan ole energiapotentiaalia ollenkaan. Tämä selittyy useimmiten sillä, että metsät ovat MVM-aineistossa iältään 46-75 -vuotiaita tai niiden puuston runkotilavuus on liian pieni, jotta ne tulisivat huomioiduiksi potentiaalilaskelmissa. Vääräväräkuvaa tarkasteltaessa on myös syytä huomioida se, että esityksen alue on mosaikoitu useasta erillisestä kuvasta, minkä vuoksi esityksessä erottuu pysty- ja vaakasuunnassa selkeitä linjoja.

Kuvaan 7 on asetettu nuorten kasvatusmetsien potentiaalia kuvaava kartta ja päätihakkuukelpoisten metsien potentiaalikäytöstään rinnakkain samaiselta Haapajärven koillisosasta sijoittuvalla alueella. Karttaverailusta on havaittavissa sama trendi kuin kuvista 4 ja 5 eli päätihakkuukelpoisten metsien hehtaarikohtaiset energiapotentiaalit ovat suurempia kuin nuorissa kasvatusmetsissä. Vaikka esimerkkialueen kaikki yhtenäiset korkean potentiaalisen alueet kuuluvat päätihakkuukelpoisiin metsiin, on myös nuorten kasvatusmetsien potentiaali hyvin merkittävää. Esityksen mukaan nuorten kasvatusmetsien energiapotentiaalia on erityisen runsaasti kartan koillisosassa A-kirjaimen osoittamalla alueella. Myös B-kirjaimella huomioitu metsäalue kuuluu esityksen mukaan nuorten kasvatusmetsien potentiaaliin.



**Kuva 6.** Haapajarven koillisosaan sijoittuva esimerkki metsien energiapotentiaalista. Alerajaukset ovat kehyksissä samat. Vasemman puoleisessa kehyksessä on esitetty alueen vääräväri-ilmakuva ja oikealla puolella on nähtävissä metsien energiapotentiaali. Esityksen mittakaava on A4-kokoon tulostettuna 1:50 000.

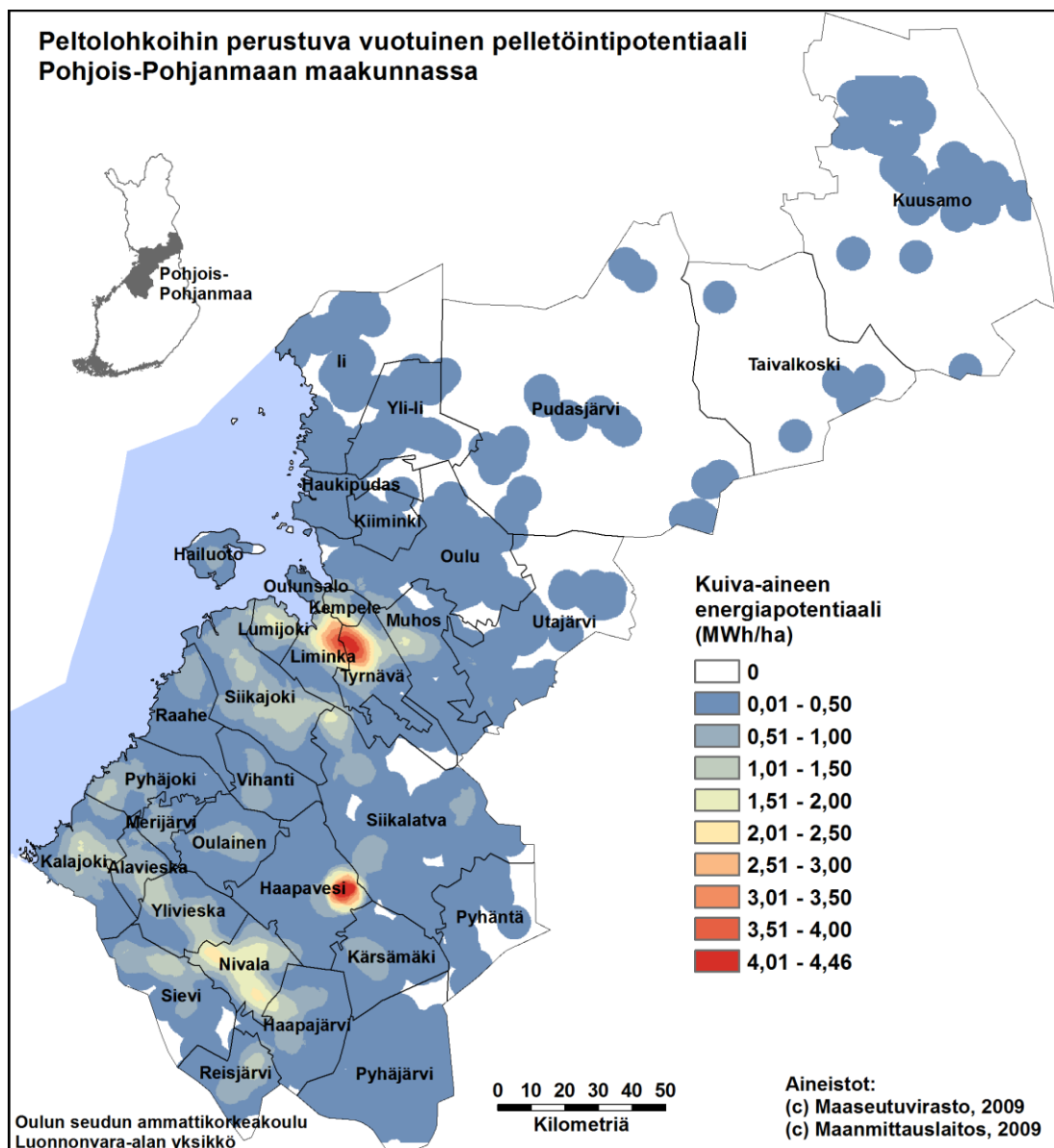


**Kuva 7.** Nuorten kasvatusmetsien ja päätehakkukelpoisten metsien energiapotentiaalit Haapajarven koillisosaan sijoittuvalla esimerkkialueella. Esityksen mittakaava on A4-kokoon tulostettuna 1:50 000.

### 3.2 Peltoperäisten raaka-aineiden potentiaali

Peltoperäisten raaka-aineiden pelletöintipotentialin laskennan periaatteet esitettiin osiossa 2.2.1. Viljelykasveista laskentaan otettiin mukaan kaura, ohra, ruis, vehnä, rypsi/rapsi sekä ruokohelpi taulukossa 3 esitetyillä lukuarvoilla olettaen. Raportin tässä osiossa on esitetty viljelykasveihin perustuva pelletöintipotentiali Pohjois-Pohjanmaan maakunnan tasolla sekä suuremman mittakaavan esimerkkikarttoja tihentymäalueilta kuvattuina. Kartat tuotettiin hyödyntäen *point density* -analyysimenetelmää, jonka toimintatapa esitettiin raportin osiossa 2.2.2.

Kuvan 8 mukaan Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa on kaksi hyvin voimakasta punaisilla värisävyillä erottuvaa tihentymäaluetta, joilla peltoperäinen potentiaali on suurin. Tihentymät sijoittuvat Limingan ja Tyrnävän kuntien raja-alueelle sekä Haapavedellä sijaitsevalle Piipsannevan turvetuotantoalueelle. Piipsannevan suuria turvetuotannosta vapautuneita lohkoja on otettu ruokohelven viljelykäyttöön, joten suuret potentiaaliarvot johtuvat siellä niistä. Limingan ja Tyrnävän välisen raja-alueen korkea potentiaali perustuu etenkin rehuohran suureen viljelypinta-alaan. Rehuohran lisäksi alueella viljeltiin aineiston laadintavuonna 2009 runsaasti kauraa. Molempien viljakasvien korsien massasta 80 % on laskettu mukaan pelletöintipotentialiin, mikä selittää tihentymän muodostumista. Vaikka koko maakunnan kartalta erottuukin kaksi voimakasta tihentymää punaisilla värisävyillä, on maakunnassa myös muita alueellisesti korkean potentiaalin omaavia tihentymiä. Niiden merkitys voi olla paikallisesti hyvinkin merkittävä.



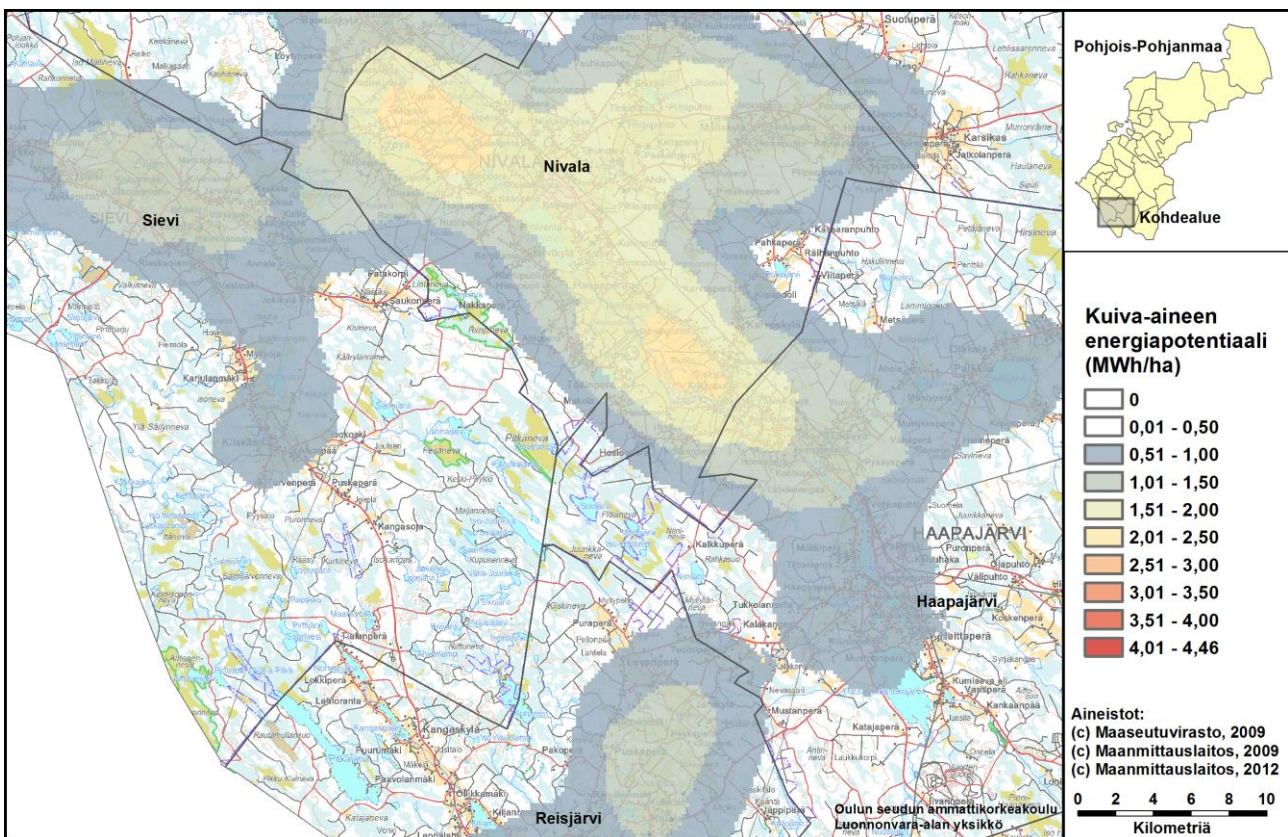
Kuva 8. Vuoden 2009 peltolohkotietoihin perustuva pelletöintipotentiali Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa.

Kuvat 9 - 12 ovat suuremman mittakaavan karttaesityksiä peltolohkoihin perustuvasta pelletöntipotentiaalista. Karttarajaukset on tehty siten, että niissä on esitetty kaikki merkittävät kuvassa 8 näkyvät keskittymät. Karttojen mittakaava on sivukokoon A4 tulostettuna 1:400 000. Huomioitavaa on se, että kartoissa on esitetty vain potentiaaliarvon 0,5 MWh/ha ylittävät luokat eli kuvassa 8 tummansinisellä näkyvä matalimman potentiaalin luokka on asetettu kuvissa 9 - 12 läpinäkyväksi. Potentiaalit on esitetty kartoissa kuiva-aineen energiapotentiaaleina. Kuiva-aineen ja saapumistilassa olevan materiaalin energiapotentiaalien vertailua voi tehdä aiemmin esitetyn taulukon 3 avulla, minkä lisäksi asiaa käsitellään osiossa 3.3. Peltolohkoihin perustuvat potentiaalilukemat ovat vuosikohtaisia, eli niissä huomioidut viljelykasvit kerätään joka vuosi (vrt. metsäperäinen potentiaali).

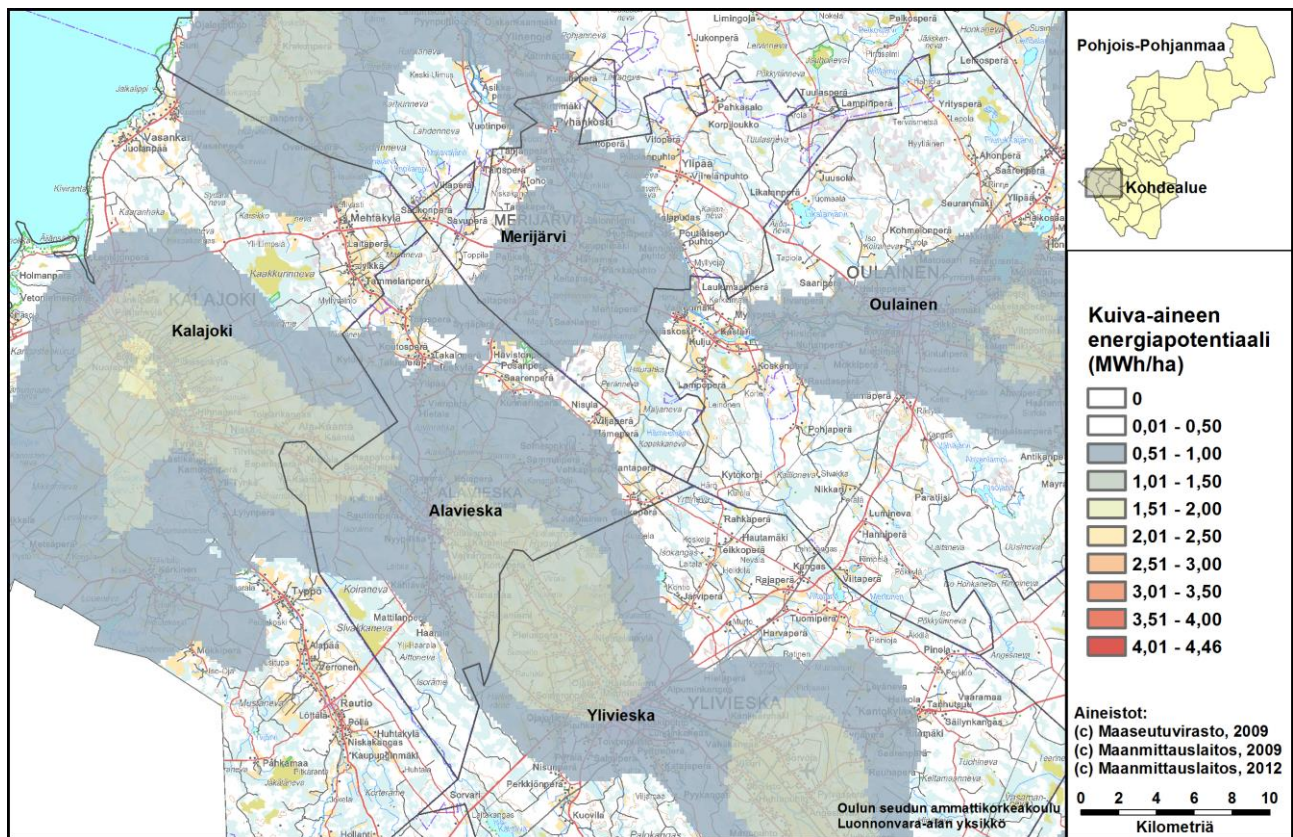
Kuva 9 sijoittuu maakunnan eteläosaan Sievin, Nivalan, Reisjärven ja Haapajärven alueelle. Kartan rajaamalla alueella on nähtävissä laaja Nivalan kuntarajojen alueelle sijoittuva potentiaalikeskittymä, joka ulottuu osin myös Haapajärven alueelle. Merkittävimpana potentiaalilaskelmissa huomioituna viljelykasvina on keskittymässä rehuohra. Kartan alueella suhteellisen voimakasta peltoperustaisen pelletöntipotentiaalin keskittymistä voidaan havaita myös Sievin ja Reisjärven kunnissa.

Ylivieskan seutukunnan alueelle sijoittuvassa kartassa (kuva 10) on nähtävissä useita kohtuullisen potentiaalin (0,5 - 1,5 MWh/ha) omaavia tihentymiä. Voimakkain ja laajin niistä sijaitsee Kalajokilaaksossa Etelänkylän kohdalla. Kuvassa 11 erottuu erittäin selkeästi Haapaveden Piipsannevan turvetuotantoalueen ruokohelpiviljelmistä johtuva potentiaalitiheytymä. Vaikutus ulottuu pallomaisena myös varsinaisten viljelmien ulkopuolelle. Karttarajauksen alueella on lisäksi myös muutamia heikomman potentiaalin tihentymiä.

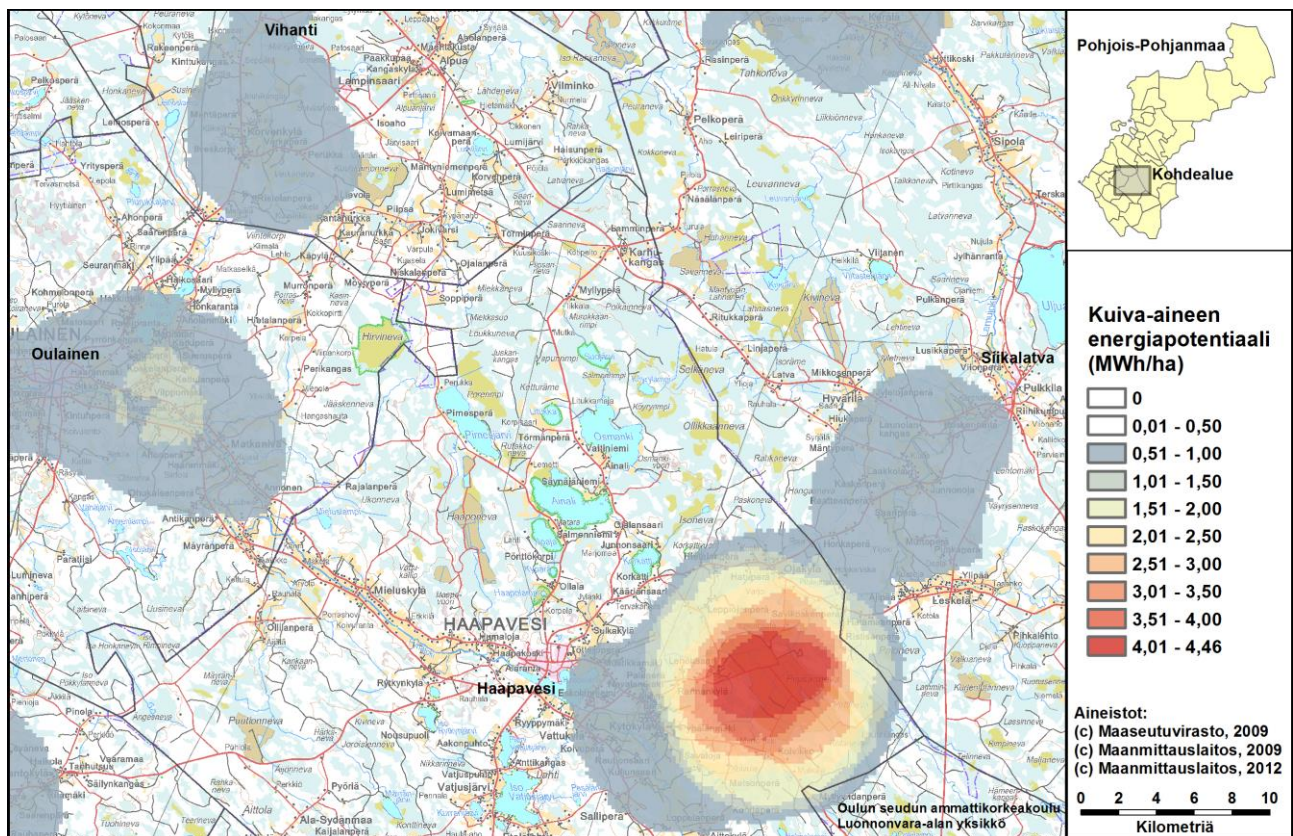
Kuvan 12 alueelle sijoittuu hyvin laaja ja voimakas peltoperäisen raaka-aineen tihentymä, jonka ydin on Limingan ja Tyrnävän kuntien raja-alueilla. Aiemmin todetun mukaisesti tihentymä perustuu pääasiassa rehuohran ja kauran viljelyyn, ja sitä kautta suureen olkimateriaalin määrään. Kaikkein voimakkaimman tihentymän lisäksi kartan alueella sijaitsee myös muita korkeahkon potentiaalin tihentymiä, joilla voi olla paikallisesti erittäinkin suuri merkitys.



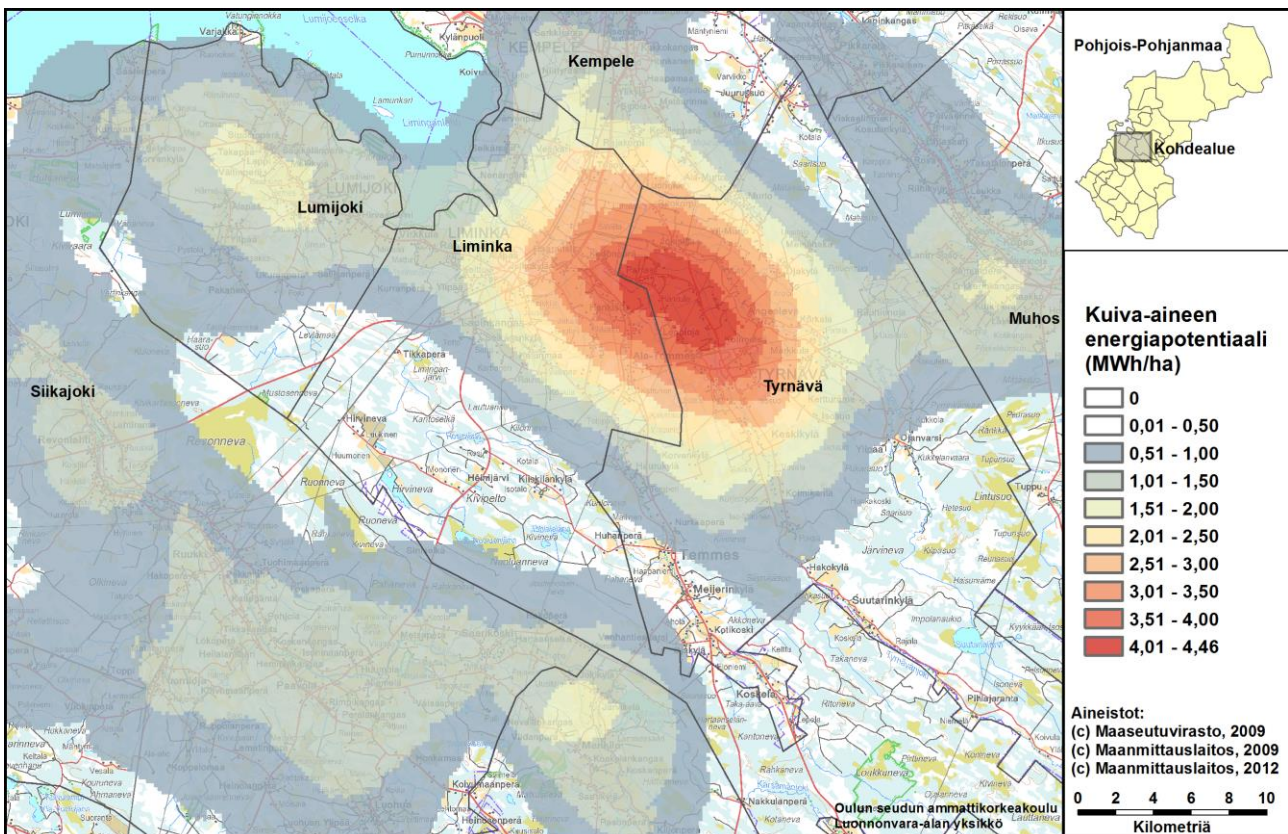
**Kuva 9.** Peltolohkoihin perustuva pelletöntipotentiaali Nivala-Haapajärvi -seutukuntaan sijoittuvalla alueella. Kartan mittakaava on 1:400 000 paperikokoon A4 tulostettuna.



**Kuva 10.** Peltolohkoihin perustuva pelletöntipotentiaali Ylivieskan seutukuntaan sijoittuvalla alueella. Kartan mittakaava on 1:400 000 paperikokoon A4 tulostettuna.



**Kuva 11.** Peltolohkoihin perustuva pelletöntipotentiaali Haapavesi-Siikalatva-Vihanti-Oulainen -alueella. Kartan mittakaava on 1:400 000 paperikokoon A4 tulostettuna.



**Kuva 12.** Peltolohkoihin perustuva pelletöintipotentiali Lumijoki-Liminka-Tyrnävä -alueella. Kartan mittakaava on 1:400 000 paperikokoon A4 tulostettuna.

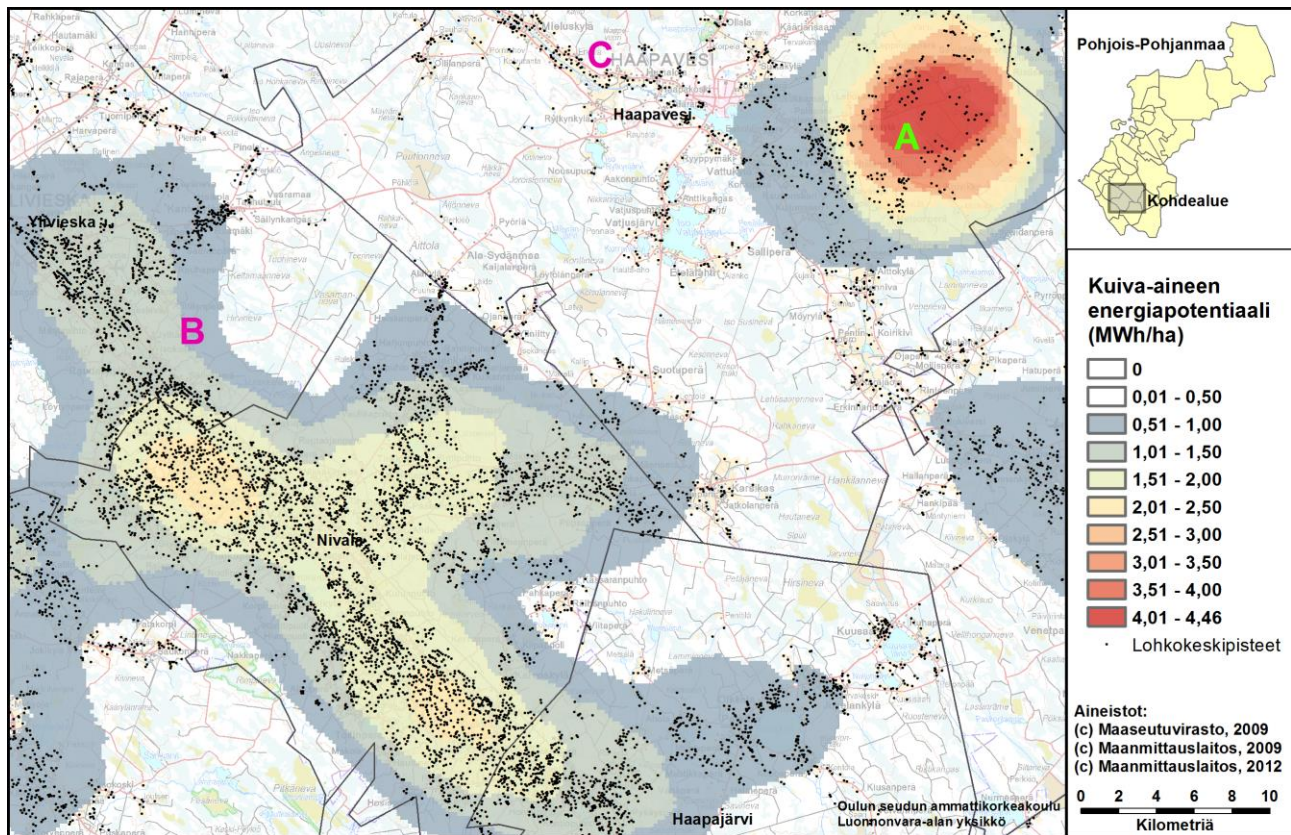
Kuvaan 13 on esitetty alueellisen potentiaalin lisäksi laskennassa hyödynnettyjen peltolohkojen keskipisteiden sijainnit mustilla pisteillä merkittyinä. Alueella, missä pisteitä on paljon ja ne ovat tiheässä, on pääsääntöisesti myös laskennallinen pelletöintipotentiali suuri. Aina pisteiden eli peltolohkojen suuri lukumäärä ja tiheä sijainti ei kuitenkaan tarkoita suurinta pelletöintipotentialiarvoa, sillä peltolohkojen pinta-ala vaikuttaa asiaan oleellisesti. Kääntäen voidaan todeta, että myös harvahkon pistejoukon alueella voi raaka-ainepotentiaali olla suurta, mikäli lohkot ovat erittäin suuria. Tämä toteutuu kuvassa 13 Haapaveden itäosassa (A-kirjaimen osoittama sijainti), missä sijaitsee Piipsannevan erittäin suuret ruokohelpiviljelyssä vuonna 2009 olleet kasvulohkot. Lohkojen ison koon lisäksi suureen potentiaaliin vaikuttaa se, että ruokohelven keskimääräinen hehtaarikohtainen sato on massaltaan moninkertainen muihin tässä selvitystyössä huomioituihin viljelykasveihin nähden (taulukko 3). Lisäksi kerättävälle ruokohelvelle ei laskettu tässä selvityksessä kuivikekäyttövarausta eli koko massa huomioitiin mukaan potentiaaliin. Nämä tekijät aiheuttavat sen, että ruokohelven hehtaarikohtainen energiapotentiaali on suuri muihin viljelykasveihin verrattuna (taulukko 3).

Kuvassa 13 on nähtävissä myös *point density* -analyysimenetelmän se ominaispiirre, että menetelmä yleistää laskennan kohteena olevia arvoja alueellisesti. Haapaveden Piipsannevan isojen ruokohelpiviljelmien vaikutus ulottuu myös sellaisille lähialueille, joilla ei sijaitse laskennan perusteena olevia lohkoja lainkaan. Esimerkiksi tihentymän kaakkois- ja eteläosissa alueita luokituu korkean potentiaalin luokkiin, vaikka niiden päällä ei ole mustilla pisteillä kuvattuja peltolohkojen keskipisteitä. Kuten osiossa 2.2.2 selvitettiin, laskettiin tämän tutkimuksen analyysissä potentiaalirasterin ruutujen arvot siten, että laskennassa huomioitiin peltolohkokeskipisteet viiden kilometrin säteeltä kuhunkin ruutuun nähden. Tämän vuoksi on mahdollista, että yksittäinenkin erittäin suuren potentiaalin omaava peltolohko vaikuttaa kehämäisesti aina viiden kilometrin etäisyydelle saakka.

Edellä kuvatun kaltainen maksimissaan viiden kilometrin laajuinen "reunavaikutus" voidaan havaita kuvassa 13 B-kirjaimella osoitetussa kohdassa. Myös tähän sijaintiin on analyysin tuloksena muodostunut kohtuullisen potentiaalin alueet, vaikka välittömässä läheisyydessä ei ole ainuttakaan peltolohkoa. Toisaalta kartassa on näkyvissä myös alueita, joissa sijaitsee laskelmissa huomioituja peltolohkoja, mutta jotka



näyttäytyvät siitä huolimatta ilman energiapotentiaalia (C-kirjaimen osoittama sijainti). Tämä johtuu siitä, että peltolohkojen yhteisvaikutus viiden kilometrin säteen omaavan ympyränmuotoisen naapurisuusalueen sisällä ei ole tarpeeksi voimakas, jotta potentiaaliarvoksi tulisi vähintään vaadittu arvo 0,51 MWh/ha.



**Kuva 13.** Potentiaalilaskelmissa huomioitujen peltolohkojen keskipisteiden sijainnit sekä alueellinen peltolohkoihin perustuva pelletöntipotentiaali. Kirjainten A, B ja C merkitys on avattu tekstiosiossa.

### 3.3 Kuntakohtainen raaka-ainepotentiaalin tarkastelu

Edellisissä osioissa tarkasteltiin metsäperäisen ja peltoperäisen raaka-ainepotentiaalin alueellista sijoittumista karttaesimerkkien avulla. Selvitystyössä hyödynnetyistä tietoaineistoista tuotettiin myös kuntakohtaiset taulukot, joista selviää kuntien hallinnollisten rajojen sisäpuolella olevan potentiaalin lukemat sekä kuntien pinta-aloihin suhteutetut arvot. Taulukoiden lukemat on esitetty yksikössä megawattituntia (MWh). Kuntien pinta-aloihin suhteutetut lukemat on ilmaistu yksikössä MWh/ha eli megawattituntia hehtaaria kohti laskettuna. Huomioitavaa on, että metsäperäisen potentiaalin lukemat eivät ole vuosikohtaisia, kun sen sijaan peltoperäisen raaka-aineen potentiaali on pystytty esittämään vuosikohtaisena. Lähtöaineistot ovat vuodelta 2009, minkä vuoksi myös tulokset on esitetty saman vuoden kuntarajojen mukaisesti.

Taulukossa 4 on MVMI-aineiston metsävaratietoihin pohjautuvat potentiaalilukemat kunnittain esitettynä. Arvot on laskettu kuiva-aineen lämpöarvon mukaisesti. Kahdessa ensimmäisessä lukuarvoja sisältävässä sarakkeessa on esitetty kuntakohtaisesti potentiaalin kokonaismäärät erikseen nuorissa kasvatusmetsissä ja päätehakkukelpoisissa metsissä. Kaikkein suurimmat potentiaalilukemat ovat Pudasjärvellä, Kuusamossa ja Taivalkoskella, mikä selittyy kyseisten kuntien suurella pinta-alalla. Huomioitavaa on kuitenkin se, että Kuusamon pinta-alasta suuri osa oli MVMI-aineistoissa puuttuvan tiedon aluetta (kuva 1), joten Kuusamon kohdalla lukemista puuttuu merkittävä osa metsien potentiaalista. Samoin suhteellisen merkittävä osa kyseisen kolmen kunnan pinta-alasta on kuvan 1 mukaan suojeltuja alueita, joiden metsiä ei ole laskettu potentiaaliin mukaan. Koillismaahan kuntien jälkeen seuraavaksi suurimmat potentiaalilukemat ovat Pyhäjärvellä ja Siikalatvalla.

**Taulukko 4.** Kunnittain esitetty metsävaratietoihin perustuva energiapotentiaali kuiva-aineena. Kahdessa ensimmäisessä lukuarvoja sisältävässä sarakkeessa on esitetty potentiaaliarvot yksikössä MWh. Seuraavat kaksi saraketta esittää potentiaalilin kunnan pinta-alaan suhtautettuna. Kahdessa viimeisessä sarakkeessa on esitetty se, kuinka monta prosenttia potentiaalista sijaitsee nuorissa kasvatusmetsissä ja kuinka monta prosenttia päätehakkuukelpoisissa metsissä. Metsävaroihin perustuva potentiaali ei ole vuosikohtaista. Lähtöaineistot ovat vuodelta 2009.

Kunta	Nuoret kasvatusmetsät (MWh)	Päätehakkuumetsät (MWh)	Nuoret kasvatusmetsät (MWh/ha)	Päätehakkuumetsät (MWh/ha)	Nuorten kasvatusmetsien %-osuus	Päätehakkuumetsien %-osuus
Alavieska	97 321	266 930	3,82	10,49	26,72 %	73,28 %
Haapajärvi	446 542	631 827	5,65	8,00	41,41 %	58,59 %
Haapavesi	499 085	625 042	4,60	5,76	44,40 %	55,60 %
Hailuoto	91 610	27 941	4,59	1,40	76,63 %	23,37 %
Haukipudas	189 283	224 588	4,22	5,00	45,73 %	54,27 %
Ii	649 280	456 035	4,19	2,94	58,74 %	41,26 %
Kalajoki	239 095	569 374	3,56	8,48	29,57 %	70,43 %
Kempele	39 957	55 368	3,59	4,97	41,92 %	58,08 %
Kiiminki	110 814	249 384	3,30	7,42	30,76 %	69,24 %
Kuusamo *)	1 143 159	1 688 418	1,97	2,91	40,37 %	59,63 %
Kärsämäki	373 945	375 186	5,31	5,33	49,92 %	50,08 %
Liminka	181 848	161 179	2,84	2,51	53,01 %	46,99 %
Lumijoki	85 703	75 791	4,06	3,59	53,07 %	46,93 %
Merijärvi	96 554	271 886	4,17	11,73	26,21 %	73,79 %
Muhos	192 109	248 251	2,40	3,10	43,63 %	56,37 %
Nivala	234 304	323 409	4,39	6,06	42,01 %	57,99 %
Oulainen	295 100	427 565	4,95	7,17	40,83 %	59,17 %
Oulu	386 070	659 659	2,67	4,56	36,92 %	63,08 %
Oulunsalo	29 605	41 294	3,52	4,90	41,76 %	58,24 %
Pudasjärvi	1 391 318	1 462 368	2,37	2,49	48,76 %	51,24 %
Pyhäjoki	277 440	519 007	5,06	9,46	34,83 %	65,17 %
Pyhäjärvi	859 461	748 980	5,90	5,14	53,43 %	46,57 %
Pyhäntä	261 302	325 319	3,09	3,85	44,54 %	55,46 %
Raahe	243 914	598 200	4,46	10,94	28,96 %	71,04 %
Reisjärvi	282 928	343 272	5,73	6,95	45,18 %	54,82 %
Sievi	365 275	410 935	4,54	5,11	47,06 %	52,94 %
Siikajoki	363 193	452 446	3,43	4,27	44,53 %	55,47 %
Siikalatva	957 260	571 091	4,29	2,56	62,63 %	37,37 %
Taivalkoski	899 547	1 282 813	3,40	4,85	41,22 %	58,78 %
Tyrnävä	107 885	130 401	2,17	2,62	45,28 %	54,72 %
Utajärvi	444 445	376 408	2,58	2,19	54,14 %	45,86 %
Vihanti	180 334	287 428	3,85	6,14	38,55 %	61,45 %
Yli-Ii	262 379	190 192	3,13	2,27	57,98 %	42,02 %
Ylivieska	292 501	546 818	5,07	9,48	34,85 %	65,15 %
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>12 570 566</b>	<b>15 624 803</b>	<b>3,39</b>	<b>4,21</b>	<b>44,58 %</b>	<b>55,42 %</b>

\*) **MVMI-aineistossa on Kuusamon alueella huomattavan paljon puuttuvan tiedon alueita**

Kuntien pinta-aloihin suhteutetut nuorten kasvatusmetsien ja päätehakkuukelpoisten metsien potentiaalilukemat on esitetty taulukon 4 kahdessa keskimmaisessä lukuarvoja sisältävässä sarakkeessa. Tässä tarkastelussa suurimmat potentiaalit sijaitsevat Merijärvellä, Raahessa, Ylivieskassa, Pyhäjoella sekä Alavieskassa. Pinta-alaltaan suurten Koillismaan kuntien potentiaalit eivät ole hehtaarikohtaisesti tarkasteltuna suurimpien arvojen joukossa.

Taulukon 4 kahdessa oikean puolimmaisessa sarakkeessa on esitetty prosenttiosuuksilla se, kuinka suuri osuus kunkin kunnan metsäperäisestä energiapotentiaalista sijaitsee nuorissa kasvatusmetsissä ja kuinka paljon päätehakkuukelpoisissa metsissä. Taulukon mukaan päätehakkuukelpoisten metsien potentiaalilin prosenttiosuudet ovat kaikkein suurimmat Merijärvellä, Alavieskassa, Raahessa, Kalajoella sekä Kiimingissä. Pohjois-Pohjanmaalla on taulukon 4 mukaan kahdeksan sellaista kuntaa, joiden metsäperäisestä energiapotentiaalista yli puolet sijaitsee nuorissa kasvatusmetsissä. Nämä kunnat ovat Hailuoto, Siikalatva, Ii, Yli-Ii, Utajärvi, Pyhäjärvi, Lumijoki ja Liminka.

Taulukkoon 5 on koottu peltolohkoaineistoon perustuvat kuntakohtaiset pelletöintipotentiaalilukemat. Kahdessa vasemman puoleisessa lukuarvoja sisältävässä sarakkeessa on esitetty kuntien alueiden peltolohkojen yhteenlasketut vuotuiset potentiaalimäärät sekä kuiva-aineena että saapumistilassa laskettuna. Oikeassa reunassa olevat sarakkeet ilmaisevat peltolohkojen potentiaalilukemat kuntien pinta-aloihin suhteutettuina.

Selvityksen perusteella määrällisesti kaikkein eniten peltoperäistä pelletöintipotentiaalia on Siikajoella, Nivalassa, Tyrnävällä, Siikalatvalla sekä Haapavedellä. Kunnan pinta-alaan suhteutettuna suurin potentiaali on Nivalassa, jonka jälkeen seuraavat Tyrnävä, Lumijoki ja Kempele. Yleinen huomio on, että maakunnan pohjoisosan kunnissa potentiaalit ovat pääsääntöisesti huomattavasti pienemmät kuin maakunnan keski- ja eteläosissa.

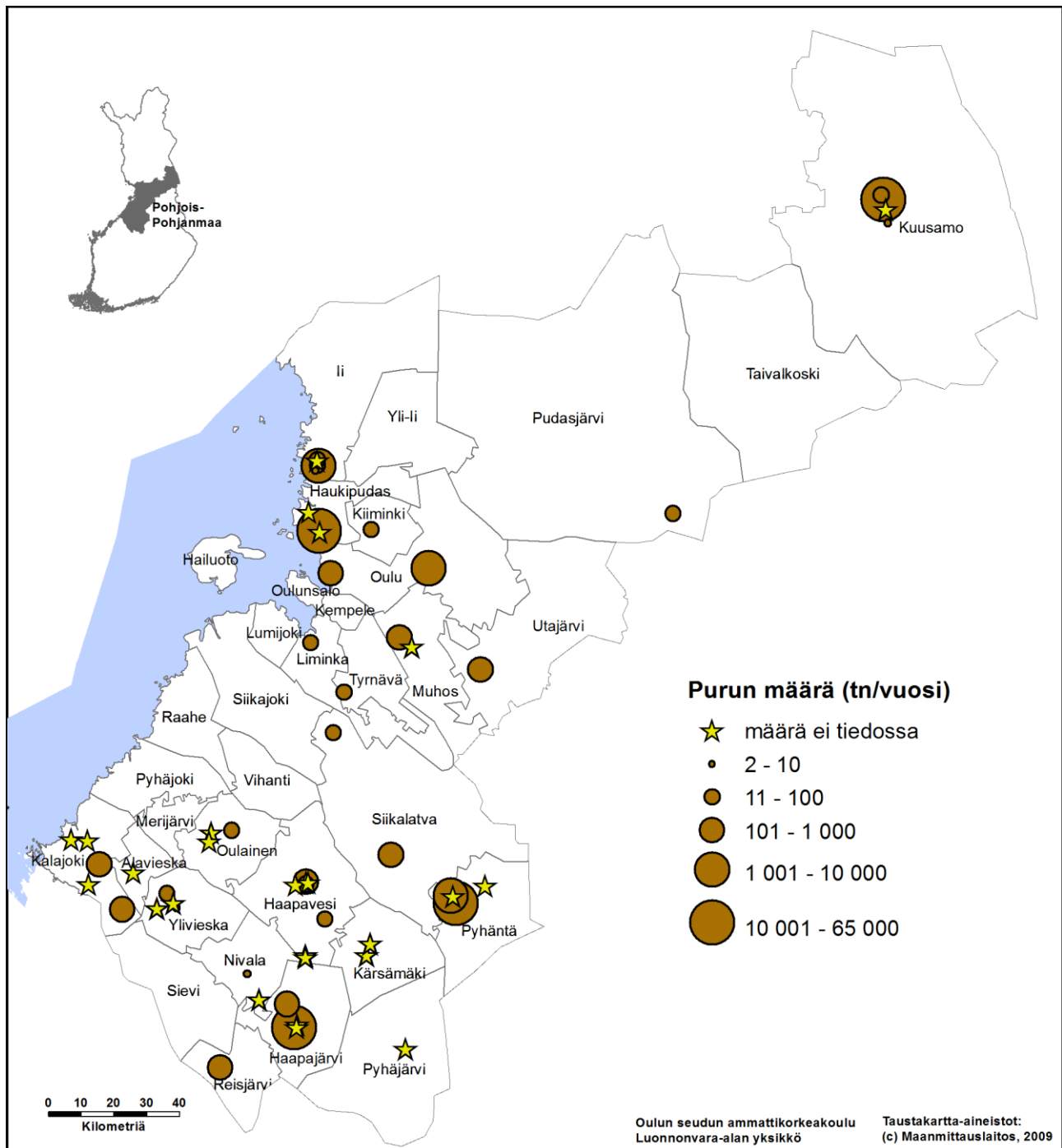
Verrattaessa taulukossa 5 esitettyjä peltoperäisiä potentiaalilukemia taulukon 4 metsäperäisiin arvoihin on ehdottomasti huomioitava se, että peltoperäinen potentiaali on laskettu vuosikohtaisena kun metsäperäinen potentiaali realisoituu energiapuun keräämisenä korkeintaan kaksi kertaa puuston kiertoaikana.

**Taulukko 5.** Kunnittain esitetty pelletöintipotentiaali peltolohkotietoihin perustuen. Potentiaali on esitetty sekä kuiva-aineen että saapumistilan mukaisilla arvoilla laskettuna. Lähtöaineistot ovat vuodelta 2009. Peltolohkoihin perustuvat potentiaalit on laskettu vuosittain kerättäviin raaka-aineisiin perustuen eli potentiaalilukemat ovat vuosittaisia

Kunta	Absoluuttiset lukemat		Kuntien pinta-aloihin suhteutetut lukemat	
	Kuiva-aine (MWh)	Saapumistila (MWh)	Kuiva-aine (MWh/ha)	Saapumistila (MWh/ha)
Alavieska	19 344	15 008	0,76	0,59
Haapajärvi	30 170	23 452	0,38	0,30
Haapavesi	56 342	44 264	0,52	0,41
Hailuoto	5 887	4 568	0,29	0,23
Haukipudas	3 140	2 447	0,07	0,05
Ii	4 636	3 639	0,03	0,02
Kalajoki	43 349	33 638	0,65	0,50
Kempele	11 761	9 126	1,06	0,82
Kiiminki	931	723	0,03	0,02
Kuusamo *)	1 230	956	0,00	0,00
Kärsämäki	19 708	15 296	0,28	0,22
Liminka	39 945	31 019	0,62	0,48
Lumijoki	22 834	17 715	1,08	0,84
Merijärvi	9 897	7 719	0,43	0,33
Muhos	23 617	18 324	0,29	0,23
Nivala	69 961	54 277	1,31	1,02
Oulainen	22 209	17 232	0,37	0,29
Oulu	11 706	9 107	0,08	0,06
Oulunsalo	4 136	3 209	0,49	0,38
Pudasjärvi	1 327	1 038	0,00	0,00
Pyhäjoki	21 103	16 385	0,38	0,30
Pyhäjärvi	19 112	14 845	0,13	0,10
Pyhäntä	3 603	2 795	0,04	0,03
Raahe	17 587	13 643	0,32	0,25
Reisjärvi	20 953	16 254	0,42	0,33
Sievi	30 930	24 008	0,38	0,30
Siikajoki	71 983	55 925	0,68	0,53
Siikalatva	58 201	45 334	0,26	0,20
Taivalkoski	110	85	0,00	0,00
Tyrnävä	60 781	47 166	1,22	0,95
Utajärvi	13 739	10 677	0,08	0,06
Vihanti	18 792	14 617	0,40	0,31
Yli-Ii	3 942	3 103	0,05	0,04
Ylivieska	32 910	25 540	0,57	0,44
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>775 876</b>	<b>603 134</b>	<b>ka 0,21</b>	<b>ka 0,16</b>

### 3.4 Puruntuottajien sijoittuminen maakunnassa

Hankkeeseen kuuluvina toimenpiteinä kartoitettiin Pohjois-Pohjanmaan alueelta sellaisten teollisuustoimijoiden sijainteja, joiden tuotannon sivuvirtana syntyy pelletin raaka-aineeksi hyvin soveltuvaa purua. Kartoitetuista toimijoista joidenkin osalta saatiin arvio vuosittain syntyvän purun määrästä, mutta kaikkien kohdalta sitä ei saatu tietoon. Kuvassa 14 on esitetty kartoitettujen toimijoiden sijainti, eli kukin symboli kuvaa yksittäisen tuottajan sijaintia. Kartta ei siis esitä syntyvän purun määrää kuntakohtaisesti. Karttaan on merkitty tähdellä niiden toimijoiden sijainnit, joiden purun määrää ei ole saatu tietoon. Pallosymbolin koko esittää syntyvän purun määrää niiden toimijoiden osalta, joista volyymitieto saatiin selville.



**Kuva 14.** Teollisuustoimijoiden sijainti, joiden tuotantotoiminnan sivuvirtana syntyy pelletin raaka-aineeksi hyvin soveltuvaa purua.



## 5. Viljelijöille suunnatun kyselyn tulosten tarkastelu

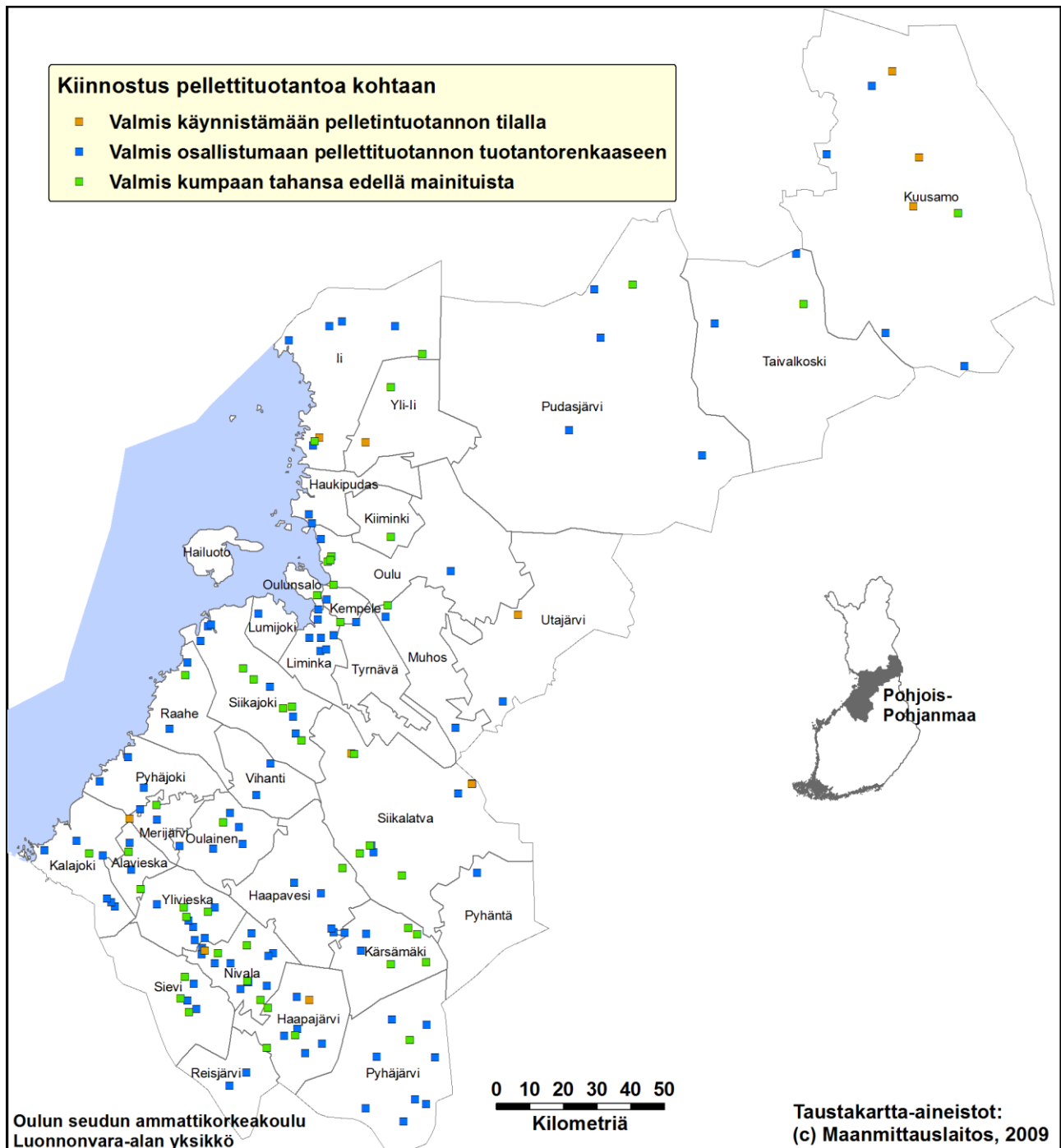
Pohjois-Pohjanmaan maakunnan viljelijöille keväällä 2010 lähettyyn kyselyyn saatiin vastauksia yhteensä 452 viljelijältä. Kyselyllä kartoitettiin laajalti tietoja maatilojen toimintaan liittyen, mutta merkittävä osa saaduista vastauksista sisälsi tärkeitä tietoja myös hajautettua pelletintuotantoa koskien. Kuvissa 16 ja 17 on esitetty maakunnan laajuisissa karttaesityksissä sellaisten viljelijöiden sijainnit, jotka ovat ilmaisseet kiinnostuksen pelletintuotantoa kohtaan. Kartoissa on esitetty kyllä -vastausvaihtoehdon antaneiden viljelijöiden sijainnit seuraavien neljän kysymyksen osalta:

Olisitteko valmis tuottamaan pelletointiin soveltuvia biomassoja? (kyllä 152 kpl)

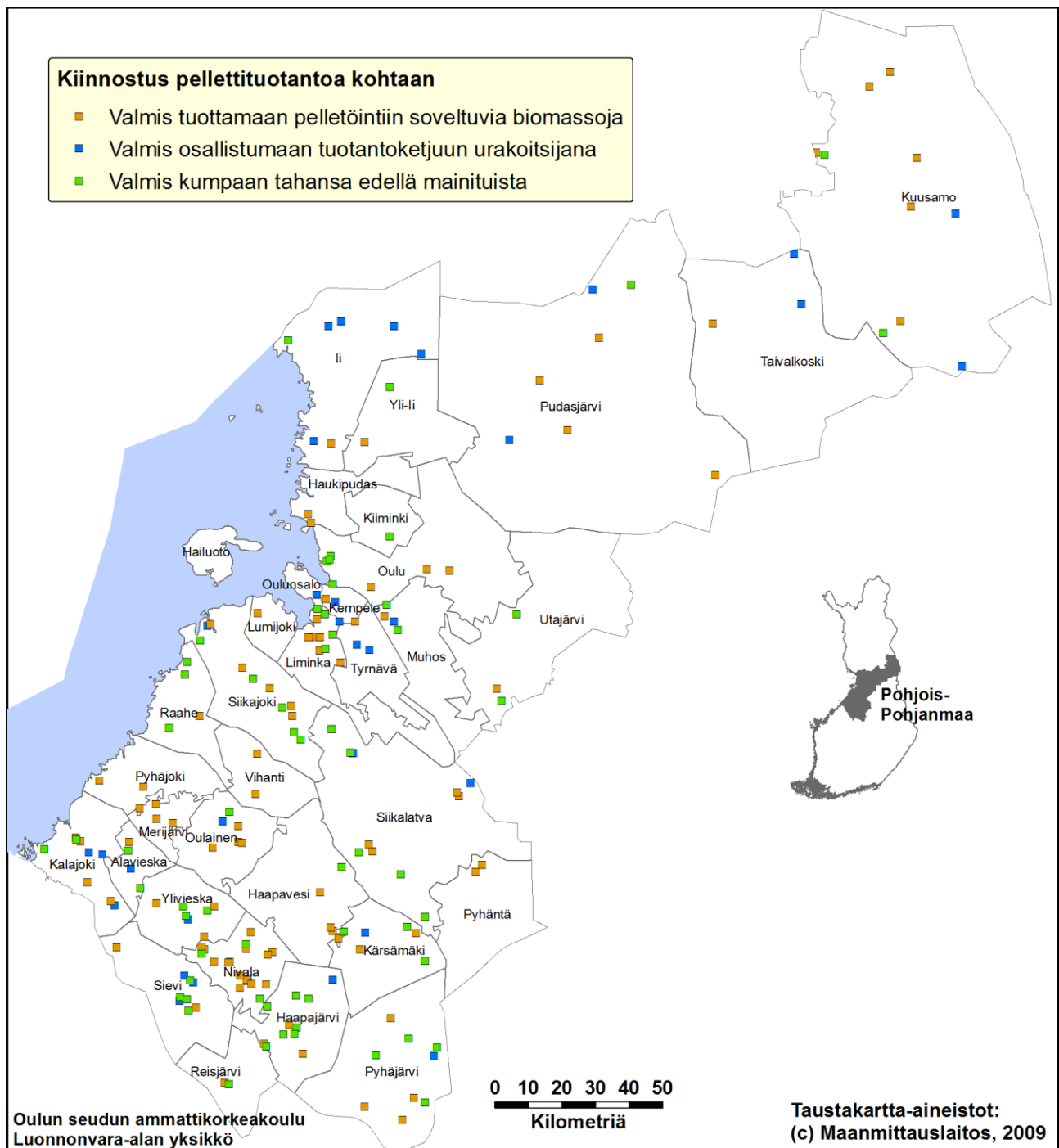
Olisitteko valmis käynnistämään pellettituotannon tilallanne? (kyllä 59 kpl)

Olisitteko valmis osallistumaan tuottajarenkaaseen pelletintuotannossa? (kyllä 155 kpl)

Olisitteko valmis osallistumaan pelletintuotannon tuotantoketjuun urakoitsijana? (kyllä 97 kpl)



Kuva 16. Pellettituotannon käynnistämisestä sekä tuottajarengas-toiminnasta kiinnostuneiden tilojen sijainnit.



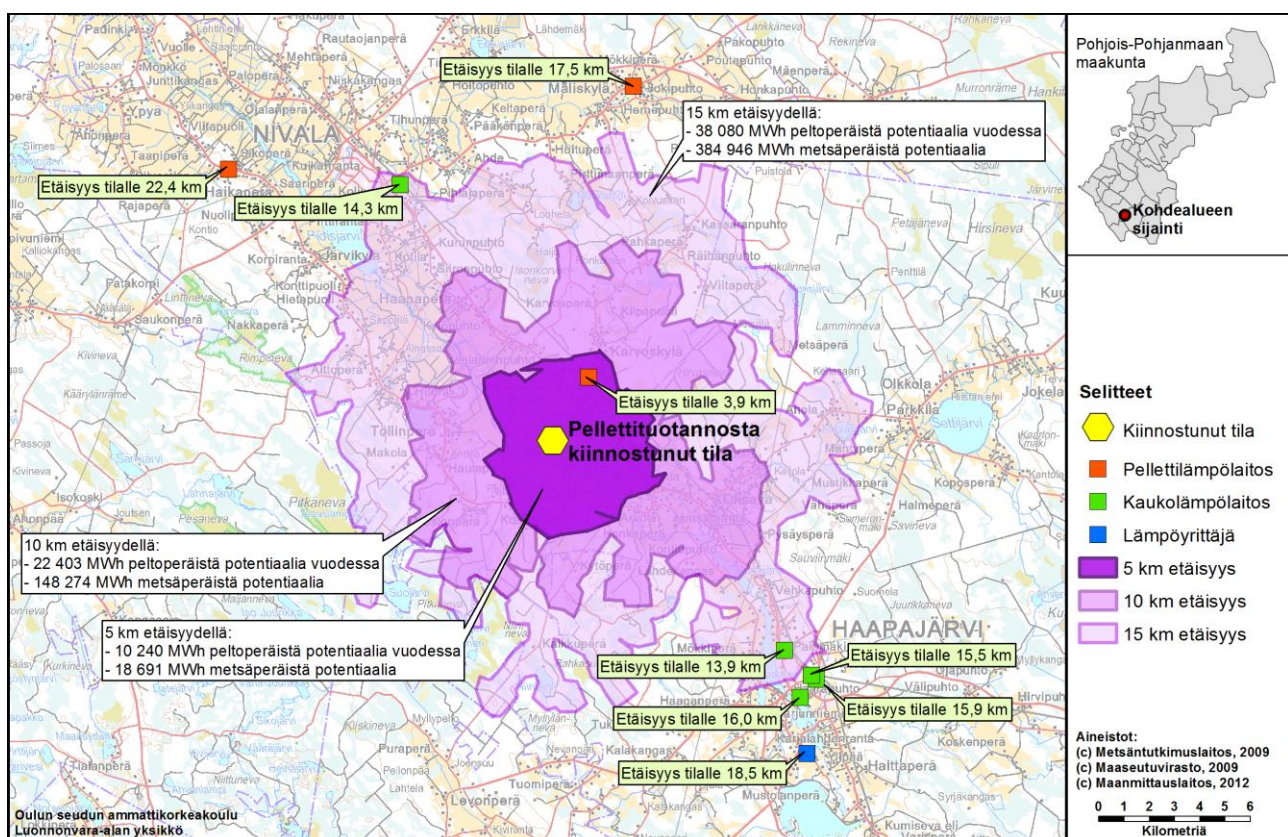
**Kuva 17.** Pelletöintiin soveltuvien biomassojen tuottamisesta sekä urakoitsijana toimimisesta kiinnostuneiden mautilojen sijainti Pohjois-Pohjanmaalla.

Kaikkiin neljään kysymykseen myönteisesti vastanneita tilallisia oli kyselytuloksissa 30 henkilöä. Positiivisia vastauksia saatiin kaiken kaikkiaan suhteellisen tasaisesti kaikkialta maakunnasta. Vastauksissa on kuitenkin havaittavissa keskittymistä jokivarsien ympäristöihin, joissa mautilojen kokonaislukumääräkin on korkea. Myös Oulun seutukunnassa on myönteisten vastausten tihtentymä Liminka-Tyrnävä-Kempele -raja-alueella.

## 6. Raaka-aineiden sijoittumisen tarkastelu suhteessa pelletintuotannosta kiinnostuneisiin tilallisiin sekä pelletin käyttökohteisiin

Pohjois-Pohjanmaan maakunnan laajuisen raaka-ainepotentiaalimallinnuksen sekä lämpölaitosten kartoitustyön pohjalta tuotettiin esimerkinomainen analyysitarkastelu raaka-ainepotentiaalin, mahdollisten pelletin käyttökohteiden sekä pelletintuotannon käynnistämiseksi kiinnostuneen tilallisen keskinäisestä alueellisesta sijoittumisesta. Kuvan 17 kartassa on esitetty tieverkon perusteella muodostetut saavutettavuusalueet viiden, kymmenen ja viidentoista kilometrin etäisyyksille sellaisen tilakeskuksen ympärille, jonka maatilayrittäjä on ilmaissut kiinnostuksen pelletintuotannon käynnistämiseksi omalla tilallaan. Esimerkkikartta-alueelle sijoittui kyselyn perusteella myös muita pelletintuotannosta kiinnostuneita maatilayrittäjiä, mutta tietosuojasyiden vuoksi kartassa päädyttiin esittämään vain yksi kohdetilallinen, jonka tarkkaa sijaintia ei kartasta pysty näkemään. Tässä tutkimuksessa hyödynnettyjen aineistojen perusteella laskettiin saavutettavuusalueiden sisäpuolella olevat raaka-ainepotentiaalien määrät metsäperäiselle ja peltoperäisille raaka-aineille. Kartassa on myös esitetty mahdollisten pelletin käyttökohteiden etäisyydet kohdetilalle tieverkkoa pitkin kuljettuna.

Kohdetilallisen läheisyydessä korkeintaan viiden kilometrin etäisyydellä on tässä tutkimuksessa hyödynnettyjen aineistojen ja tehtyjen oletusten mukaisesti peltoperäistä pelletöntipotentiaalia yli 10 000 megawattituntia vuodessa. Saman etäisyyden sisällä on ei-vuosisidonnaista metsäperäistä potentiaalia niukalti (noin 18 700 MWh), sillä viiden kilometrin saavutettavuusalueen sisällä on suurin osa maa-alueesta peltoa. Kymmenen kilometrin saavutettavuusalueen sisällä metsäperäistä potentiaalia on yli 148 000 MWh ja korkeintaan 15 kilometrin etäisyydellä jo 385 000 MWh. Peltoperäistä pelletöntipotentiaalia sijaitsee kymmenen kilometrin saavutettavuuden sisäpuolella noin 22 400 MWh ja 15 kilometrin sisällä sitä on peräti 38 000 MWh vuosikohtaisesti laskettuna.



**Kuva 18.** Erään pelletintuotannosta kiinnostuneen maatilalan ympärille muodostetut saavutettavuusalueet ja niiden energiapotentiaalimäärät sekä alueella sijaitsevat mahdolliset pelletin käyttölaitokset.



Karttaan merkityistä mahdollisista pelletin käyttölaitoksista lähin pellettilämpölaite sijaitsee alle neljän kilometrin etäisyydellä kohdemaatilasta. Kartta-alueella on myös kaksi muuta pellettilämpölaitea, jotka sijaitsevat tieverkkoa pitkin kuljettuna 17,5 kilometrin ja 22,4 kilometrin etäisyyksillä. Tehdyn selvitystyön mukaan alueella sijaitsee viisi kaukolämpölaitea, jotka kaikki ovat alle 16 kilometrin etäisyydellä tilasta. Lisäksi alueella toimii yksi lämpöyrittäjä, jonka toimipaikan osoite saatiin kartoitustyössä selville.

## 7. Lähteet

- Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Tiedotteet 2045. Espoo: VTT. 172 s + liitteet 17s. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>>
- Alakangas, E. & Järvinen, T. & Vainikka, T. & Veijonen, K. 2003. Biomass co-firing – an efficient way to reduce greenhouse gas emission. EUBIONET. VTT Processes.
- Asplund, D & Helynen, S. & Korppi-Tommola, J. 2005. Uusiutuvan energian lisäysmahdollisuudet vuoteen 2015. Jyväskylän teknologiakeskus, Jyväskylän yliopisto ja VTT Prosessit. 48 s.
- Flyktman, M. & Isohahti, M. & Kallio, E. & Kirkkari, A-M. & Lindh, T. & Paappanen, T. & Pahkala, K. & Partala, A. & Peltonen, M. & Sahramaa, M. & Suokannas, A. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. Jokioinen: MTT. 31 s. 2. painos. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf>
- Jerkku, I. 2012 Lyhytkiertopuulajien kemialliset ominaisuudet ja hyödyntämismahdollisuudet. Pro gradu. Leinonen, A. 16.10.2012. Tiedustelu (henkilökohtainen sähköposti).
- Liikennevirasto 2012: Tietopoiminnat Digiroad-aineistosta Pohjois-Pohjanmaan alueelta 2012 (sähköinen aineisto).
- Maanmittauslaitos 2009: Tietopoiminnat Yleiskartta-aineistoista 1: 1 000 000 ja 1: 4 500 000 sekä Maastokartta 1: 250 000 aineistosta Pohjois-Pohjanmaan alueelta 2009 (sähköinen aineisto).
- Maanmittauslaitos 2009-2010: Vääräväriortoilma kuva Haapajärven koillisosasta maastoresoluutiolla 0,5 m (sähköinen aineisto).
- Maanmittauslaitos 2012: Maastokarttarasteri 1: 250 000 ja 1: 100 000 (sähköinen aineisto).
- Maaseutuvirasto 2009: Tietopoiminnat peltolohko- ja kasvilajirekisteristä Pohjois-Pohjanmaan alueelta 2009 (sähköinen aineisto).
- Metsäntutkimuslaitos 2009: Tietopoiminnat MVM-aineistosta Pohjois-Pohjanmaan alueelta 2009 (sähköinen aineisto).
- Mäkinen, T., Soimakallio, S., Paappanen, T., Pahkala, K. & Mikkola, H. 2006: Liikenteen biopolttoaineiden ja peltoenergian kasviuonekaasutaseet ja uudet liiketoimintakonseptit. –VTT tiedotteita. VTT, Helsinki 2006. ISBN 951-38-6826-5. 176 s.
- Ympäristöhallinto 2012: Tietopoiminnat Natura 2000 -paikkatietokannasta, Luonnonsuojelualueet -paikkatietokannasta sekä Luonnonsuojeluohjelmat -paikkatietokannasta Pohjois-Pohjanmaan alueelta 2012 (sähköinen aineisto).

## Liiteluettelo

**Liitekartta 1.** Metsävaratietoihin perustuva energiapotentiaali Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa.